جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

مشخصات فنی عمومی
کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب شهری

نشریه شماره ۳۰۳

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
http://tec.mporg.ir

۱۳۸۴

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
رئیس سازمان

بسمه تعالی

به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۱۰۱/۹۵۵۷۷
	تاریخ : ۱۳۸۴/۵/۲۶

موضوع: مشخصات فنی عمومی کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب شهری

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور(مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت۱۴۸۹۸هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۳۰۳ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «مشخصات فنی عمومی کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب شهری» از نوع گروه اول، ابلاغ می‌شود؛ تا از تاریخ ۱۳۸۵/۱/۱ به اجرا درآید.

رعایت کامل مفاد این نشریه از طرف دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر در طرح های عمرانی، الزامی است؛ ولی در یک دوره گذر یکساله تا ۱۳۸۶/۱/۱ استفاده از دیگر آیین‌نامه‌های معتبر نیز مجاز خواهد بود. در این دوره‌گذر، لازم است تا عوامل یاد شده نسخه‌ای از آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و یا روش‌های جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، ارسال دارند.

حمید شرکاء
معاون رییس جمهور و رییس سازمان

اصلاح مدارک فني

خواننده گرامي:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

صندوق پستی ۴۵۴۸۱- ۱۹۹۱۷ **http://tec.mporg.ir**

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از استانداردها، ضوابط و معیارهای فنی در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه و طراحی (توجیه فنی و اقتصادی)، کیفیت اجرا و نحوه نگهداری و بهره‌برداری (عمر مفید) طرح‌های عمرانی از اولویت و اهمیت ویژه برخوردار است.

وجود استانداردها، ضوابط، مشخصات فنی و آیین‌نامه‌های ملی در هر کشور، نشانه رشد و توسعه آن کشور است. در این راستا نظام فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور، به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی برای مراحل مختلف مطالعه، اجرا و نگهداری و بهره‌برداری از طرح‌ها را مورد تأکید قرار داده است.

نشریه حاضر با عنوان «مشخصات فنی عمومی کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب شهری» به منظور ایجاد هماهنگی و وحدت نظر در روش اجرای کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب شهری کشور و همچنین رعایت اصول، روشها و فنون اجرایی متناسب با امکانات داخلی و سازگار با شرایط و مقتضیات اقلیمی کشور، البته با توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های معتبر بین‌المللی، تهیه و تدوین گردیده است.

این نشریه در برگیرنده کارهای مربوط به خطوط لوله انتقال آب در خارج و داخل شهرها، خطوط لوله شبکه‌های توزیع آب، خطوط لوله شبکه‌های جمع‌آوری و دفع آب باران، آبهای سطحی و فاضلاب بوده و در شش فصل، با عناوین «هدف، دامنه کار و نکات مشترک لوله‌گذاری»، «کارهای خطوط انتقال آب و شبکه توزیع»، «کارهای لوله‌گذاری و شبکه جمع‌آوری فاضلاب و آب باران»، «متعلقات، شیرآلات، سازه‌های اتصال و ضربه‌گیرها»، «پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی» و «لوله‌رانی»، تهیه و تدوین شده است.

به علت فقدان استانداردهای لازم و کافی در موارد اشاره شده فوق‌الذکر در داخل کشور، در تهیه و تدوین مشخصات فنی حاضر و به منظور آشنایی هر چه بیشتر دستگاه‌های اجرایی و پیمانکاران اجراکننده طرح‌ها، تلاش شده است تا حداقل اطلاعات لازم در مورد مصالح مصرفی در طرح و طراحی، علاوه بر مشخصات فنی و اجرایی کار، در نشریه ارائه شود.

معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور به این وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به کارشناسان تهیه‌کننده این مشخصات فنی، کارشناسان دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله به شرح ذیل، تمام سازمانها، مؤسسات، مهندسان مشاور و تولیدکنندگان مرتبط و همچنین مراتب تشکر و قدردانی خود را از آقایان مهندس ابوالقاسم توتونچی (مهندسین مشاور ایراناب)، مهندس محمدرضا طبیب‌زاده نوری و مهندس میرمحمود ظفری، رئیس گروه عمران دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطر پذیری ناشی از زلزله که زحمات فراوانی در تهیه و تدوین نشریه حاضر متقبل شده‌اند را ابراز می‌نماید.

کارشناسان مسئول تدوین فصول

– مهندس ابوالقاسم توتونچی	لوله‌های چدن نشکن، بتنی، آزبست سیمان، فایبرگلاس تکمیل لوله‌های فولادی، لوله‌رانی و تدوین نهایی نشریه
– مهندس علیرضا تولایی	پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی
– مرحوم مهندس عبدالحمید جوادی	پیش‌نویس لوله‌های آزبست سیمان
– مهندس محمدرضا طبیب زاده نوری	هدف، دامنه کار و نکات مشترک لوله‌گذاری، شیرآلات و مسئول کمیته کارشناسان
– مهندس احمد عشقی	لوله‌های پی.وی.سی و پلی‌اتیلن
– مهندس اسمعیل مسگرپور طوسی	پیش‌نویس لوله‌های فولادی
– مهندس سعید واثقی	دبیر و هماهنگ‌کننده جلسات کارشناسان

همکاران در بررسی و هدایت پروژه

– مهندس بهناز پور سید

– مهندس سید اکبر هاشمی

– مهندس علی تبـار

– مهندس میرمحمود ظفری

– دکتر افشین کلانتری

امید است در آینده شاهد توفیق روزافزون این کارشناسان، در خدمت به جامعه فنی مهندسی کشور باشیم.

معاون امور فنی

زمستان ۱۳۸۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول ـ هدف، دامنه کار و نکات مشترک لوله‌گذاری	**۱**
۱-۱ هدف، تعاریف و دامنه کار	**۳**
۱-۱-۱ مقدمه	۳
۱-۱-۲ تعاریف عمومی	۳
۱-۱-۳ تحدید حدود، تملک اراضی و تعیین حریم تأسیسات موجود	۷
۱-۱-۴ نقاط نشانه و مبدأ	۷
۱-۱-۵ ساختمانها و تأسیسات تجهیز کارگاه	۸
۱-۱-۶ کارهای مقدماتی و آماده‌سازی مسیر	۸
۱-۱-۷ مصالح تحویلی کارفرما	۸
۱-۱-۸ حفاظت و بیمه کار	۱۰
۱-۱-۹ سایر موارد	۱۰
۱-۲ نکات مشترک لوله‌گذاری	**۱۱**
۱-۲-۱ کلیات	۱۱
۱-۲-۲ استانداردها و مراجع	۱۱
۱-۲-۲-۱ استانداردهای فنی مصالح تحویلی کارفرما	۱۱
۱-۲-۲-۲ مشخصات فنی اجرای کار	۱۱
۱-۲-۳ نقشه‌ها و مدارک فنی	۱۲
۱-۲-۴ مصالح، ماشین‌آلات و ابزار	۱۲
۱-۲-۴-۱ لوله، اتصالی‌ها و متعلقات	۱۲
۱-۲-۴-۲ شیرها و متعلقات	۱۳
۱-۲-۴-۳ مصالح حفاظت لوله	۱۳
۱-۲-۴-۴ مصالح ساختمانی	۱۳
۱-۲-۴-۵ مصالح پی‌سازی، بسترسازی و خاکریزی	۱۳
۱-۲-۵ کارهای مقدماتی و آماده‌سازی	۱۵
۱-۲-۵-۱ کلیات	۱۵
۱-۲-۵-۲ مسیر خط لوله	۱۶
۱-۲-۵-۳ جاده سرویس	۱۷
۱-۲-۵-۴ نقشه‌برداری و پیاده‌کردن مسیر لوله‌گذاری	۱۷
۱-۲-۵-۵ تمیزکاری مسیر لوله‌گذاری	۱۷
۱-۲-۵-۶ تسطیح مسیر لوله‌گذاری	۱۷
۱-۲-۵-۷ قطع اشجار و عبور از باغات و مراتع	۱۸
۱-۲-۵-۸ تخریب ساختمانها و تأسیسات	۱۸
۱-۲-۶ عملیات خاکی	۱۸
۱-۲-۶-۱ خاکبرداری و برداشت عوارض	۱۹

۱-۲-۶-۲ خاکبرداری ترانشه لوله‌گذاری و حمل خاک اضافی ۱۹
۱-۲-۶-۳ پی‌سازی و بسترسازی کف ترانشه ۲۳
۱-۲-۶-۴ زهکشی کف ترانشه ۲۵
۱-۲-۶-۵ خاکریزی و کوبیدن خاک ۲۵
۱-۲-۶-۶ اتمام عملیات خاکی و تمیز کردن مسیر لوله‌گذاری ۲۸
۱-۲-۶-۷ حمل مصالح اضافی به خارج کارگاه ۲۸
۱-۲-۷ حمل مصالح لوله و متعلقات ۲۸
۱-۲-۷-۱ مقدمه ۲۸
۱-۲-۷-۲ بازرسی قبل از حمل ۲۹
۱-۲-۷-۳ بارگیری و حمل ۲۹
۱-۲-۷-۴ انبار کردن مصالح ۳۰
۱-۲-۷-۵ حمل لوله و متعلقات به پای کار و ریسه‌کردن آن ۳۱
۱-۲-۸ نصب لوله و متعلقات ۳۲
۱-۲-۸-۱ مقدمه ۳۲
۱-۲-۸-۲ بازدید قبل از نصب ۳۲
۱-۲-۸-۳ لوله‌گذاری ۳۳
۱-۲-۸-۴ لوله‌گذاری با توجه به انواع بسترسازی ۳۳
۱-۲-۹ بستن لوله ۳۵
۱-۲-۹-۱ اتصال به صورت سرساده و سرکاسه ۳۵
۱-۲-۹-۲ اتصال قابل انعطاف ۳۶
۱-۲-۹-۳ نگهداری لوله در شیب‌های تند ۳۶
۱-۲-۹-۴ ضربه‌گیرها ۳۹
۱-۲-۱۰ آزمایش هیدرولیکی و ضدعفونی کردن خطوط لوله آب تحت فشار ۴۳
۱-۲-۱۰-۱ مقدمه ۴۳
۱-۲-۱۰-۲ آزمایش فشار هیدرواستاتیک خط لوله ۴۴
۱-۲-۱۰-۳ آزمایش و ضدعفونی کردن خط لوله ۴۷
۱-۲-۱۰-۴ شستشوی سراسری خط لوله ۴۹
۱-۲-۱۱ آزمایش آب‌بندی مجاری و لوله‌های فاضلاب‌رو ۵۰
۱-۲-۱۱-۱ مقدمه ۵۰
۱-۲-۱۱-۲ آزمایش آب‌بندی اتصالی‌های خط لوله فاضلاب‌رو ۵۰
۱-۲-۱۱-۳ آزمایش آب‌بندی با آب ۵۰
۱-۲-۱۱-۴ آزمایش به روش هوا ۵۱
۱-۲-۱۲ ایمن‌سازی جدار ترانشه ۵۲
۱-۲-۱۲-۱ مقدمه ۵۲
۱-۲-۱۲-۲ طبقه‌بندی مسیر لوله‌گذاری ۵۲
۱-۲-۱۲-۳ روش نگهداری و کنترل جدار ترانشه لوله‌گذاری ۵۳
۱-۲-۱۲-۴ حفاظت با سپرهای فولادی ۵۶
۱-۲-۱۳ نکات عمومی در احداث حوضچه شیرها ۵۶
۱-۲-۱۳-۱ مقدمه ۵۶

۱-۲-۱۳-۲ نکات عمومی ۵۶
۱-۲-۱۴ برخورد با تأسیسات شهری ۵۸
۱-۲-۱۵ جمع‌آوری و برچیدن کارگاه ۵۹

فصل دوم ـ کارهای خطوط انتقال آب و شبکه توزیع ۶۳

۲-۱ لوله‌های فولادی ۶۵
۲-۱-۱ کلیات ۶۵
۲-۱-۱-۱ لوله‌های فولادی بدون درز ۶۵
۲-۱-۱-۲ لوله‌های درز مستقیم ۶۵
۲-۱-۱-۳ لوله‌های اسپیرال ۶۵
۲-۱-۲ استانداردهای ساخت و نصب لوله‌های فولادی ۶۵
۲-۱-۳ حداقل ضخامت ۶۶
۲-۱-۴ انواع اتصالی‌های لوله‌های فولادی ۶۸
۲-۱-۴-۱ اتصالی جوشی ۶۸
۲-۱-۴-۲ اتصالی‌های مکانیکی ۷۰
۲-۱-۵ تأثیر فشار خط لوله و شرایط محلی برای انتخاب نوع اتصال ۷۴
۲-۱-۶ حفاظت در مقابل خوردگی و تعمیرات آن ۷۵
۲-۱-۶-۱ انواع پوشش سطوح داخلی و خارجی لوله‌های فولادی ۷۵
۲-۱-۶-۲ حفاظت کاتدی ۷۵
۲-۱-۶-۳ پوشش و اندود با ملات ماسه سیمان ۷۶
۲-۱-۶-۴ پوشش سطح خارجی با مواد قیری یا قطرانی ۷۷
۲-۱-۶-۵ پوشش سطوح خارجی با نوارپیچی به روش سرد ۷۷
۲-۱-۶-۶ پوشش خارجی پلی‌اتیلن ۷۸
۲-۱-۶-۷ پوشش حفاظتی با رنگ‌آمیزی ۷۸
۲-۱-۶-۸ رنگ‌آمیزی سطح خارجی لوله‌های فولادی غیردفنی ۷۸
۲-۱-۷ حمل و نقل لوله‌های فولادی ۷۹
۲-۱-۸ انبار کردن لوله‌ها و متعلقات فولادی و سایر مصالح و لوازم ۷۹
۲-۱-۹ جابجایی لوله‌های فولادی، متعلقات، شیرآلات و مصالح ۸۲
۲-۱-۱۰ ریسه‌کردن لوله‌های فولادی ۸۳
۲-۱-۱۱ آماده‌سازی و نصب خط لوله فولادی در ترانشه ۸۳
۲-۱-۱۲ برقراری اتصالی ۸۵
۲-۱-۱۲-۱ کلیات ۸۵
۲-۱-۱۲-۲ اتصالی جوشی ۸۶
۲-۱-۱۲-۳ اتصالی مکانیکی ۸۶
۲-۱-۱۲-۴ اتصالی فلنجی ۸۷
۲-۱-۱۳ کمانش لوله‌های فولادی ۸۹
۲-۱-۱۴ لوله‌گذاری در شرایط خاص ۹۰
۲-۱-۱۴-۱ نصب خط لوله فولادی بالای سطح زمین ۹۰
۲-۱-۱۴-۲ عبور از موانع زمینی ۹۷
۲-۱-۱۵ برش لوله ۹۸

۲-۱-۱۶ نصب شیرآلات ۹۸
۲-۱-۱۷ پشت‌بندها و مهارهای بتنی ۹۸
۲-۱-۱۸ انشعاب از خطوط لوله فولادی ۹۹
۲-۱-۱۹ تعمیر و تکمیل پوشش‌های حفاظتی ۱۰۰
۲-۱-۲۰ جلوگیری از یخ‌زدگی در لوله‌های فولادی ۱۰۱
۲-۱-۲۱ خاکریزی مقدماتی ۱۰۱
۲-۱-۲۲ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله فولادی ۱۰۱
۲-۱-۲۲-۱ کارهای قبل از آزمایش ۱۰۲
۲-۱-۲۲-۲ تأمین ماشین‌آلات و ابزار کار ۱۰۲
۲-۱-۲۲-۳ پر کردن و هواگیری خط لوله ۱۰۲
۲-۱-۲۲-۴ انجام آزمایش ۱۰۳
۲-۱-۲۳ آزمایش سراسری، ضدعفونی نمودن و شستشوی خط لوله ۱۰۴
۲-۱-۲۴ خاکریزی نهایی ۱۰۴
پیوست شماره یک ۱۰۷
۲-۲ لوله‌های چدنی و چدن نشکن ۱۱۳
۲-۲-۱ کلیات ۱۱۳
۲-۲-۱-۱ لوله‌های چدنی معمولی تحت فشار ۱۱۳
۲-۲-۱-۲ لوله‌های چدن نشکن ۱۱۳
۲-۲-۲ استانداردهای ساخت لوله‌های چدنی ۱۱۳
۲-۲-۲-۱ لوله‌های چدنی معمولی (خاکستری) ۱۱۳
۲-۲-۲-۲ لوله‌های چدن نشکن ۱۱۴
۲-۲-۳ انواع اتصالی‌های لوله‌های چدن نشکن و کاربرد آنها ۱۱۴
۲-۲-۳-۱ اتصال نوع فشاری ۱۱۵
۲-۲-۳-۲ اتصال نوع مکانیکی ۱۱۵
۲-۲-۳-۳ اتصال نوع فلنجی ۱۱۶
۲-۲-۳-۴ انواع دیگر اتصال ۱۱۷
۲-۲-۴ ماده روان‌سازی ۱۱۹
۲-۲-۵ حفاظت در مقابل خوردگی و تعمیرات آنها ۱۱۹
۲-۲-۵-۱ پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله ۱۱۹
۲-۲-۵-۲ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله ۱۲۳
۲-۲-۵-۳ حفاظت کاتدیک ۱۲۴
۲-۲-۵-۴ تعمیر پوشش‌های حفاظتی ۱۲۴
۲-۲-۶ بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه‌کردن ۱۲۵
۲-۲-۶-۱ کلیات ۱۲۵
۲-۲-۶-۲ بلند کردن و جابجایی، بارگیری و حمل و باراندازی و ریسه کردن لوله و متعلقات ۱۲۵
۲-۲-۶-۳ ریسه کردن ۱۲۸
۲-۲-۷ انبارداری ۱۲۹
۲-۲-۸ بسترسازی لوله ۱۳۰
۲-۲-۹ بسترسازی محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات ۱۳۱

۲-۲-۱۰ انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه ۱۳۳
۲-۲-۱۱ نصب لوله و متعلقات ۱۳۳
۲-۲-۱۱-۱ تذکرات عمومی ۱۳۳
۲-۲-۱۱-۲ اتصال نوع فشاری ۱۳۴
۲-۲-۱۱-۳ اتصال نوع مکانیکی ۱۳۵
۲-۲-۱۱-۴ اتصال نوع فلنجی و اتصالات خاص ۱۳۶
۲-۲-۱۲ نصب شیرآلات ۱۳۶
۲-۲-۱۳ لوله‌گذاری در قوس ۱۳۷
۲-۲-۱۳-۱ حداکثر زاویه انحراف لوله‌ها ۱۳۷
۲-۲-۱۳-۲ روش ایجاد قوس ۱۳۹
۲-۲-۱۴ لوله‌گذاری در شیب ۱۴۰
۲-۲-۱۵ لوله‌گذاری در حالتهای خاص ۱۴۰
۲-۲-۱۵-۱ نشست لوله ۱۴۰
۲-۲-۱۵-۲ سایر موارد ۱۴۹
۲-۲-۱۶ برش لوله ۱۴۹
۲-۲-۱۷ جوشکاری لوله‌های چدن نشکن ۱۴۹
۲-۲-۱۸ مقدار فرورفتگی دو لوله درون یکدیگر ۱۵۰
۲-۲-۱۹ جهت لوله‌گذاری ۱۵۰
۲-۲-۲۰ اتصال با انواع دیگر لوله ۱۵۱
۲-۲-۲۱ انقباض و انبساط لوله ۱۵۱
۲-۲-۲۲ انشعاب از خطوط لوله چدن نشکن ۱۵۱
۲-۲-۲۲-۱ نصب سه‌راهی روی لوله خالی ۱۵۲
۲-۲-۲۲-۲ نصب سه‌راهی روی لوله تحت فشار ۱۵۲
۲-۲-۲۳ تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها ۱۵۲
۲-۲-۲۴ خاکریزی مقدماتی ۱۵۵
۲-۲-۲۵ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله چدن نشکن ۱۵۶
۲-۲-۲۵-۱ مقدار آب تزریقی ۱۵۶
۲-۲-۲۵-۲ آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله بدون پوشش داخلی ۱۵۷
۲-۲-۲۵-۳ آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله با اندود داخلی ماسه سیمان ۱۵۹
۲-۲-۲۶ خاکریزی نهایی ۱۶۱
۲-۳ لوله‌های بتن مسلح ۱۶۳
۲-۳-۱ کلیات ۱۶۳
۲-۳-۱-۱ لوله‌های بتن مسلح معمولی ۱۶۳
۲-۳-۱-۲ لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده ۱۶۳
۲-۳-۲ استاندارد ساخت لوله‌های بتن مسلح ۱۶۴
۲-۳-۲-۱ لوله‌های بتن مسلح معمولی ۱۶۴
۲-۳-۲-۲ لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده ۱۶۵
۲-۳-۳ تولید لوله‌های بتنی ۱۷۲
۲-۳-۴ لوله‌های مخصوص ۱۷۲

۲-۳-۵ اتصالی لوله‌های بتنی ۱۷۵
۲-۳-۶ پوشش‌های حفاظتی ۱۷۵
۲-۳-۶-۱ پوشش حفاظتی ۱۷۵
۲-۳-۶-۲ پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله ۱۷۶
۲-۳-۶-۳ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله ۱۷۶
۲-۳-۶-۴ تعمیر پوشش‌های حفاظتی ۱۷۷
۲-۳-۷ بارگیری، حمل، بارانداز و ریسه کردن ۱۷۷
۲-۳-۷-۱ بلندکردن و جابجایی لوله ۱۷۷
۲-۳-۷-۲ بارگیری، حمل و بارانداز ۱۷۸
۲-۳-۷-۳ ریسه کردن لوله‌ها ۱۸۰
۲-۳-۸ انبارداری ۱۸۱
۲-۳-۹ بسترسازی لوله ۱۸۲
۲-۳-۱۰ بسترسازی محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات ۱۸۲
۲-۳-۱۱ انتقال لوله متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه ۱۸۴
۲-۳-۱۲ برقراری اتصال ۱۸۴
۲-۳-۱۳ نصب متعلقات و شیرآلات ۱۸۵
۲-۳-۱۳-۱ نوع اول : متعلقات سرساده ۱۸۶
۲-۳-۱۳-۲ نوع دوم : متعلقات فلنج‌دار ۱۸۶
۲-۳-۱۴ اتصال به سایر لوله‌ها ۱۸۷
۲-۳-۱۵ لوله‌گذاری در قوس ۱۸۹
۲-۳-۱۶ لوله‌گذاری در شیب ۱۹۰
۲-۳-۱۶-۱ جهت لوله‌گذاری در شیب ۱۹۰
۲-۳-۱۶-۲ مهار موقت لوله در شیب ۱۹۰
۲-۳-۱۶-۳ مهار دائم لوله در شیب ۱۹۰
۲-۳-۱۷ محدوده لقی و یا کشیدگی و انحراف دو لوله ۱۹۲
۲-۳-۱۸ لوله‌گذاری روی زمین ۱۹۲
۲-۳-۱۹ عبورهای عرضی ۱۹۵
۲-۳-۱۹-۱ عبور از جاده‌ها ۱۹۵
۲-۳-۱۹-۲ عبور از رودخانه‌ها ۱۹۵
۲-۳-۲۰ انشعاب از لوله‌های بتنی تحت فشار ۱۹۷
۲-۳-۲۱ تعویض لوله ۱۹۷
۲-۳-۲۲ حوضچه شیرآلات ۱۹۹
۲-۳-۲۳ تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها ۱۹۹
۲-۳-۲۴ شناور شدن لوله‌ها ۱۹۹
۲-۳-۲۵ خاکریزی مقدماتی ۱۹۹
۲-۳-۲۶ آزمایش هیدرواستاتیکی، سراسری و ضدعفونی نمودن خطوط لوله بتن مسلح تحت فشار ۱۹۹
۲-۳-۲۶-۱ روش اول ۲۰۰
۲-۳-۲۶-۲ روش دوم ۲۰۱
۲-۳-۲۷ خاکریزی نهایی ۲۰۵

۲-۴ لوله‌های آزبست سیمان **۲۰۷**
۲-۴-۱ کلیات ۲۰۷
۲-۴-۲ استاندارد ساخت لوله‌های آزبست سیمان ۲۰۷
۲-۴-۳ انواع اتصالی لوله‌های تحت فشار ۲۰۹
۲-۴-۳-۱ اتصال از نوع غلاف و حلقه‌های لاستیکی ۲۰۹
۲-۴-۳-۲ اتصالی ژیبو ۲۱۴
۲-۴-۳-۳ سایر اتصالی‌های آزبست سیمان فشاری ۲۱۷
۲-۴-۴ پوشش حفاظتی لوله‌های آزبست سیمان فشاری ۲۱۷
۲-۴-۵ بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه کردن ۲۱۷
۲-۴-۵-۱ کلیات ۲۱۷
۲-۴-۵-۲ بارگیری، بلند کردن و جابجایی لوله‌ها ۲۱۷
۲-۴-۶ حمل و نقل و باراندازی لوله‌ها ۲۱۸
۲-۴-۷ انبارداری ۲۱۹
۲-۴-۸ توزیع و ریسه‌کردن لوله و متعلقات در پای کار ۲۲۱
۲-۴-۹ بسترسازی لوله ۲۲۱
۲-۴-۹-۱ نوع اول ۲۲۲
۲-۴-۹-۲ نوع دوم ۲۲۲
۲-۴-۹-۳ نوع سوم ۲۲۳
۲-۴-۹-۴ نوع چهارم ۲۲۳
۲-۴-۱۰ انتقال لوله، غلاف‌ها و متعلقات به داخل ترانشه ۲۲۴
۲-۴-۱۱ تعمیر پوشش خارجی و اندود داخلی ۲۲۵
۲-۴-۱۲ نصب لوله و متعلقات ۲۲۵
۲-۴-۱۲-۱ اجرای اتصالی از نوع غلاف و حلقه لاستیکی ۲۲۵
۲-۴-۱۲-۲ اجرای اتصالی از نوع ژیبو ۲۲۹
۲-۴-۱۳ برش لوله ۲۲۹
۲-۴-۱۴ نصب شیرآلات و اتصالات فلنجی ۲۳۰
۲-۴-۱۵ پشت‌بندها، تکیه‌گاه‌ها، مهاری‌ها و لوله‌گذاری در شیب ۲۳۲
۲-۴-۱۶ خاکریزی مقدماتی ۲۳۲
۲-۴-۱۷ آزمایش هیدرواستاتیکی، سراسری و ضدعفونی نمودن خطوط لوله آزبست سیمان فشاری ۲۳۳
۲-۴-۱۷-۱ روش اول ۲۳۴
۲-۴-۱۷-۲ روش دوم ۲۳۵
۲-۴-۱۸ خاکریزی نهایی ۲۴۳
۲-۵ لوله‌های پی.وی.سی **۲۴۵**
۲-۵-۱ مشخصات لوله‌های پی.وی.سی ۲۴۵
۲-۵-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پی.وی.سی ۲۴۷
۲-۵-۳ اتصالات لوله‌های پی.وی.سی ۲۴۷
۲-۵-۳-۱ اتصالات با استفاده از چسب مخصوص ۲۴۸
۲-۵-۳-۲ اتصال از نوع یک سرساده یک سرکاسه با لاستیک آب‌بند مخصوص ۲۴۹
۲-۵-۳-۳ اتصالات مکانیکی ۲۵۲

۲-۵-۳-۴ اتصالات پیچی ۲۵۲
۲-۵-۳-۵ اتصالات فلنجی ۲۵۲
۲-۵-۴ انشعابات ۲۵۵
۲-۵-۵ سازندگان لوله‌های پی.وی.سی سخت ۲۵۵
۲-۵-۶ حمل و نقل لوله‌های پی.وی.سی ۲۵۵
۲-۵-۷ کنترل ورود لوله‌های پی.وی.سی ۲۵۶
۲-۵-۸ تخلیه و باراندازی لوله‌های پی.وی.سی ۲۵۶
۲-۵-۹ نگهداری لوله‌های پی.وی.سی ۲۵۷
۲-۵-۱۰ جابجایی لوله‌های پی.وی.سی ۲۵۸
۲-۵-۱۱ خم کردن و ایجاد انحراف در لوله‌های پی.وی.سی ۲۵۸
۲-۵-۱۱-۱ خم کردن سرد ۲۵۸
۲-۵-۱۱-۲ خم کردن گرم ۲۵۹
۲-۵-۱۱-۳ ایجاد انحراف ۲۵۹
۲-۵-۱۲ بسترسازی برای نصب لوله‌های پی.وی.سی ۲۵۹
۲-۵-۱۳ بسترسازی برای نصب متعلقات و شیرآلات ۲۵۹
۲-۵-۱۴ حداقل عرض ترانشه ۲۶۰
۲-۵-۱۵ لوله‌گذاری ۲۶۰
۲-۵-۱۵-۱ بازرسی قبل از لوله‌گذاری ۲۶۰
۲-۵-۱۵-۲ جهت لوله‌گذاری ۲۶۰
۲-۵-۱۵-۳ برش لوله ۲۶۱
۲-۵-۱۵-۴ تمیز کردن لوله و متعلقات ۲۶۱
۲-۵-۱۵-۵ انتقال لوله و متعلقات به داخل ترانشه ۲۶۲
۲-۵-۱۶ نصب لوله و متعلقات ۲۶۲
۲-۵-۱۷ نصب شیرآلات و متعلقات ۲۶۴
۲-۵-۱۸ پشت‌بندها و مهارهای بتنی ۲۶۴
۲-۵-۱۹ خاکریزی مقدماتی روی لوله‌های نصب شده ۲۶۴
۲-۵-۲۰ تمیز کردن خط لوله ۲۶۵
۲-۵-۲۱ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده ۲۶۵
۲-۵-۲۲ تکمیل خاکریزی روی لوله نصب شده ۲۶۸
۲-۵-۲۳ ضدعفونی کردن خطوط لوله ۲۶۸
۲-۵-۲۴ شستشوی سراسری خط لوله ۲۶۸
پیوست شماره یک ۲۶۹
پیوست شماره دو ۲۷۲
۲-۶ لوله‌های پلی‌اتیلن ۲۸۵
۲-۶-۱ مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن ۲۸۵
۲-۶-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن ۲۸۶
۲-۶-۳ اتصالی‌های لوله‌های پلی‌اتیلن ۲۸۶
۲-۶-۳-۱ اتصالی جوشی لب به لب ۲۸۷
۲-۶-۳-۲ اتصال حرارتی بوشنی ۲۸۹

۲-۶-۳-۳ اتصال به روش الکتریکی ۲۹۰
۲-۶-۳-۴ اتصالی فلنجی ۲۹۱
۲-۶-۳-۵ اتصالی پیچی ۲۹۲
۲-۶-۳-۶ اتصالی با جوش اکستروژنی ۲۹۳
۲-۶-۳-۷ اتصالی با واشر پلاستیکی ۲۹۳
۲-۶-۴ سازندگان لوله‌های پلی‌اتیلن سخت ۲۹۳
۲-۶-۵ حمل و جابجایی لوله‌های پلی‌اتیلن و متعلقات ۲۹۳
۲-۶-۶ کنترل ورود لوله و متعلقات به کارگاه ۲۹۴
۲-۶-۷ نگهداری لوله و متعلقات پلی‌اتیلن ۲۹۴
۲-۶-۸ خم کردن لوله‌های پلی‌اتیلن ۲۹۷
۲-۶-۸-۱ خم کردن سرد ۲۹۷
۲-۶-۸-۲ خم کردن گرم ۲۹۷
۲-۶-۹ بسترسازی برای نصب لوله‌های پلی‌اتیلن ۲۹۸
۲-۶-۱۰ بسترسازی برای نصب متعلقات و شیرآلات ۲۹۸
۲-۶-۱۱ حداقل عرض ترانشه ۲۹۸
۲-۶-۱۲ لوله‌گذاری ۲۹۸
۲-۶-۱۲-۱ بازرسی قبل از لوله‌گذاری ۲۹۸
۲-۶-۱۲-۲ برش لوله ۲۹۸
۲-۶-۱۲-۳ تمیز کردن لوله و متعلقات ۲۹۹
۲-۶-۱۲-۴ نصب لوله و متعلقات ۲۹۹
۲-۶-۱۳ نصب شیرآلات و متعلقات ۳۰۰
۲-۶-۱۴ پشت‌بندها و مهارهای بتنی ۳۰۰
۲-۶-۱۵ خاکریزی مقدماتی روی لوله‌های نصب شده ۳۰۰
۲-۶-۱۶ تمیز کردن خط لوله ۳۰۱
۲-۶-۱۷ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده ۳۰۱
۲-۶-۱۷-۱ نتیجه آزمایش ۳۰۲
۲-۶-۱۸ تکمیل خاکریزی روی لوله نصب شده ۳۰۲
۲-۶-۱۹ سایر مشخصات فنی عمومی لوله‌های پلی‌اتیلن ۳۰۳
پیوست شماره یک ۳۰۵
۲-۷ لوله‌های فایبرگلاس ۳۰۹
۲-۷-۱ کلیات و کاربرد ۳۰۹
۲-۷-۱-۱ روش الیاف پیچی ۳۰۹
۲-۷-۱-۲ روش ریخته‌گری گریز از مرکز ۳۰۹
۲-۷-۲ استانداردها ۳۱۰
۲-۷-۳ طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس ۳۱۰
۲-۷-۳-۱ طبقه‌بندی کلی بر اساس فشار اسمی ۳۱۰
۲-۷-۳-۲ طبقه‌بندی کلی بر اساس سختی ۳۱۱
۲-۷-۳-۳ طبقه‌بندی کلی بر اساس سری قطر ۳۱۱
۲-۷-۳-۴ طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی ۳۱۱

۲-۷-۳-۵ طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز ۳۱۳
۲-۷-۴ مشخصات فنی و کیفی ۳۱۵
۲-۷-۴-۱ وزن ۳۱۵
۲-۷-۴-۲ عمر مفید ۳۱۵
۲-۷-۴-۳ خزش ۳۱۶
۲-۷-۴-۴ ضریب انبساط حرارتی ۳۱۶
۲-۷-۴-۵ قابلیت اشتعال ۳۱۶
۲-۷-۴-۶ خوردگی ۳۱۶
۲-۷-۴-۷ مشخصات هیدرولیکی ۳۱۶
۲-۷-۴-۸ کمانش ۳۱۶
۲-۷-۵ انواع اتصالی‌های لوله‌های فایبرگلاس ۳۱۷
۲-۷-۵-۱ اتصالی غلاف و حلقه لاستیکی ۳۱۷
۲-۷-۵-۲ اتصالی فلنجی ۳۱۷
۲-۷-۵-۳ اتصالی مکانیکی ۳۱۷
۲-۷-۵-۴ اتصالی فلزی ۳۱۸
۲-۷-۵-۵ اتصالی فشاری ۳۱۹
۲-۷-۵-۶ سایر انواع اتصالی ۳۲۰
۲-۷-۶ واشر و روان‌کننده ۳۲۰
۲-۷-۷ پوشش‌های حفاظتی ۳۲۱
۲-۷-۸ بارگیری، حمل، باراندازی، انبارداری و ریسه‌کردن ۳۲۱
۲-۷-۸-۱ کلیات ۳۲۱
۲-۷-۸-۲ بلندکردن و جابجایی، بارگیری، حمل و باراندازی لوله و متعلقات ۳۲۱
۲-۷-۸-۳ ریسه‌کردن ۳۲۵
۲-۷-۹ انبارداری ۳۲۶
۲-۷-۱۰ بسترسازی لوله ۳۲۹
۲-۷-۱۱ بسترسازی محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات ۳۳۱
۲-۷-۱۲ انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه ۳۳۲
۲-۷-۱۳ نصب لوله و متعلقات ۳۳۲
۲-۷-۱۳-۱ اجرای اتصالی از نوع غلاف و حلقه لاستیکی ۳۳۲
۲-۷-۱۳-۲ اجرای سایر انواع اتصالی ۳۳۳
۲-۷-۱۴ لوله‌گذاری در قوس و ایجاد انحراف ۳۳۴
۲-۷-۱۵ شناور شدن و جابجایی لوله ۳۳۵
۲-۷-۱۶ لوله‌گذاری در حالتهای خاص ۳۳۵
۲-۷-۱۶-۱ تغییر جنس زمین ۳۳۵
۲-۷-۱۶-۲ قطع عرضی سایر لوله‌ها ۳۳۵
۲-۷-۱۶-۳ نصب دو لوله موازی ۳۳۶
۲-۷-۱۶-۴ نصب روی سطح زمین ۳۳۶
۲-۷-۱۷ برش لوله ۳۳۸
۲-۷-۱۸ تعمیر لوله ۳۳۸

۲-۷-۱۹ انشعاب از خطوط لوله فایبرگلاس ۳۳۸
۲-۷-۲۰ تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها ۳۳۹
۲-۷-۲۰-۱ مهار زانویی ۳۴۱
۲-۷-۲۰-۲ مهار قوس ۳۴۳
۲-۷-۲۱ خاکریزی مقدماتی ۳۴۶
۲-۷-۲۲ آزمایش هیدرواستاتیکی، سراسری و ضدعفونی نمودن خطوط لوله فایبرگلاس ۳۴۷
۲-۷-۲۳ خاکریزی نهایی ۳۴۹
پیوست شماره یک ۳۵۱
پیوست شماره دو ۳۵۸

فصل سوم ـ کارهای لوله‌گذاری و شبکه جمع‌آوری فاضلاب و آب باران ۳۶۳

۳-۱ لوله‌های چدن نشکن ۳۶۵
۳-۱-۱ کلیات ۳۶۵
۳-۱-۲ استانداردهای ساخت لوله‌های چدنی فاضلابی ۳۶۵
۳-۱-۲-۱ لوله‌های چدنی معمولی ۳۶۵
۳-۱-۲-۲ لوله‌های چدن نشکن ۳۶۵
۳-۱-۳ کاربرد ۳۶۵
۳-۱-۴ انواع اتصالی‌ها ۳۶۶
۳-۱-۵ خوردگی و پوشش‌های حفاظتی ۳۶۶
۳-۱-۶ بارگیری، حمل، بارانداری، انبارداری و ریسه‌کردن ۳۶۶
۳-۱-۷ بسترسازی لوله ۳۶۶
۳-۱-۸ انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، جهت لوله‌گذاری و خاکریزی روی لوله ۳۶۶
۳-۱-۹ آزمایش آب‌بندی و هیدرواستاتیک ۳۶۷

۳-۲ لوله‌های بتنی ۳۶۹
۳-۲-۱ کلیات ۳۶۹
۳-۲-۲ استانداردها ۳۶۹
۳-۲-۳ کاربرد ۳۶۹
۳-۲-۴ تولید لوله‌های بتنی ۳۶۹
۳-۲-۵ لوله‌های بتنی ساده ۳۷۰
۳-۲-۶ لوله‌های بتنی مسلح ۳۷۰
۳-۲-۷ خوردگی و پوشش‌های حفاظتی ۳۷۰
۳-۲-۷-۱ پوشش محافظتی سطوح خارجی لوله ۳۷۰
۳-۲-۷-۲ پوشش محافظتی سطوح داخلی لوله ۳۷۱
۳-۲-۷-۳ تعمیر پوشش‌های محافظتی ۳۷۱
۳-۲-۸ اتصالات ۳۷۲
۳-۲-۸-۱ اتصال فشاری نوع اول ۳۷۲
۳-۲-۸-۲ اتصال فشاری نوع دوم ۳۷۲
۳-۲-۸-۳ اتصال پوشش محافظ داخلی ۳۷۲
۳-۲-۹ بارگیری، حمل، بارانداری و ریسه‌کردن ۳۷۴
۳-۲-۱۰ انبارداری ۳۷۵

۳-۲-۱۱ بسترسازی ۳۷۵
۳-۲-۱۲ انتقال لوله به داخل ترانشه ۳۷۵
۳-۲-۱۳ برقراری اتصال ۳۷۶
۳-۲-۱۴ لوله‌گذاری در قوس ۳۷۶
۳-۲-۱۵ محدوده لقی و یا کشیدگی دو لوله ۳۷۶
۳-۲-۱۶ لوله‌گذاری روی زمین ۳۷۶
۳-۲-۱۷ شناور شدن لوله‌ها ۳۷۷
۳-۲-۱۸ جهت لوله‌گذاری ۳۷۷
۳-۲-۱۹ برش لوله‌ها ۳۷۷
۳-۲-۲۰ خاکریزی مقدماتی ۳۷۷
۳-۲-۲۱ آزمایش آب‌بندی و هیدرواستاتیک ۳۷۸
۳-۲-۲۱-۱ آزمایش آب‌بندی ۳۷۸
۳-۲-۲۱-۲ آزمایش به روش هوا ۳۸۴
۳-۲-۲۱-۳ آزمایش درز به درز ۳۸۶
۳-۲-۲۱-۴ آزمایش به روش خلاء ۳۸۶
۳-۲-۲۲ خاکریزی نهایی ۳۸۶
۳-۳ لوله‌های آزبست سیمان ۳۸۹
۳-۳-۱ کلیات ۳۸۹
۳-۳-۲ استاندارد ساخت ۳۸۹
۳-۳-۳ کاربرد ۳۸۹
۳-۳-۴ اتصالی‌ها ۳۹۰
۳-۳-۵ سیمان مصرفی ۳۹۰
۳-۳-۶ پوشش‌های حفاظتی ۳۹۰
۳-۳-۷ بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه‌کردن ۳۹۰
۳-۳-۸ بسترسازی لوله ۳۹۰
۳-۳-۹ انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، برش و خاکریزی روی لوله ۳۹۱
۳-۳-۱۰ آزمایش آب‌بندی و هیدرواستاتیک ۳۹۱
۳-۴ لوله‌های پی.وی.سی ۳۹۳
۳-۴-۱ مشخصات لوله‌های پی.وی.سی ۳۹۳
۳-۴-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پی.وی.سی ۳۹۳
۳-۴-۳ اتصالات لوله‌های پی.وی.سی ۳۹۳
۳-۴-۴ متعلقات لوله‌های پی.وی.سی فاضلابی ۳۹۳
۳-۴-۵ حمل، کنترل ورود به کارگاه، تخلیه و باراندازی، نگهداری، جابجایی و خم‌کردن لوله‌ها ۳۹۳
۳-۴-۶ نصب لوله‌های پی.وی.سی ۳۹۳
۳-۴-۷ اتصال لوله‌های پی.وی.سی به لوله‌های پی.وی.سی موجود و ایجاد انشعاب ۳۹۴
۳-۴-۸ اتصال به سایر لوله‌ها ۳۹۴
۳-۴-۹ اتصال به آدم‌روها ۳۹۴
۳-۴-۱۰ کنترل تغییر شکل لوله در اثر بار خارجی و کنترل مستقیم بودن لوله ۳۹۴
۳-۴-۱۱ آزمایش آب‌بندی ۳۹۵

۳-۴-۱۱-۱ آزمایش با آب (روش اول) ۳۹۵
۳-۴-۱۱-۲ آزمایش با آب (روش دوم) ۳۹۶
۳-۴-۱۱-۳ آزمایش آب‌بندی با هوای فشرده ۳۹۶
۳-۵ لوله‌های پلی‌اتیلن **۳۹۷**
۳-۵-۱ مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن ۳۹۷
۳-۵-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن ۳۹۷
۳-۵-۳ اتصالات در لوله‌های پلی‌اتیلن ۳۹۷
۳-۵-۴ متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن ۳۹۷
۳-۵-۵ حمل، کنترل ورود به کارگاه، تخلیه و بارانداز، نگهداری، جابجایی و خم‌کردن لوله‌ها ۳۹۷
۳-۵-۶ نصب لوله‌های لوله‌های پلی‌اتیلن ۳۹۷
۳-۵-۷ اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به لوله‌های پلی‌اتیلن موجود و ایجاد انشعاب ۳۹۸
۳-۵-۸ اتصال به سایر لوله‌ها ۳۹۸
۳-۵-۹ اتصال به آدم‌روها ۳۹۸
۳-۵-۱۰ کنترل تغییر شکل لوله در اثر بار خارجی و کنترل مستقیم بودن لوله ۳۹۸
۳-۵-۱۱ آزمایش آب‌بندی ۳۹۸
۳-۵-۱۱-۱ آزمایش با آب (روش اول) ۳۹۹
۳-۵-۱۱-۲ آزمایش با آب (روش دوم) ۴۰۰
۳-۵-۱۱-۳ آزمایش آب‌بندی با هوای فشرده ۴۰۰
۳-۶ لوله‌های فایبرگلاس **۴۰۱**
۳-۶-۱ کلیات ۴۰۱
۳-۶-۲ استانداردها ۴۰۱
۳-۶-۳ کاربرد ۴۰۱
۳-۶-۴ مشخصات لوله‌های فاضلابی ۴۰۱
۳-۶-۵ اتصالی‌ها ۴۰۲
۳-۶-۶ بارگیری، حمل، بارانداز، انبارداری و ریسه‌کردن ۴۰۲
۳-۶-۷ بسترسازی لوله ۴۰۲
۳-۶-۸ انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، برش و خاکریزی روی لوله ۴۰۲
۳-۶-۹ آزمایش هیدرواستاتیک ۴۰۲
۳-۶-۹-۱ آزمایش با آب (روش اول) ۴۰۳
۳-۶-۹-۱ آزمایش با هوا (روش دوم) ۴۰۳
فصل چهارم ـ متعلقات، شیرآلات، سازه‌های اتصال و ضربه‌گیرها **۴۰۵**
۴-۱ متعلقات **۴۰۷**
۴-۱-۱ متعلقات لوله‌های چدنی ۴۰۷
۴-۱-۱-۱ مقدمه ۴۰۷
۴-۱-۱-۲ استانداردها ۴۰۷
۴-۱-۱-۳ علائم و اختصارات ۴۰۸
۴-۱-۱-۴ قطعه لوله یک سرساده یک سرفلنج ۴۰۸
۴-۱-۱-۵ قطعه لوله دو سرفلنج ۴۰۸

۴-۱-۱-۶ قطعه لوله‌های دو سرفلنج با فلنج جوش شده روی بدنه ۴۰۸
۴-۱-۱-۷ قطعه رابط ۴۰۸
۴-۱-۱-۸ قطعه یک سرکاسه یک سرفلنج ۴۰۸
۴-۱-۱-۹ قطعه یک سرساده یک سرفلنج ۴۱۱
۴-۱-۱-۱۰ قطعه دو سرکاسه ۴۱۱
۴-۱-۱-۱۱ زانویی‌های دو سرکاسه ۴۱۱
۴-۱-۱-۱۲ زانویی یک سرساده یک سرکاسه ۴۱۱
۴-۱-۱-۱۳ زانویی یک سرکاسه یک سرفلنج ۴۱۱
۴-۱-۱-۱۴ زانویی ۹۰ درجه یک سرکاسه یک سرفلنج پایه‌دار ۴۱۲
۴-۱-۱-۱۵ زانویی ۹۰ درجه دو سرفلنج پایه‌دار ۴۱۲
۴-۱-۱-۱۶ سه‌راهی دو سرکاسه با انشعاب فلنج ۴۱۲
۴-۱-۱-۱۷ سه‌راهی همه سرکاسه ۴۱۲
۴-۱-۱-۱۸ سه‌راهی همه سرکاسه ۴۵ درجه ۴۱۲
۴-۱-۱-۱۹ سه‌راهی یک سرکاسه یک سرساده با انشعاب فلنج ۴۱۲
۴-۱-۱-۲۰ سه‌راهی همه سرفلنج ۴۱۲
۴-۱-۱-۲۱ چهارراه همه سرکاسه ۴۱۳
۴-۱-۱-۲۲ چهارراه همه سرفلنج ۴۱۳
۴-۱-۱-۲۳ تبدیل دو سرکاسه ۴۱۳
۴-۱-۱-۲۴ تبدیل دو سرفلنج ۴۱۳
۴-۱-۱-۲۵ فلنج تبدیل ۴۱۴
۴-۱-۱-۲۶ فلنج کور ۴۱۴
۴-۱-۱-۲۷ درپوش‌ها ۴۱۴
۴-۱-۱-۲۸ اتصال قابل انعطاف ۴۱۴
۴-۱-۱-۲۹ قطعه اتصال مفصلی ۴۱۵
۴-۱-۱-۳۰ قطعه مخصوص انقباض و انبساط ۴۱۶
۴-۱-۱-۳۱ قطعه فلنجی هماهنگ‌کننده ۴۱۸
۴-۱-۱-۳۲ قطعه باز و بسته کردن شیر ۴۱۹
۴-۱-۱-۳۳ قطعه غلاف دیوار ۴۲۱
۴-۱-۱-۳۴ قطعه یک سرفلنج شیپوری ۴۲۱
۴-۱-۱-۳۵ صافی فلنج‌دار معمولی ۴۲۱
۴-۱-۱-۳۶ صافی فلنج‌دار با شیر یکطرفه ۴۲۲
۴-۱-۱-۳۷ قطعات انشعاب مستقیم ۴۲۲
۴-۱-۱-۳۸ علامت‌گذاری ۴۲۴
۴-۱-۲ متعلقات لوله‌های بتنی ۴۲۵
۴-۱-۲-۱ مقدمه ۴۲۵
۴-۱-۲-۲ استانداردها ۴۲۵
۴-۱-۲-۳ انواع متعلقات لوله‌های بتنی تحت فشار ۴۲۵
۴-۱-۲-۴ لوله‌های مخصوص ۴۲۶
۴-۱-۲-۵ کمربند فولادی ۴۲۶

۴-۱-۲-۶ کولار ۴۲۶
۴-۱-۲-۷ زانویی ۴۲۷
۴-۱-۲-۸ سه‌راهی ۴۳۱
۴-۱-۲-۹ سایر متعلقات ۴۳۲
۴-۱-۲-۱۰ اصول نصب اتصالات فلنج‌دار ۴۳۳
۴-۱-۲-۱۱ متعلقات بتنی ۴۳۳
۴-۱-۳ متعلقات لوله‌های آزبست سیمان ۴۳۴
۴-۱-۳-۱ مقدمه ۴۳۴
۴-۱-۳-۲ استانداردها ۴۳۴
۴-۱-۳-۳ نصب متعلقات ۴۳۴
۴-۱-۳-۴ انواع متعلقات ۴۳۵
۴-۱-۳-۵ بارگیری، حمل و باراندازی ۴۳۵
۴-۱-۴ متعلقات لوله‌های فولادی ۴۳۶
۴-۱-۴-۱ مقدمه ۴۳۶
۴-۱-۴-۲ استانداردها ۴۳۶
۴-۱-۴-۳ سه‌راهی و چهارراهی ۹۰ درجه ۴۳۶
۴-۱-۴-۴ سه‌راهی مورب ۴۳۶
۴-۱-۴-۵ سه‌راهی Y ۴۳۷
۴-۱-۴-۶ تبدیل ۴۳۷
۴-۱-۴-۷ انشعاب مماسی ۴۴۰
۴-۱-۴-۸ فارسی بریدن ۴۴۱
۴-۱-۴-۹ زانویی ۴۴۲
۴-۱-۴-۱۰ فلنج ۴۴۷
۴-۱-۴-۱۱ پیچ و مهره‌ها ۴۴۹
۴-۱-۴-۱۲ واشر ۴۴۹
۴-۱-۵ متعلقات لوله‌های پی.وی.سی ۴۵۰
۴-۱-۵-۱ مقدمه ۴۵۰
۴-۱-۵-۲ استانداردها ۴۵۰
۴-۱-۵-۳ متعلقات لوله‌های پی.وی.سی در خطوط آبرسانی و شبکه توزیع آب ۴۵۱
۴-۱-۵-۴ متعلقات لوله‌های پی.وی.سی برای جریانهای ثقلی (فاضلابی) ۴۵۹
۴-۱-۶ متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلنی ۴۶۲
۴-۱-۶-۱ مقدمه ۴۶۲
۴-۱-۶-۲ استانداردها ۴۶۲
۴-۱-۶-۳ اتصال لوله پلی‌اتیلنی به لوله، شیرآلات و متعلقات فلنجی ۴۶۴
۴-۱-۶-۴ زانویی‌های ساخته شده از پلی‌اتیلن ۴۶۳
۴-۱-۶-۵ سه‌راهی‌های ساخته شده از پلی‌اتیلن ۴۶۳
۴-۱-۶-۶ تبدیل پلی‌اتیلن ۴۶۳
۴-۱-۶-۷ متعلقات پلی‌اتیلن برای استفاده در اتصال به روش الکتروفیوژن ۴۶۳
۴-۱-۷ متعلقات لوله‌های فایبرگلاس ۴۶۷

۴-۱-۷-۱ مقدمه ۴۶۷
۴-۱-۷-۲ استانداردها ۴۶۷
۴-۱-۷-۳ ابعاد متعلقات ۴۶۷
۴-۱-۷-۴ اتصالی از نوع غلاف ۴۶۸
۴-۱-۷-۵ سایر متعلقات ۴۶۹
۴-۱-۷-۶ زانویی‌ها ۴۷۳
۴-۱-۷-۷ سه‌راهی ۴۷۵
۴-۱-۷-۸ تبدیل ۴۷۶
۴-۱-۷-۹ اتصال به لوله‌های موجود ۴۷۷
۴-۱-۷-۱۰ اتصالی مخصوص دیوارها ۴۷۸
۴-۱-۷-۱۱ اتصالی ۹۰ درجه ۴۷۹
۴-۲ شیرها **۴۸۱**
۴-۲-۱ شیرهای قطع و وصل ۴۸۱
۴-۲-۱-۱ شیرهای پروانه‌ای ۴۸۱
۴-۲-۱-۱-۱ کلیات ۴۸۱
۴-۲-۱-۱-۲ تعاریف ۴۸۱
۴-۲-۱-۱-۳ تقسیم‌بندی شیر پروانه‌ای ۴۸۲
۴-۲-۱-۱-۴ استانداردها ۴۸۲
۴-۲-۱-۱-۵ تحویل مصالح ۴۸۳
۴-۲-۱-۱-۶ حمل شیرها ۴۸۳
۴-۲-۱-۱-۷ نگهداری شیرهای تحویلی ۴۸۳
۴-۲-۱-۱-۸ نصب شیرهای پروانه‌ای ۴۸۴
۴-۲-۱-۱-۹ آزمایش شیر پس از نصب ۴۸۷
پیوست شماره یک ۴۸۸
پیوست شماره دو ۴۹۰
پیوست شماره سه ۴۹۴
۴-۲-۱-۲ شیرهای کشویی ۵۰۰
۴-۲-۱-۲-۱ کلیات ۵۰۰
۴-۲-۱-۲-۲ تعاریف ۵۰۰
۴-۲-۱-۲-۳ تقسیم‌بندی شیر کشویی ۵۰۰
۴-۲-۱-۲-۴ استانداردها ۵۰۲
۴-۲-۱-۲-۵ تحویل مصالح ۵۰۳
۴-۲-۱-۲-۶ حمل شیرها ۵۰۳
۴-۲-۱-۲-۷ نگهداری شیرهای تحویلی ۵۰۳
۴-۲-۱-۲-۸ نصب شیرهای کشویی ۵۰۳
پیوست شماره یک ۵۰۵
پیوست شماره دو ۵۰۹
پیوست شماره سه ۵۱۰
۴-۲-۲ شیرهای کنترل جریان و فشار ۵۱۵

۴-۲-۲-۱ کلیات ۵۱۵
۴-۲-۲-۲ تعاریف ۵۱۵
۴-۲-۲-۳ تقسیم‌بندی شیرهای کنترل جریان و فشار ۵۱۵
۴-۲-۲-۴ استانداردها ۵۱۸
۴-۲-۲-۵ نصب شیرهای کنترل جریان و فشار آب ۵۱۸
۴-۲-۲-۶ سایر موارد ۵۱۹
پیوست شماره یک ۵۲۰
پیوست شماره دو ۵۲۱
۴-۲-۳ شیر یکطرفه ۵۲۹
۴-۲-۳-۱ کلیات ۵۲۹
۴-۲-۳-۲ تعاریف ۵۲۹
۴-۲-۳-۳ تقسیم‌بندی شیر یکطرفه ۵۲۹
۴-۲-۳-۴ استانداردها ۵۳۱
۴-۲-۳-۵ سایر موارد ۵۳۱
پیوست شماره یک ۵۳۲
پیوست شماره دو ۵۳۳
۴-۲-۴ شیرهای هواگیری ۵۳۷
۴-۲-۴-۱ کلیات ۵۳۷
۴-۲-۴-۲ تعاریف ۵۳۷
۴-۲-۴-۳ تقسیم‌بندی شیرهای هواگیری ۵۳۷
۴-۲-۴-۴ استانداردها ۵۳۸
۴-۲-۴-۵ سایر موارد ۵۳۹
پیوست شماره یک ۵۴۰
پیوست شماره دو ۵۴۲
۴-۲-۵ شیر آتش‌نشانی ۵۴۶
۴-۲-۵-۱ کلیات ۵۴۶
۴-۲-۵-۲ تعاریف ۵۴۶
۴-۲-۵-۳ تقسیم‌بندی شیر آتش‌نشانی ۵۴۶
۴-۲-۵-۴ استانداردها ۵۴۷
۴-۲-۵-۵ سایر موارد ۵۴۷
پیوست شماره یک ۵۴۹
پیوست شماره دو ۵۵۱
۴-۲-۶ اندازه‌گیرهای جریان ۵۵۵
۴-۲-۶-۱ کلیات ۵۵۵
۴-۲-۶-۲ تعاریف ۵۵۵
۴-۲-۶-۳ تقسیم‌بندی اندازه‌گیرهای جریان ۵۵۵
۴-۲-۶-۴ استانداردها ۵۵۸
۴-۲-۶-۵ سایر موارد ۵۵۸
پیوست شماره یک ۵۵۹

پیوست شماره دو ۵۶۰
پیوست شماره سه ۵۶۵
فصل پنجم ـ پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی ۵۶۷
۵-۱ اندود داخلی لوله‌های فولادی با ملات ماسه سیمان ۵۶۹
۵-۱-۱ کلیات ۵۶۹
۵-۱-۲ محوطه کار ۵۷۰
۵-۱-۳ مصالح ۵۷۰
۵-۱-۳-۱ سیمان ۵۷۱
۵-۱-۳-۲ ماسه ۵۷۱
۵-۱-۳-۳ آب ۵۷۱
۵-۱-۳-۴ مواد افزودنی ۵۷۲
۵-۱-۳-۵ ترکیبات عمل‌آوری ملات ۵۷۲
۵-۱-۴ آماده‌سازی سطح لوله فولادی ۵۷۲
۵-۱-۵ اجرای اندود با ملات ماسه سیمان ۵۷۲
۵-۱-۵-۱ ملات ماسه سیمان ۵۷۲
۵-۱-۵-۲ ضخامت اندود ۵۷۳
۵-۱-۵-۳ روش اجرای اندود ۵۷۵
۵-۱-۵-۴ اجرای اندود متعلقات و اتصالات ۵۷۵
۵-۱-۵-۵ اجرای اندود محل اتصالی‌ها ۵۷۶
۵-۱-۵-۶ عمل‌آوری اندود در کارگاه مرکزی ۵۷۶
۵-۱-۵-۷ عمل‌آوری اندود در طول خط لوله ۵۷۷
۵-۱-۵-۸ نمونه‌گیری و آزمایش ملات اندود ۵۷۸
۵-۱-۶ نواقص اندود ۵۷۸
۵-۱-۷ کنترل و نظارت ۵۷۸
۵-۱-۸ جابجا کردن لوله‌ها ۵۷۹
۵-۱-۸-۱ جابجا کردن هنگام ساخت اندود ۵۷۹
۵-۱-۸-۲ جابجا کردن هنگام تحویل ۵۷۹
۵-۲ پوشش لوله‌های فولادی با مواد قیری یا قطرانی به طریق گرم ۵۸۱
۵-۲-۱ کلیات ۵۸۱
۵-۲-۲ استانداردها و مراجع ۵۸۲
۵-۲-۳ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله ۵۸۲
۵-۲-۳-۱ حالت کلی ۵۸۲
۵-۲-۳-۲ تمیزکاری موضعی ۵۸۳
۵-۲-۴ آسترزنی ۵۸۳
۵-۲-۵ آماده‌کردن مواد قیری یا قطرانی ۵۸۴
۵-۲-۶ اجرای پوشش خارجی ۵۸۵
۵-۲-۶-۱ اجرای پوشش خارجی لوله‌ها همراه با نوار داخلی و خارجی ۵۸۵
۵-۲-۶-۲ ضخامت پوشش ۵۸۷

۵-۲-۶-۳ سفیدشوئی ۵۸۷
۵-۲-۷ اجرای اندود داخلی لوله‌ها ۵۸۷
۵-۲-۷-۱ اجرای اندود با استفاده از ناودانی ۵۸۸
۵-۲-۷-۲ اجرای اندود به وسیله خط تغذیه کننده ۵۸۸
۵-۲-۸ پوشش خارجی و اندود داخلی متعلقات ۵۸۸
۵-۲-۸-۱ تمیزکاری و آسترزنی ۵۸۸
۵-۲-۸-۲ اجرای پوشش ۵۸۹
۵-۲-۹ پوشش و اندود محل اتصالی‌ها ۵۸۹
۵-۲-۹-۱ کلیات ۵۸۹
۵-۲-۹-۲ پوشش خارجی محل اتصالی‌های جوشی ۵۸۹
۵-۲-۹-۳ اندود محل اتصالی‌های جوشی ۵۹۰
۵-۲-۱۰ اندازه‌گیری ضخامت پوشش ۵۹۰
۵-۲-۱۱ تعمیر پوشش ۵۹۰
۵-۲-۱۲ آزمایش‌های پوشش ۵۹۱
۵-۲-۱۲-۱ آزمایش با دستگاه منفذیاب الکتریکی ۵۹۱
۵-۲-۱۲-۲ آزمایش چسبندگی ۵۹۲
۵-۲-۱۳ جابجایی و حمل و نقل لوله‌های پوشش شده ۵۹۲
۵-۲-۱۳-۱ جابجایی ۵۹۲
۵-۲-۱۳-۲ حمل و نقل توسط کامیون ۵۹۲
۵-۲-۱۴ عملیات کارگاهی ۵۹۳
۵-۲-۱۴-۱ ریسه کردن لوله در کنار ترانشه ۵۹۳
۵-۲-۱۴-۲ بلند کردن لوله ۵۹۳
۵-۲-۱۴-۳ بستر لوله ۵۹۳
۵-۲-۱۴-۴ سایر ملاحظات ۵۹۳
۵-۳ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله‌های فولادی با نوارپیچی به طریق سرد ۵۹۵
۵-۳-۱ کلیات ۵۹۵
۵-۳-۲ استانداردها و مراجع ۵۹۵
۵-۳-۳ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله ۵۹۶
۵-۳-۴ اجرای لایه آستری ۵۹۶
۵-۳-۵ اجرای نوار زیری ۵۹۶
۵-۳-۶ اجرای نوار رویی ۵۹۷
۵-۳-۷ پوشش متعلقات و قسمتهای نامنظم ۵۹۷
۵-۳-۸ پوشش اتصالی‌های انعطاف‌پذیر ۵۹۷
۵-۳-۹ پوشش اتصالی‌های جوشی ۵۹۷
۵-۳-۱۰ تعمیر پوشش لوله ۵۹۸
۵-۳-۱۱ آزمایشات ۵۹۹
۵-۳-۱۳-۱ آزمایش چسبندگی ۵۹۹
۵-۳-۱۳-۲ آزمایش الکتریکی با دستگاه منفذیاب ۵۹۹
۵-۳-۱۲ جابجا کردن و انبار کردن مصالح پوششی ۵۹۹

۵-۴ حفاظت کاتدی لوله‌های فولادی **۶۰۱**
۵-۴-۱ کلیات ۶۰۱
۵-۴-۲ نصب مصالح و تجهیزات سیستم حفاظت کاتدی با جریان تزریقی ۶۰۱
۵-۴-۲-۱ نصب دستگاه ترانس رکتیفایر ۶۰۱
۵-۴-۲-۲ بستر آندی ۶۰۳
۵-۴-۲-۳ سیستم اتصال زمین ۶۰۴
۵-۴-۳ جعبه‌های اتصال ۶۰۴
۵-۴-۳-۱ جعبه اتصال مثبت ۶۰۴
۵-۴-۳-۲ جعبه اتصال منفی ۶۰۴
۵-۴-۴ کابل‌کشی ۶۰۵
۵-۴-۵ اتصال کابل به لوله فولادی انتقال آب ۶۰۵
۵-۴-۶ نصب تجهیزات سیستم حفاظت کاتدی با آندهای فدا شونده ۶۰۶
۵-۴-۷ نقاط اندازه‌گیری ۶۰۷
۵-۴-۸ اتصالی عایق ۶۰۷
۵-۴-۹ پیوستگی الکتریکی خط لوله در محل اتصالی‌های انعطاف‌پذیر و شیرها ۶۰۷
۵-۵ رنگ‌آمیزی جدار خارجی لوله‌های فولادی **۶۰۹**
۵-۵-۱ کلیات ۶۰۹
۵-۵-۲ استانداردها و مراجع ۶۰۹
۵-۵-۳ اطلاعات لازم در مورد مواد و مصالح ۶۰۹
۵-۵-۴ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله ۶۱۰
۵-۵-۵ اجرای رنگ‌آمیزی ۶۱۰
۵-۵-۵-۱ آماده‌سازی مواد رنگ‌آمیزی ۶۱۰
۵-۵-۵-۲ انتهای لوله ۶۱۱
۵-۵-۵-۳ شرایط محیط در زمان اجرای رنگ‌آمیزی ۶۱۱
۵-۵-۵-۴ لایه آستری ۶۱۱
۵-۵-۵-۵ رنگ‌آمیزی لایه میانی و لایه نهایی ۶۱۲
۵-۵-۵-۶ تعمیر رنگ‌آمیزی ۶۱۲
۵-۵-۵-۷ رنگ‌آمیزی اتصالات جوشکاری شده در کارگاه ۶۱۳
۵-۵-۵-۸ رنگ‌آمیزی متعلقات و قطعات خاص ۶۱۳
۵-۵-۶ ملاحظات ایمنی ۶۱۳
۵-۵-۷ بازرسی ۶۱۴
۵-۵-۸ جابجایی و انبار کردن ۶۱۴
۵-۵-۹ سایر ملاحظات ۶۱۵
۵-۶ رنگ‌آمیزی جدار داخلی لوله‌های فولادی با اپوکسی مایع **۶۱۷**
۵-۶-۱ کلیات ۶۱۷
۵-۶-۲ استانداردها و مراجع ۶۱۷
۵-۶-۳ اطلاعات لازم در مورد مواد و مصالح ۶۱۷
۵-۶-۴ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح داخلی ۶۱۸
۵-۶-۵ اجرای رنگ‌آمیزی ۶۱۸

۵-۶-۵-۱ آماده‌سازی مواد رنگ‌آمیزی ۶۱۸
۵-۶-۵-۲ انتهای لوله ۶۱۹
۵-۶-۵-۳ شرایط محیط در زمان اجرای رنگ‌آمیزی ۶۱۹
۵-۶-۶ تعمیر رنگ‌آمیزی ۶۱۹
۵-۶-۷ رنگ‌آمیزی اتصالات جوشکاری شده در کارگاه ۶۲۰
۵-۶-۸ رنگ‌آمیزی متعلقات و قطعات خاص ۶۲۰
۵-۶-۹ سایر ملاحظات ۶۲۰
۵-۷ رنگ‌آمیزی جدار داخلی لوله‌های فولادی با اپوکسی مایع ۶۲۱
۵-۷-۱ کلیات ۶۲۱
۵-۷-۲ استانداردها و مراجع ۶۲۱
۵-۷-۳ ضوابط مربوط به پوشش ۶۲۱
۵-۷-۳-۱ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح ۶۲۱
۵-۷-۳-۲ ضخامت پوشش ۶۲۱
۵-۷-۳-۳ انتهای لوله ۶۲۲
۵-۷-۳-۴ پیوستگی ۶۲۲
۵-۷-۳-۵ سایر موارد ۶۲۲
۵-۷-۴ پوشش اتصالات جوشکاری شده در کارگاه ۶۲۲
۵-۷-۵ تعمیر پوشش ۶۲۳
۵-۷-۶ جابجایی و حمل و نقل لوله‌های پوشش شده ۶۲۳
۵-۷-۶-۱ جابجایی ۶۲۳
۵-۷-۶-۲ حمل و نقل توسط کامیون ۶۲۳
۵-۷-۷ عملیات کارگاهی ۶۲۳
۵-۷-۷-۱ ریسه کردن لوله در کنار ترانشه ۶۲۳
۵-۷-۷-۲ بلند کردن لوله ۶۲۴
۵-۷-۷-۳ بستر لوله ۶۲۴
۵-۷-۷-۴ سایر ملاحظات ۶۲۴
فصل ششم ـ لوله‌رانی ۶۲۵
۶-۱ مقدمه ۶۲۷
۶-۲ روشهای لوله‌رانی ۶۲۷
۶-۲-۱ روش اول ۶۲۷
۶-۲-۲ روش دوم ۶۲۷
۶-۳ مزایا و کاربرد ۶۲۷
۶-۴ مراحل اجرا ۶۲۸
۶-۵ مطالعات قبل از اجرا ۶۳۰
۶-۶ لوله‌های مصرفی ۶۳۱
۶-۷ محاسبه نیروی جک برای لوله‌رانی ۶۳۲

فهرست شکلها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۲-۱ : جزئیات ترانشه لوله‌گذاری ۲۲
شکل ۱-۲-۲ : نحوه خواباندن صحیح لوله در ترانشه ۲۴
شکل ۱-۲-۳ : ابعاد تخماق دستی ۲۷
شکل ۱-۲-۴ : مراحل جازدن لوله با اتصال سرکاسه‌ای ۳۷
شکل ۱-۲-۵ : روش‌های جازدن ۳۸
شکل ۱-۲-۶ : مراحل نصب لوله با یک نوع اتصال مکانیکی ۳۹
شکل ۱-۲-۷ : نحوه اثر نیروی ضربه‌ای ۴۰
شکل ۱-۲-۸ : بلوک‌های بتنی ضربه‌گیر درجا ۴۱
شکل ۱-۲-۹ : انواع مختلف بلوک‌های ضربه‌گیر ۴۲
شکل ۱-۲-۱۰ : جذب نیروی ضربه‌ای بوسیله میل مهار ۴۳
شکل ۱-۲-۱۱ : اعضای اصلی یک چوب‌بست نمونه ۵۵
شکل ۱-۲-۱۲ : خاک طبقه دوم (عمق ترانشه از ۱/۲ تا ۳ متر) ۶۰
شکل ۱-۲-۱۳ : خاک طبقه دوم (عمق ترانشه از ۳ تا ۴/۵ متر) ۶۰
شکل ۱-۲-۱۴ : خاک طبقه دوم (عمق ترانشه از ۳ تا ۴/۵ متر) ۶۰
شکل ۱-۲-۱۵ : خاک طبقه چهارم (عمق ترانشه از ۱/۲ تا ۳ متر) ۶۱
شکل ۱-۲-۱۶ : خاک طبقه سوم (عمق ترانشه از ۴/۵ تا ۶ متر) ۶۱
شکل ۱-۲-۱۷ : خاک طبقه چهارم (عمق ترانشه از ۳ تا ۴/۵ متر) ۶۱

شکل ۲-۱-۱ : انواع اتصال جوشی در لوله‌های فولادی ۶۹
شکل ۲-۱-۲ الف : اتصال قابل انعطاف معمولی ۷۰
شکل ۲-۱-۲ ب : اتصال قابل انعطاف پله‌ای ۷۱
شکل ۲-۱-۳ : اتصال قابل انبساط ۷۱
شکل ۲-۱-۴ : جوشکاری اتصال فلنجی ۷۳
شکل ۲-۱-۵ : کروکی انواع خاکریزهای زیر و اطراف لوله‌های فولادی که در ترانشه نصب می‌شوند ۸۴
شکل ۲-۱-۶ : ترتیب سفت کردن پیچ‌ها در اتصالات فلنجی ۸۸
شکل ۲-۱-۷ : تکیه‌گاه از نوع زین بتنی ۹۱
شکل ۲-۱-۸ : تکیه‌گاه از نوع طوقه باربر ۹۴
شکل ۲-۱-۹ : عبور عرضی از موانع با تکیه‌گاه از نوع طوقه باربر ۹۵
شکل ۲-۱-۱۰ : بلوک مهار کننده ۹۶
شکل ۲-۱-۱۱ : نحوه برقراری انشعاب روی خط لوله فولادی تحت فشار ۱۰۰
شکل ۲-۲-۱ : نمونه‌هایی از اتصال نوع فشاری ۱۱۶
شکل ۲-۲-۲ : اتصال نوع مکانیکی ۱۱۷
شکل ۲-۲-۳ : اتصال نوع فلنجی ۱۱۸
شکل ۲-۲-۴ : اتصال با غلاف پیچی ۱۱۸
شکل ۲-۲-۵ : انواع خاص اتصال مکانیکی ۱۲۰

شکل ۲-۲-۶ : انواع خاص اتصال فشاری ۱۲۱
شکل ۲-۲-۷ : نحوه بلند کردن لوله و متعلقات ۱۲۶
شکل ۲-۲-۸ : نحوه قرار گرفتن لوله‌ها روی تریلی ۱۲۸
شکل ۲-۲-۹ : بارگیری و حمل لوله‌ها ۱۲۸
شکل ۲-۲-۱۰ : بستر لوله‌های چدن نشکن بر اساس استاندارد AWWA ۱۳۲
شکل ۲-۲-۱۱ : نحوه نصب واشرهای اتصال فشاری ۱۳۴
شکل ۲-۲-۱۲ : ابزار و تجهیزات معمول برقراری اتصال لوله‌های چدن نشکن (برای اتصالات مکانیکی و فشاری) ۱۳۵
شکل ۲-۲-۱۳ : نحوه ایجاد قوس در یک خط لوله ۱۳۸
شکل ۲-۲-۱۴ : بلوکهای بتنی ۱۴۱
شکل ۲-۲-۱۵ : نحوه انحراف یکنواخت لوله‌های چدن نشکن ۱۴۳
شکل ۲-۲-۱۶ : نحوه کشیده شدن اتصالی‌های فشاری و مکانیکی ۱۴۴
شکل ۲-۲-۱۷ : نیروی وارده در اثر فشار آب به برخی متعلقات ۱۵۴
شکل ۲-۳-۱ : لوله بتنی با هسته فولادی و دو لایه میلگرد ۱۶۶
شکل ۲-۳-۲ : لوله بتنی مسلح تحت فشار با حلقه‌های اتصالی فولادی ۱۶۷
شکل ۲-۳-۳ : لوله بتنی مسلح تحت فشار بدون حلقه‌های اتصالی فولادی ۱۶۸
شکل ۲-۳-۴ : لوله بتنی با هسته فولادی و میلگردهای حلقوی ۱۶۹
شکل ۲-۳-۵ : لوله بتنی تحت فشار با پیش‌تنیدگی روی هسته فولادی ۱۷۰
شکل ۲-۳-۶ : لوله بتنی تحت فشار با پیش‌تنیدگی روی هسته بتنی ۱۷۱
شکل ۲-۳-۷ : لوله بتنی مسلح پیش‌تنیده با میلگردهای طولی و حلقوی ۱۷۲
شکل ۲-۳-۸ : لوله مخصوص دو و سه پارچه ۱۷۴
شکل ۲-۳-۹ : بارگیری و حمل لوله‌های بتنی تحت فشار ۱۸۰
شکل ۲-۳-۱۰ : تخلیه لوله با استفاده از سطح شیب‌دار ۱۸۰
شکل ۲-۳-۱۱ : بسترسازی در محل اتصالات و کابل‌های انتقال لوله ۱۸۳
شکل ۲-۳-۱۲ : برقراری و نهایی نمودن اتصال لوله‌های بتنی تحت فشار ۱۸۵
شکل ۲-۳-۱۳ : نصب شیرآلات و متعلقات به لوله‌های بتنی ۱۸۷
شکل ۲-۳-۱۴ : اصول اتصال لوله‌های بتنی به سایر لوله‌ها ۱۸۹
شکل ۲-۳-۱۵ : کارگذاری و مهار لوله‌های بتنی در شیب ۱۹۱
شکل ۲-۳-۱۶ : لوله‌گذاری روی زمین ۱۹۳
شکل ۲-۳-۱۷ : زیرسری بتنی یکپارچه ۱۹۴
شکل ۲-۳-۱۸ : جزئیات تیپ قطع عرضی جاده ۱۹۶
شکل ۲-۳-۱۹ : تعویض لوله بتنی مسلح ۱۹۸
شکل ۲-۳-۲۰ : تجهیزات آزمایش هیدرولیکی خطوط انتقال آب و مهار درپوش‌ها ۲۰۴
شکل ۲-۴-۱ : چند نمونه از حلقه‌های لاستیکی ۲۱۱
شکل ۲-۴-۲ : اتصال لوله‌های آزبست سیمان که در آن از یک غلاف و سه حلقه لاستیکی استفاده شده است ۲۱۲
شکل ۲-۴-۳ : اتصال لوله‌های آزبست سیمان که در آن از یک غلاف و چهار حلقه لاستیکی استفاده شده است ۲۱۳
شکل ۲-۴-۴ : اتصال لوله‌های آزبست سیمان که در آن از یک غلاف و دو حلقه چند لبه و یک حلقه میانی استفاده شده است ۲۱۴
شکل ۲-۴-۵ : نمونه‌ای از اتصالی ژیبو ۲۱۶
شکل ۲-۴-۶ : چیدن طولی لوله ۲۲۰
شکل ۲-۴-۷ : چیدن لوله‌های با قطر حداکثر ۲۵۰ میلی‌متر ۲۲۰

شکل ۲-۴-۸ : چیدن لوله‌های با قطر بیش از ۲۵۰ میلی‌متر ۲۲۰
شکل ۲-۴-۹ : کروکی بعضی از انواع بسترسازی برای لوله‌های آزبست سیمان فشاری که در ترانشه نصب می‌شود ۲۲۴
شکل ۲-۴-۱۰ : نحوه نصب لوله‌های آزبست سیمان در ترانشه ۲۲۷
شکل ۲-۴-۱۱ : نحوه برقراری آزبست سیمان ۲۲۸
شکل ۲-۴-۱۲ : اصول، نحوه و مراحل نصب قطعه یک سرساده و یک سرفلنج به سر ساده لوله‌های آزبست سیمان ۲۳۱
شکل ۲-۴-۱۳ : نحوه برقراری آزبست سیمان ۲۲۸
شکل ۲-۵-۱ : نمونه اتصال لوله پی.وی.سی با چسب مخصوص ۲۴۹
شکل ۲-۵-۲ : اتصال یک سرساده و یک سرکاسه با لاستیک آب‌بند ۲۵۱
شکل ۲-۵-۳ : اتصال مکانیکی (فلنجی) ۲۵۳
شکل ۲-۵-۴ : اتصال لوله‌های پی.وی.سی به صورت پیچی ۲۵۳
شکل ۲-۵-۵ : اتصال لوله‌های پی.وی.سی به صورت پیچی همراه با لاستیک آب‌بند و بوشن ۲۵۳
شکل ۲-۵-۶ : شکل اتصالات فلنجی به لوله‌های پی.وی.سی ۲۵۴
شکل ۲-۵-۷ : نحوه جازدن لوله پی.وی.سی با اهرم و گوه ۲۶۳
شکل ۲-۵-۸ : تعاریف بسترسازی لوله‌های پی.وی.سی ۲۷۲
شکل ۲-۶-۱ : اتصال جوشی لب به لب ۲۸۹
شکل ۲-۶-۲ : اتصال حرارتی بوشنی ۲۹۰
شکل ۲-۶-۳ : اتصال به روش الکتریکی ۲۹۱
شکل ۲-۶-۴ : اتصال به روش فلنجی ۲۹۲
شکل ۲-۶-۵ : روش مناسب جابجایی ۲۹۴
شکل ۲-۶-۶ : نحوه انبار کردن لوله‌های جدا شده ۲۹۵
شکل ۲-۶-۷ : نحوه انبار کردن لوله‌هایی که به صورت بسته‌بندی در کارخانه تحویل می‌شود ۲۹۶
شکل ۲-۶-۸ : نحوه نگهداری لوله به صورت کویل ۲۹۶
شکل ۲-۷-۱ : مقطع لوله‌های تولیدی با روش الیاف پیچی ۳۱۳
شکل ۲-۷-۲ : مقطع لوله‌های تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز ۳۱۵
شکل ۲-۷-۳ : اتصال غلاف و حلقه لاستیکی ۳۱۸
شکل ۲-۷-۴ : اتصال فلنجی ۳۱۸
شکل ۲-۷-۵ : اتصال مکانیکی ۳۱۸
شکل ۲-۷-۶ : اتصال فلزی ۳۱۹
شکل ۲-۷-۷ : اتصال فشاری ۳۱۹
شکل ۲-۷-۸ : جابجایی مجموعه لوله‌ها ۳۲۲
شکل ۲-۷-۹ : جابجایی لوله از یک نقطه بدنه ۳۲۲
شکل ۲-۷-۱۰ : جابجایی لوله از دو نقطه بدنه ۳۲۳
شکل ۲-۷-۱۱ : جابجایی لوله‌های تلسکوپی ۳۲۳
شکل ۲-۷-۱۲ : حمل و نقل لوله‌ها ۳۲۴
شکل ۲-۷-۱۳ : تخلیه لوله‌های تلسکوپی ۳۲۵
شکل ۲-۷-۱۴ : انبار نمودن لوله‌های فایبرگلاس ۳۲۸
شکل ۲-۷-۱۵ : بستر تیپ لوله‌های فایبرگلاس ۳۳۰
شکل ۲-۷-۱۶ : آماده‌سازی بستر و برقراری اتصال ۳۳۱
شکل ۲-۷-۱۷ : متراکم نمودن محدوده پاشنه و تکیه‌گاه ۳۳۱

شکل ۲-۷-۱۸ : تمهیدات تغییر در جنس زمین ۳۳۶
شکل ۲-۷-۱۹ : عبور عرضی از روی لوله موجود ۳۳۷
شکل ۲-۷-۲۰ : نصب دو رشته لوله مجاور یکدیگر ۳۳۷
شکل ۲-۷-۲۱ : نمونه‌های تکیه‌گاه لوله‌های فایبرگلاس ۳۳۸
شکل ۲-۷-۲۲ : نحوه انشعاب‌گیری از لوله تحت فشار فایبرگلاس ۳۳۹
شکل ۲-۷-۲۳ : نیروی وارده به پشت‌بندها و تکیه‌گاه‌ها ۳۴۰
شکل ۲-۷-۲۴ : مهار زانویی‌ها در تغییر جهت عمودی ۳۴۲
شکل ۲-۷-۲۵ : مهار زانویی توسط اتصالی مهار شده در تغییر جهت ۳۴۲
شکل ۲-۷-۲۶ : مهار زانویی توسط اتصالی مهار شده در تغییر جهت عمودی ۳۴۳
شکل ۲-۷-۲۷ : ایجاد قوس افقی توسط انحراف مجاز اتصالی لوله ۳۴۵
شکل ۲-۷-۲۸ : ایجاد قوس عمودی توسط انحراف مجاز اتصالی لوله ۳۴۶

شکل ۳-۲-۱ : لوله با اتصال فشاری نوع اول ۳۷۳
شکل ۳-۲-۲ : لوله با اتصال فشاری نوع دوم ۳۷۴
شکل ۳-۲-۳ : نحوه و تجهیزات مورد نیاز تأمین فشار آزمایش آب‌بندی لوله‌های فاضلابی ۳۸۰
شکل ۳-۲-۴ : نحوه آزمایش اندازه‌گیری و نشت آب بدون تجهیزات تأمین فشار ۳۸۱
شکل ۳-۲-۵ : نحوه آزمایش اندازه‌گیری نفوذ آب ۳۸۳
شکل ۳-۲-۶ : آزمایش به روش هوا ۳۸۵

شکل ۴-۱-۱-۱ : قطعه قابل انعطاف ۴۱۵
شکل ۴-۱-۱-۲ : قطعه اتصال مفصلی ۴۱۷
شکل ۴-۱-۱-۳ : قطعه مخصوص انقباض و انبساط ۴۱۸
شکل ۴-۱-۱-۴ : قطعه فلنجی هماهنگ کننده ۴۱۹
شکل ۴-۱-۱-۵ : قطعه بلند و کوتاه مخصوص باز و بسته کردن شیر ۴۲۰
شکل ۴-۱-۱-۶ : قطعه غلاف دیوار ۴۲۱
شکل ۴-۱-۱-۷ : زین انشعاب ۴۲۳
شکل ۴-۱-۲-۱ : لوله مخصوص دو پارچه و نحوه استفاده از آن در اتصال دو سر خط لوله به یکدیگر (کولار) ۴۲۷
شکل ۴-۱-۲-۲ : ساخت زانو (روش اول) ۴۲۹
شکل ۴-۱-۲-۳ : ساخت زانو (روش دوم) ۴۳۰
شکل ۴-۱-۲-۴ : برقراری انشعاب (روش اول) ۴۳۲
شکل ۴-۱-۴-۱ : مشخصات انشعابات و تبدیل ۴۳۹
شکل ۴-۱-۴-۲ : زانویی مورب با زاویه انشعاب کمتر از ۳۰ درجه ۴۴۰
شکل ۴-۱-۴-۳ : انشعاب مماسی ۴۴۱
شکل ۴-۱-۴-۴ : ایجاد انحراف در لوله‌های با اتصال جوشی ۴۴۱
شکل ۴-۱-۴-۵ : ایجاد انحراف در لوله‌های یک سرکاسه با اتصال جوشی ۴۴۲
شکل ۴-۱-۴-۶ : مشخصات پیشنهادی زانوی چند تکه ۴۴۴
شکل ۴-۱-۴-۷ : زانویی تبدیل و روابط محاسباتی آن ۴۴۶
شکل ۴-۱-۴-۸ : انواع فلنج‌های فولادی ۴۴۸
شکل ۴-۱-۵-۱ : بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی صاف ۴۵۲

شکل ۴–۱–۵–۲ : بوشن با جدار خارجی شیب‌دار ۴۵۲
شکل ۴–۱–۵–۳ : بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی صاف و اتصال با حلقه لاستیکی گرد ۴۵۲
شکل ۴–۱–۵–۴ : بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی شیب‌دار و اتصال با حلقه لاستیکی گرد ۴۵۳
شکل ۴–۱–۵–۵ : قطعه لاستیکی آب‌بند تخت ۴۵۳
شکل ۴–۱–۵–۶ : قطعه لاستیکی آب‌بند گرد ۴۵۳
شکل ۴–۱–۵–۷ : فلنج اتصالی روی بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی شیب‌دار ۴۵۴
شکل ۴–۱–۵–۸ : فلنج اتصالی روی بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی صاف ۴۵۴
شکل ۴–۱–۵–۹ : اتصال بوشن با جدار خارجی صاف و لاستیک آب‌بند تخت ۴۵۵
شکل ۴–۱–۵–۱۰ : اتصال بوشن با جدار خارجی شیب‌دار و لاستیک آب‌بند تخت ۴۵۵
شکل ۴–۱–۵–۱۱ : اتصال بوشن با جدار خارجی صاف و لاستیک آب‌بند گرد ۴۵۵
شکل ۴–۱–۵–۱۲ : اتصال بوشن با جدار خارجی شیب‌دار و لاستیک آب‌بند گرد ۴۵۶
شکل ۴–۱–۵–۱۳ : انواع زانویی‌های پی.وی.سی ۴۵۷
شکل ۴–۱–۵–۱۴ : انواع سه‌راهی‌های پی.وی.سی تزریقی مورد استفاده در لوله‌های تحت فشار ۴۵۸
شکل ۴–۱–۵–۱۵ : قطعات یک سرفلنج یک سرساده و یا یک سرفلنج یک سرکاسه ۴۵۹
شکل ۴–۱–۵–۱۶ : قطعه تبدیل یک سرساده یک سرکاسه‌ای ۴۵۹
شکل ۴–۱–۵–۱۷ : قطعه زین اتصال به شکل Y یا T ۴۶۰
شکل ۴–۱–۵–۱۸ : سه‌راهی به شکل Y با قطر انشعاب معادل لوله اصلی ۴۶۰
شکل ۴–۱–۵–۱۹ : سه‌راهی به شکل Y یا T در لوله اصلی ۴۶۱
شکل ۴–۱–۶–۱ : مجموعه فلنج برآمده پلی‌اتیلنی، فلنج فلزی و لاستیک آب‌بند ۴۶۴
شکل ۴–۱–۶–۲ : فلنج نازک برجسته پلی‌اتیلنی ۴۶۴
شکل ۴–۱–۶–۳ : زانویی فرم داده شده پلی‌اتیلنی ۴۶۵
شکل ۴–۱–۶–۴ : زانویی تزریقی پلی‌اتیلنی ۴۶۵
شکل ۴–۱–۶–۵ : سه‌راهی پلی‌اتیلنی سه سرساده ۴۶۶
شکل ۴–۱–۶–۶ : سه‌راهی پلی‌اتیلنی فلنج‌دار ۴۶۶
شکل ۴–۱–۶–۷ : تبدیل پلی‌اتیلنی ۴۶۶
شکل ۴–۱–۷–۱ : غلاف فایبرگلاس ۴۶۸
شکل ۴–۱–۷–۲ : نمونه‌ای از متعلقات مختلف قابل ساخت از طریق فارسی‌بری لوله‌های تولیدی با روش الیاف پیچی ۴۷۱
شکل ۴–۱–۷–۳ : نمونه‌ای از متعلقات مختلف قابل تولید با روش ریخته‌گری گریز از مرکز ۴۷۲
شکل ۴–۱–۷–۴ : زانویی‌های چند قطعه فایبرگلاس ۴۷۴
شکل ۴–۱–۷–۵ : سه‌راهی‌های فایبرگلاس ۴۷۶
شکل ۴–۱–۷–۶ : تبدیل فایبرگلاس ۴۷۷
شکل ۴–۱–۷–۷ : اتصال به لوله‌های موجود ۴۷۸
شکل ۴–۱–۷–۸ : اتصال مخصوص دیوارها ۴۷۹
شکل ۴–۱–۷–۹ : اتصال ۹۰ درجه فولادی ۴۷۹
شکل ۴–۲–۱ : شیر پروانه‌ای دو سرفلنج ۴۹۴
شکل ۴–۲–۲ : نمونه شیر پروانه‌ای بدون فلنج ۴۹۵
شکل ۴–۲–۳ : روشهای مختلف اتصال شیر پروانه‌ای بدون فلنج به خط لوله ۴۹۶
شکل ۴–۲–۴ : انواع شیر پروانه‌ای از نظر موقعیت محور دیسک ۴۹۶
شکل ۴–۲–۵ : ترتیب بستن پیچ‌ها ۴۹۷

شکل ۴-۲-۶ : شیر کشویی چاقویی ۵۱۰
شکل ۴-۲-۷ : انواع دریچه فلزی شیر کشویی مطابق استاندارد ۵۱۰
شکل ۴-۲-۸ : شیر با نشیمنگاه ارتجاعی ۵۱۱
شکل ۴-۲-۹ : عملکرد شیر با ساقه ثابت ۵۱۱
شکل ۴-۲-۱۰ : شیر کشویی با ساقه بالارونده ۵۱۲
شکل ۴-۲-۱۱ : شیر کشویی افقی ۵۱۲
شکل ۴-۲-۱۲ : شیر کنار گذر ۵۱۳
شکل ۴-۲-۱۳ : اجزای شیر کشویی ۵۱۳
شکل ۴-۲-۱۴ : شیر کشویی مدفون ۵۱۴
شکل ۴-۲-۱۵ : شیر فشارشکن فنردار ۵۲۱
شکل ۴-۲-۱۶ : شیر کنترل خودکار پایلوت‌دار پیستونی با بدنه فولادی ۵۲۱
شکل ۴-۲-۱۷ : شیر کنترل خودکار پایلوت‌دار دیافراگمی ۵۲۲
شکل ۴-۲-۱۸ : شیر کنترل با محفظه قائم ۵۲۲
شکل ۴-۲-۱۹ : شیر کنترل پایلوت‌دار با محفظه کنترل مایل ۵۲۳
شکل ۴-۲-۲۰ : شیر کنترل پایلوت‌دار مایل با دو محفظه کنترل ۵۲۴
شکل ۴-۲-۲۱ : شیر ثابت نگهدارنده فشار ۵۲۴
شکل ۴-۲-۲۲ : شیر رها کننده فشار ۵۲۵
شکل ۴-۲-۲۳ : شیر کنترل سطح آب در مخازن (فلوتر) ۵۲۵
شکل ۴-۲-۲۴ : شیر کنترل سطح آب در مخازن ۵۲۶
شکل ۴-۲-۲۵ : شیر کنترل پمپ ۵۲۶
شکل ۴-۲-۲۶ : شیر اطمینان کاهنده ضربه قوچ ۵۲۷
شکل ۴-۲-۲۷ : شیر یکطرفه پایلوت‌دار ۵۲۷
شکل ۴-۲-۲۸ : شیر کنترل سولنوئیدی ۵۲۸
شکل ۴-۲-۲۹ : شیر یکطرفه لولایی ۵۳۳
شکل ۴-۲-۳۰ : شیر یکطرفه لولایی اهرم‌دار ۵۳۳
شکل ۴-۲-۳۱ : شیر خط بند ۵۳۴
شکل ۴-۲-۳۲ : شیر یکطرفه بشقابی فنردار ۵۳۴
شکل ۴-۲-۳۳ : شیر یکطرفه فنردار دو دریچه‌ای ۵۳۵
شکل ۴-۲-۳۴ : شیر یکطرفه روزنه‌ای ۵۳۵
شکل ۴-۲-۳۵ : اجزای شیر یکطرفه لولایی ۵۳۶
شکل ۴-۲-۳۶ : شیر یکطرفه سوپاپی فنردار ۵۳۶
شکل ۴-۲-۳۷ : شیر تخلیه هوای یک روزنه (با روزنه کوچک) ۵۴۲
شکل ۴-۲-۳۸ : شیر تخلیه هوای یک روزنه (با روزنه بزرگ) ۵۴۲
شکل ۴-۲-۳۹ : شیر تخلیه هوای دو روزنه ۵۴۳
شکل ۴-۲-۴۰ : شیر خلأ شکن ۵۴۳
شکل ۴-۲-۴۱ : شیر تخلیه هوای خطوط فاضلاب ۵۴۴
شکل ۴-۲-۴۲ : اجزای شیر هواگیری ۵۴۵
شکل ۴-۲-۴۳ : شیر آتش‌نشانی ایستاده با محفظه خشک ۵۵۱
شکل ۴-۲-۴۴ : شیر آتش‌نشانی ایستاده با محفظه تر ۵۵۱

شکل ۴-۲-۴۵ : شیر آتش‌نشانی زمینی ۵۵۲
شکل ۴-۲-۴۶ : شمای نصب شیر آتش‌نشانی زمینی ۵۵۲
شکل ۴-۲-۴۷ : شمای نصب شیر آتش‌نشانی ایستاده ۵۵۳
شکل ۴-۲-۴۸ : اجزای شیر آتش‌نشانی ایستاده ۵۵۳
شکل ۴-۲-۴۹ : پایه اتصال شیلنگ به شیر آتش‌نشانی زمینی ۵۵۴
شکل ۴-۲-۵۰ : اجزای شیر آتش‌نشانی زمینی ۵۵۴
شکل ۴-۲-۵۱ : اندازه‌گیر جریان حجمی نوع پیستونی ۵۶۰
شکل ۴-۲-۵۲ : اندازه‌گیر جریان حجمی نوع دیسکی ۵۶۰
شکل ۴-۲-۵۳ : اندازه‌گیرهای جریان حجمی نوع مرکب ۵۶۱
شکل ۴-۲-۵۴ : کنتور مصارف آتش‌نشانی ۵۶۲
شکل ۴-۲-۵۵ : کنتور تناسبی ۵۶۲
شکل ۴-۲-۵۶ : اندازه‌گیر جریان وانتوری ۵۶۳
شکل ۴-۲-۵۷ : اندازه‌گیر جریان روزنه‌ای ۵۶۳
شکل ۴-۲-۵۸ : اندازه‌گیر جریان الکترومغناطیسی میله‌ای ۵۶۴
شکل ۴-۲-۵۹ : اندازه‌گیر جریان فراصوتی ۵۶۴

شکل ۵-۴-۱ : آرایش سیستم حفاظت کاتدی با جریان تزریقی ۶۰۲

شکل ۶-۱ : ابعاد و مشخصات تیپ شفت‌های ارسال و دریافت ۶۲۹
شکل ۶-۲ : شمای کلی لوله‌رانی ۶۳۰
شکل ۶-۳ : فشارهای وارد بر لوله در حین لوله‌رانی ۶۳۳

۱

هدف، دامنه کار و نکات مشترک لوله‌گذاری

۱-۱ هدف، تعاریف و دامنه‌کار

۱-۱-۱ مقدمه

مشخصات فنی عمومی حاضر برای کارهای خطوط لوله آب و فاضلاب، دربرگیرنده کارهای مربوط به انواع خطوط لوله نصب شده بر روی زمین[۱] به صورت دفنی[۲] به شرح مندرجات بعدی است.

این مشخصات فنی دربرگیرنده کارهای مربوط به خطوط لوله انتقال آب درخارج و داخل شهرها، خطوط لوله شبکه‌های توزیع آب، خطوط لوله شبکه‌های جمع‌آوری و انتقال آب باران و آبهای سطحی و فاضلاب می‌باشد.

نظر به اینکه مصالح مصرفی در پیمان نظیر لوله و متعلقات، شیرها و مصالح توسط کارفرما تأمین می‌شود، لذا در این مشخصات فنی در مورد مشخصات ساخت مصالح فوق بر حسب لزوم تنها به استانداردهای مربوط اشاره شده و در بخشهایی که احتمالاً مشخصات و ضوابط ساخت مصالح با ضوابط نصب آنها تداخل دارد، نیز اشارات لازم به عمل آمده است.

مصالح تحویلی کارفرما با توجه به شرایط و مشخصات قرارداد و در محلهای اشاره شده در اسناد قرارداد نگهداری و به هنگام اجرا براساس برنامه زمان‌بندی تفصیلی اجرای کار در اختیار پیمانکار قرار داده می‌شود. در این مشخصات فنی محل انبارهای مصالح تحویلی کارفرما به نام انبارهای اصلی (دپو اصلی) نامیده می‌شود. مسئولیت پیمانکار از بعد از تحویل گرفتن این مصالح از انبارهای اصلی می‌باشد. ممکن است مصالح تحویلی از محل تولید و کارخانجات ساخت آنها به پیمانکار تحویل گردد. لذا پیمانکار موظف است بر حسب مورد نسبت به تحویل گرفتن این مصالح از محلهای مربوط اقدام کند.

پیمانکار مسئولیت کامل بارگیری، حمل، باراندازی، انبارداری و نگهداری و نصب کامل مصالح تحویلی را بر اساس مندرجات این مشخصات فنی، استانداردهای متداول و ضوابط و اصول توصیه شده توسط سازندگان مصالح خواهد داشت. در مواردی که این مشخصات فنی مسکوت باشد، روشهای حفاظت و نگهداری باید توسط پیمانکار از مهندس مشاور استفسار گردد و مهندس مشاور باید نسبت به تبیین و ابلاغ کتبی مشخصات فنی تکمیلی اقدام کند.

نصب لوله بر روی زمین و بر روی پایه[۳] و نظایر آن و همچنین کارهایی نظیر تونل‌زنی[۴]، نقب‌زنی، روش حفاری افقی و روشهای مشابه دیگر، به منظور انتقال آب یا فاضلاب جزو این مشخصات فنی محسوب نمی‌شود و جزئیات آنها برحسب مورد در مشخصات طرح ارائه می‌شود.

۱-۱-۲ تعاریف عمومی

به منظور درک صحیح و یکنواخت از این مشخصات فنی و جلوگیری از تعابیر مختلف در به کارگیری احتمالی مندرجات این مشخصات فنی، تعاریف عمومی به شرح ذیل نوشته شده است. تعاریف خاص بر حسب مورد در فصل‌های دیگر این مشخصات یا مشخصات طرح درج شده است.

---

[1] Pipe line on land
[2] Buried pipe
[3] Saddle support
[4] Micro tunneling

- قرارداد : کلماتی نظیر قرارداد، پیمان، طرح و پروژه در این مشخصات فنی دارای معنای واحد می‌باشد.
- مشخصات طرح : منظور از مشخصات طرح، مشخصات فنی خصوصی، نقشه‌های تفصیلی اجرایی، فهرست بها و مقادیر کار، صورتجلسات و دستورالعمل‌های مهندس مشاور به شرح ذکر شده در موافقتنامه پیمان است.
- خطوط انتقال آب : خطوط انتقال آب در دو قسمت خطوط داخل شهری و خطوط خارج شهری به شرح ذیل می‌باشد:
  - خطوط انتقال آب خارج شهری : عبارت از خطوط لوله‌ای است که آب را از چاه، منابع سطحی نظیر رودخانه‌ها و یا از محل سدها برداشت و به تصفیه خانه‌ها یا مخازن زمینی[1] یا شهرها منتقل می‌کند. این خطوط عموماً خارج ازمحدوده شهری است و ممکن است با گسترش شهر بخشی از آن نیز در داخل محدوده شهری قرار گیرد.
  - خطوط انتقال آب داخل شهری : عبارتست از خطوط لوله واقع در محدوده شهری، که آب مورد نیاز را از مخازن زمینی سرویس شهری به شبکه توزیع یا منابع هوایی[2] داخل شهر منتقل می‌کند.
- شبکه توزیع آب آشامیدنی : عبارتست از خطوط لوله توزیع آب شهری در محدوده مناطق مسکونی شهرها یا خطوط توزیع آب که در پروژه‌های آماده سازی شهرک‌ها قبل از احداث آنها احداث شود.
- شبکه توزیع آب خام و آبیاری فضای سبز : عبارتست از خطوط لوله توزیع آب شهری در محدوده مناطق مسکونی که به منظور آبیاری فضای سبز شهری ساخته می‌شود.
- شبکه جمع‌آوری آب سطحی و فاضلاب : عبارت از خطوط لوله جمع آوری آبهای سطحی و فاضلاب شهری، شهرکهای قبل از احداث و اتصال آن به سیستم‌های تصفیه خانه و محل‌های دفع است. مشخصات شبکه‌های جمع‌آوری به صورت کانالهای روباز جمع‌آوری آبهای سطحی خارج از این مشخصات فنی است.
- خط لوله : خط لوله به صورت کلی عبارتست از لوله‌ها، اتصالی‌های خط لوله[3]، متعلقات[4]، شیرها و لوازم تکمیلی و بالاخره حوضچه‌ها و آدم‌روها و سایر سازه‌های مربوط که در احداث کامل خط لوله به کار گرفته می‌شود. احداث خط لوله به عنوان یک سازه هیدرولیکی، به ترتیب شامل احداث ترانشه روباز[5]، پی‌سازی (در صورت لزوم) و بسترسازی، نصب لوله، خاکریزی مرحله اول، آزمایش هیدرولیکی، خاکریزی نهایی، شستشو و ضدعفونی، راه‌اندازی خط لوله و بالاخره کارهای تکمیلی نظیر احداث حوضچه‌ها، آدم‌روها و نصب شیرها به منظور اجرای کامل کار است.

---

[1] Service Reservoir (Ground Reservoir)
[2] Elevated Tank
[3] Joint Material
[4] Fitting
[5] Open Cut

- ترانشه لوله‌گذاری[1] : عبارتست از کانالی که طبق مسیرهای تعیین شده براساس نقشه‌های اجرایی و این مشخصات فنی و به منظور قراردادن لوله، اتصالی‌ها و متعلقات احداث می‌شود.
- رقوم ارتفاعی[2] : عبارتست از ارتفاع نقاط مورد نظر نسبت به سطح متوسط دریای آزاد با توجه به مختصات سازمان نقشه‌برداری (NCC) یا ارتفاع نقاط منتج از برداشت با توجه به رقوم نقاط نشانه محلی (B.M)[3].
- رقوم زیر لوله[4] : به رقوم پایین ترین نقطه داخل لوله (نه در محل اتصال) اطلاق می‌شود.
- رقوم بالای لوله : به رقوم بالاترین نقطه خارج لوله، تاج لوله (نه در محل اتصال) اطلاق می‌شود.
- رقوم زمین طبیعی[5] : به رقوم زمین مسیر لوله‌گذاری و تأسیسات مربوط قبل از شروع کار اجرایی اطلاق می‌شود.
- رقوم زمین تمام شده[6] : به رقوم زمین مسیر لوله‌گذاری و تأسیسات مربوط پس از اتمام کامل کار اطلاق می‌شود.
- رقوم کف ترانشه : به رقوم زیر خاک بسترسازی کف ترانشه اطلاق می‌شود (شکل ۱-۲-۱).
- عمق ترانشه : منظور از عمق ترانشه اختلاف ارتفاع بین کف ترانشه و متوسط رقوم زمین طبیعی یا زمین اصلاح شده در بالای ترانشه در دو طرف است. در مواقعی که نیاز به پی‌سازی زیر بستر لوله باشد، این عمق متناسباً افزایش می‌یابد.
- عرض ترانشه : منظور ازعرض ترانشه عرض کف ترانشه است.
- شیب طولی : منظور از شیب طولی نسبت اختلاف رقوم زیر لوله بین دو نقطه موردنظر به فاصله همین دو نقطه است.
- پی‌سازی ترانشه : منظور از پی‌سازی، اصلاح زمین زیرکف ترانشه مسیر لوله‌گذاری با روشهای مورد نظر و قابل قبول به منظور بهبود و تثبیت آن در محل عبور از زمینهای با خاک و مصالح نامرغوب، لجنی و نظایر آن است.
- بسترسازی ترانشه : منظور از بسترسازی ترانشه آماده‌سازی کف ترانشه با مصالح انتخابی مورد نظر و قابل قبول به منظور بهبود و تثبیت آن می‌باشد.
- لوله سخت[7] : لوله‌ای است که در مقابل بارخارجی و قبل از شکستن تغییر شکل نمی‌دهد، نظیر لوله‌های آزبست سیمان، چدن‌نشکن و لوله بتنی.

---

[1] Pipe Trench
[2] Elevation
[3] Bench Mark
[4] Invert Elevation
[5] Natural Ground Level
[6] Finished Level (Finished Grade)
[7] Rigid Pipe

- لوله قابل انعطاف[1] : لوله‌ای است که درمقابل بارخارجی و قبل از شکستن تغییر شکل می‌دهد نظیر لوله‌های پلاستیکی و فولادی.
- قطر لوله، متعلقات و شیرها : منظور از قطر لوله، متعلقات و شیرها قطر نامی[2] آنها است که در استانداردهای بین‌المللی یا جدولهای سازندگان تعریف می‌شود.
- اتصالی‌ها : منظور از اتصالی‌ها قطعات و لوازمی است که دو قطعه لوله با متعلقات آن را به هم متصل می‌کند مانند مانشون، گلند، اتصال مکانیکی (کوپلینگ)، واشر و فلنج‌ها.
- متعلقات : منظور از متعلقات وسائل و لوازمی است که یا خط لوله را به شیرها متصل می‌کند یا در تغییر مسیر لوله‌گذاریها بکارگرفته می‌شود مانند زانوها، سه راهی‌ها، تبدیل‌ها و ....
- محدوده حریم خط لوله : عبارتست از حداقل عرض محدوده ای که بتوان به راحتی لوله را ریسه نموده، استقرار و تردد ماشین‌آلات لوله‌گذاری به راحتی صورت گیرد و بالاخره اجرای عملیات خاکی مربوط شامل تسطیح و آماده سازی حریم، حفاری ترانشه، دپوی خاک حاصل از خاکبرداری، خاکریزی مجدد و حمل خاک اضافی براحتی انجام پذیرد.
- محدوده عملیات اجرایی (جاده عملیاتی) : عرض محدوده عملیات اجرایی عبارت از عرض قسمت مورد نظر از حریم خط لوله می‌باشد که به منظور استفاده برای نقل و انتقال ماشین‌آلات، ریسه نمودن لوله، کندن ترانشه لوله‌گذاری به هنگام اجرای عملیات و همچنین نگهداری از خط لوله در دوران بهره‌برداری است.
- خاک انتخابی : منظور از خاک انتخابی یا خاک مرغوب برای خاکریزی مجدد در زیر، اطراف و روی لوله یا حوضچه‌ها، خاکی است که دارای مشخصات مورد نظر بوده و عاری از مواد آلی، خاکهای یخ زده، سنگهای درشت، شاخه و ریشه درختان است.
- زمین سنگی : زمینی است که برای کندن و یا استخراج آن، مصرف مواد سوزا و منفجره ضروری باشد و یا استفاده از ماشین‌آلات سنگین (مانند بولدوزر) با قدرت بیش از ۳۰۰ قوه اسب الزامی باشد.
- زمین ریزشی : به زمینی اطلاق می‌شود که کندن آن طبق نقشه، به علت ریزش خاک اطراف ترانشه یا گود، به آسانی مقدور نبوده و برای کندن آن، تمهیدات خاصی مانند چوب‌بست یا سپرکوبی در آن انجام گیرد و یا ترانشه با چنان شیب مناسبی کنده شود که از ریزش کلی خاک ممانعت شود. سایر تعاریف ترانشه لوله‌گذاری براساس شکل شماره (۱-۲-۱) ضمیمه این مشخصات است.

---

[1] Flexible Pipe
[2] Nominal Diameter

- زمین معمولی : به زمین‌های خارج از تعاریف زمین سنگی و زمین ریزشی، زمین معمولی اطلاق می‌شود.

تعریف زمین‌های مورد نظر در این مشخصات فنی برای کارهای لوله‌گذاری و احداث حوضچه‌ها یا آدم‌روها است.

سایر تعاریف مربوط به انواع لوله‌ها و شیرهای مختلف حسب مورد در سایر فصل‌های این مشخصات فنی و مشخصات طـرح ارائه شده است.

۱-۱-۳ تحدید حدود، تملک اراضی و تعیین حریم تأسیسات موجود

به منظور اجرای صحیح کار حریم خط لوله باتوجه به شرایط خاص منطقه، نوع و قطر لوله براساس این مشخصات فنی و یا مشخصات طرح تعیین و یا قبلاً توسط کارفرما تملک شده و همزمان با اجرای عملیات اجرایی به نحوی که وقفه در اجرای کار به وجود نیاید، به صورت بلاعوض در اختیار پیمانکار قرار می‌گیرد. پیمانکار موظف است با توجه به نقاط نشانه تحویلی نسبت به پیاده نمودن مسیر لوله‌گذاری در این محدوده و آماده‌سازی کار به شرح مندرجات این مشخصات فنی اقدام کند.

به شرح مندرجات شرایط عمومی پیمان هرگاه پیمانکار نسبت به صحت انطباق نقشه‌های اجرایی با شرایط زمین یا مصالح تحویلی کارفرما ایراداتی داشته باشد، باید بلافاصله مراتب عدم انطباق را کتباً با ذکر دلائل به مهندس مشاور یا کارفرما اطلاع دهد. چنانچه مهندس مشاور یا کارفرما صحت نقشه‌ها و مصالح تحویلی را تأیید نمود و اجرای کار را کتباً از پیمانکار خواستار شد، پیمانکار موظف به اجرای کار بر همان اساس می‌باشد.

در مشخصات طرح و در ارتباط با محدوده حریم خط لوله، محدوده تأسیسات متقاطع یا همجوار با مسیر لوله‌گذاری و تأسیسات زیربنایی داخل مناطق مسکونی مانند تأسیسات آبرسانی، فاضلاب، برق فشار قوی و فشار ضعیف، تلفن و تأسیسات کنترل، گاز رسانی و همچنین پلها، رودخانه‌ها، راه و راه‌آهن، ساختمانهای مهم منعکس گردیده است. پیمانکار موظف است به هنگام اجرای عملیات نهایت دقت را در نگهداری و حراست از این تأسیسات به عمل آورده و به هنگام اجرای کار هیچ‌گونه صدمه‌ای به آنها وارد نکند. مسئولیت صدمه زدن به تأسیسات زیربنایی شهری به علت قصور و یا عدم رعایت نکات فنی، ایمنی و اجرایی و دستورات مهندس مشاور به عهده پیمانکار بوده و پیمانکار در تمام زمینه‌ها از جمله موارد مالی و حقوقی پاسخگو خواهد بود. لذا پیمانکار قبل از اجرای عملیات هر قسمت از کار باید همکاری لازم با کارفرما را جهت اخذ مجوز از مراجع و صاحبان ذی‌ربط این تأسیسات به عمل آورد. مجوزها باید قبل از شروع کار هر قسمت کسب گردد و نباید باعث رکود در اجرای عملیات براساس برنامه زمان‌بندی اجرای کار شود.

۱-۱-۴ نقاط نشانه و مبدأ

به هنگام تحویل هر قسمت از کارگاه و قبل از شروع کار، کارفرما تعداد کافی نقاط نشانه و مبدأ اصلی را با تنظیم صورتمجلس تحویل پیمانکار می‌کند. پیمانکار موظف است بلافاصله نقاط نشانه اصلی را تثبیت و در صورت نیاز بر اساس نشانه‌های اصلی نسبت به ساخت و تثبیت نشانه‌های فرعی با پایه‌های بتنی به ابعاد ۵۰×۳۰ سانتیمتر و ارتفاع ۷۰ سانتیمتر در محلهای مطمئن و قابل دسترس اقدام کند. مسئولیت حفظ و نگهداری این علائم در طول مدت اجرای کار تا تحویل موقت و پایان کار به عهده پیمانکار خواهد بود.

پیمانکار باید کلیه امتدادها، محورها و سازه‌های طرح را با توجه به نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های مهندس مشاور پیاده کند و درستی آنها را با مهندس مشاور صورتجلسه کند. پیمانکار باید در صورت بروز اختلاف در نقشه‌ها یا دستورالعمل‌ها با وضعیت زمین، چه از نظر نقاط نشانه و چه از نظر جانمایی تأسیسات، این موارد را کتباً به اطلاع مهندس مشاور رسانده و صورتجلسه مشترک تهیه نمایند.

۱-۱-۵ ساختمانها و تأسیسات تجهیز کارگاه

جزئیات ساختمانها، تأسیسات و تجهیزات و کارهای محوطه‌سازی مربوط به قسمت تجهیز کارگاه حسب مورد در جدول مقادیر و فهرست بها و مقادیر و در مشخصات طرح درج شده است. پیمانکار باید پس از تحویل کارگاه و شروع عملیات نسبت به ارائه طرح جانمایی تأسیسات و تجهیزات و ساختمانهای مربوط به تجهیز کارگاه در مدت تعیین شده در اسناد قرارداد اقدام کند تا پس از تأیید مهندس مشاور مبنای ادامه کار قرار گیرد. کیفیت تجهیزات، ساختمانها، تأسیسات زیربنایی در محوطه کارگاه و همچنین بهره‌برداری از آنها با توجه به عمر مفید آنها به منظور استفاده پیمانکار در مدت پیمان باید به نحو قابل قبول و مورد تأیید باشد. احجام و فضاهای به کار گرفته شده باید برای اسکان مناسب، راحت و مطلوب به منظور دادن خدمات به پرسنل و عوامل پیمانکار کافی بوده و ساختمانها با توجه به شرایط منطقه و ضوابط فنی طراحی سازه ساخته شده و در مقابل زلزله ایمن گردد.

۱-۱-۶ کارهای مقدماتی و آماده‌سازی مسیر

زمین‌هایی که باید تأسیسات مورد قرارداد در آن احداث شود (حریم خط لوله) توسط کارفرما استحصال گردیده و در طول اجرای کار تحویل پیمانکار می‌گردد. همزمان با احداث تأسیسات مربوط به تجهیز کارگاه، پیمانکار باید تأسیسات زیربنایی مورد اشاره در بند ۱-۱-۳ این بخش را شناسایی و مشخص کند تا پس از پیاده کردن مسیر براساس نقشه‌های تفصیلی اجرایی و قبل از برهم زدن زمین با مهندس مشاور صورتجلسه شود. برداشت خاک نباتی، قطع اشجار، بوته‌کنی و حمل آنها به نقاط مورد نظر و بالاخره گریدرزنی و تسطیح مسیر قبل از حفر ترانشه لوله‌گذاری باید زیر نظر مهندس مشاور صورت گیرد. نقاط نشانه و مبدأ در محلهای معین و مطمئن احداث شود. کلیه این موارد بعنوان کارهای مقدماتی و به منظور آماده‌سازی کار تلقی می‌شود. به شرح توضیحات بعدی این فصل چنانچه مسیر خطوط لوله خارج از شهر دارای عارضه باشد، ابتدا پیمانکار باید نسبت به برداشت این عوارض تا رقوم مورد نظر طبق نقشه‌های اجرایی عمل نموده و سپس اقدام به حفاری ترانشه و لوله‌گذاری کند. مورد اخیرالذکر باید توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح مشخص شود.

۱-۱-۷ مصالح تحویلی کارفرما

مصالح لوله‌گذاری شامل لوله، اتصالی‌ها، متعلقات، شیرها و مصالح حفاظت لوله (پرایمر، رنگ، لفاف‌های سرد و گرم[1]، قیر و بخش عمده‌ای از مصالح حفاظت کاتودیک به شرح مشخصات طرح) توسط کارفرما تهیه شده یا به نحوی تهیه و تحویل پیمانکار خواهد شد که در برنامه زمان‌بندی اجرای عملیات خللی وارد نیاید. محل تحویل این مصالح در اسناد قرارداد مشخص شده و پیمانکار موظف است این مصالح را صحیح و سالم تحویل گرفته و با نهایت دقت نسبت به حمل به انبارهای مورد نظر بعدی و بالاخره نصب در

[1] Hot or Cold Wrapping Material

محلهای مربوط اقدام کند. مسئولیت نگهداری و حفاظت از مصالح کارفرما پس از تحویل کلاً به عهده و با مسئولیت پیمانکار خواهد بود.

مصالح تحویلی کارفرما براساس این مشخصات فنی و سایر مشخصات فنی مورد استفاده در ساخت این مصالح تهیه گردیده و بدون عیب و نقص می‌باشد. لذا پیمانکار باید به هنگام تحویل، مصالح معیوب و با نواقصی که با دید قابل رؤیت است را مشخص کند و این موارد را به هنگام تحویل کتباً به اطلاع مهندس مشاور رسانده و حسب مورد صورتجلسه کند. کارفرما نسبت به رفع نواقص احتمالی اقدام خواهد نمود.

نحوه حمل‌ونقل این مصالح شامل بارگیری، حمل و بارانداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، لذا پیمانکار موظف است براساس دستورالعمل اشاره شده در این مشخصات فنی و دستورالعمل‌های کارخانه‌های سازنده نسبت به حمل و نقل مصالح تحویلی اقدام کند. پیمانکار مسئولیت کامل صدمه زدن و شکستن احتمالی مصالح سالم تحویلی از کارفرما را به عهده دارد، در چنین مواردی مهندس مشاور مجوز استفاده از این مصالح را صادر نمی‌کند و پیمانکار رأساً مسئولیت تهیه مجـــدد مصالح و لوازم صدمه دیده براساس استانداردهای مصرح در این مشخصات فنی و مشخصات طرح را خواهد داشت. چنانچه در نظر باشد بخشی از مصالح و لوازم تحویلی کارفرما توسط پیمانکار تهیه شود، ترتیبات و روش تهیه آنها در اسناد و مدارک پیمان مشخص خواهد شد.

در پروژه‌های شبکه‌های آب آشامیدنی یا شبکه‌های فاضلاب نیاز به تأمین دپوهای فرعی توسط پیمانکار در نواحی مختلف شبکه و در محدوده کارگاه می‌باشد. مصالح تحویلی از انبار اصلی باید در انبارهای فرعی که محل و موقعیت آنها قبلاً توسط پیمانکار مشخص شده و به تأیید مهندس مشاور رسیده است نگهداری شود. کف‌سازی محل و نحوه استقرار این مصالح باید بر اساس این مشخصات فنی و مشخصات طرح صورت گیرد.

محل انبارهای فرعی باید به نحوی انتخاب شود که هیچ‌گونه مشکلی برای مناطق مسکونی یا ترافیک شهری ایجاد نکند. پیمانکار مسئولیت کامل خسارات وارده در این ارتباط از نظر مالی و از نظر حقوقی و پاسخگویی آنها را خواهد داشت. مصالح تحویلی کارفرما باید براساس این مشخصات فنی و دستورالعمل مربوط حمل و در محل اجرای کار حسب مورد ریسه و یا نگهداری شود. آماده‌سازی محل ریسه کردن یا نگهداری باید قبلاً به تأیید مهندس مشاور برسد و پیمانکار موظف است پس از دریافت تأیید مهندس مشاور اقدام به حمل کند.

حمل شیرها باید از دقت ویژه‌ای برخوردار باشد. پیمانکار موظف است به منظور جلوگیری از صدمه‌زدن به آنها نسبت به بارگیری، نگهداری در طول حمل و بارانداری و بالاخره نصب در محلهای مشخص شده نهایت دقت را به عمل آورد. ریسه نمودن شیرها در کنار مسیر لوله‌گذاری و در محلهای بدون پوشش به هیچ‌وجه مجاز نیست. شیرها باید تا مرحله نصب درمحلهای مناسب بدون آنکه صدمه‌ای به آنها وارد شود نگهداری شود.

نحوه تحویل مصالح تحویلی از کارفرما، شامل بارگیری، حمل، بارانداری، جزئیات دپوهای فرعی، جزئیات محل ریسه نمودن لوله‌ها براساس قطر و نوع لوله، شیرها و متعلقات در فصل‌های مختلف این مشخصات فنی حسب مورد و مشخصات طرح داده شده است.

چنانچه در مواردی مشخصات مورد نظر در اسناد قرارداد مسکوت باشد، پیمانکار باید دستورالعمل‌های لازم در این زمینه را از مهندس مشاور کتباً درخواست کند.

۱-۱-۸ حفاظت و بیمه کار

پیمانکار مسئولیت کامل اجرای عملیات موضوع پیمان و همچنین حفاظت از مصالح و لوازم تحویلی از کارفرما را از زمان تحویل تا تاریخ تحویل موقت کار به عهده خواهد داشت، لذا برای تأمین این نظر باید اقدامات لازم برای حفاظت و نگهداری در محدوده قانونی کارگاه را به شرح مندرجات این مشخصات فنی و سایر قسمتهای اسناد و مدارک قرارداد به عمل آورد و جوابگوی ضرر و زیانهای احتمالی به کارفرما در محدوده قانونی کارگاه باشد و در این ارتباط کارفرما هیچ‌گاه مسئولیتی به جز مواردی که به طور صریح در اسناد ذکر شده باشد، ندارد. رعایت دستورالعمل و مقررات مربوط به حفاظت فنی و بهداشت کار براساس ضوابط جاری و در قالب قرارداد به عهده پیمانکار خواهد بود.

عملیات موضوع پیمان براساس نظر کارفرما و به هزینه او نزد شرکت بیمه‌گرمورد تأیید بیمه خواهد شد. پیمانکار طبق مندرجات شرایط عمومی پیمان مسئولیت پیگیری و بیمه نمودن کار را به عهده خواهد داشت. کارفرما قسمتهایی از قرارداد را که باید بیمه شود در موقع مقتضی کتباً به اطلاع پیمانکار خواهد رساند. پیمانکار موظف به پی‌گیری و به سرانجام رساندن بیمه پروژه خواهد بود. با تسلیم اسناد مثبته توسط پیمانکار، کارفرما هزینه‌های مربوط را مستقیماً در وجه بیمه‌گر پرداخت می‌کند. بیمه تأسیسات تجهیز کارگاه باید جداگانه و در قالب هزینه‌های تجهیز و برچیدن کارگاه توسط پیمانکار صورت گیرد. بیمه نمودن مصالح تحویلی کارفرما جداگانه به عهده و هزینه او خواهد بود.

۱-۱-۹ سایر موارد

مسئولیت پیمانکار در قالب پیمان، اجرای کامل، صحیح و به موقع کار براساس مندرجات اسناد و مدارک پیمان می‌باشد. بر اساس تصریح در فرم پیمان اسناد و مدارک قرارداد کلاً مکمل یکدیگر بوده و وظایف کارفرما و پیمانکار را به وضوح مشخص نموده است. این دفترچه به عنوان مشخصات فنی عمومی اجرای کار تلقی شده و سایر اطلاعات مربوط در بخشهای دیگر اسناد قرارداد درج و ملاک اجرای کار خواهد بود.

۱-۲ نکات مشترک لوله‌گذاری

۱-۲-۱ کلیات

این مشخصات فنی شامل تحویل، بارگیری و حمل و باراندازی مصالح لوله‌گذاری مانند لوله، اتصالی‌ها، متعلقات و شیرها و مصالح حفاظت لوله، نصب و آزمایش و راه‌اندازی خطوط لولـــه آب، فاضلاب، آب باران و آبهای سطحی است. نحوه و ترتیبـــات لوله‌گذاری دفنی و مسایل مربوط به آنها با توجه به انواع مختلف لوله‌ها و شیرها در فصل‌های بعدی این مشخصات با ذکر جزییات و دستورالعمل‌های مربوط ارائه شده است. در این قسمت به نکات مشترک لوله‌گذاری برای انواع لوله‌ها پرداخته شده و اجرای کامل کار با در نظر گرفتن مندرجات این قسمت، فصل‌های دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح برحسب لوله‌های به کار گرفته شده در پیمان خواهد بود.

مشخصات فنی ساختمانی حوضچه‌ها، نصب متعلقات و شیرها، حسب مورد در قسمتهای بعدی این مشخصات فنی ارائه شده است.

۱-۲-۲ استانداردها و مراجع

استانداردها و مراجع فنی مورد استفاده در این مشخصات فنی شامل دو قسمت به شرح زیر است :

۱-۲-۲-۱ استانداردهای فنی مصالح تحویلی کارفرما

مصالح لوله‌گذاری و مصالح حفاظت لوله توسط کارفرما با رعایت استانداردهای مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و سایر استانداردهای معتبر و مورد قبول، تأمین و به پیمانکار تحویل داده خواهد شد. در این مشخصات فنی نظر به اهمیت موضوع به مشخصات و استانداردهای مورد قبول مصالح فوق حسب مورد اشاره شده است. کارفرما موظف است که با رعایت کامل این مشخصات فنی و دستورالعمل‌های مربوط اقدام به تهیه مصالح مناسب و مورد قبول کرده و این مصالح را به موقع تحویل پیمانکار کند.

۱-۲-۲-۲ مشخصات فنی اجرای کار

مشخصات فنی حاضر به منظور اجرای کامل لوله‌گذاری شامل تحویل، بارگیری وحمل مصالح، نصب و آزمایش و راه‌اندازی خطوط لوله آب، آب باران و فاضلاب خواهد بود. چنانچه در مواردی، این مشخصات فنی کامل نبوده یا در زمینه مورد نظر مسکوت باشد در وهله اول می‌باید به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و پس از آن به استانداردهای مورد قبول و معتبر بین‌المللی (به ترتیب اولویت ANSI, AWWA, DIN, BSI, ISO) مراجعه شود. در چنین مواردی مهندس مشاور باید مشخصات فنی و دستورالعمل‌های لازم به منظور تکمیل کامل کار را در مشخصات طرح ارائه کند. پیمانکار موظف است بر اساس دستورهای تکمیلی مهندس مشاور و سایر مندرجات پیمان نسبت به انجام کامل کار اقدام کند.

۱-۲-۳ نقشه‌ها و مدارک فنی

نقشه‌های تفضیلی اجرایی، نقشه‌های سازندگان[1] و دستورالعمل‌های سازندگان منضم به اسناد پیمان با توجه به برنامه زمان‌بندی اجرای کار و حسب مورد و نیاز تحویل پیمانکار می‌شود. پیمانکار موظف است بر اساس اسناد و مدارک پیش‌گفته و مندرجات مواد مرتبط در شرایط عمومی پیمان نسبت به تعهدات خود عمل کند. نقشه‌های تفصیلی اجرایی به همراه اسناد و مدارک پیمان است و حسب مورد کمبودهای آن با توجه به برنامه زمان‌بندی اجرای کار در اختیار پیمانکار قرار داده خواهد شد. پیمانکار برای انجام صحیح عملیات اجرایی توسط عوامل خود باید نقشه‌های کارگاهی[2] را بر اساس نقشه‌های تفصیلی اجرایی تهیه و برای بررسی و تأیید به مهندس مشاور ارائه کند و علاوه بر آن موظف به ثبت تغییرات و وقایع حادث شده در طول اجرای پروژه به منظور تهیه و تکمیل نقشه‌های چون ساخت[3] و تحویل آن به کارفرما خواهد بود.

پیمانکار موظف است به شرح مندرجات شرایط عمومی پیمان نسبت به تهیه نقشه جانمایی تجهیز کارگاه اقدام کند. نقشه جانمایی باید نشان دهنده جزییات ساختمانها و تأسیسات در بخش تجهیز کارگاه و همچنین محل دپوهای اصلی و فرعی و انبار نگهداری مصالح تحویلی کارفرما باشد. پیمانکار موظف است با توجه به مدت تعیین‌شده در اسناد پیمان نقشه جانمایی را تهیه و پس از تصویب و تأیید مهندس مشاور مبنای اجرای کار قرار دهد.

۱-۲-۴ مصالح، ماشین‌آلات و ابزار

تهیه، تأمین و به کارگیری نیروی انسانی، ماشین‌آلات و ابزار کار و همچنین تأمین مصالح مورد نیاز به منظور اجرای کامل لوله‌گذاری (به جز مواردی که درتعهد کارفرما است)، آزمایش و راه‌اندازی و نگهداری عملیات انجام شده تا زمان تحویل موقت در تعهد و به عهده پیمانکار خواهد بود.

تهیه لوله‌ها، اتصالی‌ها، متعلقات، شیرها و مصالح حفاظت لوله‌ها به شرح مندرج در مشخصات طرح کلاً به عهده کارفرما است مگر در مواردی که در اسناد و مدارک پیمان به وضوح و با رعایت کلیه ضوابط و مقررات جاری سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور روش دیگری تصریح شده باشد.

۱-۲-۴-۱ لوله، اتصالی‌ها و متعلقات

انواع لوله‌ها، اتصالی‌ها و متعلقات مورد استفاده در این مشخصات فنی بر اساس استانداردهای نوشته شده در این مشخصات فنی و یا استانداردهای معتبر بین‌المللی توسط کارفرما تهیه خواهد گردید. پیمانکار به شرح مندرجات و جزییات این مشخصات فنی مسئولیت تحویل گرفتن، حمل، نصب و کارگذاری آنها را خواهد داشت، لوله‌های به کار رفته در این مشخصات فنی شامل لوله‌های صلب و لوله‌های قابل انعطاف است.

---

[1] Manufacturing Drawing
[2] Shop Drawing
[3] As-built Drawing

۱-۲-۴-۲ شیرها و متعلقات

مشخصات تهیه، حمل و نصب مصالح، لوازم، تجهیزات مربوط به شیرها و متعلقات بر اساس مندرجات قسمتهای بعدی این مشخصات فنی خواهد بود.

۱-۲-۴-۳ مصالح حفاظت لوله

تهیه و اجرای مصالح حفاظت لوله اعم از حفاظت لوله با قیر، قطران، رنگ و یا با مصالح لفاف به صورت سرد یا گرم، روشهای مورد تأیید دیگر، حفاظت کاتودیک و همچنین اندود سیمانی داخل لوله، باید بر اساس مندرجات قسمتهای بعدی این مشخصات فنی و مشخصات طرح صورت گیرد.

۱-۲-۴-۴ مصالح ساختمانی

عملیات مربوط به کارهای بتنی، کارهای فلزی و کارهای آجری، باید بر اساس مشخصات طرح و با انطباق با مندرجات آیین‌نامه بتن ایران (آبا) و همچنین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه شماره ۵۵) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور اجرا شود.

۱-۲-۴-۵ مصالح پی‌سازی، بسترسازی و خاکریزی

تأمین بستر مناسب و باربر برای قراردادن لوله خصوصاً لوله‌های قابل انعطاف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پیمانکار موظف است با توجه به مندرجات این بخش، سایر فصل‌های این مشخصات فنی و مشخصات طرح نسبت به اجرای کار اقدام کند. جزییات اجرای کار به عنوان راهنما به شرح زیر است.

با توجه به نوع لوله، بارهای وارد به لوله اعم از بار مرده (سربار خاک)، بار زنده (نیروهای استاتیکی و دینامیکی) و بالاخره نوع مصالح ترانشه لوله‌گذاری، جزییات بسترسازی و خاکریزی ترانشه در این بخش، فصل‌های دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح ارائه شده است. در صورت عبور مسیر لوله‌گذاری از زمینهای نامناسب مانند زمینهای لجنی، ماسه‌ای روان و نظایر آن، چنانچه نیاز به برداشت خاکها یا مصالح نامرغوب و جایگزینی آن با مصالح انتخابی باشد، این جایگزینی بر اساس جزییات ارائه شده در مشخصات طرح صورت می‌گیرد. پی‌سازی با بتن، سنگ و ملات، مواد سنگی دانه‌بندی شده، مصالح رودخانه‌ای و یا خاک انتخابی تا رسیدن به رقوم زیر بستر لوله‌گذاری انجام خواهد شد. پس ازاحداث پی، بسترسازی کف ترانشه لوله‌گذاری انجام خواهد شد. چنانچه در مشخصات طرح بسترسازی مشخصی ارائه نشده باشد استفاده از مصالح بسترسازی مندرج در قسمت‌های بعدی این مشخصات فنی با توجه به نوع لوله‌گذاری توصیه می‌شود.

الف: *خاک انتخابی* : منظور ازخاک انتخابی یا خاک مرغوب[1] برای بسترسازی یا خاکریزی اطراف و روی لوله، عبارت از خاک با دانه‌بندی مناسب بر اساس مشخصات طرح است. خاک انتخابی باید عاری از مـواد کلوخه‌ای رسی، مواد آلی، خاکهای یخ زده و عاری از شاخه و ریشه درختان باشد. اصولاً خاکهای ریز دانه با $LL>50$[2] (بر اساس طبقه‌بندی یونیفاید)[3] مناسب برای

[1] Selected or Sieved Material (Sieved Soil)
[2] Liquid Limit
[3] Unified Soil Classification Standard (U.S.C.S)

خاکریزی برای لوله‌های قابل انعطاف خصوصاً لوله‌های پلاستیک نیست. معمولاً می‌توان خاک انتخابی را با سرند نمودن خاکهای حاصل از خاکبرداری تهیه نمود ولی چنانچه خاکهای حاصل از حفاری ترانشه برای انجام خاکریزی مناسب نباشد، خاک انتخابی از منابع قرضه و بر اساس دستورهای مهندس مشاور تأمین خواهد گردید.

ب: *مواد دانه‌بندی‌شده* : بسترسازی لوله با توجه به انواع مختلف آن (لوله‌های صلب یا قابل انعطاف)، شرایط اجرای کار به منظور تأمین بستر مناسب و باربر و با توجه به ضریب بستر[1] از موارد اصلی لوله‌گذاری است. اطلاعات ارائه شده در این قسمت در مورد مواد دانه‌بندی شده تنها به عنوان راهنما ارائه شده است. بر حسب مورد جزییات بسترسازی در سایر فصول این مشخصات فنی و مشخصات طرح داده شده است. حتی‌الامکان توصیه می‌شود که از تنوع دانه‌بندی مصالح در یک ترانشه لوله‌گذاری اجتناب شود و از مصالح با یک نوع دانه‌بندی استفاده شود. مصالح دانه‌بندی شده باید مقاوم در برابر تخریب ناشی از نفوذ آبهای زیرزمینی بوده و با توجه به رطوبت و تراکم مورد نظر و به منظور حداکثر باربری بستر به نحو مطلوب ریخته و کوبیده شود. مصالح با دانه‌بندی مناسب با حداقل فضای منفذی[2] حداکثر باربری را تأمین خواهد نمود. مناسب بودن مصالح دانه‌بندی شده برای بسترسازی لوله با کنترل و تعیین ضریب (C.F)[3] تعیین می‌شود. روش تعیین ضریب (C.F) به شرح زیر است. بر اساس یک آزمایش ساده ضریب (C.F) انواع مصالح دانه‌بندی شده تعیین خواهد شد. مقدار (C.F) باید حتی‌الامکان از ۰/۱۵ کمتر باشد تا عمل کوبش و تحکیم به سهولت انجام شده و یک بستر مناسب و قابل قبول تأمین شود. جزییات آزمایش به شرح زیر است :

ب-۱ : *لوازم آزمایش* : استوانه سرباز بطول ۲۵۰ میلیمتر و قطر داخلی ۱۵۰ میلیمتر و با رواداری ۱۰+ و ۵- میلیمتر (لوله P.V.C بقطر ۱۵۰ میلیمتر برای آزمایش مناسب است). چکش فلزی با قطر سطح کوبش ۱± ۴۰ میلیمتر و وزن ۰/۸ تا ۱/۳ کیلوگرم.

ب-۲ : *روش آزمایش* : ابتدا استوانه را بر روی یک سطح محکم و صاف قرارداده و از مصالح نمونه مورد نظر پر شود. (حدود ۱۰ کیلوگرم) توجه شود که رطوبت نمونه باید عیناً مشابه با رطوبت مصالحی باشد که در ترانشه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهتر است به منظور انجام آزمایش ۵۰ کیلوگرم از مصالح منتخب بر روی سطح صاف و تمیز ریخته و جدا شود. با تکان دادن استوانه و جا انداختن مصالح در داخل استوانه مصالح اضافی از بالای آن حذف شود. پس از این مرحله مصالح داخل استوانه تخلیه شده و این مصالح به ۴ قسمت مساوی تقسیم می‌شود. ابتدا ۱/۴ مصالح مجدداً به داخل استوانه ریخته شده و با چکش محکم کوبیده می‌شود. این عمل ادامه می‌یابد تا دیگر امکان کوبش مصالح وجود نداشته باشد. این عمل برای قسمت‌های دوم و سوم و چهارم جداگانه انجام خواهد شد. مقدار نشست (S) مصالح از بالای استوانه برحسب میلیمتر محاسبه خواهد شد. مقدار (C.F) از رابطه زیر بدست خواهد آمد:

$$C.F = \frac{S}{250}$$

مناسب بودن مصالح با توجه به مقدار (C.F) در جدول شماره ۱-۲-۱ داده شده است.

---

[1] Bedding Factor (Load Factor)
[2] Void Ratio
[3] Compaction Fraction (B.S. 8005, Part One, Section Two-1987)

جدول ۱-۲-۱ : کیفیت مصالح با توجه به ضریب C.F

اندازه C.F	کیفیت مصالح
۰/۱۵ و کمتر	مصالح مناسب است
۰/۳-۰/۱۵	مناسب ولی نیاز به تمهیدات برای کوبش دارد. این مصالح برای شرایط لوله‌گذاری که بعد از نصب زیر تراز آب قرار می‌گیرد مناسب نیست.
بزرگتر از ۰/۳	مصالح مناسب نیست.

انواع مصالح دانه‌بندی شده برای بسترسازی با توجه به قطر لوله از جدول شماره ۱-۲-۲ استخراج می‌شود.

جدول ۱-۲-۲ : مصالح بسترسازی

قطر اسمی لوله ND میلیمتر	مصالح مناسب بر اساس B.S 882-1983		ضریب C.F
	مصالح با یک اندازه	مصالح دانه‌بندی شده	
۱۰۰	۱۰ میلیمتر	(۵ تا ۱۴) میلیمتر	CF< ۰/۳
۱۵۰	۱۰ و ۱۴ میلیمتر	(۵ تا ۱۴) میلیمتر و (۵ تا ۲۰) میلیمتر	
۳۰۰-۲۰۰	۱۰ ، ۱۴ و ۲۰ میلیمتر		
۵۰۰-۳۵۰	۱۴ و ۲۰ میلیمتر		CF< ۰/۲
۶۰۰ و بالاتر	۱۴ ، ۲۰ و ۴۰ میلیمتر	(۵ تا ۱۴) ، (۵ تا ۲۰) و (۵ تا ۴۰) میلیمتر	

توصیه ۱ : ۲۰ میلیمتر حداکثر قطر مصالح برای لوله با قطر کمتر از ۶۰۰ میلیمتر و ۴۰ میلیمتر برای لوله با قطر ۶۰۰ میلیمتر و بزرگتر.

توصیه ۲ : مواد دانه‌ای گردگوشه خصوصاً با یک دانه‌بندی، مناسب برای ساخت یک بستر مطمئن برای لوله‌های ۳۰۰ ND و به بالا نیست.

نحوه بسترسازی و خاکریزی مراحل مختلف در ترانشه لوله‌گذاری با توجه به نوع لوله، نوع مصالح، بارهای زنده و مرده وارد به لوله در این فصل و سایر فصلهای این مشخصات فنی و مشخصات طرح ارائه شده است.

◄ ۱-۲-۵ کارهای مقدماتی و آماده‌سازی

۱-۲-۵-۱ کلیات

کارهای موضوع این قسمت عبارت از انجام کلیه فعالیت‌هایی است که برای آماده نمودن شرایط کار و عملیات بعدی شامل حمل لوله و متعلقات به پای ترانشه، ریسه‌کـــردن لوله، حفاری تـــرانشه، لوله‌گذاری و انجام و تکمیل عملیات نصب و آزمایش‌های هیدرواستاتیک و ضدعفونی کردن و راه‌اندازی سراسری لازم است. این عملیـــات به شرح منـــدرجات بعدی ایـــن قسمت شامـــل

پیاده کردن مسیرکار، تمیزکاری و رفع موانع ، بوته‌کنی، قطع اشجار و بالاخره تخریب ساختمانها و تأسیسات در مسیر لوله‌گذاری نیز خواهد بود.

۱-۲-۵-۲ مسیر خط لوله

مسیر خط لوله در نقشه‌های اجرایی منضم به اسناد پیمان مشخص می‌شود و به پیمانکار تحویل خواهد شد. پیمانکار موظف است با توجه به نقشه‌های فوق نسبت به پیاده کردن محل کار به شرح مندرجات این مشخصات فنی و مشخصات طرح اقدام کند. عرض مسیر خط لوله تنها در مناطق خارج شهری به شرح تعاریف مندرج در بند ۱-۱-۲ (محدوده حریم خط لوله و محدوده عملیات اجرایی) است.

معمولاً محدوده حریم خط لوله بین ۲ الی ۲/۵ متر از محدود جاده عملیاتی به منظور تأمین محل برای ریختن و جمع‌آوری خاکهای حاصل از عملیات خاکی بیشتر خواهد بود.

۱-۲-۵-۲-۱ محدوده قانونی اجرای کار

کارگاه یا محلهایی که به منظور اجرای پیمان با اجازه کارفرما از آن استفاده می‌شود به صورت بی‌عوض و بدون معارض و بر اساس برنامه زمان‌بندی تفصیلی از طرف کارفرما در اختیار پیمانکار قرارداده خواهد شد. چنانچه در محلهای پیش‌گفته نیاز به اخذ پروانه یا پرداخت حقوقی از قبیل عوارض و حق مالکیت بوده و یا نیاز به تحصیل مجوزهای خاص برای اجرای کار باشد، توسط کارفرما و به هزینه او انجام خواهد گردید.

۱-۲-۵-۲-۲ حریم عملیات اجرایی

مهندس مشاور موظف است با توجه به جمیع جهات شرایط منطقه کار، با مطالعه دقیق و همه جانبه و با در نظر گرفتن صرفه و صلاح طرح محدوده مورد نیاز به منظور تأمین فضای کافی برای کارهای اجرایی، محدوده حریم خط لوله را به منظور استملاک اراضی توسط کارفرما و همچنین اطلاع پیمانکار از شرایط و وضعیت محل کار در مشخصات طرح ارائه کند.

پیمانکار باید با توجه به روش اجرای کار خود در محدوده اشاره شده در مشخصات طرح عمل کند. چنانچه پیمانکار در خارج از حریم قانونی تعیین شده تحویلی اجرای کار، لطمات و صدمات به راهها و تأسیسات عمومی و یا اشخاص حقیقی و یا حقوقی وارد کند باید رأساً پاسخگوی پی‌آمدهای مالی و حقوقی آنها باشد.

در شبکه‌های توزیع آب شهری و یا جمع‌آوری فاضلاب شهری محدودیت‌های مسیر لوله‌گذاری در نقشه‌های منضم به پیمان درج و تصریح شده است. پیمانکار موظف است با توجه به اطلاعات موجود و نقشه‌های اجرایی و سایر مندرجات مشخصات طرح و با توجه به روش صحیح انتخابی اجرای کار را پیگیری و از وارد نمودن خسارات به تأسیسات موجود خودداری کند.

جاده عملیاتی اشاره شده در این قسمت باید با رعایت کامل مشخصات فنی عمومی راه (نشریه ۱۰۱) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور احداث شود.

۱-۲-۵-۳ جاده سرویس

در مناطق خارج شهر چنانچه امکان استفاده از جاده‌های سراسری منطقه به منظور قراردادن لوله‌های آبرسانی در کنار آن میسر نباشد، به شرح توضیحات مندرج در بند (۱-۲-۵-۲) جاده عملیاتی احداث خواهد شد.

نقل و انتقال ماشین‌آلات، تجهیزات و حمل و انتقال لوله و مصالح به جاده عملیاتی از طریق جاده‌های اصلی منطقه و یا از طریق جاده‌های سرویس انجام خواهد شد. ساخت جاده عملیاتی و جاده سرویس باید بر اساس مشخصات فنی عمومی راه (نشریه ۱۰۱) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و مشخصات طرح صورت گیرد.

۱-۲-۵-۴ نقشه‌برداری و پیاده‌کردن مسیر لوله‌گذاری

در شروع کار و قبل از هر نوع تغییر در وضعیت زمین ، پیمانکار موظف است نقاط نشانه و مبدأ تحویلی از کارفرما را با بتن یا مصالح بنایی و در محلهای مناسب احداث، تثبیت و حفاظت کند. این محل‌ها در محدوده کارگاه باید به نحوی باشد که در طول اجرای عملیات صدمه‌ای به آنها وارد نشود و همواره آماده برای کنترل عملیات باشد.

پیمانکار باید مسیرهای لوله‌گذاری، محل احداث حوضچه‌ها، آدم‌روها، عبور از رودخانه‌ها و سایر موانع مندرج در نقشه‌های اجرایی را با نصب میخ‌های کمکی پیاده کرده و قبل از هرگونه اقدام به عملیات اجرایی شرایط موجود را با مهندس مشاور صورتجلسه کند. چنانچه به هنگام پیاده نمودن نقشه‌های پیمان، تفاوت و یا تناقض با وضع موجود محل مشاهده نمود، این موارد را فوراً به مهندس مشاور، اطلاع و صورتجلسه کند.

پیمانکار موظف است وضع موجود حریم خط لوله و پروفیل طولی و عرضی مسیر لوله‌گذاری در هر قسمت را برداشت و نقشه‌های منضم به پیمان را کنترل کند و پس از تأیید مهندس مشاور ملاک کار قرار دهد. فاصله میخ‌ها با توجه به ذوعارضه بودن محل باید به نحوی انتخاب شود که به راحتی بتواند عوارض مسیر کار را مشخص کند. پیمانکار موظف است در محل عبور از رودخانه‌ها، پل‌ها، راهها و نظایر آن نقشه‌های پلان رقوم‌دار و پروفیل طولی منضم به اسناد پیمان را کنترل و پس از آن عملیات اجرایی را شروع کند. کلیه ارتفاعات و ابعاد صورتجلسه شده با مهندس مشاور ملاک محاسبه پرداخت بعدی قرار خواهد گرفت.

۱-۲-۵-۵ تمیزکاری مسیر لوله‌گذاری

قبل از شروع عملیات به منظور ریسه نمودن لوله و متعلقات و قبل از احداث ترانشه لوله‌گذاری جاده عملیاتی مندرج در نقشه‌های اجرایی باید تمیز و عاری از مواد زاید شود. مواد اضافه و زائد باید با نظر و دستور مهنـــدس مشاور به نقاط مشخص شده در خارج کارگاه (دپوی مواد زائد) انتقال داده شود.

پیمانکار موظف به رعایت قوانین و مقررات عبور و مرور و تردد به منظور حمل مواد زائد و نخاله در محدوده شهرها بوده و باید به هنگام حمل و نقل مواد و مصالح هماهنگی لازم با کلیه ارگانهای ذیربط را به عمل آورد.

۱-۲-۵-۶ تسطیح مسیر لوله‌گذاری (بوته‌کنی و برداشت خاک نباتی)

بوته‌های موجود در محدوده اجرای کار و همچنین خاک نباتی باید به عمق و عرض خواسته شده در نقشه‌های اجرایی و قبل از شروع کار برداشت شود. خاک نباتی برداشت شده باید به نحوی در محلهای تعیین شده دپو شود که با خاک حاصل از خاکبرداری که

بعداً به مصرف خاکریزی می‌رسد مخلوط نشود. پیمانکار موظف است خاک نباتی و بوته‌های کنده شده در مسیر لوله‌گذاری را به دپوی مواد زائد طبق نظر و دستور مهندس مشاور حمل و تخلیه کند.

۱-۲-۵-۷ قطع اشجار و عبور از باغات و مراتع

پیمانکار حق قطع اشجار موجود در مسیر لوله‌گذاری و یا به هنگام عبور احتمالی باغات و مزارع را نداشته و در هر مورد خصوصاً در مورد قطع اشجار باید قبلاً مجوزهای لازم را از مهندس مشاور یا سایر ارگانهای مربوط حسب مورد دریافت کند. پیمانکار موظف است نقشه مشخصات و موقعیت اشجار موجود در محدوده کار شامل نوع، تعداد، قطر درختان را برداشت و در اختیار مهندس مشاور قرار دهد. درختان قطع شده متعلق به کارفرما است، پیمانکار باید پس از قطع، آنها را به نقاط مشخص شده توسط مهندس مشاور، حمل و دپو کند.

چنانچه مسیر لوله‌گذاری اجباراً از داخل باغات و مزارع عبور کند، استحصال حریم خط لوله قبلاً توسط کارفرما انجام و محدوده موردنظر بدون معارض در اختیار پیمانکار قرارداده خواهد شد. پیمانکار موظف است تنها درمحدوده تعیین شده نسبت به انجام کار لوله‌گذاری شامل ریسه کردن لوله، استقرار ماشین‌آلات و دپوی خاک اقدام کند. پیمانکار حق فعالیت در خارج از محدوده فوق‌الذکر را نخواهد داشت. چنانچه پیمانکار بخواهد در خارج از محدوده فوق‌الذکر فعالیت کند، کسب رضایت مالکین و متولیان مربوط به عهده او بوده و خود پاسخگوی دعاوی احتمالی افراد غیر و مالکین خواهد بود.

۱-۲-۵-۸ تخریب ساختمانها و تأسیسات

محل و موقعیت ساختمانها و تأسیسات احتمالی که در مسیر لوله‌گذاری و کارهای وابسته به آن قرار دارد در نقشه‌های اجرایی مشخص شده است. پیمانکار موظف است قبل از برخورد به ساختمانها و تأسیسات فوق‌الذکر نسبت به برداشت موقعیت و جزییات آنها اقدام کرده و پس از دریافت تأییدات و دستورهای مهندس مشاور نسبت به تخریب آنها اقدام کند. مصالح و لوازم حاصل از تخریب ساختمانها و تأسیسات کلاً متعلق به کارفرما است. پیمانکار موظف است مصالح اضافی حاصل از تخریب را با توجه به دستورهای مهندس مشاور به دپوهای مورد نظر حمل کند. تخریب اماکن و تأسیسات مربوط به آثار باستانی مجاز نبوده، پیمانکار موظف است به محض برخورد به این نوع ساختمانها و قبل از هرگونه اقدام به تخریب، مراتب را کتباً به مهندس مشاور اطلاع دهد. در این موارد باید ادامه عملیات اجرایی زیر نظر و دستورهای کارفرما با هماهنگی کامل با ارگانهای مسئول و ذیربط صورت گیرد.

◄ ۱-۲-۶ عملیات خاکی

منظور از عملیات خاکی در این قسمت عبارت از خاکبرداری و برداشت عوارض در مسیر کار در نقاط کوهستانی و یا مسیرهای تپه‌ماهور و ذوعارضه به منظور تأمین خط پروژه تعیین شده در نقشه‌های اجرایی برای شروع کار حفاری ترانشه لوله‌گذاری، حفر ترانشه، پی‌سازی، بسترسازی، خاکریزی مجدد ترانشه و شکل‌دادن مسیر لوله‌گذاری به شرح مندرجات بعدی این مشخصات فنی و مشخصات طرح است.

۱-۲-۶-۱ خاکبرداری و برداشت عوارض

چنانچه مسیرهای لوله‌گذاری از نقاط کوهستانی یا مناطق ذوعارضه عبور کند قبل از ریسه نمودن لوله‌ها و متعلقات، پیمانکار باید نسبت به برداشت عوارض موجود و آماده‌سازی مسیر کار برای شروع کانال کنی حفاری ترانشه اقدام کند. عمق ترانشه لوله‌گذاری اختلاف ارتفاع بین رقوم کف ترانشه و رقوم زمین پس از انجام عملیات خاکبرداری فوق‌الذکر خواهد بود. نقاطی که باید عملیات خاکبرداری به منظور برداشت عوارض صورت گیرد در مشخصات طرح منعکس است. پیمانکار موظف است پس از نقشه‌برداری مسیر به شرح توضیحات قبلی این مشخصات نسبت به برداشت این عوارض با روش مناسب و مورد قبول اقدام کرده و رقوم تمام شده بعد از خاکبرداری را برای شروع کار حفر ترانشه لوله‌گذاری برداشت و با مهندس مشاور صورتجلسه کند. پیمانکار موظف است مصالح اضافی حاصل از خاکبرداری را به نقاط تعیین شده توسط مهندس مشاور (دپوی مواد زائد) حمل کند.

۱-۲-۶-۲ خاکبرداری ترانشه لوله‌گذاری و حمل خاک اضافی

۱-۲-۶-۲-۱ مقدمه

در این مشخصات فنی منظور از خاکبرداری ترانشه عبارت از کندن ترانشه لوله‌گذاری در هر نوع زمین برای قراردادن لوله‌های انتقال آب، شبکه توزیع آب و شبکه جمع‌آوری فاضلاب، آب باران و آبهای سطحی است.

مسیر لوله‌گذاری و رقوم‌های نصب لوله[1] در نقشه‌های اجرایی مشخص شده و یا توسط مهندس مشاور به پیمانکار ابلاغ خواهد شد. به شرح توضیحات قبلی این مشخصات فنی، قبل از شروع عملیات حفر ترانشه، پیمانکار موظف است مسیر دقیق لوله‌گذاری و همچنین وضعیت زمین طبیعی یا زمین دست خورده پس از عملیات خاکبرداری به شرح توضیحات بند (۱-۲-۶-۱) را برداشت و به تأیید مهندس مشاور برساند و پس ازاین تأیید شروع به عملیات کند.

روش حفاری و نوع ماشین‌آلات مناسب به منظور انجام صحیح و دقیق و به موقع اجرای کار توسط پیمانکار تعیین خواهد گردید. در موارد لزوم و حسب درخواست مهندس مشاور، پیمانکار موظف است سازمان و روش اجرای عملیات در قسمتهای مختلف را تهیه و قبل از اجرا به تأیید مهندس مشاور برساند.

۱-۲-۶-۲-۲ نوع زمین

در این مشخصات فنی طبقه‌بندی انواع زمین به شرح توضیحات بند ۱-۱-۲ (سنگی، ریزشی و معمولی) است.

به طور کلی زمین‌های با بافت سیلتی یا بافت دانه‌ای و زمینهای لجنی، به هنگام حفر ترانشه نیاز به تمهیدات خاص به منظور نگهداری جدار ترانشه دارند. حفر ترانشه در زمینهای با بافت رس سفت، شن و ماسه سیمانته، و مارن‌ها به طور نسبی و در شرایط خشک دارای ایستایی لازم می‌باشند، به منظور جلوگیری از بروز حوادث غیر مترقبه پیمانکار موظف است تمهیدات لازم را به هنگام عملیات کندن ترانشه در زیر تراز آب به عمل آورد. نوع و بافت زمین، تراز آب زیرزمینی و سایر اطلاعات مربوط به محل حفاری در مشخصات طرح ارائه شده است. درصورتی که این اطلاعات در اسناد و مدارک پیمان موجود نباشد، پیمانکار می‌تواند کتباً این اطلاعات را از مهندس مشاور درخواست کند.

[1] Invert Level

۱-۲-۶-۲-۳ عرض ترانشه

حداقل عرض ترانشه به منظور کندن مسیر لوله‌گذاری بستگی به نوع و قطر لوله، عمق ترانشه، بافت و نوع زمین دارد. عرض خالص در رقوم کف ترانشه حفاری شده و یا در داخل فضای حفاظت شده (با سپر، داربست چوبی و یا روشهای دیگر) باید به نحوی باشد که بتوان با توجه به تأمین شرایط ایمنی لازم به راحتی لوله را به داخل کانال هدایت و نصب کرده و خاکریزی اطراف و روی لوله را انجام داد. عرض کف ترانشه در مشخصات طرح داده شده است، چنانچه این اطلاعات در قسمتهای پیش‌گفته مسکوت باشد توصیه‌های زیر ارائه می شود.

عرض خالص توصیه شده کف ترانشه برای لوله به قطرخارجی تا ۵۰۰ میلیمتر که برای کوبیدن خاک اطراف و روی لوله از وسایل دستی استفاده می‌شود برابر ۴۰ سانتیمتر + OD (قطر خارجی لوله بر حسب سانتیمتر) و برای لوله با قطرخارجی بیشتر از ۵۰۰ میلیمتر که برای کوبیدن خاک اطراف و روی لوله از وسائل سبک ماشینی استفاده می‌شود، برابر (۶۰ سانتیمتر +OD) است. ضمناً حداقل عرض کف ترانشه برای ترانشه با عمق ۱/۵۰ متر، ۶۰ سانتیمتر، با عمق ۲ متر، ۸۰ سانتیمتر و برای ترانشه با عمق‌های بیشتر به نسبت اضافه خواهد شد. در مورد لوله‌ها با اتصالی‌های قابل انعطاف مکانیکی، عرض و عمق کف در محل اتصالی‌ها با توجه به ابعاد و مشخصات آنها تعیین می‌شود. جزییات مربوط به عرض ترانشه برای انواع مختلف لوله‌ها در فصلهای دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح داده شده است.

۱-۲-۶-۲-۴ عمق ترانشه

عمق ترانشه لوله‌گذاری در نقشه‌های اجرایی منضم به اسناد پیمان و سایر قسمتهای این مشخصات فنی و مشخصات طرح مشخص می شود. پیمانکار موظف است نسبت به احداث ترانشه بر اساس اطلاعات فوق عمل کند. عمق ترانشه لوله‌گذاری تابع وضعیت زمین، عمق یخزدگی در منطقه اجرای کار، نوع و قطر لوله، بارهای وارده به لوله و سرانجام ملاحظات فنی و هیدرولیکی برای نصب لوله خواهد بود. در مناطقی که امکان یخ زدگی وجود نداشته باشد حداقل عمق پوشش روی لوله به منظور جلوگیری از صدمه خوردن به لوله در اثر بارهای وارده حاصل از وسایل نقلیه و بارهای ضربه‌ای[1] ۸۰ سانتیمتر است و در نقاطی از مسیر که به دلایل خاص پوشش روی لوله کمتر از ۸۰ سانتیمتر اختیار می‌شود باید تمهیدات خاص بر اساس مشخصات طرح اتخاذ شود. در مناطقی که امکان یخزدگی وجود دارد حداقل پوشش روی لوله یک متر خواهد بود، این رقم ممکن است بسته به موقعیت منطقه، نوع و قطر لوله، اضافه شود.

۱-۲-۶-۲-۵ حفاری ترانشه

الف: *کلیات*

مسیر لوله‌گذاری و رقوم کف ترانشه در نقشه‌های اجرایی منضم به اسناد پیمان مشخص شده است. تغییرات در مسیر و یا رقوم کف لوله‌ها برحسب مورد توسط مهندس مشاور به هنگام اجرای کار به نحوی صادر خواهد شد که وقفه‌ای در اجرای کار حاصل نشود.

[1] Impact Load

عرض و عمق ترانشه برای حفاری و نصب لوله در این مشخصات فنی و مشخصات طرح برحسب مورد داده شده است. قبل از شروع عملیات حفاری ترانشه باید وضعیت مسیر لوله‌گذاری توسط پیمانکار برداشت و به تأیید مهندس مشاور برسد و هرگونه عملیات اجرایی پس از این تأیید شروع شود. پیمانکار موظف است ماشین‌آلات و تجهیزات لازم برای حفاری ترانشه لوله‌گذاری را با توجه به سرعت اجرای کار و برنامه زمان‌بندی تفصیلی مصوب تأمین و تدارک کند. مقدار و تعداد ماشین‌آلات و تجهیرات فوق‌الذکر باید به نحوی باشد که بهیچوجه وقفه یا تاخیری در اجرای کار بوجود نیاید و همچنین پیمانکار موظف است روش اجرای کار همراه با لیست ماشین‌آلات ، سازمان و روش اجرایی کار را تهیه و به تأیید مهندس مشاور برساند.

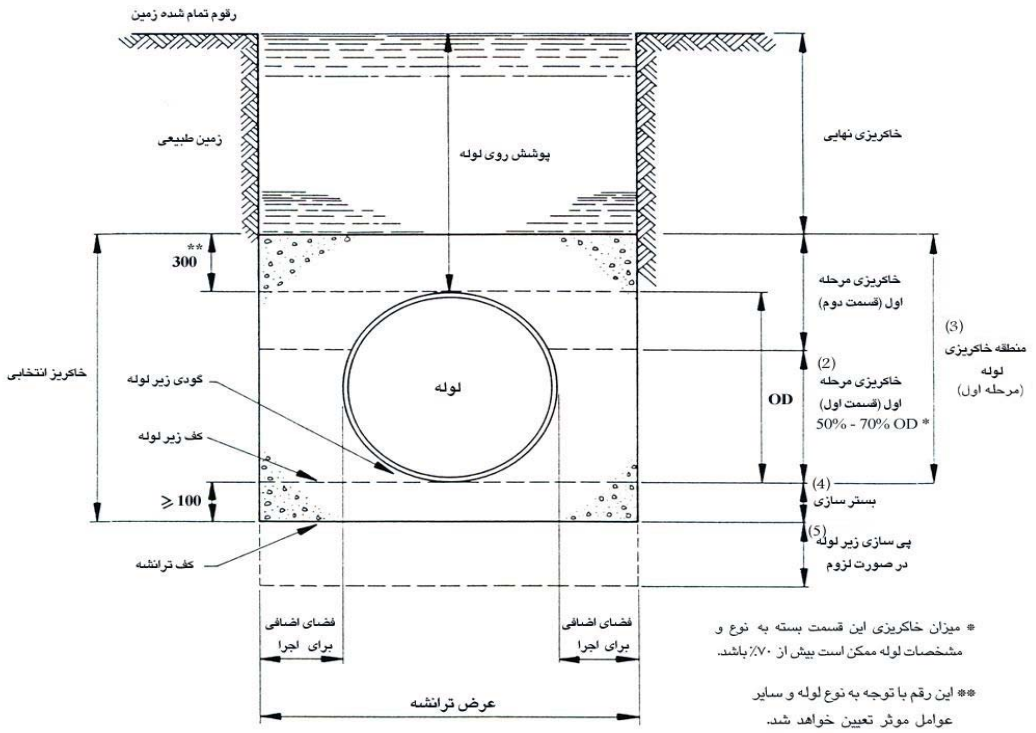
حفاری در زمینهای سنگی باید تا رقومی صورت گیرد که بتوان یک بستر مناسب با توجه به نوع و قطر لوله تأمین نمود. مقطع حفاری تیپ ترانشه لوله‌گذاری در شکل شماره (۱-۲-۱) ارائه شده است. جزییات تعریف شده در این شکل در مورد انواع لوله در این فصل و سایر فصول این مشخصات فنی و مشخصات طرح داده شده است. تأکید می‌شود جدار ترانشه همواره باید به صورت قائم حفر شود مگر در مواردی که در مشخصات طرح ترتیبات دیگری خواسته شده باشد. پیمانکار باید عملیات حفاری و نصب لوله را با برنامه‌ریزی صحیح به نحوی انجام دهد که در روزهای کاری، حفاری ترانشه، عملیات نصب و سپس مراحل مختلف لوله‌گذاری، خاکریزی به طور پیوسته با پیشرفت عملیات حفاری ترانشه صورت گیرد. پیمانکار مجاز به کندن ترانشه در طولهای زیاد قبل از نصب لوله در دوره کاری روزانه نخواهد بود. پیمانکار موظف است در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالا بوده و امکان بالازدن (غرقاب شدن یا شناور شدن) لوله[1] وجود دارد، تمهیدات لازم را بر اساس مشخصات طرح به عمل آورد.

برای جلوگیری از بالا زدن لوله، پایین انداختن آبهای زیرزمینی همزمان با عملیات لوله‌گذاری، انجام فوری حداقل خاکریزی مرحله اول پس از نصب لوله یا بسته به مورد قراردادن وزنه‌های بتنی بر اساس مشخصات طرح ضروری است. چنانچه پیمانکار به دستورالعمل‌های فوق‌الذکر توجه نکند، مهندس مشاور می‌تواند دستور توقف کار را تا تأمین نیازهای فنی و اجرایی کار صادر کند. جایگزینی و ترمیم مسیرهای صدمه دیده در ارتباط با عدم رعایت نکات فنی و ایمنی فوق‌الذکر با مسئولیت و به عهده پیمانکار خواهد بود و پیمانکار باید به هزینه خود نسبت به رفع این موانع در اسرع وقت به نحوی اقدام کند که خللی در برنامه زمان‌بندی مصوب اجرای کار بوجود نیاید.

ب: *حفاری ترانشه در خارج شهر*

مراد از حفاری ترانشه درخارج از شهر اجرای عملیات به منظور احداث خطوط انتقال آب به مخازن سرویس شهرها و یا خارج از محدوده قانونی شهرها است. به منظور جلوگیری از وارد آوردن صدمات و خسارات به افراد غیر، پیمانکار موظف است مراقبت‌های لازم به منظور نگهداری ترانشه لوله‌گذاری تا پایان کامل عملیات و پر نمودن نهایی ترانشه و جلوگیری از سقوط افراد، وسایل نقلیه و احشام به هنگام روز یا شب در مسیرهای حفاری شده خصوصاً در نقاطی از مسیر لوله‌گذاری که از حوالی یا از نقاط مسکونی شهری یا دهات موجود در منطقه عملیات عبور می‌کند به عمل آورد. پیمانکار باید حسب مورد و در صورت لزوم پس از دریافت دستورهای مهندس مشاور اقدام به حصارکشی به منظور ایجاد حفاظ برای مراقبت‌های لازم را بکند. چنانچه قسمتهایی از مسیر لوله‌گذاری در حریم راه یا راه‌آهن یا سایر تأسیسات شهری مانند خطوط انتقال نیرو، گاز و نظایر آن قرار گیرد رعایت ضوابط، اصول و دستورالعمل‌های مربوط، به منظور اجرای کار و شرایط ایمنی توسط پیمانکار الزامی است.

[1] Floating or Submerging



شکل ۱-۲-۱ : جزئیات ترانشه لوله‌گذاری

پ: *حفاری ترانشه در مناطق شهری*

مراد از حفاری ترانشه در مناطق شهری اجرای عملیات خطوط شبکه توزیع آب و یا شبکه جمع‌آوری فاضلاب و آبهای سطحی و نیز خط انتقال آب از مخازن سرویس به ابتدای شبکه توزیع درمناطق مسکونی شهری است. پیمانکار موظف است تمهیدات لازم را به منظور تأمین عبور و مرور آسان و بدون خطر در مناطق مسکونی به عمل آورد. لذا پیمانکار باید تجهیزات لازم به منظور تأمین عبور و مرور دائمی و مطمئن عابرین پیاده و وسایل نقلیه از روی کانالها یا گودها و همچنین محلهایی که به علت اجرای کار عبور سواره رو یا پیاده رو موجود قطع می‌شود را بعمل آورد. همچنین پیمانکار موظف است نسبت به نصب علائم هشدار دهنده، حصارکشی درمحلهای مورد نظر، نصب چراغهای راهنمایی و به طور کلی تجهیزات لازم به منظور تأمین ایمنی و حفاظت کامل طبق مشخصات طرح اقدام کند. پیمانکار مسؤول کلیه لطمات و صدمات احتمالی و وارده به غیر خواهد بود.

اجرای کار در شب در مناطق شهری مجاز نیست و امکان کار تنها در موارد استثنایی با توجه به ضرورت اجرای کار و پس از کسب مجوزهای لازم از مقامات مربوط مجاز است، پیمانکار موظف است اجرای عملیات روزانه را به نحوی برنامه‌ریزی کند که در محدوده کارگاه باعث ایجاد مزاحمت برای ساکنین در مناطق مسکونی نشود، پیمانکار رأساً پاسخگوی ادعای افراد غیر در این موارد است.

به منظور تقلیل مشکلات اجرای کار در مناطق شهری پیمانکار موظف است قبل از شروع عملیات در هر قسمت برنامه اجرای کار، شامل استقرار ماشین‌آلات و روش اجرای کار را بر اساس این مشخصات فنی و مشخصات طرح، تهیه و به تأیید مهندس

مشاور برساند. در صورتیکه برای لوله‌گذاری در مناطق شهری برای اجتناب از اخلال در ترافیک شهری و ایجاد مشکلات اجرایی ناشی از محدودیت فضای کار نتوان از روش لوله‌گذاری با استفاده از ترانشه باز استفاده نمود، سایر روش‌های اجرای کار مانند تونل‌زنی[1]، راندن لوله (لوله‌رانی)[2] و نظایر آن در مشخصات طرح داده می‌شود.

سیستم‌های حفاظتی کنترل و نگهداری ترانشه‌ها در مناطق شهری بر اساس مطالعات مکانیک خاک انجام شده قبلی در مراحل مطالعاتی طرح مشخص و در مشخصات طرح ارائه خواهد شد.

پیمانکار موظف است بر اساس کلیه داده‌های اسناد و مدارک پیمان و همچنین شرایط محل اجرای کار نسبت به حفر ترانشه لوله‌گذاری به نحوی اقدام کند که هیچگونه صدمه به تأسیسات و ساختمانهای مجاور وارد نکند. چنانچه در مواردی حفر ترانشه خصوصاً در شبکه‌های فاضلاب و در عمق‌های زیاد در مناطق شهری و در مجاورت ساختمانها و اماکن مسکونی و در مجاورت آبهای زیرزمینی ضروری باشد ولی در نقشه‌های اجرایی تمهیدات خاص پیش‌بینی نشده باشد، پیمانکار می‌تواند تمهیدات لازم را کتباً از مهندس مشاور درخواست کند. مهندس مشاور موظف است دستورهای لازم را در کوتاه‌ترین زمان به نحوی که در اجرای کار و برنامه زمان‌بندی مصوب خدشه‌ای وارد نشود به پیمانکار ابلاغ کند.

در مناطق شهری رعایت ضوابط و دستورالعمل‌های شهرداریها، راهنمایی و رانندگی و سایر ارگانهای ذیربط توسط پیمانکار الزامی است. کارفرما هماهنگی‌های لازم به منظور دریافت مجوزهای لازم از ارگانهای ذیربط را به نحوی به عمل خواهد آورد که وقفه در اجرای عملیات به وجود نیاید.

ت: *حمل خاک اضافی (دپوی مصالح زائد)*

مصالح حفاری شده اضافی که به مصرف خاکریزی مجدد نمی‌رسد یا خاکهای نامناسب مسیر لوله‌گذاری که طبق نظر مهندس مشاور قابل مصرف مجدد درخاکریزیها نیست خاک اضافی تلقی می‌شود. خاک اضافی باید با نظر مهندس مشاور به محلهای مورد نظر خارج کارگاه (دپوی مصالح زائد) حمل، تخلیه و شکل داده شود. حمل خاکهای زائد خارج شده از کارگاه خصوصاً در مناطق شهری باید به نحوی صورت گیرد که هیچگونه صدمه‌ای به راه و تأسیسات داخل شهری وارد نشود. رعایت مقررات راهنمایی و رانندگی به منظور حمل مصالح اضافی در مناطق شهری و رعایت ساعات تردد توسط پیمانکار الزامی است. پیمانکار رأساً جوابگوی ادعاهای احتمالی افراد و ارگانهای ذیربط خواهد بود.

۱-۲-۶-۳ پی‌سازی و بسترسازی کف ترانشه

خاکبرداری ترانشه لوله‌گذاری در مسیر لوله‌گذاری یا درمحل اتصالی‌ها و شیرها بر اساس رقوم و ابعاد خواسته شده در مشخصات طرح انجام خواهد شد. به هنگام عبور خط لوله و تأسیسات مربوط از زمینهای با کیفیت خاک نامناسب اصلاح بستر لوله‌گذاری به شرح جزییات خواسته شده درمندرجات این مشخصات فنی و مشخصات طرح ضروری است. پیمانکار موظف است قبل از بسترسازی و نصب لوله و برحسب مورد نسبت به اصلاح ترانشه لوله‌گذاری اقدام کند. توصیه‌های لازم در این مورد به شرح زیر است:

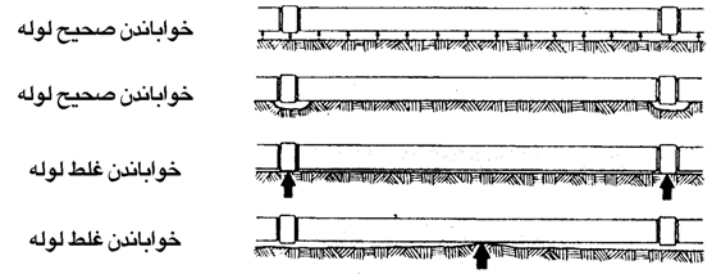
[1] Tunneling – Micro Tunneling
[2] Pipe Jacking

۱-۲-۶-۳-۱ پی‌سازی

منظور از پی سازی زیر لوله برداشت خاک نامناسب مسیر لوله‌گذاری تا رقوم زیر بسترسازی و پرکردن آن با مصالح منتخب به شرح مندرجات شکل شماره (۱-۲-۱) است. پیمانکار موظف است بر اساس جزییات اشاره شده در مشخصات طرح نسبت به برداشت خاک نامناسب بر اساس ابعاد و عمق خواسته شده اقدام کند و سپس این خاکهای را به محلهای تعیین شده خارج کارگاه (دپوی مواد زائد) حمل تخلیه و ریسه کند. ترتیبات و نحوه پی‌سازی مسیر لوله‌گذاری به ترتیب با مصالحی مانند خاک انتخابی، مصالح سنگی دانه‌بندی شده مخلوط رودخانه‌ای، مصالح بنایی و بتن یا ترتیبات دیگر در مشخصات طرح مشخص گردیده است. درصورتی که در اسناد و مدارک پیمان اشاره‌ای به این مواد نگردیده باشد، پیمانکار باید حسب مورد و لزوم نحوه پی‌سازی و اصلاح بستر را از مهندس مشاور کتباً درخواست کند.

۱-۲-۶-۳-۲ آماده‌سازی کف ترانشه[1]

قبل از نصب و خواباندن لوله در ترانشه، کف ترانشه باید با شیب کاملاً یکنواخت و مناسب آماده و در شرایط خشک باشد. لوله باید کاملاً به صورت یکنواخت بر روی بستر قرار گیرد. برای محل اتصالی‌ها باید خاکبرداری اضافی به نحوی انجام شود که از قرار گرفتن لوله بر روی دو انتهای آن جداً خودداری شود. ابعاد خاکبرداری اضافی در محل اتصالی‌ها با توجه به نوع و قطر لوله خواهد بود. نحوه قرار گرفتن صحیح لوله درکف ترانشه در شکل شماره (۱-۲-۲) داده شده است.



شکل ۱-۲-۲ : نحوه خواباندن صحیح لوله در ترانشه

کف ترانشه باید بر اساس رقوم های خواسته شده در مشخصات طرح و دستورهای مهندس مشاور آماده شود. چنانچه در مشخصات طرح ترتیبات خاصی برای بسترسازی پیش‌بینی نشده باشد، بسترسازی با خاک انتخابی حاصل ازخاکبرداری یا مصالح انتخابی از قرضه خواهد بود. به طور کلی ضخامت خاک به منظور بسترسازی معادل (OD+۱۰ سانتیمتر) و حداقل ۱۰ سانتیمتر و در مناطق سنگی ضخامت خاک به منظور بسترسازی برابر (۲۰+OD/۱۰ سانتیمتر) پیشنهاد می‌شود. کف ترانشه به منظور نصب لوله باید به نحوی بسترسازی و کوبیده شود که جسم لوله به صورت پیوسته و در تمام طول بر روی بستر ترانشه به ترتیب نشان داده شده در شکل (۱-۲-۲) خوابیده شود. برای این منظور پیمانکار باید تمهیدات لازم برای اطمینان از موارد فوق را به کار برد و لذا به این منظور خاکبرداری اضافی در محل اتصالی‌ها بر اساس ابعاد خواسته شده باید صورت گیرد.

[1] Trench Bed Trimming

نحوه و ترتیبات بسترسازی کف ترانشه با توجه به انواع لوله و شرایط زمین و بارهای وارده به آن در بخشهای مختلف این مشخصات فنی و مشخصات طرح داده شده است.

۱-۲-۶-۴ زهکشی کف ترانشه

در مسیرهای لوله‌گذاری که سطح آب زیرزمینی از رقوم نصب لوله بالاتر باشد نیاز به زهکشی در تمام طول عملیات اجرایی خواهد بود. به هنگام بسترسازی و پی‌سازی نصب لوله زهکشی از مصالح مورد تأیید و مطابق مندرجات منعکس شده در مشخصات طرح صورت خواهد گرفت.

۱-۲-۶-۵ خاکریزی و کوبیدن خاک

۱-۲-۶-۵-۱ مقدمه

مراحل حفر ترانشه، پی‌سازی، بسترسازی و نصب لوله و متعلقات به شرح مندرجات این بخش و همچنین قسمتهای دیگر مشخصات فنی بر حسب نوع لوله و مشخصات طرح صورت خواهد گرفت. خاکریزی اطراف و روی لوله به منظور تأمین سه شرط اساسی زیر باید صورت بگیرد :

- تأمین جایگاه و بستر مناسب برای لوله
- تأمین ایستایی ثانویه لازم[1] بین لوله و دیوار ترانشه
- انتقال بارهای روی لوله به دیوار ترانشه و پی

به طور کلی خاکریزی روی لوله از نقطه نظر نوع مصالح مصرفی به شرح شکل (۱-۲-۱) به دو ناحیه مجزا تقسیم می‌شود.

ناحیه خاکریزی مرحله اول (مقدماتی)[2]- خاکریزی این مرحله شامل خاکریزی اطراف و روی تاج لوله تا ارتفاع مشخص قبل از آزمایـــش هیدرولیکی خط لوله است.

ناحیه خاکریزی نهایی[3]- خاکریزی این مرحله شامل خاکریزی تکمیلی بعد از خاکریزی انتخابی روی لوله و پس از انجام آزمایشهای هیدرولیکی است.

۱-۲-۶-۵-۲ ناحیه خاکریزی مرحله اول (مقدماتی)

این ناحیه به شرح مندرجات شکل شماره (۱-۲-۱) به بخشهای زیر تقسیم می‌شود :

الف- خاکریزی مرحله اول (قسمت اول)

با توجه به اینکه نوع لوله صلب یا قابل انعطاف باشد خاکریز در این بخش با استفاده از مصالح دانه‌ای یا خاک انتخابی به شرح توضیحات مندرج در فصل‌های دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح صورت خواهد گرفت. برای لوله‌های قابل انعطاف (خصوصاً انواع لوله‌های پلاستیک) استفاده از مواد دانه‌ای تا ارتفاع ۵۰٪ الی ۷۰٪ قطر لوله توصیه می‌شود.

---

[1] Lateral Stability
[2] Zone Backfilling (Selected Material)
[3] Final Zone Backfilling

ب- خاکریزی مرحله اول (قسمت دوم)

این قسمت از خاکریزی عموماً با استفاده از خاک انتخابی یا مصالح مناسب دیگر مورد تأیید و به منظور تأمین حداقل خاکریزی روی لوله قبل ازانجام عملیات آزمایش هیدرولیکی خط لوله است. ارتفاع خاکریزی این مرحله معمولاً ۳۰ سانتیمتر از روی تاج لوله است. مقدار خاکریزی روی تاج لوله بر روی لوله‌های با قطر بالاتر از ۶۰۰ میلیمتر می‌تواند بیش از ۳۰ سانتیمتر بر اساس دستورالعملهای مندرج در مشخصات طرح صورت گیرد. به مراحل دوگانه بندهای فوق خاکریزی با خاک و مصالح انتخابی اطلاق می‌شود. بسته به نوع لوله مقدار بارهای وارده به لوله‌ها (بارهای استاتیکی ودینامیکی) و همچنین نوع مصالح بستر لوله‌گذاری جزییات اجرایی هر قسمت از مراحل فوق‌الذکر در سایر فصل‌های این مشخصات فنی و مشخصات طرح ارائه شده است.

۱-۲-۶-۵-۳ ناحیه خاکریزی نهایی

این بخش از خاکریزی پس از خاکریزی ناحیه اول تا تراز زمین طبیعی در مناطق خارج شهر و در مناطق شهری انجام می‌شود. خاکریزی این بخش می‌تواند با خاک حاصل از خاکبرداری یا خاک انتخابی از منابع قرضه صورت گیرد.

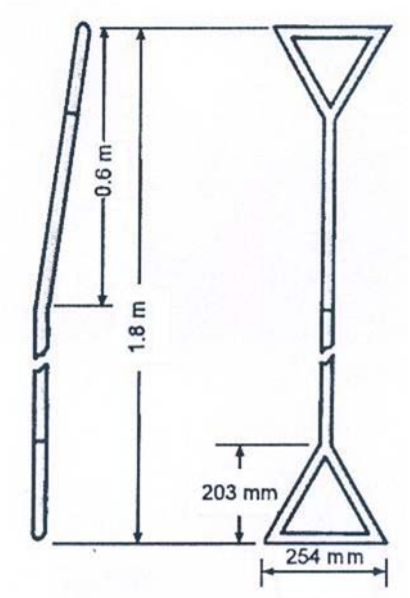
۱-۲-۶-۵-۴ مقدار و روش کوبش

خاکریزی اطراف و روی لوله بسته به قطر، ابعاد و محل اجرای کار، نوع و دانه‌بندی خاک محل با کوبش دستی، کوبش ماشینی و یا تحکیم خاک به روش غرقابی صورت خواهد گرفت. روش کوبش در دو ناحیه مندرج در بند ۱-۲-۶-۵-۲ و ۱-۲-۶-۵-۳ به شرح زیر است :

الف- خاکریزی مرحله اول

خاکریزی اولین لایه خاک کف ترانشه باید به صورت آرام و یکنواخت و همزمان در دو طرف لوله انجام گیرد. پس از پخش خاک کوبش خاک با روشهای دستی و با احتیاط کامل به نحوی باید انجام شود که از صدمه زدن به لوله و اتصال خودداری شده و یا موجب حرکت و جابجایی و اتصالی ها لوله نشود. کوبش این قسمت ازخاک که در لایه‌های ۱۰ سانتیمتری بعد از کوبش صورت می‌گیرد با وسایل دستی مانند تخماق (شکل شماره۱-۲-۳) یا وسایل سبک ماشینی صورت خواهد گرفت.

خاکریزی و کوبش خاک یا مصالح دانه‌ای در اطراف لوله‌های پلاستیکی همزمان و تا ارتفاع (۵۰٪ - ۷۰٪) قطر لوله با لایه‌های ۱۰ سانتیمتری بعد از کوبش انجام خواهد شد. خاکریزی بالای ناحیه ۵۰٪ - ۷۰٪ قطر لوله به شرح روش پیش گفته و با لایه‌های ۱۵ سانتیمتری بعد از کوبش تا اتمام خاکریزی انتخابی ادامه خواهد یافت. در کلیه مراحل خاکریزی و کوبش پیمانکار باید با نهایت دقت نسبت به اجرای کار اقدام کند. عدم دقت پیمانکار در اجرای این بخش از کار باعث صدمه زدن به لوله، خارج شدن لوله از محل اتصالی‌ها و در نهایت از آب‌بندی افتادن لوله به هنگام انجام آزمایش‌های هیدرولیکی و راه‌اندازی خواهد گردید و در صورت عدم رعایت و دقت در مشخصات مهندس مشاور دستور توقف فوری کار را صادر خواهد نمود.



شکل ۱-۲-۳ : ابعاد تخماق دستی

ب- خاکریزی نهایی

پس از انجام کارهای مربوط به آزمایش هیدرولیکی خط لوله خاکریزی نهایی صورت خواهد گرفت. مراحل این بخش از کار به شرح زیر است :

ب-۱- ابتدا باید محل اتصال لوله باقی‌مانده از ناحیه خاک انتخابی به شرح جزییات بند (۱-۲-۶-۵-۲) فوق در اطراف بدنه لوله صورت گیرد، این خاکریزی باید با دقت کامل و از دو طرف لوله انجام شود به علت عدم دقت در اجرای کار ممکن است در این مرحله صدماتی به اتصالی‌ها لوله وارد شده و باعث مشکلات بعدی به هنگام انجام آزمایش‌های هیدرولیکی و راه‌اندازی سراسری خط لوله شود. لذا توجه پیمانکار را به دقت عمل کامل در این مرحله جلب می‌کند. در صورت عدم رعایت نکات فنی مهندس مشاور می‌تواند دستور فوری توقف کار تا تأمین نیازهای فنی و لازم را بدهد. در هرصورت پیمانکار مسؤول عواقب بعدی و تأخیرات مربوط بعلت جابجایی اتصالی‌ها و عدم آب‌بندی خط لوله خواهد بود.

ب-۲- پس از خاکریزی کامل مرحله ناحیه خاک انتخابی پیمانکار باید از خاک حاصل از خاکبرداری (با حذف سنگهای درشت، مواد زائد و ریشه درختان و نظایر آن) و یا خاک انتخابی از منابع قرضه، نسبت به خاکریزی کامل لوله تا تراز زمین طبیعی اقدام کند. بسته به مشخصات و دستورالعملهای مندرج در مشخصات طرح اجرای خاکریزی نهایی در مناطق شهری و خارج شهری به دو صورت زیر خواهد بود :

- یا خاکریزی این مرحله بدون عمل کوبش و در لایه‌های ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتری تا تراز موردنظر ریخته و پخش خواهد شد. ریختن یکباره خاک با لودر یا موارد مشابه به داخل کانال مجاز نیست.
- یا خاکریزی این مرحله در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری و با کوبش به وسیله دست یا ماشین‌آلات مورد تأیید مهندس مشاور بسته به محل و نوع لوله انجام خواهد شد.

ب-۳- استاندارد کوبش خاک- روش و مقدار کوبش خاک و مصالح خاکریزی ترانشه لوله‌گذاری در مشخصات طرح داده شده است. در صورتی که به ایـــن موارد اشاره نشده باشد، مقدار کوبش خاک در ناحیه خاک انتخابی با تراکم ٪۸۵ پـــروکتور استانـــــــدارد (T-99 آشتو) و برای ناحیه خاکریزی نهایی ٪۹۰ و ٪۹۵ بر اساس استاندارد فوق خواهد بود. مقدار کوبش بر اساس استاندارد فوق برای خاکریز اطراف سازه‌ها و حوضچه‌ها با حداقل ٪۹۵ روش فوق خواهد بود.

ب-۴- تحکیم خاکریزی به روش غرقابی- در نقاطی که آب به مقدار کافی دردسترس باشد و تخلیه آب در کانال به راحتی صورت گیرد می‌توان از روش غرقابی برای تحکیم خاک استفاده نمود. کارایی این روش در نقاطی است که عمدتاً خاک محل برای خاکریزی روی لوله از خاکهای دانه‌ای با درصد بسیار کمی از خاک ریز دانه بوده و علاوه بر آن شیب کانال به صورتی نباشد که باعث شسته شدن کانال و صدمه زدن به لوله شود. لذا استفاده از روش غرقابی باید با نظر و دستور مهندس مشاور و بر اساس مشخصات طرح صورت گیرد و پیمانکار مجاز به استفاده از این روش بدون دریافت تأیید قبلی مهندس مشاور نخواهد بود.

۱-۲-۶-۶ اتمام عملیات خاکی و تمیز کردن مسیر لوله‌گذاری

پس از اتمام خاکریزی نهایی و اتمام کار، مسیر لوله‌گذاری باید به حالت اولیه برگردانده شود. در مناطق خارج شهری مسیر لوله‌گذاری در بالای ترانشه با خاکهای اضافی به صورت گرده ماهی ساخته خواهد شد. ارتفاع این گرده در محور ترانشه حداقل ۵۰ سانتیمتر خواهد بود. در مناطق شهری خاکریزی نهایی باید تا زمین طبیعی بر اساس این مشخصات فنی ریخته و کوبیده شود. اجرای زیرسازی و آسفالت مسیر بر اساس مشخصات فنی عمومی راه (نشریه ۱۰۱) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و مشخصات طرح خواهد بود.

۱-۲-۶-۷ حمل مصالح اضافی به خارج کارگاه

مصالح خاکی حاصل از خاکبرداری که مناسب برای استفاده مجدد در کار نباشد باید زیر نظر مهندس مشاور به خارج کارگاه و به محل دپوی مواد زائد حمل شود. پیمانکار باید مصالحی که توسط مهندس مشاور به عنوان مصالح زائد تلقی و دستور خارج نمودن از کارگاه برای آنها صادر شده است را به نقطه مورد نظر حمل و تخلیه کند. پیمانکار موظف است در محدوده‌های شهری نهایت دقت را بعمل آورد تا حمل و تخلیه مصالح مزاحمتی برای اهالی ایجاد نکند. رعایت مقررات ترافیک شهری در مورد حمل مصالح کلاً به عهده پیمانکار خواهد بود.

◄ ۱-۲-۷ حمل مصالح لوله و متعلقات

۱-۲-۷-۱ مقدمه

محل دپوی لوله ومتعلقات تهیه شده توسط کارفرما در مشخصات طرح ذکر می شود. این مصالح از محلهای مشخص شده تحویل پیمانکار خواهد گردید. پیمانکار موظف به بارگیری و حمل و تخلیه مصالح در دپوهای فرعی یا مسیرهای لوله‌گذاری (طول خط) به شرح مشخصات ارائه شده در این بخش و یا سایر بخشهای این مشخصات فنی است. ممکن است حمل لوله و متعلقات تحویلی کارفرما مستقیماً از محل تولید آن از کارخانه باشد. در این حالت پیمانکار باید نسبت به حمل و تخلیه نمودن آنها از کارخانه به انبارهای فرعی یا مسیر لوله‌گذاری اقدام کند. حمل لوله از محل کارخانه به پای کار با روشهای مختلف صورت می‌گیرد. تعیین

روش اقتصادی حمل بسته به عوامل مختلف مانند فاصله حمل، طول و قطر لوله و نهایتاً برنامه زمان‌بندی به اختیار و مسؤولیت پیمانکار خواهد بود. روشهای حمل باید به اطلاع مهندس مشاور رسیده و تأییدات لازم قبل از حمل لوله کسب شود.

روشهای مورد استفاده برای حمل لوله روش حمل با تریلی، حمل با راه‌آهن و یا حمل دریایی بسته به مورد خواهد بود. مراحل مختلف تحویل و حمل مصالح به شرح زیر است :

۱-۲-۷-۲ بازرسی قبل از حمل

لوله درحین ساخت درکارخانه، قبل از حمل، مراحل بازرسی را طی کرده و اجازه خروج توسط کارخانه صادر می‌شود. پیمانکار باید به هنگام تحویل لوله و متعلقات مورد تعهد کارفرما با توجه به اسناد حمل آنها را از نظر اندازه، بی‌عیب بودن شکل ظاهری، قطر، فشار کار، تعداد، کنترل و بازبینی لازم را کند. کلیه کمبودها و یا صدماتی که با چشم قابل رؤیت است، باید قبل از تحویل به اطلاع مهندس مشاور برسد. تحویل و تحول این اجناس در محل کارخانه زیر نظر نماینده کارفرما صورت می‌گیرد. پیمانکار باید نهایت دقت را به هنگام تحویل مصالح چه در محل تحویل در کارخانه یا تحویل از محل انبارهای اصلی کارفرما به عمل آورد. چنانچه پس از تحویل و امضای صورتجلسه مربوط صدمه‌ای در ارتباط با حمل و کارگذاری به این مصالح و لوازم وارد آید کلاً بر عهده و در تعهد پیمانکار خواهد بود و باید پاسخگوی آنها باشد. لوله‌های با اندود سیمانی یا با پوشش خارجی باید با توجه به استانداردها و دستورهای سازنده بادقت کامل حمل شوند. پیمانکار موظف است نسبت به بازرسی و کنترل آنها قبل از حمل اقدام کند. پوشش خارجی لوله باید دارای روی‌هم افتادگی کامل بوده و پارگی و صدمه در آنها دیده نشود. موارد صدمه دیده باید کتباً به اطلاع مهندس مشاور برسد و پس از اطلاع مهندس مشاور صورتجلسه و بعداً حمل شود.

۱-۲-۷-۳ بارگیری و حمل

پیمانکار باید توجه کند که حمل لوله، اتصالی‌ها و متعلقات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اغلب انواع لوله‌ها به علت عدم رعایت استاندارد در بارگیری و حمل صدمه خواهد دید. این صدمات ممکن است به صورتی باشد که نتوان آنها را با توجه به استانداردهای لازم ترمیم نمود و اجباراً این مصالح باید از کارگاه خارج شود، لذا در این صورت پیمانکار باید با به کارگیری ماشین‌آلات مناسب و دقت در کار برای بارگیری و حمل، از وارد آمدن صدمه به لوله و اتصالی‌ها و متعلقات جلوگیری کند. روش بارگیری و حمل با توجه به نوع، قطر، طول و وزن لوله باید حسب مورد به اطلاع مهندس مشاور رسیده و تأییدات لازم قبل از بارگیری و حمل دریافت شود. لوله‌ها بهیچوجه نباید از ارتفاع سقوط کند یا به لوله دیگری با ضربه برخورد کند و به طور مشخص لوله‌های با اندود داخلی سیمانی و یا پوشش خارجی باید با دقت بیشتری بارگیری و حمل شود به نحوی که صدمه‌ای به اندود داخلی یا پوشش خارجی وارد نشود. لوله‌های با قطر کوچک را می‌توان با تعبیه دو الوار به صورت سطح شیبدار بسمت پایین هدایت نمود و از کامیون یا کفی تخلیه نمود. لوله با اقطار بزرگ را باید با ماشین‌آلات مناسب مانند جرثقیل یا سایدبوم تخلیه نمود. استفاده از برزنت یا قلابهای پوشش شده با پلاستیک برای بلندکردن لوله‌ها به منظور جلوگیری از صدمه زدن به لوله الزامی است. از انداختن مستقیم کابل به دور لوله خصوصاً لوله با پوشش خارجی باید جداً اجتناب شود.

نحوه و روشهای مطمئن و بارانداز و دپوی لولـــه‌ها با توجه به مندرجات فصل‌های این مشخصات فنی، مشخصات طرح و دستورالعملهای سازندگان خواهد بود.

۱-۲-۷-۴ انبار کردن مصالح

محل دپوهای اصلی و فرعی باید به نحوی انتخاب و ساخته و آماده شود که از وارد شدن آبهای سطحی محل، گل و لای و سایر مواد زائد به داخل لوله‌ها جلوگیری شود. بدین منظور محل دپو باید از زمین طبیعی بلندتر انتخاب شود تا از تخلیه آبهای سطحی به داخل لوله جلوگیری شود. ردیف اول باید بر روی الوارهای مناسب چوبی و یا در روی بستر محکم قرارداده شود به نحوی که امکان غلطیدن آنها وجود نداشته باشد. لوله‌های کناری محل دپو باید با ایجاد زائده برای جلوگیری از غلطیدن نگهداری و حفاظت شود. در بعضی از انواع لوله‌ها چیدن آنها با توجه به قطر آنها به صورت مثلثی بوده بدین معنا که تعداد ردیفهای لوله‌های رویی معمولاً یک عدد کمتر نسبت به ردیفهای تحتانی است. معمولاً ارتفاع کل لوله‌ها نباید از ارتفاع مجازی که در فصل‌های بعدی این مشخصات فنی با توجه به نوع لوله‌ها داده شد یا مشخصات طرح اعلام شده تجاوز کند. علاوه بر آن پیمانکار موظف به رعایت نکات عمومی زیر برای چیدن و قراردادن لوله‌ها در محل دپوها است.

- محل دپو باید از زمین طبیعی حداقل ۳۰ سانتیمتر بالاتر اختیار شود تا از ورود آبهای سطحی یا مواد زائد به محل دپو یا به داخل لوله‌ها جلوگیری شود.
- محل قرارگرفتن ردیف لوله‌ها باید به صورت یکنواخت توسط وادارهای مناسب کنترل و ثابت شود. ارتفاع این ردیفها حداقل از سطح زمین به صورتی باشد که قسمت مادگی لوله‌ها با زمین در تماس نباشد و با تعبیه وادارهای مناسب باید مانع از غلطیدن آنها شود.
- برای لوله‌های چدن نشکن و لوله‌های بتنی با اقطار بالا در بین هر لایه تخته یا زائده نگهدارنده قرار داده شود.
- برای لوله‌های با اتصالی‌ها سرساده و سرکاسه‌ای، انتهای سرکاسه در خلاف جهت و بین دو انتهای با سرساده در ردیف بالایی قرار داده شود.
- لوله‌های با قطرهای مساوی و فشار کارهای مساوی باید در یک محل انبار شوند. لوله‌های با طول‌های کوتاه و مخصوص و همچنین متعلقات باید جداگانه انبار شوند.
- از دپوی دراز مدت لوله‌های پلاستیک خودداری شود این لوله‌ها باید فوراً به مصرف برسد. محل قرار گرفتن این لوله‌ها باید به صورت سربسته و دور از تابش مستقیم آفتاب باشد. از قراردادن پلاستیک روی این لوله‌ها خودداری شود. محل انبار این لوله‌ها باید به نحوی باشد که امکان حرکت هوا به داخل آنها به راحتی میسر باشد.

دستورالعملهای تکمیلی برای انبارکردن لوله‌ها و متعلقات با توجه به انواع لوله و متعلقات در فصل‌های دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح ارائه شده است.

۱-۲-۷-۵ حمل لوله و متعلقات به پای کار و ریسه کردن آن

پیمانکار موظف است پس از تحویل لوله و متعلقات از کارفرما از محل تولید در کارخانه به انبار مرکزی و یا دپوهای فرعی نسبت به حمـــل و ریسه نمودن آنها در کنار ترانشه لولـــه‌گذاری اقدام کند. ریسه نمودن لوله و اتصالی‌ها در مسیر خط لولـــه باید طبق دستورالعملهای سازندگان و دستورالعملهای زیر صورت گیرد :

- ریسه کردن لوله‌ها باید پس از تسطیح باند عملیات اجرایی و حتی‌الامکان در زمان مناسب قبـل از حفـر کانـال انجـام شـود. پیمانکار از ریسه کردن طولانی لوله باید جداً خودداری کند.
- لوله در کنار ترانشه باید به نحوی ریسه شود که از جابجایی و حرکت آن پیشگیری بعمل آید.
- چنانچه ترانشه لوله‌گذاری حفاری شده باشد لوله باید در طرف مقابل به نحوی ریسه شود که از آلوده شدن آن به مواد خاکی، گل‌ولای و سایر آلاینده‌ها پیشگیری شود. در این حالت به راحتی می‌توان لوله را برای بلند کردن و جابجایی آماده نمود.
- در مناطق کوهستانی و با شیب زیاد نگهداری لوله‌ها به منظور جلوگیری از حرکت آن و ایجاد صدمات ولطمـات بـه آنهـا بـا توجه به مندرجات فصل‌های دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح الزامی است.
- چنانچه ریسه نمودن لوله قبل از حفاری ترانشه صورت گیرد باید فواصل طرف تخلیه مواد حاصل از خاکبرداری و طرف دپـو لوله با توجه به محور مسیر کار قبلاً به نحـوی مـشخص شـود کـه مـانع از حرکـت و جابجـایی ماشـین‌آلات خـاکبرداری و لوله‌گذاری نباشد.
- دپوی لوله‌ها و ریسه نمودن لوله‌ها باید به نحوی باشد که از ورود آبهای سطحی و زائد به داخل آن جلوگیری شـود. چنانچـه این امر با توجه به شرایط زمین میسر نباشد پیمانکار موظف است با قرار دادن درپوش بر روی آن از ورود مواد زائد جلوگیری کند.
- ریسه نمودن لوله‌های پوشش شده در کنار ترانشه باید بر روی کیسه‌های خاک نـرم یـا الوارهـای چـوبی صـورت گیـرد و از قراردادن مستقیم آنها بر روی زمین جداً خودداری شود.
- نحوه استقرار لوله‌ها در کنار ترانشه یا در کنار جاده‌ها یا مناطق شهری بایـد بـه نحـوی باشـد کـه از صـدمه خـوردن در اثـر جابجایی و تردد ماشین‌آلات جلوگیری شود.
- لوله‌های سرکاسه‌ای باید در مسیر کار طوری ریسه شوند که قسمت سرکاسه لوله در جهت پیشروی لوله‌گذاری قرار گیرد.
- لوله‌ها به نحوی ریسه و نگهداری شوند که از غلطیدن آن در داخل ترانشه جلوگیری به عمل آید. قراردادن زائـده در طـرفین لوله یا ریختن خاک در طولی از لوله به منظور نگهداری کامل آن خصوصاً برای لوله‌های با قطر بالا الزامی است.

- در مناطق شهری و مسکونی یا در مجاورت جاده‌های عمومی که امکان دپوی لوله به صورت ممتد وجود نـدارد، دپـوی لولـه باید با توجه به سرعت عملیات لوله‌گذاری صورت گیرد. در این مناطق ریسه کردن لوله نباید مـانع از حرکـت وسـایط نقلیـه عمومی یا تردد عابرین پیاده شود.

۱-۲-۸ نصب لوله و متعلقات

۱-۲-۸-۱ مقدمه

در این قسمت رئوس کارهای عمومی مربوط به نصب لوله و متعلقات در طول ترانشه آماده شده ذکر شده‌است. مراحل نصب لوله شامل بازدید قبل از نصب لوله، قراردادن لوله در ترانشه[1]، بستن لوله (جا زدن لوله)[2] است. بسته به نوع لوله و قطر آن و توصیه‌های کارخانجات سازنده، دستورالعملهای تکمیلی خاص در فصل‌های دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح ارائه شده است.

نصب لوله از حساس‌ترین قسمت لوله‌گذاری به منظور تأمین آب‌بندی کامل لوله و بالابردن عمر مفید لوله است. لذا پیمانکار موظف است نهایت دقت در اجرای این بخش از کار را به عمل آورد.

۱-۲-۸-۲ بازدید قبل از نصب

قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه رعایت اصول و موارد زیر توسط پیمانکار الزامی است. مهندس مشاور موظف است پس از اطمینان از رعایت موارد زیر اجازه نصب لوله را کتباً صادر کند.

- کلیه لوله‌ها باید به لحاظ صدمه دیدن احتمالی به هنگام بارگیری تخلیه و ریسه شدن در محل کـار کنتـرل و بازرسـی شـود. لوله‌های بااندود سیمانی داخلی و با پوشش خارجی باید مورد بازرسی دقیق قرار گیرد.
- محل اتصال لوله‌ها به یکدیگر (انتهای لوله) با توجه به نوع اتصال آنها نباید دارای هیچ‌گونه صدمه و یا دو پهنی باشد تا پس از اتصال و جا زدن آب‌بندی را دچار مشکل کند.
- داخل لوله به دقت وارسی شود که هیچگونه مواد زائد مانند روغن، گریس و یا حیوانات وجود نداشته باشد.
- لوله‌های با پوشش خارجی و یا اندود داخلی با دقت کامل به لحاظ سالم بودن آنها و با وسایل مناسب مانند ردیاب[3]، کنتـرل و بازرسی شود. نقاط آسیب دیده پوشش خارجی و با اندود داخلی با نظر مهندس مشاور چنانچه قابـل اصـلاح باشـد، در محـل اصلاح شود. در غیر این‌صورت مهندس مشاور اجازه کارگذاری و نصب لوله را نخواهد داد.

[1] Pipe Lowering
[2] Pipe Jointing
[3] Holiday Detector

۱-۲-۸-۳ لوله‌گذاری (خواباندن لوله)

۱-۲-۸-۳-۱ لوله‌گذاری به صورت پیوسته (روش دفنی)

الف- شرایط لوله‌گذاری معمولی

در این شرایط لوله به صورت معمولی بر روی بستر آماده شده در کانال حفر شده در زمین طبیعی و یا در خاکریزی قرار داده می‌شود. بدنه لوله باید در تمام طول لوله به شرح شکل شماره (۱-۲-۲) با کف ترانشه تماس کامل داشته و تحت هیچ شرایطی نباید وزن لوله توسط اتصالی‌ها به بستر منتقل شود. لذا درمحل اتصالی‌ها باید خاکبرداری اضافی به منظور تأمین فضای لازم برای اتصال مسیر لوله‌گذاری فراهم شود. لوله‌گذاری معمولاً باید از پایین دست شروع شود. لوله باید در مسیر نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی نصب شود. شیب کف ترانشه در نقشه‌های اجرایی نشان داده می شود. حداقل این شیب ۰/۲ درصد است در مواردی که باید لوله در قوس نصب شود مقدار انحراف در اتصال باید با توجه به قطر، نوع لوله و توصیه کارخانجات سازنده لوله صورت گیرد. انحراف از مسیر باید بعد از جا زدن و نصب لوله در مسیر مستقیم صورت گیرد. مقدار انحراف مجاز با توجه به توصیه‌های کارخانجات سازنده و انواع مختلف لوله‌های مندرج در این مشخصات فنی و در فصل‌های دیگر داده شده است.

ب- شرایط لوله‌گذاری در شیبهای تند

در مواردی که لوله‌گذاری در کانال با شیب تند صورت گیرد به منظور جلوگیری از فرار و حرکت لوله براثر بارهای خارجی، لوله باید توسط عوامل نگهدارنده عمود بر مسیر خط لوله ثابت شود. انتخاب محل، نوع و فواصل وادارهای فوق‌الذکرطبق نقشه‌های اجرایی و مشخصات طرح خواهد شد. در شرایط لوله‌گذاری در شیبهای تند پیمانکار موظف است که از ورود آبهای سطحی به داخل کانال و جاری شدن در بستر کانال جلوگیری کند. علاوه بر آن قبل از خاکریزی اولیه یا خاکریزی نهایی بر اساس نقشه‌های اجرایی و مشخصات طرح، باید دیوارهای نگهدارنده عمود بر محور لوله احداث شود تا مانع از فرار لوله یا شستشوی کف بستر، خاکریزی روی لوله و نهایتاً ایجاد صدمات به لوله شود. بسته به شرایط کار و در صورت لزوم با نظر و تائید مهندس مشاور، باید کل بستر با شن با حداکثر دانه ۳۰ میلیمتر زهکشی شود.

۱-۲-۸-۳-۲ لوله‌گذاری روی بستر ناپیوسته (روی پایه)[1]

به منظور عبور از زمینهای لجنی و یا زمینهای بسیار خورنده و نامناسب یا عبور لوله از داخل تونلها یا عبور از روی رودخانه‌ها و نهرها، لوله بر روی پایه مناسب نصب خواهد شد. جزییات پایه‌ها، فواصل و نحوه استقرار لوله بر اساس مندرجات مشخصات طرح صورت می‌گیرد.

۱-۲-۸-۴ لوله‌گذاری با توجه به انواع بسترسازی

از نقطه نظر جنس کف بستر، مقدار بارهای زنده، بار خاک و همچنین نوع لوله و اتصالی‌های آن برای لوله‌گذاری (با توجه به شکل ۱-۲-۱) سه نوع بسترسازی به شرح زیر توصیه می‌شود.

[1] Saddle Support – Pipe Support

۱-۲-۸-۴-۱ بسترسازی با خاک حاصل از خاکبرداری

درصورتی که شرایط و وضعیت کف بستر از نظر باربری اجازه دهد کف سازی ترانشه لوله‌گذاری باخاک حاصل از خاک حفاری شده یا قرضه مناسب ساخته و آماده خواهد گردید. در محل اتصالی‌ها باید خاکبرداری اضافی به نحوی صورت گیرد که فضای کافی برای قراردادن اتصال وجود داشته باشد. بین بستر ساخته شده و محل اتصال فاصله وجود داشته باشد. درصورتی که کف بستر بیش از رقومهای خواسته شده در نقشه‌هـــای اجرایی خاکبرداری شده باشد پیمانکار موظف است قبل از لوله‌گذاری نسبت به پرکردن و کوبیدن این نقاط با خاک انتخابی تا تراز مورد نظر به منظور ایجاد یک بستر یکنواخت و توزیع صحیح بار لوله و به هزینه خود اقدام کند. بعد از آماده‌سازی کف بستر، لوله باید بر اساس مسیر و رقومهای خواسته شده و با در نظر گرفتن رواداری مجـــاز خوابانده شود. این کنترل باید برای هر لوله توسط گروه نقشه‌برداری پیمانکار انجام شود.

۱-۲-۸-۴-۲ بسترسازی با مواد دانه‌ای

در این حالت باید بستر لوله‌گذاری تا تراز لازم برای بسترسازی اضافه حفاری شود. مواد زائد، گل و لای و خاک نامناسب، از کف بستر خاکبرداری حذف شود. در مسیرهای لوله‌گذاری با بستر رس نرم، در شرایط زمین آبدار و یا زمین‌های سنگی کف بستر باید با مواد مناسب یا مواد دانه‌ای بسترسازی و آماده شود. بسترسازی با مواد دانه‌ای باید به صورت یکنواخت و در تمام عرض و طول بستر لوله‌گذاری انجام شود به طوریکه بار لوله به طور یکنواخت به کف بستر منتقل شود و از وارد آمدن وزن لوله و سایر بارها به اتصالی‌ها جداً جلوگیری شود. لذا پیمانکار باید در محل اتصالی‌ها بسترسازی را به نحوی انجام دهد که حداقل ۱۰ سانتیمتر فضا بین اتصال و بستر آماده وجود داشته باشد. مصالح دانه‌ای باید توسط وسایل دستی پخش و در صورت نیاز با نظر مهندس مشاور کوبیده شود. رواداری مجاز برای نصب لوله در این نوع بسترسازی ۲۰± میلیمتر است.

۱-۲-۸-۴-۳ بسترسازی با بتن

بسته به نوع لوله و بارهای وارده به آن ممکن است نیاز به بسترسازی بتنی با ظرفیت باربری زیاد باشد. بسترسازی بتنی باید بر اساس مشخصات طرح انجام شود. ایجاد بستر بتنی هم می‌تواند به صورت ساخت بستر بتنی تا ارتفاعی از لوله یا بتن‌ریزی دور لوله[1] با بتن درجا صورت گیرد. جزییات بسترسازی با بتن در مشخصات طرح ارائه می‌شود در صورت عدم وجود این اطلاعات توصیه‌های زیر ارائه شده است.

قبل از اجرای بتن‌ریزی درجا باید کف ترانشه بر اساس مندرجات بند (۱-۲-۶-۳-۲) آماده شود. رقوم کف آماده شده باید به نحوی باشد که بتوان یک بستر بتنی به ضخامت ۰/۲۵OD یا ۱۰ سانتیمتر (هرکدام که بیشتر باشد) ریخته و اجرا شود. عرض بستر بتنی باید معادل ۱/۲۵OD یا ۲۰+OD سانتیمتر (هرکدام که بزرگتر باشد) در نظرگرفته شود. به هنگام بتن‌ریزی و جا انداختن بتن اطراف لوله باید نهایت دقت به عمل آید تا از صدمه زدن به لوله و خصوصاً جابجایـــی لوله و اتصالی‌ها جداً خودداری شود.

انتخاب روشهای بسترسازی فوق‌الذکر با توجه به نوع لوله، بارهای وارده به آن و با انتخاب ضریب بار (ضریب بستر) مناسب در فصل‌های دیگر این مشخصات فنی، مشخصات طرح منعکس شده است.

[1] Concrete Encasement

۱-۲-۹ بستن لوله (جازدن)

بستن یا جا زدن لوله مهمترین و اساسی‌ترین بخش لوله‌گذاری است. پیمانکار موظف است کارهای این مرحله را با دقت کامل انجام دهد تا اطمینان کامل از آب‌بندی اتصالی‌ها حاصل گردیده و در نهایت موجب بازدهی بیشتر خط لوله در محدوده عمر طراحی شود. نحوه جا زدن لوله بستگی به نوع لوله، نوع اتصال و وضعیت کانال از نظر شیب و شرایط زمین است. قبل از جازدن لوله پیمانکار باید از تمیز بودن داخل لوله و اتصالی‌ها اطمینان کامل حاصل کند. پیمانکار باید نسبت به پاک نمودن انتهای لوله در محل اتصال اقدام کرده و انتهای لوله را با توجه به مشخصات داده شده آماده برای جفت کردن کند. اتصالی‌ها قابل انعطاف و مکانیکی یا محل اتصال جوشی که باید پوشش شوند بعد از جا زدن یا اتمام جوشکاری طبق مشخصات داده شده باید آماده و پوشش شوند. کلیه اتصالی‌ها باید بر اساس نقشه‌های اجرایی و دستورالعملهای سازندگان جفت و متصل شود به نحوی که به راحتی بتواند فشارهای ناشی از آزمایش هیدرولیکی خط لوله را تحمل کند.

چنانچه در نقشه‌های اجرایی مقدار انحراف در محل اتصالی‌ها قابل انعطاف ذکر نشده باشد مقدار انحراف نباید از ۵۰٪ انحراف مجاز اعلام شده توسط سازندگان اتصالی‌ها تجاوز کند. نحوه جفت کردن لوله و اتصالی‌ها بر اساس مندرجات این مشخصات فنی و سایر دستورالعملهای سازندگان است. رعایت نکات فنی زیر با توجه به نوع اتصال ضروری است.

۱-۲-۹-۱ اتصال به صورت سرساده و سرکاسه[1]

در این نوع اتصال پیمانکار موظف است چهار مرحله به شرح مندرجات شکل شماره (۱-۲-۴) را رعایت و پی‌گیری کند. در این نوع اتصال محتمل‌ترین علت عدم آب‌بندی وجود مواد زائد بین لاستیک آب‌بندی و نشیمن‌گاه آن در سمت سرکاسه لوله است. از نکات مهم دیگری که ممکن است به اجرای یک اتصال صحیح و آب‌بندی صدمه وارد کند، عدم جـا زدن کامل لوله سرساده در قسمت مقابل است. معمولاً در قسمت سرساده علامت‌گذاری بـرای جاگذاری صحیح انجام می‌شود. چنانچه ایـــن علامت‌گذاری در کارخانه صورت نگرفته باشد، می‌توان در کارگاه با یک قطعه گچ سر لوله‌ها را قبل از جا زدن علامت‌گذاری نمود. سرساده لوله قبل از جاگذاری باید پخزنی[2] و نرم و بدون پلیسه باشد. از جا زدن سر لوله‌های لب تیز به داخل کاسه باید خودداری شود. انجام این امر باعث پارگی لاستیک آب‌بندی و درنتیجه صدمه زدن به اتصال گردیده و ایرادات جدی به هنگام آزمایش هیدرولیکی خواهد نمود. پخزنی لوله باید در کارخانه صورت گیرد. پخزنی سرلوله با وسایل دستی یا ماشینی در کارگاه با تأیید مهندس مشاور انجام می‌گیرد.

در مواردی که بر اساس نقشه‌های اجرایی باید اتصالی‌ها سرکاسه‌ای یا اتصالی‌ها مکانیکی با انحراف در قوس جاگذاری شود، ابتدا باید اتصال به طور مستقیم بدون توجه به مقدار انحراف جا زده و سپس با توجه به مقدار انحراف نوشته شده در نقشه‌های اجرایی یا دستورالعمل سازندگان سرساده لوله را در اتصال منحرف نمود. جازدن لوله با اقطارکوچک را می‌توان توسط الوار به فرمی که در شکل (۱-۲-۵- الف) نشان داده شده انجام داد. برای لوله با اقطار بزرگتر می‌توان با تیفور بسته به نوع و قطر لوله به فرمی که در شکل (۱-۲-۵- ب) نشان داده شده است لوله را جا زد.

---

[1] Bell and Spigot
[2] Beveling

۱-۲-۹-۲ اتصال قابل انعطاف (اتصال مکانیکی)[1]

مراحل مختلف آماده نمودن اتصال مکانیکی برای جا زدن لوله‌های فولادی با اتصال مکانیکی یا لوله‌های چدن نشکن با اتصال گلند و پیچ و مهره‌ای در شکل شماره (۱-۲-۶) نشان داده شده است. مقدار نیروی لازم برای سفت کردن پیچها برای اجرای یک اتصال کامل و صحیح با توجه به استاندارد سازندگان و برحسب نوع لوله در فصول دیگر این مشخصات داده شده است.

۱-۲-۹-۳ نگهداری لوله در شیبهای تند

در مسیرهای لوله‌گذاری با شیبهای تند نحوه لوله‌گذاری به منظور جلوگیری از فرار لوله بسمت جلو در نقشه‌های اجرایی و سایر مشخصات طرح ذکر گردیده است.

چنانچه این موارد به صراحت در اسناد پیمان ذکر نگردیده باشد پیمانکار می‌تواند کتباً این اطلاعات را از مهندس مشاور بخواهد. توصیه‌های زیر به منظور راهنمای اجرایی در این مشخصات فنی نوشته شده است.

چنانچه شیب مسیر لوله‌گذاری از ۵ : ۱ (یک عمودی، ۵ افقی) تندتر باشد، نگهداری لوله به منظور جلوگیری از رانش و فرار لوله الزامی است. نگهداری لوله باید با بلوکهای بتنی نگهدارنده عمود بر مسیر لوله‌گذاری یا ترتیبات دیگری صورت گیرد. فاصله بلوکهای نگهدارنده درجدول شماره (۱-۲-۳) نشان داده شده است. برای شیبهای بین ۶ : ۱ تا ۱۲ : ۱ لزوم اجرای بلوکهای نگهدارنده بستگی به کیفیت زمین دارد و برای شیبهای کمتر از ۱۲ : ۱ نیاز به احداث بلوکهای وادار نیست.

در ترانشه‌های با شیب بسیار تند معمولاً بعد از خاکبرداری، ترانشه به صورت مسیر تخلیه آبهای سطحی یا زیرزمینی عمل می‌کند و جریان سریع آب باعث شستشوی مواد کف بستر شده و در نهایت باعث تقلیل ضریب اطمینان کارهای نصب لوله می‌شود. در این مورد می‌توان برای ساخت بستر لوله و خاکریزی روی آن از مصالح انتخابی مورد تأیید مهندس مشاور استفاده نمود.

در جدول شماره (۱-۲-۳) فاصله بلوک‌های نگهدارنده برای لوله با طول ۵ متر در شیب‌های مختلف به عنوان راهنما داده شده است.

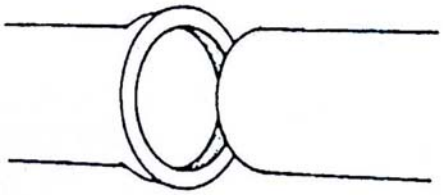
جدول ۱-۲-۳ : فاصله بلوکهای نگهدارنده در شیبهای مختلف لوله‌گذاری

شیب مسیر لوله‌گذاری	فاصله بلوک‌های نگهدارنده بر اساس لوله ۵ متری (متر)
۱:۲ و شیب تندتر	۵
۱:۲ تا ۱:۴	۱۰
۱:۴ تا ۱:۵	۱۵
۱:۵ تا ۱:۶	۲۰
۱:۶ تا ۱:۱۲	بستگی به وضعیت زمین دارد
کمتر از ۱:۱۲	معمولاً نیاز نیست

[1] Flexible Joint (Mechanical Joint)

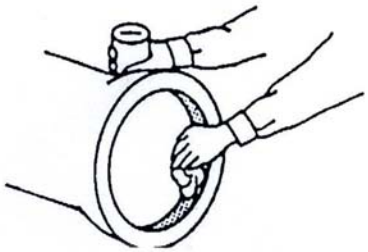
(1)

- محل اتصال سر کاسه ای و سر ساده بدقت تمیز شود .
- لاستیک آب بندی از همه جهت سالم باشد .
- روغن کاری لا ستیک آب بندی بر اساس کارخانه سازنده انجام شود .
- جاگذاری لاستیک آب بندی در محل مربوطه .
- در آب و هوای سرد در صورت لزوم با طرق مناسب گرم شود .



(3)

- اطمینان حاصل شود که سر ساده کاملا پخ کاری شده است . سر لوله تیز به لاستیک آسیب می رساند .
- برای جا زدن ، دو سر لوله بایستی در یک خط باشند ، انحراف بعد از جا زدن لوله انجام می شود .



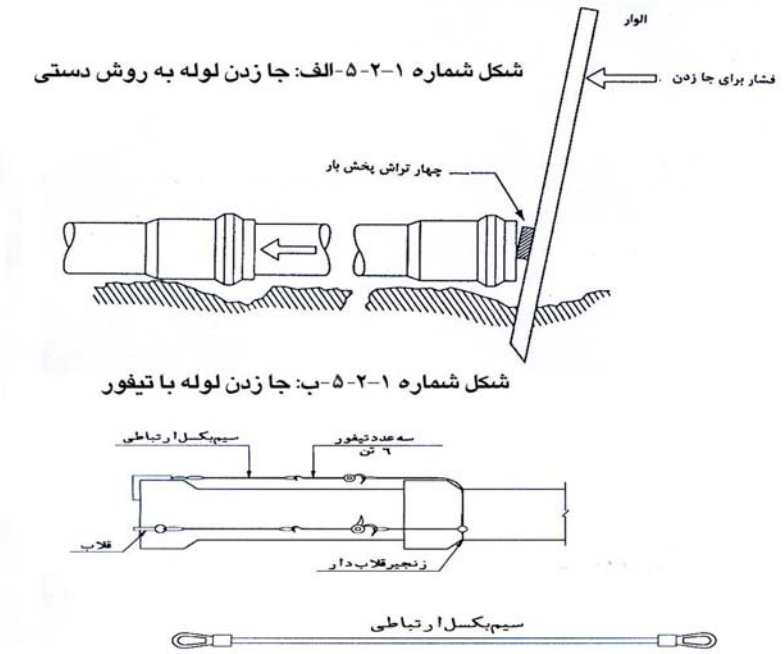
(2)

- لاستیک و سر ساده با مواد روان‌ساز آماده شود
- قسمت‌های آماده شده از آلودگی محفوظ باشد.

(4)

- سر ساده با فشار به سر کاسه ای وارد می شود .
- جازدن لوله به شرح اشکال ۱-۲-۵صورت می‌گیرد.

شکل ۱-۲-۴ : مراحل جازدن لوله با اتصال سرکاسه‌ای



شکل ۱-۲-۵ : روش‌های جازدن لوله

شکل ۱-۲-۶ : مراحل نصب لوله با یک نوع اتصال مکانیکی

۱-۲-۹-۴ ضربه‌گیرها

در خطوط لوله تحت فشار در محلهایی مانند اتصالی‌ها، شیرها، زانویی‌ها، سه راهی‌ها، تبدیل‌ها[1] و نظایر آن که به نحوی در مسیر جریان تغییر ایجاد شود، ایجاد ضربه و در نتیجه باعث حرکت لوله و اتصالی‌ها می‌شود. به منظور جذب این نیرو و جلوگیری از حرکت لوله و اتصالی‌ها، انجام تمهیدات خاص اجرایی الزامی است.

نیروی ضربه‌ای معمولاً در جهت عمود بر محور مسیر یا تحت اثر برآیند نیروهای وارده بر اتصال زاویه‌دار عمل می‌کند. این نیرو تمایل دارد که اتصال یا لوله را از محل محور خود خارج کند. در شکل شمـــاره (۱-۲-۷) به صورت شماتیک نحوه اثر نیروهای ضربه‌ای برای زانوی ۴۵ و ۹۰ درجه و سه‌راهی نشان داده شده است. چنانچه نیروهای فوق، کنترل و جذب نشود، باعث جابجایی و

[1] Reducer

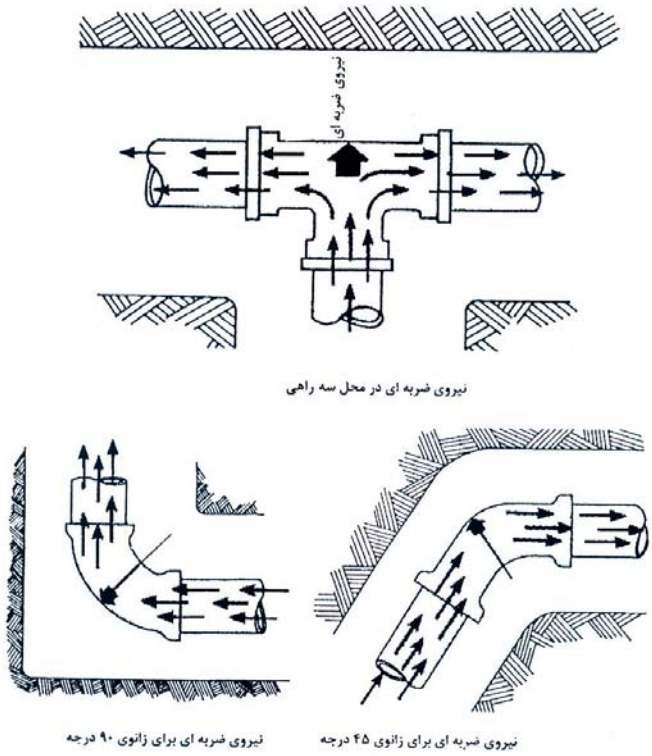
در رفتن اتصالی‌ها و از آب‌بند خارج شدن خط لوله می‌شود. نحوه کنترل و جذب نیروهای ضربه‌ای در محل اتصالی‌ها و تغییر مسیرها به صورت زیر است.

۱-۲-۹-۴-۱ ساخت بلوک ضربه‌گیر[1]

معمول‌ترین روش کنترل و جذب این نیرو ساخت بلوکهای ضربه‌گیر به صورت اجرای بتن درجا به شرح شکل (۱-۲-۸) است.

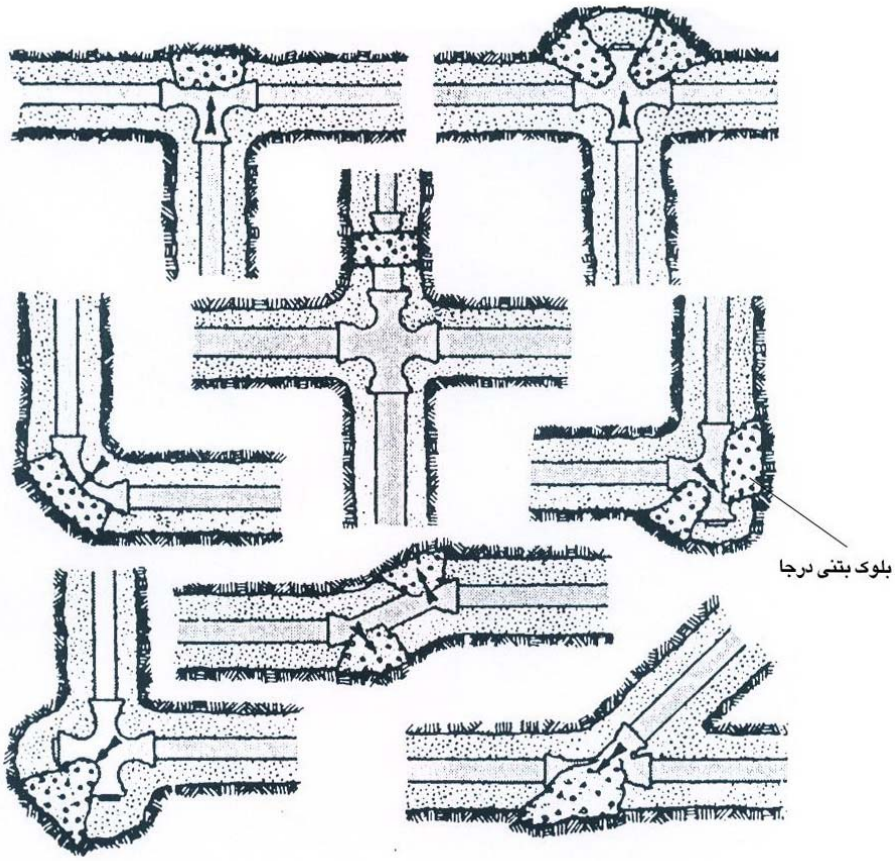
۱-۲-۹-۴-۲ میل مهار[2]

در مواردی که امکان و فضای ساخت بلوکهای ضربه‌گیر میسر نباشد استفاده از روشهای دیگر نیز مورد توجه قرار خواهد گرفت. در شکلهای شماره (۱-۲-۹) و (۱-۲-۱۰) روش جذب نیروی ضربه‌ای با نصب میل مهار نشان داده شده است. در این روش نیرو توسط میل مهار جذب و پس از آن به بتن و نهایتاً به زمین منتقل خواهد شد. جزییات و موقعیت بلوکهای ضربه‌گیر یا میل مهارها در این مشخصات فنی و مشخصات طرح ارائه شده است.

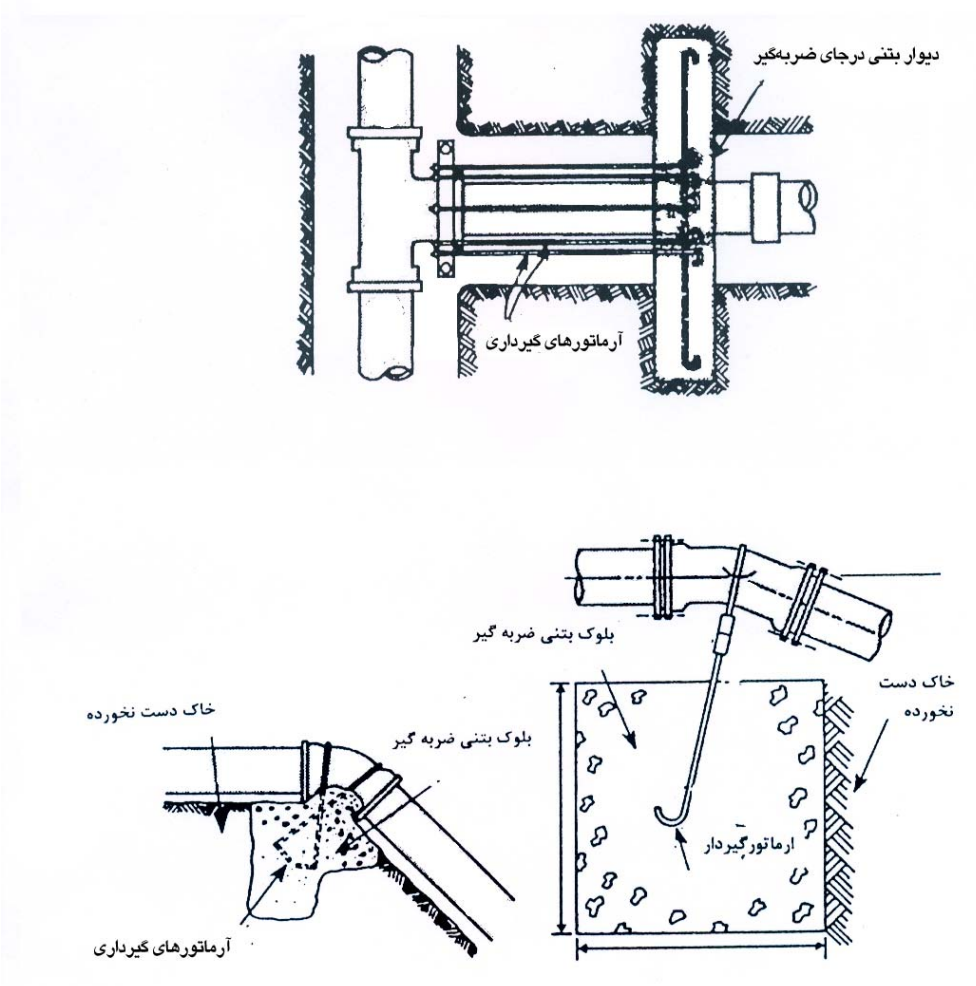


شکل ۱-۲-۷ : نحوه اثر نیروی ضربه‌ای

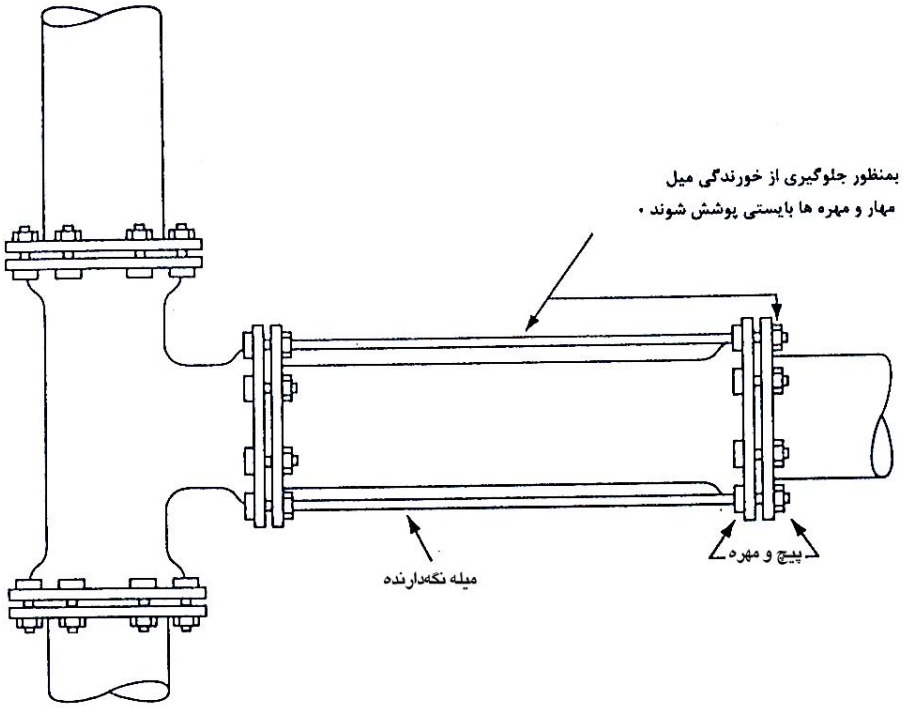
[1] Thrust Block
[2] Anchor Bar



شکل ۱-۲-۸ : بلوک‌های بتنی ضربه‌گیر در جا



شکل ۱-۲-۹ : انواع مختلف بلوک‌های ضربه‌گیر



شکل ۱-۲-۱۰ : جذب نیروی ضربه‌ای بوسیله میل مهار

۱-۲-۱۰ آزمایش هیدرولیکی (هیدرواستاتیک)[1] و ضدعفونی کردن خطوط لوله آب تحت فشار

۱-۲-۱۰-۱ مقدمه

آزمایش هیدرواستاتیک و ضدعفونی نمودن خطوط لوله آب برای تأمین اهداف زیر صورت می‌پذیرد :

- اطمینان از صحت انجام کار و مناسب بودن لوله، شیرها، متعلقات و سایر لوازم به کار گرفته شده و در نتیجه تحمل فشار لازم توسط تمام قسمتهای خط در مقابل فشار طراحی و عدم نشت آب به مقدار بیش از حد مجاز آن.
- ضدعفونی نمودن کلیه قسمتهای خطوط لوله آب به نحوی که انتقال آب به نقاط مصرف بدون هیچ‌گونه آلودگی صورت گیرد.

به این ترتیب و برای تأمین اهداف فوق، انجام مراحل متمایز زیر ضروری است.

- آزمایش فشار هیدرواستاتیک قسمتهای مختلف خط لوله
- آزمایش و ضدعفونی کردن خط لوله
- شستشوی سراسری خط لوله

[1] Hydrostatic Test (Hydraulic Test)

عمدتاً مراحل ضدعفونی و شستشوی سراسری به صورت همزمان انجام و در یکدیگر ادغام می‌شوند.

۱-۲-۱۰-۲ آزمایش فشار هیدرواستاتیک خط لوله

دستورالعمل کلی آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله به شرح مندرجات این فصل است. جزییات بیشتر آن در سایر فصلهای این مشخصات فنی و مشخصات طرح منعکس و یا در زمان آزمایش توسط مهندس مشاور به پیمانکار ابلاغ خواهد گردید. رعایت اصول و ضوابط عمومی زیر به هنگام انجام آزمایش هیدرواستاتیک توصیه می شود.

- فشار آزمایش[1] خطوط لوله با توجه به نکات قبلی و بسته به مورد، باید برای فشار ۱/۵ برابر فشار کار[2] (برای خطوط لوله با فشار کار تا ۱۰ آتمسفر) و یا فشار کار به اضافه ۵ آتمسفر (برای خطوط لوله با فشار کار بیش از ۱۰ آتمسفر) مورد آزمایش قرار گیرند.
- طول هر قطعه از خط لوله که مورد آزمایش فشار واقع می‌شود، به نوع و قطر لوله بستگی دارد. تقسیم خط لوله به قطعات مورد نظر از طریق بستن شیرها مجاز نیست. طول قطعه مورد آزمایش با توجه به ضوابط و ملاحظات فنی و نوع لوله در فصل بعدی این مشخصات داده شده است.
- آزمایش شیرهای قطع و وصل روی خط لوله در مراحل بعدی و طی شستشوی سراسری لوله با فشار بهره‌برداری انجام می‌شود و نیازی به آزمایش جداگانه نیست.
- خاکریزی روی بدنه لوله در موقع آزمایش باید حداقل تا ۳۰ سانتیمتر روی تاج لوله صورت گرفته باشد. اتصال لوله‌ها به یکدیگر و محل متعلقات باید باز و قابل بازدید و رویت باشند.
- کلیه متعلقات لوله از قبیل زانو، سه راه، چهار راه، تبدیل و غیره باید طبق مشخصات طرح مهار گردند تا در اثر نیروی فشار ناشی از آزمایش تغییر مکان ندهند.
- پرکردن خط لوله باید به آهستگی و از نقطه پست شروع شود.
- کلیه پیچ و مهره فلنجها، کنترل و از محکم بودن آنها اطمینان حاصل شود.
- مقدار آب تزریق شده برای پرنمودن خط لوله نباید از مقادیر مندرج در سایر بخش‌های این مشخصات فنی و مشخصات طرح تجاوز کند.
- آب تزریق شده برای پر نمودن و آزمایش هیدرولیکی لوله باید کاملاً صاف، بی‌بو، و عاری از هرگونه مواد معلق قابل رؤیت با چشم غیرمسلح باشد.

[1] Test Pressure
[2] Working Pressure

- پس از پر شدن خط لوله و حصول اطمینان از اشباع لوله‌ها (بسته به مورد) و تخلیه تمام هوای موجود در خط، افزایش فشار توسط تزریق آب می‌تواند شروع شود.
- معمولاً آزمایش فشار هیدرواستاتیکی در دو مرحله آزمایش اولیه ونهایی انجام می‌شود که نحوه و مقدار فشار هر یک در مشخصات طرح ذکر و یا توسط مهندس مشاور ابلاغ می‌شود. در صورت فقدان این دستورالعمل، می‌توان به شرح زیر عمل نمود. در مرحله اول، فشار خط را به تدریج تا یک سوم فشار مورد آزمایش بالا برده و سپس باید تمام طول خط مورد بازرسی قرار گرفته و هرگونه نقصی مرتفع شود. در مرحله دوم آزمایش، باید تدریجاً فشار را افزایش و پس از هواگیری به فشار مورد نظر رساند.
- پس از رسیدن به فشار مورد نظر، خط لوله باید برای مدت تعیین شده در مشخصات طرح تحت فشار باقی مانده و سپس اندازه‌گیری لازم بر اساس افت فشار و یا مقدار نشت آب بر اساس مشخصات مندرج دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح انجام شود. درصورتی که ارقام بدست آمده افت فشار و یا نشت آب کمتر از ارقام مجاز باشد، خط لوله آب‌بند تلقی می‌شود و در غیر این‌صورت، باید پس از رفع معایب، آزمایش هیدرولیکی تا حصول نتیجه مورد نظر تکرار شود.
- متذکر می‌شود که برای دستیابی به نتیجه مطلوب در آزمایش هیدرولیکی نخست باید پس از پرکردن خط و حفظ آن برای مدت حداقل ۲۴ ساعت برای اشباع لوله‌ها و جابجایی واشرها و خروج هوا، اطمینان حاصل نمود که تمام هوای موجود در لوله خارج گردیده و تمام خط عاری از هوای محبوس شده است. ضمناً محل کلیه اتصالی‌ها باید مرتباً بازدید شده و عیوب احتمالی برطرف شود. مقدار نشت آب مجاز حسب مورد و با توجه به نوع لوله‌های به کار رفته در سایر فصل‌ها این مشخصات فنی و مشخصات طرح منعکس است.
- همانطور که ذکر شد، تقسیم خط لوله به قطعات مورد آزمایش از طریق بستن شیرهای قطع و وصل روی خط مجاز نیست. به عبارت دیگر، نباید دیسک شیرهای قطع و وصل به عنوان درپوش انتهایی قطعه، مورد استفاده قرار گیرند، بلکه در هر دو انتهای قطعه مورد آزمایش، باید دو درپوش مناسب بر روی لوله نصب و توسط مهاری های لازم از حرکت آنها و همچنین خط لوله جلوگیری شود.
- بر روی بالاترین نقطه درپوش انتهایی قسمت مرتفع تر خط لوله باید یک شیر تخلیه هوا با قطر مناسب نصب شود. قطر شیرهای تخلیه هوا متناسب با قطر خط اصلی انتخاب و معمولاً بین ۰/۵ الی ۲ اینچ می‌باشند. شیرهای تخلیه هوا می‌توانند از

شیرهای معمولی انشعاب[1] انتخاب گردند که هوای داخل خط در زمان آزمایش، متوالیاً با باز و بسته نمودن آنها تخلیه می‌شود. از این شیر می‌توان به عنوان نمونه برداری و کنترل مقدار هوا به شرح بخشهای بعدی نیز استفاده نمود.

- بر روی پایین‌ترین نقطه درپوش انتهایی قسمت پست تر خط لوله باید یک شیر تزریق آب با قطر مناسب نصب شود. قطر این شیر نیز متناسب با قطر خط اصلی و مقدار آب تزریقی به خط بوده و معمولاً بین یک الی چهار اینچ است. این شیرها نیز می‌توانند از شیرهای معمولی انتخاب گردند. از شیرهای تزریق آب می‌توان به عنوان شیر تخلیه خط نیز استفاده نمود. بر روی هریک از درپوشهای انتهای خط یک فشار سنج نصب می‌شود. فشار سنجها باید قادر به نمایش تغییرات فشار تا حدود ۰/۱۰ بار (یک متر ستون آب) باشند.
- نتیجه آزمایش فشار هیدرواستاتیکی خط باید از پایین‌ترین نقطه قطعه مورد آزمایش قرائت شود. طول قطعات مورد آزمایش باید به نحوی انتخاب گردند که فشار در بالاترین نقطه حداقل معادل ۱/۱۰ برابر فشار نامی خط باشد.
- مهار لوله‌ها، شیرها، اتصالی‌ها، متعلقات، پشت‌بندها و درپوشها در حین آزمایش فشار هیدرواستاتیکی ضروری است. در غیر این‌صورت و با جابجایی هریک از آنها، نشت آب از همان نقطه شروع و ضمن عدم موفقیت آزمایش، خط لوله نصب شده نیز صدمه می‌بیند. نحوه مهار درپوشها در مشخصات طرح منعکس و یا توسط مهندس مشاور به پیمانکار ابلاغ خواهد شد. در غیر اینصورت، پیمانکار باید روش آزمایشها و نحوه مهار درپوشها و خط لوله در مدت آزمایش را کتباً از مهندس مشاور درخواست کند.
- هیچ‌گونه عملیات اجرایی در ترانشه در طی مدت آزمایش فشار هیدرواستاتیکی مجاز نیست.
- هرگاه در حین عملیات آزمایش فشار هیدرواستاتیکی عیوبی در خط و متعلقات و شیرها بروز و مشاهده شود، عملیات باید متوقف و آب تا حدود فراهم شدن شرایط کار در محل و یا محلهای مورد نظر برای اصلاح، تخلیه شود. شروع مجدد آزمایش تنها پس از رفع کلیه عیوب مجاز است.
- اصلاح و تعمیر اتصالی‌های که آب بند نبودن آنها در حین آزمایش مشاهده می‌شود، می‌تواند بدون تخلیه آب لوله و پس از کاهش فشار خط تا حد ممکن انجام شود.
- جک و یا وسایل مشابه درپوشهای موقت مادام که خط لوله دارای فشار است نباید باز و جابجا شوند.
- ظرفیت تانکر و تلمبه آب برای افزایش فشار داخل خط باید متناسب با طول خط مورد آزمایش و حداکثر فشار مورد نظر انتخاب شود.

[1] Corporation Stop

- آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله‌ها و متعلقات و شیرهائی که قطعات آزمایش شده خطوط لوله را به یکدیگر متصل می‌نمایند ضروری نبوده و آزمایش سراسری خط لوله برای این قطعات کوچک کفایت می‌کند.
- پس از پایان موفقیت‌آمیز آزمایش فشار هیدرواستاتیکی هرقطعه و تأیید مهندس مشاور، صورتجلسه انجام کار تنظیم شود. در این صورتجلسه اطلاعات لازم از قبیل طول خط، فشار آزمایش، مدت آزمایش، عیوب مشاهده و رفع شده، مقدار افت فشار و یا کاهش آب و غیره درج شود.

۱-۲-۱۰-۳ آزمایش و ضدعفونی کردن خط لوله

پس از اتمام کلیه عملیات اجرایی و نصب لوله، شیرها و متعلقات و آزمایش فشار هیدرواستاتیک قسمتهای مختلف، آزمایش و ضدعفونی خط لوله انجام می‌شود. برای این منظور، باید از آب کاملاً صاف، بی بو و عاری از هرگونه مواد معلق قابل رؤیت با چشم غیر مسلح استفاده شود. در این آزمایش، قسمتهای رابط بین قطعات خط لوله که هر یک قبلاً و به صورت جداگانه، مورد آزمایش فشار هیدرواستاتیک قرار گرفته‌اند و همچنین شیرها روی خط نیز تحت آزمایش قرار می‌گیرند و در حقیقت تنها آزمایش فشار این قسمتها و شیرها، آزمایش سراسری است.

برای آزمایش و ضدعفونی خط لوله به ترتیب زیر عمل می‌شود :

- به آب فوق حداقل ۰/۰۵ گرم در لیتر (۵۰ گرم در مترمکعب) کلر اضافه شود. مقدار کلر باقیمانده آب متوالیاً کنترل می‌شود به نحوی که طی مدت ۲۴ ساعت که آب با غلظت زیاد کلر باید در لوله باقی باشد، غلظت کلر هیچ‌گاه کمتر از ۲۵ گرم در مترمکعب نباشد.
- شروع ضدعفونی از پایین‌ترین نقطه خط است. برای این منظور، اولین شیر قطع و وصل منتهی به نقطه فوق، بسته شده و آبگیری خط از پست ترین نقطه شروع و قطعه منتهی به شیر قطع و وصل فوق پر آب می‌شود. ۲۴ ساعت پس از پر شدن این قطعه، فشار خط تا فشار بهره برداری افزایش داده شده و به مدت ۲ ساعت تحت فشار فوق باقیمانده و سپس افت فشار و یا مقدار نشت آب اندازه گیری می‌شود. حداکثر افت فشار و یا نشت آب طی این مدت باید مانند آزمایش هیدرواستاتیکی باشد که در این حالت قطعه فوق آب بند تلقی می‌شود. در غیر اینصورت، قسمت یا قسمتهایی از خط لوله آسیب دیده و از آب‌بندی خارج شده است و یا قسمتهای رابط بین قطعات آزمایش شده آب بند نبوده که باید مرمت و آزمایش فوق تا حصول نتیجه تکرار شود. متذکر می‌شود که علاوه بر نشت مجاز خط لوله، نشت مجاز دیسک شیر نیز باید در نظر گرفته و به نشت مجاز اضافه شود که معادل ۱/۲ میلی لیتر در ساعت برای هر میلیمتر قطر نامی شیر است.
- پس از حصول اطمینان از آب بند بودن قطعه اول، شیر قطع و وصل بعدی (دومین شیر قطع و وصل پس از پایین‌ترین نقطه) بسته شده و شیر بسته شده قطعه قبلی باز و آب به قطعه دوم هدایت می‌شود و با افزایش آب و فشار، آزمایش برای مجموع

قطعات اول و دوم تکرار می‌شود و به همین ترتیب برای سایر قطعات ادامه یافته تا تمام خط به صورت قطعات بهم پیوسته و در نهایت یکپارچه، تحت آزمایش و ضدعفونی قرار گیرد. آزمایش و ضدعفونی خط لوله باید با سرعت پایان پذیرد به نحوی که آب با غلظت کلر زیاد به مدت طولانی در لوله باقی نمانده و باعث صدمه به واشرها نشود. در صورتیکه به عللی (مانند تعمیرات، مشکلات تخلیه و غیره) تخلیه سریع آب ممکن نباشد، مراحل آزمایش و ضدعفونی لوله ادغام نمی‌شود و باید هریک جداگانه اجرا شوند.

- در صورت تأیید مهندس مشاور و به منظور کوتاه نمودن زمان آزمایش و ضدعفونی خط لوله، پیمانکار می‌تواند طول قطعات آزمایش را بزرگتر انتخاب کند. در این حالت یا تمام خط و یا قطعه بزرگتری از خط پر شده و پس از مدت ۲۴ ساعت، آزمایش فشار برای هر قطعه و از طریق بستن شیرها و به ترتیبی که ذکر شد، انجام می‌شود.
- در طول آزمایش و ضدعفونی و قبل از تخلیه خط، کلیه شیرهای قطع و وصل باید با احتیاط کامل چندین بار باز و بسته شوند تا آب دارای کلر با تمام نقاط شیر تماس پیدا کرده و عمل ضدعفونی انجام شود.
- قبل از هدایت آب از یک قطعه به قطعه دیگر خط لوله، نخست باید کلر باقیمانده آب اندازه گیری شده و با افزودن کلر، غلظت مورد نظر را به دست آورد.
- متذکر می‌شود که مقدار کلر ذکر شده، متوسط مورد نیاز برای ضدعفونی خط لوله بوده و مهندس مشاور با توجه به آلودگی قابل پیش‌بینی در لوله‌ها و توجه داشتن به شرایط نگهداری و نصب آنها، می‌تواند غلظت کلر را تا ۱۵۰ گرم در مترمکعب افزایش دهد به نحوی که کلر باقیمانده[1] در هر قسمت خط پس از اتمام آزمایش قسمت مربوط، کمتر از ۲۵ گرم در مترمکعب نباشد. کنترل کلر باقیمانده در هر قسمت باید صورت گیرد، برداشت آب در نقاط مورد تأیید دستگاه نظارت به این منظور صورت خواهد گرفت.
- در طی مدت آزمایش و ضدعفونی خط لوله باید توجه داشت که کلیه انشعابات احتمالی خط به شبکه و خطوط انتقال موجود کاملاً بسته و آب بند باشند تا از کاهش کاذب افت فشار در خط مورد آزمایش و همچنین ورود آب با غلظت زیاد کلر به خطوط و شبکه‌های در دست بهره‌برداری اجتناب شود.

[1] Residual Chlorine

- یکی از موارد مهم در ضدعفونی خطوط لوله انتقال و شبکه توزیع آب که باید به آن توجه ویـژه نمـود، انجـام تعمیـرات روی قسمتهای در دست بهره‌برداری است که به دلایلی صدمه دیده و باید تعویض گردند. شکستگی لوله‌ها در خطـوط آبرسـانی و شبکه توزیع آب باعث می‌شود که آلودگی به سرعت در محدوده خط صدمه دیده انتشار یابد. در این حالت ضـمن تـسریع در انجام تعمیرات، ارتباط منطقه آسیب دیده با سایر نقاط باید سریعاً از طریق بستن نزدیک‌ترین شـیرهای قطـع و وصـل، قطـع شـــده (منطقه ایزوله شود) و خط آسیب دیده در صورت امکان از دو بـرای شستـشو و آب از محـل شکـستگی خـارج شـود. متعلقات و لوله‌های جایگزین قسمتهای آسیب دیده باید قبل از نصب توسط محلول کلر با غلظت ۵ درصد ضدعفونی شـده و سپس در محل نصب گردند. پس از اتمام تعمیرات و ضدعفونی خطوط مجاور، آزمایش میکروبیولوژی روی نمونه آب انجام و پس از تأیید آلوده نبودن آن، شیرهای قطع و وصل مجاور باز و ارتباط منطقه ایزوله شده با سایر قسمتها برقـرار شـود. بـرای این منظور، ابتدا تمام خطوط منطقه ایزوله شده از آب پاک و ضدعفونی شده از طریق تانکر و یا بـاز نمـودن موقـت یکـی از شیرهای ارتباطی به سایر مناطق، پر و نمونه برداری و آزمایش آن انجام می‌شود. درصورتیکه نتـایج آزمـایش میکروبیولـوژی موید آلوده بودن آب باشد، ضدعفونی خط از طریق افزایش غلظت کلر تا حصول نتیجه ادامه یابد. باید توجه داشـت کـه کلـر باقیمانده در آب محدوده ایزوله شده، پس از پایان تعمیرات و تأیید سلامت آب، معمولاً زیادتر از معمول آب شرب اسـت. لـذا برقراری ارتباط با سایر قسمتها باید به آهستگی انجام تا آب دارای کلر باقیمانده زیاد به تدریج وارد سـایر قـسمتها شـده و از بروز شوک ناگهانی اجتناب شود.
- تخلیه آب خط لوله با توجه به غلظت کلر آن باید به نحوی انجام پذیرد تا از آسیب به محیط زیست و آب پذیرنده جلـوگیری شود. در این حالت پیمانکار باید قبلاً هماهنگی لازم را به عمل آورده و مجوزهای لازم را دریافت کند.
- پیمانکار باید برای کلیه کارکنان خود و مهندس مشاور و احیاناً کارفرما که در موقع ضدعفونی خط لوله در محل حضور دارند، کلیه وسایل ایمنی از قبیل ماسک، دستکش و غیره را پیش‌بینی و تهیه و در اختیار آنان قرار دهد.

برای اطلاعات بیشتر در خصوص ضـــدعفونی نمـودن آب به استانـــدارد‌هـای معتبر بیـــن‌المللی از جـــمله استانـدارد (ANSI / AWWA C 651) مراجعه شود.

۱-۲-۱۰-۴ شستشوی سراسری خط لوله

شستشوی سراسری خط لوله باید پس از اتمام آزمایش و ضدعفونی، با آب پاک دارای کلر با غلظت تزریق به آب شرب انجام شود. برای این منظور باید از آب مشابه آب مشروب شهری (با کنترل و تنظیم مقدار کلر آن) از منبع تغذیه استفاده شود. مقدار کلر آب مورد استفاده برای شستشوی سراسری حتی‌الامکان سه گرم در مترمکعب بوده، ولی هیچ‌گاه نباید از یک گرم در مترمکعب کمتر شود.

ضمناً بـــا توجه به وجود آب با غلظت زیاد کلر در خط ضدعفونی شده، شستشوی سراسری خط حتی‌الامکان بلافاصله و حداکثر ظرف مدت ۲۴ ساعت پس از اتمام آزمایش سراسری و ضدعفونی نمودن خط لوله انجام پذیرد.

شستشوی سراسری خطوط لوله می‌تواند با ضدعفونی نمودن خط ادغام شود. برای این منظور، پس از اتمام مراحل ضدعفونی کردن خطوط لوله و شبکه های آبرسانی، می‌توان با افزودن آب با غلظت کلر بسیار کم و یا بدون کلر، غلظت کلر را در آب مصرفی برای ضدعفونی نمودن خطوط لوله کاهش داده و به تدریج به خطوط و شبکه های در دست بهره برداری هدایت نمود. در این حالت، از صدمات احتمالی وارده به محیط زیست ناشی از تخلیه آب با غلظت کلر زیاد اجتناب می‌شود ولی باید دقت کافی نمود که تزریق آب با غلظت کلر خیلی زیاد به خطوط در دست بهره‌برداری، بسیار تدریجی صورت گرفته و از وارد آمدن شوک ناگهانی به آنها خودداری شود.

◄ ۱-۲-۱۱ آزمایش آب‌بندی مجاری و لوله‌های فاضلاب‌رو (لوله‌های ثقلی)

۱-۲-۱۱-۱ مقدمه

آدم‌روها و خطوط لوله فاضلابرو باید به صورت آب بند اجرا گردند. فاضلابروهای از جنس لوله‌های پیش ساخته باید تا جایی که شرایط فنی اجازه می دهد آزمایش آببندی گردند. آزمایش آب‌بندی می تواند برای یک قسمت از طول لوله فاضلابرو، تمام خط لوله فاضلابرو و یا به صورت مجزا برای هر اتصال خط لوله فاضلابرو بین دو آدم‌رو بر اساس مندرجات این مشخصات فنی یا سایر استانداردهای دیگر مانند استاندارد (ASTM C-924, ASTM 969, DIN EN 1610) مورد قبول مهندس مشاور انجام شود.

مجاری فاضلاب‌رو که در محل ساخته می شوند باید مانند مجاری آجری، سیمانی یا بتنی نیز آزمایش آببندی گردند.

آزمایش آببندی حتی الامکان باید قبل از خاکریزی روی لوله انجام شود. به منظور نگهداری لوله در جای خود در هنگام آزمایش آببندی می توان بر روی قسمتهایی از خط لوله به صورت موضعی خاکریزی نمود، ولی باید دقت شود اتصالی‌ها مدفون نگردند. همچنین در صورت نیاز باید تدابیرلازم برای مهار لوله در مقابل نیروی شناور سازی درنظر گرفته شود.

۱-۲-۱۱-۲ آزمایش آب‌بندی اتصالی‌های خط لوله فاضلاب‌رو

آببندی اتصالی‌ها خط لوله فاضلابرو می تواند با آب یا هوا انجام شود. در این حالت افت فشار جزئی در صورت عدم فرار مشهود آب یا هوا از محل اتصال قابل قبول است. آزمایش آب‌بندی اتصالی‌ها خط لوله با آب یا هوا به شرح توضیحات زیر این قسمت، سایر فصول این مشخصات فنی یا مشخصات طرح صورت خواهد گرفت.

۱-۲-۱۱-۳ آزمایش آب‌بندی (با آب)

برای آماده‌سازی برای انجام آزمایش کلیه روزنه‌ها، انشعابات و ورودیهای قطعه خط لوله مورد نظر برای آزمایش باید مسدود گردیده و در صورت لزوم به وسیله پشت بندهای مناسب در مقابل فشار آزمایش محافظت گردند. اتصالی‌ها لوله نیز برای جلوگیری از جابجایی و از آببندی خارج شدن در زمان آزمایش باید با روش مناسب مهار گردند. درست قبل از پر نمودن لوله با آب باید خط لوله برای محافظت از نیروی شناور سازی نگهداری و مهار شود.

۱-۲-۱۱-۳-۱ پر کردن خط لوله با آب

خط لوله باید به صورتی از آب پر شود که هوای داخل لوله خارج شود. برای این منظور باید لوله از طرف پایین دست و به صورت آرام پرگشته تا فرصت خروج هوا از بالا دست خط لوله میسر شود. پس از پرشدن خط لوله باید مدتی بعد کار آزمایش آب‌بندی را شروع نمود تا فرصت کافی برای حبابهای هوا که همچنان در لوله محبوس می باشند برای خروج از لوله وجود داشته و نیز کلیه دیواره های داخلی لوله کاملاً تر و اشباع شده باشد.

۱-۲-۱۱-۳-۲ فشار و زمان آزمایش

به منظور انجام آزمایش هیدرولیکی باید از یک لوله عمودی و یا ارتفاع سنج مناسب استفاده نمود. مبنای قرائت فشار بر اساس پایین‌ترین نقطه قطعه خط لوله در حال آزمایش است. در خطوط لوله با جریان ثقلی ارتفاع فشاری ۵ متر (۰/۵ بار) از پایین‌ترین نقطه خط لوله مورد آزمایش مبنای کار است.

برای انجام آزمایش دو طرف لوله فاضلابرو در حد فاصل دو آدم‌رو با وسیله مناسب بسته و آب‌بندی می‌شود سپس لوله در این فاصله پر از آب شود و بسته به نوع لوله و قطر آن با نظر مهندس مشاور بین یک تا ۲۴ ساعت لوله پرآب نگهداری شود. پس از این مرحله فشار آزمایش برای قطعه لوله اعمال و به مدت ۱۵ دقیقه با تزریق آب اضافی فشار کار ثابت نگهداشته میشود. مقدار آب تزریق شده در مدت فوق الذکر برای ثابت نگهداشتن فشار آزمایش نباید از ارقام مندرج درفصلهای بعدی این مشخصات فنی بیشتر باشد.

در صورتی که در طول آزمایش، نشتی یا ترکی رؤیت شود، باید آزمایش متوقف گردیده و پس از مرمت محل مورد نظر مبادرت به آزمایش مجدد شود. باید دقت شود که در خطوط لوله با شیب تند یا مجاری ساخته شده در محل که امکان اعمال فشار ۵ متر ستون آب وجود ندارد، می‌توان آزمایش آببندی را در فشارهای کمتر (تا یک متر ستون آب) انجام داد.

شرایط آزمایش آب‌بندی به وسیله آب یا به وسیله هوا برای لوله‌های مختلف فاضلاب‌رو در قسمتهای دیگر این مشخصات فنی و مشخصات طرح درج گردیده است.

۱-۲-۱۱-۴ آزمایش به روش هوا

برای آزمایش به روش هوا، فشار داخل خط لوله توسط کمپرسور افزایش یافته و پس از مدت زمان لازم به منظور ایجاد شرایط یکسان بین دمای هوای ورودی و دمای جدار لوله، فشار خط ثابت می‌شود. سپس مقدار افت فشار خط لوله در فواصل معینی اندازه‌گیری می‌شود.

لازم به ذکر است این آزمایش برای مشخص شدن نشتی لوله و اتصالی‌ها بوده و نمی‌تواند مقادیر نشت و یا نفوذ آب را اندازه‌گیری کند.

آزمایش کنترل نشتی به روش استفاده هوا بر اساس استاندارد (ASTM C924) و با سایر استانداردهای معتبر خواهد بود. استفاده از این روش با لوله به قطر ۶۰۰ میلیمتر توصیه می‌شود.

۱-۲-۱۲ ایمن‌سازی جدار ترانشه

۱-۲-۱۲-۱ مقدمه

جمع‌آوری اطلاعات از وضعیت خاک و تراز آب زیرزمینی در ترانشه لوله‌گذاری و همچنین عوارض موجود در محـــوطه کارگاه در اسناد پیمان به منظور اطلاع‌رسانی به پیمانکار درج گردیده است. جمع‌آوری این اطلاعات به منظور دستیابی به اهداف زیر است :

- تعیین بهترین و مناسب‌ترین روش حفاری و برنامه‌ریزی اجرای کار
- تعیین بهترین و مناسب‌ترین روش برای نگهداری جدار ترانشه خاکبرداری شده و تأمین شرایط ایمنی کار
- تعیین بهترین و مناسب‌ترین روش برای کنترل و هدایت آبهای زیرزمینی و کنترل نیروهای عمل کننده از کف به بالا[1]

با توجه به نکات حساس فوق اطلاعات لازم در اسناد و مدارک پیمان داده شده است. پیمانکار موظف است نسبت به اجرای کار و در شرایط ایمن با توجه به مندرجات این فصل و مشخصات طرح اقدام کند. پیمانکار پاسخ‌گوی صدمات و لطمات وارد شده در حین اجرای کار به علت عدم رعایت دستورالعمل‌ها و مشخصات خواهد بود. اطلاعات و روشهای اشاره شده در این قسمت به عنوان راهنما بوده و دستورالعمل‌های لازم و اجرایی حسب مورد در نقشه‌های اجرایی در مشخصات طرح داده شده است.

۱-۲-۱۲-۲ طبقه‌بندی مسیر لوله‌گذاری

طبقه‌بندی زمین از نقطه نظر جنس زمین به جهت اجرای عملیات حفاری و حفر ترانشه لوله‌گذاری در این فصل و در قسمت اول (هدف و دامنه‌کار) داده شده است. در این قسمت به نوع زمین، تنها از نقطه نظر مسایل ایمنی و همچنین رعایت نکاتی که پیمانکار باید به هنگام اجرای کار مورد توجه قرار دهد اشاره می‌شود. زمین محل لوله‌گذاری به طورکلی در این قسمت به ۴ طبقه تقسیم شده است.

زمین‌های طبقه اول- به زمینی گفته می‌شود که با توجه به ارتفاع خاکبرداری امکان حفاری با شیب قائم میسر باشد. زمینهای سنگی و زمینهای سخت در این طبقه است.

زمین‌های طبقه دوم- زمینهایی می‌باشند که پس از خاکبرداری امکان ترک خوردن در جدار ترانشه یا امکان خرد شدن جدار متصور باشد.

زمین‌های طبقه سوم- زمینهایی مانند خاکهای دستی، زمینهای ماسه‌ای یا محلهایی که قبلاً در آن خاکبرداری صورت گرفته باشد.

زمین‌های طبقه چهارم- زمینهای آبدار و لجنی که پس از خاکبرداری و بدون محافظت فوری نگهداری جدار ترانشه امکان پذیر نیست.

عوامل مؤثر در ریزش جدار ترانشه و ایجاد خطرات احتمالی به هنگام کار برای کارگران، به شرح زیر است :

- عمق زیاد خاکبرداری ترانشه لوله‌گذاری
- فشار آب موجود داخل خاک به علت بالابودن سطح آب زیرزمینی و عمل نیروی رانش بعد از خاکبرداری

---

[1] Uplift Forces

- نیروی وارده ناشی از وجود حرکت ماشین‌آلات عملیات خاکی در کنار ترانشه لوله‌گذاری
- نیروی وارده از انباشته شدن خاکهای حاصل از خاکبرداری در کنار ترانشه
- عدم رعایت حفاری ترانشه با شیب مناسب جدار[1] (شیب پایدار)
- وجود سطوح کلیواژ[2] یا حفاری ترانشه در خاکهای دستی

عوامل فوق‌الذکر خصوصاً در مواقع بارانی سال موجب خطرات جدی به هنگام کار کارگران بوده و پیمانکار موظف است از نقطه نظر ایمنی به آن توجه کند و برحسب مورد با نظر مهندس مشاور به منظور جلوگیری از بروز خطرات احتمالی اقدام به موقع و لازم را انجام دهد.

۱-۲-۱۲-۳ روش نگهداری و کنترل جدار ترانشه لوله‌گذاری

با توجه به مطالعات خاکشناسی انجام شده روشهای نگهداری جدار ترانشه و تأمین ایمنی به هنگام اجرای عملیات تا ختم کار لوله‌گذاری حسب مورد در مشخصات طرح مشخص می‌شود. پیمانکار موظف است روشهای اجرای کار را مطالعه و از کفایت آن اطمینان حاصل کند. روشهای ایمن‌سازی جدار ترانشه ارائه شده در این قسمت به عنوان راهنما است و جزییات کامل روشهای کار به شرح مندرجات مشخصات طرح خواهد بود.

۱-۲-۱۲-۳-۱ کندن ترانشه با شیب قائم

ترانشه لوله‌گذاری همواره با شیب قائم حفاری می‌شود مگر آنکه در اسناد و مدارک پیمان ترتیب دیگری تصریح شده باشد. با توجه به شرایط خاک محل، عمق ترانشه و تراز آب زیر زمینی چنانچه نیاز به حفاری با شیب پایدار باشد و فضای کار در محل اجرا اجازه چنین کاری را بدهد، پیمانکار می‌تواند با نظر مهندس مشاور و بر اساس دستورالعملهای داده شده نسبت به حفاری ترانشه با جدار شیب دار (شیب پایدار) اقدام کند. در فضاهای شهری خصوصاً در طرحهای جمع‌آوری فاضلاب شهری و با کانالهایی با عمق زیاد که امکان کندن ترانشه با شیب میسر نیست باید از روشهای نگهداری جدار ترانشه مندرج در مشخصات طرح و در صورت عدم وجود آن از توضیحات بعدی این قسمت به عنوان راهنما استفاده کرد.

۱-۲-۱۲-۳-۲ حفاظت با روش کندن ترانشه با جدار شیب‌دار (شیب پایدار)

چنانچه در نقشه‌های اجرایی یا دستورهای بعدی مهندس مشاور، حفاری ترانشه با جدار شیب‌دار ضروری باشد، پیمانکار باید نسبت به حفاری ترانشه با شیب پایدار اقدام کند. بسته به نوع زمین، تراز آب زیرزمینی و عمق ترانشه، شیب پایدار مشخص می‌شود. عموماً خاکهای سیلتی غیر چسبنده و خاکهای نباتی ایستایی لازم را نداشته و باید خاکبرداری این نوع زمینها با دقت و تمهیدات لازم انجام شود.

به منظور راهنمایی شیب تقریبی جدار ترانشه با توجه به انواع زمین در جدول راهنمای شماره (۱-۲-۴) داده شده است. در هر مورد شیب مطمئن و پایدار در نقشه‌های اجرایی مشخص می‌شود.

---

[1] Angle of Repose
[2] Cleavage Plane

جدول ۱-۲-۴ : شیب تقریبی جدار ترانشه در انواع مختلف زمین

شیب	نوع زمین
شیب قائم	زمینهای سنگی ، زمینهای ماسه ای و شنی سیمانته
شیب ۱:۱/۲	زمینهای خرده سنگی کوبیده شده
شیب ۱:۱	خاکهای متوسط
شیب ۱:۱/۵	زمینهای ماسه ای کوبیده شده
شیب ۱:۲	زمینهای ماسه ای کوبیده نشده

۱-۲-۱۲-۳-۳ حفاظت با روش جعبه محافظ ترانشه

در این روش به وسیله جعبه فلزی بدون کف و سقف و باز در دو انتها از ریزش جدار ترانشه جلوگیری به عمل می‌آید. این جعبه از ورق فولادی ساخته شده و به وسیله مهاری‌های لازم نیروهای وارده را جذب می‌کند. اتصالی‌های آن جوشی یا پیچ و مهره خواهد بود. از این روش بیشتر در مورد لوله با اقطار بزرگ و در محلهایی استفاده می‌شود که کندن ترانشه با شیب امکان پذیر نبوده و با قراردادن این جعبه کارگران با ایمنی کامل در داخل آن به کار ادامه خواهند داد. پس از خاکبرداری و نصب لوله جعبه مذکور از این محل برای ادامه کار جابجا و به جلو رانده خواهد شد. طول این جعبه معادل طول لوله یا کمی کمتر از آن در نظر گرفته می‌شود.

۱-۲-۱۲-۳-۴ حفاظت با اجرای چوب‌بست[1]

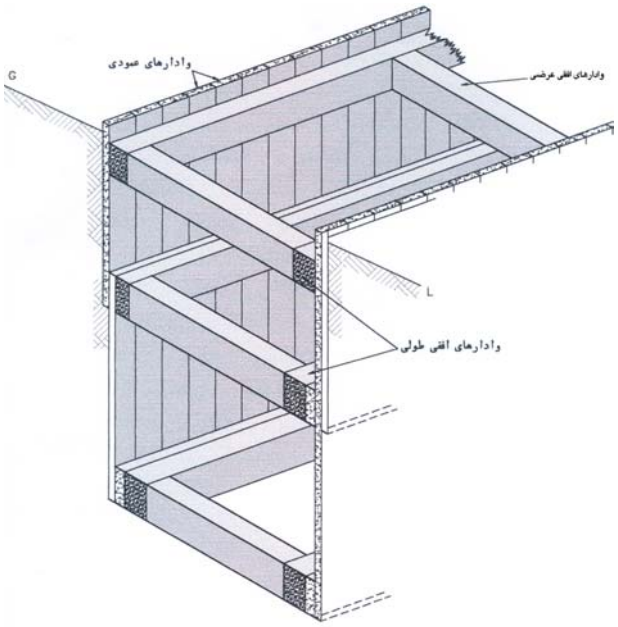
به منظور جلوگیری از ریزش ترانشه پیمانکار باید نسبت به ساخت و نصب چوب بست از چوب یا فلز یا ترکیبی از آنها اقدام کند. به منظور تعیین جزییات اجرایی صحیح چوب بست اطلاع از نوع خاک ترانشه الزامی است. چوب بست از سه بخش اصلی به شرح زیر ساخته می‌شود.

اول- وادارهای عمودی[2] مستقیماً با جدار ترانشه در تماس است فاصله وادارهای عمودی بستگی به نوع خاک، ارتفاع ترانشه خواهد داشت.

دوم- وادارهای افقی طولی[3] به عنوان نگهدارنده وادارهای عمودی در امتداد طول ترانشه عمل خواهد نمود و فاصله آنها به عمق ترانشه بستگی خواهد داشت.

سوم- وادارهای افقی عرضی[4] به عنوان عامل نگهدارنده فاصله چوب بست‌ها به منظور تأمین عرض ترانشه عمل می‌کند. این وادارها هم به صورت ثابت و هم به صورت موقت ساخته می‌شود.

[1] Trench Shoring
[2] Upright – Soldier Pile – Poling Boards
[3] Stringer (Whaler)
[4] Bracing (Strait)



شکل ۱-۲-۱۱ : اعضای اصلی یک چوب‌بست نمونه

در شکل شماره (۱-۲-۱۱) اعضای اصلی چوب بست نشان داده شده است.

با توجه به نوع زمین در طبقات چهارگانه اشاره شده در بند (۱-۲-۱۲-۲) ابعاد و مشخصات تقریبی چوب بست به عنوان راهنما در جدول شماره (۱-۲-۵) ارائه شده است.

جدول ۱-۲-۵ : ابعاد و مشخصات تقریبی چوب‌بست در انواع مختلف زمین

عمق ترانشه (متر)	فواصل وادارهای عمودی (تخته ۲۰×۵ سانتیمترو ۲۰×۷/۵ سانتیمتر در نقاطی که در جدول با * علامت دارد)				اندازه وادارهای افقی طولی (سانتیمتر) (فاصله عمودی این وادارها نباید از ۱/۲۰ متر بیشتر باشد)		ابعاد وادارهای افقی عرضی (سانتیمتر) (فاصله عمودی این وادارها نباید از ۱/۲۰ و فاصله افقی آنها از یکدیگر ۲/۴۰ متر بیشتر باشد)			
	طبقه خاک				طبقه خاک		عرض ترانشه ۱/۸۰ یا کمتر باشد			عرض ترانشه ۱/۸۰ تا ۳/۷۰ متر باشد
	۱	۲	۳	۴	۱و۲و۳	۴	۱و۲	۳	۴	۱و۲و۳	۴
۳-۱/۲۰	۱/۲۰	۱/۲۰	پیوسته	پیوسته	۱۵×۱۵	۲۰×۲۰	۱۰×۱۰	۱۵×۱۵	۱۵×۱۵	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰
۴/۵-۳	۱/۲۰	۱/۲۰	پیوسته	پیوسته*	۲۰×۲۰	۲۵×۲۵	۱۵×۱۵	۱۵×۱۵	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۲۵×۲۵
۶-۴/۵	۰/۶	پیوسته	پیوسته	پیوسته*	۲۰×۲۰	۳۰×۳۰	۱۵×۱۵	۱۵×۱۵	۲۵×۲۵	۲۰×۲۰	۳۰×۳۰
۷/۵۰-۶	پیوسته	پیوسته	پیوسته	پیوسته*	۲۵×۲۵	۴۰×۴۰	۲۰×۲۰	۲۰×۲۰	۳۰×۳۰	۲۰×۲۰	۳۰×۳۰

- فواصل وادارها در جدول محور به محور داده شده است.
- منظور از پیوسته در جدول اینست که تخته ها کنار هم و یا فاصله آنها کمتر از ۱ سانتیمتر کوبیده شود.
- وادارهای افقی طولی برای خاکهای طبقه ۱ و عمق ترانشه تا ۳ متر حذف می‌شود.

در اشکال شماره (۱-۲-۱۲) الی (۱-۲-۱۷) این قسمت با توجه به اطلاعات ارائه شده در جدول شماره (۱-۲-۵) برای خاکهای چهارگانه و عمق‌های مختلف کانال نحوه آرایش چوب بست‌ها به عنوان راهنما ارائه شده است. برحسب نوع خاک و شرایط اجرای هر پروژه نحوه استفاده از چوب بست در مشخصات طرح ارائه شده است. پیمانکار موظف است نقشه‌های اجرایی چوب بست را تهیه و پس از تأیید مهندس مشاور به مورد اجرا قرار دهد.

۱-۲-۱۲-۴ حفاظت با سپرهای فولادی

به منظور ایجاد یک دیواره محافظ و آب بند از سپرهای فولادی استفاده می‌شود. پیمانکار موظف است قبل از شروع سپرکوبی با توجه به نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های لازم نسبت به احداث دیوار هدایت کننده[1] مسیر سپرکوبی از بتن یا مصالح بنایی اقدام کند. کوبیدن سپر با ماشین آلات مناسب و مورد تأیید (سپرکوب با انواع چکش های مناسب) صورت خواهد گرفت.

برای شروع سپرکوبی ابتدا یک جفت سپر پس از قفل شدن با دقت در کنار دیوار هدایت شونده قرار داده می‌شود و عمل کوبش انجام می‌شود و سپس سپر بعدی با این سپر چفت و کوبیده شده و این عمل به این صورت ادامه خواهد یافت با این روش یک سری شامل ۱۰ الی ۱۲ سپر با یکدیگر قفل شده و آخرین چفت سپرها تا ۳ : ۲ عمق لازم کوبیده می‌شود و پس از آن بقیه سپرهای سری تا عمق نهایی کوبیده خواهد شد. سری بعدی در تعداد ۱۰ الی ۱۲ به آخرین چفت سپرها متصل و کوبیده شده و عمل به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

◄ ۱-۲-۱۳ نکات عمومی در احداث حوضچه شیرها

۱-۲-۱۳-۱ مقدمه

انواع مختلف شیرها که در خطوط انتقال و شبکه توزیع آب به کـار رفته است، در فصل چهارم این مشخصات فنـــی ارائه شده است. نصب شیرها و به تبع آن، احداث حوضچه‌ها در خطوط آبـرسانی عموماً در مراحل بعد از اتمام نصب لوله انجام می‌پذیرد. نصب شیرها و متعلقات در داخل حوضچه معمولاً بدون نیاز به قطعه واسط مخصوص[2] امکان‌پذیر نخواهد بود. از طرف دیگر، برای تعمیر و یا تعویض شیرهایی که مستقیماً روی خط لوله نصب شده‌اند، نیاز به قطعه واسط فوق است.

۱-۲-۱۳-۲ نکات عمومی

در احداث حوضچه شیرها، باید نکات عمومی زیر مورد توجه قرار گیرد :

- نشیمن شیرها در درون حوضچه (برای شیرها بزرگتر از ۳۰۰ میلیمتر) به نحو مناسب ایجاد شود تا وزن آنها فشار اضـافی بـه لوله وارد نکند. این نشیمن[3] می‌تواند مستقیماً زیر شیر و یا سه‌راهی‌ها و یا سایر متعلقات دو طرف شیر قرار گیرد.

[1] Guide Wall
[2] Dismantling Joint
[3] Support Seat

- تخلیه آبهای وارده به حوضچه و یا آبهای ناشی از نشت محل اتصالی‌ها از طریق نصب لوله درحد فاصل یکی از دیوارها و کف و زهکشی اطراف حوضچه در نظر گرفته شود، مگر در حالتی که کف حوضچه در تمام و یا مواقعی از سال زیر تراز آبهای زیرزمینی قرار گرفته و امکان ورود و پس زدن این آبها به داخل حوضچه از طریق لوله زهکشی وجود داشته باشد.
- آب‌بندی محل عبور لوله‌ها از دیواره حوضچه‌ها تأمین شود. برای این منظور، کنف قیراندود بین دیواره حوضچه و لوله قرار داده شود. در مواقعی که تراز آبهای زیرزمینی بالاتر از کف حوضچه قرار می‌گیرد، علاوه بر کنف قیراندود که باید به خوبی کوبیده شود، از خمیرهای آب‌بند[1] در سطح خارجی محل عبور لوله از دیوار و به عمق حدود ۳ سانتیمتر استفاده شود.
- آب‌بندی کامل دیواره و کف حوضچه‌ها خصوصاً برای مواقعی که تراز آبهای زیرزمینی بالاتر از کف حوضچه قرار می‌گیرد، تأمین شود.
- نیروی شناور شدن حوضچه با توجه به تراز آبهای زیرزمینی در طراحی آنها مدنظر قرار گیرد.
- امکان خارج نمودن بزرگترین قطعه شیرها و متعلقات از داخل حوضچه برای مراحل بعدی درنظر گرفته شود. برای این منظور، یا سقف حوضچه قابل برداشتن باشد و یا قسمتی از سقف به صورت پیش‌ساخته نصب شود.
- جلوگیری از یخزدگی شیرها خصوصاً شیرهای تخلیه هوا که در نقاط مرتفع لوله قرار می‌گیرند، مدنظر قرار گیرد.
- ارتفاع متعلقات و شیرهای روی لوله، خصوصاً شیر هوا در انتخاب ارتفاع حوضچه مدنظر قرار گیرد.
- شیرهای تخلیه حتی‌الامکان در نزدیکی رودخانه‌ها، مسیل‌ها، آبروها و سایر محلهایی که امکان تخلیه آب وجود دارد پیش‌بینی گردند.
- محل خروج آب شیرهای تخلیه تحت هیچ شرایطی نباید مستقیماً به شبکه‌های فاضلاب و یا آبهای سطحی و یا در زیر تراز آب، محلهای طبیعی تخلیه آب (رودخانه‌ها، مسیلها، کانالها و غیره) قرار گیرند.
- شیرهای تخلیه هوا و یا مکش هوا نباید مستقیماً با مجاری فاضلاب و یا آبهای سطحی درتماس باشند.
- برای شیرهای آتش‌نشانی، امکانات تخلیه و زهکش با توجه به نوع شیر و کیفیت زمین پیش‌بینی شود.
- تمام حوضچه‌هایی که در انتهای خط قرار گرفته‌اند، دارای امکانات همزمان تخلیه هوا و آب باشند.
- ابعاد حوضچه‌ها به نحوی انتخاب گردندکه علاوه بر ایجاد فضای لازم برای ایستادن و حرکت افراد نصاب، فاصله مناسب از دیواره‌ها برای باز و بسته کردن پیچ و مهره‌ها و گردش ابزار کار وجود داشته باشد.
- دریچه بازدید و ورود و خروج حوضچه‌ها و پله‌های دسترسی مستقیماً روی لوله و شیرها قرار داده نشوند.

[1] Sealing Compound

- کف حوضچه به طرف محل دریچه و لوله تخلیه شیب بندی شده و در صورت لزوم چاهک پمپاژ[1] برای تخلیه و پمپاژ آب در مواقع اضطراری در نظر گرفته شود. به این ترتیب توصیه می‌شود که لوله تخلیه حوضچه در زیر دریچه قرار داده شود.
- در احداث حوضچه‌ها، حداکثر بار ترافیکی وارد بر روی سقف حوضچه‌ها در مشخصات طرح در نظر گرفته شود.
- بتن کف، دیواره و سقف حوضچه بر اساس عیار تعیین شده در مشخصات طرح تهیه و اجرا شود. ساخت بتن به صورت دستی و در کنار حوضچه و بر روی زمین تحت هیچ شرایطی مجاز نخواهد بود.
- پرکردن اطراف حوضچه‌ها باید در زمان مناسب و پس از اطمینان از صحت عملیات اجرایی دیواره صورت پذیرد.
- نصب شیرها و متعلقات داخل حوضچه باید پس از حصول اطمینان از گیرایی کامل بتن و صحت عملیات اجرایی سازه شروع شود.
- در مواقعی که شیرها و متعلقات قبل از احداث دیوارها و سقف نصب می‌گردند، تمهیدات لازم بـه منظـور جلـوگیری از بـروز صدمه به آنها در حین عملیات اجرایی پیش‌بینی و این تجهیزات کاملاً پوشانده شود.
- در ابعاد حوضچه‌ها، عرض شیرها با توجه به جهت نصب آنها کاملاً مدنظر قرار گیرد.
- در حوضچه‌ها، فضای کافی برای هرگونه پشت‌بند متعلقات پیش‌بینی شود.
- احداث حوضچه شیرها باید بر اساس مشخصات فنـی عمـومی کارهـای سـاختمانی، نـشریه شـماره ۵۵ سـازمان مـدیریت و برنامه‌ریزی کشور انجام شود.

۱-۲-۱۴ برخورد با تأسیسات شهری

موقعیت جاده‌ها، نهرها، خطوط لوله آبرسانی، شبکه موجود توزیع آب، فاضلاب، خطوط برق فشار قوی، برق فشار ضعیف و خطوط گاز و سایر تأسیسات زیربنایی شهری[2] که در مسیرهای لوله‌گذاری وجود دارند در نقشه‌های اجرایی منعکس بوده یا در حین اجرای کار به پیمانکار ابلاغ خواهد شد. پیمانکار موظف است با همکاری و راهنمایی کارفرما و مهندس مشاور نسبت به شناسایی محلهای آنها قبل از اجرای عملیات اقدام کند. مراجعه به مراکز ذیربط به منظور هماهنگی با معرفی کارفرما توسط پیمانکار صورت خواهد گرفت. پیمانکار مسئولیت کامل حفاظت از این تأسیسات و همچنین عبور صحیح و بدون خطر از آنها را خواهد داشت. چنانچه هرگونه صدمه‌ای به تأسیسات موجود وارد شود پیمانکار پاسخگوی آن خواهد بود.

جزییات عبور از موانع در نقشه‌های اجرایی یا دستورهای بعدی مهندس مشاور منعکس است. چنانچه بر اساس نقشه‌های اجرایی یا دستورهای مهندس مشاور قرار باشد که خطوط لوله از زیر تأسیسات شهری عبور کند خاکبرداری محل تقاطع باید با احتیاط و با دست صورت گیرد. توصیه می‌شود که در محل عبور از تأسیسات خصوصاً خطوط لوله فاضلاب از غلافهای بتنی دور لوله استفاده شود.

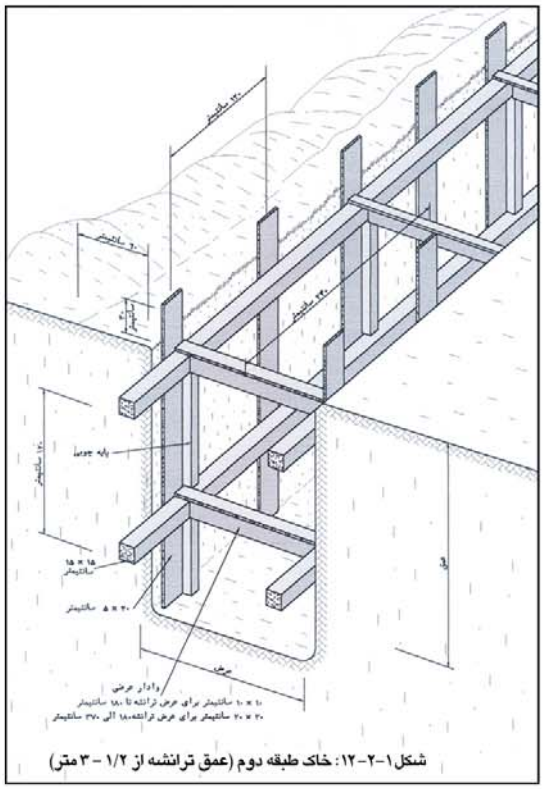
---

[1] Pumping Sump
[2] Urbun Utility

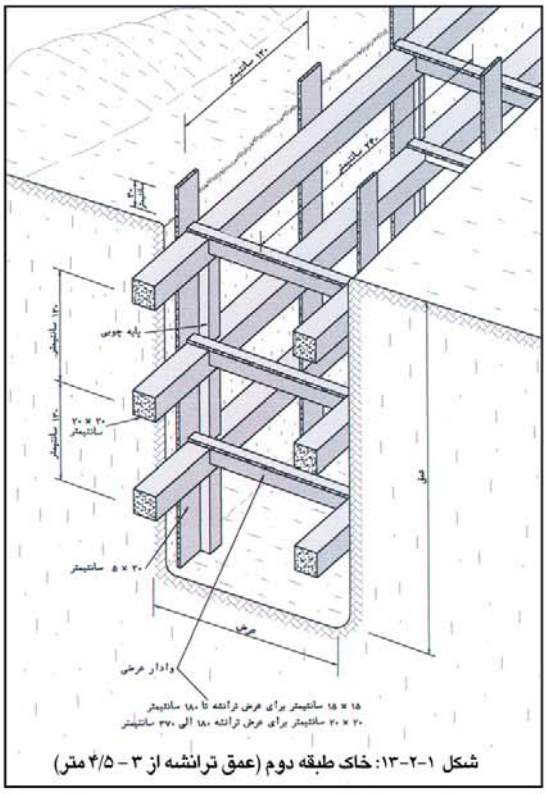
۱-۲-۱۵ جمع‌آوری و برچیدن کارگاه

پیمانکار موظف است پس از اتمام عملیات پیمان اقدام به برچیدن کارگاه، جمع‌آوری مصالح، تجهیزات، تأسیسات و ساختمانهای موقت، خارج کردن مواد زائد و ماشین آلات و دیگر تدارکات مربوط به خود و بالاخره تسطیح و تمیز کردن محل های تحویلی کارفرما بکند. علاوه بر آن موارد، رعایت نکات زیر نیز الزامی است.

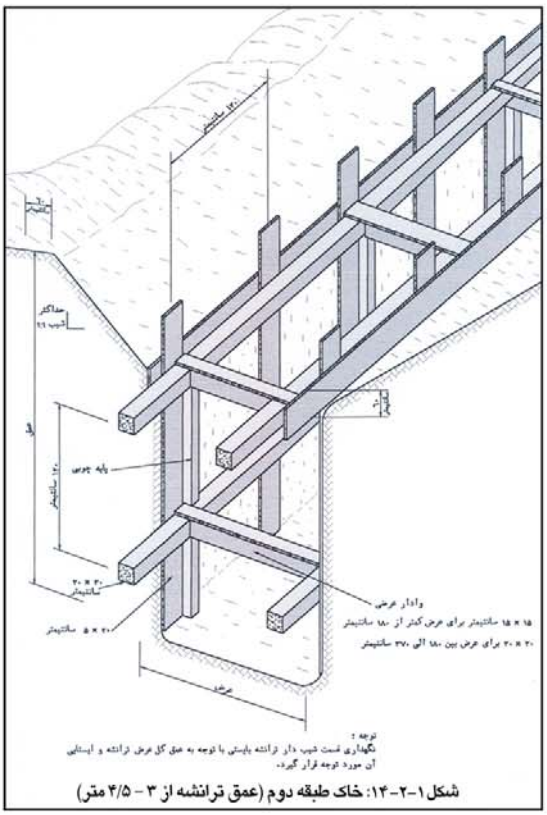
- بازسازی کامل و دائمی کانالهای آب کشاورزی، راههای روستایی و مسیل‌ها در موارد لزوم
- بازسازی و به حالت اولیه در آوردن قسمتهایی از اموال و املاک خصوصی یا عمومی که توسط پیمانکار برای اجرای لوله‌گذاری تخریب شده یا صدمه دیده است
- بازسازی و مرمت مسیر خط لوله، جاده سرویس، خاکریز (گرده ماهی) روی خط لوله و تمیز کردن سطح آنها
- ایجاد آبروهای مورد لزوم با شیب مناسب در مکانهای مورد لزوم در مسیر خط لوله طبق نظر مهندس مشاور
- برداشتن، جمع‌آوری لوله‌ها و لوازم باقیمانده و سایر اجناس غیر قابل مصرف از تمام سر خط لوله و حمل آنها به خارج کارگاه یا انبار کارفرما
- در مناطق کوهستانی باید آبهای سرازیر شده از کوهستان و آب سطح محدوده عملیات ساختمانی و لوله‌گذاری توسط کانالهای مناسب به خارج از محدوده عملیات و به طرف دره‌ها هدایت شود.



شکل۱-۲-۱۲: خاک طبقه دوم (عمق ترانشه از ۱/۲ - ۳ متر)

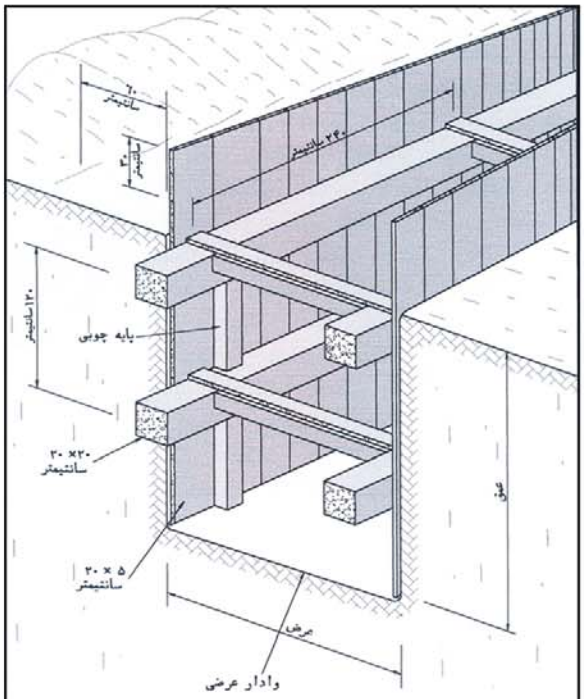


شکل ۱-۲-۱۳: خاک طبقه دوم (عمق ترانشه از ۳ - ۴/۵ متر)

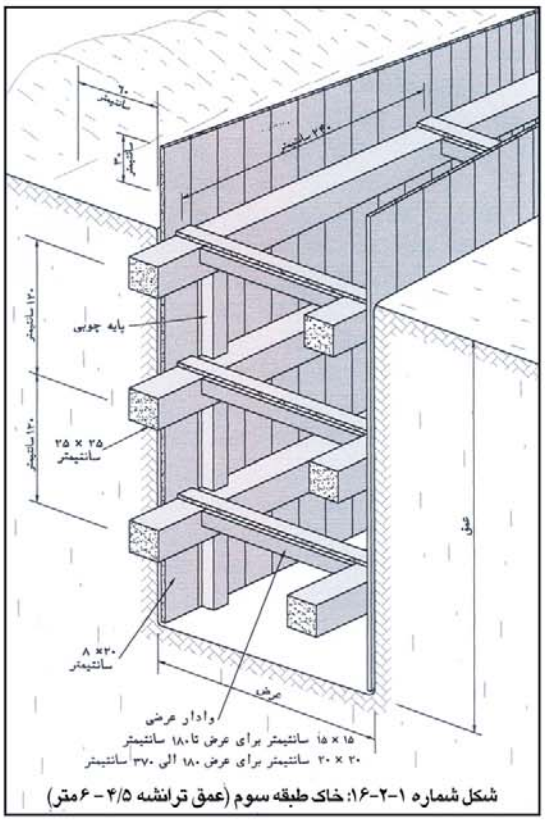


شکل۱-۲-۱۴: خاک طبقه دوم (عمق ترانشه از ۳ - ۴/۵ متر)

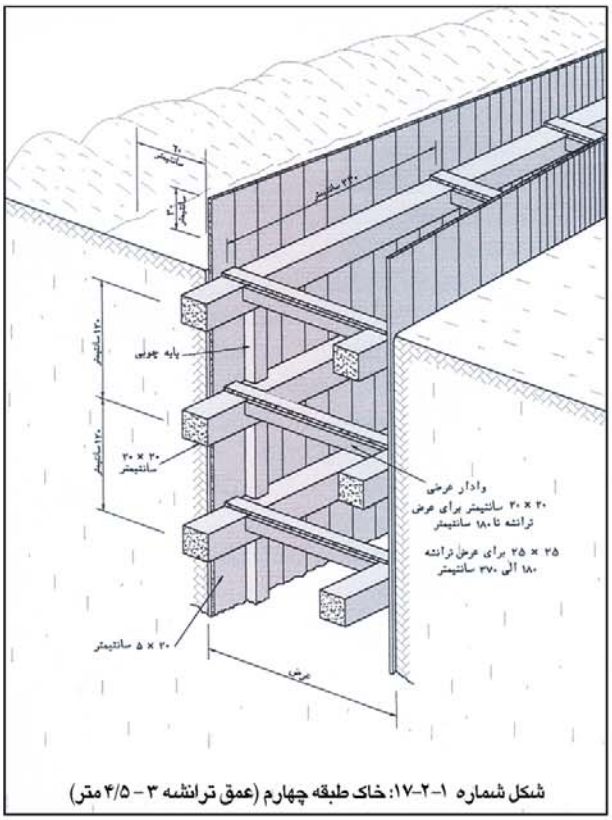
آرایش چوب بست برای خاک ها و عمق های مختلف



شکل شماره ۱-۲-۱۵: خاک طبقه چهارم (عمق ترانشه ۱/۲۰ - ۳ متر)



شکل شماره ۱-۲-۱۶: خاک طبقه سوم (عمق ترانشه ۴/۵ - ۶ متر)



شکل شماره ۱-۲-۱۷: خاک طبقه چهارم (عمق ترانشه ۳ - ۴/۵ متر)

آرایش چوب بست برای خاک ها و عمق های مختلف

۲

کارهای خطوط انتقال آب و شبکه توزیع

۲-۱ لوله‌های فولادی

۲-۱-۱ کلیات

لوله‌های فولادی بر حسب تکنولوژی ساخت شامل سه نوع کلی به شرح زیر می‌باشند :

۲-۱-۱-۱ لوله‌های فولادی بدون درز[1]

لوله‌های فولادی بدون درز، در اقطار کوچک و از طریق نـورد گرم تولید می‌شوند و برای فشار کارهای زیاد، کاربرد دارند. لذا این قبیل لوله‌ها در خطـوط انتقال آب و شبکه‌های توزیع آب و تأسیسات شهری کمتر مورد استفاده می‌باشند.

۲-۱-۱-۲ لوله‌های درز مستقیم[2]

لوله فولادی درز مستقیم از طریق تغییر فرم و لوله کردن ورق‌های تخت فولادی تولیده شده و در اقطار مختلف ساخته می‌شوند. در این روش از طریق پرس، ابتدا ورق تخت فولادی به صورت U و سپس به صورت O تغییر شکل داده می‌شود و محل درز حاصل از تماس دو لبه ورق که در امتداد طول لوله می‌باشد، جوشکاری می‌گردد.

۲-۱-۱-۳ لوله‌های اسپیرال[3]

لوله‌های فولادی اسپیرال از طریق پیچاندن و نورد نمودن نوارهای فولادی توسط ماشین مخصوص و در داخل قالب مربوط ساخته می‌شوند. در این روش، درز بین دو لبه دو طرف ورق کـــه به صورت مارپیـــچ حول محور لوله می‌باشد، جوشکاری می‌گردد. در ساخت این لوله‌ها، محدودیت عرض ورق نورد شده کاهش می‌یابد. در سالهای اخیر، ساخت و کاربرد این نوع لوله در ایران گسترش زیادی یافته است.

۲-۱-۲ استانداردهای ساخت و نصب لوله‌های فولادی

برای ساخت انواع لوله‌های فولادی استانداردهای متعدد ملی و بین المللی وجود دارد. برخی از این استانداردها به شرح زیر است. متذکر می‌شود که ساخت لوله فقط محدود به استانداردهای ذکر شده نمی‌باشد.

- استاندارد (ISIRI -۴۲۱) مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در مورد قطر خارجی لوله‌های فولادی.
- استاندارد (ISIRI -۴۲۲) مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در مورد ضخامت لوله‌های فولادی.
- استاندارد (ANSI /AWWA C 200) انستیتو استانداردهای ملی آمریکا و انجمن کارهای آبی آمریکا در مورد لوله‌هـای فولادی آب.
- استاندارد (ISO 559) لوله‌های فولادی برای آب و فاضلاب.

---

[1] Seamless
[2] U & O
[3] Spiral

- استاندارد (DIN 2460) لوله‌های فولادی برای آب.
- استاندارد (BS 534) لوله‌های فولادی و قطعات خاص برای آب و فاضلاب.
- استاندارد (API 5L) انستیتوی نفت آمریکا در مورد مشخصات فنی خطوط لوله فولادی بدون درز و درزدار.
- استاندارد (API 5LS) انستیتوی نفت آمریکا در مورد مشخصات فنی لوله فولادی اسپیرال.
- استاندارد (ISIRI 1026) مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در مورد آزمون تخت کردن لوله‌های فولادی.
- استاندارد (ISIRI 1793) مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در مورد آزمون لبه اتصال (فلنج) لوله‌های فولادی.
- استاندارد (ISIRI 6771) مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در مورد لوله‌های فولادی برای آبرسانی و فاضلاب.
- استاندارد (ANSI /AWWA C 206) نشریه مشترک انجمن کارهای آبی آمریکا و انستیتو استانداردهای ملی آمریکا درباره جوشکاری در کارگاه برای اتصال لوله‌های فولادی آبرسانی.

در این مشخصات فنی، از آخرین چاپ (۲۰۰۴) نشریه M 11 انجمن کارهای آبی آمریکا (AWWA) تحت عنوان، راهنمای طراحی و نصب لوله‌های فولادی کارهای آبی[1] استفاده زیادی شده است. لذا در صورت نیاز به اطلاعات و توضیحات بیشتر در خصوص طـــراحی و نصب لوله‌های فولادی برای مصارف آبی، به آخرین چاپ نشریه فوق مراجعه گردد.

۲-۱-۳ حداقل ضخامت

حداقل ضخامت ورق برای حمل‌ونقل و جابجایی براساس سه رابطه زیر تعیین می‌شود :

- رابطه گاز و برق پاسیفیک[2]

$$t = \frac{D}{288} \qquad (۱)$$

- رابطه اداره آبادانی آمریکا[3]

$$t = \frac{D+508}{400} \qquad (۲)$$

- برای لوله‌های با اندود داخلی سیمان و پوشش انعطاف‌پذیر خارجی

$$t = \frac{D}{240} \qquad (۳)$$

در روابط بالا، ضخامت ورق لوله به میلیمتر = t و قطر اسمی لوله به میلیمتر = D می‌باشد.
ضخامت ورق تحت هیچ شرایطی نباید از ۱/۹ میلیمتر کمتر باشد.

[1] Steel Water Pipe : A Guide for Design and Installation (AWWA-M 11)- 2004
[2] Pacific Gas and Electric Formula
[3] US Bureau of Reclamation Formula

رابطه (۱) برای لوله‌های با قطر داخلی تا ۱۳۵۰ میلیمتر (۵۴ اینچ) و رابطه (۲) برای لوله‌های با قطر داخلی بیش از ۱۳۵۰ میلیمتر می‌باشد.

در عمل، لوله‌ها باید قادر باشند که بدون صدمه دیدن در حین حمل و نقل و جابجایـــی (قر شدگی، سوراخ شدن و غیره)، در اثر وزن خود در زمان حمل‌ونقل، انبارداری، ریسه‌کردن و همچنین نصب در عمق‌های متعارف، نیز از حالت دایره خارج نشده و به صورت دو پهن[1] در نیایند. برای این منظور نیز حداقل ضخامت ورق حدوداً باید بین D/100 الی D/120 باشد. در هر صورت حداقل ضخامت جداره لوله، باید توسط طراح تعیین شود.

در جدول شماره ۲-۱-۱، حداقل ضخامت لوله‌های فولادی اندود نشده برای اتصال جوشی براساس استاندارد DIN 2460 منعکس می‌باشد. ضخامت‌های فوق با توجه به حداقل‌های مورد نیاز برای حفظ مشخصات لولـــه در حین بارگیری، حمل‌ونقل، باراندازی، انبارداری و ریسه‌کردن تعیین شده است.

در نشریه M 11 انجمن کارهای آبی آمریکا (AWWA)، مشخصات کامل لوله‌های فولادی با ضخامت‌های مختلف درج گردیده است.

جدول ۲-۱-۱ : مشخصات فنی لوله‌های فولادی طبق استاندارد DIN 2460 (به عنوان راهنما)

قطر اسمی(میلیمتر)	قطر خارجی (میلیمتر)	ضخامت جدار لوله (میلیمتر)	وزن هر متر لوله متر/کیلوگرم	فشار اسمی(بار)	
				فولاد ST 37.2	فولاد ST 52.3
۸۰	۸۸/۹	۳/۲	۶/۷۶	۸۰	۱۲۵
۱۰۰	۱۱۴/۳	۳/۲	۸/۷۷	۶۳	۱۰۰
۱۲۵	۱۳۹/۷	۳/۶	۱۲/۱	۶۳	۸۰
۱۵۰	۱۶۸/۳	۳/۶	۱۴/۶	۵۰	۶۳
۲۰۰	۲۱۹/۱	۳/۶	۱۹/۱	۴۰	۵۰
۲۵۰	۲۷۳	۴/۰	۲۶/۵	۳۲	۵۰
۳۰۰	۳۲۳/۹	۴/۵	۳۵/۴	۳۲	۵۰
۳۵۰	۳۵۵/۵	۴/۵	۳۹/۰	۳۲	۴۰
۴۰۰	۴۰۶/۴	۵/۰	۴۹/۵	۲۵	۴۰
۵۰۰	۵۰۸	۵/۶	۶۹/۴	۲۵	۴۰
۶۰۰	۶۱۰	۶/۳	۹۳/۸	۲۵	۴۰
۷۰۰	۷۱۱	۶/۳	۱۰۹	۲۰	۳۲
۸۰۰	۸۱۳	۷/۱	۱۴۱	۲۰	۳۲
۹۰۰	۹۱۴	۸/۰	۱۷۹	۲۰	۳۲
۱۰۰۰	۱۰۱۶	۸/۸	۲۱۹	۲۰	۳۲
۱۲۰۰	۱۲۱۹	۱۱/۰	۳۲۸	۲۰	۳۲
۱۴۰۰	۱۴۲۲	۱۲/۵	۴۳۴	۲۰	۳۲
۱۶۰۰	۱۶۲۶	۱۴/۲	۵۶۲	۲۰	۳۲
۱۸۰۰	۱۸۲۹	۱۶	۷۱۲	۲۰	۳۲
۲۰۰۰	۲۰۳۲	۱۷/۵	۸۶۴	۲۰	۳۲

[1] Oval

۲-۱-۴ انواع اتصالی‌های لوله‌های فولادی

لوله‌های فولادی با درز مستقیم و اسپیرال در طول‌های بین ۱۰ تا ۱۲ متر تولید می‌شوند. برای اتصال لوله‌ها به یکدیگر و یا به شیرآلات و متعلقات، استفـــاده از انـــواع اتصالی‌ها ضروری است. انواع اتصالی‌های معمول به شرح زیر می‌باشند.

۲-۱-۴-۱ اتصال جوشی

برای اتصال جوشی لوله‌های فولادی به یکدیگر، از جوش الکتریکی استفاده می‌شود. استانداردها و دستورالعمل‌های متعددی در این خصوص وجود دارند که از جمله استانداردهای (ANSI / AWWA C 206) و (API 1104) می‌باشند. مهندس مشاور باید در صورت لزوم، مشخصات جوشکاری مورد نظر را ضمیمه اسناد نموده و استانداردهای مربوط را مشخص نماید. مشخصات فنی عمومی جوشکاری لوله‌ها و اتصالات در پیوست شماره یک این بخش درج شده است که در هر نوع جوشکاری لازم‌الاجرا می‌باشد.

اتصال جوشی لوله‌های فولادی به یکی از روشهایی که در شکل شماره ۲-۱-۱ نشان داده شده انجام می‌پذیرد. مشخصات کلی هر روش به شرح زیر می‌باشد.

۲-۱-۴-۱-۱ اتصال جوشی لب به لب[1]

در این نوع اتصال، لبه‌های دو لوله دارای پخی می‌باشند که ابعاد پخی و زاویه آن با توجه به فشار و ضخامت جدار لوله در استانداردها تعیین شده و در کارخانه ایجاد می‌شود. لوله‌های فولادی تولیدی در ایران عموماً از این نوع می‌باشند.

برای به کار بردن این نوع اتصال، بالاخص برای قطرهای بالاتر از ۳۰۰ میلیمتر، از گیره‌های داخلی یا خارجی[2] استفاده می‌شود. این نوع اتصال می‌تواند به صورت جوش یک طرفه (شکل ۲-۱-۱- الف) و یا جوش دو طرفه (شکل ۲-۱-۱- ب) اجرا شود. جوش لب به لب دو طرفه برای لوله‌های با قطر مناسب (حداقل ۸۰۰ میلیمتر) کاربرد دارد.

۲-۱-۴-۱-۲ اتصال جوشی رویهم[3]

در این نوع اتصال، قطر انتهای یک طرف هر شاخه لوله کمی بزرگتر از قطر اسمی لـــولـــه می‌باشد و بنابراین، در موقع کارگذاری، عملاً سرساده هر شاخه لوله در داخل لوله مقابل قرار می‌گیرد و سپس محل اتصال، جوشکاری می‌شود. در این نوع اتصال و برحسب نیاز، جوشکاری در داخل یا خارج و یا هر دو طرف محل اتصال انجام می‌شود. این نوع اتصال در شکل شمـــــــــــاره ۲-۱-۱- پ نشان داده شده است. از این نوع اتصال لوله معمولاً در ایران استفاده نمی‌شود.

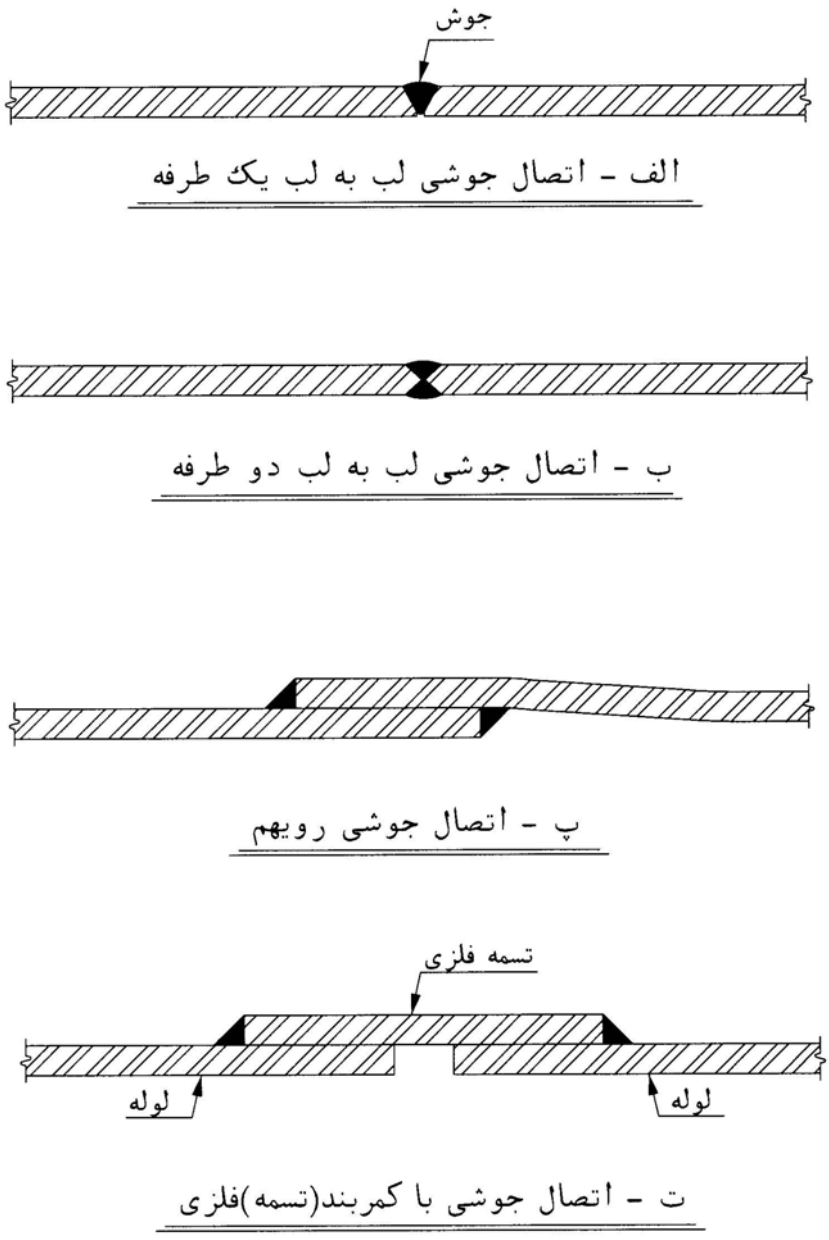
۲-۱-۴-۱-۳ اتصال جوشی با وصله[4]

در این نوع اتصال، یک کمربند ساخته شده از تسمه فلزی روی دو سرلوله قرار داده شده و این تسمه به بدنه لوله‌ها جوش می‌شود. ضخامت و مشخصات تسمه فلزی براساس نیاز و با همان ضخامت لوله می‌باشد. متذکر می‌گردد که تسمه فلزی در حقیقت قطعه لوله‌ای است که قطر داخلی آن مساوی قطر خارجی لوله‌های اصلی است. این قطعه لوله می‌تواند به صورت یک پارچه بوده و

---

[1] Welded Butt Joint
[2] Internal & External Clamp
[3] Welded Slip
[4] Butt Scrap Joint

یا در دو یا چند قطعه (قطاع دایره) ساخته شود. این نوع اتصالی در شکل شماره ۲-۱-۱- ت نشان داده شده است. عرض تسمه برای لوله‌های با قطر کمتر از ۹۰۰ میلیمتر نباید از ۱۰ سانتیمتر و برای اقطار بیش از ۹۰۰ میلیمتر از ۱۵ سانتیمتر کمتر باشد. فاصله آزاد بین دو لبه لوله برای لوله‌های با قطر کمتر از ۹۰۰ میلیمتر نباید از ۲/۵ سانتیمتر و برای اقطار بیش از ۹۰۰ میلیمتر از ۵ سانتیمتر کمتر باشد.



شکل ۲-۱-۱ : انواع اتصال جوشی در لوله‌های فولادی

۲-۱-۴-۲ اتصالی‌های مکانیکی

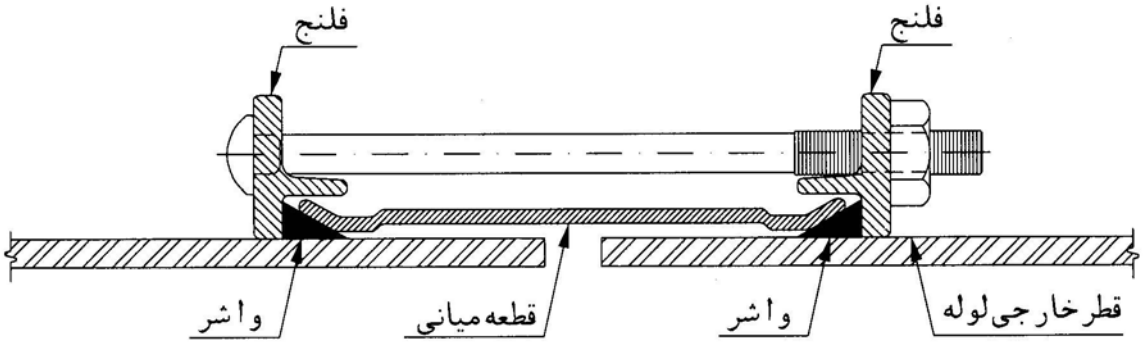
برای اتصال لوله‌های فولادی، انواع دیگر اتصالی که اتصال مکانیکی نامیده می‌شوند، از قبیل اتصال قابل انعطاف[1]، اتصال قابل انبساط[2]، اتصال فلنجی[3]، اتصال دنده‌ای[4] نیز به کـار می‌روند.

۲-۱-۴-۲-۱ اتصال قابل انعطاف

این نوع اتصال از دو قطعه حلقه فولادی فلنج‌دار، دو عدد حلقه لاستیکی، یک قطعه میانی و تعدادی پیچ و مهـــره تشکیل شده است (شکل شماره ۲-۱-۲). در این نوع اتصال، ابتدا حلقه‌های فولادی فلنج‌دار و سپس حلقه‌های لاستیکی روی هر یک از سر لوله‌ها نصب شده و سپس قطعه میانی روی یکی از لوله‌ها سوار شده و لوله دیگر به داخل قطعه میانی هـــدایت می‌شود. سپس، با بستن پیچ و مهره‌ها و سفت کردن آنها، حلقه لاستیکی در فاصله بین قطعه میانی و حلقه‌های فولادی فلنج‌ها فشرده شده و باعث آب‌بندی دو لوله می‌شود. این نوع اتصالی دارای انعطاف‌پذیری خوبی است و به همین دلیل، هماهنگی لازم را با جابجایی و نشست زمین تا حد مجاز انحراف لوله و با حفظ آب‌بندی محل اتصال داشته و تا حدودی نیز قابلیت انبساط و انقباض دارد.

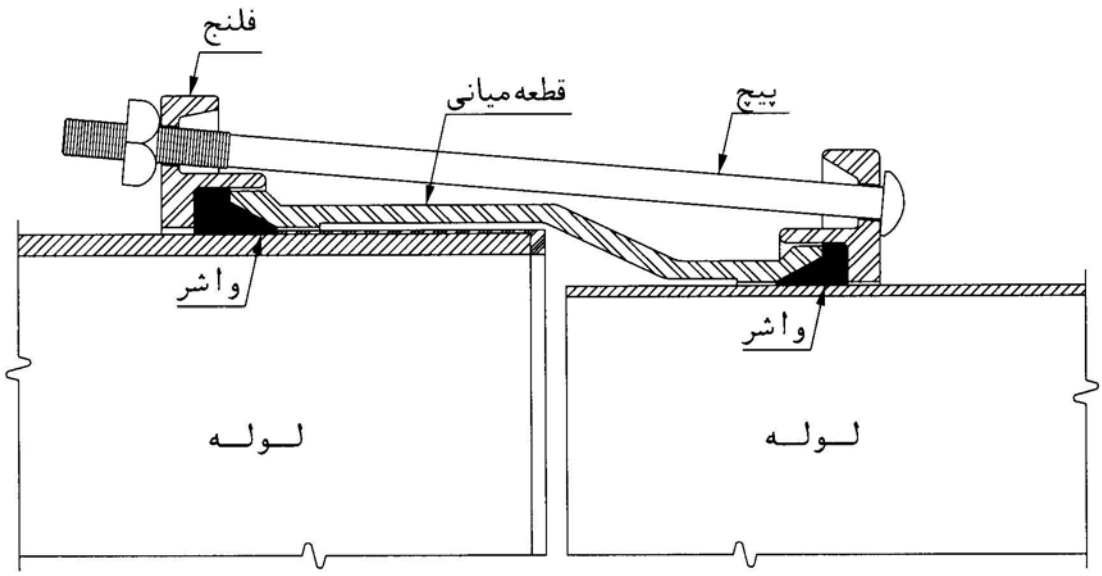
در شکل شماره ۲-۱-۲ الف، اتصال قابل انعطاف معمولی برای لوله‌های با اقطار مساوی و در شکل شماره ۲-۱-۲ ب، اتصال قابل انعطاف پله‌ای برای لوله‌های فولادی با اقطار متفاوت نشان داده شده است.

انواع دیگر اتصالی انعطاف‌پذیر به عنوان قطعه رابط دو سر لوله با اقطار مختلف، تبدیل و نظایر آن وجود دارد.



شکل ۲-۱-۲ الف : اتصال قابل انعطاف معمولی

[1] Flexible Joint (Flexible Coupling)
[2] Expansion Joint
[3] Flanged Joint
[4] Thread Joint

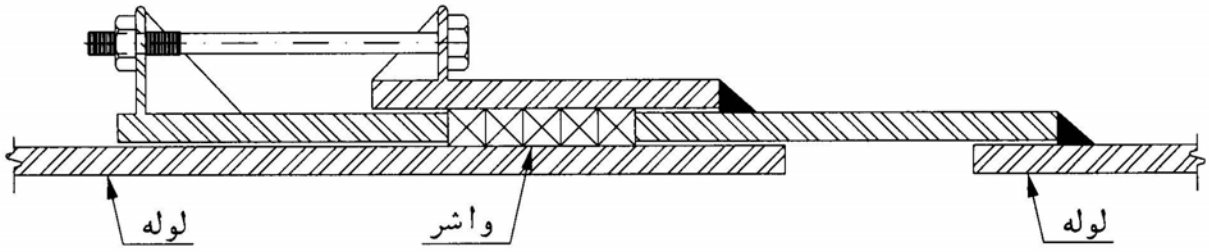


شکل ۲-۱-۲ ب : اتصال قابل انعطاف پله‌ای

۲-۱-۴-۲-۲ اتصال قابل انبساط

در خطوط لوله فولادی که در معرض تغییرات زیاد دمای محیط و یا سیال جاری در آن قرار گرفته و تغییر طول خط لوله بر اثر این تغییرات دما نسبتاً زیاد می‌باشد، لازم است در فواصل معین از خط لوله، اتصالی قابل انبساطی که قادر باشد چنین تغییراتی را قبول کند، نصب شود.

این نوع اتصالی به اشکال و قطعات مختلف ساخته شده، ولی عملکرد همگی یکسان می‌باشد. در شکل شماره ۲-۱-۳ نمونه‌ای از اتصالی قابل انبساط نشان داده شده است.



شکل ۲-۱-۳ : اتصال قابل انبساط

در شکل فوق، با پیچاندن مهره، واشر لاستیکی بین دو قطعه فشرده شده و عمل آب‌بندی انجام می‌شود. با تغییرات دما، دو سر لوله در حدود تعیین شده، قابلیت انقباض و انبساط داشته، بدون این که خط لوله از آب‌بندی خارج شود.

۲-۱-۴-۲-۳ اتصال فلنجی

این نوع اتصالی برای اتصال دو لوله به یکدیگر و یا اتصال لوله به شیرآلات و متعلقات دارای فلنج استفاده می‌شود. بنابراین، هر دو سر لوله‌ها و متعلقات باید فلنج‌دار باشند. این نوع اتصالی در خطوط لوله اصلی، فقط در محل اتصال به شیرآلات کاربرد دارد.

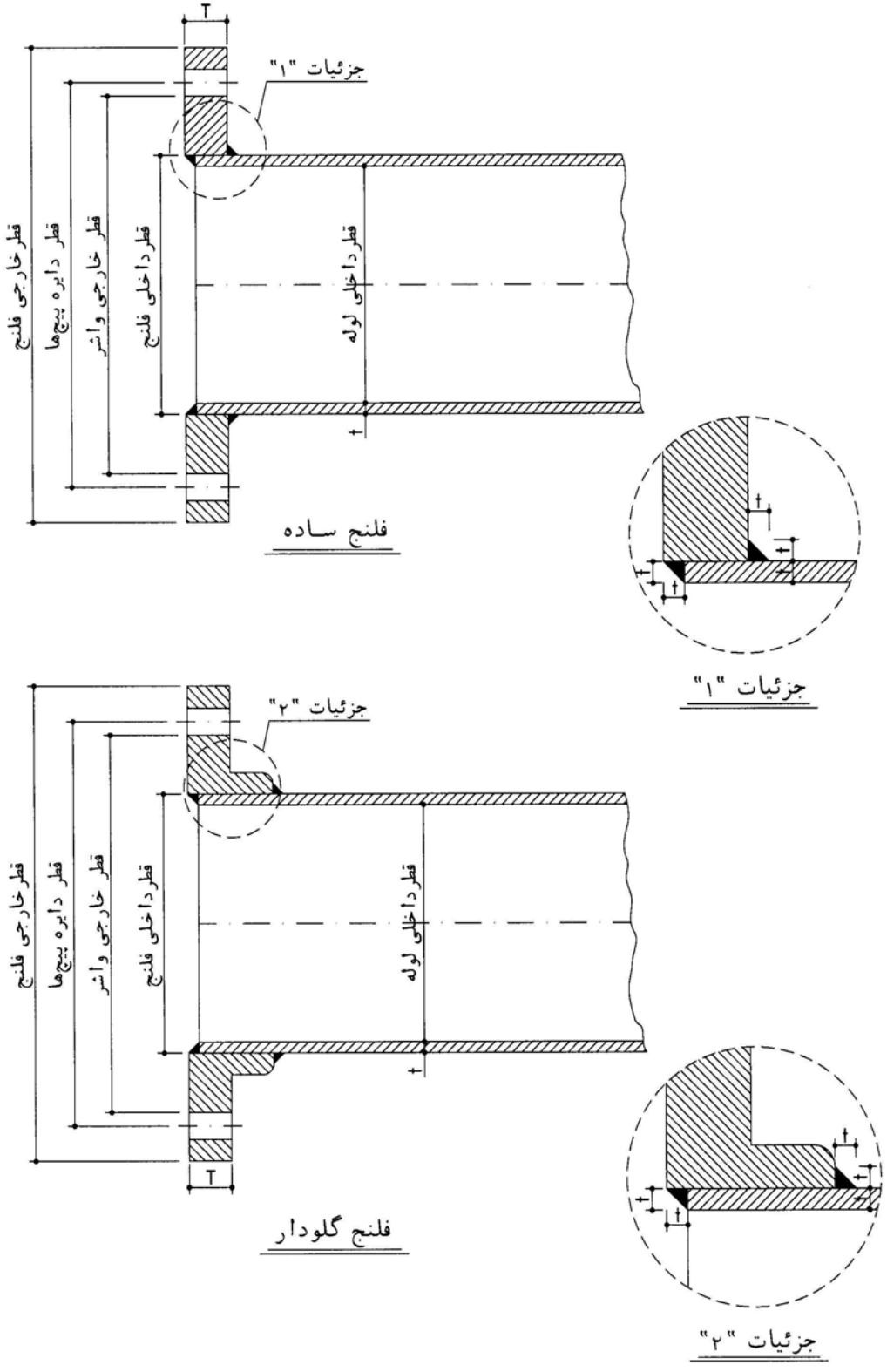
فلنج‌هایی که در این نوع اتصالی برای اتصال دو لوله بکار می‌روند، می‌توانند ساده[1] یا گلودار[2] باشند. فلنج‌ها براساس قطر و فشار با استانداردهای مختلف ساخته می‌شود.

آب‌بندی در این نوع اتصالی، توسط واشر مخصوص که بین دو فلنج قرار می‌گیرد تأمین شده که با پیچاندن مهره‌ها و نـــزدیک شدن فلنج‌ها بـــه یکدیگر، واشر بین آنها فشرده شده و آب‌بندی برقرار می‌گردد.

این نوع اتصالی قادر به انقباض و انبساط نبوده و هیچ‌گونه انعطاف‌پذیری در محل اتصالی مقدور نیست. همانطور که ذکر شد، اتصال فلنجی معمولاً برای لوله‌ها در داخل تلمبه خانه، تصفیه‌خانه و حوضچه شیرآلات کاربرد دارد.

اتصال انواع فلنج‌ها برای ایجاد اتصال فلنجی در شکل ۲-۱-۴ نشان داده شده است.

[1] Ring Flange
[2] Hub Flange



شکل ۲-۱-۴ : جوشکاری اتصال فلنجی

۲-۱-۴-۲-۴ اتصال دنده‌ای

این نوع اتصال، برای اتصال دو لوله به یکدیکر و یا اتصال لوله به متعلقات و شیرآلات دنده شده استفاده می‌شود. بنابراین، در یک سر لوله دنده بیرونی و در سر دیگر لوله دنده درونی تراشیده شده و با پیچانیدن، لوله‌ها در داخل هم رانده می‌شوند.

در مواقعی که هر دو لوله به دلایل فنی فقط از بیرون رزوه شده است، از قطعه رابط که دو طرف دنده داخلی دارد، استفاده می‌شود.

این نوع اتصال در خطوط لوله انتقال و شبکه اصلی توزیع آب کمتر کاربرد دارد و در لوله چاه‌های آب و در شبکه‌های فرعی با لوله‌های فولادی گالوانیزه و بعضی مواقع در تلمبه‌خانه‌ها و تصفیه‌خانه‌ها بکار می‌رود.

۲-۱-۵ تأثیر فشار خط لوله و شرایط محلی برای انتخاب نوع اتصال

در اتصالی‌های خطوط لوله تحت فشار، نیروهایی بر اثر فشار داخلی خط انتقال بر اتصالی وارد می‌شود که ممکن است باعث جدا شدن قطعات اتصالی و در نتیجه باز شدن آن شود، مگر این که در اتصالی، تمهیداتی برای جلوگیری از جدا شدن قطعات پیش‌بینی شده باشد.

فشار داخلی خط لوله ممکن است ناشی از فشار استاتیک و یا فشار دینامیک باشد. قطع ناگهانی تلمبه‌ها و یا بستن سریع شیرها در خطوط انتقالی که آب از طریق آن و با استفاده از تلمبه‌انتقال داده می‌شود، ممکن است ایجاد ضربه قوچ[1] نماید که بر اثر آن، در نقاطی از خط لوله، فشار داخلی به طور ناگهانی افزایش یافته و باعث جدا شدن قطعات اتصالی‌ها و یا حتی ترکیدگی لوله شود، مگر این که خط لوله و اتصالی‌های آن قادر به مقابله با این نیروها بوده و یا خط لوله مجهز به تمهیداتی شده باشد که نیروهای ناشی از ضربه قوچ را بی‌اثر کند.

نظر بر این که در مقابله با اثرات ضربه قوچ، لوله‌های از جنس نرم و قابل انعطاف، مقاومت بیشتری نسبت به لوله‌های از جنس ترد و شکننده دارند، لذا در مواردی که فشار خط لوله زیاد بوده و احتمال می‌رود بر اثر ضربه قوچ، نیروی زیادی به خط لوله وارد آید، لوله‌های فولادی مناسب تر از سایر انواع لوله‌ها می‌باشند.

اتصالی‌های جوشی که در آن شاخه‌های لوله فولادی به یکدیگر جوش داده می‌شوند تا خط لوله یکپارچه‌ای تشکیل گردد و همچنین، اتصالی‌های فلنجی که فلنج‌های دو قطعه اتصالی و واشر آب‌بندی بین آنها با پیچ و مهره متصل می‌شوند، بهتر می‌توانند با نیروهای داخلی ضربت قوچ مقابله کنند.

لذا، این نوع اتصالی‌ها برای فشارهای داخلی بالا و یا برای خطوط لوله‌ای که امکان ندارد برای آنها پشت‌بندها و مهاری‌های لازم ایجاد شود، مناسب‌تر می‌باشند.

در اتصالی‌های قابل انعطاف و اتصالی‌های قابل انبساط که در بندهای قبلی تشریح گردیده است، عامل مقاوم در مقابل نیروهای جدا کننده دو قطعه اتصالی، عملاً نیروهای حاصل از اصطکاک بین قطعات فلزی و واشر لاستیکی و بدنه لوله است که قادر نیست در مقابل نیروهایی که در جهت جدا کردن دو قطعه اتصالی از یکدیگر به خط لوله وارد می‌شود، مقاومت کند. لذا، کاربرد اتصالی‌های قابل انعطاف و اتصالی‌های قابل انبساط، در مواردی است که خط لوله در ترانشه نصب شده، یا در حالت روکار، تحت تأثیر قابل توجه نیروهای حاصل از ضربه قوچ نبوده و در محل تغییر مسیرها و انتهای خط لوله، مهاریهای لازم و کافی ایجاد شده باشد.

---

[1] Water Hammer

۲-۱-۶ حفاظت در مقابل خوردگی و تعمیرات آن

لوله‌های فولادی در مقابل خوردگی ناشی از آب و خاک مقاومت اندکی دارند. لذا و به منظور افزایش عمر مفید آنـــها و حفظ سرمایه‌گذاری به عمل آمده، حفاظت از جدارهای داخلی و خارجی لوله ضروری است.

با توجه به قابلیت خوردگی زیاد لوله‌های فولادی، در مواردی که قرار است سیالهایی نظیر فـــاضلاب شهری و یـــا صنعتی و یـــا آب دریا انتقال یابد، از خطوط لوله فولادی استفاده نمی‌شود، مگـــر در موارد خـاص و انـدک مـانـنـد لـولـه‌های ارتباطی برخی قسمتهای تصفیه خانه‌ها، تلمبه خانه‌ها و نظایر این گونه تأسیسات.

قبل از طراحی و انتخاب نوع لوله و نحوه حفاظت آن در مقابل خوردگی، انجام آزمایشهای دقیق و کامل خاکشناسی و تعیین قابلیت خوردگی آب و خاک که در تماس با جدار خارجی لوله قرار می‌گیرند، کاملاً ضروری است. نحوه محافظت و انتخاب نهایی نوع پوشش حفاظتی لوله‌ها با توجه به نتایج این آزمایشها صورت می‌گیرد.

در زنگ‌زدگی و خوردگی سطح خارجی لوله‌های فولادی مدفون، عوامل متعددی مؤثر است که مهمترین آن مقاومت الکتریکی[1] خاک می‌باشد.

در جدول شماره ۲-۱-۲، رابطه قابلیت خوردگی با مقاومت الکتریکی خاک منعکس می‌باشد.

جدول ۲-۱-۲ : رابطه قابلیت خوردگی با مقاومت الکتریکی خاک (ماخذ AWWA – M 11 , 2004)

طبقه بندی خاک	شـــرح	مقاومت الکتریکی خاک ohm - cm
۱	عالی	۱۰۰۰۰ – ۶۰۰۰
۲	خوب	۶۰۰۰ – ۴۵۰۰
۳	متوسط	۴۵۰۰۰ – ۲۰۰۰
۴	بـد	صفـر – ۲۰۰۰

۲-۱-۶-۱ انواع پوشش سطوح داخلی و خارجی لوله‌های فولادی

برای جلوگیری از خوردگی لوله‌های فولادی باید از روشها و اجرای انواع پوشش و اندودهای سطوح خارجی و داخلی لوله با توجه به مقدار و خاصیت خورندگی خاک و آب استفاده نمود. ترمیم سطوح داخلی پوشش‌ها در محل اتصالی در لوله‌های با قطر بیش از ۵۰۰ میلیمتر انجام می‌گیرد. انواع حفاظت سطوح خارجی و داخلی لوله‌های فولادی در فصل پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی این مشخصات فنی به طور کامل تشریح شده و شرایط و نحوه اجرای آنها برای لوله‌های فولادی و اتصالات و متعلقات مربوط و همچنین، نحوه آزمایش لوله‌های پوشش شده، تشریح گردیده است. در زیر و به صورت خلاصه و فقط برای آشنایی مقدماتی، نکاتی در این خصوص شرح داده می‌شود.

۲-۱-۶-۲ حفاظت کاتدی

لوله‌های فولادی که در زیرزمین (دفنی) نصب می‌گردند، بر اثر پدیده گالوانیزاسیون یا جریانهای الکتریکی مـــوضعی، در معرض جریانهـــای الکتریکی قرار گرفته و دچار خوردگی می‌شوند. برای جلوگیری از آن، می‌توان از روش حفاظت کاتدی استفاده نمود.

[1] Electrical Resistivity

دو روش برای حفاظت کاتدی معمول است که یکی روش ایجاد بار منفی در سطح لوله به وسیلـــه تزریق جریـــان، و دیگری روش ایجاد بـــار منفی در سطح لوله با آندهای فدا شونده می‌باشد. در روش تزریق جریان[1]، با نصب ترانس راکتیفایر، الکتریسیته جریان یکطرفه و بار منفی به وسیله کابل در جدار لوله متصل و بار مثبت به بستر آندی که در مجاورت خط لوله احداث می‌شود، متصل می‌گردد.

در روش حفاظت کاتدی با آند فداشونده[2]، آندهای فدا شونده در مجاورت خط لوله و در فواصل معین نصب و به وسیله کابل به جدار لوله متصل می‌شوند.

در خطوط لوله فولادی که با اتصال جوشی اجرا می‌شوند، پیوستگی جریان الکتریکی در طول خط لوله تأمین می‌گردد، ولی در خطوط لوله فولادی که دارای اتصال مکانیکی می‌باشند، پیوستگـــی الکتریکی به وسیله جوش دادن نوارهای مسی در دو طرف اتصال مکانیکی ایجاد می‌شود.

به منظور اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل لوله نسبت به زمین اطراف خود در طول خط لوله، نقاط اندازه گیری پیش بینی می‌گردد.

برای جلوگیری از اتلاف جریان الکتریکی در محل اتصال لوله به شیرآلات، واشرهای عایق[3] نصب می‌شود و پیوستگی جریان الکتریکی به وسیله تسمه مسی جوش شده به لوله، در دو طرف شیرآلات و متعلقات تأمین می‌گردد.

مشخصات کامل و جزئیات اجرایی حفاظت کاتدی در بخش پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی این مشخصات فنی شرح داده شده و پیمانکار موظف به رعایت کامل آنها می‌باشد.

۲-۱-۶-۳ پوشش و اندود با ملات ماسه سیمان

ملات ماسه سیمان برای پوشش سطوح داخلی و خارجی لوله‌های فولادی به کار می‌رود، ولی این ملات در ایران، برای پوشش بیرونی کاربرد ندارد و فقط از ملات ماسه سیمان برای اندود سطح داخلی لوله‌های فولادی استفاده می‌شود.

انـــدود سیمانی با ایجاد محیط قلیایی در مجاورت سطح لـــولـــه، از خوردگی آن حفاظـــت می‌نماید. اندود ماسه سیمانی لوله‌های فولادی در کارخانه سازنده لوله و یا در محل کارگاه لوله‌گذاری اجرا می‌شود، که روش کارگاهی آن، در مورد لوله‌های فولادی مرسوم‌تر است.

اندود داخلی لوله‌ها در کارگاه به صورت تک شاخه‌ای و یا به صورت درجا (پس از نصب لوله) انجام می‌پذیرد. معمولاً و در مواردی که قطر لوله بیش از ۱۰۰۰ میلیمتـــر بوده و اتصال لوله‌ها جوشی باشد، امکان اندود داخلی لوله با ملات ماسه سیمان به صورت درجا (پس از نصب لوله) توصیه می‌شود.

در مواردی کـــه اندود داخلی لوله به صورت تک شاخه انجام می‌شود و اتصال لوله مکانیکی است، چون سطح تمام شده اندود داخلی تا انتهای دو سر لوله انجام می‌شود، تکمیل اندود در محل اتصال پس از نصب لولـه ضرورت ندارد، ولی در صورتی که از اتصال جوشی استفاده شود، باید حد فاصل سطح تمام شده اندود در دو سر لوله در محل اتصال، پس از کارگذاری لوله، با دست ترمیم شود.

---

[1] Impact Current
[2] Sacrificial Anode
[3] Isolating Gasket

مشخصات کامل و جزئیات اجرای اندود با ملات ماسه سیمان در فصل پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی این مشخصات فنی آمده و رعایت آن برای پیمانکار الزامی است.

۲-۱-۶-۴ پوشش سطح خارجی با مواد قیری یا قطرانی به طریق گرم[1]

اخیراً و به علت احتمال ایجاد آلودگی در آب آشامیدنی، کاربرد مواد قیری و بالاخص قیر قطرانی، برای اندود داخلی لوله‌های انتقال آب آشامیدنی ممنوع شده است، ولی اجرای این پوشش در سطح خارجی لوله بسیار معمول است.

برای اجرای پوشش، ابتدا سطح لوله به وسیله ساچمه‌زنی[2] یا ماسه‌پاشی[3] تا درجه تعیین شده طبق مشخصات طرح، کاملاً تمیزکاری می‌شود تا سطح فلز لوله به رنگ خاکستری مات در آید.

بلافاصله پس از آماده‌سازی سطح لوله، لایه آستری (پرایمر) روی لوله اجرا می‌شود. سپس، به وسیله قیرپاش، قیر یا قطران مذاب روی سطح لوله پاشیده می‌شود و هم زمان یک یا دو لایه نوار تقویت کننده[4] به صورت مارپیچ به دور لوله پیچیده می‌شود و پس از تکمیل مرحله قیرپاشی، یک لایه نوار خارجی[5] آغشته به قیر به دور لوله پیچیده شده و لوله به وسیله آب خنک و در صورت لزوم، با آب آهک سفیدشویی می‌شود تا در مقابل نور خورشید و جذب حرارت حفاظت گردد.

مشخصات کامل و جزئیات اجرایی پوشش قیری و قطرانی در بخش پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی این مشخصات فنی آمده که رعایت آن برای پیمانکار الزامی‌است.

۲-۱-۶-۵ پوشش سطوح خارجی با نوارپیچی به روش سرد

این نوع پوشش برای حفاظت سطح خارجی لوله‌های فولادی به کار می‌رود. برای اجرای این پوشش، ابتدا سطح لوله به وسیله ساچمه زنی یا ماسه پاشی تا درجه تعیین شده کاملاً تمیز کاری شده تا به رنگ خاکستری مات در آید.

بلافاصله پس از تمیزکاری، باید لایه آستری را با استفاده از قلم مو یا اسپری و طبق توصیه کارخانه سازنده پوشش، اجرا نمود و قبل از پیچیدن نوار زیری بر روی سطح، باید لایه آستری به اندازه کافی خشک شده باشد. این نوار، باید به وسیله دستگاه نوار پیچ به دور لوله و با کشش و زاویه یکنواخت و هم پوشانی[6] کافی و بدون چین و چروک، اجرا شود.

نوار رویی نیز به وسیله دستگاه نوارپیچ بر روی نوار زیری پیچیده می‌شود و قسمت هم پوشانی نوار رویی نباید بر روی قسمت هم پوشانی نوار زیری قرار گیرد.

مشخصات کامل و جزئیات اجرایی پوشش مزبور در بخش پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی این مشخصات فنی آمده و پیمانکار موظف به رعایت کامل آنها است.

---

[1] Hot Wraping
[2] Shot Blasting
[3] Sand Blasting
[4] Iner Wrap
[5] Outer Wrap
[6] Overlap

۲-۱-۶-۶ پوشش خارجی پلی‌اتیلن

این نوع پوشش یا به وسیله نوار پلی‌اتیلن و یا از طریق پلی‌اتیلن مذاب و به صورت یک پارچه اجرا می‌شود که در فصل پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی شرح داده شده است.

پوشش حفاظتی نـــوارهای پلی‌اتیلن معمولاً از سه لایه تشکیل می‌شود که به ترتیب عبارتند از، یک لایه پرایمر اپوکسی، یک لایه چسبنده میانی و یک لایه از ترکیبات پلی‌اولفین که مجموعاً حفاظت مناسبی برای جلوگیری از اثر خوردگی خاک تأمین می‌نمایند.

این نوع پوشش برای لوله‌های فولادی در حالت دفنی و در خاکهایی که خاصیت خورندگی شدید دارند، توصیه می‌شود. این پوشش در کارخانه اجرا شده و لوله پوشش شده به کارگاه حمل می‌گردد.

۲-۱-۶-۷ پوشش حفاظتی با رنگ‌آمیزی

این نوع پوشش برای حفاظت سطوح داخلی و خارجی لوله‌های فولادی به کار می‌رود. برای رنگ‌آمیزی، ابتدا باید سطح لوله به وسیله ساچمه زنی یا ماسه پاشی و یا بـــرس‌زنی (برس‌زنی فقط برای رنگ‌آمیزی خارجی) تا درجه تعیین شده کاملاً تمیزکاری گردد تا سطح فلز لوله تا درجه تعیین شده، تمیز شود. بلافاصله پس از تمیزکاری، رنگ آمیزی سطح لوله طبق توصیه کارخانه سازنده رنگ و دستورالعمل‌های مربوط اجرا شود.

رنگ‌آمیزی داخلی لوله‌ها فقط با اپوکسی غیرحلال مناسب برای تماس بـــا آب شرب اجرا می‌گـــردد. قبل از اجرای هـــر یک از لایـه‌های رنگ آمیزی، باید فرصت کافی برای خشک شدن لایه قبل داده شود و ضخامت لایه خشک شده رنگ نباید از ضخامت تعیین شده در مشخصات فنی طرح یا دستور مهندس مشاور و توصیه سازنده کمتر باشد.

۲-۱-۶-۸ رنگ‌آمیزی سطح خارجی لوله‌های فولادی غیر دفنی

برای کاهش اثرات عوامل جوی و تابش آفتاب، سطح خارجی لوله‌های فولادی که بالای سطح زمین نصب می‌شوند (غیر دفنی) باید با لایه‌هایی از رنگ پوشش گردند. سیستم رنگ (شامل مواد مصـــرفی و نحوه عمل) باید از نوعی انتخاب شود که برای شرایط طرح مورد نظر مناسب باشد.

انجمن کارهای آبی آمریکا AWWA در سال ۱۹۷۵ استانداردی تحت شماره (C 204-75) را درباره رنگ حفاظتی لوله‌های فولادی که بالای سطح زمین نصب می‌شود منتشر کرد که در آن یک سیستم برای رنگ سطـــوح خارجـــی لولـــه‌های فولادی شامل یک پرایمـــر از نوع (Organic – Zinc rich) و دو لایه پوشش رنگ از نوع (Chlorinated rubber - alkyd) ارائه شده بود.

از سال ۱۹۸۶ انجمن کارهای آبی آمریکا با مشارکت انستیتو استانداردهای ملی آمریکا (ANSI) اقدام به تهیه استانداردهای جدید برای پوشش‌های حفاظتی لوله‌های فولادی که بالای سطح زمین نصب می‌شوند کرد و نتیجه کار به صورت نشریه شماره (ANSI/AWWA C 218-91) در سال ۱۹۹۱ منتشر شد که چندین بار و در آخرین مرحله در سال ۱۹۹۹ مورد تجدیـــد نظر قرار گـــرفت.

در ایـــن نشریه، ۹ روش پوشش حفاظتی برای لوله‌های فولادی که بالای سطح زمین نصب می‌شوند تعیین و هر یک با شماره‌ای مشخص شده است. این ۹ روش، الزاماً از نظر کیفیت باهم برابر نیستند، بلکه هر یک مناسب و برای شرایط معینی است.

در نشریه مزبور، مشخصات مربوط به مصالح و نحوه عمل در مورد هر یک از سیستم‌ها به تفصیل تشریح شده است.

در مواردی که در اسناد و مدارک پیمان و یا دستورات مهندس مشاور مقرر شده که سطوح خارجی لوله‌های فولادی با یکی از سیستم‌های مذکور در فوق حفاظت شود، پیمانکار موظف است پوشش تعیین شده را براساس مشخصات فنی و دستورالعمل سازنده مصالح اجرا نماید.

توصیه می‌شود که برای پوشش لوله‌های فلزی روکار، حداقل سه لایه اپوکسی به ضخامت حداقل ۳۵۰ میکرون استفاده گردد.

۲-۱-۷ حمل و نقل لوله‌های فولادی

پیمانکار موظف است در هنگام بارگیری، حمل و تخلیه لوله‌های فولادی، ضمن رعایت مفاد بخش نکات مشترک لوله‌گذاری این مشخصات، از ماشین‌آلات و تجهیزات مورد لزوم به نحوی استفاده نماید که به کیفیت فنی و ظاهری لوله، پوشش داخلی و بیرونی آنها هیچ‌گونه صدمه وارد نشـــود.

لوله‌ها و مصالح در هنگام بارگیری، حمل و تخلیه نباید انداخته شده و یا به اجسامی برخورد نمایند که موجب بروز خسارت به لوله، عایق لوله، پوشش داخلی لوله و یا به بسته‌بندی مصالح گردد.

برای حمل و نقل لوله‌های اندود شده با پوشش خارجی، از زیرسری (زین) مناسب برای زیـــر لوله‌ها و بالشتک‌های مناسب از جنس لاستیک یا چوبی برای بین لوله‌ها به تعداد کافی استفاده شود.

در صورتی که برای مهار کردن لوله‌ها و متعلقات روی تریلی از زنجیر یا سیم بکسل استفاده می‌شود، برای جلوگیری از صدمات مکانیکی در محل تماس آنها، باید از وسایل لاستیکی یا پلاستیکی استفاده شود. در مواردی که لوله‌ها و متعلقات دارای پوشش بیرونی می‌باشند، استفاده از زنجیر یا سیم بکسل بدون محافظ ممنوع بوده و ترجیحاً باید از تسمه‌های پهن چرمی یا بافته شده از الیاف مصنوعی یا کنفی و یا برزنتی استفاده شود.

برای جلوگیری از دوپهن شدن سر لوله‌های تحویلی به پیمانکار به ویژه در اقطار بزرگ، می‌توان از قاب حفاظتی که در داخل سرلوله‌ها قرار داده می‌شود، استفاده کرد. این امر، بالاخص در مواردی که اتصالی لوله‌ها از نوع اتصالی مکانیکی است، حائز اهمیت بیشتری است.

۲-۱-۸ انبار کردن لوله‌ها و متعلقات فولادی و سایر مصالح و لوازم

پیمانکار موظف است انبارهای متناسب با اجناس پروژه را احداث نماید. این انبارها باید قبل از حمل مصالح، مورد بازدید و تأیید مهندس مشاور قرار گیرد. شروع حمل و انبار مصالح منوط به آماده بودن انبارها می‌باشد.

محل انبار لوله‌ها و متعلقات باید حتی الامکان در مجاورت راه‌های عمومی‌بوده و در حریم مسیل‌ها یا آبراه‌های فصلی قرار نگرفته و باتلاقی نباشد.

محل انبار باید تسطیح شود و شیب مناسب در جهت شیب طبیعی زمین داشته باشد و در صورت نامناسب بودن خاک زمین محل انبار، سطح آن باید شن‌ریزی و کوبیده شود.

لوله‌ها باید طوری قرار گیرند که در یک عرض سی (۳۰) متری، دو ردیف لوله با فاصله لازم استقرار یابد و طرفین باند، عرضی برابر ده (۱۰) متر برای تردد ماشین‌آلات بارگیری، حمل و تخلیه در نظر گرفته شود.

برای چیدن لوله‌ها باید قبلاً در زمین تسطیح شده، پشته‌های خاکی و تراورس یا زیرسری مناسب تعبیه گردد و ابتدا و انتهای هر ردیف لوله باید با وسیله مناسب چوبی برای تثبیت لوله مهار گردد تا از لغزیدن احتمالی آنها جلوگیری شود.

ردیف لوله‌هایی که روی هم چیده می‌شوند نباید از تعداد مندرج در جدول زیر تجاوز نماید.

قطر لوله (میلیمتر)	تعداد ردیف رویهم	قطر لوله (میلیمتر)	تعداد ردیف رویهم
۱۵۰	۱۲	۴۰۰	۵
۲۰۰	۹	۶۰۰ – ۵۰۰	۴
۲۵۰	۷	۱۴۰۰ – ۷۵۰	۳
۳۰۰	۶	۱۴۰۰ به بالا	۲

کلیه لوله‌ها، متعلقات و شیرآلات باید با روشهای مناسب انبار شده، به طوری که قابل رؤیت، بازرسی و شمارش باشند و همواره اطلاعات روزانه از اجناس انبار شده همراه با تاریخ، آمار و محلی که اجناس برای استفاده وارد یا خارج شده، نگهداری شود. این آمار و مدارک مربوط باید کاملاً واضح و در دسترس بوده و در صورت درخواست مهندس مشاور، بلافاصله در اختیار او قرار گیرد.

علاوه بر موارد فوق، مهمترین نکاتی که در انبار نمودن لوله‌ها، متعلقات، شیرآلات و مصالح حفاظتی باید مورد توجه قرار گیرند، به شرح زیر است.

- در انبار کردن لوله‌های فولادی لازم است لوله‌های واقع در پایین‌ترین ردیف با زمین فاصله داشته باشند. برای تأمین این منظور، می‌توان ایـــن ردیف لوله‌ها را روی تکیه‌گاه‌هایی با مقطع ذوزنقه‌ای شکل و به ابعاد قاعده بزرگ ۱۲۰ سانتیمتر، قاعـده کوچـک ۴۰ سانتیمتر، ارتفاع ۵۰ سانتیمتر، که به فواصـل معـین و مناسـبی از یکـدیگر قـرار گرفتـه‌انـد، قـرار داد. روی قاعـده کوچـک تکیه‌گاه‌ها، تراورس از الوار چوبی به عرض ۲۰ سانتیمتر و ضخامت ۱۵ سانتیمتر قرار داده شود.
- لوله‌های فولادی درزدار که درز آنها در امتداد محور لوله است، باید طوری قرار داده شوند که محل درز، زاویه‌ای حدود ۴۵ درجه با محور قائم تشکیل دهد، تا حداقل تنش به محل درز لوله وارد آید.
- درز جوش لوله‌های مجاور نباید با یکدیگر تماس داشته باشند.
- در چیدن لوله‌ها روی یکدیگر، لازم است بین هر دو ردیف لوله الوارهای چوبی بـه فواصـل معـین قـرار داده شـود و روی ایـن الوارها، تکه چوبهایی نصب شود که از غلطیدن لوله‌ها جلوگیری کند. ضخامت الوارها و ابعاد و محل این تکه چوبها باید طـوری انتخاب شده و نحوه چیدن لوله‌ها طوری باشد که لوله‌های واقع در یک ردیف با لوله‌های ردیف پایین و یا لوله‌های ردیف بالای آن در هیچ نقطه تماس نداشته باشند.

- دهانه لوله‌ها، متعلقات و شیرآلات باید به نحو مناسب و مؤثر پوشانده شود تا هیچ نوع خاک و مواد خارجی داخل لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات وارد نشود.
- شیرها باید کاملاً از آب تخلیه گردد تا در صورت سرمای زیاد، از یخ زدن آب در آنها و وارد آمدن خسارت جلوگیری شود.
- شیرآلات و متعلقات نباید روی یکدیگر قرار داده شوند.
- بشکه‌های قیر را می‌توان مستقیماً روی یکدیگر قرار داد، ولی بشکه‌های پرایمر باید روی الوارهای چوبی و حداکثر در سه ردیف انبار شوند.
- واشرهای اتصالی‌های مکانیکی باید در محل خنک و به دور از تابش مستقیم آفتاب قرار داده شوند.
- واشرهای اتصالی مکانیکی باید طوری در قفسه چیده شوند که واشرهایی که زودتر باید از انبار خارج گردند و به مصرف برسند، در ردیف جلوتر قرار گیرند.
- پیچ و مهره‌های اتصالی‌های مکانیکی باید حسب نوع و اندازه، گروه بندی و به طور جداگانه انبار شوند.
- الکترودهای جوشکاری باید به دقت و در محل مناسب و خشک نگهداری شوند تا به پوشش آنها صدمه و آسیب وارد نشود. در صورت امکان، می‌توان الکترودها را در کنار گرم کن نگهداری کرد.
- در دوران انبارداری، لازم است تمهیدات ضروری برای جلوگیری از وارد آمدن خسارت به لوله‌های فولادی بر اثر وارد آمدن ضربات و راه رفتن کارگران روی لوله‌ها و نظایر آن به عمل آید، اعم از این که لوله‌ها زنگ‌زدایی شده و دارای پوشش پرایمر یا پوشش نهایی باشند و یا اینکه هنوز عملیات ایجاد پرایمر و پوشش روی آن انجام نشده باشد.
- در مواردی که لوله‌های فولادی پوشش دار از سازنده خریداری می‌شود، پیمانکار موظف است دستورالعمل حفاظت از پوشش لوله‌ها، از جمله حفاظت در مقابل اشعه ماورای بنفش، در دوران انبارداری را از کارخانه سازنده دریافت کرده و طبق آن عمل کند.
- در مواردی که لوله‌ها دارای اندود سیمان داخلی می‌باشند و در فضای باز و یا گرم نگهداری می‌شوند، رطوبت داخل لوله طبق دستورالعمل کارخانه مجری پوشش تأمین گردد.
- بسته‌های نوار عایق که برای پوشش خارجی لوله‌های فولادی به کار می‌روند، باید در انبارهای سرپوشیده و دور از تابش آفتاب، رطوبت و گرد و خاک نگهداری شوند. ارتفاع بسته‌هایی که روی یکدیگر چیده می‌شوند نباید از ۲ متر تجاوز کند. نوارهای عایق نباید با زمین تماس داشته باشند.

- فضا و جا در انبار برای انواع لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات باید طوری اختصاص داده شود که اجناسی را که زودتر به مصرف می‌رسند، بتوان به آسانی و بدون نیاز به جابجا کردن بقیه اجناس، از انبار خارج کرد. برای تأمین این منظور، پیمانکار باید برنامه منظمی متناسب با برنامه پیشرفت عملیات اجرایی، برای انبارداری لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات تهیه کند.
- برای تسهیل در جابجا کردن لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات، لازم است لیفت تراک یا جرثقیل مناسب در محوطه انبار وجود داشته و لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات به نحوی در این محوطه چیده شوند که فضای کافی برای حرکتهای لیفت تراک یا جرثقیل وجود داشته باشد. علاوه بر این، تعداد لوله‌هایی که روی هم چیده شده و انبار می‌شوند، باید در حدی انتخاب شود که ارتفاع حاصل از چیدن لوله‌ها روی یکدیگر، در دامنه کار لیفت تراک و یا جرثقیل مورد نظر باشد. رعایت این نکته ممکن است در تعداد ردیفهای مجاز روی هم چیدن لوله‌ها محدودیتی را ایجاد نماید. بدین معنی که عملاً تعداد لوله‌هایی را که می‌توان روی یکدیگر انبار نمود، کمتر از آن باشد که قبلاً ذکر شده است.

۲-۱-۹ جابجایی لوله‌های فولادی و متعلقات و شیرآلات و مصالح

پیمانکار موظف است در بارگیری و تخلیه لوله و متعلقات و شیرآلات و مصالح نهایت دقت و احتیاط را به عمل آورد که صدمه‌ای به پوشش خارجی و آستر داخلی آنها وارد نیاید. بلند کردن و پایین گذاشتن این اجناس باید به آهستگی و آرامی انجام شده و تحت هیچ شرایطی نباید قبل از استقرار در محل مورد نظر، رها شده و سقوط کند. برای این منظور، پیمانکار موظف است برای لوله‌های با قطر بزرگ، از لیفت تراک و یا جرثقیل مناسب استفاده کند. در صورتی که به تشخیص مهندس مشاور، استفاده از لیفت تراک و یا جرثقیل برای اقطار کوچک لوله‌ها ضرورت داشته باشد، مراتب از طرف مهندس مشاور به پیمانکار ابلاغ خواهد شد و پیمانکار موظف است حسب مورد، جرثقیل و یا لیفت تراک مناسب برای جابجا کردن لوله و متعلقات و شیرآلات تهیه کرده و به کار گیرد.

برای جابجایی لوله و متعلقات و شیرآلات از لیفت تراک یا جرثقیل استفاده می‌شود و به منظور محافظت از پوشش خارجی و آستر داخلی لوله‌ها، پیمانکار موظف است با استفاده از پوشش و یا بالشتک‌های مخصوص و مناسب، از تماس بازوهای لیفت تراک و چنگک‌های فلزی جرثقیل با سطح خارجی و داخلی لوله و متعلقات و شیرآلات جلوگیری کند. در مواردی که برای بلند کردن لوله و متعلقات از جرثقیل استفاده می‌شود، پیمانکار موظف است تسمه‌های چرمی یا برزنتی مناسب برای بستن لوله و متعلقات مورد نظر به چنگک بالابرنده جرثقیل تهیه کند. استفاده از سیم بکسل فلزی و یا زنجیر بدون محافظ مجاز نمی‌باشد.

پیمانکار نمی‌تواند برای جابجا کردن لوله، آن را روی زمین سخت، ریل فلزی و یا لوله‌های دیگر بغلطاند. پیمانکار نمی‌تواند برای انتقال لوله‌ها به سطح پایین‌تر، آنها را روی ریل فلزی یا تیرآهن سر دهد.

پیمانکار باید احتیاط کند که در هنگام جابجا کردن لوله‌ها، به خصوص در مواردی که اتصالی لوله‌ها از نوع اتصالی قابل انعطاف است، لوله دوپهن نشود. برای این منظور، پیمانکار می‌تواند از قاب‌های حفاظتی[۱] که در داخل سرلوله‌ها قرار داده می‌شوند، استفاده کند.

جابجا کردن لوله بر روی زمین سخت با غلطاندن، انتقال و سر دادن لوله از سطوح بالا بر روی ریل، به هیچ‌وجه مجاز نمی‌باشد.

جابجایی بشکه‌های پرایمر باید با احتیاط انجام شود تا از سوراخ شدن بشکه‌ها جلوگیری شود.

۲-۱-۱۰ ریسه‌کردن لوله‌های فولادی

ریسه‌کردن لوله‌ها باید پس از تسطیح محدوده عملیات اجرایی و هماهنگ با حفر ترانشه به شرح مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری این مشخصات فنی انجام شود.

برای ریسه‌کردن لوله‌ها، صرف‌نظر از نوع عایق آنها، لازم است در زیر هر شاخه لوله دو عدد پشته خاکی به ارتفاع مناسب پیش‌بینی و روی آنها از کیسه‌های پر از کاه، سبوس، خاک اره یا پوشال قرار داده شود، به طوری که لوله از سطح زمین ارتفاع مناسبی داشته و هیچ‌گاه سطح لوله یا عایق آن با زمین در تماس نباشد و از لغزش احتمالی آن جلوگیری شود.

لوله‌ها باید طوری ریسه شوند که ورودی به محدوده عملیات را مسدود ننمایند و مانع عبور و مرور نگردند. همچنین در محل‌هایی که مهندس مشاور مشخص می‌کند، محل عبور، باز نگه‌داشته شود.

۲-۱-۱۱ آماده‌سازی و نصب خط لوله فولادی در ترانشه

حفاری و آماده سازی ترانشه باید براساس مندرجات مشخصات طرح و موارد ذکر شده در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری انجام شود.

لوله‌های فولادی که در ترانشه نصب می‌شوند، تحت بار ناشی از فشار خاک روی آن و بارهای خارجی، نظیر بار ناشی از عبور کامیون، و فشار داخلی و عکس العمل‌های بستر واقع خواهند شد. برای اجتناب از صدمه به لوله بر اثر عکس العمل‌های حاصل از این بارها، لازم است خاکریزی زیر و اطراف لوله طوری انجام شود که بستر مناسبی برای لوله‌ایجاد کند.

کــف ترانشه باید هموار و با شیب یکنواخت و خشک باشد. کف ترانشه باید در محل اتصالی‌های مکانیکی گود شود. عمق این گودی باید بیشتر از اختلاف قطر خارجی اتصالی مکانیکی و قطر خارجی لوله باشد، تا در حالی که لوله در طول بدنه خود در کف ترانشه نشسته است، اتصالی‌های مکانیکی آن آزاد باشد. طول و عرض این گودی تابع طول و قطر خارجی اتصالی مکانیکی می‌باشد.

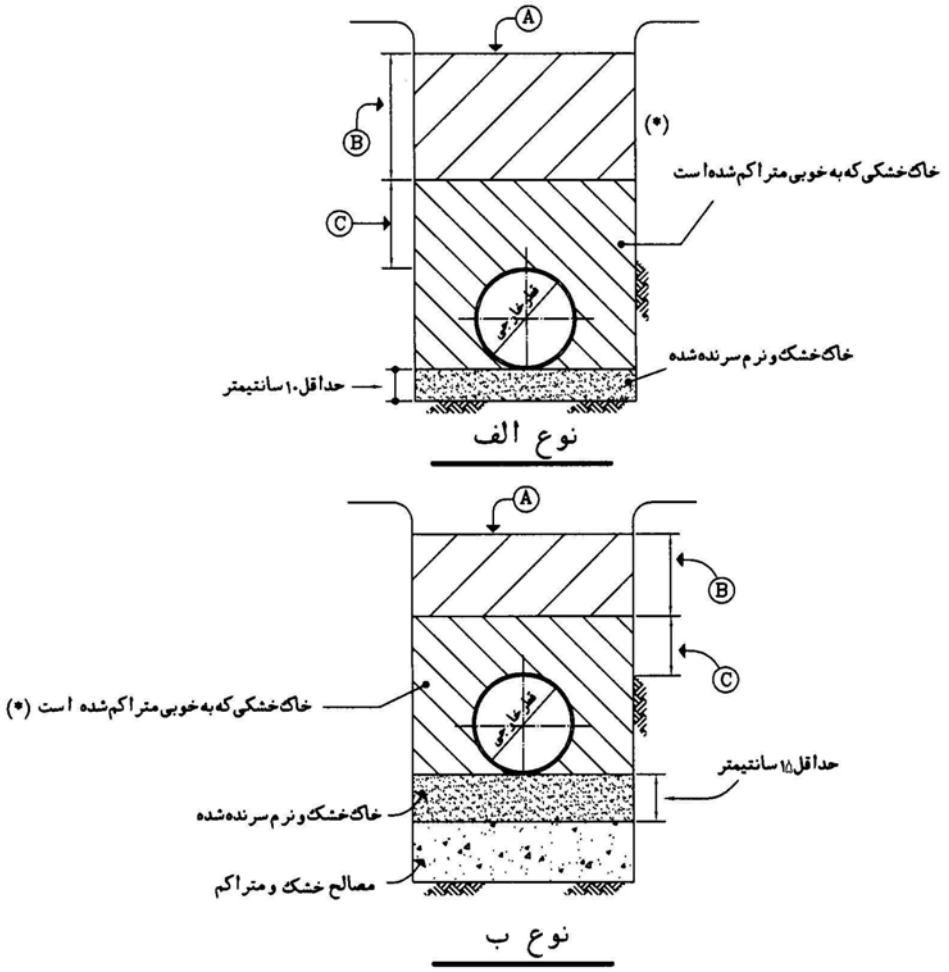
شیب کف ترانشه باید دقیقاً معادل شیبــی باشد که در نقشه‌های اجرایی نشان داده شده است. در موقع بسترسازی کف ترانشه، هرگونه ناهمواری موضعی که جنس آن سخت تر از خاک اطراف لوله است و باعث آسیب دیدن پوشش خارجی لوله می‌شود، نظیر قسمتی از سنگ که از خاک بیرون آمده، باید با وسایل مناسب شکسته شده و هموار شود. در صورتی که به تشخیص مهندس مشاور لازم باشد قطعه سنگی که‌این ناهمواری را بوجود آورده کاملاً از خاک بیرون آورده شود، در آن صورت، سوراخ و گودی حاصل از این امر باید با خاک و یا مصالح مناسب و مرغوب جایگزین شده و متراکم شود.

ترانشه‌های با کف صاف و هموار، باید حداقل ۱۰ سانتیمتر عمیق تر از رقوم زیر لوله که بر مبنای اطلاعات منعکس در نقشه‌های اجرایی به دست می‌آید، خاکبرداری شود. فاصله بین کــف ترانشه و زیر لوله باید با خاک نرم عاری از قلوه سنگ و مواد سخت پر شود (به شکل ۲-۱-۵- الف مراجعه شود).

داخل و خارج هر یک از شاخه لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات باید به دقت تمیز شده و سطح داخلی و خارجی سرساده لوله و متعلقات باید با پارچه کاملاً تمیز شوند تا از گرد و خاک و آشغال عاری گردند.

---

[1] Interior Stull



یادداشت :

A- سطح آخرین لایه خاکریز قبل از تحویل به دستگاه مرمت کننده روسازی.

B- خاکریزی به منظور تامین قشر اساس و زیر اساس عملیات مرمت روسازی خیابان ، نوع مصالح و تراکم این خاکریزی را مهندس مشاور با توجه به نوع عملیات روسازی تعیین خواهد کرد.

C- ارتفاع خاکریزی روی لوله حداقل معادل ۳۰ سانتیمتر برای لوله های بزرگتر از ۲۴ اینچ (۶۰۰ میلیمتر) و حداقل ۱۵ سانتیمتر برای لوله هایی به قطر ۲۴ اینچ و کوچکتر می باشد.

(*)- مشخصات خاکی که به خوبی متراکم شده است مطابق با چگالی های نسبی خشک خاک به صورت درصدی از حداکثر چگالی خشک استاندارد که توسط AASTHO برای خاکهای متراکم تعریف شده می باشد.

کلاس های خاص بستر	چگالی خشک
c1	۹۵ درصد
c2	۹۰ درصد
c3	۸۵ درصد

شکل ۲-۱-۵ : کروکی انواع خاکریزهای زیر و اطراف لوله‌های فولادی که در ترانشه نصب می‌شوند

۲-۱-۱۲ برقراری اتصالی

۲-۱-۱۲-۱ کلیات

رعایت نکات عمده زیر برای برقراری تمام انواع اتصالی‌ها ضروری است.

- پیمانکار موظف است تمامی‌لوله‌ها، شیرآلات و متعلقات مورد نیاز برای نصب، همچنین تمامی ماشین‌آلات و ابزار لازم برای بلند کردن، جابجا کردن، خواباندن لوله در ترانشه را طبق نظر مهندس مشاور تهیه نماید. تعداد و قدرت دستگاه‌های بلند کننده متناسب با قطر و وزن لوله بوده به طوری که اطمینان حاصل گردد که لوله‌ها تحت تنش غیر متعارف قرار نگرفته و در حین بلند کردن و خواباندن لوله در ترانشه، عایق آنها صدمه نبیند.
- کلیه لوله‌ها و متعلقات توسط مهندس مشاور قبل از نصب در داخل ترانشه کاملاً بازدید شده تا از عدم وجود هر گونه مشکل یا صدمه احتمالی به آنها اطمینان حاصل گردد.
- قبل از لوله‌گذاری، باید کف ترانشه با خاک نرم طبق مندرجات نوشته شده در نکات مشترک لوله‌گذاری و این فصل از مشخصات، بسترسازی شده و توسط نقشه بردار کنترل شده و مطابقت آن با نقشه‌های اجرایی بررسی شود و پس از تأیید مهندس مشاور، عملیات خواباندن لوله در ترانشه اجرا گردد. پس از نصب لوله‌ها نیز نقطه روی تاج لوله توسط نقشه‌بردار برداشت شده و از عدم نشست موضعی یا تغییر جهت محور لوله اطمینان حاصل گردد.
- قبل از خواباندن لوله در ترانشه باید آزمایش با دستگاه منفذیاب[1] انجام و به تأیید مهندس مشاور برسد.
- در محل‌هایی که به علت بالا بودن سطح آب زیر زمینی، ارتفاع آب در ترانشه بالاتر از سطح زیر لوله باشد، آبهای داخل ترانشه باید قبل از لوله‌گذاری تا تراز مورد نظر کاملاً تخلیه شود. چنانچه به دلیل نفوذپذیری زیاد خاک منطقه، تخلیه کامل آب مقدور نگردد، باید از وزنه‌های مهارکننده[2] طبق مندرجات مشخصات طرح استفاده گردد.
- در پایان هر روز کاری، انتهای لوله‌هایی که در ترانشه خوابانده شده‌اند برای جلوگیری از نفوذ آب، گل، حیوانات، زباله و غیره با درپوش‌های مناسب بسته شوند.
- خاکریزی دو طرف لوله و خاکریزی نهایی باید هر چه زودتر و پس از تکمیل کار و تأیید مهندس مشاور انجام شود. برای پر کردن ترانشه، باید از خاک مناسب و طبق مشخصات طرح و روش‌های درج شده در نکات مشترک لوله‌گذاری این مشخصات فنی استفاده شود.

[1] Holiday Detector
[2] Set-on Weight

۲-۱-۱۲-۲ اتصالی جوشی

در لوله‌گذاری با اتصالی جوشی، معمولاً چند شاخه لوله در بیرون ترانشه به یکدیگر جوش شده و پوشش‌های محل اتصالی تمیز و تکمیل می‌گردند. همچنین هر گونه تعمیرات جوشکاری و پوششهای حفاظتی نیز بیرون ترانشه‌انجام می‌شود.

پس از آماده شدن قطعه لوله متشکل از چند شاخه به هم جوش شده، انتقال به داخل ترانشه و نصب انجام می‌گیرد. برای این منظور، باید از تعداد کافی جرثقیل و یا سایدبوم برای بلند کردن و انتقال قطعه لوله استفاده شود. تعداد ماشین‌آلات باید متناسب با طول قطعه جوش شده بوده به نحوی که به پوشش‌های لوله و محل‌های جوشکاری هیچ‌گونه آسیبی وارد نشـــود.

تعیین فواصل و محل‌های مناسب استقرار جرثقیل‌ها و سایدبوم‌ها، انسجام و یکنواختی در بلند کردن لوله، هماهنگی کامل در انتقال قطعه لوله به داخل ترانشه و سایر موارد مشابه با توجه به وزن، قطر و پوشش های لوله باید با دقت انجام پذیرد.

جوشکاری و اتصال قطعات منتقل شده[1] به داخل ترانشه به یکدیگر، در داخل تـرانشه انجام می‌شود، لذا پیش‌بینی فضای مناسب کار برای این عملیات ضروری است.

پس از انتقال و استقرار قطعه لوله به داخل ترانشه، محافظت از آن در مقابل جابجایی، شناور شدن احتمالی و موارد مشابه لازم می‌باشد.

۲-۱-۱۲-۳ اتصالی مکانیکی

- پـــس از انتقال هر یک از لوله‌ها، اتصالات، شیرآلات و متعلقات به داخل ترانشه، اتصال آنها با لوله یـا متعلقـات قبلـی برقـرار و توسط خاکریزی مناسب در اطراف آن در محل خود ثابت گردد.
- در محل‌هایی که به علت بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی، ارتفاع آب در ترانشه بـالاتر از سـطح زیـر لولـه باشـد، بایـد قبـل از لوله‌گذاری، آب تخلیه شود. چنانچه به علت نفوذپذیری زیاد خـاک منطقـه تخلیـه آن مقـدور نگـردد، بایـد عملیـات حفـاری و آماده‌سازی کف ترانشه همزمان با پیشرفت لوله‌گذاری انجام شود تا تخلیه آب آن مقـــدور شده و بلافاصله پس از نـصب، بایـد شاخه لوله یا متعلقات در مقابل شناور شدن و یا جابجایی ناشی از فشار آب[2] مهار گردند.
- در صورتی که لوله و متعلقات خـــط لوله نیاز به احداث ضربه‌گیر یا حوضچه داشـته باشـند، بایـد لولـه‌هـا و متعلقـات در مقابـل جابجایی ناشی از اجرای ضربه گیر یا حوضچه طبق مندرجات مشخصات طرح مهار شوند.
- سر لوله‌ها باید داری دو خط یا نشانه محیطی باشند. اولین خط که نزدیکتر به سر لوله است، به عنوان خط نـصب بـرای تعیـین مقدار فرورفتگی در داخل اتصال مکانیکی و خط دوم، به عنوان خط شاخص نامیده می‌شود. لوله‌هایی صحیح نصب شده‌انـد کـه خط شاخص آنها، نمایان بوده ولی خط نصب آنها قابل رؤیت نباشد.

پـــس از اطمینان از قرار گرفتن صحیح لوله در روی بستر، اقدامات زیر به ترتیب انجام شود :

---

[1] Tie-in
[2] Uplift

- داخل اتصال مکانیکی کاملاً تمیز شده و کلیه مواد خارجی، مانند خاک، ماسه و غیره که داخل اتصالی مکانیکی چسبیده، باید با کمک برس سیمی یا کاردک و ابزار مشابه جدا گردند، به نحوی که اتصال مکانیکی کاملاً تمیز شده باشد.
- واشر لاستیکی توسط پارچه کاملاً تمیز شده و پس از فلنج اتصالی و در جهت صحیح، روی سر لوله نصب شود.
- سر لوله به کمک جرثقیل و کارگران به صورت یکنواخت به داخل اتصالی رانده شود.
- برای جلوگیری از صدمه به واشر، باید دقت لازم به عمل آید.

۲-۱-۱۲-۴ اتصالی فلنجی

روش نصب فلنج و ترتیب و تسلسل سفـــت کردن پیچ‌ها و کنترل مقدار سفت شدن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و برای فلنج‌های بزرگ، یکی از موارد مهم و بحرانی نصب است.

صرف‌نظر از نوع واشر مصرفی، توجه به نکات عمده زیر به منظور کاهش مشکلات نصب و آزمایش بهره‌برداری ضروری است. رعایت مراحل زیر صرف‌نظر از نوع ابزار سفت کردن پیچ‌ها (دستی یا هیدرولیکی) منجر به تسریع در کار و کاهش مشکلات بعدی می‌گردد.

الف – نشیمنگاه واشر کاملاً کنترل شود. هرگونه خراشیدگی، خوردگی، حفره و نظایر آن باعث می‌شود که واشر آب‌بند نگردد.

ب – واشر کاملاً بازرسی و کنترل شده و از عاری بودن واشر از هرگونه صدمه و بریدگی اطمینان حاصل شود.

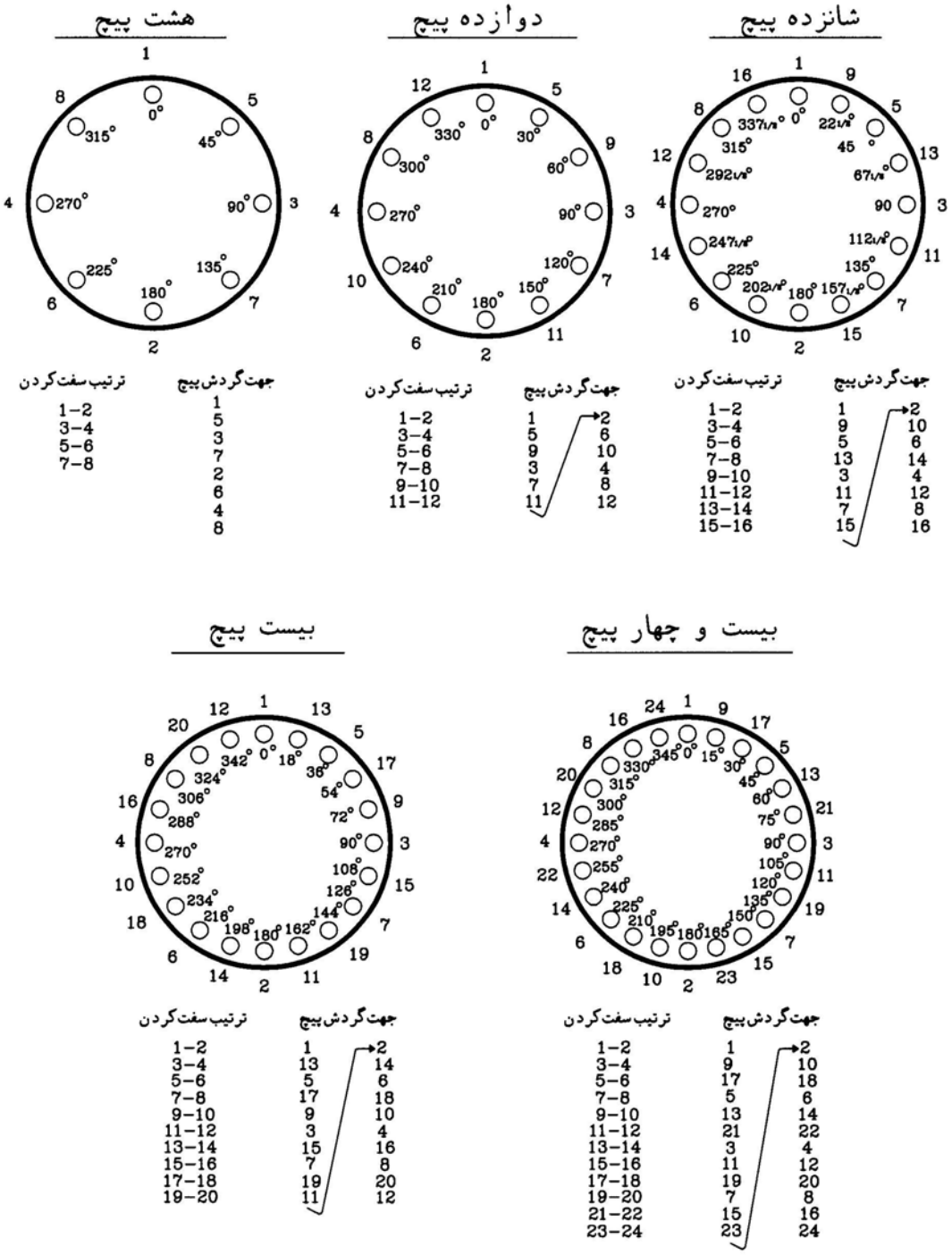
پ – کلیه پیچ و مهره‌ها و واشرها کاملاً کنترل و بازرسی شوند. کنترل محل تماس پیچ و مهره‌ها با فلنج و واشر از اهمیت ویـژه برخوردار است. هرگونه زدگی، حفره، خوردگی و نظایر آن غیرقابل قبول بوده و قطعه مربوط نباید استفاده شود.

ت – محل تمام رزوه‌ها و مهره‌ها به ماده روان کننده آغشته شوند. عملیات بدون روان‌سازی این قطعات نباید شـروع شـود. ایـن کار برای سرعت عملیات و سفت شدن یکنواخت پیچ‌ها کاملاً ضروری است.

ث – در حالت استفاده از واشرهای تخت، ابتدا پیچ‌های نیمه پایین فلنج و حداقل دو پیچ در نیمه بالایی در محل خـود قـرار داده شوند. سپس واشر در داخل پیچ‌ها قرار گرفته و پس از استقرار در محل خود، بقیه پیچ‌های فلنج در جـای خـود قـرار داده شـوند. سپس کلیه واشرها و مهره‌ها نصب و پیچ‌ها تا حد امکان و بدون استفاده از هیچ‌گونه ابزار و فقط توسط دست سفت شوند.

ج – پیچ‌ها به ترتیبی که در شکل شماره ۲-۱-۶ نشان داده شده تا حداکثر ۳۰ درصد سفتی نهایی، پیچانده شوند. پس از سـفت شدن پیچ‌ها تا ۳۰ درصد سفتی، عمل سفت کردن پیچ‌ها مجدداً از ابتدا تکرار و مقدار سفتی به ۵۰ الی ۶۰ درصـد سـفتی نهـایی افزایش داده شود.

چ – عمل پیچاندن مهره‌ها تا مرحله نهایی به نحوی که گردش پیچ و مهره کاملاً متوقف شود ادامه یابد. کنترل شـود کـه هـیچ یک از پیچ و مهره‌ها از دیگری سفت‌تر نباشد.



شکل ۲-۱-۶ : ترتیب سفت کردن پیچ‌ها در اتصالات فلنجی

* ترتیب مشابه برای فلنج‌های با سوراخ و پیچ بیشتر استفاده گردد.

۲-۱-۱۳ کمانش[1] لوله‌های فولادی

لوله‌های فولادی در اثر بارهای خارجی کمانش نموده و دوپهن می‌شوند. مقدار کمانش لوله از رابطه واتکینس – اسپانگلر[2] به شرح زیر محاسبه می‌گردد.

$$\Delta x = D_e \frac{KWr^3}{EI + 0.061E_1r^3}$$

در این رابطه :

Δx = مقدار کمانش (قطر خارجی لوله / $\Delta x \times ۱۰۰$ = مقدار کمانش به درصد)

D_e = ضریب کندی و یا دیرکرد که بین یک الی ۱/۵ متغیر است (برای لوله‌های تحت فشار معادل یک)

K = ضریب ثابت بستر معادل 0.1 (یک دهم)

W = مجموع بارهای وارده به لوله برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر

E = مدول الاستیسیته لوله برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

($E = 2.1 \times 10^6\ kg/cm^2$ برای فولاد و $E = 275000\ kg/cm^2$ برای اندود سیمانی)

r = شعاع متوسط لوله برحسب سانتیمتر

I = ممان اینرسی دیواره لوله در مقطع عرضی و به طول یک سانتیمتر که برابر است با $t^3/12$

(t = ضخامت جدار لوله به سانتیمتر)

E_1 = مدول مقاومت منفی خاکریز جانبی برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

(برای اطلاعات کامل و بیشتر به نشریه AWWA – M 11 مراجعه شود)

مقدار کمانش مجاز لوله‌های فولادی به شرح زیر است.

- لوله‌های با اندود سیمانی و پوشش انعطاف ناپذیر خارجی معادل دو درصد قطر لوله
- لوله‌های با اندود سیمانی و پوشش انعطاف‌پذیر خارجی معادل سه درصد قطر لوله
- لوله‌های بدون پوشش و یا با پوشش انعطاف‌پذیر معادل پنج درصد قطر لوله

متذکر می‌شود که ضخامت اندود سیمانی در این حالت معادل ۳۲ میلیمتر در نظر گرفته شده است.

---

[1] Deflection
[2] Watkins-Spangler Formula

۲-۱-۱۴ لوله‌گذاری در شرایط خاص

۲-۱-۱۴-۱ نصب خط لوله فولادی بالای سطح زمین

خط لوله فولادی که بالای سطح زمین نصب می‌شود حسب مورد ممکن است روی سطح زمین و یا خاکریز و یا پایه‌های خاص نصب شود.

در مواردی که خط لوله فولادی روی سطح زمین طبیعی یا روی خاکریز نصب می‌شود، لازم است هر شاخه لوله روی چند تکیه‌گاه قرار گرفته و تکیه‌گاه‌ها طوری طراحی شوند که زیر لوله بالاتر از سطح زمین طبیعی یا خاکریز حفظ شده تا از تماس لوله با خاک جلوگیری شود. استقرار لوله در تکیه‌گاه باید طوری باشد که لوله را در جای خود محکم نگهدارد.

تکیه‌گاه خطوط لوله فولادی انتقال آب معمولاً از نوع زین بتنی[1] و یا از نوع طوقه باربر[2] و یا بلوکهای مهاری[3] می‌باشد.

۲-۱-۱۴-۱-۱ تکیه‌گاه از نوع زین بتنی

در مواردی که خط لوله افقی بوده و یا شیب آن کم باشد، خط لوله را می‌توان روی تکیه‌گاه‌های از نوع زین بتنی نصب کرد.

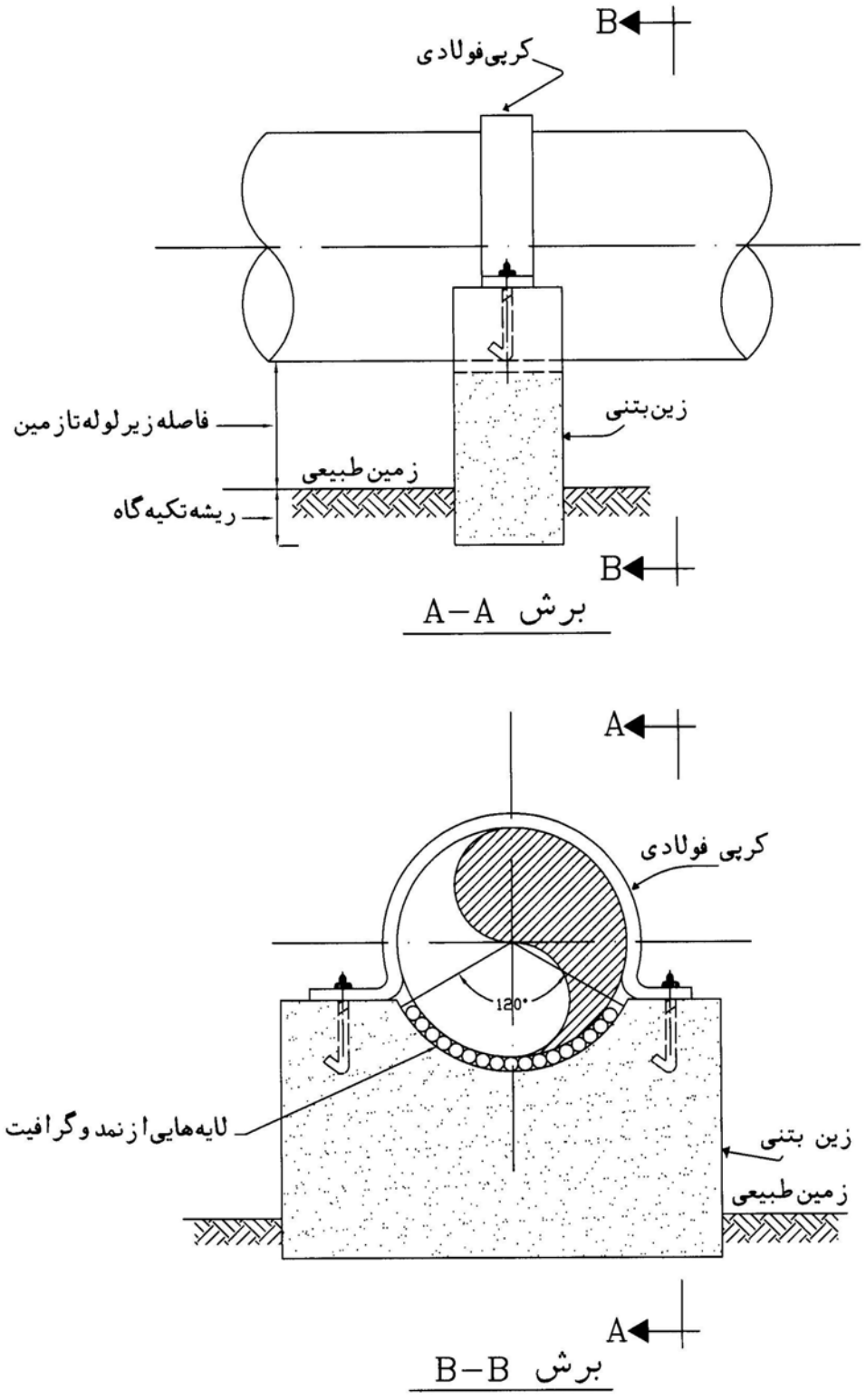
در شکل ۲-۱-۷ نمونه تکیه‌گاه از نوع زین بتنی نشان داده شده است. این تکیه‌گاه عبارت است از یک زین بتنی که لوله را با زاویه‌ای بین ۹۰ تا ۱۲۰ درجه در بر می‌گیرد. لوله فولادی توسط یک کرپی[4] فولادی که در طرفین لوله به پایه بتنی پیچ می‌شود، در پایه مهار می‌گردد.

برای حفاظت پوشش یا سطح خارجی لوله فولادی، لازم است فاصله بین لوله و زین بتنی با چند لایه نمد که بین هر دو لایه یک لایه گرافیت قرار داده شده و یا مصالح مناسب دیگر مورد قبول مهندس مشاور (مانند نئوپرین)، پر شود.

فاصله مناسب این نوع تکیه‌گاه‌ها از یکدیگر در حالت تکیه‌گاه آزاد و زاویه α = ۱۲۰ درجه بین لوله و زین بتنی، حسب قطر و ضخامت جداره لوله در جدول شماره ۲-۱-۳ ارائه شده است.

---

[1] Concrete Saddle
[2] Ring Girder
[3] Anchor Block
[4] Strap



شکل ۲-۱-۷ : تکیه‌گاه از نوع زین بتنی

جدول ۲-۱-۳ : فاصله مناسب بین تکیه‌گاه‌های بتنی لوله فولادی(*)

قطر اسمی‌لوله برحسب میلیمتر	ضخامت جداره لوله فولادی برحسب میلیمتر									
	۴/۸	۶/۴	۷/۹	۹/۵	۱۱/۱	۱۲/۵	۱۵/۹	۱۹	۲۲/۲	۲۵/۴
	فاصله بین دو تکیه‌گاه بر حسب متر									
۱۵۰	۱۱	۱۲	۱۳							
۲۰۰	۱۲	۱۳	۱۴							
۲۵۰	۱۲	۱۳	۱۴							
۳۰۰	۱۲	۱۳	۱۴							
۳۵۰	۱۲	۱۳	۱۴							
۴۰۰	۱۳	۱۴	۱۵							
۴۵۰	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶						
۵۰۰	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶						
۵۵۰	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶						
۶۰۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۸				
۶۵۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۸				
۷۰۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹				
۷۵۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹				
۸۰۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۸	۱۸	۱۹				
۸۵۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۸	۱۸	۱۹				
۹۰۰	۱۳	۱۵	۱۶	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱			
۹۵۰	۱۳	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱			
۱۰۰۰	۱۳	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱			
۱۰۵۰	۱۳	۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱			
۱۱۵۰		۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱			
۱۲۰۰		۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۴		
۱۳۰۰		۱۵	۱۷	۱۸	۱۹	۲۱	۲۳	۲۴		
۱۴۰۰		۱۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴		
۱۴۵۰		۱۵	۱۷	۱۸	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴		
۱۵۰۰		۱۵	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۴		
۱۶۰۰		۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۵		
۱۷۰۰		۱۶	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۵	۲۶	۲۷
۱۸۰۰		۱۶	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۳	۲۵	۲۶	۲۸
۲۰۰۰			۱۸	۱۹	۲۰	۲۲	۲۳	۲۵	۲۷	۲۸
۲۱۰۰			۱۸	۱۹	۲۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۷	۲۹
۲۳۰۰			۱۸	۱۹	۲۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۷	۲۹
۲۴۰۰			۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۲۷	۲۹
۲۶۰۰			۱۸	۱۹	۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۲۷	۲۹
۲۷۵۰				۱۹	۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۲۷	۲۹
۲۹۰۰					۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۲۸	۲۹
۳۰۰۰					۲۱	۲۲	۲۴	۲۶	۲۸	۳۰
۳۲۰۰					۲۱	۲۲	۲۵	۲۶	۲۸	۳۰
۳۳۵۰					۲۱	۲۲	۲۵	۲۶	۲۸	۳۰
۳۵۰۰					۲۱	۲۲	۲۵	۲۷	۲۹	۳۰
۳۶۵۰					۲۱	۲۳	۲۵	۲۷	۲۹	۳۰

(*) این جدول از دستورالعمل (M-11) انجمن کارهای آبی آمریکا چاپ ۲۰۰۴ اقتباس و واحد آن متریک و گرد شده است

۲-۱-۱۴-۱-۲ تکیه‌گاه از نوع طوقه باربر

در عبور خط لوله از سربالایی‌ها و یا سرازیری‌ها که تکیه‌گاه‌های از نوع زین بتنی نمی‌تواند لوله را محکم نگاهداشته و مانع سرخوردن آن شود، لازم است از تکیه‌گاه‌های از نوع طوقه باربر استفاده شود. طرح کلی این تکیه‌گاه در شکل شماره ۲-۱-۸ نشان داده شده است.

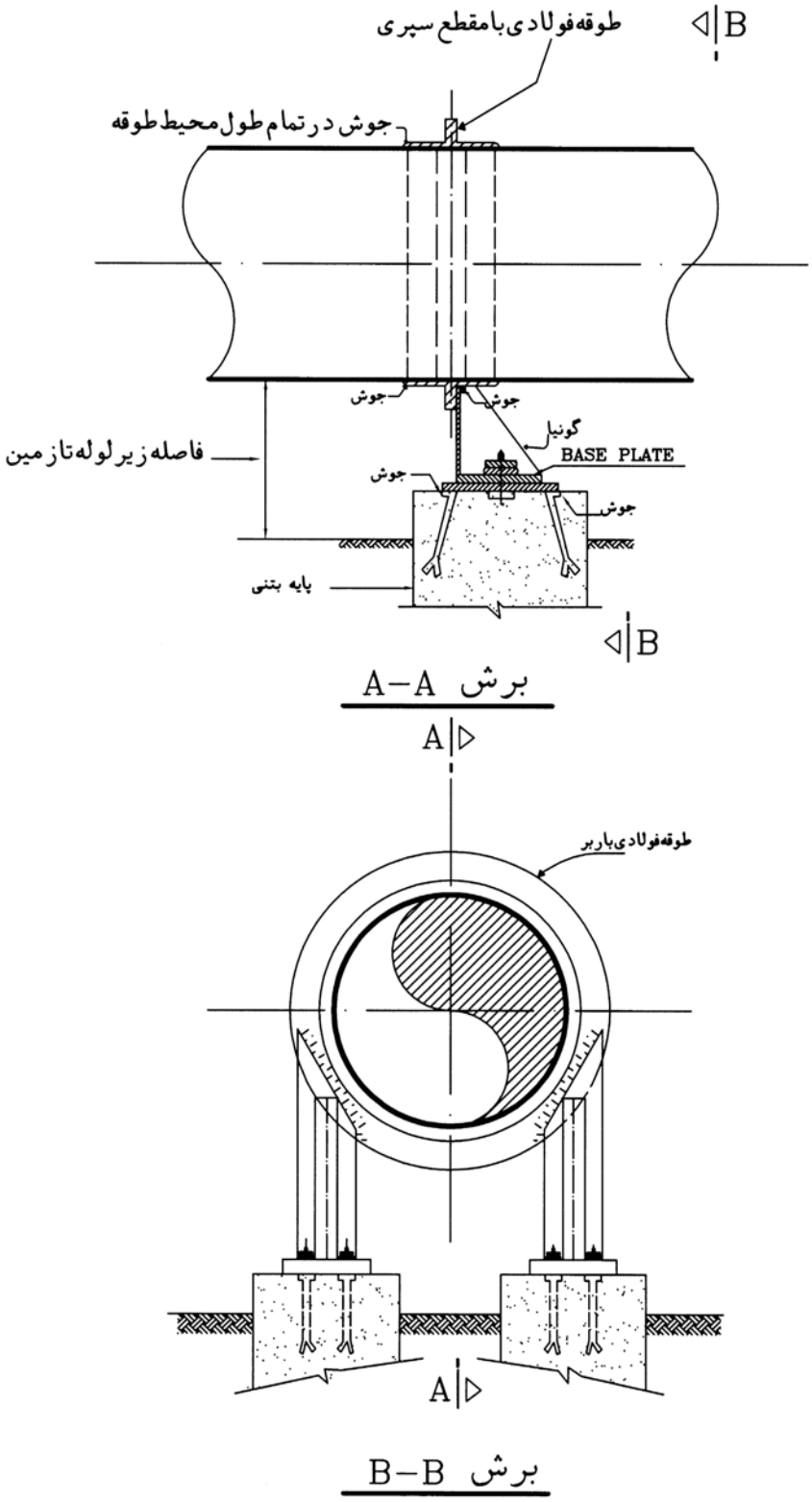
این تکیه‌گاه عبارت است از یک طوقه فولادی که از پروفیلی به مقطع سپری یا مستطیل توپر ساخته شده و قطر داخلی آن، با رواداری قابل قبول از نظر عبور لوله از آن، برابر قطر خارجی لوله است. برای ایجاد تکیه‌گاه، باید طوقه را روی سرساده لوله سر داد تا در محلی که برای تکیه‌گاه در نظر گرفته شده قرار گیرد. سپس، لبه‌های خارجی طوقه را از دو طرف و در تمام طول محیط به جدار لوله جوش داد. برای اتصال هر طوقه به پی بتنی، باید از دو قطعه فولادی به ابعاد مناسب استفاده کرد که از یک طرف به طوقه جوش داده شده و از طرف دیگر با پیچ و مهره یا جوش به صفحه فولادی پایه[1] که در بتن پی کار گذاشته شده متصل شود. ابعاد مقطع طوقه، ابعاد قطعات اتصالی فولادی و ابعاد پی بتنی باید طوری طراحی شوند که اولاً، مقاومت کافی در مقابل نیروهای وارده را داشته باشند و ثانیاً لوله را در ارتفاع مورد نظر نگهدارند.

در عبور از بستر رودخانه‌ها و آب‌روها و یا عبور از زمین‌های گود و یا اراضی در معرض آب گرفتگی بر اثر سیل یا طغیان رودخانه‌ها، که در نظر است برای اجتناب از تماس زیر لوله با آب، خط لوله در ارتفاع بالاتر از سطح آب نصب شود، لازم است تکیه‌گاه‌های لوله که حسب مورد ممکن است از نوع زین بتنی و یا طوقه باربر باشد روی پایه‌هایی با ارتفاع مناسب نصب شوند تا زیر لوله حداقل ۵۰ سانتیمتر بالاتر از حداکثر سطح آب قرار گیرد.

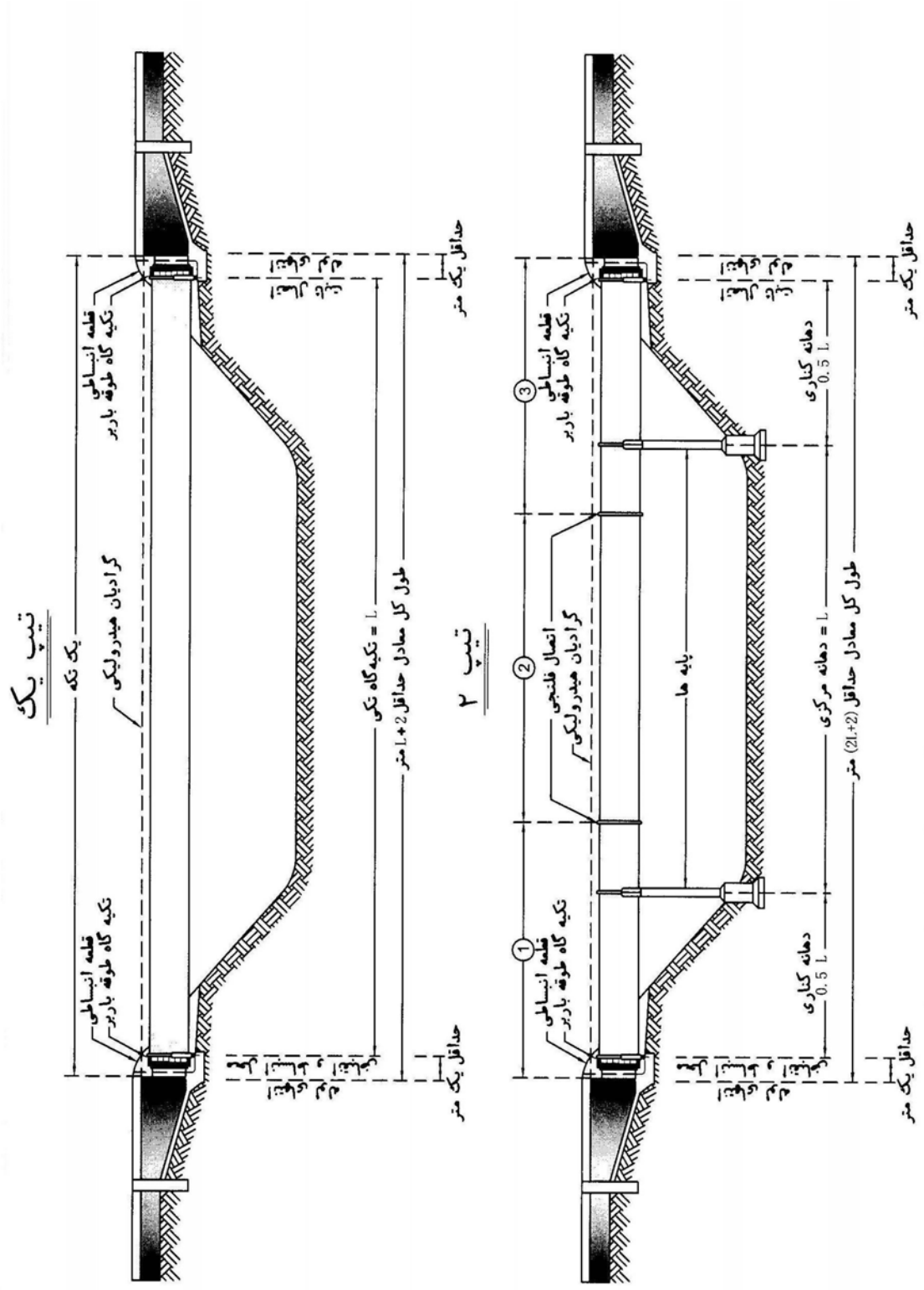
در شکل شماره ۲-۱-۹ دو نوع نمونه عبور عرضی از موانع با استفاده از طوقه باربر نشان داده شده است. تیپ شماره یک با طول حداکثر ۲۰ متر برای عبور از موانعی مانند کانالها و تیپ شماره دو برای عبور از موانعی مانند رودخانه‌ها مناسب می‌باشند.

برای نصب قطعاتی از قبیل اتصالی انبساط، شیرآلات و نظایر آن در شیب و سربالایی، دو عدد طوقه باربر متوالی با فاصله مناسب پیش بینی و قطعه مورد نظر در میان دو طوقه باربر قرار داده شده و نصب می‌گردد. در این حالت، امکان انبساط و انقباض کل خط لوله باید در محل تکیه‌گاه‌ها (مثلاً با استفاده از سوراخ لوبیایی در محل اتصال به پایه‌ها) برقرار شود.

[1] Base Plate



شکل ۲-۱-۸ : تکیه‌گاه از نوع طوقه باربر



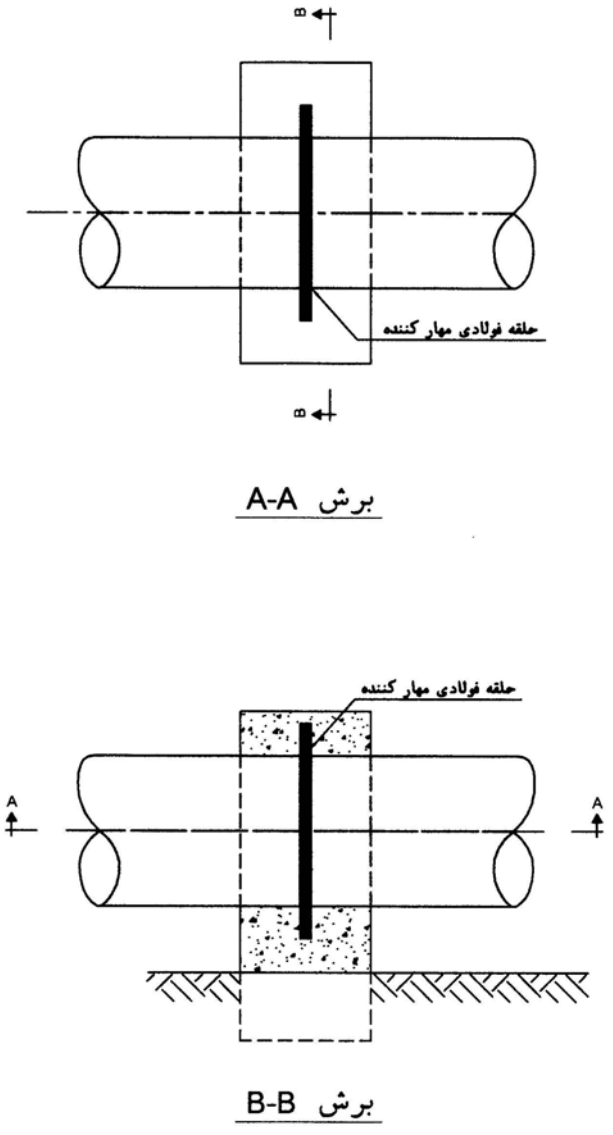
شکل ۲-۱-۹: عبور عرضی از موانع با تکیه‌گاه از نوع طوقه باربر

۲-۱-۱۴-۱-۳ تکیه‌گاه از نوع بلوک مهاری

بلوکهای مهاری عمدتاً برای مهار لوله در شیب کاربرد دارند و همان عمل طوقه باربر را در این مواقع انجام می‌دهند. در مواقعی که لوله در مناطق با رطوبت زیاد نصب می‌شود، طوقه‌های باربر می‌توانند در معرض زنگ‌زدگی قرار گیرند. لذا استفاده از بلوکهای بتنی در این مناطق مناسب‌تر است.

در این نوع تکیه‌گاه، قسمتی از لوله در داخل بتن مدفون می‌شود. این بتن با ریشه مناسب در داخل زمین، حالت یک وزنه نگهدارنده را دارد. برای ثابت ماندن لوله در داخـل بلـوک بتنی، اطراف لوله باید یک و یا دو حلقه فولادی مهارکننده جوش داده شود.

در شکل شماره ۲-۱-۱۰، جزئیات عمومی بلوک مهارکننده منعکس است.



شکل ۲-۱-۱۰ : بلوک مهارکننده

۲-۱-۱۴-۲ عبور از موانع زمینی

تقاطع‌های زمینی مانند عبور خط لوله از زیر رودخانه یا آبراهه و کانال، مسیل، جاده‌ها، بزرگراه‌ها، راه آهن و غیره می‌باشد. برای عبور از هر یک از موانع فوق الذکر، باید مطابق نقشه‌های اجرایی مربوط عمل نمود.

پیمانکار موظف است قبل از آغاز عملیات اجرایی عبور از تقاطع‌ها، محل نصب احتمالی تأسیسات زیرزمینی را با کاربرد روشها یا وسایلی از قبیـــل دستگاه اولتـــراسونیک یا حفر ترانشه‌های دستی و چاله‌های آزمایشی یا با مراجعه به سازمانهای ذیربط مشخص نماید. مهمترین نکات در عبور از موانع زمینی به شرح زیر می‌باشد.

الف – برای کاهش مدت زمان کارها و ایجاد کمترین اختلال برای استفاده‌کنندگان، باید با توجه به نوع موانع، مناسب‌ترین زمان برای عبور از آنها انتخاب شود. رعایت توصیه‌های مندرج در مجوزهای صادره از طرف مقامات ذیصلاح و یا صاحبان خصوصی جاده‌ها، ساختمانها و تأسیسات زیرزمینی الزامی است. این توصیه‌ها ممکن است شامل نحوه وقفه در ترافیک، چگونگی عبور از موانع و نحوه بازسازی مسیر و اقدامات احتیاطی دیگر باشد.

ب – عبور از جاده‌ها و بزرگراه‌ها باید در تاریخ و مدت زمان معین و طبق دستورالعمل توافق شده با مقامات وزارت راه و پلیس راه و یا راهنمایی و رانندگی با رعایت مسایل ایمنی و نصب وسایل لازم از قبیل علائم راهنمایی و چراغ چشمک زن انجام گیرد.

پ – چنانچه براساس نقشه‌های اجرایی، عبور لوله باید با حفر تونل انجام پذیرد و در صورت استفاده از غلاف محافظ، رعایت نکات زیر ضروری می‌باشد.

- قبل از شروع به حفر تونل در هر تقاطع، محل آن را پیمانکار بازرسی نموده و اندازه‌های لازم برای غلاف و لوله را تعیین نماید.
- تونل حفر شده باید طوری باشد که لوله عایق شده بدون صدمه، در تونل یا غلاف قرار گیرد.
- پیمانکار مسئولیت حفاظت و ایمنی از تأسیسات را به عهده داشته و باید کلیه عملیات لازم را برای تقویت این تأسیسات به کار بندد.
- در مواردی که حفاری تونل به صورت دستی یا مکانیکی انجام و حفره خالی در مسیر باقی می‌ماند که موجب ریزش خاک اطراف می‌شود، این حفره خالی باید با تزریق ملات ماسه سیمان و با نظر مهندس مشاور پر شود.
- غلاف لوله باید تا انتهای حریم جاده‌ها یا راه‌آهن امتداد یابد. طول لوله که در غلاف جای می‌گیرد، باید کاملاً عایق‌بندی شود و به مجرد کارگذاری لوله، سلامت عایق کنترل و در صورت مشاهده صدمه احتمالی، طبق نظر مهندس مشاور ترمیم گردد.
- در دو طرف غلاف باید لوله‌های هواکش مطابق نقشه‌های اجرایی مربوط نصب شود.
- باید دقت کافی شود که از ورود خاک، آب، گل و غیره به داخل غلاف یا لوله جلوگیری شود.

ت – چنانچه عبور لوله یا غلاف در محل تقاطع جاده‌ها و با توافق مقامات مربوط، به صورت ترانشه باز انجام شود، رعایت نکات زیر ضروری می‌باشد.

- حفاری به صورت دو قسمتی و با ایجاد جاده دسترسی فرعی صورت گیرد تا عبور ترافیک دچار وقفه نشود.

- خاکبرداری و خاکریزی و مرمت جاده باید طبق مشخصات طرح و زیر نظر مهندس مشاور و کسب مجوزهای لازم از مقامات ذیصلاح انجام شود.
- حداقل فاصله بین غلاف محافظ و سطح تمام شده جاده که روی نقشه‌های اجـرایی و یا مجوز صادره مشخص شـده و یا از طرف مهندس مشاور تعییـن می‌شود، تأمین گردد.
- در محل‌هایی که عبور خط لوله از موانع بدون غلاف صورت می‌گیرد، نحوه عبور از موانع مزبور باید طبق نقشه‌ها و یا طبق دستور مهندس مشاور انجام شود.

۲-۱-۱۵ برش لوله

در ایجاد خط لوله با استفاده از شاخه‌های لوله فولادی، مواردی پدید می‌آید که به قطعه لوله کوتاه‌تر از شاخه لوله‌های موجود نیاز پیدا می‌شود. در این موارد باید با بریدن قسمتی از طول شاخه لوله موجود، قطعه لوله مورد نظر را ایجاد کرد. علاوه بر این، احتمال دارد بر اثر صدمات ضمن حمل و نقل و جابجایی‌ها، سر ساده بعضی از شاخه لوله‌ها به شدت آسیب دیده و مناسب اتصالی نباشند که در این صورت، لازم است قسمتی از سر لوله بریده شود. برش لوله باید به طریقی انجام شود که سر لوله‌های حاصل از برش، کامل و سالم بوده و آسیبی به لوله یا پوشش آن وارد نیاید. مقطع برش لوله باید کاملاً عمود بر محور لوله باشد. برای برش لوله‌های فولادی خطوط انتقال می‌توان از جوش استیلن و یا دستگاه‌های مخصوص برش لوله استفاده کرد. در کار با تجهیزات مخصوص برش لوله‌های فولادی، لازم است، دستورالعمل‌ها و توصیه‌های سازنده تجهیزات مزبور درباره نحوه استفاده از تجهیزات و نکات ایمنی کاملاً رعایت شود. پس از اتمام برش، لازم است لبه لوله‌ها طبق مشخصات قبلی پخ شوند. پخ کردن سر لوله‌ها برای اتصالی جوشی باید با استفاده از ماشین‌های مخصوص پخ کردن[1] انجام شود. محل پخ باید تا حد براق شدن پرداخت شود.

۲-۱-۱۶ نصب شیرآلات

چنانچه اتصالی شیرآلاتی که برای نصب در خط انتقال لوله فولادی تحت فشار در نظر گرفته شده از نوع فلنجی باشد، نصب این نوع شیرآلات عیناً نظیر نصب شیرآلات در خطوط لوله فشاری چدنی است که در فصل مربوط به لوله‌های چدنی توضیح داده شده است. در صورتی که اتصالی این شیرآلات از نوع دیگری باشد، در آن صورت می‌توان از تبدیل‌های مخصوصی که این اتصالی را تبدیل به اتصالی فلنجی می‌کند، استفاده کرد.

۲-۱-۱۷ پشت‌بندها و مهارهای بتنی

پشت‌بندها و مهارهای بتنی در خطوط انتقال لوله فولادی تحت فشار عیناً نظیر پشت‌بندها و مهارهای بتنی در خطوط لوله فشاری چدنی است که در فصل مربوط به لوله‌های چدنی شرح داده شده است.

به همین ترتیب مفادی که در فصل مربوط به لوله‌های چدنی در ارتباط با نکات زیر تشریح شده نیز در مورد خطوط انتقال لوله‌های فولادی تحت فشار، عیناً صادق خواهد بود :

- بررسی پشت‌بندها و مهارهای بتنی

[1] Beveling Machine

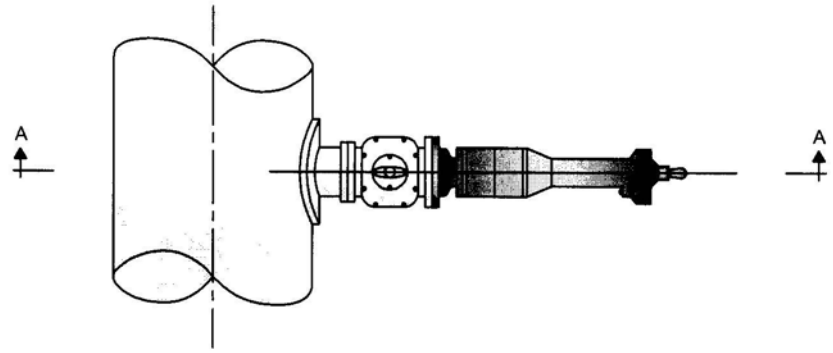
- زمان ایجاد پشت‌بندها و مهارهای بتنی

۲-۱-۱۸ انشعاب از خطوط لوله فولادی

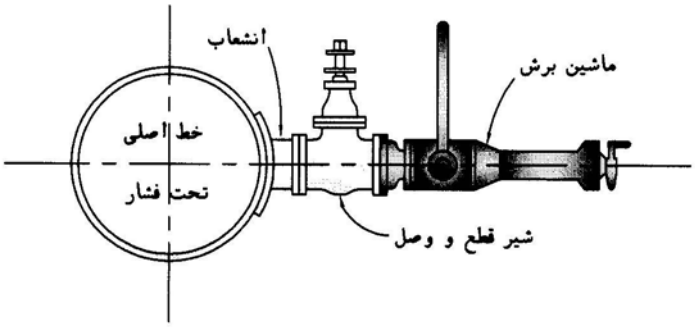
انشعاب از خطوط لوله فولادی تحت فشار و در حال بهره برداری، از سایر لوله‌ها آسان‌تر می‌باشد. فراهم بودن امکان برش و سوراخ نمودن لوله‌ها، نصب سه‌راهی و نظایر آن، تعبیه هرگونه انشعاب برای اهداف مختلف از قبیل شیرهای قطع و وصل، شیرهای آتش‌نشانی، شیرهای تخلیه و غیره را تقریباً در هر نقطه از خط ممکن می‌سازد.

نحوه نصب انشعاب بر روی خط لوله در حال بهره برداری و تحت فشار طبق شکل شماره ۲-۱-۱۱ انجام می‌شود. مراحل مختلف اجرای کار به شرح زیر است.

- ابتدا انشعاب فلنج‌دار مورد نظر به خط لوله جوش می‌شود.
- سپس یک شیر قطع و وصل و عنداللزوم قطعه تبدیل به فلنج انشعاب وصل می‌گردد.
- ماشین و دستگاه برش برای ایجاد سوراخ در لوله اصلی به‌انتهای شیر قطع و وصل (قطعه تبدیل) وصل می‌شود.
- پس از برش و سوراخ کردن خط اصلی، شیر قطع و وصل بسته شده و دستگاه برش جدا شده و انشعاب برقرار می‌باشد.



پلان



برش A-A

شکل ۲-۱-۱۱ : نحوه برقراری انشعاب روی خط لوله فولادی تحت فشار

◄ ۲-۱-۱۹ تعمیر و تکمیل پوشش‌های حفاظتی

قبل از خاکریزی روی لوله و متعلقات، کلیه پوشش‌هایی که در حین نصب صدمه دیده‌اند باید طبق دستورالعمل‌های مربوط و دستورات مهندس مشاور تعمیر شوند. همچنین، کلیه متعلقات، شیرآلات، پیچ و مهره‌ها، انشعابات و غیره که بر روری خط لوله نصب شده‌اند، باید با پوشش مناسب محافظت گردند.

جنس پوشش مصرفی برای تعمیر پوشش اصلـــی و همچنین پوشش متعلقات و شیرآلات و غیره، باید حتی الامکان مشابه پوشش اصلی لوله بوده و در هر صورت باید سازگار با پوشش لوله‌ها باشند، به نحوی که پس از تعمیر پوشش‌ها و اجرای پوشش‌های تکمیلی، از یکدیگر جدا نشده و به صورت یکپارچه عمل نمایند.

۲-۱-۲۰ جلوگیری از یخزدگی در لوله‌های فولادی

این تصور که به علت جاری بودن آب، خطوط لوله دچار یخزدگی نمی‌شوند، به هیچ عنوان صحیح نمی‌باشد. در صورتی که دمای آب به نقطه‌انجماد برسد و صرفنظر از جاری و یا ساکن بودن، آب درون لوله به حالت یخ می‌رسد. این امـــر می‌تواند ناشی از تبادل حرارتـــی در لوله‌های روکار، سرد شدن زمین اطراف لوله‌های مدفون و یا افت طولانی و بیش از حد دما باشد.

یخزدن کامل آب در لوله زمانی اتفاق می‌افتد که ابتدا درجه حرارت آب به صفر رسیده و سپس حدود ۳۰۰ Btu حرارت از هر لیتر آب خارج شود.

بنابراین، ضمن لزوم عایق‌بندی مناسب لوله‌های روی زمین و یا با عمق کم کارگذاری، عمق یخزدگی زمین نیز باید دقیقاً بررسی و سپس حداقل عمق نصب لوله تعیین شود. به عنوان مثال، عمق یخزدگی در زمین‌های ماسه‌ای حدود ۱/۵ برابر زمین‌های رسی است. به عبارت دیگر، عمق نصب لوله در زمین‌های رسی می‌تواند کمتر از زمین‌های ماسه‌ای باشد.

۲-۱-۲۱ خاکریزی مقدماتی

خاکریزی مقدماتی که همان خاکریزی انتخابی است، در اصول براساس دستورات مهندس مشـــاور و مشخصات و ضوابط مندرج در بخش « نکات مشترک لوله‌گذاری» انجام می‌شود.

خاک مصرفی باید عاری از قلوه و پاره سنگ، خاک یخ زده، مواد گیاهی و آلی، زباله و خاکهای پوسیده، خاکستر، ذغال و سایر مصالح نامناسب مشابه باشد.

خاکـــریزی مقدماتی در هـــر قسمت باید براساس مشخصات بستر سازی تعیین شده در نقشه‌ها و مدارک اجرایی و دستورات مهندس مشاور انجام پذیرد.

با توجه به این که آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله قبل از خاکریزی انجام می‌شود، خاکریزی مقدماتی جسم و بدنه لوله باید به نحوی انجام شود که محل اتصالات و متعلقات برای کنترل هرگونه نشت قابل رؤیت باشند. بنابراین، خاکریزی مقدماتی این محلهـــا پس از اتمام آزمایشها باید به نحوی انجام پذیرد که با خاکریزی مقدماتی قبلی روی جسم و بدنه لوله به صورت همگن باشد.

خاکریزی مقدماتی لوله باید در محیط خشک انجام و هرگونه آبهای سطحی و ورودی به ترانشه قبلاً خارج شده باشد.

خاکریزی مقدماتی بـــر اساس مشخصات بسترسازی حداقل ۱۵ الی ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله با توجه به قطر اسمی، انجام می‌پذیرد، مگر اینکه در مشخصات فنی خصوصی و یا دستور مهندس مشاور مقادیر متفاوتی ذکـر شده باشد.

۲-۱-۲۲ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله فولادی

نکات مشترک برای آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله از نظر آماده‌سازی، مشخصات آب مصرفی، شستشو و ضدعفونی کردن خطوط لوله در فصل نکات مشترک این مشخصات درج شده و پیمانکار موظف به رعایت تمامی نکات مزبور می‌باشد.

آزمایش هیدرواستاتیک خطوط فولادی باید براساس مشخصات طرح و یا دستورات مهندس مشاور انجام شود. در صورت فقدان آن در مشخصات طـــرح و یا ارجاع به‌این مشخصات، روش‌های زیر باید مورد عمل قرار گیرند.

۲-۱-۲۲-۱ کارهای قبل از آزمایش

الف – مقدار خاکریزی مقدماتی روی بدنه لوله باید به اندازه‌ای باشد که از بلند شدن لوله‌ها در حین پرکردن خط لوله از آب و یا افزایش فشار در حین انجام آزمایش جلوگیری نماید.

همانطور که در فصل نکات مشترک درج شده، حداقل مقدار خاکریزی مقدماتی باید ۳۰ سانتیمتر روی تاج لوله باشد. در صورتی که به لحاظ ضرورت‌های اجرایی، خاکریزی مقدماتی و نهایی باید بلافاصله پس از نصب خط لوله انجام شود، روسازی نهایی نباید قبل از تأیید آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله کامل و نهایی گردد.

ب – عملیات پرکردن خط لوله و هواگیری آن باید حداقل ۷ روز پس از بتن‌ریزی آخرین پشت‌بند خط لوله و یا ۳۶ ساعت (در صورت استفاده از سیمان زودگیر) انجام شود.

۲-۱-۲۲-۲ تأمین ماشین‌آلات و ابزار کار

قبل از پرکردن خط لوله از آب و هواگیری آن، پیمانکار موظف است، ماشین‌آلات و ابزار کار لازم را برای انجام عملیات پرکردن خط لوله از آب و هواگیری و انجام آزمایشات هیدرواستاتیک خط لوله فراهم نموده و به تأیید مهندس مشاور برساند. ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار کار عمدتاً به شرح زیر است، ولی محدود به آنها نمی‌باشد.

- بیل مکانیکی، جرثقیل و تریلر
- وسایل و لوازم ایمنی
- چند شاخه لوله و اتصالات یدکی
- مخزن و تانکر آب
- تلمبه افزایش فشار و وسایل اتصال آن به خط لوله
- وسایل اندازه‌گیری فشار و نشت آب
- ماشین جوش و ابزار جوشکاری
- تلمبه کف کش.

۲-۱-۲۲-۳ پرکردن و هواگیری خط لوله

الف – پیمانکار موظف است قبل از شروع به پر کردن خط لوله، آمادگی قطعه تحت آزمایش را به مهندس مشاور کتباً اعلام و انجام بازدید و تأیید شروع آزمایش را درخواست نماید.

ب – مهندس مشاور پس از بازدید از قطعه لوله مزبور و اطمینان از ایـــن که پشت‌بندها و مهاری‌ها (اعم از دائمی و موقت) به نحو مناسب انجام شده و تمام ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار کار موجود و پرسنل متخصص در محل کار حضور دارند و همچنین امکانات تأمین آب فراهم گردیده، موافقت خود را با شروع پر کردن خط لوله اعلام می‌نماید.

پ – با استفاده از تلمبه مناسب، آب به خط لوله وارد و با بازکردن شیرهای هوا در مسیر، خط لوله به آهستگی از آب پر شده و هوای آن تخلیه می‌گردد. قبل از شروع آزمایشهای اصلی، باید اطمینان حاصل شود که هوای داخل لوله و محلول در آب کاملاً تخلیه شده است.

ت – در مواردی که خط لوله دارای اندود ماسه سیمان است و قبل از شروع آزمایش، خط لوله حداقل به مدت ۲۴ ساعت باید پر از آب حفظ شده تا فرصت کافی برای جذب آب توسط اندود ماسه سیمان وجود داشته باشد.

ث – پس از پر کردن خط، مسیر خط لوله و محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات باید دقیقاً بازرسی شده و هیچ‌گونه نشتی نباید ملاحظه شود. چنانچه نشتی وجود داشته باشد، باید با روش مورد تأیید مهندس مشاور، نسبت به رفع آن اقدام و مجدداً خط لوله پر و هواگیری شود.

ج – طول قطعه مورد آزمایش باید بین ۱۰۰۰ الی ۱۵۰۰ متر (برای خطوط انتقال) و حدود ۵۰۰ متر (برای شبکه‌های توزیع آب) باشد.

۲-۱-۲۲-۴ انجام آزمایش

آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله فولادی به دو روش افت فشار و تلفات آب انجام می‌شود.

۲-۱-۲۲-۴-۱ آزمایش به روش اندازه‌گیری افت فشار

مراحل انجام این آزمایش و روش‌های آن برای لوله‌های با و بدون اندود داخلی، عیناً مشابه لـولـه‌های چدن نشکن می‌باشد که در فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن شرح داده شده است. این آزمایشها با توجه به دستورالعمل مندرج در قسمتهای اول، سوم و چهارم استاندارد شماره DIN 4279 به شرح زیر انجام می‌شود.

DIN 4279 – Part 1 – مشخصات عمومی آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله آب تحت فشار

DIN 4279 – Part 3 – آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله فولادی و چدن نشکن با پوشش داخلی اندود سیمان

DIN 4279 – Part 4 – آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله فولادی با و یا بدون پوشش قیری

۲-۱-۲۲-۴-۲ انجام آزمایش به روش مقدار نشت مجاز آب

مشخصات زیر برای این آزمایش، بر اساس مندرجات AWWA – M 11 , 2004 تنظیم گردیده است.

الف – پس از اطمینان از پر شدن خط لوله و هواگیری آن و عدم وجود هر گونه نشت مرعی از محـــل اتصالات، شیرآلات و متعلقات، مهنـــدس مشاور اجازه آغاز آزمایش خط لوله را صادر می‌نماید.

ب – با استفاده از تلمبه، آب از تانکر یا مخزن مدرج به داخـــل خط لوله تحت آزمایش تزریق می‌گردد تا فشار به حد فشار تعیین شده برای آزمایش برسد.

پ – چنانچه در مشخصات طرح فشار آزمایش و مدت تعیین شده باشد، رعایت آن توسط پیمانکار الزامی است. در غیر این صورت، فشار آزمایـــش هیدرواستاتیک خط لوله که در پایین‌ترین نقطه از خط لوله تحت آزمایش اندازه‌گیری می‌شود، باید حداقل معادل ۱۲۵ درصد فشار کار (فشار طراحی) لوله و یا کلاس لوله (هر کدام که بیشتر است) باشد و حداقل به مدت دو ساعت تحت آزمایش فشار مزبور قرار گیرد.

۲-۱-۲۲-۴-۳ مقدار نشت مجاز

الف – مقدار آبی که به خط لوله پر از آب برای افزایش فشار طی مدت آزمایش اضافه می‌شود باید دقیقاً اندازه گیری شده و یادداشت شود. جمع مقدار آبی که طی مدت آزمایش به خط لوله تزریق می‌شود نباید بیشتر از حدود ۰/۹۳ لیتر به ازاء هر میلیمتر قطر خط لوله در هر کیلومتر طول خط (معادل ده گالن به ازای هر اینچ قطر لوله در هر مایل طول خط) در ۲۴ ساعت باشد. این مقدار نشت مجاز برای اتصالات مکانیکی است. نشت اتصالات جوشی عملاً نباید وجود داشته باشد و در هر صورت انتظار می‌رود که از مقدار فوق کمتر باشد.

ب – در تمام مدت انجام آزمایش فشار، باید مسیر خط لوله، محل اتصالات، شیرآلات و متعلقات در قطعه تحت آزمایش توسط سرپرست آزمایش و نماینده مهندس مشاور بازرسی شود تا چنانچه نشت مرئی ملاحظه شود، بلافاصله نسبت به توقف آزمایش و رفع نشتی مزبور اقدام گردد.

تمام مراحل پر کردن، هواگیری و تزریق آب برای افزایش فشار پس از انجام عملیات رفع نشتی، باید مجدداً تکرار شود.

پ – در صورتی که مقدار نشت آب در خط لوله مورد آزمایش بیش از مقدار تعیین شده در مشخصات طرح و یا تعیین شده در بند الف فوق باشد، پیمانکار باید نسبت به بررسی و مشخص کردن محل نشت و ترمیم یا اصلاح خط لوله یا اتصالات مربوط اقدام نماید تا مقدار نشت، به کمتر از حد مجاز برسد.

ت – فقط پس از انجام آزمایش و تأیید مهندس مشاور، پیمانکار می‌تواند در آن قسمت از خط لوله که مورد تأیید قرار گرفته، خاکریزی نهایی و اقدامات بعدی مربوط به ترمیم نوار حفاری را انجام دهـــد.

◄ ۲-۱-۲۳ آزمایش سراسری، ضدعفونی نمودن و شستشوی خط لوله

خطوط لوله فولادی باید پس از تکمیل و قبل از قرار گرفتن در مدار بهره‌برداری، تحت آزمایش سراسری (با فشار کار خط)، ضدعفونی نمودن و شستشوی خط قرار داده شوند.

مشخصات، ضوابط و نحوه آزمایشهای فوق در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری ذکر گردیده است.

◄ ۲-۱-۲۴ خاکریزی نهایی

خاکریزی نهایی از ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله شروع و تا سطح زمین و یا زیر لایه زیرسازی جاده‌ها و معابر ادامه می‌یابد، مگر این که در مشخصات فنی طرح، دستورالعمل دیگری داده شده باشد. خاکریزی نهایی در اصول بر اساس مشخصات مندرج در بخش « نکات مشترک لوله‌گذاری» انجام می‌شود.

خاک مصرفی برای خاکریزی نهایی لوله‌های فولادی تـــا زیر لایه زیـــرسازی جاده و معابر می‌تواند دارای قلوه سنگ به ابعاد حداکثر ۲۰ سانتیمتر باشد مگر این که در مشخصات طرح محدودیت دیگری ذکر شده و یا دستور مهندس مشاور به نحو دیگری باشد.

خاک حاصل از حفر ترانشه در صورتی مناسب برای مصرف می‌باشد که دارای مقادیر لازم رس، شن، مخلوط و مواد مشابه باشد. در صورتی که خاک حاصل از حفر ترانشه به علل مختلف از جمله نـــامناسب بودن بخشی از آنها برای خاکریزی نهایی کفایت

ننماید، باید از مخلوط رودخانه‌ای و یا خاک قرضه مناسب بر اساس مشخصات طرح و مورد تأیید مهندس مشاور به عنوان جایگزین استفاده نمـــــود.

خاکریزی نهایی باید بر اساس مشخصات طرح و یا دستورات مهندس مشاور و یا مندرجات سایر بخشهای این مشخصات متراکم گردد.

ارتفاع خاکریزی نهایی مرحله اول که قبل از انجام آزمایشهای فشار هیدرواستاتیکی بر روی بدنه لوله انجام می‌شود، حداقل ۱۵ الی ۳۰ سانتیمتر تا روی تاج لوله و با توجه به قطر اسمی آن است. اضافه بر آن براساس مشخصات فنی خصوصی و یا دستورات مهندس مشاور است.

پیوست شماره یک
اجرای اتصال جوشی لوله‌های فولادی

مشخصات جوشکاری زیر به منظور توضیح نحوه جوشکاری محل اتصالی‌های لوله‌ها و متعلقات، شامل تهیه و تجهیز ماشین‌آلات، ابزار و لوازم جوشکاری و نیروی انسانی ماهر و متخصص می‌باشد.

کلیات

مهندس مشاور مجاز خواهد بود در تمام اوقات و به تمام اطلاعات مربوط به جوشکاری، رادیوگرافی، روش جوشکاری مشروح در این مشخصات فنی دسترسی داشته باشد.

کلیه جوشکاری‌های اتصالی لوله‌ها و متعلقات طبق روشهای مندرج در آخرین تجدیدنظر استاندارد شماره ANSI /AWWA C 206 و یا سایر استانداردهای معتبر انجام و به تأیید مهندس مشاور برسد.

جوشکاران و ارزیابی آنها

کلیه جوشکاران باید در آزمایش جوشکاری براساس استاندارد شماره ANSI /AWWA C 206 و یا سایر استانداردهای معتبر دیگر، مورد ارزیابی قرار گرفته و پس از تأیید و صدور کارت و مجوز جوشکاری، در اجرای عملیات به کار گرفته شوند.

ماشین‌آلات و لوازم و تجهیزات مورد نیاز برای آزمایش جوشکاران به هزینه و توسط پیمانکار تهیه می‌شود. در مواردی که لوله‌ها توسط کارفرما تأمین می‌گردد، تهیه لوله‌های مورد مصرف در آزمایش جوشکاری نیز به عهده کارفرما خواهد بود.

برای علامت گذاری جوشها، باید گچ مخصوص توسط پیمانکار در اختیار جوشکاران قرار داده شود و هر جوشکار باید شماره‌ای که در زمان آزمایش برای او تعیین شده را با گچ مخصوص در مجاورت قسمتی از جوش که توسط او انجام شده، در ربع بالای لوله درج نماید.

اگر جوشکاری به هر دلیل کارگاه را ترک نماید، شماره او نباید به وسیله جوشکار دیگر مورد استفاده قرار گیرد.

جوشکاران فقط می‌توانند در مواردی که مجاز تشخیص داده و مجوز جوشکاری دریافت نموده‌اند، انجام وظیفه نمایند.

جوشکاری با دست و با استفاده از روش جوشکاری الکتریکی[1] و به وسیله الکترودهای پوشش‌دار[2] انجام خواهد شد.

ماشین‌آلات، لوازم و ابزار جوشکاری

دستگاه‌های جوشکاری، لوازم آزمایش، گیره‌های میزان کننده سرلوله[1]، دستگاه‌های برش و سایر دستگاه‌ها باید از نوع مورد تأیید مهندس مشاور بوده و در وضعیت خوب نگهداری شوند.

---

[1] Electric Arc Welding
[2] Shielded Electrodes

گیره‌های میزان کننده سر لوله باید طوری باشند که پارگی، خراش یا فرورفتگی در سطح داخلی یا خارجی لوله و یا پوشش و اندود آن، ایجاد ننماید.

نوع و قطر الکترود با توجه به جنس لوله و ضخامت آن و محل جوشکاری براساس استانداردهای معتبر، از جمله ANSI /AWWA C 206 توسط پیمانکار پیشنهاد و پس از تأیید مهندس مشاور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الکترودها تا زمان استفاده باید بر طبق توصیه‌های سازنده‌انبار و نگهداری شوند و پس از خارج شدن از بسته بندی، باید از صدمه دیدن یا مرطوب شدن آنها جلوگیری شود. الکترودهای صدمه دیده مردود شناخته شده و باید از کارگاه خارج شوند.

آماده کردن سرلوله‌ها برای جوشکاری

وضعیت سر لوله باید قبل از جوشکاری بازرسی شود و اشکالاتی که ممکن است به کیفیت جوشکاری لطمه بزند، رفع گردد. کلیه پخ‌ها[2] و لبه‌های[3] هر شاخه قبل از ردیف کردن آن برای جوشکاری، باید از اجسام خارجی تا حد براق شدن فلز، تمیز گردند.

پس از تمیزکاری سر لوله، قطر داخلی لوله با استفاده از وسیله اندازه‌گیری مناسب که پیمانکار تهیه و به تأیید مهندس مشاور رسیده، کنترل خواهد شد.

چنانچه سر لوله به اندازه‌ای صدمه دیده باشد که به تشخیص مهندس مشاور قابل جوشکاری نباشد، باید سر لوله با دستگاه مخصوص برش، بریده و پخ زده شود تا مناسب جوشکاری گردد.

برش دستی و پخ زدن لوله‌ها بدون کمک دستگاه پخ زدن مجاز نمی‌باشد. پخ‌های کارگاهی را می‌توان با استفاده از ماشین‌های پخ‌زنی[4] انجام داد. در هر صورت، پخ انجام شده در کارگاه باید با پخ نشان داده شده در روش جوشکاری مطابقت نماید.

جفت‌کردن لوله‌ها برای جوشکاری

برای جفت کردن لوله‌ها تا قطر ۴۰۰ میلیمتر می‌توان از گیره‌های داخلی یا خارجی استفاده نمود، ولی برای قطرهای بیش از ۴۰۰ میلیمتر، فقط گیره و بست‌های داخلی مجاز است. در مواردی که لوله دارای اندود سیمانی است و استفاده از گیره داخلی مقدور نباشد، می‌توان از گیره خارجی استفاده کرد.

گیره‌های داخلی را پس از تکمیل ۱۰۰٪ پاس اول و گیره‌های خارجی را پس از انجام ۷۰٪ پاس اول می‌توان برداشت. در صورتی که برای از بین بردن انحراف، عملیات چکش‌کاری لازم باشد، باید از چکش برنجی استفاده نمود، به طوری که به لوله و پوشش خارجی و اندود داخلی آن صدمه‌ای وارد نشود.

لوله‌ها باید به طریقی مقابل هم جفت شوند که انتهای جوشهای طولی آنها هم راستا نبوده و حداقل معادل ۱۰ برابر ضخامت لوله خارج از راستای هم باشند. جوشهای طولی (در لوله‌های درز مستقیم) باید در بالای لوله در بین حالت ساعات ۲ و ۱۰ قرار گیرند.

---

[1] Line-up Clamps
[2] Bevels
[3] Edges
[4] Facing, Bevelling Machin

برای سهولت و ایمنی عملیات جوشکاری، لوله‌ها باید در ارتفاع مناسب از زمین و بر روی پایه‌ها با تعداد و طول مناسب قرار گیرند. چنانچه استقرار لوله روی کانال الزامی‌باشد، طول پایه‌ها باید چنان باشد که از ریزش کانال جلوگیری نماید.

جفت کردن و تنظیم درز جوش قطعاً باید با گیره‌انجام شود به نحوی که از آسیب وارد شدن به سر لوله‌ها جلوگیری گردد. استفاده از خال جوش مجاز نمی‌باشد.

داخل کلیه لوله‌ها قبل از جفت شدن برای جوشکاری باید از هرگونه خاک و اجسام خارجی دیگر کاملاً تمیزکاری شود.

شرایط آب و هوا

جوشکاری در درجه حرارت محیط کمتر از ۱۸- درجه و هوای بارانی و برفی و وزش شدید و یا وقتی سطح فولاد خیس است، مجاز نمی‌باشد مگر با ایجاد شرایط لازم و مناسب مورد تأیید مهندس مشاور که در آن جوشکاران و کار اجرایی محافظت گردند.

صرف نظر از درجه حرارت محیط، حرارت دیواره لوله در یک فاصله ۷۶ میلیمتری (سه اینچ) و یا چهار برابر ضخامت جداره لوله (هر یک که بیشتر باشد)، از نقطه جوشکاری نباید کمتر از ۱۵/۶ درجه سانتیگراد (۶۰ درجه فارنهایت) باشد. در غیر این صورت، گرم کردن فولاد قبل از شروع جوشکاری به مقداری که ذکر خواهد شد ضروری است.

پیش گرم کردن فولاد[1]

گرم کردن فولاد قبل از شروع جوشکاری باید تا فاصله حداقل چهار برابر ضخامت جداره لوله از هر طرف محل جوشکاری و حداقل ۷۶ میلیمتر (۳ اینچ)، هر کدام بیشتر باشد، انجام شود. عمل گرم کردن باید در حین عملیات ادامه داشته و درجه حرارت فولاد در فواصل ذکر شده متوالیاً کنترل گردد.

حداقل درجه حرارت لوله طبق جدول زیر می‌باشد.

		حداقل درجه حرارت پیش گرم کردن	
درجه حرارت لوله	ضخامت جداره لوله	فولاد معمولی	فولاد سخت
۱۸- الی ۱۵/۶ درجه سانتیگراد	تا ۱۹ میلیمتر	۱۵/۶	۲۳/۹
	۱۹ الی ۳۸ میلیمتر	۳۷/۸	۶۵/۶
بیش از ۱۵/۶ درجه سانتیگراد	تا ۱۹ میلیمتر	--	--
	۱۹ الی ۳۸ میلیمتر	۳۷/۸	۶۵/۶

پاس‌های جوشکاری

پاس اول – اگر قطر لوله بیش از ۲۵۰ و کمتر از ۱۰۰۰ میلیمتر باشد، پاس اول باید توسط دو جوشکار و چنانچه قطر لوله بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر باشد، بیش از دو جوشکار متناسب با قطر لوله طبق روش اجرایی جوشکاری[2] تأیید شده مهندس مشاور انجام شود.

[1] Preheating
[2] Welding Procedure

موقعیت جوشکاران و دستگاه‌های جوشکاری باید به طریقی باشد تا حتی الامکان از ایجاد تنش حرارتی جلوگیری نماید. سرباره پاس اول باید کاملاً با دستگاه سنگ تمیز شده و سرباره‌ان برداشته شود، بدون این که از ضخامت پاس اول کاسته شود.

پاس دوم – پاس دوم پس از پاس اول و تحت همان شرایط و طبق روش اجرایی جوشکاری تأیید شـــده‌انجام خواهد شد و باید بلافاصله پس از تکمیل پاس اول اجرا شود. در غیر این صورت، ممکن است به تشخیص مهندس مشاور، بریدن و جوشکاری مجدد لوله الزامی‌گردد.

پاس‌های پرکننده : کلیه پاس‌های جوش باید کاملاً با سطح پخ سر لوله ممزوج شده و قبل از این که پاس نهایی اجرا شود، اطراف جوش کاملاً تمیز گردد. کپ یا گرده جوش باید از نظر شکل محدب بوده و در هیچ نقطه‌ای نباید پایین تر از سطح لوله باشد. عرض پاس نهایی باید چنان باشد که حداقل یک میلیمتر پهن تر از پخ موجود در هر طرف جوش بوده و ارتفاع آن نباید بیش از ۱/۵ میلیمتر بالاتر از سطح لوله باشد. پس از اجرای هر پاس، محل جوش باید کاملاً از سرباره پاک گردد و در صورت لزوم، گرده جـــوشها سنگ زده شود. سنگ زدن گـــرده جوش پاس نهایی به هیچ‌وجه مجاز نمی‌باشد.

ماشین‌های جوشکاری باید با شدت جریانی که در روش اجرایی جوشکاری تأیید شده مشخص گردیده، به کار گرفته شوند. آمپرمتر مناسب برای اندازه‌گیری شدت جریان باید توسط پیمانکار تأمین و همواره در دسترس باشد.

الکترود یا اتصال زمین نباید به قسمتهای دیگر لوله، بجـــز محل پخ که جـــوشکاری می‌شود جرقه زند. جوشکاران باید کمال احتیاط را به عمل آورند تا از سوختن لوله به دلیل جرقه زدن خارج از محل پخ جلوگیری شود.

در خاتمه هر روز کار، تمام جوشهای همان روز باید کاملاً تکمیل شده باشند. در خاتمه هر روز کار، تمامی سر لوله‌ها باید با نصب درپـــوش مناسب مسدود تا از ورود خاک، زباله، حیوانات، آب و دیگر اجسام خارجی به لوله‌ها جلوگیری شود.

جوشکاری اتصال نهایی[1]

- جوشکاری اتصال نهایی باید با دقت کامل و مطابق روش اجرایی که در مشخصات طرح آمده است، انجام گردد.
- این قسمت‌ها باید به دقت تنظیم شود به طوری که تنش‌های جا مانده و یا تنش‌های حاصل از جوشکاری، به حداقل برسد.
- برای جفت کردن لوله‌ها هنگام جوشکاری اتصال نهایی، ممکن است تغییر در شیب یا عرض کانال الزامی باشد.
- هنگامی‌که اتصال نهایی به خطوط لوله موجود انجام می‌شود، پیمانکار موظف است موقعیت نسبی لوله‌ها را در محل اتصال بررسی نموده و تغییرات لازم برای اتصال را اعمال نمایـــد.
- زمان و مدت جوشکاری برای هر اتصال نهایی در روش اجرایی که در مشخصات طرح آمده است، تعیین خواهد شد.

جوشکاری فلنج‌ها و اتصالات

برای جوشکاری فلنج‌های جوشی به لوله‌ها و یا ساخت متعلقات و جوشکاری اتصالی متعلقات به لوله‌ها، اجـــرای روش‌های تعیین شده در مشخصات طـــرح در جوشکاری اتصالی لوله، لازم الاجرا می‌باشد.

---

[1] Tie-in

- در موقع جوش دادن فلنج به لوله باید دقت کافی به عمل آید که صفحه فلنج عمود بر محـــور لوله باشد. همچنین دقت شود که سوراخهای فلنج با سوراخهای وسیله متصل شونده به فلنج، در یک راستا قرار داشته باشند.
- برای جلوگیری از نشت آب در آینده، باید دقت شود که در هنگام جوشکاری فلنج، به سطح نشست واشـــر (گاسکت) آسیبی نرسد.
- اگر قطر داخلی لوله با قطر داخلی گلوگاه فلنج اختلاف داشته باشد و این اختلاف بیش از ۳ میلیمتر باشد، باید قطر کوچکتر تا اندازه قطر بزرگتر با شیب ۳ به ۱ سنگ زده شود تا لبه پخ آن با پخ لوله‌ای که به آن جوش داده می‌شود، مساوی گردد.
- تبدیل‌ها، سه راهی‌ها و زانویی‌ها که ابعاد آنها متناسب با ابعاد لوله‌ها می‌باشد و دارای پخ لازم هستند، باید طبق نقشه و لب به لب به لوله‌ها جوش داده شوند.
- اتصالات خروجی از نوع ولدولت[1] روی لوله اصلی و فاصله نصب ولدولت در روی خط لوله از جوش محیطی (اتصالی) آن خط، طبق مشخصات طرح مجاز می‌باشد.

بازرسی و آزمایش جوشکاری

در مشخصات طرح، مقدار درصد رادیوگرافی و همچنین آزمایش اولتراسونیک جوش‌های انتخاب شده توسط مهندس مشاور تعیین می‌شود. مهندس مشاور در هر حال می‌تواند بر اساس نتایج هر یک از آزمایشات فوق، جوش‌ها را رد یا دستور تعمیر صادر نماید.

- بازرسی و آزمایش جوش‌ها در مورد جوشکاری با دست، بر اساس استانـــدارد ANSI /AWWA C206 و یا استانداردهای معتبر دیگر انجام می‌شود.
- بازرسی جوشکاری، بررسی و تفسیر آزمایشات انجام شده روی جوشها، به عهده مهندس مشاور می‌باشد.
- پیمانکار مسئول تهیه ابزار، وسایل و پرسنل متخصص مورد لزوم بوده و همچنین مسئول انجام آزمایشات غیرمخرب[2] و نگهداری و بایگانی گزارشهای مربوط، تا مرحله تحویل موقت قرارداد می‌باشد.
- تمامی‌اجناس و ماشین‌آلات، قبل از استفاده باید به تأیید مهندس مشاور برسند.
- تمامی‌جوش‌های انجام شده مورد بازرسی عینی مهندس مشاور قرار خواهند گرفت و بازرسی عینی در هر مرحله جوشکاری می‌تواند صورت گیرد.
- تمام جوشهایی که از نظر مهندس مشاور مشکوک به نظر برسند، باید رادیوگرافی شوند.
- چنانچه مهندس مشاور به جوشی مشکوک شود و با درخواست او، جوش مربوط باید توسط پیمانکار بریده شده و تعویض شود. چنانچه نتیجه آزمایش جوش بریده شده مطابق مشخصات فنی جوشکاری نباشد، تمامی هزینه‌ها به عهده پیمانکار خواهد بود. در غیر این صورت، هزینه آن توسط کارفرما پرداخت خواهد شد.

---

[1] Weldolet
[2] NDT (Non Distructive Test)

- چنانچه جوشهای انجام شده توسط هر جوشکار از کیفیت نازلی برخوردار باشد، مهندس مشاور می‌تواند درخواست ارزیابی مجدد یا لغو صلاحیت جوشکاری را از جوشکار مورد نظر بنماید.

تعمیر جوش

جوش‌هایی که پس از عکس‌برداری و یا در نتیجه بازدید عینی مهندس مشاور معیوب تشخیص داده شوند، طبق نظر مهندس مشاور تعمیر شده و یا بریده خواهند شد. نحوه تعمیر جوشهای معیوب به شرح زیر می‌باشد.

- جوشهایی که دارای شیار جانبی و سطحی هستند، با نظر مهندس مشاور می‌توانند تعمیر گردند.
- پیش از شروع تعمیر جـــوش، عیوب جزیی باید با سنگ سمباده برطرف و نیز سرجوش‌ها حرارت داده شوند.
- جوش تعمیر شده مجدداً رادیوگرافی خواهد شد و چنانچه عیبی مشاهده نشود، مورد قبول خواهد بـــود. در غیر این صورت، جوش باید بریده شده و جوشکاری تکرار شود.
- در صورت مشاهده ترک، کل جوش باید حداقل معادل یک برابر قطر لوله بریده شده و با یک قطعه لوله جدید[1] مجدداً جوشکاری شود.

[1] Nipple

۲-۲ لوله‌های چدنی و چدنی نشکن

۲-۲-۱ کلیات

لوله‌های چدنی که در خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب به کار می‌روند، شامل دو نوع کلی به شرح زیر می‌باشند.

۲-۲-۱-۱ لوله‌های چدنی معمولی تحت فشار

لوله‌های چدنی معمولی که از چدن خاکستری[1] ساخته می‌شوند، از قدیمی‌ترین انواع لوله‌های مورد استفاده در خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب در کشورهای مختلف بوده‌اند. امتیاز اصلی این نوع لوله، مقاومت زیاد در مقابل خورندگی خاک و آب و در نتیجه طول عمر قابل توجه می‌باشد، ولی به علت خاصیت شکنندگی و وزن زیاد این لوله‌ها، خصوصاً برای قطرهای بزرگ، و در نتیجه مشکلات و هزینه‌های زیاد حمل‌ونقل و نصب، استفاده از این جنس لوله طی سالهای اخیر کاهش یافته و تقریباً منسوخ گشته است.

۲-۲-۱-۲ لوله‌های چدن نشکن

لوله‌های چدن نشکن[2] با توجه به امتیازات قابل توجه آنها از نظر قابلیت انعطاف و مقاومت در مقابل ضربه، فشار، خورندگی آب و خاک و همچنین وزن کمتر، طی چند دهه اخیر به سرعت جایگزین لوله‌های چدنی معمولی گشته‌اند. از این‌رو در این مشخصات و پس از ذکر استانداردها، صرفاً لوله‌های چدن نشکن مورد بحث قرار می‌گیرند.

۲-۲-۲ استانداردهای ساخت لوله‌های چدنی

۲-۲-۲-۱ لوله‌های چدنی معمولی (خاکستری)

لوله‌های چدنی معمولی در دنیا عموماً براساس استاندارد ISO-R/13 تولید می‌شوند. استاندارد مورد استفاده در ایران به شماره ۴۲۶ می‌باشد که چاپ سوم آن در بهمن ماه ۱۳۶۳ منتشر گردیده است. در تهیه استاندارد فوق از استاندارد شماره ISO-R/13 چاپ ۱۹۵۵ استفاده شده است.

لوله‌های چدنی معمولی در سه کلاس " LA " , " A " , " B " تولید می‌شوند. فشار آزمایش[3] آنها در کارخانه برای قطرهای تا ۶۰۰ میلیمتر به ترتیب معادل ۲۰، ۲۵ و ۳۰ اتمسفر و برای قطرهای بیش از ۶۰۰ میلیمتر به ترتیب معادل ۱۵، ۲۰ و ۲۵ اتمسفر است. فشار کار[4] آنها برابر نصف ارقام فوق می‌باشد.

---

[1] Gray Cast Iron
[2] Ductile Iron Pipe
[3] Test Pressure
[4] Working Pressure

۲-۲-۲-۲ لوله‌های چدنی نشکن

لوله‌های چدن نشکن براساس استانداردهای مختلف تولید می‌شوند که مهمترین آنها استانـــدارد بین المللی شماره ISO-2531 است. این استاندارد مورد استفاده کلیه سازندگان معتبر دنیا بوده و کارخانجات فعلی تولیدکننده لوله و متعلقات چدن نشکن در ایران نیز محصولات خود را براساس این استاندارد تولید می‌نمایند.

نوع لوله و متعلقات چدن نشکن برای مصارف مختلف با توجه به فشار کار آنها بر اساس استاندارد شماره ISO – 2531 با ضریبی به نام K مشخص می‌شود که K=9 معمول‌ترین ضریب برای ساخت لوله‌های مورد استفاده برای مصارف آبرسانی و توزیع آب می‌باشد. البته با توجه به نیاز و مشخصات خطوط آبرسانی و توزیع آب و حسب مورد، لوله‌های ساخته شده با ضرایب K=8 وK=10 استفـــاده می‌شوند که در ایران معمولاً با سفارش تولید می‌گردند.

فشار آزمایش (P) لوله‌ها در کارخانه برحسب اتمسفر براساس استاندارد ذکر شده به شرح زیر است :

برای قطر اسمی ۱۰۰ الی ۳۰۰ میلیمتر $P = 0.5(K+1)^2$

برای قطر اسمی ۳۵۰ الی ۶۰۰ میلیمتر $P = 0.5K^2$

برای قطر اسمی ۷۰۰ الی ۱۰۰۰ میلیمتر $P = 0.5(K-1)^2$

برای قطر اسمی ۱۲۰۰ الی ۲۰۰۰ میلیمتر $P = 0.5(K-2)^2$

برای قطر اسمی ۲۲۰۰ الی ۲۶۰۰ میلیمتر $P = 0.5(K-3)^2$

تعدادی از سایر استانداردهای مورد استفاده در ساخت لوله‌های چدن نشکن به شرح زیر است. متذکر می‌شود که در ایـــن مشخصات فنی صرفاً به تعدادی از استانداردهای معتبر اشاره شده و به معنی محدود بودن تولید این لوله‌ها بر اساس استانداردهای ذکر شده نمی‌باشد.

- استاندارد شماره BS 4772
- استانداردهای شماره DIN 28600 الی DIN 28648
- استاندارد شماره ASTM A377
- استاندارد شماره ANSI / AWWA C151 / A21.51

◄ ۲-۲-۳ انواع اتصالی‌های لوله‌های چدنی نشکن و کاربرد آنها

لوله‌های چدن نشکن در طولهای محدود و معمولاً حداکثر ۶ متر برای لوله‌های تا قطر ۵۰۰ میلیمتر و ۹ متر برای اقطـــار ۶۰۰ میلیمتر و بیشتر تولید می‌شوند. بنابراین برای اتصـــال لوله‌ها به یکدیگر و یا به متعلقات، استفاده از اتصالی الزامی است. متذکر می‌گردد که لوله‌های چدن نشکن با شاخه‌های با طول بیش از ۶ متر در شرایـط حاضر در ایران تولید نمی‌شوند.

انـــواع مختلف اتصالی به شرح زیر اســـت :

۲-۲-۳-۱ اتصال نوع فشاری[1]

در این نوع اتصالی، سرساده لوله[2] به داخل سرکاسه[3] فشار داده شده و آب‌بندی توسط واشر لاستیکی که بین جدار خارجی سرساده و جدار داخلی سرکاسه قرار می‌گیرد تأمین می‌شود. واشرهای لاستیکی از نوع مخصوصی بوده که می‌توانند برای اقطار مختلف دارای اشکال متفاوتی باشند. به همین دلیل، سرکاسه لوله دارای شیار و برآمدگی خاص بوده که این شیارها و برآمدگی‌ها متناسباً بر روی واشر لاستیکی نیز وجود دارد. لذا در نصب لوله‌ها باید توجه نمود که شیار و برآمدگی سرکاسه بر روی برآمدگی و شیار واشر قرار گیرد. برای نصب واشرها باید سطح خارجی سرساده لوله و همچنین قسمت داخلی واشر را با ماده مناسب روان‌سازی آغشته نمود.

به منظور برقراری صحیح اتصالی، تولیدکنندگان لوله مقدار مورد نیاز فرورفتگی سرساده در داخل سرکاسه لوله را با علامت بر روی سرساده مشخص می‌نمایند که رایج‌ترین آنها یک خط محیطی بر روی سرساده می‌باشد.

متذکر می‌شود که اتصالی نوع تایتون[4] نیز نوع خاصی از اتصال نوع فشاری است.

مهمترین ویژگیهای اتصالی نوع فشاری به شرح زیر می‌باشد.

- این نوع اتصالی هیچ‌گونه نیازی به لوازم فرعی اضافی بجز واشر لاستیکی ندارد.
- برقرار نمودن اتصال، سریع و ساده بوده و از طریق فشار سرساده لوله به داخل سرکاسه تأمین می‌گردد.

واشر لاستیکی به واسطه کوچکتر بودن قطر داخلی آن نسبت به قطر خارجی سرساده لوله، کاملاً در محل چسبیده و فشار کافی به سرکاسه و سرساده لوله وارد نموده و بدین ترتیب آب‌بندی کامل تأمین می‌شود.

- خط لوله در این نوع اتصالی می‌تواند، مقدار قابل توجهی منبسط و منقبض گردد.
- این نوع اتصالی دارای انعطاف‌پذیری[5] خوبی می‌باشد و به همین دلیل هماهنگی لازم را با جابجایی و نشست زمین تا حد مجاز انحراف لوله و با حفظ آب‌بندی محل اتصالی دارد.
- این اتصالی خصوصاً برای خطوط لوله مستقیم مناسب است.

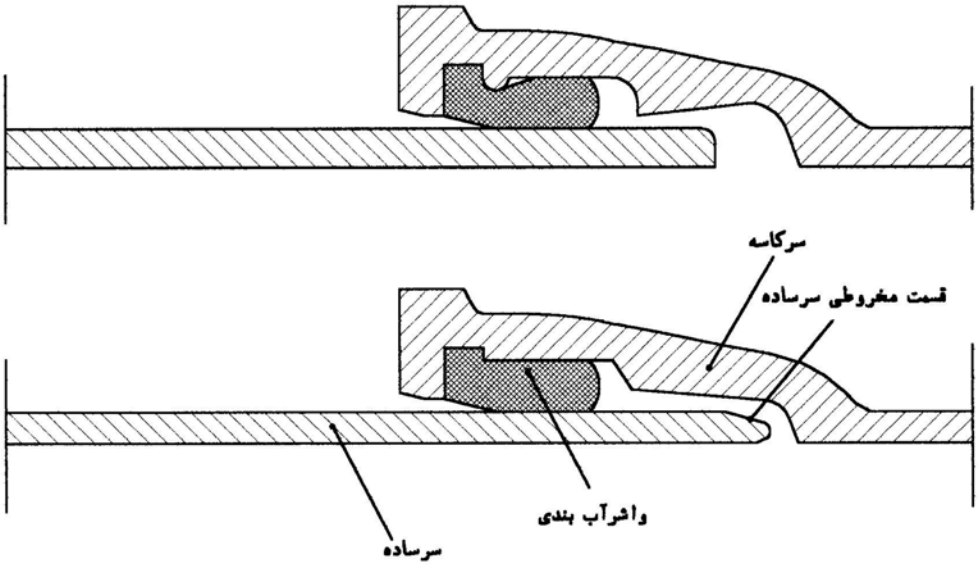
در شکل شماره ۲-۲-۱ نمونه‌ای از اتصالی نوع فشاری نشان داده شده است.

۲-۲-۳-۲ اتصال نوع مکانیکی

در این نوع اتصال، سرساده لوله در داخل سرکاسه قرار داده شده و از طریق یک واشر لاستیکی که بین جدار خارجی سرساده لوله و جدار داخلی سرکاسه لوله قرار می‌گیرد و توسط یک غلاف فلزی بنام گلند[6] فشرده می‌شود، آب‌بندی تأمین می‌گردد. غلاف فلزی به تناسب قطر لوله، دارای تعدادی سوراخ برای عبور پیچ می‌باشد. همچنین سرکاسه لوله به صورت فلنج بوده و دارای همان تعداد سوراخ است.

---

[1] Push on Joint = Bell & Socket
[2] Bell
[3] Socket
[4] Tyton Joint
[5] Flexibility
[6] Gland



شکل ۲-۲-۱ : نمونه‌هایی از اتصال نوع فشاری

با قرارگرفتن پیچ و مهره در داخل این سوراخها و پیچاندن پیچ‌ها، غلاف بـــه داخل سرکاسه رانده شده و زایده آن باعث فشردگی واشر لاستیکی می‌گردد که از یک طرف به سرساده یک لوله و از طرف دیگر به قسمت داخلی سرکاسه لوله دیگر کاملاً چسبیده و آب‌بندی را تأمین می‌نماید.

برای اینکه واشر لاستیکی به خوبی به جدار خارجی سرساده لوله و جدار داخلی سرکاسه لوله چسبیده و فشرده شود، قسمت انتهایی واشر لاستیکی نیز مخروطی شکل و کاملاً مطابق با ابعاد مخروط داخلی سرکاسه لوله می‌باشد.

برای نصب و حرکت واشر در این نوع اتصالی، باید سطح خارجی سرساده لوله و واشر و همچنین سطح داخلی سرکاسه لوله را با ماده مناسب روان‌سازی آغشته نمود.

مهمترین ویژگی‌های اتصالی نوع مکانیکی به شرح زیر می‌باشد :

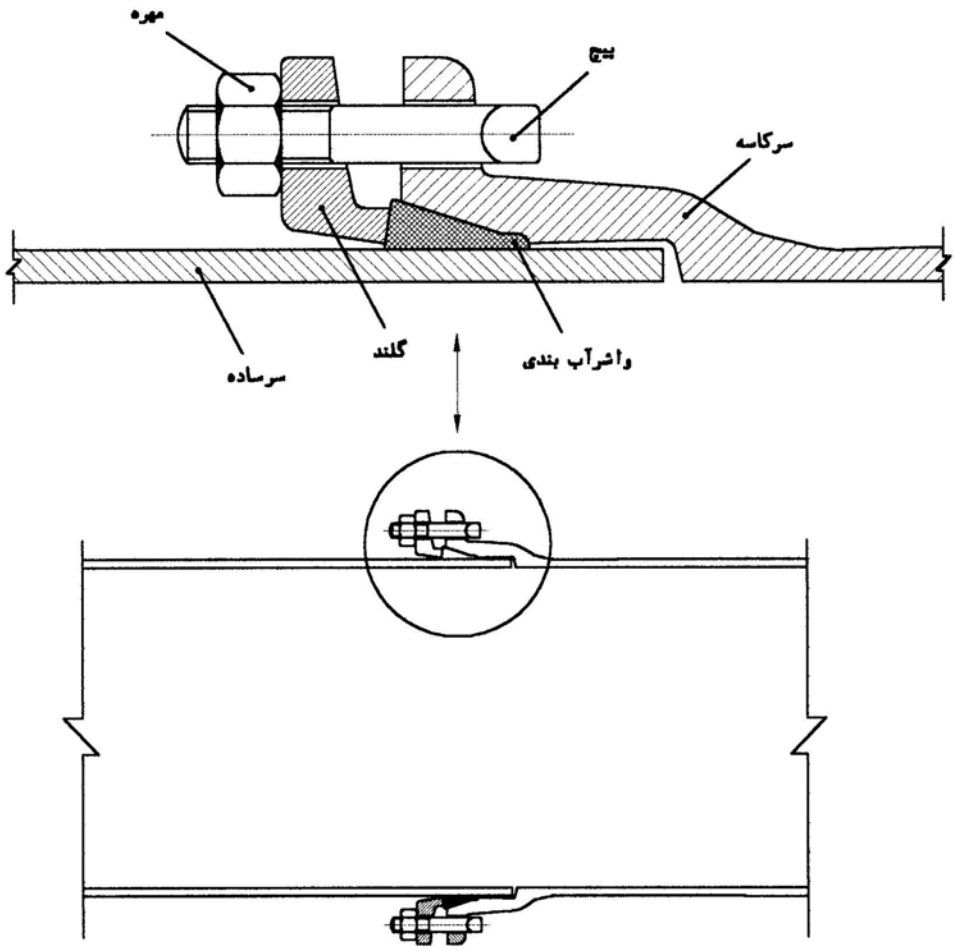
- خط لوله در این نوع اتصالی می‌تواند به مقدار قابل توجهی منبسط و منقبض گردد.
- این نوع اتصالی دارای انعطاف‌پذیری خوبی می‌باشد و به همین دلیل هماهنگی لازم را با جابجایی و نشست زمین تا حد مجاز انحراف لوله و با حفظ آب‌بندی محل اتصالی دارد.
- این نوع اتصالی خصوصاً برای نصب متعلقات مناسب است.

در شکل شماره ۲-۲-۲ نمونه‌ای از اتصال نوع مکانیکی نشان داده شده است.

۲-۲-۳-۳ اتصال نوع فلنجی[1]

این نوع اتصالی قدیمی‌ترین نوع اتصال لوله‌های چدنی می‌باشد. در این نوع اتصـالی، بـــرای اتصال دو لوله به یکدیگر و یا اتصال لوله‌ها بـــه متعلقات و شیرآلات، از فلنج استفاده می‌شود. بنابراین هر دو سر لوله و متعلقات در این نوع اتصال فلنج‌دار می‌باشند.

[1] Flanged Joint



شکل ۲-۲-۲ : اتصال نوع مکانیکی

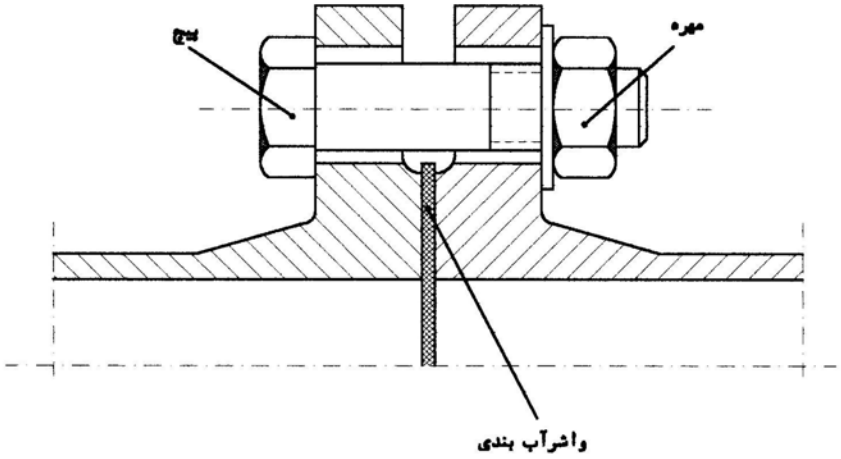
آب‌بندی در این نوع اتصال، توسط واشر لاستیکی تأمین شده که بین دو فلنج قرار گرفته و با پیچاندن مهره‌ها و نزدیک‌شدن فلنج ها به یکدیگر، واشر بین آنها فشرده شده و آب‌بندی برقرار می‌شود.

این نـــوع اتصالی برای اتصال لوله به تلمبه خانه‌ها و یا اتاق شیرآلات مناسب می‌باشد. به کارگیری اتصـــال نوع فلنجی باعث می‌گردد که خط لوله در محل اتصالی قادر به انقباض و انبساط نبـــوده و هیچ‌گونه انعطاف‌پذیری در محل اتصالی وجود نداشته باشد.

در شکل شماره ۲-۲-۳ اتصالی نوع فلنجی نشان داده شده است.

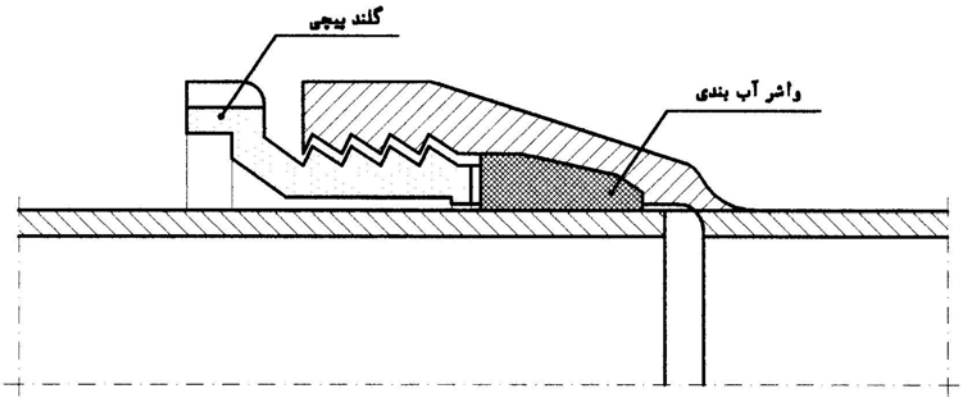
۲-۲-۳-۴ انواع دیگر اتصال

انواع دیگری از اتصال لوله‌های چدن نشکن کاربرد کمتری داشته و یا درحال حاضر در ایران مورد استفاده نمی‌باشند. ذیلاً در این مشخصات فنی به ذکر مختصر آنها اکتفا می‌گردد.



شکل ۲-۲-۳ : اتصال نوع فلنجی

۱- اتصال با غلاف پیچی[1] که در واقع نوعی اتصال مکانیکی است که قسمت سرکاسه لوله رزوه شده و غلاف فلزی پیچی است که با پیچاندن، به داخل سرکاسه لوله رانده شده و باعث فشرده شدن واشر لاستیکی و آب‌بندی لوله می‌گردد. نحوه این نوع اتصال در شکل ۲-۲-۴ نشان داده شده است.



شکل ۲-۲-۴ : اتصال با غلاف پیچی

۲- انواع خاص دیگری از اتصالات مکانیکی که در برخی از آنـــها، نیازی به زائده و سوراخ در سرکاسه لولـــه نمی‌باشد و در شکل ۲-۲-۵ نشان داده شده است.

۳- انواع خاص دیگری از اتصالات نوع فشاری که در شکل ۲-۲-۶ نشان داده شده است.

۴- اتصالی قابل انعطاف[2] که در فصل چهـارم – بخش اول تحت عنـوان قطعه قابـــل انعطاف (SM) معرفی شده است.

۵- اتصالی فلنجی هماهنگ‌کننده[1] که در فصل چهارم – بخش اول تحت عنوان قطعه فلنجی هماهنگ‌کننده معرفی شده است.

[1] Screwed Gland
[2] Flexibile Coupling

۶- اتصالی پیاده و سوار نمودن شیرآلات[2] که در فصل چهارم – بخش اول تحت عنوان قطعه مخصوص باز و بسته‌کردن شیر (PAF) شرح داده شده است.

۲-۲-۴ ماده روان‌سازی[3]

برای نصب لوله و متعلقات با اتصالات غیرفلنجی، استفاده از مواد روان‌سازی برای آغشته نمودن سطوح و سهولت حرکت قطعاتی که باید در درون یکدیگر بلغزند ضروری است.

مواد روان‌سازی باید عاری از ترکیبات سمی و نفتی بوده و مناسب رشد میکروبها و قارچها و سایر آلودگیها نباشند و در عین حال نباید باعث خورندگی و یا خراب و خشک شدن واشر گردیده و یا باعث تولید مواد معلق و رسوب و بو و طعم در آب شوند. همچنین این مواد نباید هیچ‌گونه صدمه‌ای به لوله وارد نمایند. استفاده از انواع روغنهای دارای پایه نفتی و یا گیاهی و حیوانی، گریس و غیره به عنوان مواد روان‌ساز مجاز نمی‌باشد.

مواد روان‌ساز معمولاً توسط کارخانجات سازنده لوله و متعلقات تأمین و یا نوع آن اعلام می‌شود ولی درصورت ضرورت، می‌توان از ترکیب ۷۰ درصد آب و ۳۰ درصد صابون به عنوان مواد روان‌ساز استفاده نمود.

۲-۲-۵ حفاظت در مقابل خوردگی و تعمیرات آنها

هر چند که لوله‌های چدن نشکن به عنوان لوله‌هایی با عمر زیاد و مقاوم در مقابل خورندگی شناخته شده‌اند، ولی لوله‌های بدون پوشش حفاظتی در برخی از مناطق که خاصیت خورندگی زمین بسیار زیاد است، مانند زمینهای دارای مواد پوسیده گیاهی، مناطق باتلاقی، مردابی و لجنی، سواحل دریا، و نظایر آن، می‌توانند در اثر خورندگی صدمه دیده و عمر آنها کاهش یابد. همچنین پوشش داخلی لوله‌ها با اندود سیمانی، می‌تواند لوله را در مقابل خورندگی مایعات محافظت نماید.

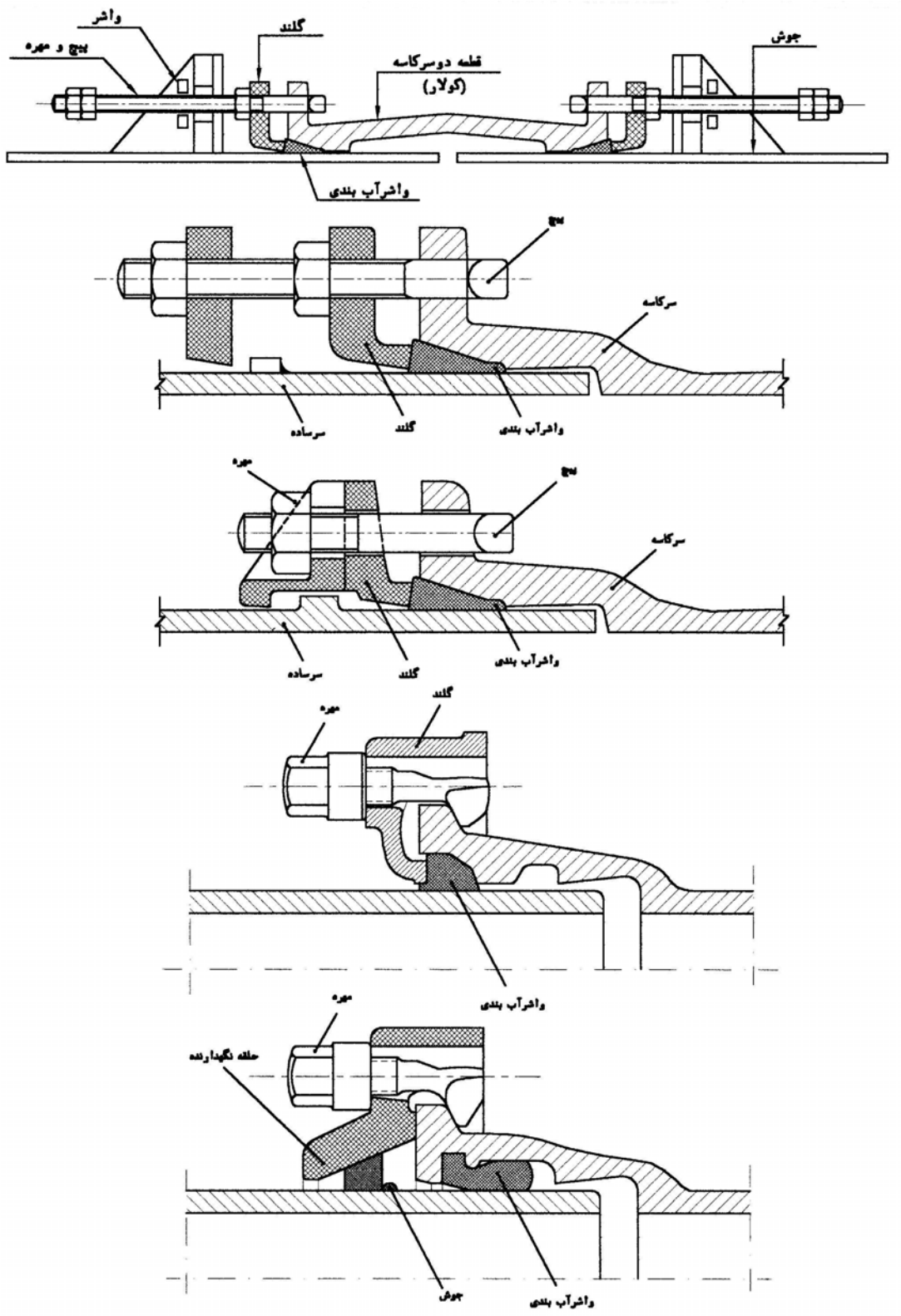
۲-۲-۵-۱ پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله

پوشش حفاظتی جدار داخل لوله‌های چدن نشکن که برای انتقال آب شرب مورد استفاده قرار می‌گیرند، از دیدگاه محافظت در مقابل خورندگی آب شرب کاملاً ضروری نبوده ولی انجام این پوشش باعث می‌گردد که ضریب زبری لوله کاهش یافته و در نتیجه ظرفیت کشش آن افزایش یابد که منجر به انتقال مقدار بیشتر آب می‌شود.

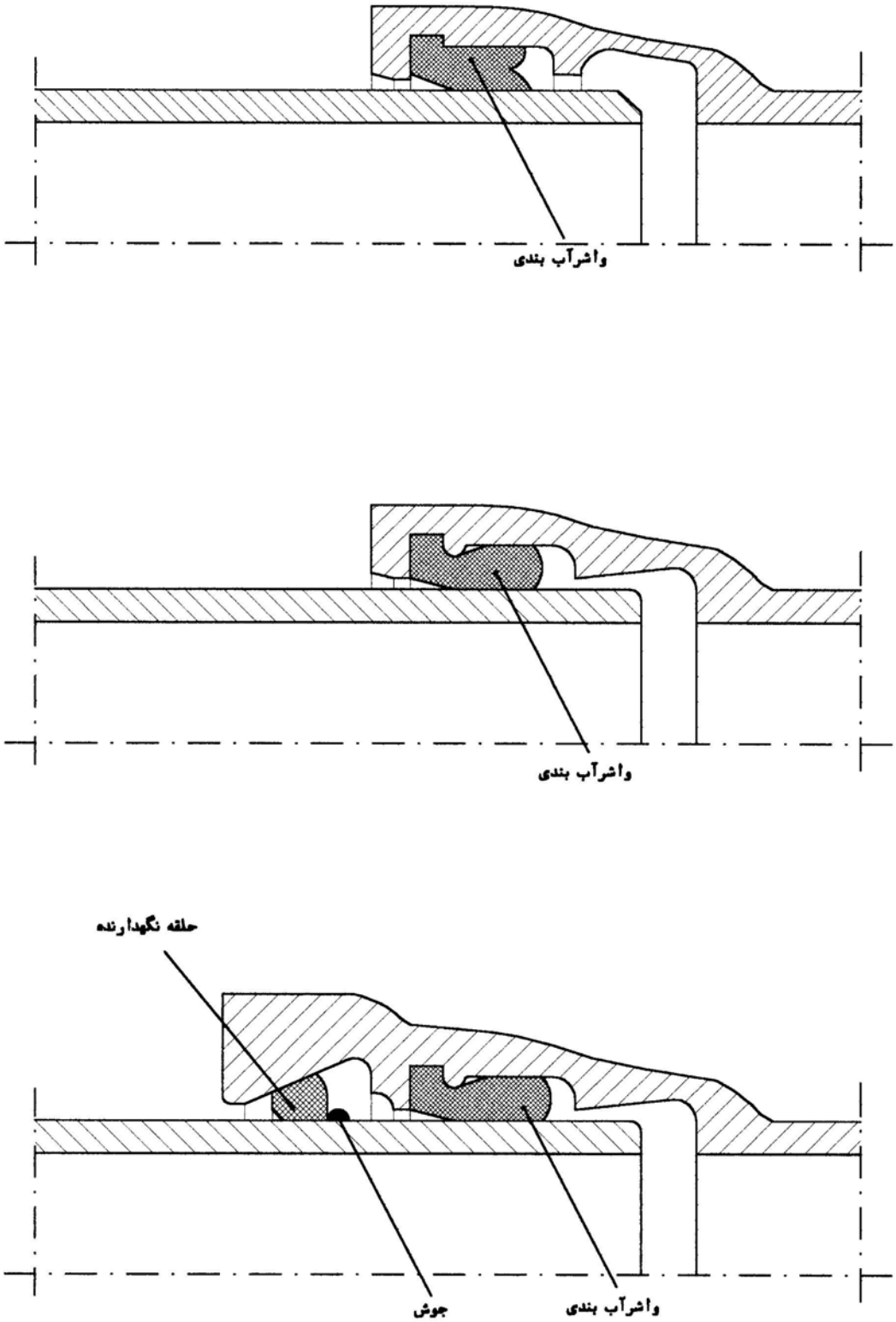
پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله‌های چدن نشکن معمولاً اندود سیمانی بوده که به طریق گریز از مرکز (سانتریفوژ) بر اساس دستورالعمل و مشخصات مندرج در این مشخصات فنی و سایر استانداردهای معتبر بر سطح داخلی لوله پاشیده می‌شود.

---

[1] Flange Adaptor
[2] Dismantling Joint
[3] Lubricant



شکل ۲-۲-۵ : انواع خاص اتصال مکانیکی



شکل ۲-۲-۶ : انواع خاص اتصال فشاری

ضخامت اندود سیمانی براساس توصیه استاندارد JIS به شرح زیر می‌باشد. متذکر می‌گردد که استانداردهای دیگر می‌توانند ضخامت‌های کمتر و یا بیشتری را توصیه نمایند. لذا ارقام زیر صرفاً به عنوان راهنما بوده و پیمانکار باید ضخامت اندود را مطابق با مشخصات فنی طرح و دستورالعمل مهندس مشاور اختیار و اجرا نماید.

قطر نامی لوله به میلیمتر	ضخامت اندود سیمانی به میلیمتر	
	متوسط	حداقل
۸۰ الی ۲۵۰	۴	۳
۳۰۰ الی ۶۰۰	۶	۵
۷۰۰ الی ۹۰۰	۸	۶
۱۰۰۰ الی ۱۲۰۰	۱۰	۷
۱۳۵۰ الی ۱۵۰۰	۱۲	۸
۱۶۰۰ الی ۲۶۰۰	۱۵	۱۱

اندود سیمانی سطوح داخلی متعلقات به صورت دستی انجام می‌شود. به جای انـدود سیمانی در متعلقات، می‌توان از رنگ اپوکسی مورد تأیید به ضخامت ۰/۱ میلیمتر نیز استفاده نمود. سیمان مصرفی در اندود سیمانی با توجه به هدف از اندود فوق، از نوع پرتلند معمولی و یا ضد سولفات می‌باشد.

محافظت مضاعف اندود سیمانی سطح داخلی لوله‌های چدن نشکن در صورت استفاده از خط لوله برای مایعات با خاصیت خورندگی، ماننـد آبهـای دارای مقـدار دی اکسیـد کـربن آزاد (CO_2) بیش از ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و یا آبهای اسیـدی و نظایر آن، ضروری می‌باشد. این امـر در حالتهایی که آب مشروب در لوله جریان دارد بـروز ننموده، بلکه در صورتی کـه خط لـوله برای انتقال آب خام (مثلاً از محل آبگیری تـا تصفیه‌خانه‌ها) مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌تواند ضـروری باشد. در ایـن حالت، اندود سیمـانی تـوسط رنگهای اپوکسی مخصوص محافظـت می‌گردد.

برای اطلاعات بیشتر در خصوص اندود سیمانی سطوح داخلی لوله و نحوه اجرا و آزمایش آنهـا به سایر بخشهای این مشخصات فنی مراجعه شود.

۲-۲-۵-۲ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله

از آنجائی که لوله‌های چدن نشکن مقاومت بسیار خوبی در مقابل خورندگی دارند، اجرای پوششهای حفاظتی عمده و زیاد ضروری نخواهد بود. معمول‌ترین روشهای حفاظت در مقابل خورندگی سطوح خارجی لوله‌های چدن نشکن به شرح زیر است.

۲-۲-۵-۲-۱ پوشش عمومی

پوشش سطوح خارجی لوله‌ها و متعلقات درحالت عمومی‌در کارخانه توسط مواد اپوکسی انجام می‌شود که ضخامت لایه خشک آن معادل ۸۰ میکرون می‌باشد. در صورتی که لوله‌ها در بالای سطح زمین نصب شوند، یک لایه رنگ قطران آلومینیومی[1] به ضخامت ۴۰ میکرون نیز بر روی لایه فوق اجرا می‌گردد.

۲-۲-۵-۲-۲ پوشش غلاف پلی‌اتیلن

در صورتی که لوله‌های چدن نشکن در مناطقی نصب می‌گردند که خاک آن به شدت خورنده است، علاوه بر پوششهای استاندارد، استفاده از غلاف پلی‌اتیلن نیز می‌تواند ضروری باشد. روش ارزیابی خاک خورنده به شرح زیر می‌باشد.

بر اساس استاندارد شماره ANS1 / AWWA C105 / A21.4 برای پوشش پلی‌اتیلن لوله‌های چدن خاکستری و چدن نشکن مورد استفاده در مصارف آب و سایر مایعات، پنج پارامتر خاک به شرح زیر باید اندازه‌گیری و مشخص شود.

۱ - مقاومت الکتریکی خاک

۲ - اسیدیته خاک (ph)

۳ - پتانسیل ریدوکس[2] خاصیت الکتریکی خاک از نظر پتانسیل خورندگی باکتریها.

۴ - رطوبت خاک

۵ - مقدار سولفات[3].

بر اساس استاندارد یاد شده، پس از اندازه‌گیری پارامترهای فوق و امتیازبندی طبق جدول پیوست، درصورتی که جمع امتیازات محل لوله‌گذاری، مساوی و بیشتر از ۱۰ باشد، در این حالت، خاک محل برای لوله‌های چدن نشکن خورنده بوده و حفاظت سطح خارجی لوله در مقابل خورندگی، لازم می‌باشد. حفاظت سطوح خارجی لوله با غلاف پلی‌اتیلن توصیه می‌شود.

نحوه اجرا و جزئیات و مشخصات پوشش پلی‌اتیلن براساس دستورالعمل سازنده و یا استانداردهای معتبر[4] می‌باشد.

---

[1] Aluminium Pigmented Bituminous Paint
[2] Redox Potential
[3] Sulphide Content
[4] ANSI / AWWA C105 / A21.4 , DIN 30674-1 , DIN 30674-5

ارزیابی خاک بر اساس استاندارد (AWWA C105) ANSI A 21.4

پارامتـــــــر	مقـــــدار	امتیـــاز
مقاومت الکتریکی (اهم – سانتیمتر)	کمتر از ۷۰۰	۱۰
	۷۰۰ الی ۱۰۰۰	۸
	۱۰۰۰ الی ۱۲۰۰	۵
	۱۲۰۰ الی ۱۵۰۰	۲
	۱۵۰۰ الی ۲۰۰۰	۱
	بیشتر از ۲۰۰۰	صفر
اسیدیته PH	صفر الی ۲	۵
	۲ الی ۴	۳
	۴ الی ۶/۵	صفر
	۶/۵ الی ۷/۵	صفر *
	۷/۵ الی ۸/۵	صفر
	بیش از ۸/۵	۳
پتانسیل ریدوکس (میلی ولت)	بیش از ۱۰۰	صفر
	۵۰ الی ۱۰۰	۳/۵
	صفر الی ۵۰	۴
	کمتر از صفر	۵
درصد رطوبت	زهکشی ضعیف و رطوبت دائم	۲
	زهکشی متوسط و عمدتاً مرطوب	۱
	زهکشی خوب و عمدتاً خشک	صفر
سولفات	مثبت	۳/۵
	ناچیز	۲
	منفی	صفر

* در صورت وجود سولفات و مقدار کم یا منفی پتانسیل ریدوکس، سه امتیاز در این محدوده منظور شود.

۲-۲-۵-۳ حفاظت کاتدیک

حفاظت کاتودیک لوله‌های چدن نشکن به دلایل زیر توصیه نمی‌شود.

- لوله‌های چدن نشکن به واسطه مصرف واشرهای لاستیکی در اتصالی آنها، دارای مقاومت الکتریکی زیاد می‌باشند.
- پوشش حفاظتی لوله توسط غلاف پلی‌اتیلن مؤثرتر و بعضاً کم هزینه‌تر بوده خصوصاً آنکه در بسیاری از مواقع، این حفاظت می‌تواند به صورت مقطعی و تنها در مناطقی که خاصیت خورندگی خاک زیاد است انجام پذیرد.

۲-۲-۵-۴ تعمیر پوشش‌های حفاظتی

پوششهای حفاظتی داخلی و خارجی لوله که در حین حمل‌ونقل و یا نصب صدمه دیده‌اند، باید بلافاصله و قبل از خواباندن لوله در کانال تعمیر و مرمت گردند.

۲-۲-۶ بارگیری، حمل، بارانداز و ریسه‌کردن

۲-۲-۶-۱ کلیات

در بارگیری، حمل، بارانداز و ریسه‌کردن لوله و متعلقات چدن نشکن، باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از وارد شدن صدمه به لوله و پوششهای آن پیش‌بینی گردد. در این خصوص باید منحصراً از وسایل و تجهیزات مناسب برای بارگیری و بارانداز استفاده نمود.

۲-۲-۶-۲ بلندکردن و جابجایی، بارگیری، حمل و بارانداز و ریسه‌کردن لوله و متعلقات

در بلند کردن و جابجایی لوله ومتعلقات، نکات عمده زیر باید رعایت گردد.

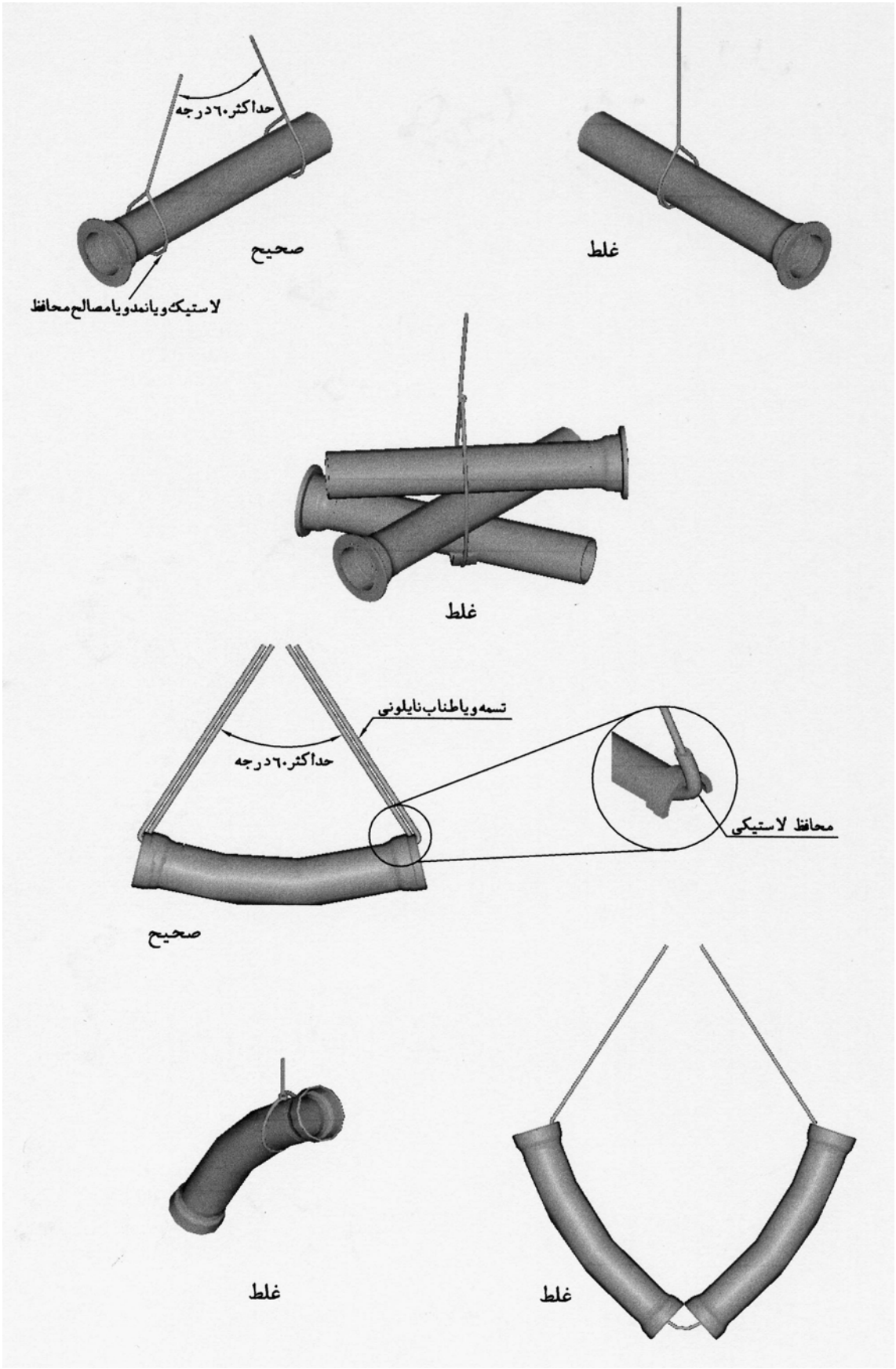
- بلند کردن و جابجایی لوله‌ها و متعلقات با استفاده مستقیم از جام و یا چنگک ماشین‌آلاتی نظیر بیل مکانیکی، لودر و ماشین‌آلات مشابه ممنوع می‌باشد. استفاده از لیفت تراک با پیش‌بینی تمهیدات لازم مجاز خواهد بود.
- در بلندکردن و جابجایی لوله‌ها و متعلقات، در حالتی که این عمل از دو سر لوله و متعلقات انجام و از قلاب و چنگک[1] استفاده می‌شود، باید توجه نمود که قسمتهای تیز قلاب باعث صدمه به لوله و متعلقات و پوشش آنها نگردد. همچنین قلاب باید توسط صفحات و قطعات لاستیکی پوشانده شود.
- بلندکردن و جابجایی لوله و متعلقات از طریق عبور دادن سیم بکسل، طناب، زنجیر و وسایل مشابه از داخل لوله مجاز نمی‌باشد.
- در حالتی که بلندکردن و جابجایی لوله‌ها از بدنه آن انجام می‌شود، باید از سیم بکسل[2] و یا تسمه استفاده نمود. در حالت استفاده از سیم بکسل و برای جلوگیری از صدمه به پوشش لوله، در بین محل تماس سیم بکسل با بدنه لوله، باید مصالحی از قبیل نمد، لاستیک و یا بالشتک نرم و سایر تمهیدات مشابه[3] قرار داد. در صورت استفاده از تسمه‌های چرمی و یا برزنتی به جای سیم بکسل، پیش‌بینی تمهیدات فوق ضروری نمی‌باشد.

باید توجه شود که هر لوله و متعلقات به تنهائی بلند شده و جابجایی و بلندکردن چند لوله و یا متعلقات با یکدیگر مجاز نمی‌باشد، مگر اینکه لوله و متعلقات به صورت مجموعه بسته‌بندی شده باشند. همچنین استفاده از یک عدد سیم بکسل و اتصال به لوله در یک قسمت مجاز نبوده و باید از دو سیم بکسل با اتصال در دو محل مناسب استفاده نمود (شکل ۲-۲-۷).

- سیم بکسلها و وسایل مورد استفاده در جابجایی لوله‌ها و متعلقات باید مرتباً کنترل و از به کار بردن وسایل معیوب و مستعمل خودداری شود.
- توجه شود که در زمان بلند کردن و جابجایی لوله و متعلقات، کارگران و افراد زیر آن قرار نداشته باشند.
- از برخورد لوله و متعلقات با یکدیگر و سایر اشیاء و وسایل و ساختمانها در حین بلند نمودن و جابجایی جلوگیری شود.
- از پیچ خوردن و چرخیدن سیم بکسلها درحین بلند نمودن و جابجایی لوله‌ها جلوگیری گردد.
- از حرکت تند و توقف ناگهانی بازوی جرثقیل در طول مدت بلند نمودن و جابجایی لوله‌ها اجتناب شود.

---

[1] Hook
[2] Wire Rope
[3] Cushon Pad



شکل ۲-۲-۷ : نحوه بلندکردن لوله و متعلقات

- کارگران و افرادی کـه در محـــدوده عملیات جـــابجایی و بلنـــدکردن لوله‌ها و متعلقات قـرار دارند از وسایل ایمنی شخصی (کلاه، کفش و دستکش) استفاده نمایند.

در بارگیری و حمل لوله و متعلقات، رعایت نکات عمده زیر ضروری است.

- حداقل دو عدد الوار[1] عمود بر جهت لوله‌ها روی کف تریلی و یا کامیون قرارداده شود.
- لوله‌ها روی الوارها قرار گرفته و برای جلوگیری از غلطیدن آنها، یک عدد گـوه[2] در هـــــر یـــک از قسمتهای انتهـایی الـوارها نصب و توسط قیـــد[3] روی الـــوار محکم شـــود (شکل ۲-۲-۷). توجه شود که ضخامت الوارها و ابعاد گوه‌ها باید یکسان باشند.
- در حالتی که بیش از یک ردیف لوله بارگیری می‌شود، جهت لـــولـــه‌ها در ردیف بالا عکس ردیف زیر باشد (شکلهای ۲-۲-۸ و ۲-۲-۹).
- در بارگیری روی تریلی، سرکاسه اولین ردیف روبروی یکدیگر قرار داده شده و سرساده لوله‌ها در همین ردیف، بطرف اتاق راننده و پشت تریلی قرار گیرد (شکل ۲-۲-۹).
- در حد فاصل سرساده لوله‌های اولین ردیف با اتاق راننده و بین دو سرکاسه لوله‌های این ردیف یک الوار مناسب برای جلوگیری از حرکت طولی لوله‌ها قرار داده شود.
- تمام ردیفهای لـــولـــه با سیم بکسل و یا زنجیر مهار شده و در محل تماس این مهاری‌ها بـــا بدنه لوله‌ها، نمد و یا لاستیک و یا بالشتک نرم قرار داده شده و اطمینان حاصل گردد که کلیه مهاری‌ها کاملاً محکم باشند تا از غلطیدن و یا حرکت طولی لوله‌ها در حین حرکت جلوگیری شود.
- متعلقات نیـــز به نحو مناسب روی کـــامیون قـــرار داده شوند بـــه نحوی که در حین حمل و نقل، هیچ‌گونه جابجایی و حرکت آنها امکان‌پذیر نباشد.
- در طول مدت حمل، مهاری‌ها متوالیاً کنترل و درصورت لزوم محکم گردند.
- توجه شود که هر شاخه لوله در کارخانه قبل از حمل تحت آزمایش فشار هیدرواستاتیکی قرار گرفته است. لذا تمام احتیاطهای لازم برای جلوگیری از بروز صدمه به آنها باید به عمل آیـــد.

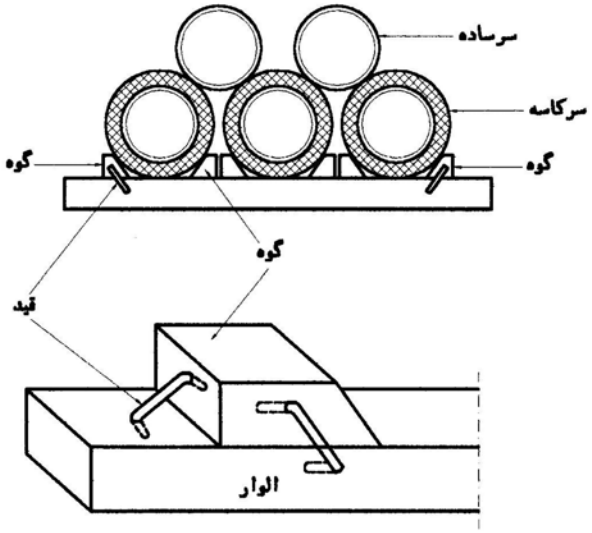
در باراندازی لوله و متعلقات، رعایت نکات اصلی زیر ضروری است.

- قبل از آزاد و باز نمودن سیم بکسلها و یا زنجیرهای مهاری، تمام گوه‌ها کنترل شود تا از محکم بودن آنها و در نتیجه اجتناب از غلطیدن لوله‌ها اطمینان حاصل گردد.
- پس از باز نمودن مهاری‌ها، لوله از ردیف بالا و ترجیحاً از دو طرف کامیون و یا تریلی تخلیه گردد.
- انداختن و پرتاب لوله‌ها و متعلقات به هنگام تخلیه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.
- جابجایی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، روی یکدیگر و یا به هر نحو مشابه دیگـــر مجاز نمی‌باشد و برای جابجایی باید نکات مندرج در قسمتهای قبلی رعایت گردد.

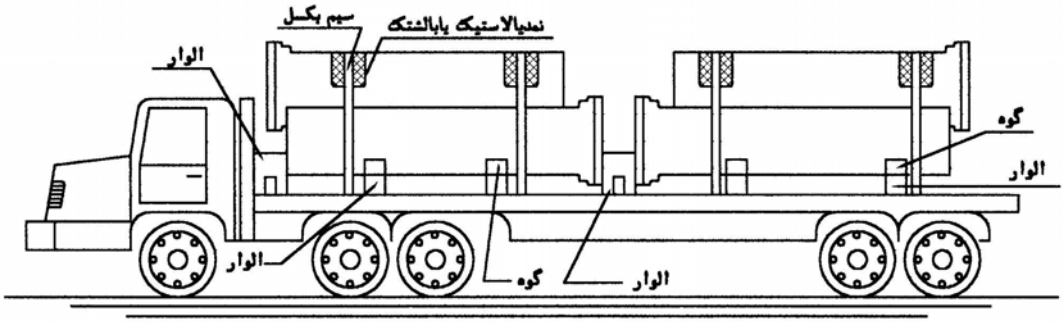
---

[1] Timber
[2] Chock
[3] Cramp

- تریلی و یا کامیون حامل لوله باید در زمان بارانداری روی سطح کاملاً صاف متوقف شـــود.



شکل ۲-۲-۸ : نحوه قرارگرفتن لوله‌ها روی تریلی



شکل ۲-۲-۹ : بارگیری و حمل لوله‌ها

۲-۲-۶-۳ ریسه‌کردن

لوله‌ها باید با توجه به نکات زیر در طول مسیر ریسه گردند.

- هرگونه سنگ و یا سایر مصالح اضافی برداشته شده و پستی و بلندیهای مسیر هموار گردد.
- در مسیر ترانشه و ریسه نمودن لوله‌ها، الوار به فواصل مناسب قرار داده شود.
- لوله‌ها روی الوارها قرار گرفته و از غلطیدن آنها با استفاده از گوه و قید جلوگیری گردد.
- لوله‌ها به نحوی ریسه شوند که تمام سرهای ساده و کاسه لوله‌ها در یک جهت باشند. معمولاً سرکاسه لوله مخالف و عمود بر جهت جریان آب قرار می‌گیرد مگر این که در نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل مهندس مشاور ترتیب دیگری پیش‌بینی شده باشد.
- لوله‌های ریسه شده نباید برای سایر عملیات اجرایی مانع ایجاد نمایند.

- ریسه‌کردن لوله‌ها در کنار ترانشه باید یا پس از اتمام عملیات حفاری و بستر سازی انجام و یا از ورود خاک و سایر مصالح به داخل لوله در حین عملیات اجرایی و بسترسازی جلوگیری شود.
- اطمینان حاصل شود که هیچ قسمت از لوله روی بستر سنگی قرار نگیرد.
- درصورت لوله‌گذاری در شیب، تمهیدات لازم برای جلوگیری از لغزش لوله‌های ریسه شده پیش‌بینی شود.

۲-۲-۷ انبارداری

انبارداری لوله‌ها و متعلقات باید به نحوی باشد که ضمن سهولت در جابجایی و خارج نمودن مصالح مورد نیاز، از وارد آمدن صدمه و خسارت به آنها جلوگیری شود. در این رابطه حداقل نکات اساسی که لازم‌الاجرا است، در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری منعکس و تذکر داده شده است. بمنظور یادآوری مجدد، نکات عمده زیر باید در انبارداری رعایت گردد.

- محل تخلیه لوله‌ها کاملاً مسطح بوده و زهکشی شود. محل فوق در صورت امکان دارای پوشش بتنی و یا آسفالت بوده و در غیر این صورت، شن‌ریزی گردد.
- از ورود خاک و مواد خارجی به داخل لوله‌ها جلوگیری شود.
- لوله‌ها با زمین فاصله داشته باشند. برای این منظور می‌توان از الوار که به فاصله معین و مناسبی از یکدیگر قرار گرفته‌اند استفاده نمود.
- از غلطیدن لوله‌هایی که روی الوار قرار گرفته‌اند، با استفاده از گوه و قید جلوگیری گردد.
- لوله‌ها را می‌توان بر روی یکدیگر قرار داد. تعداد معمول مجاز ردیفهای لوله که روی یکدیگر قرار داده می‌شوند، از دیدگاه ایمنی و سهولت دسترسی با توجه به قطر آنها به شرح زیر است.

قطـــــر لولـــــــه	حداکثر ردیف روی هم
۸۰ الی ۱۵۰ میلیمتر	۱۵ ردیف
۲۰۰ الی ۳۰۰ میلیمتر	۱۰ ردیف
۳۵۰ الی ۴۰۰ میلیمتر	۷ ردیف
۴۵۰ الی ۵۰۰ میلیمتر	۶ ردیف
۶۰۰ الی ۷۰۰ میلیمتر	۴ ردیف
۸۰۰ الی ۱۰۰۰ میلیمتر	۳ ردیف
بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر	۱ ردیف

تعداد مجاز ردیفهای لوله روی یکدیگر در انبار بر اساس استانداردهای مختلف می‌تواند با ارقام فوق متفاوت باشد[1]. لذا ضروری است در صورت محدودیت فضای انبار و نیاز به قراردادن لوله‌ها روی یکدیگر با حداکثر تعداد مجاز، دستورالعمل فروشنده در این خصوص دریافت و رعایت گردد.

[1] به عنوان مثال، استاندارد AWWA سه ردیف برای اقطار ۱۰۰۰ میلی‌متر الی ۱۶۰۰ میلی‌متر را نیز مجاز دانسته است.

- در قرار دادن لوله‌ها روی یکدیگر، باید بین هر دو ردیف لوله نیز الوارهایی به فواصل مناسب قرار داده و از غلطیدن لوله‌ها با استفاده از گوه و قید جلوگیری نمود. ضخامت الوارها باید به نحوی باشد که لوله‌های واقع در یک ردیف با لوله‌های ردیف دیگر در هیچ نقطه‌ای تماس نداشته باشند. لوله‌ها در این حالت باید طوری چیده شوند که سرساده و سرکاسه لوله‌ها در هر ردیف عکس ردیف قبلی قرار گیرد. ضمناً از قرار گرفتن سرکاسه یک لوله روی سرساده لوله ردیف دیگر باید اجتناب شود.
- جابجایی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، ریل و یا لوله‌های دیگر مجاز نمی‌باشد.
- قرار دادن متعلقات در روی یکدیگر مجاز نمی‌باشد.
- واشرها باید در محل خنک و دور از تابش مستقیم آفتاب و طبق دستورالعمل سازنده قرارداده شوند. واشرها نباید تحت تابش اشعه ماوراء بنفش، ازن، اکسیژن و گرما قرار گیرند و محل نگهداری آنها تاریک و بدون تهویه باشد.
- واشرها نباید زیر بار قرار داده شده و یا برروی یکدیگر فشرده شوند.
- در صورتیکه واشرها برای مدتی طولانی در انبار نگهداری می‌شوند، بهتر است در جعبه بسته‌بندی شده و یا توسط پوشش‌های مناسب پوشانده و محافظت شوند. توجه شود که تمامی مواد روغنی مانند گریس، بنزین و غیره بر روی واشر اثر مخرب دارند.
- واشرها و پیچ و مهره‌ها باید برحسب نوع و اندازه گروه‌بندی و انبار شوند.
- تقسیم فضا و انبار نمودن لوله و متعلقات باید با توجه به زمانبندی مصرف، به نحوی باشد که دسترسی و خارج نمودن آنها برحسب نیاز به آسانی و بدون جابجایی سایر اجناس امکان‌پذیر باشد.

۲-۲-۸ بسترسازی لوله

حفاری ترانشه برای بسترسازی بر اساس اصول و مبانی مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و سایر موارد مندرج در این مشخصات انجام می‌شود.

قبل از شروع حفاری، مسیر لوله‌گذاری باید بررسی شده و کلیه موانع آن شناسایی و نحوه عبور از آنها برنامه‌ریزی گردد. حفاری باید به ترتیبی انجام شود که امکان نصب مستقیم لوله‌ها به جز موارد مربوط به نصب زانویی‌ها، به خوبی فراهم باشد.

همانطور که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری به تفصیل قید گردیده است، بستر لوله و کف ترانشه باید کاملاً صاف باشد به نحوی که لوله‌ها در تمام طول (به جز محل اتصالات) کاملاً بر روی بستر قرار گیرند و از بروز فشار متمرکز به یک قسمت از لوله اجتناب شود. توصیه می‌شود که در شرایط حفاری با ماشین، حدود ۱۰ الی ۱۵ سانتیمتر نهایی تا کف ترانشه با دست برداشت شده و کاملاً تسطیح گردیده و عاری از هرگونه قلوه سنگ باشد.

حداقل عرض ترانشه باید در نقشه‌های اجرایی منعکس گردد. هرگونه اضافه برداشت و یا افزایش عرض ترانشه به هر دلیل باید با تأیید مهندس مشاور صورت پذیرد.

در مواقعی که حفاری در زمینهای سنگی انجام می‌شود، فاصله دیواره و کف ترانشه سنگی با بدنه لوله، محل اتصالات، متعلقات، شیرآلات، دیواره‌ها و پشت‌بندها و غیره. باید حداقل ۱۵ سانتیمتر برای لوله‌های تا قطر ۶۰۰ میلیمتر و ۲۵ سانتیمتر برای لوله‌های

بزرگتر باشد تا از به وجود آمدن یک تکیه‌گاه سخت که می‌تواند باعث بروز خسارت شود، اجتناب گردد. به این ترتیب، ضخامت بسترسازی ترانشه با مصالح مناسب در زمینهای سنگی با توجه به قطر لوله، حداقل ۱۵ و یا ۲۵ سانتیمتر خواهد بود.

پس از اتمـــام خاکبـــرداری و تسطیـــح کـــف، بسترسازی لولـــه انجام می‌شـود.

در شکل شماره ۲-۲-۱۰ پنج نوع بستر برای لوله‌های چدن نشکن[1] نشان داده شده است. در این خصوص ذکر چند نکته زیر ضروری می‌باشد.

- خاکریزی و تراکم تا ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله نیز مشابه وضعیت اطراف لوله باشد.
- بستر تیپ ۱ فقط برای لوله‌های با قطر نامی‌کمتر از ۳۵۰ میلیمتر استفاده شود.
- منظور از کف صاف، بستر با خاک دست نخورده است.
- منظور از خاک کوبیده نشده و یا دانه‌ای، خاک ناشی از حفاری ترانشه و یا قرضه است که عاری از سنگ، مواد خارجی اضافی و یخزدگی باشد. مشخصات کامل در این زمینه در بخش نکات مشتـرک لوله‌گذاری شرح داده شده است.
- علیرغم بسترهای پنج‌گانه ذکر شده، انتخاب بسترهای تیپ ۱ و ۲ باید با احتیاط زیاد صورت پذیرد. در صورت نرم بودن خاک زیر لوله، خصوصاً به صورت موضعی، نشست غیریکنواخت می‌تواند باعث صدمـــه به خط لولـه شود. لذا و علیرغم نکات فوق، ضروری است کـــه بستر لوله حداقل از ۱۰ سانتیمتر خاک سرندی تشکیل گردد.

پیمانکار بسترسازی را باید براساس مشخصات فنی طرح و نقشه‌های اجرایی و دستورالعملهای مهندس مشاور اجرا نماید.

◄ ۲-۲-۹ بسترسازی محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات

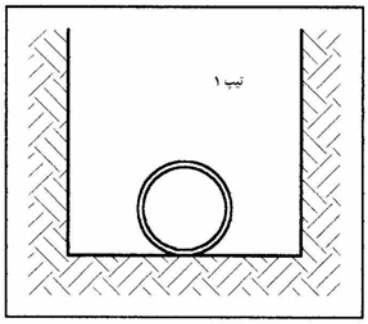
عرض و عمق ترانشه در محل هریک از اتصالات، متعلقات و شیرآلات باید بیش از سایر قسمتها باشد به نحوی که برقراری اتصالات و گردش ابزار کار و محکم نمودن پیچها در اتصالات فلنجی و یا مکانیکی به راحتی انجام پذیرد. افزایش عمق ترانشه در محل اتصالات به جز در زمینهای سنگی، باید پس از تکمیل بسترسازی و توسط دست انجام شود تا ضمن انجام یک بستر سازی یکنواخت، افزایش عمق ترانشه درحداقل طول لازم صورت گرفته و بدین ترتیب حداکثر ممکن از طول بدنه لوله روی بستر ایجاد شده قرار گیرد.

طول و عمق اضافه برداشت محل اتصالات در کف ترانشه با توجه به ابعاد اتصالات و فضای لازم برای برقراری اتصال با توجه به قطر لوله به شرح زیر است (حداکثر قطر نامی لوله معادل ۱۰۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شده است). عرض اضافه برداشت معادل عرض ترانشه در محل اتصال می‌باشد.

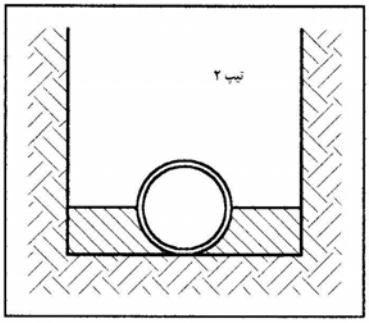
	عمـــــق	طـــــول
اتصال نوع فشاری	۱۵ الی ۳۰ سانتیمتر	۳۰ الی ۸۰ سانتیمتر
اتصالی نوع فلنجی و یا مکانیکی	۳۰ الی ۵۰ سانتیمتر	۴۰ الی ۱۰۰سانتیمتر

برای اقطار بزرگتر لوله، ارقام فوق متناسباً به نحوی افزایش یابند که ضمن رعایت حداقل ابعاد ممکن، برقراری اتصال به راحتی امکان‌پذیر گردد.

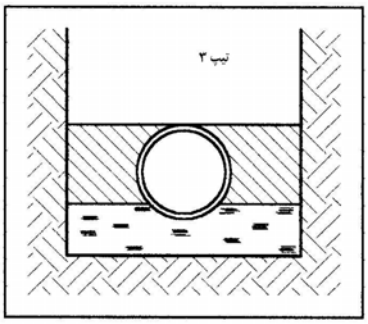
[1] بر اساس استاندارد AWWA



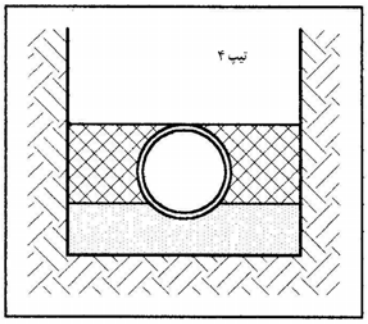
۱-کانال باکف صاف-خاکریز کوبیده نشده



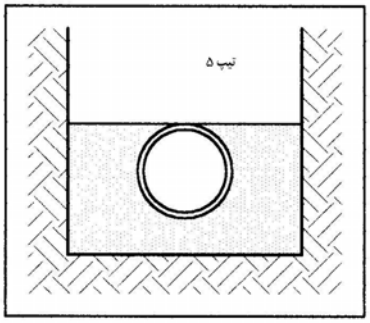
۲-کانال باکف صاف-خاکریز تا خط وسط لوله تثبیت شده باشد.



۳-لوله در بستری از حداقل ۱۰۰ ملیمتر خاک کوبیده نشده قرار دارد، خاکریز تا بالای لوله تثبیت شده باشد.



۴-لوله در بستری از شن، ماسه یا سنگ شکسته به ضخامت $\frac{1}{8}$ قطر لوله، حداقل ۱۰۰ میلیمتر -خاکریز تا بالای لوله کوبیده شده است. (مقدار کوبیدگی حدود ۸۵ درصد استاندارد پروکتور، اشتو T99).



۵-لوله تا خط وسط آن در مواد دانه ای کوبیده شده باشد و حداقل ۱۰۰ میلمتر در زیر لوله هم همین مواد باشند. خاک کوبیده شده یا مواد دانه ای کوبیده شده باید تا بالای لوله باشد. (مقدار کوبیدگی حدود ۹۰ درصد استاندارد پروکتور، اشتو T99).

شکل ۲-۲-۱۰ : بستر لوله‌های چدن نشکن بر اساس استاندارد AWWA

۲-۲-۱۰ انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه

نکات عمده‌ای که در انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه باید مورد توجه قرار گیرند، در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری قید گردیده است. تنها تأکید مجدد نکات زیر در خصوص لوله‌های چدن نشکن که باید کاملاً رعایت گردد، ضروری می‌باشد.

- لوله‌ها و سایر مصالح باید به آهستگی و با استفاده از طناب، سیم بکسل، تجهیزات حفاظتی لوله و ماشین‌آلات مناسب، با رعایت کلیه نکاتی که در خصوص جابجایی و حمل و باراندازی ذکر گردید، به داخل ترانشه انتقال داده شوند. لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات کوچکتر را می‌توان توسط دست و با احتیاط کامل به داخل ترانشه منتقل نمود.
- پرتاب این مصالح به داخل ترانشه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.
- همزمان با انتقال هریک از لوله‌ها و متعلقات به داخل ترانشه، اتصال آن با لوله و یا متعلقات قبلی برقرار و توسط خاکریزی مناسب در محل خود ثابت گردد.

۲-۲-۱۱ نصب لوله و متعلقات

پس از انتقال هریک از لوله‌ها، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه، نصب آنها و برقراری اتصال قبل از انتقال قطعه بعدی انجام می‌شود.

پیمانکار باید کلیه اقدامات لازم برای نصب صحیح و برقراری اصولی اتصال را انجام و با به کارگیری افراد متخصص و با تجربه و آگاه، مشخصات و دستورالعمل‌های مربوطه را کاملاً رعایت نماید. مهمترین نکاتی که در نصب لوله و برقراری اتصال در لوله‌های چدن نشکن باید مد نظر قرار گیرد، به شرح زیر است.

۲-۲-۱۱-۱ تذکرات عمومی

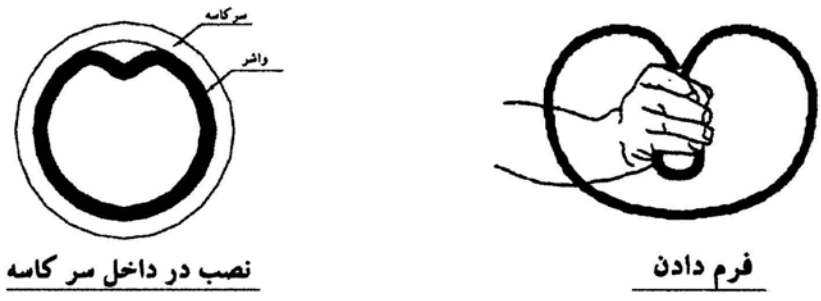
- انتهای کلیه خطوط با فلنج کور مجهز به شیرهای تخلیه و هوا مسدود شود.
- پس از اتمام کار روزانه، سرلوله‌ها و متعلقات باید توسط درپوش موقت مسدود تا از ورود خاک، سنگ، حیوانات و غیره به داخل خط لوله اجتناب گردد. توجه شود که این عمل بلافاصله پس از نصب هرشاخه لوله یا متعلقات نیز صورت پذیرد.
- درصورتیکه متعلقات نیاز به ضربه گیر دارند، لوله‌ها در مقابل جابجایی ناشی از اجرای ضربه گیر مهار شوند.
- لوله‌ها باید دارای دو خط و یا نشانه محیطی در سر ساده باشند. اولین خط که نزدیکتر به سرساده است، به عنوان خط نصب، برای تعیین مقدار فرورفتگی سرساده در سرکاسه و دیگری (خط بیرونی)، به عنوان خط شاخص نامیده می‌شوند.
- هر شاخه لوله و متعلقات باید بلافاصله پس از نصب درمقابل جابجایی و یا بلندشدن ناشی از بالا بودن آبهای زیرزمینی مهار گردند. این عمل باید با خاکریزی مرحله اول بر روی بدنه لوله و یا نصب قطعات موقت پیش‌ساخته بتنی و یا روشهای دیگر مورد تأیید مهندس مشاور انجام پذیرد.

۲-۲-۱۱-۲ اتصال نوع فشاری

پس از اطمینان از قرار گرفتن صحیح لوله روی بستر، اقدامات زیر به ترتیب انجام شود.

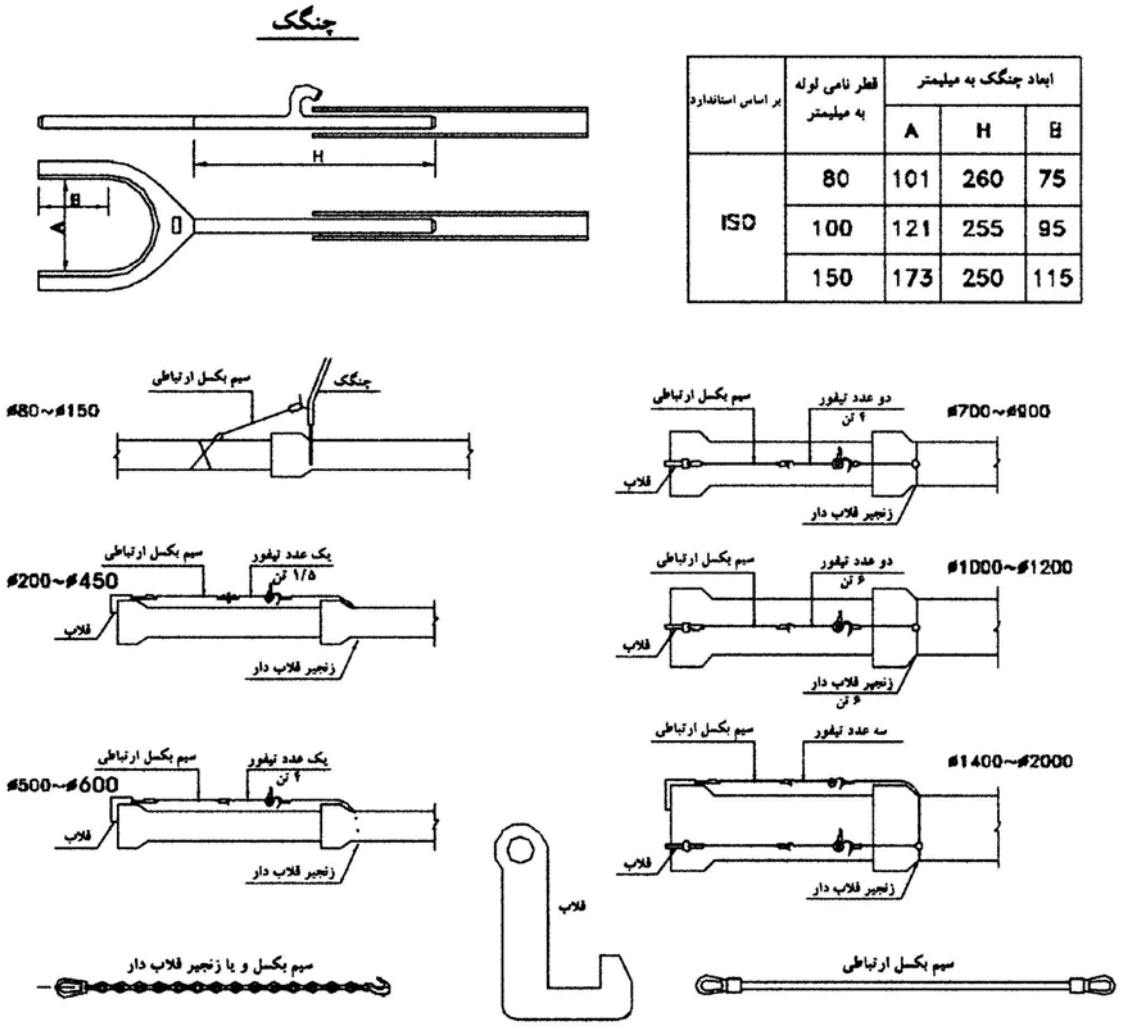
- داخل سرکاسه لوله کاملاً تمیز شده و کلیه مواد خارجی مانند خاک و ماسه و غیره که به داخل سرکاسه لوله چسبیده، باید با کمک برس سیمی و یا کاردک و ابزار مشابه جدا گردیده و نهایتاً با پارچه پاک شود، به نحوی که سرکاسه لوله کاملاً تمیز شده باشد.
- واشر لاستیکی توسط پارچه کاملاً تمیز شود.
- واشـــر لاستیکی در داخل سرکاسه لوله قرار داده شده و در محل صحیح قرار گیرد. کنترل کامل برای اطمینان از قرار گرفتن واشر در محل پیش‌بینی شده به عمل آید. برای قرار دادن واشر در سرکاسه، ابتدا باید واشر را مانند شکل شماره ۲-۲-۱۱ فرم داده و سپس در داخل سرکاسه لوله نصب نمود.
- سطح داخلی واشر و سطح خارجی سرساده لوله تا اولین خط نشانه محیطی به مواد روان کننده آغشته گردند. برای این منظور، مواد روان کننده می‌تواند توسط برس نرم به سطوح مورد نظر مالیده شود. متذکر می‌گردد که داخل سرکاسه لوله نباید به مواد روان کننده آغشته شود.
- ســـــر ساده لولـه در داخل سـرکاسه قـرار داده شده و توسط وسائـــل مناسب مطابق شکل شماره ۲-۲-۱۲ تا اولیـــن خط نشانه محیطی (خط نصب) در داخل سرکاسه قرار گیرد، به نحوی که پس از نصب، فقط خط شاخص (خط دوم نشانه محیطی) قابل رؤیت باشد. هرگونه انحراف لـوله به مقدار پیش‌بینی شـده، صرفاً پس از این مرحله مجاز خواهد بود. بنابراین لوله در این مرحله باید کاملاً مستقیم نصب گردد.
- تـــوجه شود کـــه سرساده لوله‌ها و قطعات بریـــده شده حتماً ماشین کاری شده و پخ و اوریب[1] گردند.
- بـــرقراری اتصال باید تـوسط تجهیزات مخصوص از قبیل چنگک، تیفور و قلاب انجام شود. استفاده از سایر وسایل برای فشار دادن لوله به داخل سرکاسه تنها برای لوله‌های کوچکتر و با قطر حداکثر ۳۰۰ میلیمتر توصیه می‌شود.

در شکل شماره ۲-۲-۱۲ برخی از تجهیزات متداول برقراری اتصال نوع فشاری نشان داده شده است.



شکل ۲-۲-۱۱ : نحوه نصب واشرهای اتصال فشاری

[1] Beveled



بر اساس استاندارد	قطر نامی لوله به میلیمتر	ابعاد چنگک به میلیمتر		
		A	H	B
ISO	80	101	260	75
	100	121	255	95
	150	173	250	115

شکل ۲-۲-۱۲ : ابزار و تجهیزات معمول برقراری اتصال لوله‌های چدن نشکن (برای اتصالات فشاری و مکانیکی)

۲-۲-۱۱-۳ اتصال نوع مکانیکی

پس از اطمینان از قرار گرفتن صحیح لوله بر روی بستر، اقدامات زیر به ترتیب انجام شود.

- سطح سرساده لوله تا طول حداقل ۴۰ سانتیمتر از لبه ساده با پارچه و برس کاملاً تمیز و کلیه مواد چسبیده به آن جدا شود.
- گلند نیز کاملاً تمیز و بر روی سرساده لوله قرار داده و دقت شود که جهت قرار گرفتن گلند صحیح است.
- واشر لاستیکی نیز کاملاً تمیز شده و روی سرساده لوله و به فاصله حدود ۲۰ سانتیمتری لبه لوله قرار داده شود.
- داخل سرکاسه لوله کاملاً تمیز شده و کلیه مواد خارجی مانند خاک و ماسه و غیره که به داخل سرکاسه لوله چسبیده، باید با کمک برس سیمی و یا کاردک و ابزار مشابه جدا گردند به نحوی که سرکاسه لوله کاملاً تمیز شده باشد.
- ماده روان‌کننده بـــر روی سطح داخلی سرکاسه و روی واشـــر و سطح خارجی سرساده لوله‌ها توسط برس مالیده شود.

- سرساده و کاسه لوله به هم جفت شوند. فاصله بین سطح خارجی سرساده و سطح داخلی سرکاسه لوله باید در تمام محیط یکسان باشد.
- واشر به داخل فضای بین سرساده و سرکاسه لوله فشار داده شود. در اینجا باید دقت زیادی برای جلوگیری از صدمه به واشر به عمل آید، در صورت نیاز می‌توان از قطعه‌ای چوب (مانند دسته چکش) برای تسهیل حرکت واشر به داخل فضای فوق استفاده نمود، ولی به کارگیری ابزار تیز مانند میخ، قلم، دیلم و مشابه آنها به هیچ عنوان مجاز نمی‌باشد.
- یک گوه مناسب بین بدنه لوله و گلند قرار داده شود به نحوی که گلند دقیقاً به صورت صاف و در راستای خط محـــور لوله قرار گیرد و پیچ‌ها به تدریج و آهستگی سفت گردند به نحوی که هیچ یک از پیچ‌ها از دیگری سفت‌تر نشده باشند. در این حالت پیچ‌ها به ترتیب قطری و عمود بر یکدیگر و با شروع از پیچ‌های بالا و پائین سفت و در هر مرحله مقداری از آن پیچانده شود تا گلند به صورت یکسان و آرام در محل خود مستقر و سفت شود.
- سفتی پیچ‌ها کنترل شود. مقدار نیروی گشتاور چرخشی[1] مورد لزوم پیچ‌های مختلف در اتصال مکانیکی به شرح زیر است.

قطر لوله	اندازه پیچ	گشتاور چرخشی	اندازه اهرم مورد نیاز برای پیچاندن
۸۰ میلیمتر	M 16	۶ کیلوگرم متر	۱۵ سانتیمتر
۱۰۰ الی ۶۰۰ میلیمتر	M 20	۱۰ کیلوگرم متر	۲۵ سانتیمتر
۷۰۰ الی ۸۰۰ میلیمتر	M 24	۱۴ کیلوگرم متر	۳۵ سانتیمتر
۹۰۰ الی ۲۶۰۰ میلیمتر	M 30	۲۰ کیلوگرم متر	۴۵ سانتیمتر

- پیچ‌ها دقیقاً در جهت محور لوله قرار داده شده و مهره‌ها کاملاً موازی گلند بسته شوند.
- در صورتی که پیچاندن پیچها به راحتی ممکن نباشد، پیچ و مهره‌ها توسط نفت تمیز گردند.
- هرگونه انحراف لوله به مقدار پیش‌بینی شده، صرفاً پس از نصب لوله به صورت کاملاً مستقیم صورت پذیرد.
- ابزار و تجهیزات متداول مورد استفاده برای اتصالی نوع مکانیکی در شکل ۲-۲-۱۲ نشان داده شده است.

۲-۲-۱۱-۴ اتصال نوع فلنجی و اتصالات خاص

نحوه نصب لوله و متعلقات با اتصالات فلنجی نیـــز در اصول مانند اتصالات فشاری و مکانیکی و رعایت نکات خاص خود می‌باشند، لذا در اینجا از تکرار مطالب خودداری می‌شود.

◄ ۲-۲-۱۲ نصب شیرآلات

شیرآلات در خطوط آبرسانی معمولاً پس از کارگذاری لوله‌ها نصب می‌شوند. در هر صورت و صرف نظر از زمان نصب شیرآلات، توجه به نکات عمده ذکر شده در فصل نصب شیرآلات ضروری است.

[1] Torque

۲-۲-۱۳ لوله‌گذاری در قوس

در برخی قسمتهای خطوط لوله و خصوصاً در مواقعی که لوله‌گذاری به موازات جاده‌ها و خیابانها انجام می‌شود و یا موانعی در مسیر خط وجود دارد، ایجاد قوس در خط لوله به منظور هماهنگی با پیچ جاده و خیابان و یا عبور از کنار و زیر و یا بالای موانع اجتناب ناپذیر است. در پیچ‌های با شعاع بزرگ می‌توان به جای به کارگیری زانو برای این منظور، با استفاده از انحراف مجاز برخی از انواع اتصالی‌ها و بدون به کار بردن زانویی و یا دیگر تمهیدات، قوس مورد نظر را در خط انتقال با انحراف متوالی چندین شاخه لوله‌ایجاد نمود. برای عبور از کنار، زیر و یا بالای موانع نیز می‌توان این عمل را از فاصله دورتر شروع نموده و با انحراف مجاز چندین شاخه لوله، از موانع عبور نمود.

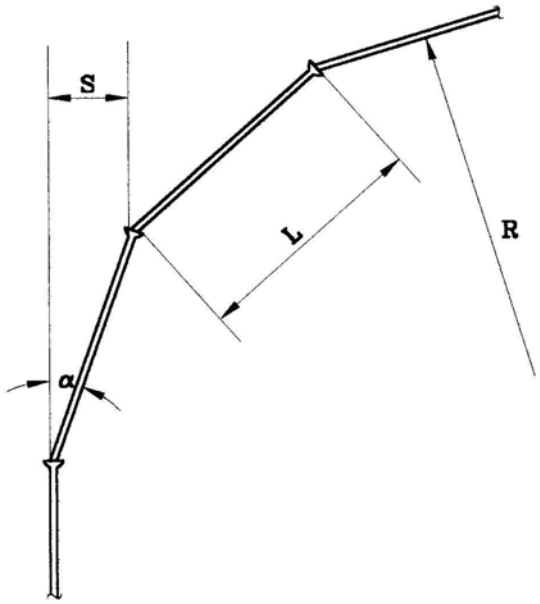
نحوه ایجاد قوس در یک خط لوله با استفاده از انحراف محل اتصالی و محاسبه حداکثر شعاع مجاز قوس در شکل شماره ۲-۲-۱۳ نشان داده شده است.

۲-۲-۱۳-۱ حداکثر زاویه انحراف لوله‌ها

به طوری که اشاره شده، اتصالات نوع فشاری و مکانیکی لوله‌های چدن نشکن دارای انعطاف‌پذیری خوبی می‌باشند. این خاصیت باعث می‌گردد که ایجاد چند درجه انحراف نسبت به خط مستقیم افقی و یا عمودی بین دو شاخه لوله در محل اتصالی آنها و بدون اینکه آب‌بندی اتصالی با مشکلی ایجاد شود، امکان‌پذیر بوده که مجموع این زوایا باعث ایجاد قوس در چند شاخه لوله متوالی می‌گردد.

در جدول شماره ۲-۲-۱ مقادیر حداکثر زاویه انحراف و زاویه انحراف مجاز هر اتصالی نوع فشاری و مکانیکی و همچنین حداکثر شعاع قوس که با انحراف متوالی شاخه‌های ۶ متری لوله‌ها نسبت به یکدیگر ایجاد می‌شود، منعکس گردیده است. مقادیر مندرج در جدول مزبور، توصیه شده توسط یکی از سازندگان معتبر می‌باشد که زاویه انحراف مجاز را معادل ۵۰ درصد حداکثر زاویه انحراف تعیین نموده است. سایر سازندگان نیز ارقامی را به عنوان انحراف مجاز اعلام نموده‌اند که بعضاً تا حدودی با اعداد جدول ۲-۲-۲ متفاوت است.

در مجموع اعداد مندرج در جدول شماره ۲-۲-۲ می‌تواند به عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد، مگر این که سازنده لوله‌ها ارقام دیگری را توصیه نماید.



حداکثر شعاع قوس از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$R=\frac{L}{2\text{Tan.}\frac{\alpha}{2}}$$

که در این رابطه:

S= حداکثر انحراف اتصال

R= حداکثر شعاع قوس (به متر)

L= طول یک شاخه لوله (به متر)

α= حداکثر زاویه انحراف در یک شاخه لوله به درجه (زاویه انحراف مجاز)

شکل ۲-۲-۱۳ : نحوه ایجاد قوس در یک خط لوله

جدول ۲-۲-۱ : مقادیر حداکثر و انحراف مجاز و حداکثر شعاع قوس ناشی از انحراف لوله‌ها

قطر لوله (میلیمتر)	اتصال نوع فشاری			اتصال نوع مکانیکی		
	زاویه انحراف (درجه)		حداکثر شعاع قوس (متر)	زاویه انحراف (درجه)		حداکثر شعاع قوس (متر)
	حداکثر	مجاز		حداکثر	مجاز	
۸۰	۱۰	۵	۳۴	۱۰	۵	۳۴
۱۰۰	۱۰	۵	۳۴	۱۰	۵	۳۴
۱۵۰	۱۰	۵	۳۴	۱۰	۵	۳۴
۲۰۰	۱۰	۵	۳۴	۱۰	۵	۳۴
۲۵۰	۸	۴	۴۲	۱۰	۵	۳۴
۳۰۰	۸	۴	۴۲	۱۰	۵	۳۴
۳۵۰	۸	۴	۴۲	۹/۶	۴/۸	۳۵
۴۰۰	۷	۳/۵	۴۹	۸/۳	۴/۱۵	۴۱
۴۵۰	۶	۳	۵۷	۷/۶	۳/۸	۴۴
۵۰۰	۶	۳	۵۷	۶/۶	۳/۳	۵۱
۶۰۰	۶	۳	۵۷	۵/۶	۲/۸	۶۰
۷۰۰	۵	۲/۵	۶۸	۵	۲/۵	۶۸
۸۰۰	۵	۲/۵	۶۸	۴/۳	۲/۱۵	۷۹
۹۰۰	۵	۲/۵	۶۸	۴	۲	۸۵
۱۰۰۰	۴	۲	۸۵	۳/۶	۱/۸	۹۳
۱۱۰۰	۴	۲	۸۵	۳/۳	۱/۷	۱۰۳
۱۲۰۰	۴	۲	۸۵	۳	۱/۵	۱۱۴
۱۴۰۰	۴	۲	۸۵	۲/۳	۱/۳	۱۲۸
۱۵۰۰	۴	۲	۸۵	۲/۳	۱/۱۵	۱۴۷
۱۶۰۰	۴	۲	۸۵	۳	۱/۵	۱۱۴
۱۸۰۰	۴	۲	۸۵	۳	۱/۵	۱۱۴
۲۰۰۰	۴	۲	۸۵	۳	۱/۵	۱۱۴

۲-۲-۱۳-۲ روش ایجاد قوس

رعایت برخی نکات برای ایجاد قوس از طریق استفاده از انحراف مجاز لوله‌ها لازم است. مهمترین این نکات به شرح زیر می‌باشد:

- عرض ترانشه لوله‌ها در قوس باید با توجه به زاویه انحراف مورد نظر براساس نقشه‌های اجرایی و دستورالعملهای مهندس مشاور بیشتر از معمول باشد تا ابتدا لوله به صورت مستقیم نصب شده و سپس انحراف مجاز و یا مورد نظر در آن داده شود.
- برای انحراف هر شاخه لوله، ابتدا اتصالی لوله باید به صورت کاملاًمستقیم افقی و عمودی برقرار و سپس انحراف مورد نظر در آن داده شود. توصیه می‌شود که در اتصال نوع مکانیکی، پیچ‌های گلندها تا حدودی سفت شده و سپس انحراف

داده شود. ارتباط دو شاخه لوله و برقراری همزمان اتصال و ایجاد انحراف در اتصالی مجاز نبوده و نباید مورد عمل قرار گیرد.

- توجه شود که مقدار فرورفتگی لوله‌ها در یکدیگر پس از ایجاد انحراف، نباید کمتر از مقدار توصیه شده سازنده باشد.
- پس از انحراف هر شاخه لوله، باید با خاکریزی اولیه لازم روی بدنه لوله، از جابجایی آن جلوگیری شود. این امر خصوصاً در اتصالات مکانیکی که پیچ گلندها پس از انحراف لوله کاملاً سفت می‌شوند، حائز اهمیت است.

۲-۲-۱۴ لوله‌گذاری در شیب

خطوط لوله نصب شده برروی شیب در خطر لغزش قرار دارند. جلوگیری از لغزش خطوط لوله چدن نشکن، در صورتی که شیب کف ترانشه بیش از ۲۵ درصد باشد، ضروری است.

جلوگیری از لغزش لوله‌ها در شیب توسط بلوکهای مهاری بتنی انجام می‌شود که قبل از سرکاسه لوله قرار داده می‌شود.

نحوه نصب و ابعاد بلوکهای بتنی به شرح شکل شماره ۲-۲-۱۴ می‌باشد. بدیهی است در صورت ارائه روش دیگر و یا ابعاد متفاوت برای بلوکهای بتنی در مشخصات طرح و یا حین اجرا توسط مهندس مشاور، ملاک عمل می‌باشد.

۲-۲-۱۵ لوله‌گذاری در حالتهای خاص

در اکثر خطوط لوله اعم از خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب، حالتهای خاص مقطعی بروز می‌نماید. در برخی از این حالات، تمهیدات خاصی باید در نظر گرفته شود. معمول‌ترین حالتهای خاص به شرح زیر است.

۲-۲-۱۵-۱ نشست لوله

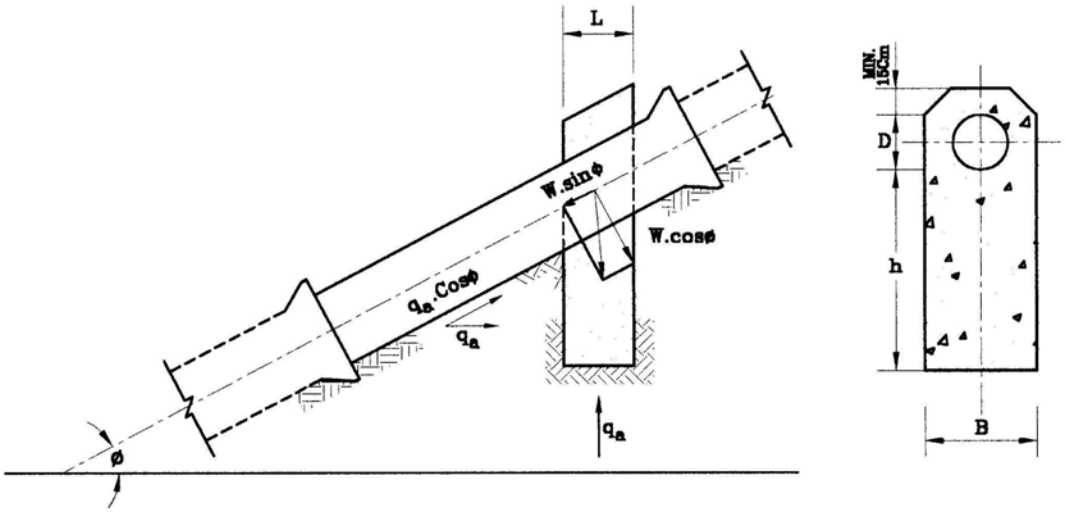
در برخی مواقع و در طول خط لوله و به صورت مقطعی، با زمینهایی برخورد می‌شود که باربری آنها نسبت به بقیه قسمتها کمتر است، این‌گونه زمینها از قبیل زمینهای لجنی و آبدار و نظایر آن، می‌توانند در مراحل بعدی و تحت تأثیر تحکیم زمین توسط زهکشی، تحکیم زمین در اثر متراکم نمودن خاکها، بار وارده ناشی از ترافیک و لرزشهای آن قرار گرفته و نشست نمایند. بنابراین خطوط لوله‌ای که در این زمینها قرار گرفته‌اند، باید قادر باشند که این نشستها و جابجایی‌ها را تحمل نموده و قابلیت بهره‌برداری خود را حفظ نمایند. در این قسمت صرفاً حالتی مورد بحث است که زمین به صورت مقاطع و طولهای کوچک واقع در مسیر نرم بوده و زمین بقیه مسیر عادی و با باربری قابل قبول می‌باشد. در غیر این‌صورت و در مواقعی که تمام و یا عمده مسیر را زمینهای نوع نرم تشکیل می‌دهد، تمهیدات خاصی برای لوله‌گذاری ضروری است (مانند استقرار لوله روی شمع). برای بررسی و پیش‌بینی لازم در این خصوص، لازم است که در مرحله طراحی پروژه، تمام مقاطع زمین با باربری کم (زمینهای نرم) در طول مسیر خط لوله شناسایی و مشخص گردد. برآورد نشست زمین در این مقاطع و جابجایی مجاز خط لوله در اثر خاصیت انحراف اتصالی‌ها، می‌تواند در انتخاب نوع اتصالی کمک نماید، همچنین هرگونه پیش‌بینی لازم در مرحله طراحی نیز انجام می‌شود.

نشست زمین در این حالت می‌تواند به صورت های زیر باشد.

الف : نشست یکنواخت و یکسان

ب : نشست غیریکنواخت که می‌تواند کم و یا زیاد باشد

پ : نشست تا حد لغزش لوله.



-ضخامت بلوک بتنی (L) بزرگترین رقم (L_1) و (L_2) بدست آمده از رابطه‌های زیر می‌باشد:

$$L_1 \geq \frac{F.W.Sin\phi\ Cos\phi}{\pi.D.Ta} \quad , \quad L_2 \geq \frac{F.W}{q_a.B}$$

-عمق بلوک بتنی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$h \geq \frac{F.W.Tan\phi}{q'_a.B}$$

که در این رابطه‌ها:

B=قطر اسمی لوله + حداقل ۳۰ سانتیمتر
F=ضریب ایمنی=۲
L=ضخامت بلوک بتنی به سانتیمتر
W=وزن یک شاخه لوله با آب به کیلوگرم
ø=زاویه شیب به درجه
D=قطر اسمی لوله به سانتیمتر
Ta=چسبندگی مجاز بین لوله و بلوک بتنی به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (معمولا ۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)
q_a=ظرفیت باربری خاک به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
q'_a=فشار منفی خاک به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع
h=عمق نصب بلوک بتنی در خاک به سانتیمتر

شکل ۲-۲-۱۴ : بلوکهای بتنی

۲-۲-۱۵-۱-۱ نشست یکنواخت و یکسان

در صورت نشست یکنواخت تمام قسمتهای زمین حتی به مقدار قابل توجه، مشکلی در خط لوله ایجاد نمی‌شود، مشروط براینکه در حدود مجاز انحراف زاویه لوله قرار گیرد. در این حالت لوله‌ها نیز به صورت یکنواخت انحراف خواهند نمود. مقدار انحراف خط لوله تا حدود معین و با توجه به خاصیت و امکان انحراف لوله‌های چدن نشکن در محل اتصالی‌ها می‌تواند انجام پذیـــرد بدون اینکه مشکلی از نظـر بهره‌برداری از خط بروز نماید.

در شکل ۲-۲-۱۵ نحوه انحراف یکنواخت یک اتصالی و قسمتی از خط لوله و روابط محاسبه حداکثر نشست نشان داده شده است.

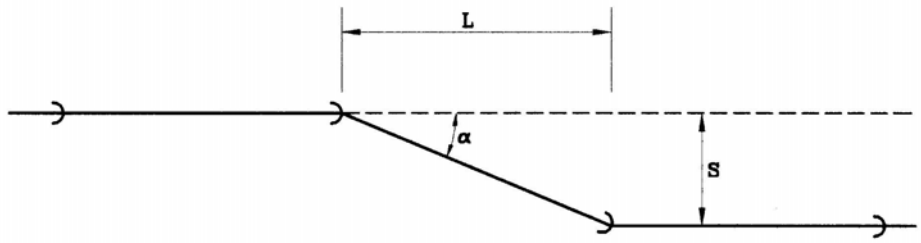
در جدول شماره ۲-۲-۲ مقدار انحراف یک شاخه ۶ متری لوله با توجه به مقادیر مجاز زاویه انحراف لوله برای اتصالات نوع فشاری و مکانیکی منعکس شده است.

جدول ۲-۲-۲ : مقدار انحراف مجاز یک شاخه لوله چدن نشکن

قطر لوله (میلیمتر)	اتصال نوع فشاری			اتصال نوع مکانیکی		
	زاویه انحراف (درجه)		مقدار انحراف مجاز (سانتیمتر)	زاویه انحراف (درجه)		مقدار انحراف مجاز (سانتیمتر)
	حداکثر	مجاز		حداکثر	مجاز	
۱۰۰	۱۰	۵	۵۲	۱۰	۵	۵۲
۱۵۰	۱۰	۵	۵۲	۱۰	۵	۵۲
۲۰۰	۱۰	۵	۵۲	۱۰	۵	۵۲
۲۵۰	۸	۴	۴۱	۱۰	۵	۵۲
۳۰۰	۸	۴	۴۱	۱۰	۵	۵۲
۳۵۰	۸	۴	۴۱	۹/۶	۴/۸	۵۱
۴۰۰	۷	۳/۵	۳۷	۸/۳	۴/۱۵	۴۴
۴۵۰	۶	۳	۳۱	۷/۶	۳/۸	۴۰
۵۰۰	۶	۳	۳۱	۶/۶	۳/۳	۳۵
۶۰۰	۶	۳	۳۱	۵/۶	۲/۸	۳۰
۷۰۰	۵	۲/۵	۲۶	۵	۲/۵	۲۶
۸۰۰	۵	۲/۵	۲۶	۴/۳	۲/۱۵	۲۳
۹۰۰	۵	۲/۵	۲۶	۴	۲	۲۱
۱۰۰۰	۴	۲	۲۱	۳/۶	۱/۸	۱۹
۱۱۰۰	۴	۲	۲۱	۳/۳	۱/۷	۱۷
۱۲۰۰	۴	۲	۲۱	۳	۱/۵	۱۶
۱۴۰۰	۴	۲	۲۱	۲/۶	۱/۳	۱۴
۱۵۰۰	۴	۲	۲۱	۲/۳	۱/۱۵	۱۲
۱۶۰۰	۴	۲	۲۱	۳	۱/۵	۱۶
۱۸۰۰	۴	۲	۲۱	۳	۱/۵	۱۶
۲۰۰۰	۴	۲	۲۱	۳	۱/۵	۱۶

یادآور می‌شود که به علت خاصیت و امکان کشیده شدن(EXTENT) اتصالیهای فشاری و مکانیکی طبق شکـــل شماره ۲-۲-۱۶، مشکلاتی از نظر نشت آب از محل اتصالی در موقع انحراف خط لوله بروز نخواهد نمود مشروط بر اینکه مقدار کشیده شدن محل هر اتصالی بیش از ارقام مندرج در جدول شماره ۲-۲-۳ نباشد. ارقام مندرج در این جدول مزیت اتصالی نوع فشاری نسبت به نوع مکانیکی در اقطار بیش از ۸۰۰ و بالعکس آن بـــرای اقطار کمتر از ۸۰۰ میلیمتر را برای این حالت نشـــان می‌دهد.[1]

a- انحراف یک اتصالی



مقدار انحراف یک اتصالی نسبت به خط مستقیم از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$S \approx L.Tan\alpha$

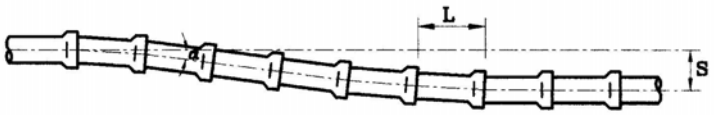
در این رابطه:

L= طول یک شاخه لوله (به متر)

S= مقدار انحراف (به متر)

α= زاویه مجاز انحراف لوله (به درجه)

b- انحراف یک خط لوله



مقدار انحراف قسمتی از یک خط لوله نسبت به خط مستقیم از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S \approx L(2Tan.\alpha + 2Tan.2\alpha + 2Tan.3\alpha + \ldots\ldots + 2Tan.\frac{n-1}{2}\alpha + Tan.\frac{n+1}{2}\alpha)$$

در این رابطه:

L= طول یک شاخه لوله (به متر)

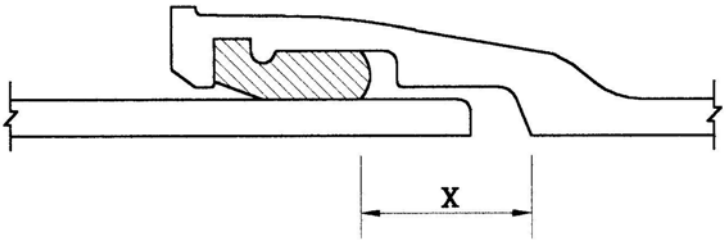
S= مقدار انحراف خط لوله (به متر)

α= زاویه مجاز انحراف یک شاخه لوله (به درجه)

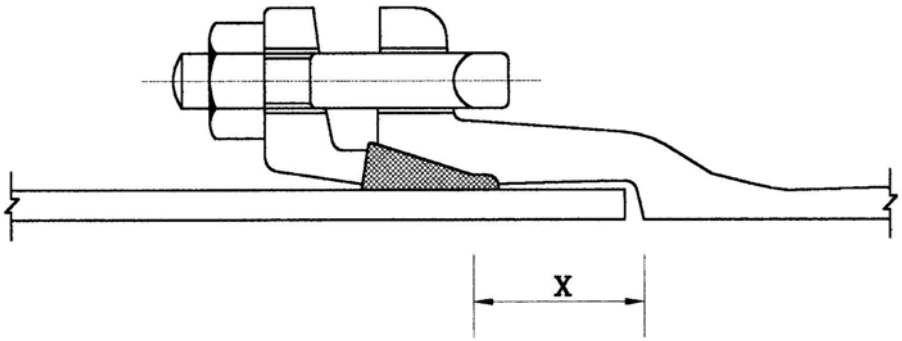
n= تعداد شاخه لوله از نقطه شروع انحراف تا محل حداکثر انحراف (عدد فرد)

شکل ۲-۲-۱۵ : نحوه انحراف یکنواخت لوله‌های چدن نشکن

[1] متذکر می‌شود که ارقام جدول فوق برای لوله‌های چدن نشکن تولیدی طبق استاندارد ISO 2531 می‌باشد.



اتصالی نوع فشاری



اتصالی نوع مکانیکی

X = حداکثر مجازمقدارکشیده شدن محل اتصال

شکل ۲-۲-۱۶ : نحوه کشیده‌شدن (Extent) اتصالی‌های فشاری و مکانیکی

جدول ۲-۲-۳ : مقدار (X) کشیده شدن هر اتصالی لوله‌های چدن نشکن

قطر لوله	مقدار (X) کشیده شدن مجاز محل اتصال به میلیمتر	
میلیمتر	اتصال نوع فشاری	اتصال نوع مکانیکی
۱۰۰	۳۳	۴۰
۱۵۰	۳۹	۵۰
۲۰۰	۴۲	۵۰
۲۵۰	۴۲	۵۰
۳۰۰	۵۰	۶۴
۳۵۰	۵۶	۶۴
۴۰۰	۵۶	۶۴
۴۵۰	۵۶	۶۴
۵۰۰	۶۱	۶۴
۶۰۰	۶۶	۶۴
۷۰۰	۶۴	۶۴
۸۰۰	۶۹	۶۴
۹۰۰	۸۴	۶۴
۱۰۰۰	۸۲	۷۲
۱۱۰۰	۹۷	۷۲
۱۲۰۰	۱۱۲	۷۲
۱۴۰۰	۱۲۶	۷۷
۱۵۰۰	۱۳۳	۸۲
۱۶۰۰	۱۴۷	۸۵
۱۸۰۰	۱۶۲	۹۵
۲۰۰۰	۱۸۲	۱۰۵

۲-۲-۱۵-۱-۲ نشست غیریکنواخت

تفاوت در نشست زمین در مسیر خط لوله می‌تواند به علل زیر باشد.

- ضخامت مختلف طبقات خاک با تراکم کم
- حد فاصل بین ابنیه و مستحدثات با زمین نرم
- وقتی وضعیت زمین از زمین سخت به نرم تغییر می‌یابد.

در حالت نشست غیریکنواخت، نخست باید تفاوت نشست براساس مطالعات خاک شناسی زمین محاسبه و تعیین گردد. سپس روشها و تمهیدات زیر می‌تواند براساس این محاسبات در نظر گرفته شود.

الف – نشست غیر یکنواخت به مقدار مجاز

در صورتی که نشست غیریکنواخت به اندازه‌ای باشد که خط لوله در حد مقدار مجاز جابجایی و زاویه انحراف اتصالی‌ها از محور خود خارج شود، هیچ‌گونه تمهیدات خاص دیگری ضروری نمی‌باشد و اتصالی‌ها با این مقدار نشست آب‌بند خواهند بود.

ب - نشست غیر یکنواخت زیاد

در صورتیکه با توجه به محاسبات و یا اثرات نامشخص عواملی مانند عدم وجود اطلاعات کـــافی در گمانه‌های زمین شناسی، نشست غیریکنواخت زمین به میزان بیش از مقدار مجاز جابجایی و انحراف اتصالیهای لوله و نظایر آن، برآورد و تخمین زده می‌شود، می‌توان از قطعات دو سرکاسه یا کولار (U) در حد مجاز زاویه انحراف و جابجایی این قطعات استفاده نمود (رجوع شود به فصل چهارم). زاویه انحراف و جابجایی مجاز این قطعات در محل اتصالی معادل دو برابر اتصالی معمولی در لوله است. این قطعات هم چنین دارای خاصیت کشیده شدن بیشتری می‌باشند.

برای مقابله با نشست غیریکنواخت از طریق استفاده از قطعات دو سرکاسه، این قطعات باید به تعداد زوج انتخاب شوند.

در جـــدول شماره ۲-۲-۴ مقـــدار مجاز زاویه انحراف و کشیدگی قطعات دو سرکاســـه (کولار) با اتصال مکانیکی منعکس گردیده است.

جدول ۲-۲-۴ : مقدار مجاز زاویه انحراف و کشیدگی قطعات دوسرکاسه (کولار)

قطر قطعه	مقدار مجاز زاویه انحراف به درجه	مقدار کشیدگی مجاز به میلیمتر
۱۰۰	۱۰	۱۶۰
۱۵۰	۱۰	۱۶۵
۲۰۰	۱۰	۱۷۰
۲۵۰	۱۰	۱۷۵
۳۰۰	۱۰	۱۸۰
۳۵۰	۹/۷	۱۸۵
۴۰۰	۸/۳	۱۹۰
۴۵۰	۷/۷	۱۹۵
۵۰۰	۶/۷	۲۰۰
۶۰۰	۵/۷	۲۱۰
۷۰۰	۵	۲۲۰
۸۰۰	۳/۴	۲۳۰
۹۰۰	۴	۲۴۰
۱۰۰۰	۳/۷	۲۵۰
۱۱۰۰	۳/۳	۲۶۰
۱۲۰۰	۳	۲۷۰
۱۴۰۰	۲/۷	۳۴۰
۱۵۰۰	۲/۳	۳۵۰
۱۶۰۰	۳	۳۶۰
۱۸۰۰	۳	۳۸۰
۲۰۰۰	۳	۴۰۰

پ – نشست تا حد لغزش لـــولـــه

در مواقعی که نشست و یا حرکت زمین به حدی باشد که از طریق انحراف و جابجایی اتصالات معمولی قابل جبران نبوده و احتمال لغزش لوله و در نتیجه نشت آب از محل اتصالیها و یا کلاً جداشدن اتصالی وجود داشته باشد، پیش‌بینی تمهیدات خاص بـــرای محافظت از لوله ضروری است. این عمـــل می‌تـــواند به روشهای گوناگون انجام شود که از آن جمله تحکیم زمین و یـــا استفاده از شمع و سایـر راه‌حلهای مشابه است که اکثراً ماهیت سازه‌ای داشته و برای کاهش نشست و یا حرکت زمین به کار گرفته می‌شوند. برخی از سازندگان خارجی لوله‌های چدن نشکن نوع خاصی از اتصالی نوع فشاری را تولید می‌نمایند که علاوه بر انحراف مجاز زاویه و جابجایی لوله در محل اتصالی (عموماً زیر ۲ درجه)، قادر به تحمل مقداری نیروی اضافی وارده به محل اتصالی ناشی از نشست و جابجایی زمین می‌باشند (رجوع شود به بند ۲-۲-۳-۴).

ت – تمهیدات لازم برای نصب لوله در زمینهای نرم

مهمترین نکاتی که برای نصب لوله در زمینهای نرم باید در نظر گرفت به شرح زیر است.

- از خمیری شدن خاک به واسطه نفوذ آب، خصوصاً خاکهای رسی و مشابه، در طی مدت عملیات نصب اجتناب شود. رفع سریع هرگونه عیب در جهت و اتصال لوله ضروری است.
- ایجاد یک بستر ماسه‌ای قبل از نصب لوله توصیه می‌گردد.
- از آنجائی که نشست در حین و بلافاصله پس از پر کردن ترانشه می‌تواند قابل توجه بـــاشد، لـذا پرکردن ترانشه باید یکنواخت و با دقت انجام شود. حتی در برخی مواقع، نگهداری لوله با طناب در حین پرکردن ترانشه می‌تواند ضروری و مفید باشد.
- تـــوصیه می‌شود کـــه پس از اتمام عملیات پرکردن ترانشه، از قرار دادن خاکهـــای اضافی و یـــا ماشین آلات سنگین و یا سایر تجهیزات بر روی ترانشه خودداری گردد.
- در مـــواقعی کـه از سپر برای حفاظت کانال و ترانشه استفاده می‌شود، لوله‌های نصب شده در حین خارج نمودن سپرها می‌توانند جابجا شوند. بنابراین، خارج نمودن سپرها باید کاملاً آهسته و با روش مورد تأیید مهندس مشاور با توجه به نوع و ماهیت زمین به نحوی که تراکم خاک اطراف و روی لوله حفظ گردد صورت پذیرد.
- در زمینهایـی که سطـح آبهای زیرزمینی بالا است، لوله‌های نصب شده، قبـل از تکمیل عملیات می‌توانند شناور گردند. یک راه‌حل برای جلوگیری از این وضعیت، خاکریزی سـریع روی لوله است. در صـورت امکان، پرکردن لوله با آب نیز می‌تواند از شناور شدن آن جلوگیری نماید. نیروی شناور شـــدن و ارتفـــاع خاکریز روی لوله برای جلوگیری از آن با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌گردد.

$$H = \frac{F - WP}{\gamma_d .(OD)} \times 100 \quad \Rightarrow \quad \left.\begin{array}{l} F = \dfrac{\pi .(OD)^2}{4000} \\ Wf = \gamma_d .H.(OD) \end{array}\right\}$$

که در آن

F = نیروی شناور شدن به کیلوگرم در مترطول

OD = قطر خارجی لوله به میلیمتر

WP = وزن یک متر لوله به کیلوگرم

Wf = فشار ناشی از خاکریز

γ_d = وزن مخصوص خاک در زیر تراز آبهای زیرزمینی

H = حداقل ارتفاع خاکریز روی لوله به سانتیمتر

تمهیدات نهایی لازم به منظور جلوگیری از شناور شدن لولـه، باید در مشخصات طرح ذکر شده باشد.

در جدول شماره ۲-۲-۵ حداقل ارتفاع خاکریز روی لوله‌های با اتصال نوع فشاری کلاس K=9 براساس استانـــــــــدارد ISO 2531 و یا BS 4772 و با فرض وزن مخصوص خاک معادل (۰/۸ = ۱/۰ – ۱/۸) به منظور جلوگیری از شناور شدن و صرفاً به عنوان نمونه درج گردیده است. ارتفاع نهایی خاکریزی با توجه به شرایط پروژه توسط مهندس مشاور تعیین می‌گردد.

جدول ۲-۲-۵ : محاسبه جلوگیری از شناورشدن لوله

قطر اسمی‌لوله DN (میلیمتر)	قطر خارجی لوله (میلیمتر) OD	نیروی شناور سازی F (کیلوگرم متر)	وزن هر متر لوله (کیلوگرم) WP	F – WP (کیلوگرم متر)	حداقل ارتفاع خاکریز (سانتیمتر) H
۸۰	۹۸	۷/۵	۱۵/۶	– ۸/۱	--
۱۰۰	۱۱۸	۱۰/۹	۱۹/۵	– ۸/۵	--
۱۵۰	۱۷۰	۲۲/۷	۲۹/۰	– ۶/۳	--
۲۰۰	۲۲۲	۳۸/۷	۳۹/۲	– ۰/۵	--
۲۵۰	۲۷۴	۵۹/۰	۵۱/۱	۷/۹	۴
۳۰۰	۳۲۶	۸۳/۵	۶۷/۵	۱۶/۰	۶
۳۵۰	۳۷۸	۱۱۲/۲	۸۳/۳	۲۸/۹	۱۰
۴۰۰	۴۲۹	۱۴۴/۵	۹۸/۳	۴۶/۲	۱۳
۴۵۰	۴۸۰	۱۸۱/۰	۱۱۵/۸	۶۵/۱	۱۷
۵۰۰	۵۳۲	۲۲۲/۳	۱۳۳/۵	۸۸/۸	۲۱
۶۰۰	۶۳۵	۳۱۶/۷	۱۷۲/۷	۱۴۴/۰	۲۸
۷۰۰	۷۳۸	۴۲۷/۸	۲۲۸/۲	۱۹۹/۶	۳۴
۸۰۰	۸۴۲	۵۵۶/۸	۲۷۸/۲	۲۷۸/۷	۴۱
۹۰۰	۹۴۵	۷۰۱/۴	۳۳۲/۵	۳۶۸/۹	۴۹
۱۰۰۰	۱۰۴۸	۸۶۲/۶	۴۰۷/۵	۴۵۵/۱	۵۴
۱۱۰۰	۱۱۵۲	۱۰۴۲/۳	۴۷۴/۰	۵۶۸/۳	۶۲
۱۲۰۰	۱۲۵۵	۱۲۳۷/۰	۵۴۴/۰	۶۹۳/۰	۶۹
۱۴۰۰	۱۴۶۲	۱۶۷۸/۷	۷۲۳/۰	۹۵۵/۷	۸۲
۱۵۰۰	۱۵۶۵	۱۹۲۳/۶	۸۰۸/۲	۱۱۱۵/۴	۸۹
۱۶۰۰	۱۶۶۸	۲۱۸۵/۲	۹۳۸/۰	۱۲۴۷/۷	۹۳
۱۸۰۰	۱۸۷۵	۲۷۶۱/۲	۱۱۴۱/۵	۱۶۱۹/۷	۱۰۸
۲۰۰۰	۲۰۸۲	۳۴۰۴/۵	۱۳۶۴/۸	۲۰۳۹/۶	۱۲۲

۲-۲-۱۵-۲ سایر موارد

در خصوص لوله‌گذاری در سایر موارد خاص، از قبیل لوله‌گذاری روی زمین، عبور از داخل تونلها، عبور از زیر رودخانه‌ها و موارد مشابه، پیمانکار باید عملیات را براساس مشخصات فنی خصوصی طرح و دستورالعملهای مهندس مشاور انجام دهد.

۲-۲-۱۶ برش لوله

برش لوله‌های چدن نشکن اغلب برای نصب شیرآلات، متعلقات، اتصال دو قسمت خط لوله بـــه یکدیگر و یا تعویض شاخه معیوب خط لوله ضرورت پیدا می‌کند. بـــرش لوله‌های چدن نشکـــن باید توسط سنگهای بـــرش مسلح و یا غیرمسلح و کاترهای موتوری و یا اره‌های فلزی برقی انجام شود. در صورت تأیید سازنده و دستورات مهندس مشاور، پیمانکار می‌تواند از دستگاههای برش گازی (شعله گاز اکسی استیلن[1]) نیز می‌توان استفاده نمود.

استفاده از سایر ابزار مانند اره، برای برش لوله مجاز نبوده مگر با دستورات مهندس مشاور و رعایت شرایط اعلام شده در زمان برش لوله‌ها، باید کلیه اقدامات ایمنی توصیه شده توسط کارخانه توسط پیمانکار رعایت شود و عملیات به نحوی انجام پذیرد که از صدمه به پوشش لوله جلوگیری و برش کاملاً صاف و یکنواخت باشد. برشهای مورب قابلیت آب‌بندی ندارند. برای این منظور توصیه می‌شود که خط برش توسط نوار چسب و یا گچ و یا روشهای مشابه علامت‌گذاری و سپس برش انجام شود. کلیه افرادی که با عملیات برش سروکار دارند باید دارای وسائل ایمنی و حفاظتی کافی باشند.

سر ساده قطعات برش شده باید سنگ زده شده و اریب و پخ[2] شوند. پخ نمودن سرساده لوله توسط پیمانکار باید براساس دستورالعمل کارخانه سازنده و مهندس مشاور و با ابزار و ماشین‌آلات اعلام شده انجام پذیرد.

۲-۲-۱۷ جوشکاری لوله‌های چدن نشکن

لوله‌های چدن نشکن تحت شرایط ویژه دارای خاصیت جوش پذیری می‌باشند.

جوشکـــاری لوله‌های چدن نشکن برای اتصال دو شاخه لوله بـــه یکدیگر معمول نبوده و مورد استفاده نمی‌باشد، بلکه این عمل و با تأیید مهندس مشاور برای رفع عیوب کوچک مانند مسدود نمودن سوراخهای نشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جوشکاری لوله‌های چدن نشکن با روشهای مختلف مـانند جوشکاری قـوس الکتریک[3] شعله گـــاز اکسی‌استیلن، الکتـــرود محفوظ در گاز خنثی[4] و لحیم‌کاری سخت[5] انجام می‌شود.

در روش جوشکاری قوس الکتریکی از الکترود با ترکیب شیمیایی ۴۵ درصد آهـــــــــــن و ۵۵ درصد نیـــــــــکل (Ni – Rod 55 , EniFe – C1) استفاده می‌گردد. قبـــل از جوشکاری ضروری است که محـــــل جوشکاری تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد گرم شده و محل جوشکاری نیز پس از اتمام کار به آرامی سرد شود. جوشکاری نباید در هوای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد انجام شود.

---

[1] Oxyacetyene Torch
[2] Beveled
[3] Arc Weld
[4] Gas Shielding Arc Weld
[5] Brazing

علاوه بر الکترودهای ذکر شده، الکترودهای زیر بر اساس DIN 8573 نیز برای جوشکاری چدن نشکن مناسب می‌باشند.

E – Nife BG 1 و E – Ni BG 1 و Nife BG 13

توصیه می‌گردد که از الکترودهای با قطر ۳/۲۵ و ۴ میلیمتر استفاده شود.

در روش لحیم کاری سخت باید از آلیاژهای نقره به عنوان سیم لحیم استفاده گردد.

در روش جوشکاری موضعی باید از سیمهای چدنی به عنوان الکترود استفاده شده و قبل از جوشکاری، محل مورد نظر توسط مشعل تا حد سرخ شدن گرم شده و سپس به وسیله سیم چدنی جوشکاری انجام شود.

۲-۲-۱۸ مقدار فرورفتگی دو لوله درون یکدیگر

به منظور فراهم نمودن شرایط تغییرات طولی لوله برای انقباض و انبساط و همچنین انحراف لوله‌ها به مقدار زاویه مجاز، اکثر سازندگان مقدار فرو رفتگی سرساده لوله در داخل سرکاسه را توسط دو خط محیطی در سر ساده آن مشخص می‌نمایند. همانطور که قبلاً ذکر گردید، این دو خط که یکی از آنها (خط نزدیکتر به سرساده لوله) به عنوان خط نصب برای فرو رفتگی سرساده در سرکاسه و دیگری (خط بیرونی نسبت به سرساده لوله) به عنوان خط شاخص نامیده می‌شوند، برای نصب صحیح لوله‌ها حائز اهمیت می‌باشند.

لوله‌هایی صحیح نصب شده‌اند که خط شاخص آنها نمایان ولی خط نصب قابل رؤیت نباشد. همچنین قبل از نصب لوله و در صورت لزوم با توجه به نوع اتصالی، حد فاصل سرساده لوله تا خط نصب به مواد روان‌سازی آغشته می‌گردد.

در صورتی که لوله‌ها دارای خطوط فوق نبوده و یا نشانه‌هایی برای این منظور روی بدنه لوله نصب نشده باشد، طول مجاز فرورفتگی لوله‌ها باید از فروشنده استعلام گردد تا مشکلی از نظر بهره‌برداری بروز ننماید.

متذکر می‌شود که فاصله خطوط نصب و شاخص از سرساده لوله معمولاً به ترتیب ۱۵ و ۲ میلیمتر کمتر از طول داخلی سرکاسه لوله می‌باشند، ولی این ارقام تنها در صورتی مورد استفاده قرار گیرند که خطوط و یا نشانه‌های فوق بر روی لوله وجود نداشته و امکان دریافت آنها از فروشنده نیز میسر نگردد.

۲-۲-۱۹ جهت لوله‌گذاری

جهت لوله‌گذاری در اصول با جهت جریان آب مرتبط نمی‌باشد ولی به منظور حفظ آب‌بندی اتصالات در مراحل بهره‌برداری، توصیه می‌گردد که جهت لوله‌گذاری حتی‌الامکان با جهت جریان هماهنگ باشد به نحوی که سرکاسه لوله مخالف جریان آب نصب شود. این مسأله خصوصاً در خطوط پمپاژ دارای اهمیت زیادی می‌باشد و رعایت آن توصیه می‌شود. به این ترتیب و به صورت نظری، سرساده لوله در حین بهره‌برداری به طرف سرکاسه فشار وارد می‌کند.

مهمترین نکاتی که در جهت لوله‌گذاری باید رعایت شوند به شرح زیر می‌باشند.

- سعی شود که سرساده لوله به طرف ابتدای کار و سرکاسه آن به طرف ادامه کار قرار گیرد، به نحوی که در نصب لوله بعدی، سرساده شاخه جدید در داخل سرکاسه لوله نصب شده قبلی قرار داده شود. هر چند که این امر اجباری نمی‌باشد ولی با این عمل، در اتصال نوع فشاری، واشر لاستیکی در سرکاسه لوله نصب شده قرار گرفته و استقرار سرساده شاخه جدید در سرکاسه نصب شده، به مراتب آسانتر از عکس آن است.

- در مواردی که لوله‌گذاری در شیب انجام می‌شود، لازم است جهت لوله‌گذاری به نحوی باشد که سرساده لوله‌ها به طرف سرپائینی و سرکاسه آن به طرف سربالایی باشد. این امر از نظر سهولت نصب و حفظ آب‌بندی لوله‌ها در مرحله بهره‌برداری دارای اهمیت است.

۲-۲-۲۰ اتصال با انواع دیگر لوله

اتصال لوله‌های چدن نشکن به انواع دیگر لوله، مانند لوله‌های فولادی، آزبست سیمان و پلاستیکی از طریق قطعات مخصوص مانند کولار تبدیلی، کوپلینگهای مخصوص و یا یک قطعه مخصوص دوسر فلنج که فلنج هر سر آن برای یک نوع لوله ساخته و نصب شده صورت می‌پذیرد.

۲-۲-۲۱ انقباض و انبساط لوله

لوله‌های چدنی در صورتی که تحت شرایط تغییرات قابل توجه دما قرار گیرند، دارای انقباض و انبساط خواهند بود. به این ترتیب و در مواقعی که لوله‌ها به صورت روکار مصرف شده و تحت تغییرات قابل توجه دما قرار می‌گیرند، به نحوی که مقادیر انبساط و انقباض پیش‌بینی شده هر شاخه لوله کافی نباشد، استفاده از متعلقات مخصوص ضروری خواهد بود. البته در حالت عادی، هر شاخه لوله قادر است تا حدودی از طریق حرکت مجاز در داخل سرکاسه شاخه دیگر منقبض و یا منبسط گردد.

۲-۲-۲۲ انشعاب از خطوط لوله چدن نشکن

انشعاب از لوله‌های چدن نشکن با اهداف زیر انجام می‌شود که عمده ترین آنها عبارتند از :

- انشعاب از خطوط آبرسانی برای انتقال آب به سایر نقاط مصرف
- انشعاب برای نصب انواع شیرآلات (هوا، تخلیه، آتش نشانی، فشارشکن و غیره)
- انشعاب برای اتصال به سایر خطوط و همچنین خطوط فرعی شبکه توزیع آب
- انشعاب برای اتصال مستقیم به تاسیسات مصرف کننده که می‌تواند از انشعاب کوچک برای یک واحد مسکونی تا یک انشعاب بزرگ برای مثلاً یک واحد صنعتی، متغیر باشد.

برای برقراری این انشعابات، از متعلقات مناسب خود استفاده می‌شود که سه روش معمول آن به شرح زیر است.

- ایجاد انشعاب مستقیم از لوله
- انشعاب مستقیم از طریق استفاده از زین
- انشعاب از طریق نصب سه‌راهی

نحوه انشعاب مستقیم از لوله و یا از طریق استفاده از زین در بخش مربوط به متعلقات چدن نشکن توضیح داده شده است. لذا در اینجا صرفاً به توضیح روش انشعاب از طریق نصب سه‌راهی اکتفا می‌گردد.

پیش‌بینی سه‌راهی در محلهای مورد نظر برای انشعاب در طراحی و حین عملیات اجرایی، نصب انشعابات را با مشکلی مواجه نمی‌نماید ولی لزوم اخذ انشعابات بزرگ از خطوط لوله پس از نصب و یا حین بهره‌برداری در بسیاری از مواقع ضروری است که نیاز به نصب سه‌راهی روی لوله در حال بهره‌برداری دارد. نصب سه‌راهی بر روی خطوط نصب شده به دو صورت زیر انجام می‌پذیرد.

۲-۲-۲۲-۱ نصب سه‌راهی روی لوله خالی

روش کار برای نصب سه راهی روی لوله خالی به شرح زیر است.

- در محل مورد نظر برای نصب سه‌راهی، قطعه‌ای مساوی با طول سه‌راهی از یک شاخه لوله نصب شده خط لوله برش داده و خارج می‌گردد.
- از میان دو قطعه باقیمانده یک شاخه لوله فـــوق، یک قطعه معادل عمق سرکاسه لوله از وسط قطعه‌ای که دو سر آن ساده است بریده و خارج می‌شود. در این حالت قطعه دو سرساده فوق به دو عدد قطعه کوچکتر دو سرساده تقسیم شده است.
- سه‌راهی در محل مورد نظر نصب می‌گردد.
- با استفاده از یک عدد قطعه دو سرکاسه (کولار $U -$)، دو قطعه دو سرساده بـــه دست آمده در بند ۲ در محل خود بین سه‌راهی و سرکاسه شاخه لوله بعدی مستقر و آب‌بندی می‌شود.

عمل فوق در حالتی است که سه‌راهی دارای دو سرکاسه و یک سر فلنج و یا کاسه باشد.

برای نصب سه‌راهی سه سر فلنج نیز مانند بالا عمل شده ولی در این حالت، به دو قطعه یک سرکاسه یک سر فلنج (E) برای اتصال سه راهی به دو طرف خط نیاز خواهد بود و طول قطعه بریده شده طبق بند ۲ نیز متناسباً افزایش می‌یابد.

۲-۲-۲۲-۲ نصب سه‌راهی روی لوله تحت فشار

برای نصب سه‌راهی روی لوله تحت فشار به طریق زیر عمل می‌شود.

۱- یک سه‌راهی مخصوص که توسط پیچ و مهره روی لوله قرار گرفته محکم و آب‌بند می‌شود، در محل مورد نظر نصب می‌گـردد. این‌گونه سـه‌راهی در حقیقت مانند تعدادی زین انشعاب به هـم پیوسته بوده که یک انشعاب فلنج‌دار با قطر مورد نظر روی آن نصب شده باشد.

۲- روی انشعاب فلنج‌دار یک عدد شیر قطع و وصل دروازه‌ای نصب می‌گردد.

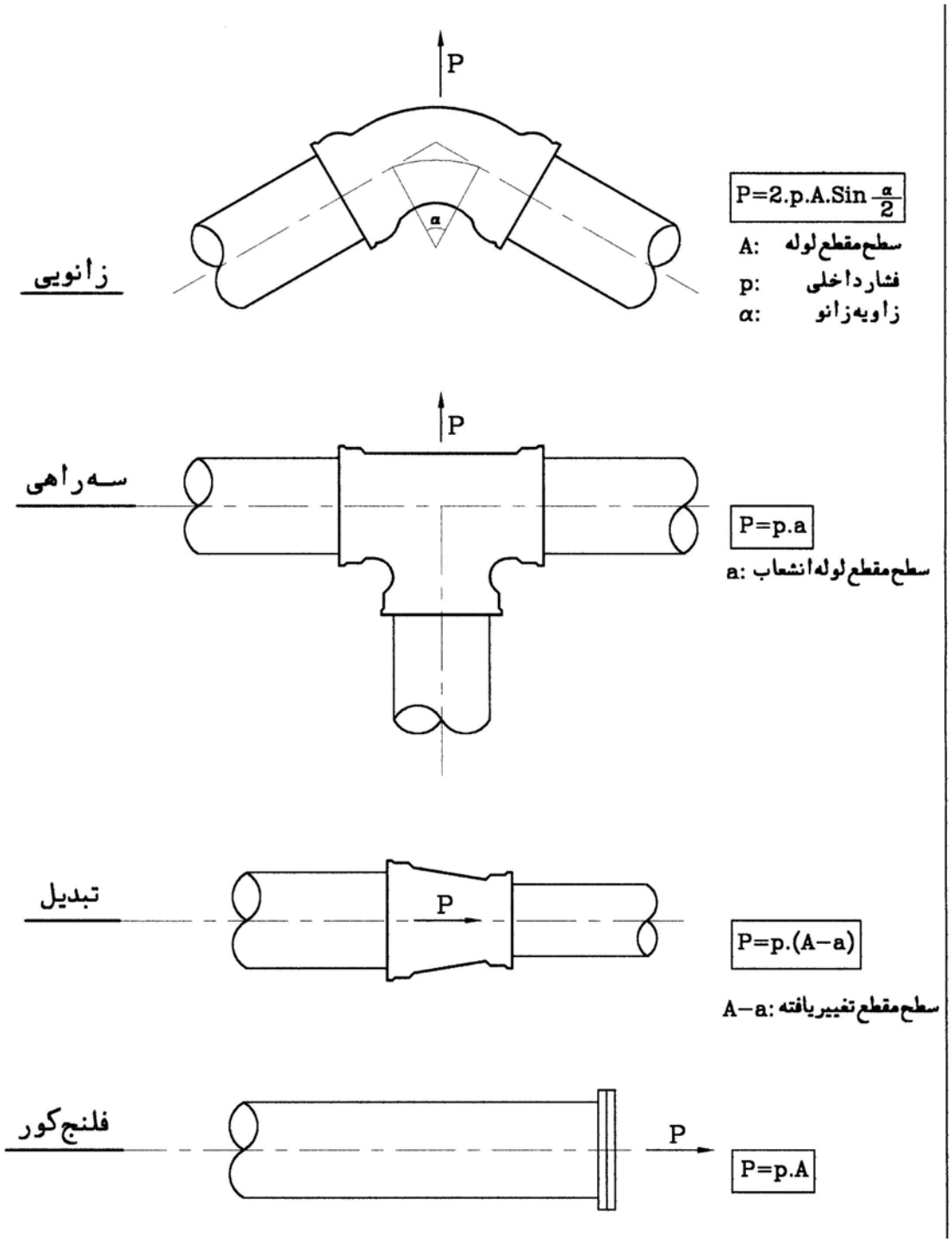
۳- با باز نمودن شیر و با کمک مته‌های مخصوص، سوراخی به ابعاد انشعاب مورد نظر بـــر روی لوله ایجاد و سپس مته مخصـوص از محل خارج و با بستن شیر قطع و وصل از خروج آب از محل انشعاب برقرار شده بر روی لوله تحت فشار جلوگیری می‌شود و سپس بـــا نصب لوله به دنبال شیر فـــوق، انشعاب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

◄ ۲-۲-۲۳ تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها

نحوه اتصال لوله‌های چدن نشکن، که عمدتاً فشاری و یا مکانیکی است، هیچ‌گونه امکان جلوگیری از حرکت طولی لوله و جدا شدن اتصالات از یکدیگر در اثر نیروهای وارده ناشی از تغییر جهت و یا قطع جریان و یا نیروهای وارده به فلنج کور را فراهم نمی‌کند. تنها نیروی مقاوم در این مورد، اصطکاک بین واشر و سرساده لوله است که به نوبه خود بستگی زیاد به نحوه اجرا و سایر عواملی دارد که در نهایت این نیروی اصطکاکی را برای مقاومت در مقابل حرکت طولی لوله غیر قابل اطمینان می‌نماید. باید توجه داشت که در اینجا نیروی وارده ناشی از تغییر و انحراف مجاز زاویه نصب لوله‌ها مورد بحث نبوده و نیروهای اصطکاکی فوق، مقاومت لازم را در مقابل این نیروهای ناچیز، دارا می‌باشند.

مشخصات کلی انواع تکیه‌گاهها و پشت‌بندها در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری تحت عنوان ضربه‌گیرها ذکر گردیده است. لذا در اینجا ضمن تذکر این نکته که تکیه‌گاهها و پشت‌بندها در حالت عادی، عمدتاً به صورت بتن درجا پیش‌بینی و اجرا می‌گردند، رابطه نیروی وارده به معمول‌ترین اتصالات در شکل ۲-۲-۱۷ منعکس و نمایش داده شده است. در جدول شماره ۲-۲-۶، مقدار این نیروها برای فلنج کور و زانویی‌های ۱۱/۲۵، ۲۲/۵، ۴۵ و ۹۰ درجه برای یک کیلوگرم نیرو بر سانتیمتر مربع برای اقطار مختلف لوله محاسبه گردیده است. برای محاسبه نیروی وارده به پشت بند، اعداد جدول فوق در نیروی مورد بحث در نقطه مورد نظر ضرب شود.

در اینجا ذکر این نکته ضروری است که در مشخصات بلوکهای ضربه‌گیر، باید توجه شود که‌این بلوکها با توجه به وضعیت زمین و نصب دارای مقاومت کافی در تمام موارد باشند. در این ارتباط، وزن و ابعاد بلوک، وزن خاکریز روی بلوک، فشار منفی خاک بر بلوک، اصطکاک بین بدنه لوله و خاک اطراف باید در نظر گرفته شود.



شکل ۲-۲-۱۷ : نیروی وارده در اثر فشار آب به برخی متعلقات

جدول ۲-۲-۶ : نیروی وارد بر پشت‌بند (کیلوگرم) برای فشار یک کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

قطر اسمی‌لوله (میلیمتر)	فلنج کـــور	زانویی ۹۰ درجه	زانویی ۴۵ درجه	زانویی ۲۲/۵ درجه	زانویی ۱۱/۲۵ درجه
۸۰	۷۵	۱۰۷	۵۸	۲۹	۱۵
۱۰۰	۱۰۹	۱۵۵	۸۴	۴۳	۲۱
۱۵۰	۲۲۷	۳۲۱	۱۷۴	۸۹	۴۵
۲۰۰	۳۸۷	۵۴۷	۲۹۶	۱۵۱	۷۶
۲۵۰	۵۹۰	۸۳۴	۴۵۱	۲۳۰	۱۱۶
۳۰۰	۸۳۵	۱۸۰۱	۶۳۹	۳۲۶	۱۶۴
۳۵۰	۱۲۲۱	۵۸۷۱	۸۵۹	۴۳۸	۲۲۰
۴۰۰	۱۴۴۶	۰۴۴۲	۱۰۶۱	۵۶۴	۲۸۳
۴۵۰	۱۸۱۰	۵۵۹۲	۳۸۵۱	۷۰۶	۳۵۵
۵۰۰	۲۲۲۳	۱۴۳۴	۷۰۱۱	۸۶۷	۴۳۶
۶۰۰	۳۱۶۷	۴۷۸۵	۴۲۳۳	۲۳۵۲	۶۲۱
۷۰۰	۴۲۷۸	۰۴۹۷	۲۷۴۳	۶۶۹۱	۸۳۹
۸۰۰	۵۵۶۸	۸۷۵۸	۲۶۱۵	۱۷۲۳	۰۹۱۲
۹۰۰	۷۰۱۴	۹۱۹۹	۳۶۸۵	۷۳۶۳	۳۷۴۲
۱۰۰۰	۸۶۲۶	۱۹۹۱۲	۶۰۲۶	۳۶۵۴	۶۹۱۱
۱۱۰۰	۱۰۴۲۳	۷۴۰۱۴	۹۷۷۸	۰۶۶۵	۰۴۳۲
۱۲۰۰	۱۲۳۷۰	۴۹۴۱۷	۴۶۸۰	۸۲۶۵	۴۲۵۲
۱۴۰۰	۱۶۷۸۷	۷۴۱۲۳	۸۴۸۱۳	۵۵۰۶	۲۹۰۴
۱۵۰۰	۱۹۲۳۶	۲۰۴۲۷	۷۲۲۱۴	۵۰۵۸	۷۷۰۴
۱۶۰۰	۸۵۱۲۲	۹۰۲۳۱	۷۲۴۱۷	۵۲۶۸	۲۸۳۵
۱۸۰۰	۶۱۱۲۸	۰۴۸۴۰	۱۳۳۲۱	۷۷۳۱۱	۴۱۲۶
۲۰۰۰	۰۴۴۳۵	۱۴۶۴۹	۰۵۶۲۹	۲۸۳۱۷	۶۷۴۶
۲۱۰۰	۷۱۱۳۶	۹۱۷۵۲	۲۸۰۹۸	۳۲۴۱۴	۱۹۶۸
۲۲۰۰	۸۲۸۴۰	۷۳۹۵۸	۲۴۸۳۲	۹۳۰۱۵	۰۰۳۹
۲۴۰۰	۴۵۱۴۸	۱۰۷۶۷	۳۱۸۳۶	۵۱۴۱۹	۳۰۳۰
۲۶۰۰	۵۷۹۵۶	۰۱۴۸۱	۳۰۳۴۴	۰۷۶۲۲	۰۹۱۱۱

در زمینهای نرم، خاک اطراف بلوک باید با ماسه و یا خاکهای مناسب دیگر که فشار منفی کافی ایجاد می‌نماید، جایگزین گردد. باربری زمین باید به دقت بررسی شده و در صورتی که باربری زمین کم می‌باشد (مانند زمینهای رسی و یا آب‌دار)، یا شمعهای کوتاه درجا مورد استفاده قرار گیرند و یا سطح نشیمن بلوک افزایش یابد.

◄ ۲-۲-۲۴ خاکریزی مقدماتی

خاکریزی مقدماتی در اصول براساس دستورات مهندس مشـــاور و مشخصات و ضوابط مندرج در بخش « نکات مشترک لوله‌گذاری» انجام می‌شود.

خاک مصرفی باید عاری از قلوه و پاره سنگ، خاک یخ زده، مواد گیاهی و آلی، زباله و خاکهای پوسیده، خاکستر، ذغال و سایر مصالح نامناسب مشابه باشد.

خاکریزی مقدماتی در هر قسمت باید براساس مشخصات بسترسازی تعیین شده در نقشه‌ها و مدارک اجرایی و دستورات مهندس مشاور انجام پذیرد.

با توجه به این که آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله قبل از خاکریزی انجام می‌شود، خاکریزی مقدماتی جسم و بدنه لوله باید به نحوی انجام شود که محل اتصالات و متعلقات برای کنترل هرگونه نشت قابل رؤیت باشند. بنابراین، خاکریزی مقدماتی این محلها پس از اتمام آزمایشها باید به نحوی انجام پذیرد که با خاکریزی مقدماتی قبلی روی جسم و بدنه لوله به صورت همگن باشد.

خاکریزی مقدماتی لوله باید در محیط خشک انجام و هرگونه آبهای سطحی و ورودی به ترانشه قبلاً خارج شده باشد.

خاکریزی مقدماتی براساس مشخصات بسترسازی حداقل تا ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله انجام می‌پذیرد، مگر اینکه در مشخصات فنی خصوصی و یا دستور مهندس مشاور مقادیر متفاوتی ذکر شده باشد.

۲-۲-۲۵ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله چدن نشکن

آزمایش فشار هیدرواستاتیک لوله‌های چدن نشکن باید براساس مشخصات فنی خصوصی پروژه و یا دستورات مهندس مشاور انجام شود. در صورت فقدان مشخصات و دستورات فوق و یا ارجاع به‌این مشخصات، روشهای زیر مورد عمل قرار گیرد.

نحوه و مراحل آزمایش هیدرواستاتیک در استانداردهای مختلف ذکر گردیده است. در اینجا مراحل و مشخصات مندرج در استانداردهای DIN و AWWA ذکر می‌گردد. پیمانکار می‌تواند استانداردهای دیگر در این زمینه را پیشنهاد و پس از تأیید مهندس مشاور مورد عمل قرار دهد.

بدیهی است که نکات و مشخصات عمومی‌ذکر شده برای آزمایش فشار هیدرواستاتیکی در سایر بخشهای این مشخصات فنی مورد عمل بوده و باید رعایت گردد.

متذکر می‌شود که استاندارد DIN، مراحل و نحوه آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله‌های چدن نشکن را به دو بخش لوله‌های بدون پوشش داخلی و لوله‌های پوشش شده توسط اندود ماسه سیمان تقسیم نموده است. ضوابط کلی آزمایشها براساس DIN 4279 – PART 1 می‌باشد که نکات مهم آن در بخشهای قبلی این مشخصات ذکر شده است.

طول قطعه مورد آزمایش بین ۱۰۰۰ الی ۱۵۰۰ متر انتخاب گردد.

۱-۲-۲۵-۲ مقدار آب تزریقی

مقدار آب تزریق شده برای پر نمودن خط لوله نباید از مقادیر مندرج در مشخصات طرح و یا دستورالعمل مهندس مشاور تجاوز نماید.

در صورت فقدان چنین مشخصاتی، مقدار تزریق آب به شرح زیر می‌باشد.

قطر اسمی خط لوله	مقدار تزریق آب به لیتر در ثانیه
۱۰۰	۰/۳
۱۵۰	۰/۷
۲۰۰	۱/۵
۲۵۰	۲
۳۰۰	۳
۴۰۰	۶
۵۰۰	۹
۶۰۰	۱۴
۷۰۰	۱۹
۸۰۰	۲۵
۹۰۰	۳۲
۱۰۰۰	۴۰
۱۲۰۰	۶۰

برای لوله‌های بزرگتر، مقدار تزریق نباید باعث افزایش فشار به میزان بیش از یک اتمسفر در دقیقه شود.

۲-۲-۲۵-۲ آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله بدون پوشش داخلی

این آزمایشها براساس DIN 4279 – PART 2 انجام می‌شود.

الف : آزمایش اولیه فشار

در صورت انجام آزمایش اولیه، مدت آن به شرح زیـــر می‌باشد. متذکر می‌گردد کـــه آزمایش فشار اولیه، زمانی شروع می‌شود که فشار در خط لوله حداقل به فشار اسمی رسیده باشد.

قطر اسمی لوله (میلیمتر)	مدت تقریبی آزمایش
تا ۲۰۰	۳ ساعت
۲۵۰ الی ۴۰۰	۶ ساعت
بیش از ۴۰۰	۱۲ ساعت

ب : آزمایش اصلی فشار

در صورتی که آزمایش اولیه فشـار انجام نشده است و هر دو آزمایش به صورت همزمـان صورت می‌پذیرد، مدت زمان آزمایش اصلی به شرح زیر خواهد بود.

قطر اسمی لوله (میلیمتر)	مدت تقریبی آزمایش
تا ۲۰۰	۳ ساعت
۲۵۰ الی ۴۰۰	۶ ساعت
۵۰۰ الی ۷۰۰	۱۸ ساعت
بیش از ۷۰۰	۲۴ ساعت

در صورتی که آزمایش اولیه فشار انجام گرفته است، مدت زمان آزمایش اصلی به شرح زیر است.

قطر اسمی لوله (میلیمتر)	مدت تقریبی آزمایش
تا ۴۰۰	۳ ساعت
۵۰۰ الی ۷۰۰	۱۲ ساعت
بیش از ۷۰۰	۲۴ ساعت

خط لوله زمانی مورد تأیید بوده و آب‌بند تلقی می‌گردد که حداکثر افت فشار در خط پس از پایان مدت آزمایش به شرح زیر باشد.

فشار کار خط	فشار آزمایش	حداکثر افت فشار
۱۰ بار	۱۵ بار	۰/۱۰ بار
۱۶ بار	۲۱ بار	۰/۱۵ بار
بیش از ۱۶ بار	فشار بار + ۵ بار	۰/۲۰ بار

متذکر می‌شود که بـــا توجه به مقـدار تقریباً مسـاوی واحدهای اتمسفـــر و بـــــار (یک اتمسفر = ۱/۰۱۳ بار)، مقادیر فوق می‌تواند به عنوان اتمسفر نیز تلقی گردد.

۲-۲-۲۵-۳ آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله با اندود داخلی ماسه سیمان

آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله با اندود داخلی ماسه سیمان عموماً به دو روش اندازه‌گیری مقدار نشت آب و اندازه‌گیری افت فشار صورت می‌پذیرد. در هر دو حالت، اشباع خط لوله قبل از شروع افزایش فشار ضروری است.

۲-۲-۲۵-۳-۱ آزمایش به روش اندازه‌گیری مقدار نشت مجاز آب

بـــر اساس استاندارد AWWA، مقدار نشت مجاز آب کـه از رابطه زیر محاسبه می‌گردد، به عنوان مبنای قضاوت در خصوص آب‌بند بودن و تأیید خط لوله مورد آزمایش می‌باشد. در صورتی که مقدار نشت از خط لوله مورد آزمایش کمتر از رقم محاسبه شده از رابطه زیر باشد، خط لوله آب‌بند تلقی می‌گردد.

که در آن :

$$L = \frac{S.D.\sqrt{P}}{71526}$$

L = مقدار مجاز نشت آب به لیتر در ساعت

S = طول خط لوله به متر

D = قطر نامی‌خط لوله به میلیمتر

P = فشار آزمایش به اتمسفر یا بار (یک اتمسفر = ۱/۰۱۳ بار)

رابطه بالا براساس نشت مجاز ۱/۰۸ لیتر در روز برای هر کیلومتر خط و هر میلیمتر قطر لوله در ۱۰ اتمسفر فشار (معادل ۱۱/۶۵ گالن در روز برای هر مایل خط و هر اینچ قطر در فشار ۱۵۰ پوند بر اینچ مربع) تنظیم شده است.

۲-۲-۲۵-۳-۲ آزمایش به روش اندازه‌گیری افت فشار

استاندارد شماره DIN 4279 – PART 3 و در ارتباط و رعایت نکات و ضوابط کلی مندرج در استاندارد شمـــــــــاره DIN 4279 – PART 1 که در قسمتهای قبلی این مشخصات ذکر شده، نحوه انجام آزمایش‌های فشار هیدرواستاتیک خط لوله با اندود داخلی ماسه سیمان را تشریح نموده که برای لوله‌های چدن نشکن و فولادی مورد استفاده می‌باشد.

آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله بر اساس این استاندارد به سه روش قابل انجام است که عبارت است از :

۱ – روش پایه، ۲ – روش سریع، ۳ – روش مخصوص.

در اینجا صرفاً روش پایه توضیح داده می‌شود. برای اطلاع از جزئیات دو روش دیگر که به تجهیزات و تمهیدات بیشتری نیاز دارد، به استاندارد مربوط مراجعه شود.

فشارسنج‌های مورد استفاده در این روشها باید قادر به نمایش تغییرات فشار تا حدود ۰/۱۰ اتمسفر یا بار باشند. همچنین مخازن آب مدرج شده با حداکثر خطای ۵ درصد باید برای اندازه‌گیری مقدار آب تزریق و یا تخلیه شده مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از مخازن مدرج برای مواقع پر و یا تخلیه نمودن خط مد نظر نبوده، بلکه این مخازن برای مراحل افزایش فشار و یا تخلیه مقدار معینی آب مورد نیاز خواهند بود.

روش پایه شامل سه مرحله زیر است.

الف : آزمایش مقدماتی

ب : آزمایش کاهش فشار

ج : آزمایش اصلی

الف : آزمایش مقدماتی

هدف از آزمایش مقدماتی، اشباع نمودن پوشش اندود سیمانی می‌باشد. خط لوله در این مرحله حداقل به مدت ۲۴ ساعت تحت فشار آزمایش قرار داده می‌شود. فشار خط در فواصل زمانی معین و یا هر زمان که فشار خط حدود ۰/۵ اتمسفـــر کاهش یافت، مجدداً افزایش داده می‌شود.

ب : آزمایش کاهش فشار

وقتی نشت آب از یک خط لوله ناچیز باشد، هوای احتمالی موجود در خط این تصور را ایجاد می‌نماید که خط آب‌بند است. در این وضعیت، انجام آزمایش کاهش فشار برای اندازه‌گیری حجم هوای موجود در خط لازم می‌باشد.

در این آزمایش، حجم معینی از آب از خط خارج وکاهش فشار ناشی از آن اندازه‌گیری می‌شود.

تغییر حجم (V1) و تغییر فشار ناشی از آن (P) با حداکثر مقدار مجاز تغییر حجم (V2) که معادل ۱/۵ برابر تغییر حجم در هوای آزاد می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود، مقایسه می‌گردد.

$$V_2 = \frac{(1.5).a.P.L}{100}$$

که در آن :

P = کاهش فشار به بار

L = طول قطعه خط لوله تحت فشار به متر

a = ضریب فشار که مقدار آن برای فشارهای ۱۵ و ۲۱ بار به شرح زیر است.

قطر لوله به میلیمتر	ضریـــب a
۱۰۰	۰/۰۴۹۲
۱۵۰	۰/۱۱۶۳
۲۰۰	۰/۲۱۴۷
۲۵۰	۰/۳۴۸۲
۳۰۰	۰/۵۱۷۲
۴۰۰	۰/۹۶۳۲
۵۰۰	۱/۵۶۱۴
۶۰۰	۲/۳۱۷۸
۷۰۰	۳/۲۳۴۰
۸۰۰	۴/۳۲۴۳
۹۰۰	۵/۵۶۷۹
۱۰۰۰	۶/۹۷۴۹
۱۲۰۰	۱۰/۳۲۸۰

در صورتیکه V1 کوچکتر و مساوی V2 باشد، خط لوله از نظر عملی عاری از هوا است.

پ : آزمایش اصلی

پس از طی مراحل فوق، آزمایش اصلی انجام می‌شود. مدت زمان آزمایش اصلی به شرح زیر است.

قطر اسمی لوله (میلیمتر)	مدت تقریبی آزمایش
تا ۲۰۰	۳ ساعت
۲۵۰ الی ۴۰۰	۶ ساعت
۵۰۰ الی ۷۰۰	۱۸ ساعت
بیش از ۷۰۰	۲۴ ساعت

خط لوله زمانی مـــورد تأیید بوده و آب‌بند تلقی می‌شود که افت فشار در فواصل زمانی معین اندازه‌گیری شده و حداکثـــر افت فشار در پایـان مدت زمان آزمـــایش از مقادیر زیـــــر تجاوز ننماید.

فشار کار خط	فشار آزمایش	حداکثر افت فشار
۱۰ بار	۱۵ بار	۰/۱۰ بار
۱۶ بار	۲۱ بار	۰/۱۵ بار
بیش از ۱۶ بار	فشار بار + ۵ بار	۰/۲۰ بار

مجدداً یادآور می‌شود که با توجه به مقدار تقریبـــاً مساوی واحدهای اتمسفر و بـــــار (یک اتمسفر = ۱/۰۱۳ بار) مقادیر فوق می‌تواند به عنوان اتمسفر نیز تلقی گردد.

◄ ۲-۲-۲۶ خاکریزی نهایی

خاکریزی نهایی از ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله شروع و تا سطح زمین و یا زیر لایه زیرسازی جاده‌ها و معابر ادامه می‌یابد مگر این که در مشخصات فنی طرح دستورالعمل دیگری داده شده باشد. خاکریزی نهایی در اصول بر اساس مشخصات منـــدرج در بخش « نکات مشترک لوله‌گذاری» انجام می‌شود.

خاک مصرفی برای خاکریزی نهایی لوله‌های چدن نشکن تا زیر لایه زیـــر سازی جاده و معابـــــر می‌تواند دارای قلوه سنگ به ابعاد حداکثر ۲۰ سانتیمتر بسته به قطر لولـه باشد، مگر این که در مشخصات طرح محدودیت دیگری ذکر شده و یا دستور مهندس مشاور به نحو دیگری باشد.

خاک حاصل از حفر ترانشه در صورتی بنا به مندرجات مشخصات طرح و یا تأیید مهندس مشاور مناسب برای مصرف بوده که دارای مقادیر مناسب رس، شن، مخلوط و مواد مشابه باشد. در صورتی که خاک حاصل از حفر ترانشه به علل مختلف از جمله

نـــامناسب بودن بخشی از آنها برای خاکریزی نهایی کفایت ننماید، باید از مخلوط رودخانه‌ای و یا خاک قرضه مناسب و مورد تأیید مهندس مشاور به عنوان جایگزین استفاده نمود.

خاکریزی نهایی باید بر اساس مشخصات طرح و یا دستورات مهندس مشاور و یا مندرجات سایر بخشهای این مشخصات متراکم گردد.

ارتفاع خاکریزی نهایی مرحله اول که قبل از انجام آزمایشهای فشار هیدرواستاتیکی بر روی بدنه لوله انجام می‌شود، حداقل ۳۰ سانتیمتر تا روی تاج لوله است. اضافه بر آن بر اساس مشخصات طرح خواهد بود.

۲-۳ لوله‌های بتن مسلح

۲-۳-۱ کلیات

لوله‌های بتن مسلح تحت فشار مورد مصرف در طرحهای آبرسانی، معمولاً در خطوط انتقـال آب مورد استفاده قـرار می‌گیرند.

این لوله‌ها در شبکه‌های توزیع آب کاربرد کمتری داشته و استفاده از آنها در شبکه‌های توزیع آب، معمولاً منحصر به خطوط آبرسانی شبکه‌های توزیع در اقطار بالا و بیش از ۳۰۰ میلیمتر می‌باشد که به نوعی خط انتقال داخل محدوده شهرها است که انشعابات به صورت مستقیم بر روی آنها وصل نشده، بلکه وظیفه توزیع آب از مخازن سرویس به محدوده‌های فشاری شهر را به عهده دارند.

لوله‌های بتن مسلح تحت فشار در دو نوع کلی زیر تولید می‌شوند.

۲-۳-۱-۱ لوله‌های بتن مسلح معمولی

لوله‌های بتن مسلح معمولی در دو نوع کلی با هسته فولادی و میلگردهای معمولی طولی و حلقوی و یا فقط حلقوی و یا بدون هسته فولادی و صرفاً با میلگردهای معمولی طولی و حلقوی تولید می‌شوند. استفاده از لوله‌های بتن مسلح معمولی در خطوط آبرسانی و خصـوصاً در فشارهای بالا معمول نمی‌باشد که در قسمتهای بعدی این بخش توضیح داده خواهد شد. لوله‌های بتن مسلح معمولی در اقطار حدود ۳۰۰ الی ۳۶۰۰ میلیمتر تولید می‌شوند. طول هر شاخه‌ایـن لوله‌ها معمولاً بین حدود ۲/۵ الی ۷ متر متغیر است ولی این لوله‌ها با طول بیشتر نیز تولید شده‌اند.

فشار کار این لوله‌ها نسبتاً کم بوده و در نوع بدون هسته فولادی آن تا حداکثر حدود ۳/۵ اتمسفر محدود می‌گردد.

۲-۳-۱-۲ لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده

لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده نیز در دو نوع کلی با هسته فولادی و میلگردهای پیش‌تنیده حلقوی و یا با میلگردهای پیش‌تنیده طولی و حلقوی تولید می‌شوند. لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده معمولاً در اقطار بیش از ۴۰۰ میلیمتر تولید و تا قطر حدود ۶۳۵۰ میلیمتر نیز تولید شده‌اند. طول هر شاخه این لوله‌ها بین حدود ۴ الی ۷ متر متغیر است.

فشار کار[1] لوله‌های مسلـح پیش‌تنیـــده محدود بـوده و حداکثـر بین ۱۵ الی ۲۰ اتمسفـــر می‌باشد. هر چند که در موارد خاص، این لوله‌ها تا فشار کار بیش از ۲۷/۵ اتمسفر نیز تولید شده‌اند.

[1] Working Pressure

۲-۳-۲ استاندارد ساخت لوله‌های بتن مسلح

۲-۳-۲-۱ لوله‌های بتن مسلح معمولی

استانداردهای معتبر زیادی برای ساخت لوله‌های بتن مسلح معمولی وجود دارد که ذیلاً به چند نمونه آنها اشاره می‌شود. ذکر استانداردهای زیر به معنی محدود بودن تولید این لوله‌ها به استانداردهای مزبور نبوده، بلکه برای مشخص نمودن انواع مختلف لوله‌های بتن مسلح معمولی می‌باشد.

- استاندارد شماره AWWA – C 300 برای تولید لوله‌های بتنی مسلح معمولی با میلگردهای طولی و حلقوی و یک هسته فولادی[1] که به صورت یک لوله فولادی با ضخامت کم می‌باشد که بین میلگردهای طولی و حلقوی و هسته فولادی، پوشش بتن قرار دارد، در حقیقت این لوله‌ها توسط دو لایه فولاد مسلح شده‌اند که در یک نوع آن، لایه داخلی به صورت هسته فولادی و لایه بیرونی به صورت دو ردیف میلگـــرد است. برش تیپ و اتصالی این نوع لوله در شکل شماره ۲-۳-۱ نشان داده شده است. این لوله‌ها می‌توانند برای فشار کار بالا نیز تولید شوند ولی در مقابل بارهای خارجی دارای محدودیـــت می‌باشند.
- استانداردهای شماره AWWA – C 302 و DIN 4035 و ASTM C 361 برای تولید لوله‌های بتنی مسلح معمولی بـــدون هسته فولادی[2] و بـــا میلگردهای طولی و حلقوی است. این لوله‌ها در دو نوع با حلقه اتصال فولادی و یا اتصال بتنی تولید می‌شوند که برش تیپ و اتصالی هر دو نوع آن بترتیب در شکلهای شماره ۲-۳-۲ و ۲-۳-۳ نشان داده شده است. فشار کار این تیپ لوله محدود بوده و طبق استاندارد AWWA - C 302 حداکثر معادل ۳/۵ اتمسفر[3] می‌باشد.
- استاندارد شماره AWWA – C 303 برای تولید لوله‌های بتنی با هسته فولادی و یک لایه میلگرد حلقوی[4] که مستقیماً روی هسته فولادی قرار می‌گیرد. برش تیپ و اتصالی ایـــن لوله‌ها در شکل شماره ۲-۳-۴ نشان داده شده است.
- استاندارد شماره DIN – EN 641 که مشخصات تولید لوله‌های بتنی با هسته فولادی[5] و یک یا دو لایه میلگرد حلقوی را تعیین نموده است. نحوه قرار گرفتن هسته فولادی و میلگردها براساس این استاندارد مشابه استاندارد شماره AWWA – C 300 است. علاوه بـــر آن و براساس این استاندارد، میلگردهای طولی می‌توانند، حذف و میلگردهای حلقوی مستقیماً بر روی بتن قرار داده شوند.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و وزارت نیرو طی نشریه شماره ۲۱۸، نقشه‌های همسان مجاری آب بر زیرزمینی بتنی را برای قطرهای ۸۰۰ الی ۲۰۰۰ میلیمتر و فشار داخلی تا ۴۰ متر منتشر نموده‌اند. این نشریه از گروه ۳ می‌باشد که به معنی انتشار آن به عنوان راهنما است.

---

[1] Reinforced Concrete Cylinder Pipe
[2] Reinforced Concrete Noncylinder Pipe
[3] 345 kPa
[4] Concrete bar-wrapped Cylinder Pipe
[5] Reinforced Concrete Pressure Pipe, Cylinder Pipe

۲-۳-۲-۲ لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده

برای لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده نیز استانداردهای مختلفی وجود دارد. اصولاً این لوله‌ها در دو نوع کلی به شرح زیر تولید می‌شوند.

نـــوع اول

در نوع اول که براساس استانداردهای شماره AWWA C 301 ، DIN – EN 641 و یا BSI - 4623 و استانداردهای مشابه تولید می‌شوند، از یـک هستـه فولادی استفاده می‌گردد که میلگـردهای مخصوص[1] به صورت حلقوی در اطراف آن کشیده شده[2] و قرار می‌گیرند. میلگردهای حلقوی یا مستقیماً روی هسته فولادی قرار گرفته و یا با واسطه یک هسته بتنی، در لایه بیرونی و مستقیماً بر روی هسته بتنی قرار داده می‌شوند. بـرش تیپ و اتصـالی این نـوع لوله‌ها در شکلهای شمـاره ۲-۳-۵ و ۲-۳-۶ نشان داده شـده است.

این لوله‌ها حتی برای فشار کار بیش از ۲۷/۵ اتمسفر و برای نصب در عمق بیش از ۳۰ متری سطح زمین بر اساس استاندارد شماره AWWA – C 304 ساخته شده‌اند.

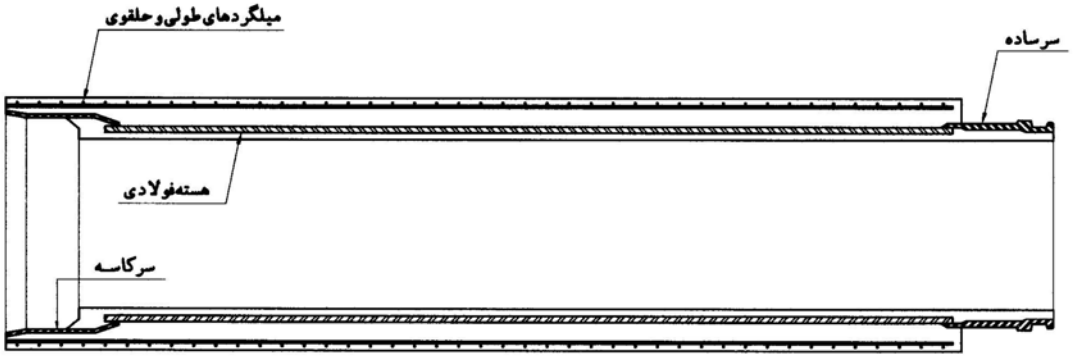
نـــوع دوم

در نوع دوم از میلگـردهای مخصوص پیش‌تنیده طولی به جای هسته فـولادی استفاده می‌شود. لوله‌های پیش‌تنیده ساخت داخل کشور عمدتاً از این نوع می‌باشند. برش تیپ و اتصالی این نوع لوله در شکل شماره ۲-۳-۷ نشان داده شده است.

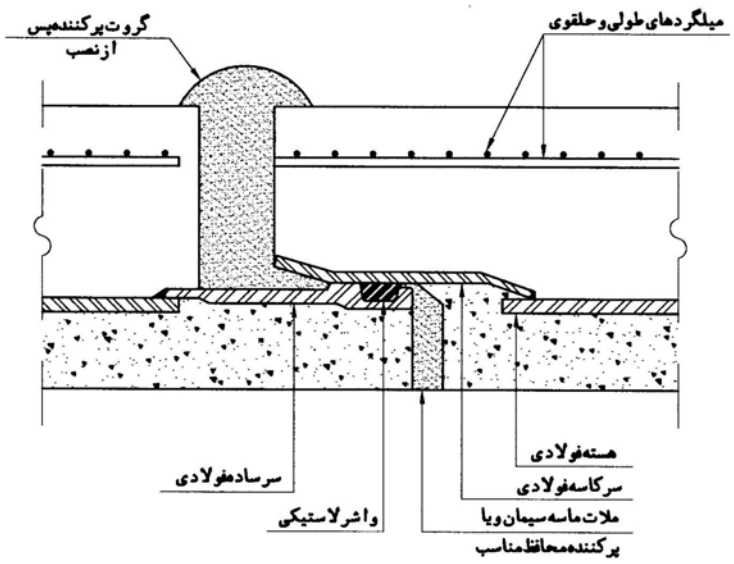
این لوله‌ها براساس استانداردهای مختلف و یا مشخصات انحصاری کارخانه‌های سازنده که عمدتاً بر مبنای مشخصات عمومی استاندارد AWWA می‌باشد تولید می‌گردند.

در استاندارد شماره BSI 4625 برخی از مشخصات این لوله‌ها درج شده است.

[1] High Strength Bars
[2] Prestressed

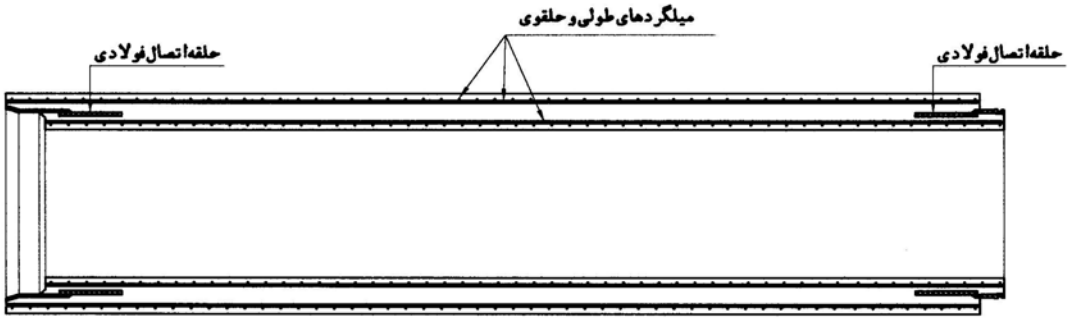


برش طولی لوله

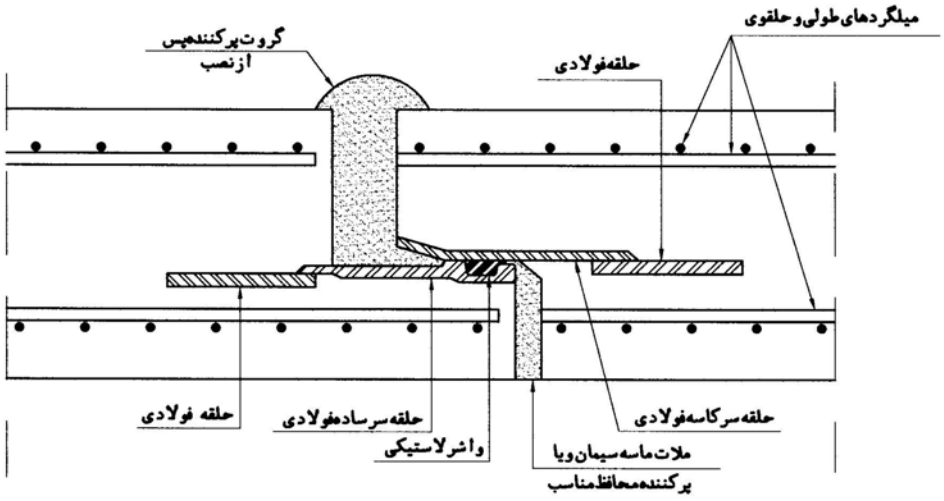


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۱ : لوله بتنی با هسته فولادی و دو لایه میلگرد

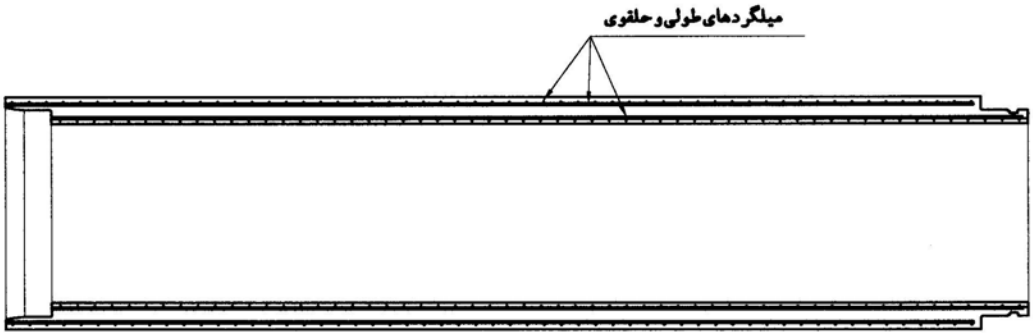


برش طولی لوله

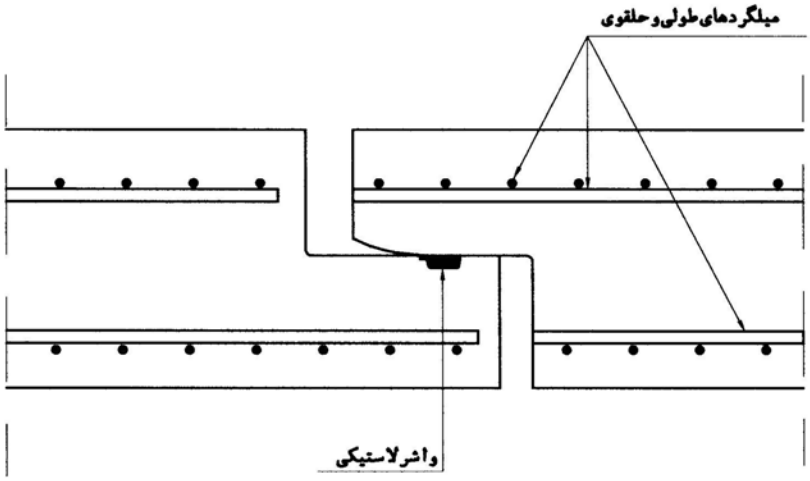


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۲ : لوله بتنی مسلح تحت فشار با حلقه‌های اتصالی فولادی

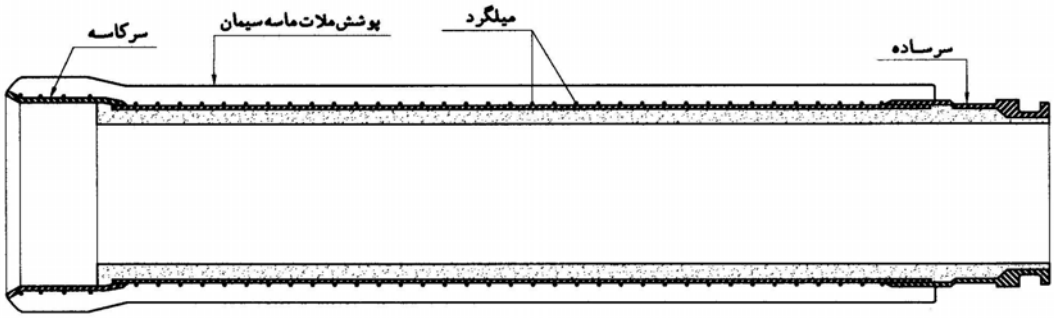


برش طولی لوله

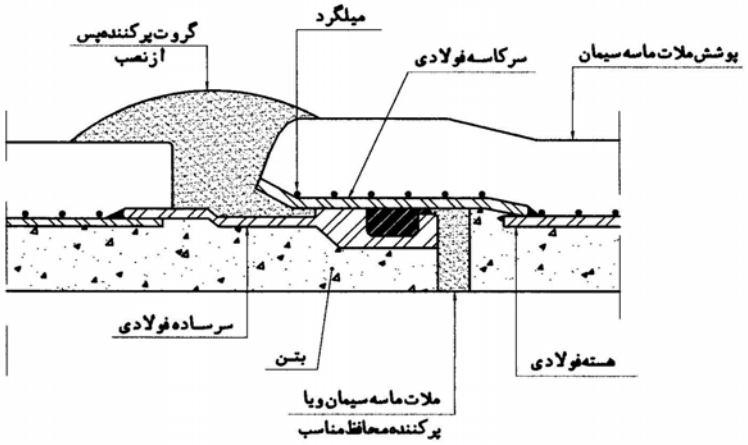


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۳ : لوله بتنی مسلح تحت فشار بدون حلقه‌های اتصالی فولادی

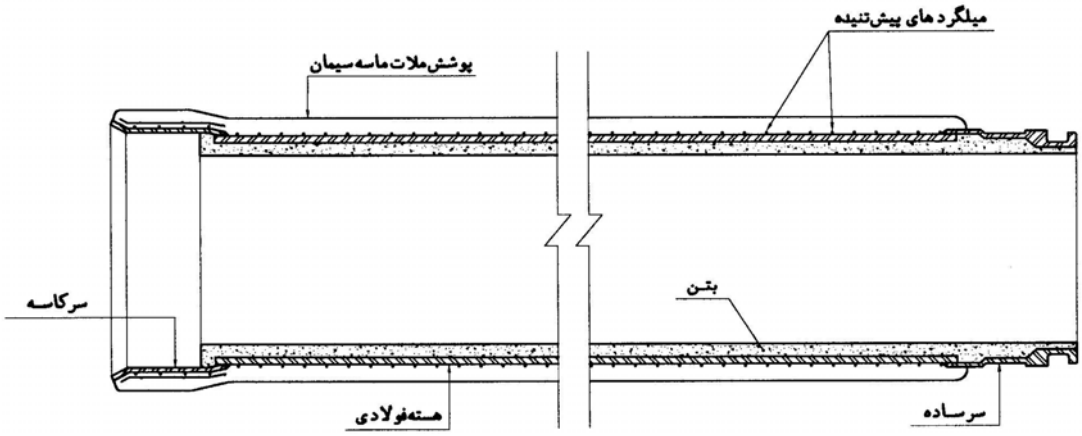


برش طولی لوله

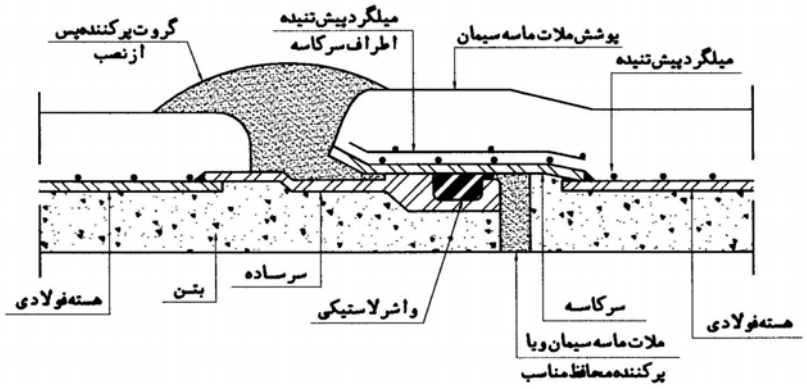


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۴ : لوله بتنی با هسته فولادی و میلگردهای حلقوی

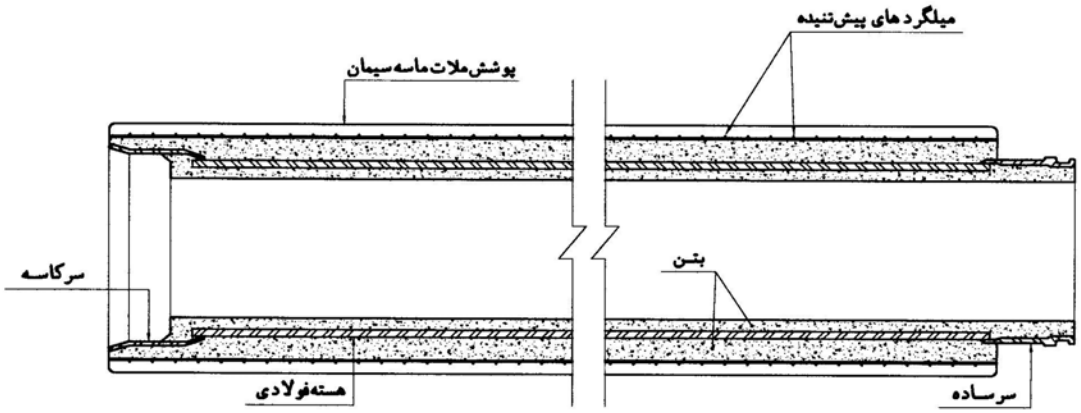


برش طولی لوله

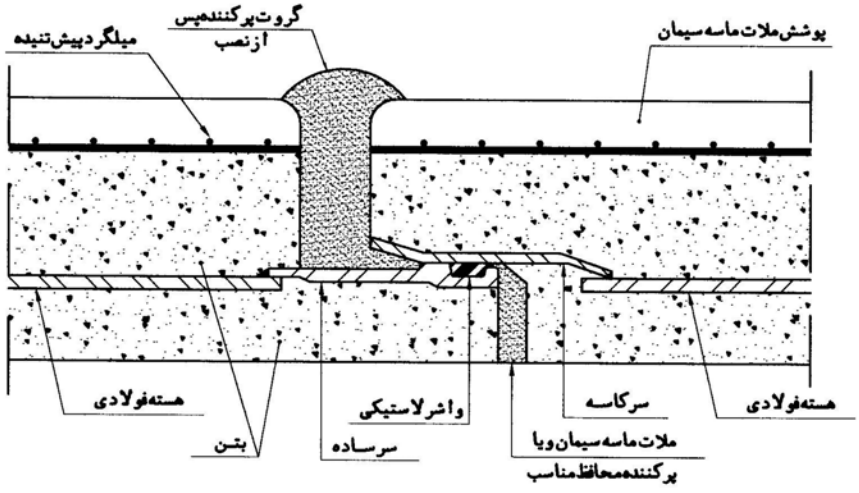


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۵ : لوله بتنی تحت فشار با پیش‌تنیدگی روی هسته فولادی

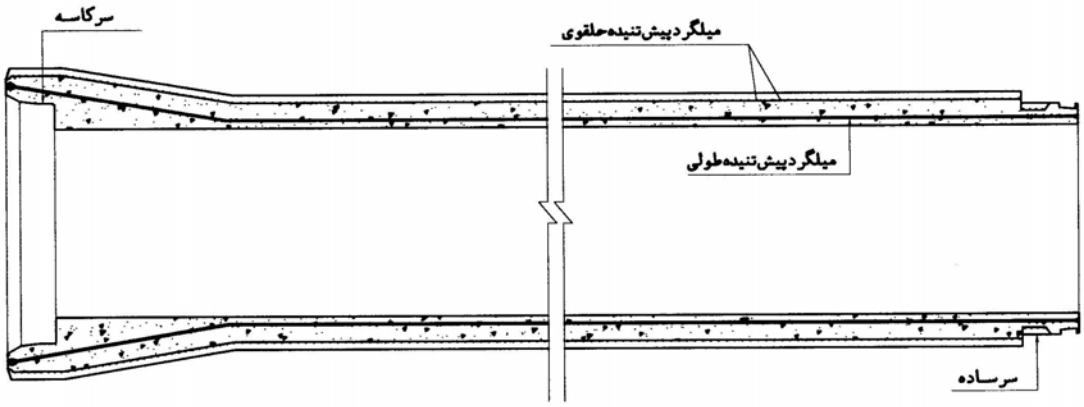


برش طولی لوله

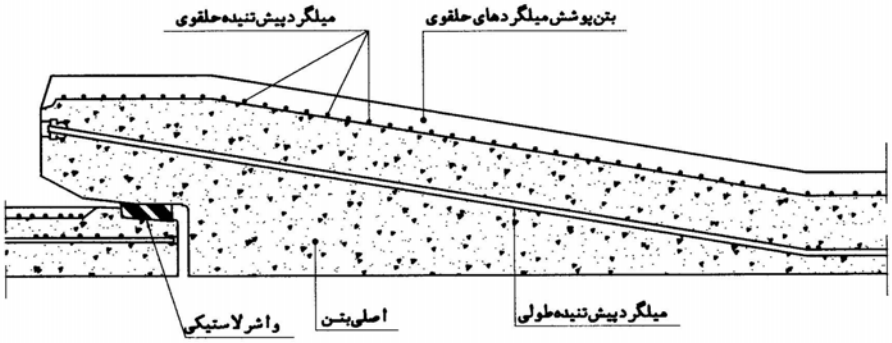


محل اتصالی

شکل ۲-۳-۶ : لوله بتنی تحت فشار با پیش‌تنیدگی روی هسته بتنی



برش طولی لوله



محل اتصالی

شکل ۲-۳-۷ : لوله بتنی مسلح پیش‌تنیده با میلگردهای طولی و حلقوی

۲-۳-۳ تولید لوله‌های بتنی

ساخت لوله‌های بتنی در کارگاه تحت هیچ شرایطی مجاز نبوده و کلیه لوله‌ها باید با رعایت کلیه دستورالعملها در کارخانه تولید و آزمایش و سپس به محل مصرف حمل گردند.

۲-۳-۴ لوله‌های مخصوص

از آنجائی که برش لوله‌های بتنی مسلح، اعم از معمولی و یا پیش‌تنیده در کارگاه میسر نمی‌باشد و در مواردی که از متعلقات و قطعات سرساده و سرکاسه که ریخته‌گری و ماشین‌کاری شده و یا توسط ورق فولادی تولید شده‌اند، استفاده نمی‌گردد، لوله‌هایی که

با مشخصات خاص تهیه شده و لوله مخصوص نامیده می‌شوند، برای اهداف مختلف تولید می‌گردد. مهمترین موارد مصرف لوله‌های مخصوص به شرح زیر است.

- برای اتصال دو بخش از خط لوله به یکدیگر در زمان نصب خط لوله و یا به عنوان جایگزین یک شاخه لوله که در حین آزمایش هیدرواستاتیکی و یا در زمان بهره برداری دچار ترکیدگی شده و یا صدمه دیده و نشت می‌نماید.
- به عنوان قطعه مخصوص که برای ساخت زانویی و نصب شیرآلات و متعلقات، از قبیل سه راه، چهار راه، تبدیل، انشعاب، نصب شیرهای مختلف و نظایر آن استفاده می‌شود.

اصول ساخت لوله‌های مخصوص براساس قرار دادن یک و یا دو حلقه فولادی در وسط و یا نقاط معینی از بدنه لوله در حین تولید می‌باشد که اصطلاحاً به عنوان لوله‌های مخصوص دو و یا سه پارچه نامیده می‌شوند.

لوله‌های مخصوص سه پارچه معمولاً برای نصب انشعابات بر روی خطوط اجرا شده مورد استفاده می‌باشند.

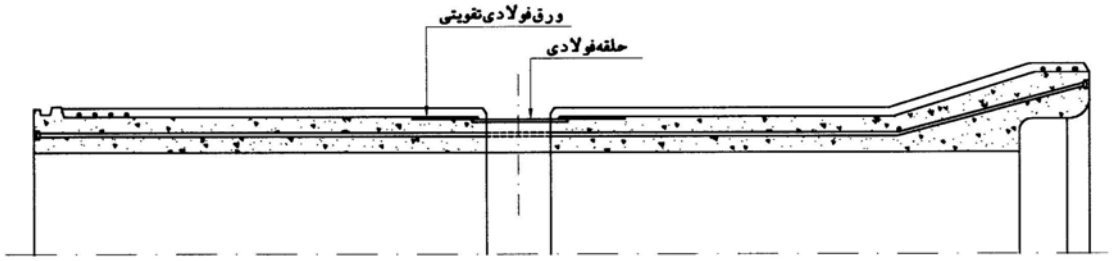
برای جاگذاری این لوله‌ها به جای لوله صدمه‌دیده و یا ساخت زانویی و نصب شیرآلات و متعلقات، حلقه‌های فولادی یاد شده برحسب نیاز به صورت حلقوی و یا مورب توسط دستگاه هوا برش و یا دستگاه‌های مشابه بریده شده و پس از سنگ زدن، کارهای بعدی روی آن انجام می‌شود.

نحوه استفاده از لوله‌های مخصوص برای اهداف ذکر شده در بخش های دیگر این فصل و همچنین فصل متعلقات لوله‌های بتنی شرح داده شده است.

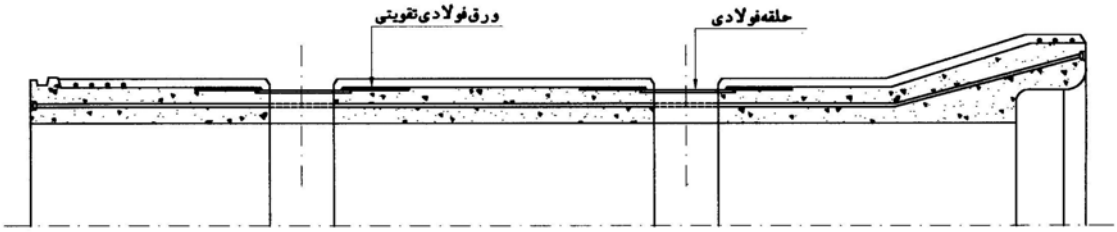
در شکل شماره ۲-۳-۸، شکل تیپ لوله‌های مخصوص دو و سه پارچه منعکس می‌باشد.

همانطور که اشاره شد، در صورتی که اتصالات از نوع سرکاسه و سرساده فولادی و یا ریخته‌گری شده است، معمولا" نیازی به لوله مخصوص نبوده و اتصالات و تعمیرات توسط قطعات فولادی فوق انجام می‌شود.

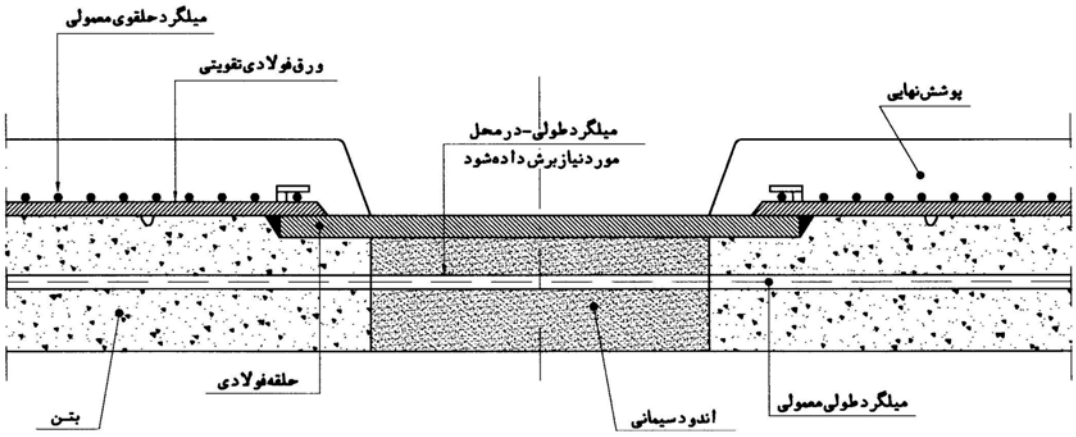
با توجه به اینکه دسترسی به لوله‌های بتنی در هر زمان مقدور نیست، لذا ضروری است که پیمانکار عملیات اجرایی چند شاخه لوله مخصوص دو و یا سه پارچه را در کارگاه‌اماده داشته باشد تا در زمان آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله به سرعت بتوان هر لوله معیوب احتمالی را تعویض نمود. همچنین توصیه می‌گردد که کارفرما برای دوران نگهداری و بهره برداری از خط، تعداد کافی لوله‌های دو و یا سه پارچه را سفارش و در انبارهای خود داشته باشد.



لوله مخصوص دو پارچه



لوله مخصوص سه پارچه



جزئیات حلقه فولادی

شکل ۲-۳-۸ : لوله مخصوص دو و سه پارچه

۲-۳-۵ اتصالی لوله‌های بتنی

لوله‌های بتن مسلح اعم از معمولی و پیش‌تنیده، هـــم به صورت کام و زبانه[1] و هم از نوع سرساده[2] و سرکاسه[3] ساخته می‌شوند. اتصال لوله‌ها به یکدیگر کلاً از نوع فشاری[4] می‌باشند. آب‌بندی در اتصالات لوله‌های بتن مسلح توسط واشرهای لاستیکی مخصوص که در شیار پیش‌بینی شده بین کام و زبانه و یا سرساده و سرکاسه قرار داده می‌شوند تأمین می‌گردد. اتصالات از نوع فشاری در گروه‌اتصالات انعطاف پذیر قرار دارند و لذا هر شاخه لوله می‌تواند نسبت به شاخه مجاور خود تا حد مجاز جابجایی داشته باشد که در بخشهای دیگر این مشخصات در این مورد بحث شده است.

در شکلهای شـــماره ۲-۳-۱ الی ۲-۳-۷، چندین نوع اتصال لوله‌های بتن مسلح با توجه به انواع لوله‌های ذکر شده، نشان داده شده است. متذکر می‌شـــود که نحوه اتصال هـر نوع لولـه بتن مسلـــح می‌تواند با یکدیگر متفاوت باشد. لذا پیمانکار موظف است که اتصالی‌ها را بر اساس دستورالعمل سازنده لوله و یا مهندس مشاور برقرار نماید.

لازم به یادآوری است که در استفاده از لوله‌های مخصوص، اتصالات نوع جوشی و یا فلنجی نیز استفاده می‌شود، ولی این امر مختص اتصال در محلهای مورد بحث می‌باشد.

همچنین در مواردی که از قطعات ریخته‌گری شده و یا فولادی سرکاسه و سرساده برای اتصالات و متعلقات استفاده می‌گردد، این اتصالات نیز به عنوان یکی از انواع اتصال لوله‌های فولادی در محلهای مورد استفاده می‌باشد.

واشرهای لاستیکی مصرفی باید کاملاً آب‌بند بوده و براساس مشخصات محل اتصال تولید شده باشند. کیفیت واشرها باید با استانداردهای معتبر و از جمله ASTM مطابقت نماید.

۲-۳-۶ پوشش‌های حفاظتی

۲-۳-۶-۱ پوشش حفاظتی

لوله‌های بتنی و خصوصاً لوله‌هایی که اخرین لایه بتن آنها پس از مسلح کردن اجرا می‌شوند، مانند لوله‌های بتنی پیش‌تنیده، در مقابل نفوذ آب و مواد خورنده در سطح خارجی لوله حساس بوده و کاملاً آب‌بند نمی‌باشند. لذا در برخی موارد، نوعی پوشش حفاظتی بر روی لوله‌ها اجرا و سپس برای حمل تحویل پیمانکار می‌گردد. پیمانکار باید نهایت دقت را در حمل و نصب لوله‌ها به عمل آورده و هرگونه صدمه به پوششهای حفاظتی را طبق دستورالعمل کارخانه سازنده و یا مهندس مشاور و قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه و یا قبل از خاکریزی (در صورت صدمه به پوشش لوله نصب شده)، تعمیر و اصلاح نماید.

در صورتی که پوششهای حفاظتی در کارگاه و توسط پیمانکار انجام می‌شود، ضروری است پیمانکار کلیه تجهیزات و امکانات لازم برای این عملیات را تأمین و پوشش لوله‌ها را طبق شرایط و مندرجات مشخصات طرح و یا دستورالعمل مهندس مشاور اجرا نماید.

---

[1] Tongue and Grove
[2] Bell
[3] Socket
[4] Push on Joint

۲-۳-۶-۲ پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله

بتن و اندود سیمانی سطوح داخلی لوله‌های بتن مسلح دارای ضخامت و مقاومت و فشردگی لازم و کافی برای تأمین نیازها و مشخصات سازه‌ای لوله‌ها است. این ضخامت برای جلوگیری از صدمه به لایه فولادی بتن، اعم از هسته فولادی و یا میلگردهای ساده و یا پیش‌تنیده، کافی می‌باشد. لذا در حالت عادی که لوله‌ها برای اهداف انتقال و توزیع آب شرب و یا انتقال آب خام و با مشخصات معمول این آبها برای مصارف آشامیدن مورد استفاده قرار می‌گیرند، هیچ‌گونه حفاظت خاص سطوح داخلی مورد نیاز نمی‌باشد.

پیمانکار باید توجه نماید که هرگونه صدمات جزیی احتمالی به پوشش و بتن سطوح داخلی لوله را که طی حمل و یا باراندازی و ریسه نمودن لوله‌ها ایجاد شده، قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه طبق دستورالعمل مهندس مشاور تعمیر نماید. شایان ذکر است که وسعت این صدمات قبلاً باید به رؤیت مهندس مشاور برسد و در صورت تأیید کتبی مهندس مشاور، تعمیرات انجام شود. هرگونه تعمیر سطوح داخلی لوله که بدون رعایت مراحل ذکر شده و تأیید کتبی مهندس مشاور انجام پذیرد مورد قبول نبوده و لوله تعمیر شده در این حالت نباید مورد استفاده قرار گیرد.

پیمانکار باید دقت نماید که تعمیر سطـــوح داخلی بتـــــن در محل اتصالی بـــــا توجه به لزوم آب‌بندی، بسیار حساس می‌باشد باید بر اساس دستورالعمل‌های سازنده لولـه عمل شود.

۲-۳-۶-۳ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله

همانطور که اشاره شد، لایه‌های بیرونی فولادی لوله‌های بتنی می‌توانند در تماس با آبها و خاک خورنده که از طریق آخرین لایه بتن نفوذ می‌نماید، قرار گیرند. البته نفوذ آب و مواد خورنده از طریق بتن زیاد نیست، زیرا بتن مصرفی در لوله‌ها دارای دانه‌بندی خاص و حد روانی بسیار کمی بوده و لذا دارای خلل و فرج اندکی است، هر چند در اصل کاملاً آب‌بند تلقی نمی‌گردند. معهذا در زمینهای خورنده و یا در مجاورت با آبهای زیرزمینی و نیمه سطحی مضر، حفاظت از لایه‌های میلگرد و فولاد ضروری است. معمول‌ترین روش محافظت از خورندگی در این موارد به شرح زیر می‌باشد.

۱- اصولاً برای این قبیل نقاط و به صورت عام، باید از بتن ضد سولفات تیپ ۵ در ساخت لوله استفاده گردد.

۲- گرچه خورندگی خاک به تشخیص و براساس و توصیه مطالعات ژئوتکنیک و خاکشناسی بسیار مقطعی بوده و یا زیاد نمی‌باشد، ولی می‌توان بجای استفاده مجدد از خاک حاصل از حفاری، از خاک مناسب جایگزین برای زیر، اطراف و پوشش روی لوله استفاده و حفاظت مناسب را ایجاد نمود. پیمانکار باید در این گونه موارد، دقیقاً براساس مشخصات طرح و دستورالعملهای مهندس مشاور، حدود و عمق حفاری و مشخصات خاک جایگزین را رعایت نماید.

۳- در مواقعی که آبهای زیرزمینی و نیمه‌سطحی خورنده وجود دارد و یا خورندگی خاک به تشخیص و بر اساس و توصیه مطالعات ژئوتکنیک و خاکشناسی به اندازه‌ای است که استفاده از خاک جایگزین قادر به رفع مشکل و تأمین حفاظت لازم نیست، سطوح خارجی لوله‌ها باید به صورت مناسب‌تری محافظت و پوشش شود. ساده‌ترین و معمول‌ترین مواد پوشش حفاظتی، استفاده از مواد دارای پایه قیری و یا قطران برای اندود کردن سطوح خارجی لوله می‌باشد. پوشش حفاظتی با استفاده از نوار پلی‌اتیلن و مشابه آن ضرورت زیاد نداشته بلکه صرفاًحفاظت سطح بتن از نفوذ آب و خاک از طریق استفاده از موادی که تا حدودی در بتن نفوذ کرده و هر گونه خلل و فرج را مسدود نماید کفایت می‌کند.

۴- در مواردی که خورندگی آب و خاک به حدی است که حتی پوششهای حفاظتی ذکر شده نیز کفایت ننموده و نتایج مطالعات ژئوتکنیک و خاکشناسی، حفاظت بیشتری را توصیه می‌نماید، می‌توان از حفاظت کاتودیک استفاده کرد. در این حالت، لایه‌های فولادی هر شاخه لوله در محل اتصالیها باید به نحو مناسبی به یکدیگر ارتباط داده شوند. با توجه به حساسیت ارتباط سراسری لایه‌های فولادی خط لوله به یکدیگر، پیمانکار باید ارتباط بین لایه‌های فولادی در محل اتصالیها و همچنین سیستم حفاظت کاتودیک را براساس مشخصات طرح و دستورالعملهای مهندس مشاور، با نهایت دقت و حساسیت انجام دهد.

شایان ذکر است که حفاظت کاتودیک خطوط لوله بتنی به ندرت ضرورت پیدا می‌نماید و نباید بعنوان یک راه حل معمول سیستم حفاظتی لوله‌های بتنی تلقی و مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به لزوم ارتباط لایه‌های فولادی شاخه‌های لوله به یکدیگر در محل اتصالات و مشکلات این عمل و سایر موارد مرتبط، حفاظت کاتودیک لوله‌های بتن مسلح تنها در صورتی که براساس و توصیه مطالعات ژئوتکنیک و خاکشناسی، راه حل مناسبتری وجود ندارد، مورد استفاده قرار گیرد. همچنین در این‌گـونه موارد، باید توجه و دقت کافی در بـرقـراری مجدد سیستم حفاظت کاتودیک در صورت تعویض لوله‌ها در حین بهره بـرداری و نگهداری و یا صدمه بـه یک شاخه لوله به هـر دلیل ممکن، به عمل آیـــد.

۲-۳-۶-۴ تعمیر پوشش‌های حفاظتی

پوشش حفاظتی لوله‌های بتن مسلح و یا اندود و لایه بتنی خارجی که در حین حمل و نقل و باراندازی و یا ریسه نمودن لوله صدمه دیده‌اند، باید بلافاصله و قبل از استفاده و انتقال لوله به داخل ترانشه مرمت گردند. پیمانکار باید این گونه تعمیرات و مرمتها را طبق دستورالعمل مهندس مشاور انجام دهد. همانطور که در مورد بتن سطوح داخلی لوله تذکر داده شد، پیمانکار باید قبل از هر گونه تعمیر ومرمت بتن سطوح خارجی لوله، تأیید و مجوز کتبی مهندس مشاور را برای انجام آن دریافت نماید. هرگونه تعمیر سطوح خارجی لوله که بدون مجوز قبلی کتبی مهندس مشاور اجرا شود مورد قبول نبوده و لوله تعمیر شده در این حالت نباید مورد استفاده قرار گیرد.

حساسیت تعمیر بتن در محل اتصالی‌ها و خصوصاً در سرساده و یا کام لولـه بسیار زیاد بوده و در اکثر موارد مشکلاتی را در آب‌بندی ایجاد می‌نماید. لذا پیمانکار باید در صورت دریافت مجوز انجام این گونه تعمیرات، نهایت دقت را در اجرای آن معمول دارد.

۲-۳-۷ بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه‌کردن

کلیات و آنچه در خصوص بارگیری، حمل و باراندازی وریسه‌کردن لوله‌ها در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و همچنین فصل لوله‌های چدن نشکن درج شده، در مورد لوله‌های بتن مسلح نیز باید رعایت گردد.

بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه کردن لوله‌ها باید با تجهیزات و وسائل مناسب انجام تا از صدمه به لوله و پوششهای آن اجتناب شود.

۲-۳-۷-۱ بلندکردن و جابجایی لوله

پیمانکار در بلند کردن و جابجایی لوله‌ها باید نکات عمده زیر را رعایت نماید.

- بلندکردن و جابجایی لولـــه‌ها با استفاده مستقیم از جام، چنگک و ماشین‌آلاتی نظیر بیل مکانیکی، لودر، بولدوزر و ماشین‌آلات مشابـــه ممنوع می‌باشد. بـرای این منظور باید از لیفت تراک، سایدبوم، جرثقیل و ماشین‌آلات نظایر آن استفاده گردد.
- در بلنـــد کردن و جابجایـــی لولـــه‌ها و متعلقات، در حالتی که این عمل از دو سر لوله و متعلقات انجام و از قلاب و چنگک[1] استفاده می‌شود، باید توجه نمود که قسمتهای تیز قلاب باعث صدمه به اتصالی لوله و متعلقات و پوشش احتمالی آنها نگردد. در این حالت، قلاب باید توسط صفحات و قطعات لاستیکی پوشانده شود.
- بلنـــد کردن و جابجایی لوله و متعلقات از طریق عبور دادن سیم بکسل، طناب، زنجیر و وسایل مشابه از داخل لوله مجاز نمی‌باشد.
- در حالتی که بلند کردن و جابجایی لوله‌ها از بدنه آن انجـام می‌شود، پیمانکار باید از سیم بکسل[2] و یا تسمه استفاده نماید. در حالت استفاده از سیم بکسل و برای جلوگیری از صدمه بـــه پوشش لوله، در بین محل تماس سیم بکسل با بدنه لوله، باید مصالحی از قبیل چوب، نمد، لاستیک و یا بالشتک نرم و سایر تمهیدات مشابه[3] قرار داده شود. بلند کردن لوله با سیم بکسل بدون این‌گونه مصالح حفاظتی، مجاز نمی‌باشد.
- هر شاخه لوله به تنهایی بلند شود. بلند کردن و جابجایی چند لوله با یکدیگر مجاز نمی‌باشد.

۲-۳-۷-۲ بارگیری، حمل و باراندازی

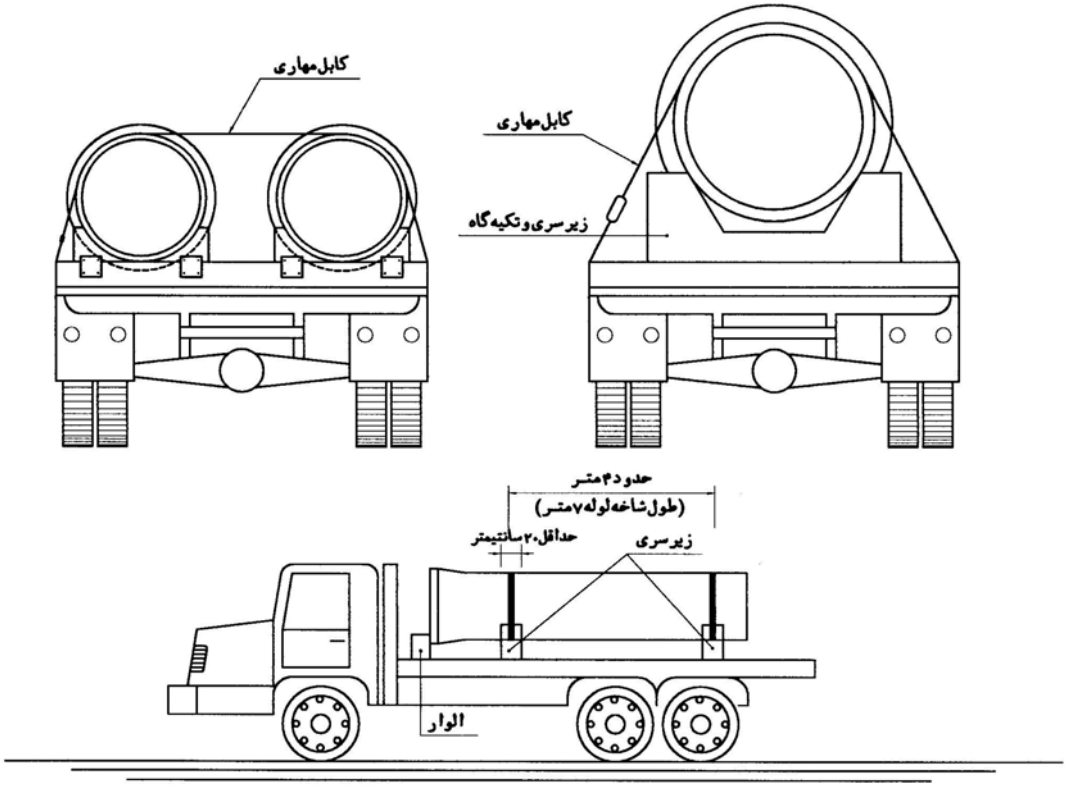
در بارگیری، حمل و باراندازی لوله‌ها، رعایت نکات عمده زیر توسط پیمانکار الزامی‌است.

- بـر روی کف کامیون و یا تریلی، زیرسری و تکیه‌گاه[4] مناسب چوبی و یا ساخته شده از مصالح مشابه دیگر قرار داده شده و مهار شود به نحوی که از جابجایی زیرسری ها در حین حرکت جلوگیری گردد.
- برای هر شاخه لوله حداقل دو عدد زیرسری در نظر گرفته شود.
- زیرسری لوله دارای انحنا باشد به نحوی که جسم لوله در محل تماس با آن، دقیقاً در داخل انحنا قرار گیرد.
- فاصله زیرسری‌ها از هر سر لوله حدود ۲۰ درصد طول شاخه لوله باشد. به عنوان مثال برای یک شاخه لوله به طول ۷ متر و با توجه به شکل ۲-۳-۹ زیرسری‌ها به فاصله حدود ۴ متر از یکدیگر قرار داده شوند.
- عرض زیرسری حداقل ۲۰ سانتیمتر باشد.
- قراردادن لوله‌ها بر روی یکدیگر در حین حمل مجاز نمی‌باشد.
- سرکاسه لوله‌ها به طرف اتاق راننده و در پشت تریلی قرار گیرد.
- در حـــد فاصل ســـرکاسه لوله با اتاق راننده، یک الوار مناسب جهت جلوگیری از حرکت طولی لوله‌ها قرار داده شود.

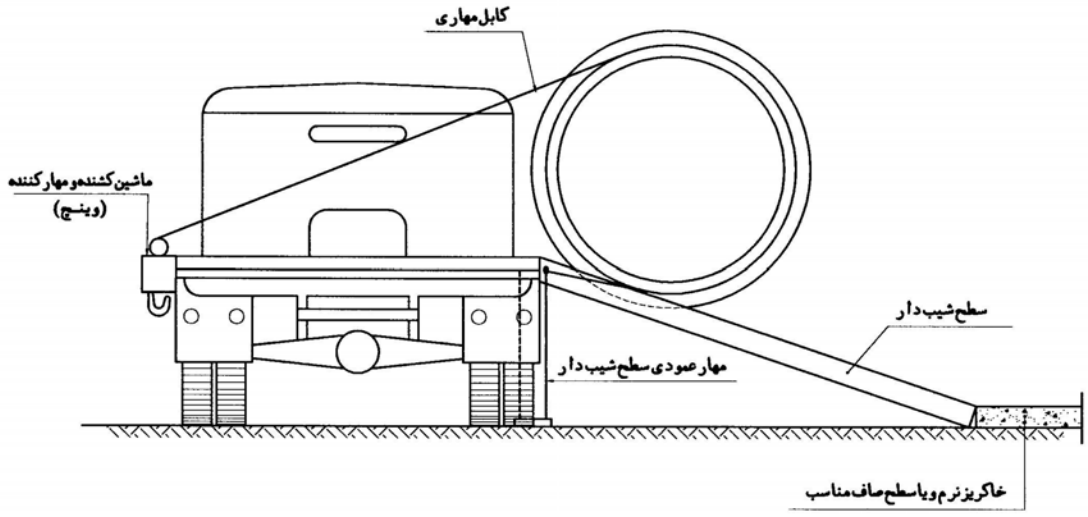
[1] Hook
[2] Wire Rope
[3] Cushon Pad
[4] Supports, Saddle

- لولـــه‌ها در هنگـــام حمل باید با سیم بکسل به ضخامت مناسـب مهار شوند. در محل تماس سیم بکسل با بدنه لوله، چوب، نمد، لاستیک و یا بالشتک قرار داده شود تا ضمن اجتناب از صدمه به پوشش لوله، از جابجایی و حرکت طولی لوله‌ها در حین حرکت جلوگیری گردد.
- در شکل شماره ۲-۳-۹، نحوه استقرار لوله‌ها بر روی تریلی نشان داده شده است.
- در باراندازی لوله‌ها نیز رعایت نکات عمده زیر ضروری است.
- قبل از بازکردن سیم بکسل مهار لوله، از محکم بودن آن و همچنین زیرسری لوله اطمینان حاصل شود.
- انداختن و پرتاب کردن لوله‌ها به هنگام تخلیه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.
- تخلیه لوله‌ها باید توسط جرثقیل و یا لیفت تراک و با رعایت نکات ذکر شده در خصوص جابجایی با استفاده از این ماشین‌آلات انجام شود.
- جابجایـــی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، ریل و روی یکدیگر و یا به هر نحو مشابه مجاز نمی‌باشد و برای این کار باید نکات مندرج در قسمتهای قبلی رعایت گردد.
- تخلیه لوله‌ها با استفاده از یک سطح شیب‌دار همانطور که در شکل ۲-۳-۱۰ نشان داده شده، مجاز می‌باشد. در این حالت در قسمت پائین سطح شیب‌دار باید خاک نرم قرار داده شده و یا سطح مسطح مناسب ایجاد گردد تا از صدمه به لوله جلوگیری به عمل آید.
- در تخلیه لوله از طریق سطح شیب دار، باید از ماشین‌آلات مناسب کشنده و یا تجهیزات مهارکننده[1] استفاده و لوله بر روی سطح شیب دار به صورت مهار و کنترل شده به پائین لغزیده شده و سر داده شود.
- بـــا توجه به وزن لوله‌های بتنـــی تحت فشار، تخلیه آنها با دست و یا مهار آنهـــــا توسط کارگران و بدون به کارگیری ماشین‌آلات مناسب، امکان‌پذیر نبوده و مجاز نمی‌باشد.
- تریلی و یا کامیون قبل از تخلیه باید روی سطح کاملاًصاف متوقف شود.

[1] Winch



شکل ۲-۳-۹ : بارگیری و حمل لوله‌های بتنی تحت فشار



شکل ۲-۳-۱۰ : تخلیه لوله با استفاده از سطح شیب‌دار

۲-۳-۷-۳ ریسه‌کردن لوله‌ها

لوله‌ها باید با توجه به مندرجات عمومی فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و همچنین توجه به موارد زیر در طول مسیر ریسه شوند.

- ریسه نمودن لوله‌ها حتی‌الامکان قبل از حفر ترانشه انجام شود.
- لوله‌ها در طرف مقابل محل پیش‌بینی شده بـــرای دپوی خاک حاصل از گودبرداری ترانشه ریسه شـــوند.

- در صورتی که لوله‌ها قبل از حفاری ریسه می‌گردند، در مسیری قرار گیرند که ترانشه در مجاورت آنها حفاری و خاک حاصل از حفاری در طرف دیگر ریخته می‌شوند.
- لوله‌ها به نحوی ریسه شوند که تمام سرهای کاسه و ساده و یا کام و زبانه در یک جهت باشند. معمولاً سرکاسه و یا سرکام عمود بر جهت جریان آب می‌باشد.
- تکیه‌گاه لوله‌ها در محل ریسه‌کردن باید مانند شرایط هنگام حمل باشد. برای این منظور، در طول مسیر ریسه‌کردن لوله‌ها و به فواصل مناسب و مورد نظر، خاک نرم و یا تکیه‌گاه چوبی ریخته شده و یا قرار داده شود و لوله‌ها روی تکیه‌گاه خاکی و یـــا چوبی قرار گیرند. ارتفـــاع تکیه‌گاه و یا خاک نرم باید به اندازه‌ای باشد که سرکاسه لوله با زمین تماس نداشته باشد.
- بین سرکاسه و سرساده و یا کام و زبانه دو شاخه لوله باید فاصله لازم حدود ۳۰ الی ۵۰ سانتیمتر برای باراندازی و جابجایی لوله و انتقال آن به داخل ترانشه پیش‌بینی گردد. لذا در فواصل معین باید دو شاخه لوله در مجاورت یکدیگر ریسه شوند.
- لوله‌های ریسه شده نباید مانعی برای سایر عملیات اجرایی ایجاد نمایند.

◄ ۲-۳-۸ انبارداری

رعایت نکات مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و موارد مرتبط در فصل مربوط به انبارداری لوله‌های چدن نشکن، در انبارداری لوله‌های بتن مسلح الزامی‌است.

لوله‌های بتن مسلح تحت فشار را با توجه به مقاومت خوب آنها و فشار له‌شدگی[1] زیاد لوله‌ها می‌توان در ردیفهای نسبتاً زیاد روی هم قرار داد و انبار نمود. محدودیت عمده در این خصوص، نحوه دسترسی به لوله‌ها برای جابجایی است. در هر صورت پیمانکار باید لوله‌ها را براساس دستورالعمل کارخانه سازنده و یا مهندس مشاور روی هم قرار داده و انبار نماید. با توجه به وزن سنگین این لوله‌ها و در نتیجه جابجایی آنها توسط جرثقیل و سایدبوم، ارتفاع لوله‌ها بر روی یکدیگر معمولاً تابع امکانات ماشین‌آلات فوق بوده و لوله‌ها مقاومت کافی برای قرار گرفتن در چندین ردیف روی هم را دارند.

در قرار دادن لوله‌ها روی یکدیگر، باید بین هر دو ردیف لوله نیز الوار و یا کیسه‌های خاک، خاک اره، شن و مصالح مناسب دیگر و به فواصل مناسب، همانند آنچه که در خصوص حمل ذکر گردید، قرار داده تا از غلطیدن لوله‌ها و یا تماس آنها با یکدیگر جلوگیری شود. ضخامت الوارها و یا کیسه‌ها باید به نحوی باشد که لوله‌های اولین ردیف در هیچ نقطه روی زمین قرار نگیرد و همچنین لوله‌های واقع در یک ردیف با لوله‌های ردیف دیگـــر در هیچ نقطه‌ای تماس نداشته باشند. لوله‌ها در این حالت باید طوری چیده شوند که سرساده و سرکاسه لوله‌ها در هر ردیف عکس ردیف قبلی قرار گیرد. ضمناً از قرار گرفتن سرکاسه یک لوله روی سرساده لوله ردیف دیگر باید اجتناب شود. کیسه‌های خاک، خاک اره، شن و سایر مصالح باید از جنس پلاستیک مقاوم در مقابل پارگی و پوسیدگی باشند به نحوی که از عدم تخریب آنها در حین انبارداری اطمینان حاصل شود.

واشرهای لاستیکی لوله‌های بتن تحت فشار نیز باید دقیقاً براساس آنچه که در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و همچنین فصل انبارداری لوله‌های چدن نشکن ذکر شد، نگهداری شوند.

---

[1] Three Edge Bearing

۲-۳-۹ بسترسازی لوله

لوله‌های بتن مسلح معمولی با هسته فولادی و یا پیش‌تنیده عموماً مقاومت خوبی در مقابل بارهای خارجی دارند. بدین جهت بسترسازی این لوله‌ها به مراتب ساده تر از سایر لوله‌ها می‌باشد. یک مورد استثنا در این خصوص، لوله‌های بتن مسلح معمولی بدون هسته فولادی و با دو لایه میلگرد می‌باشد که محدودیتهایی در این زمینه دارد.

فشار له شدگی و یا مقاومت سه محوری لوله‌های بتن تحت فشار و خصوصاً لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده به اندازه‌ای است که در عمقهای متعارف نصب لوله‌های خطوط انتقال آب و شبکه‌های توزیع، به یک بسترسازی ساده نیـــــاز دارند. باید توجه داشت که به واسطه وزن زیاد این لوله‌ها، بستر لوله باید کاملاً تحکیم شده باشد.

معمول‌ترین بستر لوله‌های بتن مسلح و پیش‌تنیده فشاری، استفاده از خاک نرم سرندی به ضخامت ۱۰ الی ۲۰ سانتیمتر و یا یک قشر شن شکسته دانه‌بندی شده به ضخامت حدود ۱۵ سانتیمتر می‌باشد که به خوبی متراکم شده و لوله مستقیماً روی آن قرار داده می‌شود.

بستر لوله‌های بتنی فشاری در زمینهای سنگی حداقل ۱۵ سانتیمتر بوده که باید با شن شکسته دانه‌بندی شده به خوبی متراکم شود. حداکثر ابعاد شن شکسته باید حدود ۶ سانتیمتر باشد.

در زمینهای سست و نرم، عمق ترانشه باید حداقل ۳۰ سانتیمتر عمیق‌تر برداشت شده و اضافه برداشت فوق به عنوان پی‌سازی با مصالح مناسب، مثلاً مخلوط رودخانه‌ای، جایگزین و در لایه‌های تعیین شده به خوبی متراکم گردد. بسترسازی لوله باید روی لایه فوق انجام پذیرد. عمق نهایی پی‌سازی زیر لولـه بر اساس مشخصات طرح انجام شود.

در زمینهای بسیار سست و لجنی، مانند اراضی مردابی و باتلاقی، بسترسازی مخصوص مورد لزوم می‌باشد. این بستر می‌تواند از سنگ قلوه، سنگ لاشه، بتن یک پارچه و یا فونداسیون روی شمع باشد که در هر مورد با توجه به جنس زمین در مشخصات طرح تعیین می‌شود.

علاوه بر نکات ذکر شده، انواع تیپ بستر مندرج در بخش لوله‌های آزبست سیمان تحت فشار آب و ضرایب بستر آن، با توجه به فشار له‌شدگی لوله‌های بتن مسلح برای لوله‌های بتنی نیز عیناً مشابه و قابل استفاده است.

مهندس مشاور با توجه به نوع زمین و مسیر خط لوله، نوع بسترسازی را تعیین و در نقشه‌های اجرایی و مشخصات طرح ذکر و درج می‌نماید.

پیمانکار موظف است در بسترسازی لوله‌ها، مشخصات طرح و دستورالعمل‌های مهندس مشاور را دقیقاً رعایت نماید.

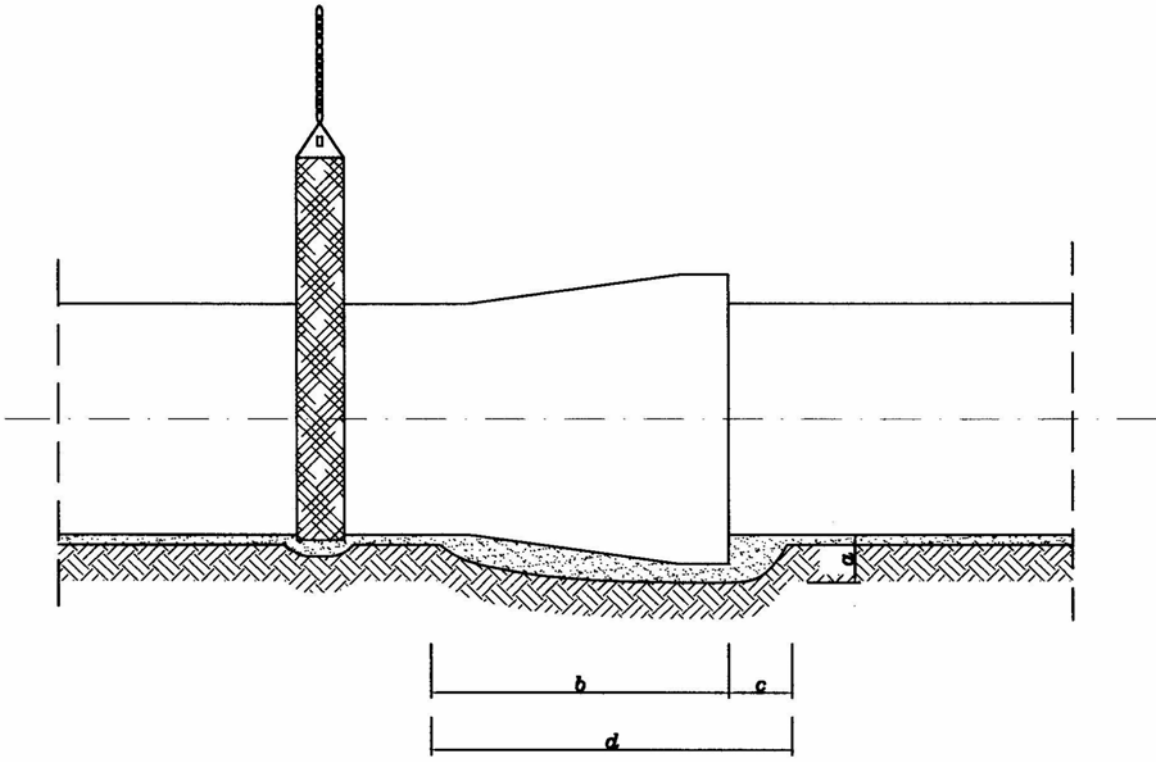
۲-۳-۱۰ بسترسازی محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات

در محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات، عرض و عمق ترانشه باید به اندازه‌ای باشد که برقراری اتصال و گردش ابزار کار به راحتی فراهم گردد و در عین حال در حداقل ممکن ایجاد شود تا بدنه لوله هرچه بیشتر روی بستر قرار گیرد. افزایش عمق ترانشه در این محل ها، به جز در زمینهای سنگی، باید پس از تکمیل بسترسازی صورت پذیرد.

علاوه بر محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات، محلهایی از بستر لوله باید برای باز و خارج نمودن کابل و سیم بکسل که برای انتقال لوله به داخل ترانشه مورد استفاده قــرار می‌گیرند، گودتر شوند. این محلها باید قبلاً به طور دقیق، مشخص و در حداقل مورد نیاز حفر گردند.

در شکل شماره ۲-۳-۱۱، نحوه و ابعاد بسترسازی محل اتصالات برای لوله‌های بتنی پیش‌تنیده با یک سرکاسه و یک سرساده نشان داده شده است. ابعاد دقیق‌تر با توجه به مشخصات لوله توسط کارخانه سازنده، تعیین و یا در مشخصات طرح ذکر می‌گردد.

پیمانکار باید برای خاکبرداری محل اتصالات، دستورالعمل کارخانه سازنده لولـــه و یا مهندس مشاور را به دقت رعایت نماید. همچنین پیمانکار باید قبل از خاکریزی مقدماتی، محلهای اضافه برداشت را دقیقاً پر نموده و متراکم نماید.



DN	a (cm)	b (cm)	c (cm)	d (cm)
600	18	70	15	85
800	18	70	15	85
1000	23	90	20	1.10
1200	23	90	20	1.10
1400	28	1.00	25	1.25
1600	28	1.00	25	1.25

شکل ۲-۳-۱۱ : بسترسازی در محل اتصالات و کابل‌های انتقال لوله

۲-۳-۱۱ انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه

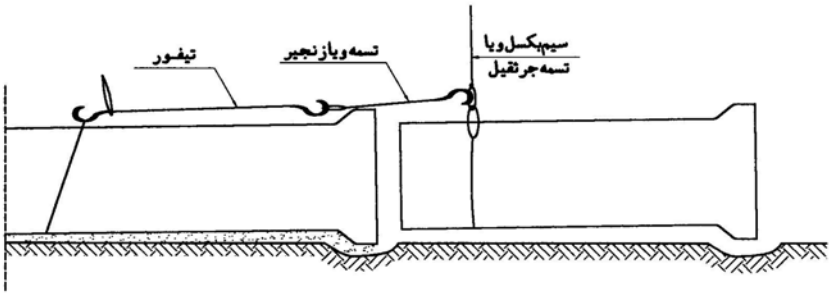
مشخصات و دستورالعمل کلی انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج گردیده است. علاوه بر آن، نکات عمده‌ای که در این خصوص در فصل مربوط برای لوله‌های چدن نشکن ذکر شده، در خصوص لوله‌های بتنی نیز باید رعایت شود. با توجه به سنگین بودن لوله‌های بتنی تحت فشار، انتقال این لوله‌ها به داخل ترانشه باید با جرثقیل و یا سایدبوم انجام شود.

۲-۳-۱۲ برقراری اتصال

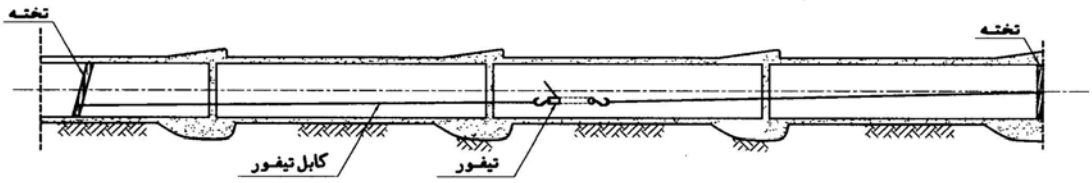
نکات و موارد ذکر شده در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و فصل لوله‌های چدن نشکن از قبیل آماده‌سازی و کنترل لوله، واشر، نوع مواد روان کننده، عوامل کارگاه، رعایت نکات ایمنی و غیره باید در مورد لوله‌های بتنی تحت فشار نیز توسط پیمانکار کاملاً رعایت شود.

علاوه بر آن، وزن زیاد لوله‌های بتنی تحت فشار باعث می‌شود که برای برقراری اتصال، استفاده از جرثقیل و یا سایدبوم و یا ماشین‌آلات مناسب نیز ضروری باشد. بدین نحو که لوله پس از انتقال به داخل ترانشه بر روی بستر قرار نگرفته بلکه لوله با کمک جرثقیل و یا سایدبوم نگهداری و محل اتصال لوله‌ها به یکدیگر نزدیک و اتصال به صورت کاملاً اولیه برقرار می‌شود. سپس لوله از جرثقیل آزاد و اتصال با کمک کابل و قرقره اهرم‌دار (تیفور) کامل می‌گردد. در این وضعیت و با توجه به قطر لوله، کابل تیفور باید به چند شاخه لوله قبلی مهار گردد. قدرت و تعداد مورد نیاز تیفور براساس قطر و وزن لوله‌ها تعیین می‌شود.

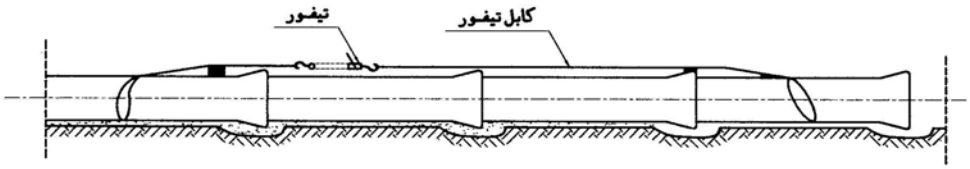
در شکل شماره ۲-۳-۱۲ شمای برقراری و نهایی شدن اتصال به طرق مختلف نشان داده شده است.



برقراری اتصال لوله ها توسط جرثقیل و تیفور



برقراری نهایی اتصال توسط کشش از داخل لوله



برقراری نهایی اتصال توسط کشش از طریق بدنه خارجی لوله

شکل ۲-۳-۱۲ : برقراری و نهایی نمودن اتصال لوله‌های بتن مسلح تحت فشار

۲-۳-۱۳ نصب متعلقات و شیرآلات

متعلقات لوله‌های بتنی تحت فشار تقریباً در تمام موارد از نوع فولادی است. برای این منظور یا از اتصالات ساخته شده فلزی سرساده و سرکاسه و یا لوله مخصوص استفاده می‌شود. نحوه نصب متعلقات و شیرآلات با استفاده از قطعات فلزی سرساده و سرکاسه در اصول مشابه سایر لوله‌های سرساده و سرکاسه مـــانند لوله‌های چدن نشکن است. لذا در اینجا صرفاً نحوه کار با لوله مخصوص توضیح داده می‌شود. برای نصب متعلقات و شیرآلات در خطوط آبرسانی و توزیع آب لوله‌های بتنی تحت فشار با استفاده از لوله‌های

مخصوص روش کلی کار به شرح زیر است. بـــرای این کار، لوله مخصوص در محل حلقه بتنی بـــرش داده شده و سنگ زده می‌شود. سپس متعلقات مورد نظر به آن متصل می‌گردد.

در شکل شماره ۲-۳-۱۳ نحوه کلی عمل نصب متعلقات بر روی لـــولـــه مخصوص نشان داده شـــده است.

مشخصات متعلقات مورد استفاده با لوله مخصوص در دو نوع کلی زیر می‌باشند.

۲-۳-۱۳-۱ نوع اول : متعلقات سرساده

در صورتی که متعلقات مورد نظر در محل اتصال به لوله مخصوص دارای سرساده باشد، سرساده و یک قطعه جدا شده از لوله مخصوص و سرساده متعلقات مورد نظر به صورت موقت، مانند خال جوش، به یکدیگر متصل می‌گردند. سپس با استفاده از یک کمربند فولادی دو سر قطعه لوله مخصوص و متعلقات به یکدیگر جوش داده می‌شوند. بدین ترتیب پخ[1] نمودن کامل دو سرساده لوله مخصوص و متعلقات موردی نخواهد داشت. البته جوش مستقیم دو سرساده لوله مخصوص و متعلقات نیز امکان‌پذیر است که در این حالت دو سرساده باید کاملاً و دقیقاً پخ شوند. در هرصورت، استفاده از کمربند فولادی، حداقل درمورد لوله‌های با قطر بیش از۶۰۰ میلیمتر مطمئن تر بوده و توصیه می‌گردد.

پس از اتمام عملیات برش و جوشکاری، محل اتصال دو قطعه باید از داخل و خارج توسط اندود سیمانی با عیار تعیین شده در طرح و یا دستورالعمل مهندس مشاور پوشش داده شود. برای جلوگیری از بروز ترک و جدا شدن اندود سیمانی داخل لوله، استفاده از یک شبکه میلگرد با قطر ۴ الی ۶ میلیمتر با چشمه‌های حدود ۴ سانتیمتر و یا یک شبکه توری گالوانیزه که توسط میله‌های واسط و خال جوش به بدنه فولادی لوله و متعلقات متصل شده باشند، توصیه می‌گردد. همچنین استفاده از چسب بتن در اختلاط اندود سیمانی توصیه می‌شود.

شایان ذکر است که سر و یا سرهای دیگر متعلقات در این حالت می‌توانند ساده ویا فلنج‌دار باشند. در شکل شماره ۲-۳-۱۳، نصب یک قطعه تبدیل فولادی یک سرساده یک سرفلنج از نوع اول اتصال نشان داده شده است. اصول نصب سایر متعلقات از قبیل سه راهی، چهارراهی و غیره نیز به همین ترتیب است.

۲-۳-۱۳-۲ نوع دوم : متعلقات فلنج‌دار

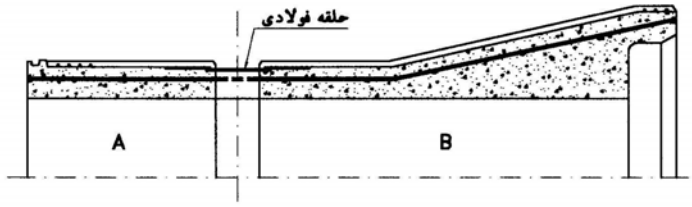
در صورتیکه محل اتصال متعلقات به لوله دارای فلنج باشد، یک عدد فلنج تخت مشابه فلنج متعلقات به سرساده قطعه لوله مخصوص جوش داده می‌شود. پس از اتمام عملیات اتصال فلنج، قسمت فولادی داخلی لوله مخصوص به شرح ذکر شده در نوع اول با اندود سیمان محافظت می‌گردد. پیمانکار باید پس از برقراری و جوش متعلقات و اندود نمودن سطوح داخلی، قسمت فولادی بیرونی قطعه مخصوص را نیز پس از زنگ‌زدائی، توسط مواد مناسب از قبیل نوارهای قیراندود، مواد دارای پایه قیری و مشابه مورد تأیید مهندس مشاور پوشش داده و محافظت نماید.

سر و یا سرهای دیگر متعلقات در نوع دوم نیز می‌توانند ساده و یا فلنج‌دار باشند.

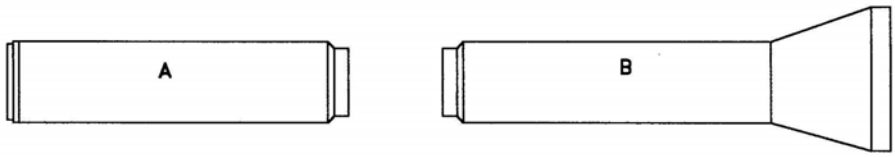
در شکـل شـــماره ۲-۳-۱۳ یک قطعه لـــولـــه مخصوص که به ترتیب فوق فلنج‌دار گردیده نشان داده شـــده است.

---

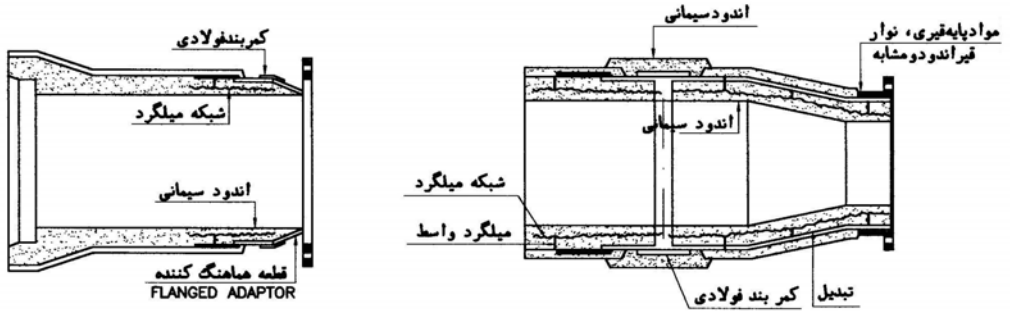
[1] Bevell



۱- لوله مخصوص با حلقه فولادی



۲- برش لوله مخصوص در محل حلقه لوله فولادی



۳- نوع اول: اتصال متعلقات سر ساده ۴- نوع دوم : اتصال متعلقات فلنج دار

شکل ۲-۳-۱۳ : نصب متعلقات و شیرآلات به لوله‌های بتنی

◄ ۲-۳-۱۴ اتصال به سایر لوله‌ها

اتصال لوله‌های بتنی تحت فشار به سایر لوله‌های با جنس متفاوت به راحتی و از طریق لوله مخصوص انجام می‌شود. در این حالت نیز مانند اتصال متعلقات عمل شده و سرساده و یا فلنج‌دار قطعه لوله مخصوص به سرساده و یا فلنج‌دار لوله دیگر متصل می‌گردد.

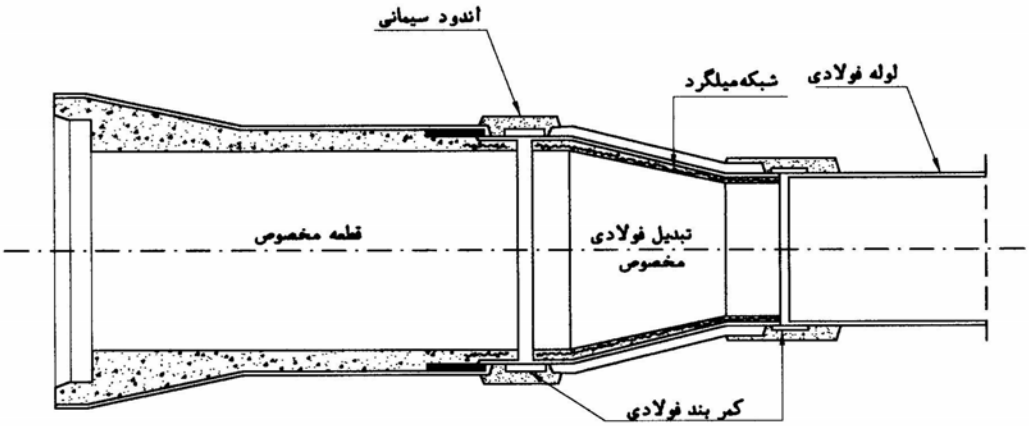
در شکل شماره ۲-۳-۱۴ اصول اتصال یک لوله بتنی تحت فشار به یک لوله فولادی جوشی با قطر کوچکتر و به یک لوله چدن نشکن با قطر مساوی نشان داده شده است. متذکر می‌شود که قطر خارجی لوله‌های با جنس متفاوت می‌توانند با یکدیگر متفاوت باشند. این موضوع خصوصاً در مورد لوله‌های بتنی وجود داشته و قطر حلقه فولادی لوله‌های مخصوص در هر صورت و حتی در حالتی که قطر اسمی لوله با جنس دیگر مساوی قطر اسمی لوله بتنی باشد، بزرگتر از قطر لوله متصل شونده است. لذا برای اتصال

لوله‌های بتنی تحت فشار به سایر لوله‌ها، همیشه نیاز به یک قطعه هماهنگ‌کننده[1] شامل یک قطعه تبدیل مخصوص می‌باشد که برحسب نیاز به صورت دو سرساده و یا یک سرساده و یک سر فلنج ساخته می‌شود.

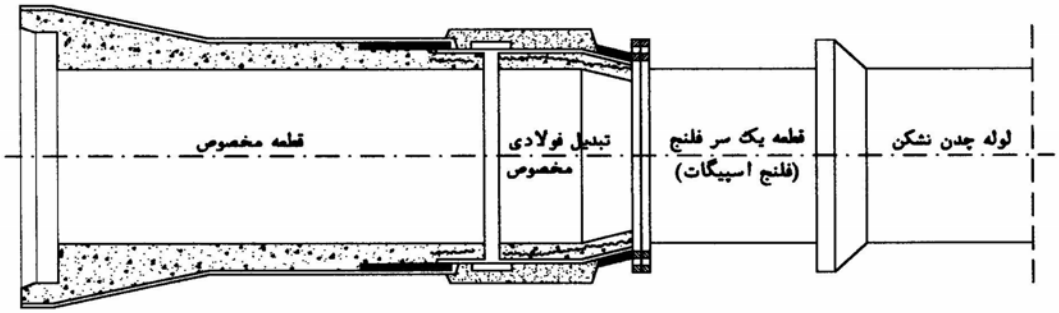
اصول اتصال لوله بتنی تحت فشار به سایر لوله‌ها با اتصال جوشی و یا فلنجی با اقطار مختلف مانند شکل شماره ۲-۳-۱۴ و با استفاده از قطعات رابط مختلف مربوط به هر لوله می‌باشد.

پیمانکار در انجام عملیات اتصال لوله‌های بتنی به سایر لوله‌ها باید مشخصات طرح و دستورالعمل‌های مهندس مشاور را به دقت رعایت نماید به نحوی که اتصال دو لوله به یکدیگر کاملاً آب‌بند نبوده و تمام موارد فنی مورد نظر در آن رعایت شده باشد.

[1] Adaptor



الف : اتصال به لوله با قطر کوچکتر-اتصال جوشی



ب : اتصال به لوله با قطر مساوی - اتصال فلنجی

شکل ۲-۳-۱۴ : اصول اتصال لوله‌های بتنی تحت فشار به سایر لوله‌ها

◄ ۲-۳-۱۵ لوله‌گذاری در قوس

با توجه به نوع اتصال لوله‌های بتنی تحت فشار، ایجاد قوس توسط انحراف هر شاخـه از این لوله‌ها نسبت به یکدیگر امکان‌پذیر است. از نظر اصول انجام کار و ایجاد قوس با استفاده از زاویه انحراف مجاز برای لوله‌های بتنی تحت فشار همانند لوله‌های چدن

نشکن می‌باشد. لذا پیمانکار باید ضمن رعایت نکات ذکر شده در این باره در فصل لوله‌های چدن نشکن آبرسانی، حداکثر انحراف مجاز لوله‌ها را با توجه به مشخصات اعلام شده توسط سازنده و دستورالعمل‌های مهندس مشاور رعایت نمـــاید.

◄ ۲-۳-۱۶ لوله‌گذاری در شیب

لوله‌گذاری در شیب ایجاب می‌نماید که لوله‌ها به صورت موقت و یـــا دائم در مقابل لغزش مهار شوند. مهار موقت تا زمانی لازم است که خاکریز نهایی لوله انجام نشده باشد، ولی مهار دائم حتی پس از خاکریز نهایی ضروری می‌باشد.

۲-۳-۱۶-۱ جهت لوله‌گذاری در شیب

نصب لوله در شیب باید از پائین شیب شروع شود. این امر خصوصاً در مواقعی که شیب از ۱۰ درصد تجاوز می‌نماید، کاملاً ضروری است. جهت لوله‌گذاری در شیب باید به نحوی باشد که کاسه و یا کام لوله رو به بالا باشد به نحوی که سرساده و یا زبانه لوله در داخل آن و در جهت رو به پائین شیب نصب شوند. البته در صورت ضرورت، عکس این عمل نیز می‌تواند با رعایت نکات ایمنی مندرج در مشخصات طرح و مهار کامل لوله‌ها انجام شود.

۲-۳-۱۶-۲ مهار موقت لوله در شیب

در صورتی که شیب لوله‌گذاری بین ۱۰ الی ۱۵ درصد باشد، لوله‌ها باید به صورت موقت مهار شوند تا از لغزش آنها جلوگیری گردد. مهار لوله‌ها در زمینهای غیرچسبنده که احتمال سرخوردن لوله وجود دارد، حتی در شیبهای کمتر از ده درصد می‌تواند ضروری باشد. پیمانکار موظف است با رعایت دستورالعمل های سازنده لوله و مهندس مشاور، از لغزش لوله‌ها در هر شیب جلوگیری نماید.

مهـــــار موقت لوله‌ها تا زمان خاکریز نهایی مورد لـــــزوم است ولی با توجه به نوع مهاری، معمولاً مهاری های موقت، حتی پـــس از خاکریز نهایی نیز در محل خود، بـــاقی مانده و امکان خارج کردن آنها وجـــــود نـــدارد.

مهاری‌های موقت می‌تواند به صورت بتن زیرسری[1] در فواصل معین، مهار توسط زنجیر و سیم بکسل و نظایر آن باشد.

در هر صورت ضروری است که بسترسازی لوله در شیب از شن شکسته دانه‌بندی شده با ابعاد ذکر شده در بخش ۲-۳-۹ این فصل باشد تا در جهت جلوگیری از لغزش و سرخوردن لوله کمک نماید.

۲-۳-۱۶-۳ مهار دائم در شیب

در صورتی که شیب لوله‌گذاری بیش از ۱۵ درصد باشد، لوله‌ها باید به صورت دائم مهـــار گردند. مهار دائم لوله‌ها در شیب توسط بلوکهای بتنی انجام می‌شود. اصول محاسبه ابعاد بلوکهای بتنی در فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن توضیح داده شده است.

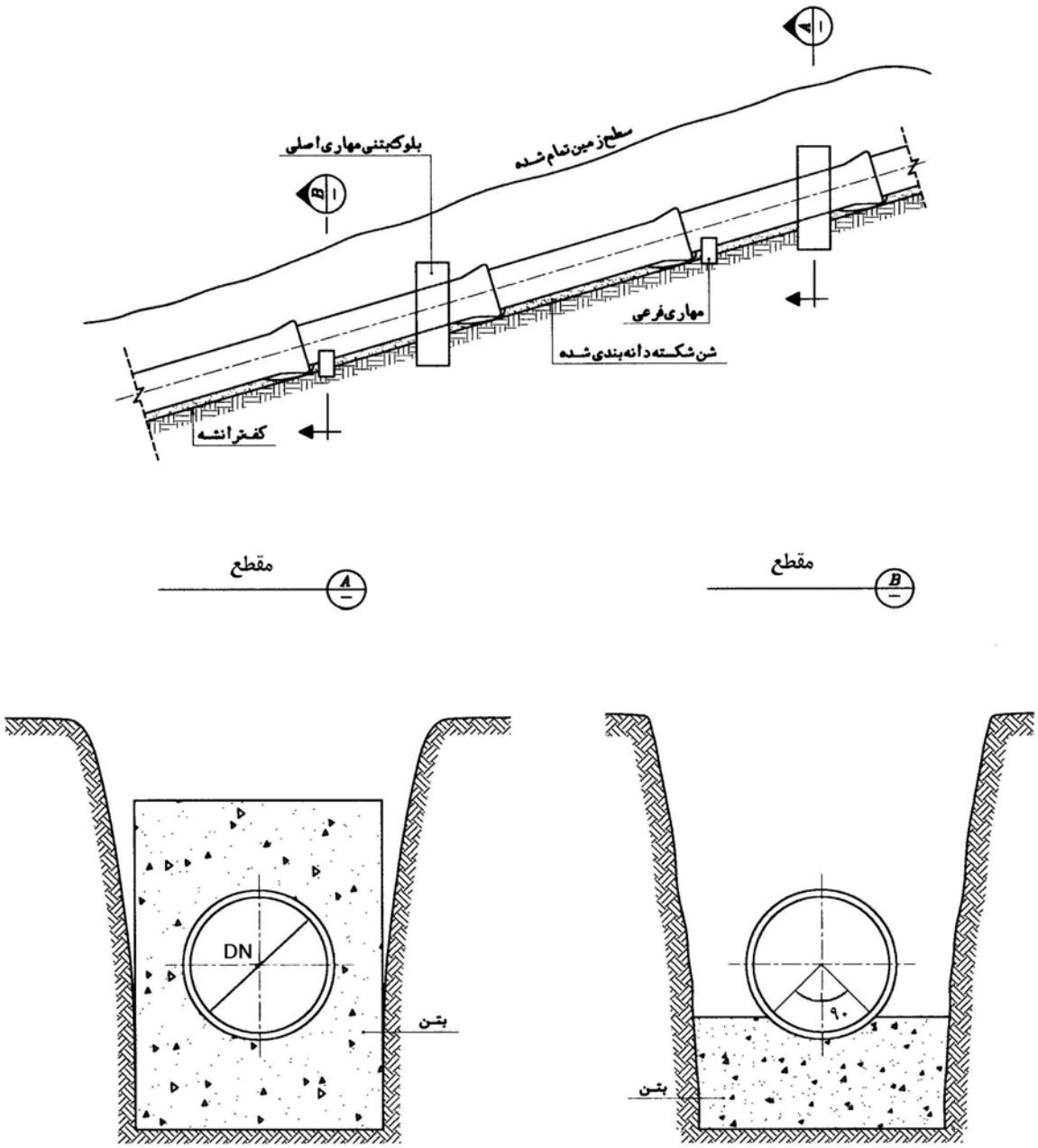
مهار دائم لوله‌های بتنی با قطر بیش از ۸۰۰ میلیمتر باید در دو نقطه از هر شاخه لوله‌انجام شود که یکی مهاری اصلی و دیگری مهاری فرعی است. مهاری اصلی شامل بلوکهای بتنی است که قسمتی از لوله را در بر می‌گیرد که ابعاد آن براساس روابط ذکر شده در فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن محاسبه می‌گردد و نزدیک سرکاسه و یا کام لوله نصب می‌شود. مهاری‌های فرعی در حقیقت یک زیرسری بتنی است که لوله با زاویه ۹۰ درجه روی آن قرار می‌گیرد و نزدیک سرساده و یا زبانه لوله نصب می‌گردد.

---

[1] Saddle

فـــاصله محور مهاری‌های اصلی و فرعی از یکدیگر معادل حدود ۶۰ درصد طول هر شاخه لوله می‌باشد که برای یک شاخه لوله به طول ۷ متر حدود ۴ متر است. بنابراین فاصله محور مهاری های اصلی و فرعی از هـــر سرلوله معادل حدود ۲۰ درصد طول شاخه لـــوله است. این فواصل دقیقاً مشابه محل قرارگیری زیر سری‌های لوله در زمان حمل می‌باشد.

در شکل شماره ۲-۳-۱۵ نحوه مهار لوله‌های مدفون در شیبهای بیش از ۱۵ درصد صرفاً به عنوان راهنما نشان داده شده است. نحوه مهار نمودن لوله‌ها در شیب توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح مشخص می‌گردد.



شکل ۲-۳-۱۵ : کارگذاری و مهار لوله‌های بتنی تحت فشار در شیب

۲-۳-۱۷ محدوده لقی و یا کشیدگی و انحراف دو لوله

لوله‌های بتن مسلح تحت فشار و اصولاً تمام لوله‌هایی که اتصال انعطاف پذیر دارند، دارای محدوده لقی و یا کشیدگی می‌باشند که توسط سازنده لوله تعیین و معمولاً از چند میلیمتر تجاوز نمی‌نماید. این حد که فاصله انتهای سرساده و یا زبانه با انتهای کاسه و یا کام لوله می‌باشد، به هر شاخه لوله اجازه می‌دهد که نسبت به شاخه بعدی تا حدودی منحرف و یا کشیده شده و بدین ترتیب امکان ایجاد قوس و یا نشست جزئی در خط لوله فراهم شود. حد لقی و انحراف لوله معمولاً توسط سازندگان لوله تعیین می‌شود. بدین ترتیب که سازنده لوله‌ها با علائمی‌در محیط سرساده لوله که می‌تواند یک خط محیطی و یا علائمی با فواصل معین باشد، مقدار فرو رفتگی دو لوله درون یکدیگر را تعیین می‌نماید که بدین وسیله حد لقی حفظ می‌شود.

پیمانکار موظف است لوله‌ها را تا حدود مقدار فرورفتگی تعیین شده نصب و اتصال را برقرار نماید. هرگونه ایجاد قوس در خط لوله پس از این مرحله انجام می‌شود. در هر صورت، رعایت مقدار فرورفتگی لوله‌ها درون یکدیگر و بدون توجه به ایجاد قوس ضروری است.

۲-۳-۱۸ لوله‌گذاری روی زمین (غیر دفنی)

هر چند که این مشخصات فنی، نصب لوله‌های مدفون توسط ترانشه باز را مورد بحث قرار می‌دهد، ولی در اینجا چند نکته در خصوص لوله‌گذاری روی زمین ذکر می‌گردد. مشخصات دقیق‌تر در این خصوص توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح درج می‌شود.

مهار هر شاخه لوله در مواقعی که بخشی از خط لوله به دلایلی بر روی زمین نصب می‌گردد ضروری است. بدین لحاظ در زمینهای معمولی، زیر هر شاخه لوله بالشتک و یا زیرسری بتنی به فواصل ذکر شده در قبل در خصوص مهار لوله‌ها قرار داده می‌شود. این زیرسری‌ها روی یک بستر بتنی قرار می‌گیرند.

در صورتی که لوله‌گذاری روی زمین برای عبور از زمینهای سست، لجنی و نظایر آن باشد، زیرسری لوله به صورت یکپارچه ساخته شده به نحوی که دو طرف اتصالی روی آن قرار گیرد و تمام زیرسری روی شمع ساخته می‌شود.

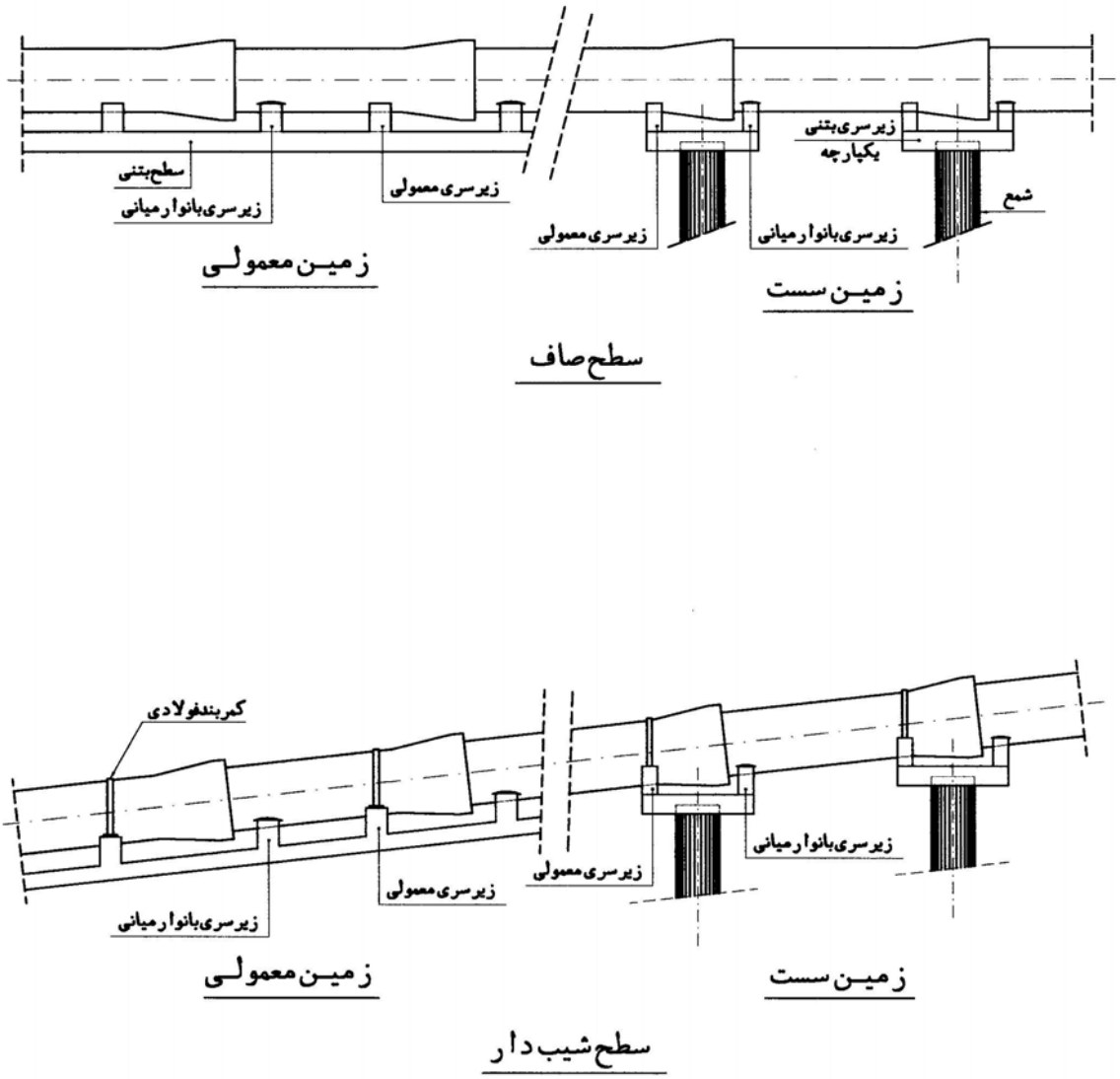
در صورتی که لوله‌گذاری روی زمین شیب‌دار باشد نیز به همین ترتیب عمل شده و فقط لوله‌های در محل زیرسری نزدیک به سرکاسه و یا سرکام لوله توسط کمربند فولادی نیز مهار می‌گردند.

در شکل شماره ۲-۳-۱۶، نحوه قرارگیری و مهار لوله‌ها در موارد ذکر شده نشان داده شده است. توصیه می‌شود که کمربند فولادی حتی برای لوله‌گذاری در سطح صاف نیز استفاده گردد تا لوله‌های نصب شده بر روی زمین در همه حال مهار شده باشند.

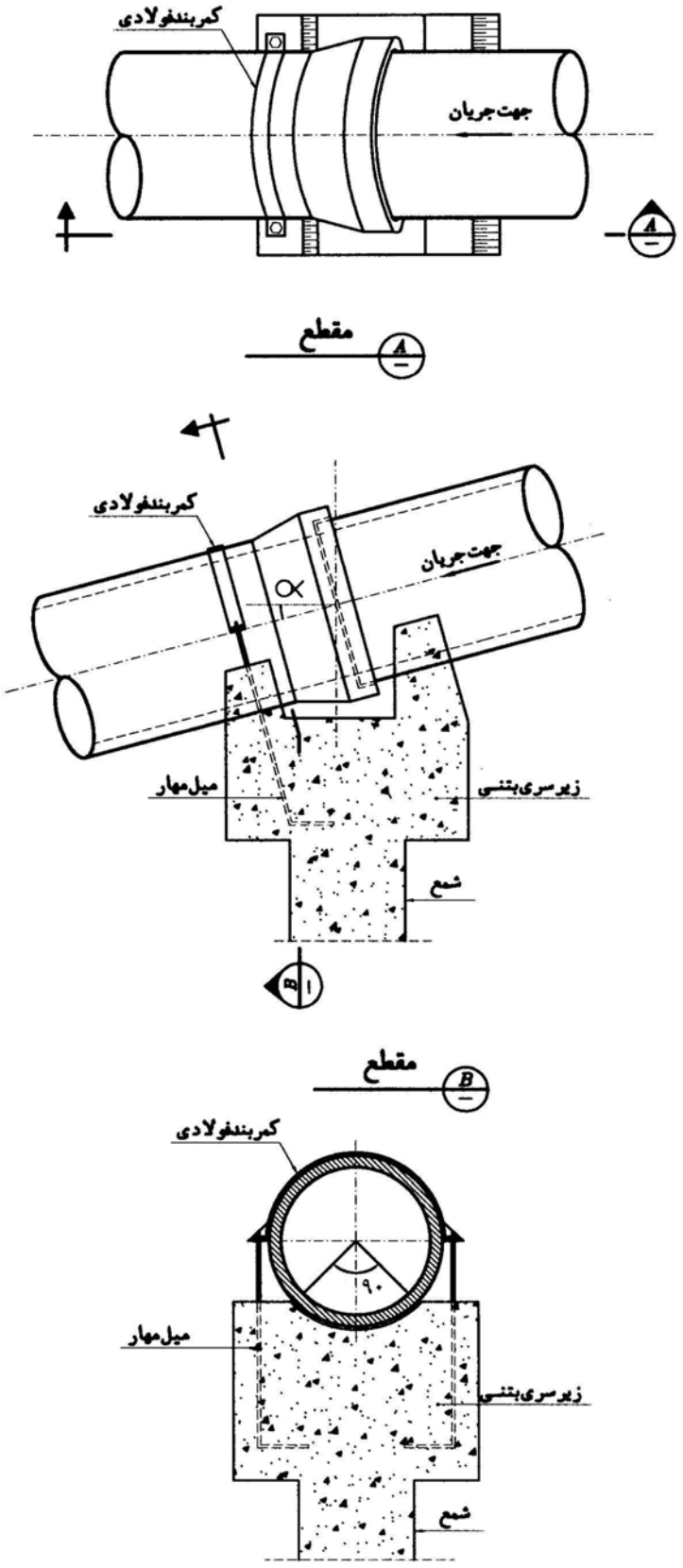
در شکل شماره ۲-۳-۱۷ شکل کلی زیرسری بتنی یکپارچه برای سطح شیب‌دار نشان داده شده است. به منظور فراهم شدن امکان حرکتهای جزیی و لغزندگی لوله، ضروری است که در حد فاصل زیرسری نزدیک به سرساده لوله و جسم لوله، ورقه‌های انعطاف‌پذیر، مانند نئوپرن قرار داده شود.

در صورت استفاده از زیرسری یکپارچه برای نصب لوله روی زمین معمولی، ابعاد زیرسری و عمق آن در زیر خاک باید با توجه به ضرائب مربوط محاسبه گردد.

پیمانکار باید در ساخت زیرسری و مهار لوله‌ها، مشخصات نقشه‌های اجرایی و دستورالعملهای مهندس مشاور را دقیقاً رعایت نموده و قبل از احداث زیرسریها و شمع ریزی و یا شمع‌کوبی، محل دقیق آنها را بر روی زمین مشخص و علامت‌گذاری نماید.



شکل ۲-۳-۱۶ : لوله‌گذاری روی زمین



شکل ۲-۳-۱۷ : زیرسری بتنی یکپارچه

۲-۳-۱۹ عبورهای عرضی

در نصب خطوط انتقال معمولاً عبورهای متعدد عرضی اجتناب‌ناپذیر است. متداول‌ترین قطع و عبور عرضی به شرح زیر است.

۲-۳-۱۹-۱ عبور از جاده‌ها

خطوط انتقال آب در بسیاری مواقع و در مسیر خود باید جاده‌هایی را که در موازات خط لوله نمی‌باشند قطع نموده و عبور نمایند.

معمولا" قطع عرضی جاده‌ها با لوله‌های بتن مسلح به صورت ترانشه باز انجام می‌شود که با توجه به دستورالعملهای مراجع ذیربط در خصوص نحوه قطع عرضی و رعایت مسائل ایمنی، انجام می‌شود.

علاوه بر مسائل ایمنی مربوط به قطع عرضی جاده‌ها، لوله‌های نصب شده زیر جاده باید در مقابل ضربات وارده نیز محافظت گردند.

معمول‌ترین روش جلوگیری از انتقال نیرو و ضربات به لوله‌ها، استفاده از قطعات پیش‌ساخته بتنی در ترانشه و بالای لوله می‌باشد. در برخی مواقع، از غلافهای بتنی نیز برای این منظور استفاده می‌گردد.

در شکل ۲-۳-۱۸، مشخصات کلی و عمومی نحوه عبور عرضی از زیر جاده با ترانشه باز به عنوان راهنما نشان داده شده است. مشخصات نهایی و نحوه قطع عرضی جاده در مشخصات طرح تعیین می‌گردد.

در حالتی که عبور عرضی از جاده بدون ترانشه باز انجام پذیرد، لوله در داخل غلاف[1] فلزی و یا بتنی و یا کانال سرپوشیده[2] که قبلاً زیر جاده نصب و یا ساخته شده است قرار داده می‌شود. اطراف لوله نیز در صورت لزوم، بتن تزریق می‌گردد.

۲-۳-۱۹-۲ عبور از رودخانه‌ها

عبور از رودخانه‌ها یا به صورت روگذر و یا زیرگذر انجام می‌شود.

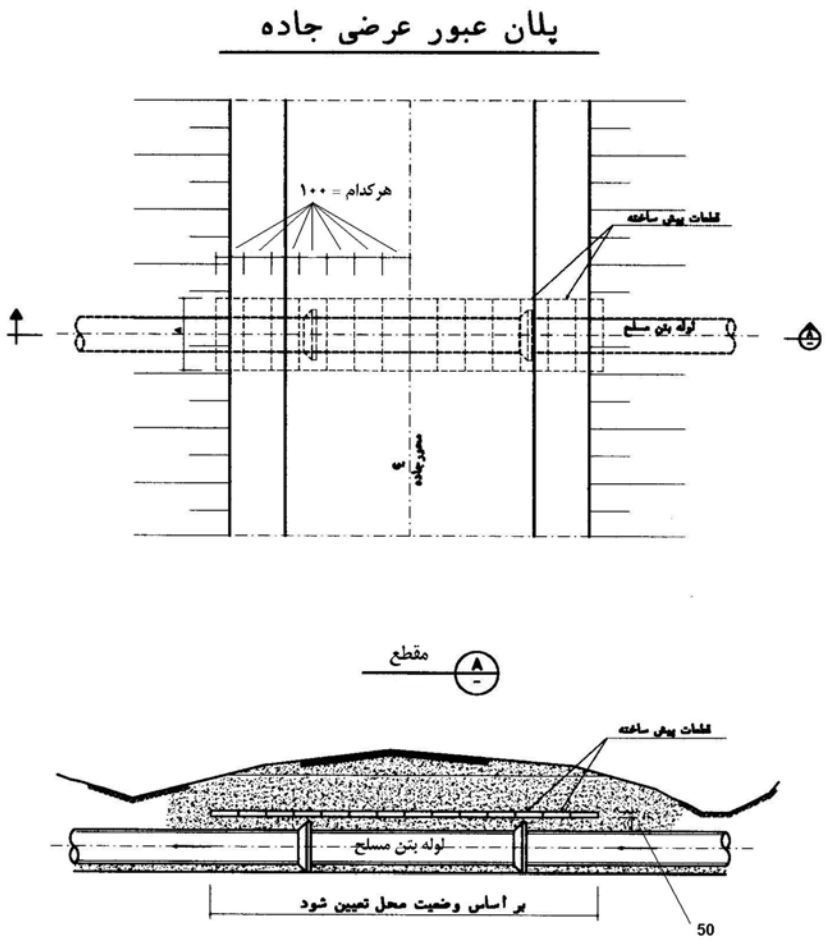
در حالت عبور روگذر معمولاً از لوله فولادی استفاده می‌گردد که در صورت لزوم بر روی شمع قرار داده می‌شوند.

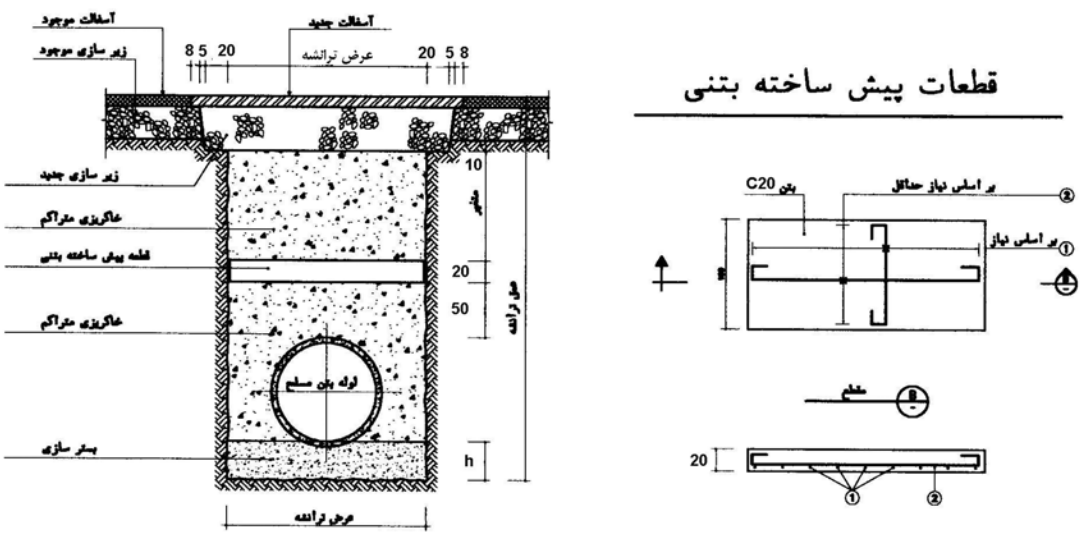
در حالت عبور زیرگذر نیز هم از لوله‌های بتنی و هم فولادی استفاده می‌گردد. در هر دو صورت، لوله‌ها در غلاف بتنی قرار داده می‌شوند.

جزئیات بیشتر در مورد نحوه عبور از رودخانه‌ها در مشخصات طرح تعیین می‌گردد.

---

[1] Casing
[2] Box Culvert





شکل ۲-۳-۱۸ : جزئیات تیپ قطع عرضی جاده

۲-۳-۲۰ انشعاب از لوله‌های بتنی تحت فشار

انشعاب از جسم لوله‌ها در خطوط لولـــه بتنی تحت فشار معمـول نبوده و بسیار به نـــدرت، آن هم در خصوص لوله‌های بتنی مسلح معمولی انجام می‌شود. انشعاب از لوله‌های بتنی پیش‌تنیده باعث گسیختگی فولاد و از بین رفتن پیش‌تنیدگی می‌گردد.

در صورتی که انشعاب از یـــک خط لوله بتنی تحت فشار ضرورت پیدا نماید، این عمل توسط سه‌راهی‌های فولادی یا یک لوله مخصوص سه پارچه انجام می‌شود. بدین ترتیب که یک شاخه لوله مخصوص سه پارچه را در محل حلقه‌های فولادی برش داده و بخش میانی آن را با لوله فولادی، سه‌راهی و قطعات مشابه جایگزین نموده و انشعاب برقرار می‌گردد. بدین ترتیب، یک شاخه از لوله‌های خط لوله تخریب و خارج شده و توسط دو قطعه جدا شده از لوله مخصوص سه پارچه و قطعه فولادی اتصال، جایگزین می‌شود.

با توجه به مراتب فوق، برای نصب انشعاب بر روی خطوط لوله بتن تحت فشار، قطع جریان در آن ضروری است.

نحوه عملیات از قبیل برش، جوشکاری، اندود و محافظت، مانند نصب متعلقات می‌باشد.

۲-۳-۲۱ تعویض لوله

در صورتی که در حین بهره‌برداری و یا آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله نیاز به تعویض یک شاخه لوله باشد، از لوله مخصوص دو پارچه استفاده می‌شود. نحوه کار در شکل شماره ۲-۳-۱۹ نشان داده شده است.

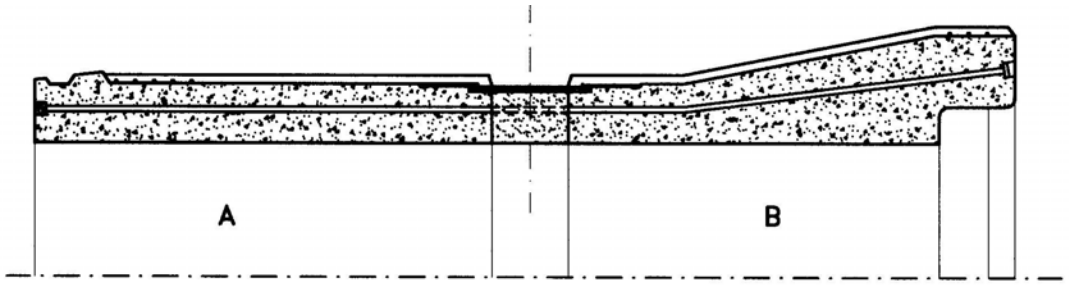
مراحل کار پس از خارج کردن لوله صدمه دیده، به شرح زیر است.

۱- حلقه فولادی لوله مخصوص در دو محل برش داده شده و حلقه اضافی خارج می‌گردد.

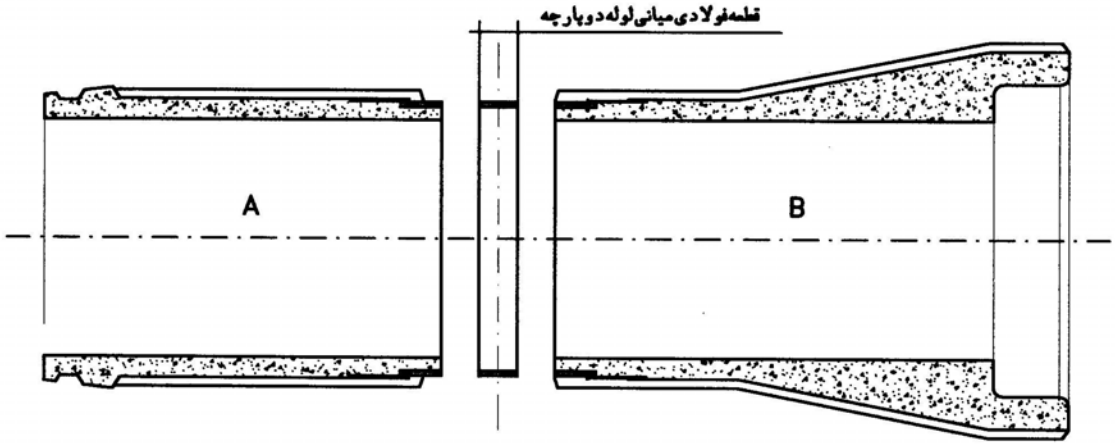
۲- دو قطعه لوله به دست آمده از لوله مخصوص، جایگزین لوله صدمه دیده می‌شود.

۳- دو قطعه لوله مخصوص مجدداً توسط کمربند فولادی به یکدیگر جوش شده و توسط اندود ماسه سیمان از داخل و خارج محافظت می‌گردد.

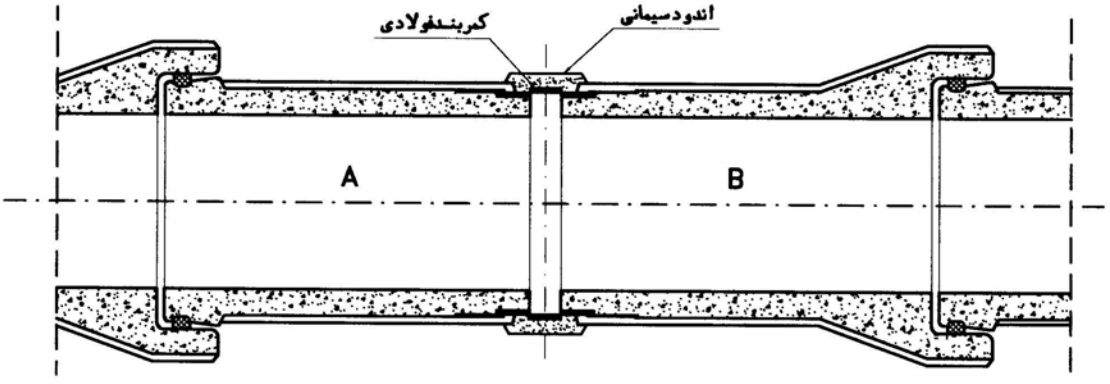
متذکر می‌شود که در حالت استفاده از قطعات فولادی سرکاسه و سرساده، روش مزبور متفاوت بوده و از قطعات مخصوص سرساده و سرکاسه استفاده می‌شود.



لوله مخصوص دو پارچه



برش لوله دو پارچه در دو محل و خارج نمودن حلقه اضافی میانی



جایگزینی قطعات لوله مخصوص و برقراری اتصال و نصب لوله

شکل ۲-۳-۱۹ : تعویض لوله بتن مسلح

۲-۳-۲۲ حوضچه شیرآلات

رعایت اصول و نکات ذکر شده در خصوص حوضچه شیرآلات در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری، در مورد لوله‌های بتنی تحت فشار نیز الزامی است.

۲-۳-۲۳ تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها

اصول کلی و مقدار نیرو و مشخصات کلی پشت‌بندها و تکیه‌گاه‌ها در فصل لوله‌های چدن نشکن درج شده که در مورد انواع لوله‌ها و از جمله لوله‌های بتن مسلح تحت فشار نیز صدق می‌نماید.

۲-۳-۲۴ شناورشدن لوله‌ها

در صورت بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی و یا ورود آبهای سطحی به ترانشه، لوله‌ها به راحتی شناور شده و یا تغییر مکان می‌دهند. میزان و روابط محاسبه نیروی شناورسازی لوله‌ها در فصل لوله‌های چدن نشکن درج شده است. پیمانکار باید کلیه تمهیدات لازم را برای جلوگیری از ورود آبهای سطحی به ترانشه و همچنین تخلیه آبهای زیرزمینی و مهار لوله به منظور جلوگیری از شناور شدن لوله‌ها به عمل آورد.

۲-۳-۲۵ خاکریزی مقدماتی

خاکریزی مقدماتی در اصول براساس مشخصات طرح و ضوابط مندرج در بخش « نکات مشترک لوله‌گذاری» انجام می‌شود.

خاک مصرفی برای خاکریزی لوله‌های بتنی تحت فشار باید عاری از قلوه و پاره سنگ، خاک یخ زده، مواد گیاهی وآلی، زباله و خاکهای پوسیده، خاکستر، ذغال و سایر مصالح نامناسب مشابه باشد. در این خاک نباید مصالح با قطر بیش از ۷۵ میلیمتر وجود داشته باشد.

پیمانکار باید خاکریزی مقدماتی در هر قسمت را براساس مشخصات بسترسازی تعیین شده در نقشه‌ها و مدارک اجرایی و دستورات مهندس مشاور انجام دهد.

با توجه به این که آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله قبل از خاکریزی نهایی انجام می‌شود، خاکریزی مقدماتی جسم و بدنه لوله باید به نحوی انجام شود که محل اتصالات و متعلقات برای کنترل هرگونه نشت قابل رؤیت باشند. بنابراین، خاکریزی مقدماتی این محلها پس از اتمام آزمایشها باید به نحوی انجام پذیرد که با خاکریزی مقدماتی قبلی روی جسم و بدنه لوله به صورت همگن باشد.

خاکریزی مقدماتی لوله باید در محیط خشک انجام و هر گونه آبهای سطحی و ورودی به ترانشه قبلاً خارج شده باشد.

خاکریزی مقدماتی براساس مشخصات بسترسازی تا ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله انجام می‌پذیرد، مگر اینکه در مشخصات طرح و یا دستور مهندس مشاور مقادیر متفاوتی ذکر شده باشد.

۲-۳-۲۶ آزمایش هیدرواستاتیکی، سراسری و ضدعفونی نمودن خطوط لوله بتن مسلح تحت فشار

موارد مهم و مشترک آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله از نظر آماده‌سازی خط لوله، مشخصات آب مصرفی، ضد عفونی نمودن خطوط و آزمایش سراسری و شستشو و غیره در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده است. پیمانکار باید ضمن رعایت نکات مندرج در فصل ذکر شده، موارد زیر را برای آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله بتن مسلح نیز رعایت نماید.

- مقـدار خاکریـزی مقدماتی باید به اندازه‌ای باشد که از بلند شدن لوله‌ها در حین پر کردن خط لوله از آب و یا افزایش فشار جلوگیری نماید. همانطور که در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده، حداقل مقدار خاکریزی روی بدنه لوله ۳۰ سانتیمتر می‌باشد. در صورتی که با توجه به مشخصات و ضرورتهای اجرایی، خاکریزی مقدماتی و نهایی باید بلافاصله پس از نصب لوله‌ها انجام شود، روسازی نهایی مسیر نباید قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیکی خط کامل و نهایی گردد.
- آزمایش هیدرواستاتیکی نباید زودتر از ۳۶ ساعت پس از بتن‌ریزی آخرین پشت بند خط لـولـه (در صورت استفاده از سیمان زودگیر) و یا ۷ روز (در صورت استفاده از سیمان پرتلند) انجام پذیرد.
- قبل از شروع آزمایش، خط لوله باید به مدت تعیین شده پر از آب شده تا بتن اشباع و هوای آن کاملاً خارج شود. پیمانکار باید در طی این مدت، کلیه اتصالیها و متعلقات و محلهای باز لوله را بازدید نموده و در صورت مشاهـده هر گونه خرابی در مصالح و یا نشت آب و قبل از شروع آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله، نسبت به رفع آنها اقدام و مجدداً خط لوله را برای مدت ذکر شده پر از آب کرده و کاملاًهواگیری نماید.
- نتیجه ازمایش لوله‌های بتن مسلح، نظیر لوله‌های آزبست سیمان و اصولاً کلیه لوله‌های دارای پایه سیمان که دارای آبخوری می‌باشند، توسط اندازه‌گیری مقدار آب اضافی تزریق شده به خط لوله طی مدت آزمایش تعیین می‌شود.
- پیمانکار صرفنظر از نتیجه ازمایش، تمام نشتهای مشاهده شده در طی مدت آزمایش را باید مرمت و رفع نماید تا نتیجه آزمایش مورد تأیید قرار گیرد.
- پر کردن خط باید به آهستگی انجام شود. آبگیری و پر کردن خط باید به نحوی باشد که سرعت حرکت آب در خط از ۰/۶ متر (۶۰ سانتیمتر) در ثانیه تجاوز ننماید. متذکر می‌شود که آبگیری سریع خط می‌تواند باعث بروز ترک و صدمه در خط لوله، خصوصاً در هوای گرم شود.
- طول قطعات مورد آزمایش باید بین ۵۰۰ الی ۱۵۰۰ متر باشد.
- خیس شدن و عرق کردن سطح خارجی لوله‌ها در حین آزمایش معمول بوده و به منزله مشکلات آزمایش نیست.
- در شکل شماره ۲-۳-۲۰ یک روش مهار درپوشها و آزمایش هیدرواستاتیکی با تجهیزات قابل انتقال و مصـرف مجدد در سایر قطعات، صرفاً برای راهنمائی ارائه گردیده است. روش نهایی مهار لوله‌ها و درپوشها برای آزمایش براساس دستورالعمل مهندس مشاور و یا پیشنهاد پیمانکار و تأیید مهندس مشاور می‌باشد.
- برای آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله بتن مسلح تحت فشار، استانداردهای معتبر مختلف از جمـله AWWA , DIN , BS , ISO روشهای متفاوتی را ارائه نموده‌اند که ذیـلاً دو روش آن شـرح داده می‌شود. در صورتی که روشهای دیگری در مشخصات طرح ارائه گردیده، پیمانکار ملـزم به رعایت آنهـا می‌باشد. همچنین پیمانکار می‌تواند استاندارد و روش دیگری به جز آنچه در این جا ذکر شده را برای آزمایش هیدرواستاتیکی پیشنهاد و در صورت تأیید مهندس مشاور، اجرا نماید که از آن جمله روش آزمایش درز به درز است.

۲-۳-۲۶-۱ روش اول

روش اول براساس استاندارد AWWA می‌باشد.

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی در این روش معادل ۱۲۰ درصد فشار کار لوله در پائین‌ترین نقطه خط است.

در این روش خط لوله حداقل ۴۸ ساعت قبل از شروع آزمایش پر از آب شده تا بتن کاملاً اشباع شود. پیمانکار باید در طی این مدت، کلیه نقاط قابل رؤیت خط را بازدید و هرگونه نشت در آنها را برطرف نموده و مجدداً خط را پر کرده و به مدت ۴۸ ساعت پر نگهدارد.

پس از مدت یاد شده، فشار داخل خط افزایش یافته تا به مقدار ذکر شده در پائین‌ترین نقطه برسد. مدت زمان آزمایش هیدرواستاتیکی در این روش حداقل ۲ و حداکثر ۴ ساعت می‌باشد. مقدار مجاز نشت آب در این روش که به صورت آب اضافه شده به خط برای افزایش فشار داخلی لوله تا فشار آزمایش محاسبه می‌گردد، برای لوله‌های با و بدون هسته فولادی متفاوت و به شرح زیر است.

۱- نشت مجاز برای لوله‌های بتن مسلح معمولی و یا پیش‌تنیده با هسته فولادی موضوع استانداردهای شماره AWWA 300 , AWWA 301 و AWWA 303 و استانداردهای مشابه

یک لیتر برای هر میلیمتر قطر لوله در ۲۴ ساعت

۲- نشت مجاز برای لوله‌های بتن مسلح معمولی بدون هسته فولادی موضوع استانداردهای شماره AWWA 302 و DIN 4035 و استانداردهای مشابه

۲/۳ لیتر برای هر میلیمتر قطر لوله در ۲۴ ساعت

۲-۳-۲۶-۲ روش دوم

روش دوم که براساس قسمتهای اول و پنجم استاندارد شماره DIN 4279 می‌باشد، نشت مجاز آب براساس مساحت بدنه خط لوله که در تماس با آب می‌باشد تعیین می‌گردد.

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله در این روش به شرح زیر می‌باشد.

الف : لوله‌های بتن مسلح معمولی

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی لوله‌های بتن مسلح معمولی تحت فشار برای فشار کار تا ۲/۵ اتمسفر معادل ۱/۴ برابر فشار کار لوله می‌باشد. در صورتی که فشار کار لوله بیش از ۲/۵ اتمسفر باشد، فشار آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله باید یک اتمسفر بیش از فشار کار لوله باشد.

لوله‌های بتنی مورد بحث براساس استاندارد شماره DIN 4035 و یا AWWA–C 302 و مشابه و بدون هسته فولادی ساخته می‌شوند.

ب : لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی لوله‌های بتن مسلح پیش‌تنیده به شرح زیر است.

- برای خطوط لوله با فشار کار اسمی[1] ۱۰ اتمسفر ۱/۵ برابر فشار کار
- برای خطوط لوله با فشار کار اسمی بیش از ۱۰ اتمسفر فشار کار + ۵ اتمسفر

[1] Nominal Pressure

متذکر می‌شود که فشار آزمایش هیدرواستاتیکی در بالاترین نقطه خط براساس این روش باید حداقل معادل ۱/۱ برابر فشار اسمی لوله باشد.

آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله بتن تحت فشار در این روش در دو مرحله ازمایش اولیه و آزمایش اصلی به شرح زیر تقسیم و انجام می‌شود.

آزمایـــش اولیـــه

زمان آزمایش اولیه حداقل ۲۴ ساعت می‌باشد. در طی این مدت باید فشار خط به آرامی اضافه شود به نحوی که فشار داخل لوله در ۶ ساعت آخر آزمایش اولیه معادل فشار آزمایش باشد. در مواقعی که لوله‌ها سریعاً خشک می‌شوند، بهتر است زمان آزمایش اولیه طولانی‌تر از ۲۴ ساعت در نظر گرفته شود تا نتیجه مطلوب در آزمایش اصلی بدست آید.

آزمایـــش اصلـــی

آزمایش اصلی باید بلافاصله پس از آزمایش اولیه انجام شود. مدت زمان آزمایش به ترتیب زیر است.

قطـــر اسمی‌لـــولـــه	مدت زمان آزمایش
تـــــا ۷۰۰ میلیمتر	۱۲ ساعت
بیش از ۷۰۰ میلیمتر	۱۸ ساعت

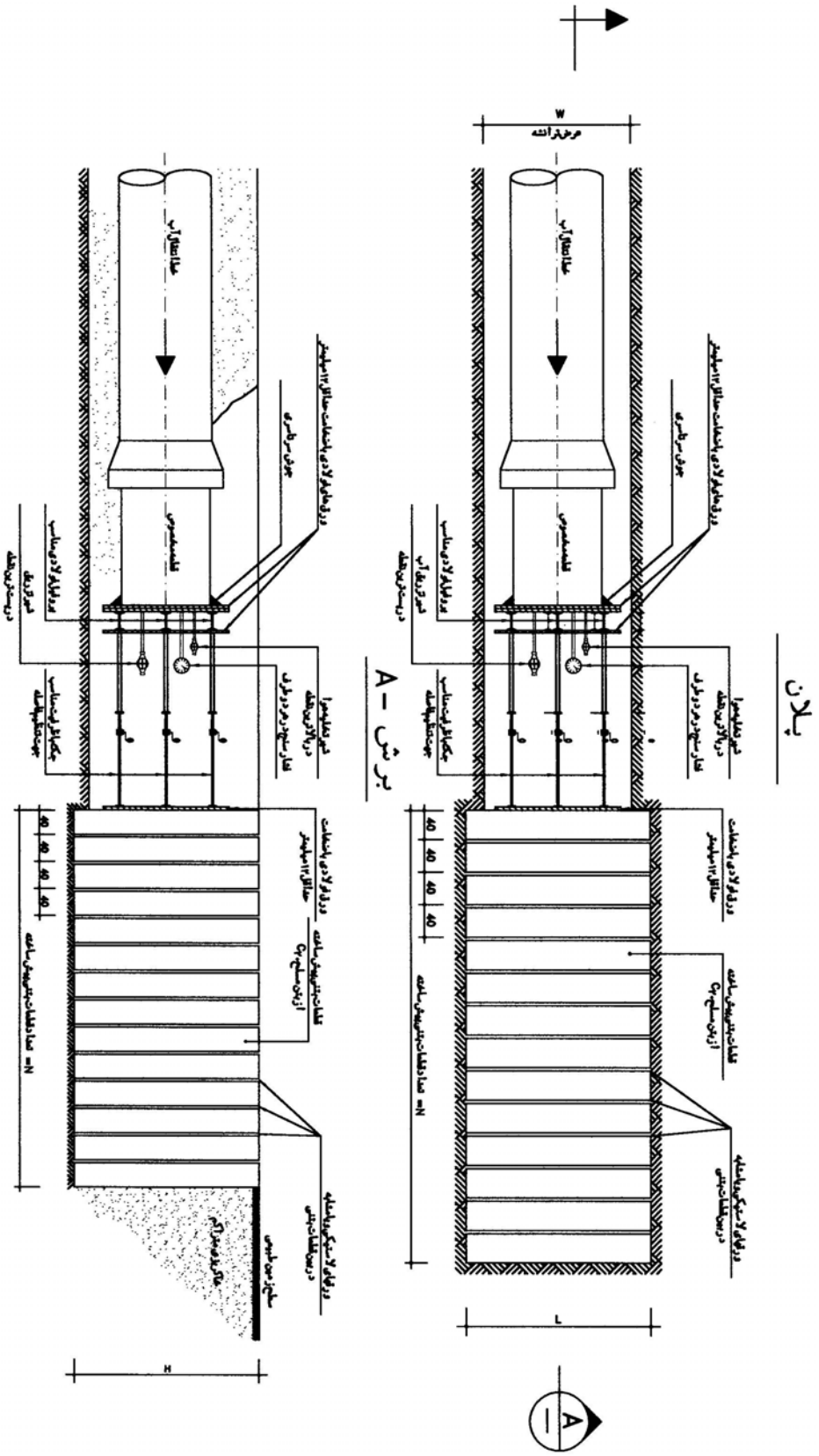
تزریق آب اضافی به خط لولـه حدوداً هر یک ساعت و یا با فاصله زمانی معین انجام شود.

نتیجـــه آزمایـــش

آزمایش فشار زمانی تمام شده و قابل قبول تلقی می‌شود که تزریق آب برای حفظ فشار از حدود زیر تجاوز ننماید. مقدار آب تزریقی تابعی از سطح داخلی لوله می‌باشد.

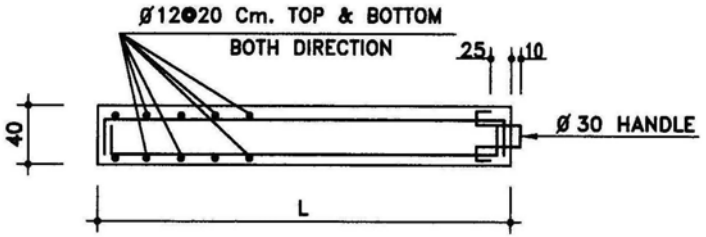
- برای لوله‌های بتن مسلح ۰/۱۵ لیتر برای هر مترمربع در ساعت
- برای لوله‌های بتنی پیش‌تنیده ۰/۰۲ لیتر برای هر مترمربع در ساعت

همانطور که ملاحظه می‌شود، مقدار نشت مجاز آب از لوله‌های بتن مسلح معمولی تحت فشار در این روش ۷/۵ برابر مقدار نشت مجاز در لوله‌های بتنی پیش‌تنیده می‌باشد و این امر به روشنی اثر پیش تنیدگی را در فشرده نمودن بتن و محدود و مسدود کردن عرض ترکهای مویی لوله نشان می‌دهد.

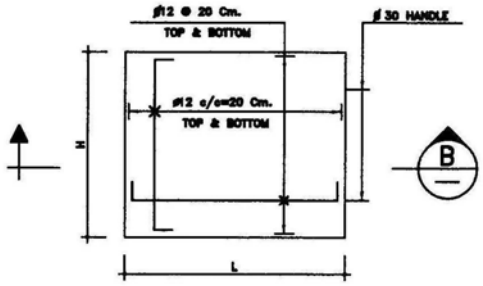


شکل ۲-۳-۲۰ الف : تجهیزات آزمایش هیدرولیکی خطوط انتقال آب و مهار دربوش ها

برش – B



پلان قطعه پیش ساخته بتنی



جدول مشخصات و تعداد قطعات پیش ساخته بتنی

قطر اسمی لوله DN – میلیمتر	ابعاد صفحه فولادی B–میلیمتر	H میلیمتر	L میلیمتر	تعداد قطعات پیش ساخته بتنی		
				فشار آزمایش ۱۰ اتمسفر	فشار آزمایش ۱۵ اتمسفر	فشار آزمایش ۲۱ اتمسفر
۳۰۰	۶۰۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۱	۱	۲
۴۰۰	۷۰۰	۱۶۰۰	۱۲۰۰	۱	۲	۳
۵۰۰	۸۰۰	۱۷۰۰	۱۴۰۰	۱	۳	۷
۶۰۰	۹۰۰	۱۸۰۰	۱۷۰۰	۱	۵	۹
۸۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۳	۹	۱۵
۱۰۰۰	۱۴۰۰	۲۴۰۰	۲۳۰۰	۵	۱۲	۱۹
۱۲۰۰	۱۶۰۰	۳۰۰۰	۲۵۰۰	۶	۱۴	۲۲

توضیح:

۱- ابعاد ارئه شده در جدول برای خاک باظرفیت باربری یک کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.
برای ظرفیتهای بیشتر و کمتر، ابعاد فوق متناسبا تنظیم گردند.

۲- سطح قطعات پیش ساخته بتنی کاملا صاف و صیقل باشند.

۳- در صورت لزوم با توجه به سطح بتن قطعات پیش ساخته ، ورقهای لاستیکی و یا مشابه برای توزیع یکنواخت فشار در بین قطعات پیش ساخته بتنی قرار داده شود.

شکل ۲-۳-۲۰ ب : تجهیزات آزمایش هیدرولیکی خطوط انتقال آب و مهار درپوش‌ها

۲-۳-۲۷ خاکریزی نهایی

پس از اتمام آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده و رفع نواقص احتمالی، چنانچه عملیات خطوط نصب شده تا این مرحله مورد تأیید مهندس مشاور واقع گردد، مهندس مشاور به پیمانکار اجازه خواهد داد که عملیات خاکریزی داخل ترانشه ادامه یافته و تکمیل شود، به طوری که ترانشه با خاک پر شده و خاکریزی حاصل در حد مطلوب متراکم شود. خاکریزی نهایی بر اساس شرایط و مشخصات مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری انجام می‌شود.

پیمانکار پس از اخذ مجوز از مهندس مشاور موظف است با رعایت نکات مشروح زیر اقدام به تکمیل خاکریزی بنماید :

۱- قسمتهایی از خط لوله در محل اتصالی‌ها و شیرآلات، را که برای انجام آزمایش هیدرواستاتیک باز نگهداشته شده، با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده و تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله و اتصالی، خاکریزی کرده و متراکم نماید.

۲- با خاک مرغوب و مورد قبول مهندس مشاور، عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌های به ضخامت تعیین شده در طرح پر نموده و هر لایه را تا تراکم مندرج در مشخصات طرح و یا طبق دستورالعمل مهندس مشاور متراکم کند تا اینکه رقوم سطح حاصل از این خاکریزی تکمیلی به حدی برسد که مهندس مشاور با توجه به نوع و مشخصات لایه‌های روسازی تعیین کرده است.

منظور از لایه‌های روسازی، پوششی از مصالح مناسب، نظیر آسفالت، بتن، سنگفرش است که روی سطح تمام شده خاکریزی داخلی ترانشه باید اجرا شود تا رقوم حاصل از آن برابر رقوم معبر یا خیابان گردد.

۳- در مواردی که لوله‌گذاری خارج از محدوده شهرها اجرا می‌شود، احتمال دارد که نحوه، ضخامت لایه‌ها و تراکم آنها کمتر از معابر باشد. پیمانکار در هر صورت موظف است دستورات مهندس مشاور و مشخصات طرح را در این خصوص کاملاً رعایت نماید.

۴- پیمانکار می‌تواند برای متراکم کردن خاکریزی‌های داخل ترانشه به جای استفاده از روش تخماق کوبی، تراکم مورد نظر را از طریق غرقاب کردن ترانشه بدست آورد مشروط بر اینکه در این مورد تأیید و اجازه مهندس مشاور را اخذ کرده باشد. در این موارد ضخامت لایه‌های خاکریزی تکمیلی داخل ترانشه توسط مهندس مشاور تعیین می‌شود که می‌تواند از ۱۵ سانتیمتر بیشتر باشد.

۲-۴ لوله‌های آزبست سیمان

۲-۴-۱ کلیات

لوله‌های آزبست سیمان از مخلوط سیمان پرتلند با الیاف آزبست (پنبه نسوز) تولید می‌شوند. این جنس لوله از سال ۱۹۳۱ میلادی در آمریکا و از چند سال قبل از آن در سایر کشورها و خصوصاً ایتالیا مورد مصرف قرار گرفته است. با توجه به مشخصات مناسب لوله‌های آزبست سیمان، استفاده از آنها در زمینه‌های مختلف به سرعت مورد استقبال قرار گرفت. لوله‌های آزبست سیمان هم در خطوط انتقال و توزیع تحت فشار و هم در خطوط ثقلی کاربرد گسترده‌ای دارند.

ضخامت جدار لوله‌های آزبست سیمان فشاری تابع فشار داخلی و قطر لوله است. لذا هر چه فشار داخلی و یا قطر لوله بیشتر باشد، ضخامت جدار لوله نیز متناسباً افزایش می‌یابد.

۲-۴-۲ استاندارد ساخت لوله‌های آزبست سیمان

طبقه‌بندی لوله‌های آزبست سیمان فشاری در استانداردهای ساخت آنها با توجه به عوامل مختلف و از جمله فشار داخلی و قطر لوله انجام و با شاخص فشار آزمایش هیدرواستاتیک در کارخانه تعیین شده است. سازمان استاندارد بین‌المللی (ISO) با توجه به کاربرد وسیع این لوله، اولین استاندارد مربوط به لوله‌های آزبست سیمان را تحت شماره ISO – R 160 منتشر نمود. این استاندارد مورد استفاده در تهیه استاندارد ملی ایران تحت شماره ISIRI – 405 قرار گرفت که در سال ۱۳۴۶ منتشر گردید.

سازمان استاندارد بین المللی استاندارد شماره ISO – R 160 را در چندین نوبت مورد تجدید نظر قرار داد که آخرین آن به شماره ISO 160 – 1980 (E) می‌باشد.

استاندارد شماره ISO 160 – 1980 (E) لوله‌های آزبست سیمان فشاری تا قطر ۱۰۰۰ میلی‌متر را براساس فشار آزمایش لوله در کارخانه در ۱۲ کلاس با فشار آزمایش ۵ الی ۳۶ اتمسفر طبقه‌بندی نموده است که در جدول شماره ۲-۴-۱ منعکس می‌باشد.

استاندارد ملی ISIRI – 405 با توجه به طبقه‌بندی قبلی استاندارد بین‌المللی ISO R 16، لوله‌ها را در چهار کلاس A , B , C و D تقسیم نموده که مشخصات آنها در جدول شماره ۲-۴-۱ درج شده است. متذکر می‌شود که لوله‌های تحت فشار تولیدی داخل کشور در حال حاضر در کلاسهای B , C و D به ترتیب، با فشار کار ۶ ، ۹ و ۱۲ اتمسفر ساخته و عرضه می‌شوند و کلاس E نیز توسط بعضی از سازندگان و براساس سفارش تولید می‌شود.

متذکر می‌شود که کارخانجات داخلی، لوله‌های آزبست سیمان را در دو نوع PN و PR عرضه می‌نمایند که نوع PN براساس استاندارد بین‌المللی شماره ISO R 160 و نوع PR براساس استاندارد ملی ISIRI 405 تولید می‌گردند.

جدول ۲-۴-۱ : طبقه‌بندی لوله‌های آزبست سیمان تحت فشار

کلاس لوله		فشار هیدرواستاتیک (بار)	
استاندارد ISO – 160 – 1980 (E)	استاندارد ISIRI – 405	آزمایش در کارخانه	فشار کار لوله
۵		۵	
۶	(A)	۶	۳
۱۰		۱۰	
۱۲	(B)	۱۲	۶
۱۵		۱۵	
۱۸	(C)	۱۸	۹
۲۰		۲۰	
۲۴	(D)	۲۴	۱۲
۲۵		۲۵	
۳۰	(E)	۳۰	۱۵
۳۵		۳۵	
۳۶	(F)	۳۶	۱۸

در استاندارد بین‌المللی ISO 160 – 1980 (E)، اقطار اسمی استاندارد لوله‌های آزبست سیمان فشاری، طولهای استاندارد، رواداری‌های قطر خارجی، سطح تراش خورده دو سر لوله، نحوه آزمایشات هیدرولیکی و مقاومت نمونه‌ها که در کارخانه باید انجام شود و مشخصات آب‌بندی و نحوه علامت‌گذاری و نحوه بازرسی و شرایط پذیرش لوله‌ها در کارخانه سازنده به تفصیل بیان شده است. ولی در مورد ضخامت جدار لوله‌ها و نوع و ابعاد اتصالی‌ها استانداردی ارائه نگردیده است. ضخامت جدار لوله آزبست سیمان تابعی از قطر لوله و کیفیت مواد اولیه مصرفی (سیمان و الیاف آزبست) و روش تولید و بالاخره کلاس لوله است. لذا به ازای قطر و کلاس معین، ضخامت لوله آزبست سیمان فشاری ساخت دو کارخانـــه می‌تواند با یکدیگر تفاوت داشته باشد. با توجه به این نکته است که در استانداردهای مذکور تأکید شده که کارخانه سازنده باید ضخامت اسمی جدار لوله و محل و روش اندازه‌گیری آن را تعیین کند.

طبق استانداردهای مذکور دو نوع آزمایش باید در کارخانه انجام شود :

اول : فشار آزمایش هیدرواستاتیک که باید روی هر یک از شاخه لوله‌های تولیدی کارخانه انجام شود. فشار تحمل لوله در این آزمایش که لوله باید بدون بروز افت فشار و عرق کردن جداره آن را تحمل کند با علامت (TP) مشخص می‌شود.

دوم : آزمایش ترکیدن لوله در مقابل فشار هیدرولیکی که باید روی یک قطعه از لوله نمونه که برای این منظور انتخاب شـــده، انجـــام شود. فشار تحمل لوله در این آزمایش که باعث ترکیدن قطعه لوله می‌شود با علامت (BP) مشخص می‌گردد.

در صورتی که حداکثر فشار کار لوله که باید شامـــل فشارهای ناشی از ضربه قوچ نیز باشد، با علامت (WP) مشخص شود، کارخانه سازنده، ضخامت جدار لوله‌های آزبست و سیمان فشاری تولیدی خود را باید طوری انتخاب کند که به موجب استانداردهای مذکور در فوق، نسبت بین فشـــار ترکیدن و فشار آب‌بندی یعنی (BP / TP) و نسبت بیـــن فشار ترکیدن و فشار کـــــار یعنی (BP / WP) به ازای قطرهای مختلف از ارقام جدول ۲-۴-۲ کمتر نشود.

جدول ۲-۴-۲ : نسبت بین فشار ترکیدن (BP) و فشار آزمایش هیدرواستاتیک در کارخانه (TP) و فشار کار خط لوله (WP) به ازای قطرهای مختلف لوله‌های آزبست سیمان فشاری

قطر اسمی Nominal Diameter (mm)	نسبت BP / TP	نسبت BP / WP
۵۰ – ۱۰۰	۲	۴
۱۲۵ – ۲۰۰	۱/۷۵	۳/۵
۲۵۰ – ۵۰۰	۱/۵۰	۳/۰
۶۰۰ – ۱۰۰۰	۱/۵۰	۲/۵
۱۱۰۰ – ۲۵۰۰	۱/۵۰	۲/۵

با توجه به جدول شماره ۲-۴-۲، نسبت بین فشار هیدرواستاتیک (TP) و فشار کار لوله (WP) برای لوله‌های آزبست سیمان تا قطر ۵۰۰ میلی‌متر معادل ۲ و برای اقطار بیش از ۵۰۰ میلی‌متر معادل حدود ۱/۶۷ می‌باشد.

علاوه بر استانداردهای ذکر شده، استانداردهای معتبر دیگری مانند ANSI / AWWA , DIN , BS نیز وجود دارد که فعلاً در تولید لوله‌های ساخت ایران مورد استفاده نمی‌باشند.

◄ ۲-۴-۳ انواع اتصالی لوله‌های تحت فشار

براساس استانداردهای موجود، لوله‌های آزبست و سیمان ممکن است در دو نوع دو سرساده و یا یک سرساده یک سرکاسه ساخته شوند. کلیه لوله‌های آزبست سیمان تحت فشار تولید سازندگان داخلی از نوع دو سرساده می‌باشند که سطوح خارجی دو سر آنها برای اتصال به یکدیگر، تراشکاری شده است. به همین دلیل ضخامت لوله در قسمت بدنه از دو سر تراشکاری شده آنها بیشتر است.

برای اتصال دو لوله به یکدیگر یا اتصال یک لوله آزبست و سیمان به متعلقات از اتصالی[1] استفاده می‌شود.

انواع اتصالی‌های مورد استفاده درخطوط آبرسانی با لوله‌های آزبست و سیمان به شرح زیر است.

۲-۴-۳-۱ اتصال از نوع غلاف و حلقه‌های لاستیکی

گرچه سازندگان مختلف لوله‌های آزبست سیمان هریک اتصالی‌های مورد نظر خود را با جزئیات مختلفی ارائه می‌نمایند لکن کلیه آنها از یک اصول تبعیت می‌نمایند. به این طریق که کلیه آنها از یک غلاف یا مانشون[2] که وظیفه اصلی اتصال و چند حلقه واشر لاستیکی که وظیفه عمده آب‌بندی را به عهده دارند، تشکیل شده‌اند. همچنین ممکن است یک سازنده برای انواع تولیدات خود از اتصالی‌های مختلف استفاده نماید. غلاف یا مانشون از جنس آزبست سیمان و همراه لوله‌ها در کارخانه‌های مربوط ساخته می‌شود. قطر داخلی این قطعات از قطر سر لوله مربوط بزرگتر و طول آن حدود دو برابر سرساده و تراشکاری شده لوله می‌باشد. در این قطعات شیارهایی تعبیه شده است که حلقه‌های لاستیکی در داخل آنها قرار گرفته که پس از جا زدن با روش صحیح، وظیفه آب‌بندی را انجام می‌دهد.

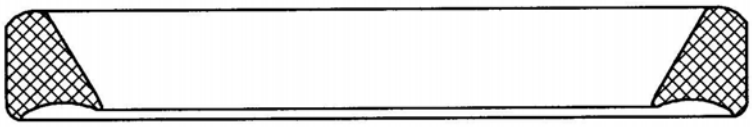
حلقه‌های لاستیکی نیز در شکل‌های مختلف لوبیائی، گرد، چند لبه و V شکل ساخته می‌شوند تا برحسب وظایفی که به عهده دارند، در شیارهایی که برای آنها منظور شده است، قرار گیرند. در شکل شماره ۲-۴-۱ اشکال مختلف حلقه‌های لاستیکی نشان داده

[1] Coupling
[2] Manchon-Fr & Sleeve-En

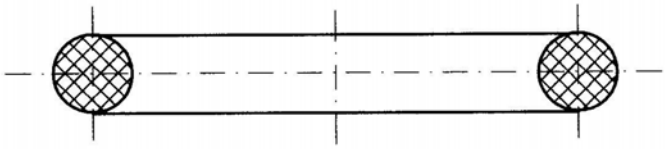
شده است. قطر داخلی حلقه‌های لاستیکی از قطر خارجی سرلوله‌ها کوچکتر است، به طوری که هنگام نصب، راندن لوله به داخل غلاف، به نیروی بیشتری نیاز بوده و براثر عبور سر تراشکاری شده لوله از داخل حلقه‌های لاستیکی مقطع آنها تغییر شکل یافته و با پر کردن فضای شیار مربوط از یکطرف و فشرده شدن روی سطح خارجی سرلوله از طرف دیگر، عمـــل آب‌بندی تأمین می‌شود.

شکل ظاهری، تعداد، ابعاد و محل شیارهای غلاف و حلقه‌های لاستیکی به گونه‌ای است که دو انتهای لوله‌های متصل شونده را به صورت قرینه و یکسان می‌پوشاند.

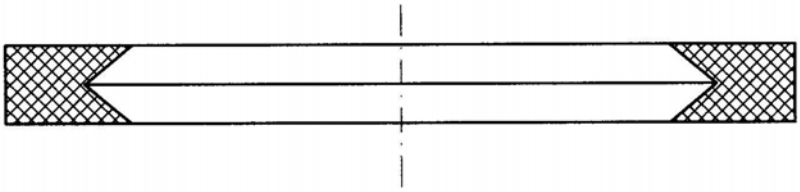
در اشکال شماره ۲-۴-۲، ۲-۴-۳ و ۲-۴-۴ چند نمونه از اتصالی با استفاده از غلاف و حلقه‌های لاستیکی نشان داده شده است. توجه شود که هر سازنده لوله ممکن است از شکل خاصی از حلقه‌های لاستیکی استفاده کند که در نتیجه شیارهای داخلی غلاف ساخت کارخانـــه‌های مختلف الـــزاماً یکسان نمی‌باشند.



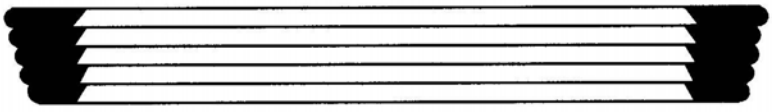
حلقه لاستیکی لوبیایی



حلقه لاستیکی گرد

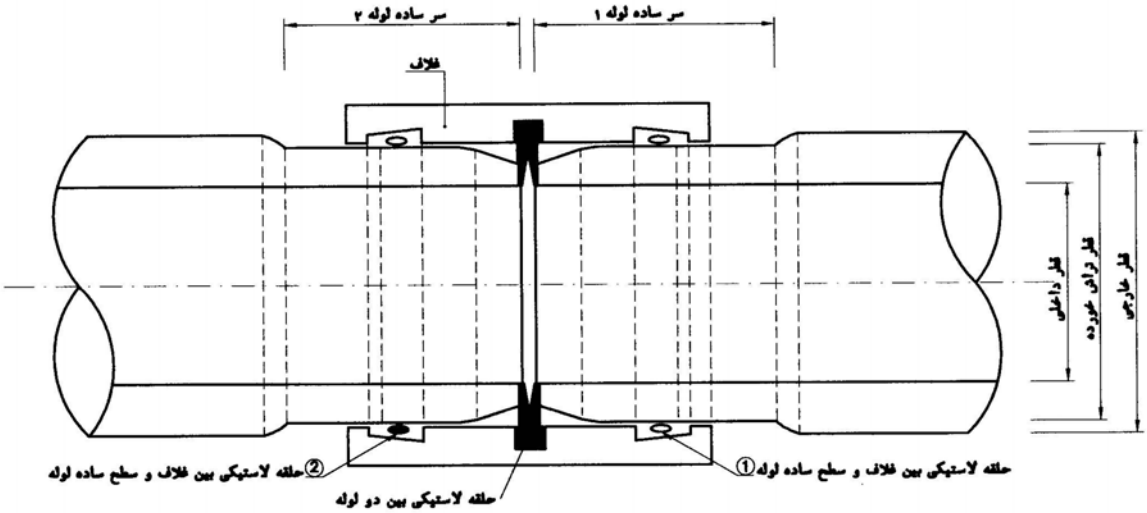


حلقه لاستیکی V

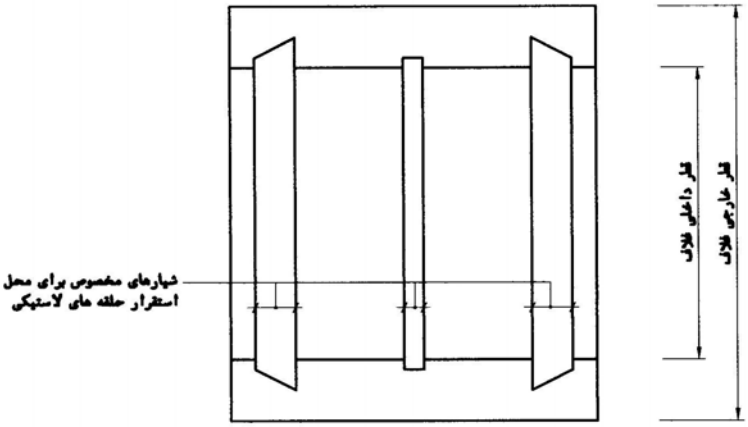


حلقه لاستیکی چند لبه (REKA)

شکل ۲-۴-۱ : چند نمونه از حلقه‌های لاستیکی

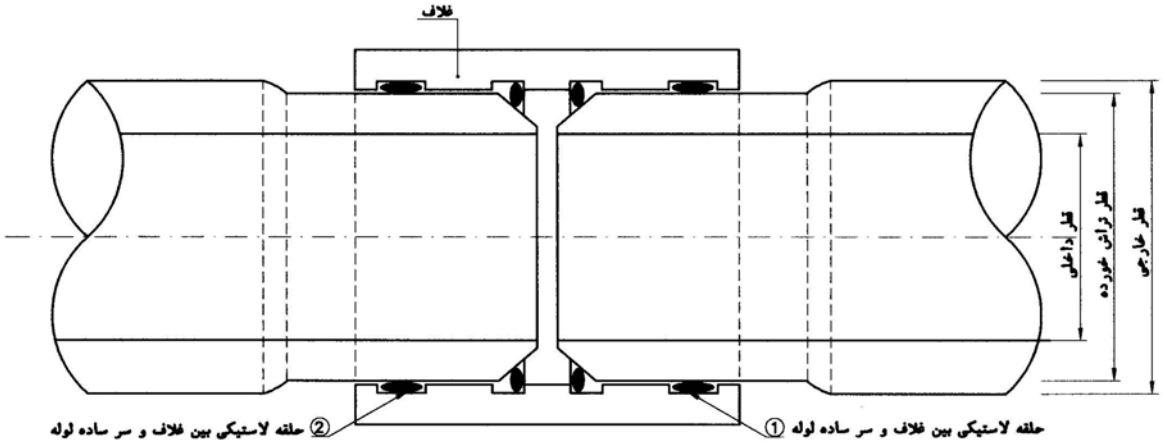


اتصالی از نوع غلاف باسه حلقه لاستیکی پس از نصب

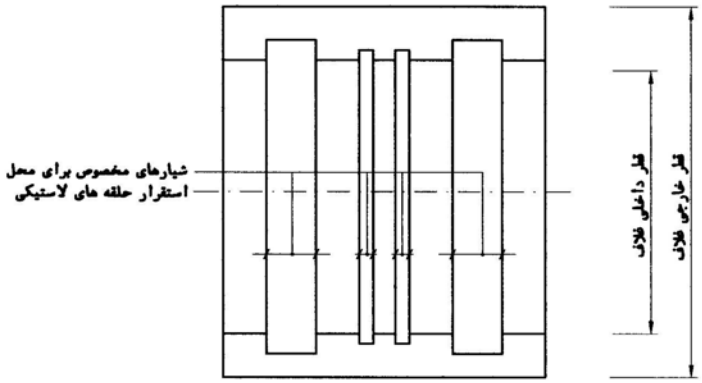


غلاف مخصوص اتصالی لوله های آزبست و سیمان فشاری با سه حلقه لاستیکی

شکل ۲-۴-۲ : اتصال لوله‌های آزبست سیمان فشاری که در آن از یک غلاف و سه حلقه لاستیکی استفاده شده است

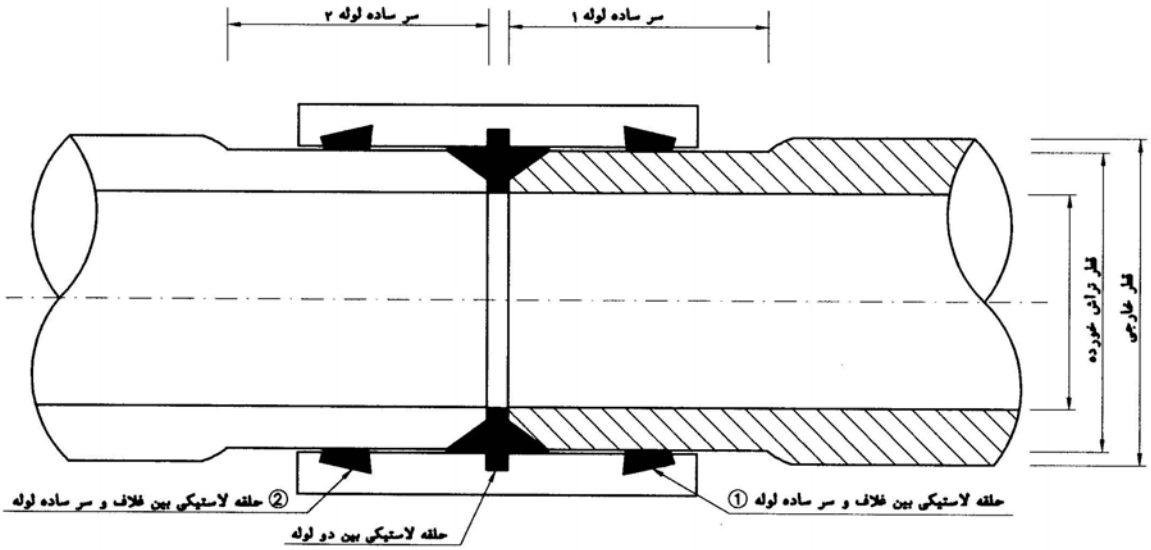


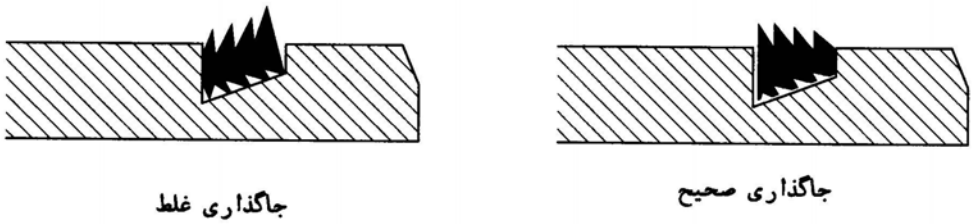
اتصالی از نوع غلاف با چهار حلقه لاستیکی پس از نصب



غلاف مخصوص اتصالی لوله های آزبست و سیمان فشاری باچهار حلقه لاستیکی

شکل ۲-۴-۳ : اتصال لوله‌های آزبست سیمان فشاری که در آن از یک غلاف و چهار حلقه لاستیکی استفاده شده است





شکل ۲-۴-۴ : اتصال لوله‌های آزبست سیمان فشاری که در آن از یک غلاف و دو حلقه چند لبه و یک حلقه میانی استفاده شده است

۲-۴-۳-۲ اتصالی ژیبو

اتصالی ژیبو یا ژوئن ژیبو نوعی اتصالی قابل انعطاف برای لوله‌های آزبست و سیمان فشاری است که نظیر اتصالی‌های مکانیکی در لوله‌های فولادی و چدنی، اجازه می‌دهد مختصر انحـــرافی در امتداد لوله‌ها ایجاد شود.

اتصالی ژیبو از سه قطعه مخصوص چدنی که با پیچ و مهره به یکدیگر متصل می‌شوند تشکیل شده است. با سفت کردن مهره‌ها حلقه‌های لاستیکی که بین این قطعات چدنی و سرلوله‌ها قرار دارد فشرده شده و آب‌بندی را تأمین می‌کند.

در شکل ۲-۴-۵ نمونه‌ای از اتصالی ژیبو نشان داده شده است.

قطعات شماره ۱ و ۲ چدنی که کاملاً قرینه یکدیگر می‌باشند، هر یک عبارتند از یک رینگ چدنی که قطر داخلی آن کمی بزرگتر از قطر خارجی سرساده لوله می‌باشد. این رینگ به شکلی طراحی و ساخته شده که بـــا چند عدد پیچ و مهره که در فواصل

مساوی از یکدیگر قرار گرفته‌اند، می‌تواند به رینگ دیگر متصل شود. در لوله‌های به قطر کوچک تعداد پیچ و مهره‌ها ممکن است سه عدد باشد ولی در لوله‌های به قطر بزرگتر تعداد پیچ و مهره‌ها مناسب با قطر لوله بیشتر است.

قطعه چدنی شماره ۳ عبارتست از یک حلقه چدنی که قطر داخلی آن در وسط بیشتر از قطر داخلی آن در دو طرف می‌باشد به طوری که سطح داخلی این حلقه از دو مخروط ناقص که در سطح قاعده به یکدیگر متصل می‌باشد تشکیل شده است.

در صورتی که این حلقه بین دو سر ساده دو لوله‌ای که باید به یکدیگر متصل شود قرار داده شده و دو سر ساده لوله‌ها را داخل حلقه کنند عملاً سطح مخروط داخلی حلقه با استوانه خارجی هریک از دو سر ساده لوله زاویه‌ای بوجود خواهد آورد.

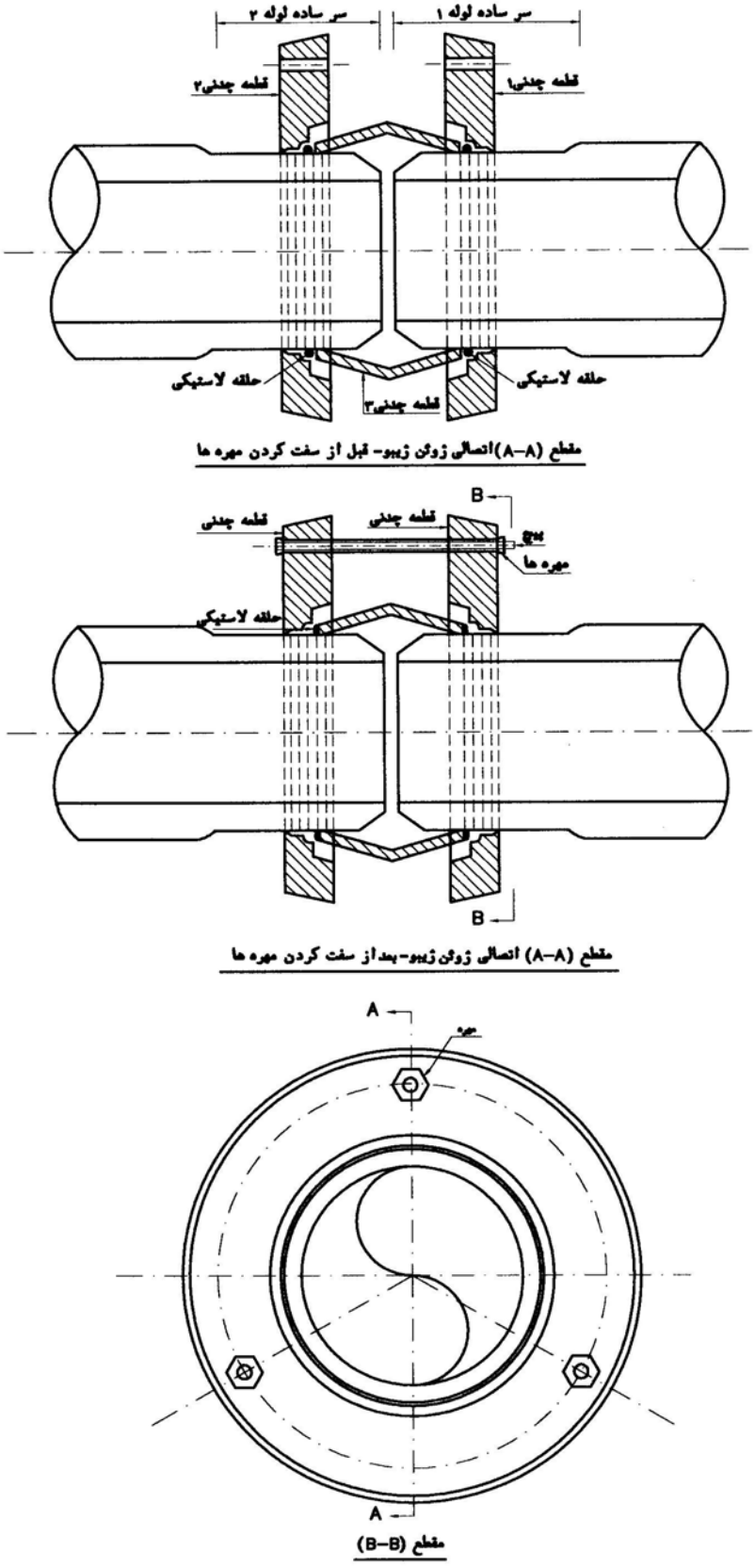
قطر داخلی مخروط ناقص در دو طرف قطعه کمی بیشتر از قطر خارجی سر ساده لوله می‌باشد، به طوری که سر ساده لوله را بتوان به راحتی داخل آن کرد.

اتصالی دارای دو حلقه لاستیکی می‌باشد که قطر داخلی آن کمی‌کمتر از قطر خارجی سرساده لوله است به طوری که برای سوار کردن آن روی سر ساده لوله لازم است کمی‌فشار اعمال شود.

برای اتصال دو لوله آزبست و سیمان فشاری با سر ساده ابتدا هریک از قطعات چدنی (۱) و (۲) را روی سر ساده یکی از لوله‌ها به نحوی سوار می‌کنند که دهانه آنها به سمت یکدیگر باشد. بعد یک حلقه لاستیکی روی یک سر لوله و حلقه دیگر روی سر لوله مقابل به نحوی سوار می‌کنند که قطعه چدنی (۱) و (۲) تا آخرین حد ممکن به عقب رانده شود. در این حالت پس از اطمینان از اینکه محور دو لوله‌ای که باید به یکدیگر متصل شود کاملاً در یک امتداد قرار گرفته است، قطعه سوم را روی یک سر لوله قرار داده و سر لوله دیگر را داخل آن قرار می‌دهد و لوله‌ها را تا حدی به یکدیگر نزدیک می‌کنند که عملاً سر ساده لوله‌ها نزدیک یکدیگر بوده ولی نباید با یکدیگر تماس پیدا کند. در این موقع محل قطعه (۳) را طوری تنظیـــم می‌کنند که قسمتی از این قطعه که سر ساده یک لـــــوله را پوشش می‌کند برابر با قسمتی از آن باشد که سرساده لوله دیگر را پوشش می‌کند. پس از اطمینان از این امر باید قطعات (۱) و (۲) به سمت یکدیگر رانده شود تا حدی که هر یک از حلقه‌های لاستیکی از یک طرف به قطعه چدنی (۳) و از طرف دیگر به قطعه چدنی (۱) و (۲) متصل شود.

در صورتی که سوراخ عبور پیچ و مهره در قطعات (۱) و (۲) کاملاً مقابل هم نباشند با حرکت دورانی یکی از این قطعات می‌توان سوراخهای این قطعات را دقیقاً مقابل یکدیگر قرار داده و پیچها را از آن سوراخها عبور داد. با بستن مهره‌ها بـــه تدریج قطعات (۱) و (۲) به سمت یکدیگر رانده شده و حلقه‌های لاستیکی را که بین آنها و قطعه (۳) قرار دارد فشرده می‌کنند. بر اثر فشرده شدن این حلقه‌ها آب‌بندی بین دو سر ساده لوله‌ها و قطعه (۳) تأمین می‌شود.

لبه قطعات چدنی (۱) و (۲) و (۳) در محلی که باید به حلقه لاستیکی تماس پیدا کرده و آنرا تحت فشار قرار دهد مناسب با مقطع حلقه لاستیکی ساخته شده تا فشار این قطعات به لاستیک به طور یکنواخت و در تمام سطح وارد آمده و از بریدن لاستیک جلوگیری گردد.



شکل ۲-۴-۵ : نمونه‌ای از اتصالی ژیبو

۲-۴-۳-۳ سایر اتصالی‌های آزبست سیمان فشاری

در خطوط آبرسانی با لوله‌های آزبست و سیمان مانند سایر خطوط آبرسانی ممکن است برای اتصال شیرآلات و متعلقات به خط لوله، به اتصالات یک سر فلنج نیاز باشد که در این صورت با به کارگیری یک قطعه چدنی فلنج‌دار از قبیل تبدیل، فلنج اسپیگات و یا فلنج آداپتور و یا سایر اتصالاتی که برای خطوط لوله چدن نشکن استفاده می‌شود، می‌توان اتصالی‌های لازم را برقرار نمود.

◄ ۲-۴-۴ پوشش حفاظتی لوله‌های آزبست سیمان فشاری

لوله‌های آزبست و سیمان در مقابل اثر مواد شیمیایی مقاوم است لذا از نظر حفاظت در مقابل خوردگی نیازی به پوشش حفاظتی خاص ندارد، ولی از نظر جلوگیری از انتشار احتمالی غبار و ذرات آزبست در فضا لازم است این لوله‌ها دارای پوشش مناسب باشند، زیرا در صورتی که غبار و ذرات آزبست در هوا پخش شود، می‌تواند برای انسان مضر باشد.

◄ ۲-۴-۵ بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه‌کردن

۲-۴-۵-۱ کلیات

پیمانکار باید در بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه‌کردن لوله‌ها و اتصالی‌ها چه از محل تحویل از کارفرما و چه از محل دپو یا دپوهای فرعی کلیه تمهیدات لازم را برای جلوگیری از وارد شدن صدمه به لوله‌ها، اتصالی‌ها و پوششهای آن به عمل آورده و کلیه این عملیات را با استفاده از وسائل و ماشین‌آلات مناسب و مورد تأیید مهندس مشاور انجام دهد. جزئیات بیشتر در این خصوص در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده است.

۲-۴-۵-۲ بارگیری، بلندکردن و جابجایی لوله‌ها

پیمانکـــار موظف است قبل از بارگیری لوله، اتصالی‌ها، متعلقات و سایر مصالح تحویلی از کارفرما، کلیه آنها را از هر نظر بازرسی و هرگونه عیب و نقص قابل رؤیت با چشم غیرمسلح را به مهندس مشاور گزارش نماید.

پیمانکار باید در بارگیری و تخلیه لوله و اتصالی‌ها و متعلقات نهایت دقت و احتیاط را به عمل آورد که از وارد شدن صدمه به آنها جلوگیری شود. بلند کردن و پائین گذاشتن این اجناس باید به آهستگی و آرامی انجام شده و تحت هیچ عنوان نباید قبل از استقرار در محل مورد نظر رها شده و سقوط کنند. برای این منظور، پیمانکار می‌تواند جابجایی و تخلیه لوله‌های کوچک را با استفاده از کارگر و بـــا دست انجام دهد. برای جابجایی و تخلیه لوله‌های سنگین‌تر با قطر بیشتر، استفاده از لیفت تراک و یا جرثقیل مناسب ضروری است. بلندکردن و جابجایی لوله‌ها با استفاده مستقیم از جام و یا چنگک ماشین‌آلاتی نظیر بیل مکانیکی، لودر و مشابه مجاز نمی‌باشد.

بـــرای جابجائـــی لوله و متعلقات و شیرآلات، از لیفت تراک یـــا جرثقیـــل و یـــــا ماشین‌آلات مناسب و مورد تأیید استفـــاده می‌شود. به هنگام استفاده پیمانکار باید با استفاده از مصالحی مانند نمد، لاستیک بالشتکهای مخصوص و مصالح مشابه از تماس بازوهای فلزی لیفت تراک و چنگک‌های فلزی جرثقیل با سطح خارجی و داخلی لوله و متعلقات و شیرآلات جلوگیری کند. در مواردی که برای بلند کردن لوله و متعلقات از جرثقیل استفاده می‌شود، پیمانکار موظف است تسمه‌های چرمی یا برزنتی مناسب برای بستن لوله و متعلقات مورد نظر به چنگک بالا برنده جرثقیل تهیه کند و مراقبت کند که کارکنان و کارگران او در این موارد سیم بکسل فلزی یا زنجیر به کار نبرند.

جابجایی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، روی یکدیگر و یا به هر نحو مشابه دیگـــر مجاز نمی‌باشد. جابجایی لوله‌های کوچک و حداکثر تا قطر۲۰۰ میلی‌متر کلاس C می‌تواند با دست انجام شـــود.

◄ ۲-۴-۶ حمل و نقل و باراندازی لوله‌ها

پیمانکار مسئولیت حفاظت از کلیه لوازم و تجهیزاتی را که از کارفرما تحویل گرفته به عهده دارد. پیمانکار باید در حمل و نقل مصالح تحویلی کارفرما از محل انبار کارفرما تا دپو و یا دپوهای فرعی و به محلهای اجرای کار، کلیه اقدامات و پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از بروز صدمه بـه آنها را به عمل آورد. قسمتهای انتهایی لوله‌ها باید به صورت صحیح و براساس دستورالعمل‌های سازنده و مهندس مشاور محافظت شود تا از بروز هرگونه صدمات احتمالی اجتناب گردد.

طول کامیون و یا وسایل نقلیه مورد استفاده برای حمل و نقل لوله‌ها باید حداقل برابر طول لوله باشد به نحوی که هیچ قسمت از لوله بیرون از وسیله نقلیه قرار نگیرد. کف وسیله نقلیـه باید صاف باشد. لوله‌ها باید از جابجایی و لغزش و همچنین برخورد با یکدیگر در هنگام حمل و نقل محافظت گردند. پیمانکار باید با استفاده از قطعات مناسب، نظیر چوب، گوه، کیسه شن و خاک، لاستیک و مصالـح مشابه و ترجیحاً نرم و قرار دادن آنها در کناره و بین ردیف لوله‌ها، از لغزش و غلطیدن و تماس لوله‌ها با یکدیگر جلوگیری نماید. تمام ردیفهای لوله‌ها با تسمه و یا سیم بکسل و یا زنجیر مهار شده و در محل تماس این مهاری‌ها با بدنه لوله نیز قطعات مناسب یاد شده و یا نمد قرار داده شود. در برخی مواقع و با تائید سازنده و معمولاً برای اقطار کوچکتر، لوله‌ها روی کامیون و یا تریلر روی هم چیده شده و فقط ردیف آخر توسط سیم بکسل، تسمه و یا زنجیر و با نصب قطعات نرم مشابه در محل تماس آنها با لوله، مهار می‌گردند. در هر صورت پیمانکار باید اطمینان حاصل نماید که اقدامات مناسب برای جلوگیری از جابجایی عرضی و طولی لوله‌ها و تماس آنها با یکدیگر در طول حمل و نقل به عمل آمده است.

مهاری‌های لوله‌ها در حین حمل و نقل باید متوالیاً بازدید و کنترل شده و در صورت لزوم محکم گردند. اتصالی‌ها نیز باید به نحو مناسب روی کامیون قرار گرفته و مهار شوند تا حین حمل و نقل صدمه ندیده و یا جابجا نگردند.

در باراندازی لوله و اتصالات، رعایت نکات اصلی زیر ضروری است.

قبل از آزاد و باز نمودن سیم بکسل و یا زنجیرهای مهاری، تمام قطعات مهاری اطراف لوله کنترل شود تا از محکم بودن آنها و در نتیجه اجتناب از غلطیدن لوله‌ها اطمینان حاصل گردد.

پس از باز نمودن مهاری‌ها، لوله از ردیف بالا و ترجیحاً از دو طرف کامیون و یا تریلی تخلیه گردد.

بـــرای تخلیه لوله‌ها از ماشین‌آلات مناسب نظیر جرثقیل و لیفت تـــراک استفاده شود. تخلیـــه لوله‌های با قطر کوچک و حداکثر تا قطر ۱۵۰ میلی‌متر می‌تواند با دست انجام شود.

انداختن و پرتاب لوله‌ها و اتصالات به هنگام تخلیه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.

تریلی و یا کامیون حامل لوله باید در زمان باراندازی روی سطح کاملاً صاف متوقف شود.

۲-۴-۷ انبارداری

پیمانکار موظف است دستورالعمل‌های سازنده لوله و همچنین دستورکارهای مهندس مشاور را در انبارداری لوله‌ها و اتصالی‌ها و واشرها و متعلقات و شیرآلات رعایت نماید. در صورت عدم وجود دستورالعمل خاص در این زمینه، رعایت موارد مطرح شده در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری حسب مورد الزامی است.

لوله‌ها در دپوهای فرعی باید حتی الامکان هرچه نزدیکتر به محل نصب انبار شوند. لوله‌های قطر کوچک باید با همان ترتیب و ردیفی که روی کامیون انباشته شده‌اند انبار گردند. ردیف زیرین باید روی زمین صاف و نرم قرار داده شده و در طرفین آن موانعی ایجاد شود تا لوله‌ها تحت فشار ردیفهای بالایی جابجا نشوند. چنانچه لوله‌ها دارای سرکاسه می‌باشند و روی هم قرار می‌گیرند، باید طوری مرتب شوند که تمام سرکاسه هر ردیف در یک سمت قرار گیرند. سر ساده ردیف بعدی کمی جلوتر قرار داده شود تا از تماس سرهای ساده و کاسه دو ردیف روی هم با یکدیگر جلوگیری شود. به عبارت دیگر وقتی که این قبیل لوله‌ها در چند ردیف چیده می‌شوند، باید سرکاسه و سرساده لوله‌ها در ردیفهای متفاوت در سمت متناوب باشد و تمام وزن لوله‌ها روی بدنه آنها قرار گیرد. ارتفاع انبار کردن لوله‌ها در کارگاه نباید از ۲ متر تجاوز نماید.

چنانچه لازم باشد قبل از مصرف، لوله‌ها در انبار اصلی دیگری نگهداری شوند، علاوه بر مسائل مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری در خصوص زهکشی زمین و شرایـــط انبارها، باید مطابق شکل ۲-۴-۶، سه قطعه چهارتراش با مقطع ۱۰ × ۲۰ سانتی‌متر را به فواصل مساوی (به فاصله ۲ متـــــر در لوله‌های با شاخه ۵ متری و ۱/۵ متری در لوله‌های با شاخه ۴ متری) روی سطح صاف قرار داد و سپس ردیف لوله‌ها در روی آنها به طرز مرتب و یکنواخت مطابق شکل شماره ۲-۴-۶ و با رعایت نکات بعدی چیده شوند.

چیدن لوله‌ها را برحسب قطر آنها به دو صورت زیر می‌توان انجام داد.

لوله‌های با قطر کوچک و حداکثر تا ۲۰۰ میلی‌متر را بدون تخته واسط می‌توان مطابق شکل شماره ۲-۴-۷ بطور لانه زنبوری قرار داد. در این حالت چون اکثراً لوله‌ها را با دست جابجا می‌کنند، ارتفاع ستون نباید از ۱/۲۰ متر تجاوز کند.

لوله‌های با قطر بیش از ۲۰۰ میلی‌متر را باید با تخته‌های واسط مطابق شکل ۲-۴-۸ انبـــار کرد. گوه‌های روی تخته پایه و تخته واسط باید استحکام کافی داشته باشند.

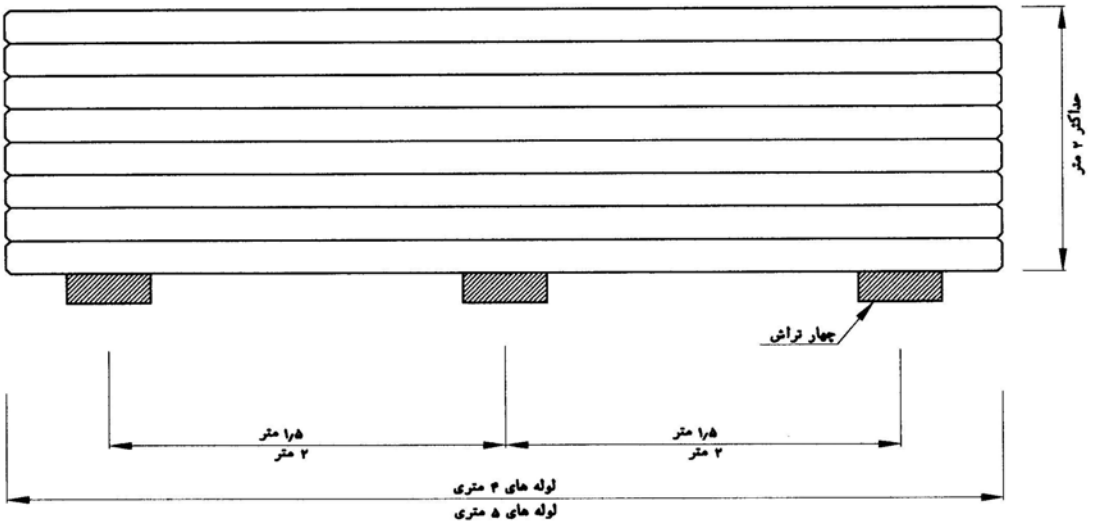
برای جلوگیری از غلطیدن لوله‌ها روی الوارها لازم است از گوه یا تکه چوبهایی که در طرفین لوله قرار می‌گیرند استفاده شود.

نظر به اینکه جنس مانشون‌ها نظیر لوله‌های آزبست و سیمان است، پیمانکار باید کلیه نکات فوق‌الذکر را حسب مورد در خصوص حمل و نگهداری آنها رعایت نماید تا از افتادن و یا ضربه زدن به آنها پیشگیری شده و از پر شدن شیارهایی که برای نصب حلقه‌های لاستیکی در نظر گرفته شده است از خاک و مواد خارجی جلوگیری به عمل آید.

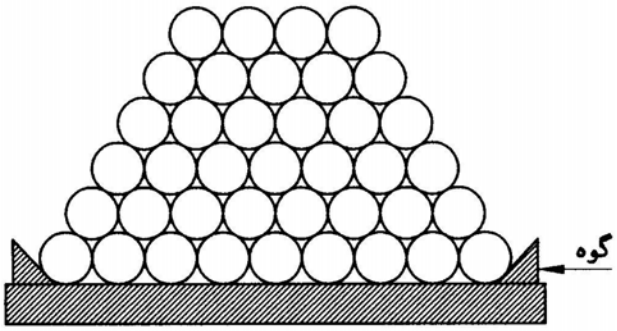
همچنین پیمانکار باید جابجایی، حمل و نگهداری قطعات چدنی را با کمال آرامی انجام دهد تا از وارد شدن هرگونه صدمه‌ای به آنها به خصوص لبه‌های تراشکاری شده پیشگیری شود.

کلیه لوله‌ها، متعلقات، مانشون‌ها، حلقه‌های لاستیکی باید بـراساس اندازه‌های مختلف تقسیم‌بندی و در محل‌های مستقل چیده شوند و از اختلاط آنها پرهیز شود.

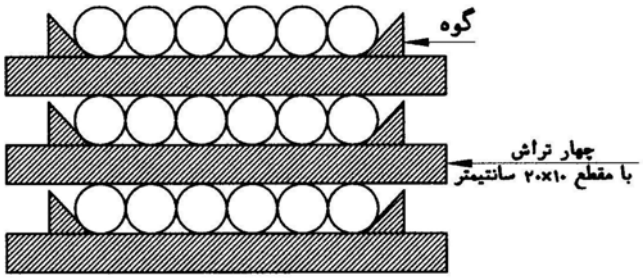
حلقه‌های لاستیکی باید دور از نور، حرارت و گرد و غبار نگهداری شوند.



شکل ۲-۴-۶ : چیدن طولی لوله



شکل ۲-۴-۷ : چیدن لوله‌های با قطر حداکثر ۲۵۰ میلی‌متر



شکل ۲-۴-۸ : چیدن لوله‌های با قطر بیش از ۲۵۰ میلی‌متر

۲-۴-۸ توزیع و ریسه‌کردن لوله و متعلقات در پای کار

بلافاصله پس از حفر ترانشه و یا در مواردی که قبل از حفر ترانشه، فضای کافی موجود باشد، باید لوله‌ها و متعلقات مربوط به محل کار، حمل و در طول مسیر ریسه شوند.

تخلیه و ریسه کردن لوله و متعلقات در مسیر ترانشه باید با برنامه زمانی کارهای اجرایی و سایر عملیات نصب و کارگذاری لوله‌ها هماهنگ شود تا از جابجایی اضافی لوله‌ها و حرکت دادنهای غیرضروری آنها اجتناب شود.

قطعات لوله باید طوری قرار داده شوند که از صدمه خوردن در اثر ترافیک و حرکت ماشین‌آلات ساختمانی محفوظ باشند و در عین حال در حداقل فاصله با لبه ترانشه به نحوی قرار گیرند که حرکت دادن آنها به حداقل ممکن برسد. چنانچه ترانشه حفاری نشده باشد، لوله‌ها باید در سمت مقابل لبه‌ای که برای انباشتن مواد حفاری در نظر گرفته شده و در امتداد مسیر ترانشه ریسه شوند.

تمام بدنه لوله‌ها باید روی زمین بصورت صاف قرار گرفته و زمین محل ریسه نمودن لوله‌ها قبلاً هموار شده و هرگونه مواد سنگی و سخت برداشته شود به نحوی که تمام وزن لوله روی طول بدنه آن تقسیم شود. کلیات نحوه صحیح ریسه نمودن لوله‌ها در فصل عملیات مشترک لوله‌گذاری منعکس گردیده است.

۲-۴-۹ بسترسازی لوله

حفاری ترانشه برای بستر سازی باید براساس اصول و مبانی مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و سایر نکات مندرج در این مشخصات انجام شود.

قبل از شروع حفاری، مسیر لوله‌گذاری باید بررسی شده و کلیه موانع آن شناسایی و نحوه عبور از آنها برنامه‌ریزی گردد. حفاری باید به ترتیبی انجام شود که امکان نصب مستقیم لوله‌ها بجز موارد مربوط به نصب زانویی‌ها، به خوبی فراهم گردد.

حداقل عرض ترانشه در مشخصات طرح منعکس می‌باشد. هرگونه اضافه برداشت و یا افزایش عرض ترانشه به هر دلیل باید با تأیید مهندس مشاور باشد.

در صورتی که عمق خاکبرداری به هر دلیل، اشتباه عوامل اجرایی، سست بودن زمین و مشابه آن، بیش از عمق مورد نیاز و مندرج در نقشه‌ها باشد، پیمانکار باید اضافه عمق برداشت شده را با مصالح دانه‌بندی شده و یا شن شکسته و یا مصالح مناسب دیگر و براساس مشخصات طرح و تا سطح مورد نیاز پر نموده و به خوبی متراکم نماید.

در مواقعی که حفاری در زمین‌های سنگی انجام می‌شود، کف ترانشه باید به مقدار حداقل ۱۰ سانتی‌متر بیشتر برداشت شده و با مواد دانه‌ای و یا خاک مرغوب که به راحتی قابل متراکم کردن باشد، جایگزین و متراکم گردد. مشخصات بستر لوله با توجه به مقاومت له‌شدگی سه محوری لوله و بارهای وارده و با عنایت به ضریب بستر[1] مورد نیاز در نقشه‌های اجرایی درج شده است. پیمانکار باید بسترسازی را دقیقاً براساس نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های مهندس مشاور اجرا نماید.

در لوله‌های آزبست سیمان تیپ‌های متفاوت بستر مورد استفاده می‌باشد که چهار نوع آن[2] در شکل شماره ۲-۴-۹ نشان داده شده است. مشخصات و ضریب بستر هریک از تیپ‌های فوق به شرح زیر می‌باشد.

---

[1] Bedding Factor

[2] ANCI / AWWA C401-83 ASCE-Manuals and Reports on Engineering Practice-No.60 WPF-Manual of Practice- No. FD-5

۲-۴-۹-۱ نوع اول

در این نوع بستر از بتن ساده و یا مسلح و یا مصالح مرغوب دانه بندی شده استفاده می‌گردد. بتن ریـــزی به صورت درجا انجـام می‌شود. بتنی که برای کاهش اثر بارهای خارجی لوله آزبست سیمان به کار گرفته می‌شود، باید در سراسر طول لوله قرار گیرد و در محل اتصالی‌ها قطع گردد. این بتن ممکن است به صورت گهواره زیر لوله را در بر گیرد و یا اینکه بصورت طاق قوسی لوله را پوشش داده و آن را حفاظت کند.

الف – در حالت " الف " عرض گهواره بتنی زیر لوله باید حداقل ۲۰ سانتی‌متر بیشتر از قطر خارجی لوله بوده و ضخامت آن در زیر لوله نباید از یک چهارم قطر خارجی لوله کمتر باشد و ضخامت آن در اطراف لوله باید در حدی باشد که حداقل معادل یک چهارم از مقطع لوله در داخل بتن این گهواره قرار گیرد.

پس از قرار دادن لوله روی گهواره بتنی، اطراف لوله باید تا سطحی حدود ۳۰ سانتی‌متر بالای تاج لوله با خاک مرغوب پر شده و با احتیاط و دقت، یا تخماق کوبیده و متراکم شود.

ضریب بستر در این حالت برای خاکریزی با تراکم تا حدود ۸۵ الی ۹۵ درصد پروکتور معادل ۲/۲ و برای خاکریزی بیش از ۹۵ درصد پروکتور حدود ۲/۸ می‌باشد. در صورت مسلح نمودن گهواره بتنی با مقدار میلگرد معادل ۰/۴ درصد سطح مقطع، ضریب بستر معادل ۳/۴ و در صورت افزایش میلگرد تا یک درصد سطح مقطع بتن، ضریب بستر تا ۴/۸ افزایش می‌یابد.

میلگردها عمود بر لوله و در لایه زیرین بتن با پوشش ۸ سانتی‌متر قرار داده می‌شوند.

سطح مقطع بتن برای آرماتورگذاری براساس ارتفاع بخشی از گهواره واقع در بین کف لوله و مرکز میلگردها محاسبه می‌شود.

ب – در حالت " ب " باید لوله روی قشری از مصالح مرغوب دانه‌ای که ضخامت آن حداقل معادل یک چهارم قطر خارجی لوله باشد قرار گرفته و اطراف لوله نیز با لایه‌هایی از همین مصالح پر شده و متراکم شود و تا حدی ادامه داده شود که مصالح متراکم شده نصف مقطع لوله را در بر گیرد.

بقیه نصف مقطع لوله باید با طاق یک پارچه بتنی که ضخامت بالای آن حداقل معادل یک چهارم قطر خارجی لوله و حداقل ۱۰ و حداکثر ۳۸ سانتی‌متر باشد و عرض آن حداقل ۲۰ سانتی‌متر بیشتر از قطر خارجی لوله و یا ۱/۲۵ برابر قطر خارجی لوله باشد، پوشانده شود.

سطح مقطع بتن برای آرماتورگذاری براساس ارتفاع بخشی از طاق قوسی واقع بین تاج لوله و مرکز میلگردها محاسبه می‌شود.

ضریب بستر در این حالت و با استفاده از بتن غیرمسلح معادل ۲/۸ می‌باشد. در صورت مسلح نمودن بتن با همان درصد میلگرد حالت الف، ضریب بستر نیز به همان ترتیب افزایش می‌یابد. میلگردها باید عمود بر لوله و در بالای طاق قوسی با پوشش بتن معادل ۵ سانتی‌متر قرار داده شوند. در بتن‌ریزی دقت شود که لوله‌ها از وضعیت خود منحرف نشده و جابجا نگردند.

۲-۴-۹-۲ نوع دوم

در نوع دوم، لوله در بستری از مصالح دانه‌ای مرغوب که متراکم شده است قرار داده می‌شود. ضخامت قشر بستر در زیر لوله معادل یک هشتم قطر خارجی لوله و حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۵ سانتی‌متر باشد، اطراف لوله نیز باید با لایه‌هایی از همین مصالح پر شده و متراکم شود و تا حدی ادامه داده شود که مصالح متراکم شده نصف مقطع لوله را در برگیرد. پر کردن ترانشه تا سطحی حداقل ۳۰ سانتی‌متر بالای تاج لوله باید با مصالح مرغوب پر شده و با احتیاط و دقت تا ۹۵ درصد پروکتور متراکم شود.

ضریب بستر در این نوع بستر معادل ۱/۹ می‌باشد.

۲-۴-۹-۳ نوع سوم

در این نوع نیز لوله در بستری از مصالح دانه‌ای مرغوب که متراکم شده است قرار داده می‌شود و ضخامت قشر بستر در زیر لوله باید معادل یک هشتم قطر خارجی لوله و حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۵ سانتی‌متر باشد. اطراف لوله نیز باید با لایه به ضخامتی که از یک ششم قطر خارجی لوله کمتر نباشد، پر شده و متراکم شود.

بقیه خاکریزی تا سطحی حداقل ۱۵ سانتی‌متر بالای تاج لوله باید با مصالح مرغوب پر شده و حداقل تا ۸۵ درصد پروکتور متراکم شود.

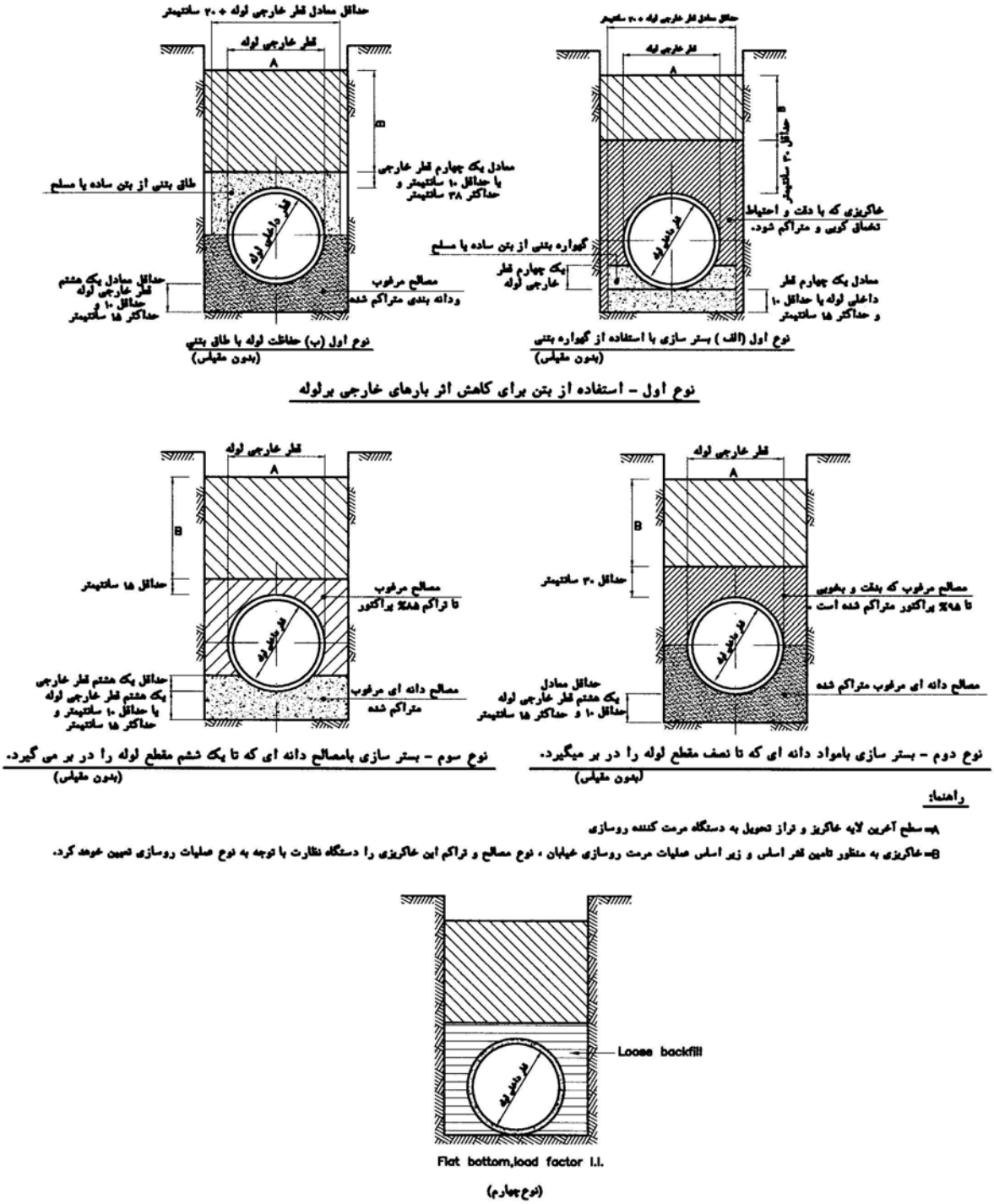
ضریب بستر در این نوع بستر معادل ۱/۵ می‌باشد.

۲-۴-۹-۴ نوع چهارم

در نوع چهارم بستر که کمتر متداول می‌باشد، لوله مستقیماً روی بستر حفاری و رگلاژ شده قرار می‌گیرد.

ضریب بستر در این نوع بستر معادل ۱/۱ است.

توصیه می‌شود که بواسطه مشکلاتی که می‌تواند بروز نماید، از نوع چهارم بسترسازی استفاده نشود. در نشریه شماره ۱۶۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور نیز این نوع بستر منعکس نمی‌باشد که به منزله عدم توصیه آن است.



شکل ۲-۴-۹ : مقطع بعضی از انواع بسترسازی برای لوله‌های آزبست سیمان فشاری که در ترانشه نصب می‌شود

۲-۴-۱۰ انتقال لوله، غلاف‌ها و متعلقات به داخل ترانشه

پیمانکار باید قبـــل از انتقال لوله‌ها به داخل ترانشه، هرگونه آب موجود در ترانشه را تخلیه نماید.

لوله‌ها باید پس از اطمینان از آماده بودن کامل بسترسازی و حفر محل اتصالی به داخل ترانشه انتقال داده شود. پیمانکار باید برای پائین بردن لوله‌ها از ماشین‌آلات و تجهیزات مناسب استفاده نماید به نحوی که از صدمه بـــه لوله و پوششهای آن و کارگران

در حال کار جلوگیری شود. لوله‌های با قطر کوچکتر و حداکثر ۲۰۰ میلی‌متر را می‌توان با دست به داخل ترانشه انتقال داد. پرتاب نمودن لوله و غلافها و متعلقات به داخل ترانشه و یا استفاده از سطوح شیب‌دار برای سردادن و لغزاندن لوله‌ها به داخل ترانشه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد. لوله، متعلقات، غلافها و واشرها باید قبل از انتقال به داخل ترانشه مجدداً بازدید و از سلامت و تمیز بودن آنها اطمینان حاصل شود.

در مواردی که پس از استقرار لوله در کف ترانشه، سنگینی لوله مانع از آن می‌شود که بتوان تسمه را به آسانی از زیر آن خارج ساخت، کف ترانشه در محلی که تسمه قرار می‌گیرد کمی گودتر از سایر قسمتها حفر شده باشد. پیمانکار باید به این نکته توجه کرده و قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه، محلی را که تسمه‌ها در زیر لوله قرار خواهند گرفت دقیقاً معین کرده و در محلی از کف ترانشه که پس از استقرار لوله، محل قرار گرفتن تسمه‌ها می‌باشد، خاکریزی کف ترانشه را در حداقل ممکن تا حدودی گودتر کند تا بیرون کشیدن تسمه‌ها ممکن گردد. محل فوق پس از بیرون کشیدن تسمه باید با مصالح مناسب پر شـــود.

◄ ۲-۴-۱۱ تعمیر پوشش خارجی و اندود داخلی

چنانچه پوشش خارجی لولـه هنگام عملیات برش و تراشکاری یا حمل و نقل و یا هر علت دیگری آسیب دیده باشد، لازم است پیمانکار قسمت صدمه دیده را طبق دستورالعمل‌های مربوط یا نظرات مهندس مشاور، تعمیـــــر و سپس نسبت به انتقال به داخل ترانشه یا مصرف آن اقدام نمایـــــد.

◄ ۲-۴-۱۲ نصب لوله و متعلقات

۲-۴-۱۲-۱ اجرای اتصالی از نوع غلاف و حلقه لاستیکی

اتصال لوله‌ها به یکدیگر یا به سایر متعلقات یکی از عمده‌ترین و حساس‌ترین قسمتهای نصب لوله می‌باشد که باید با دقت کافی انجام شود تا نشت‌های احتمالی را به حداقل رساند.

نصب لوله باید توسط کارگران ماهر و با تجربه و طبق دستورالعمل‌های سازنده انجام شود. به طور کلی پیمانکار و نصاب، باید از نکات زیر مطمئن بوده و آنها را دقیقاً رعایت نمایند.

- غلاف لوله‌ها منطبق با کلاس لوله باشد.
- واشرهای لاستیکی مورد استفاده کاملاً منطبق با کلاس (یا ضخامت جدار) لوله باشد.
- واشرهای لاستیکی و سطوح انتهایی قبل از برقراری اتصال کاملاً تمیز باشند.
- واشر لاستیکی به طور کاملاً صحیح در شیار مربوط قرار گرفته است.
- برای استفاده از مواد روان‌کننده لازم است دستورات مهندس مشاور یا سازنده را کاملاً رعایت نماید. پیمانکار باید از مواد روان کننده ارائه شده توسط سازنده استفاده نماید. در صورت عدم وجود مواد روان‌کننده خاص، می‌توان از مخلوط ۷۰ درصد آب و ۳۰ درصد صابون به عنوان روان‌کننده استفاده شود.

برای نصب لوله‌ها، ابتدا واشرهای لاستیکی به دقت در محل شیارهایی که بدین منظور در سطح داخلی غلاف تعبیه شده است، قرار داده می‌شوند. سپس غلاف مذکور را روی انتهای تراشکاری شده لوله نصب شده قبلی می‌رانیم تا به اواسط غلاف برسد. سپس لوله دیگر، لوله نصب شونده، را کاملاً در امتداد محور لوله قبلی قرار داده و سر تراشکاری شده آن را به داخل نیمه دیگر غلاف

می‌رانیم. قبل از این عملیات، باید سطوح خارجی دو سر تراشکاری شده لوله و سطح داخلی واشرها را به مواد روان‌کننده آغشته نمـود. استفاده از مواد پایه نفتی و یا گیاهی و یا حیوانی بعنوان روان کننده مجاز نمی‌باشد. مواد روانساز معمولاً توسط کارخانجات سازنده، تأمین و یا نوع آن اعلام می‌شود، ولی در صورت ضرورت می‌توان از ترکیب ۷۰ درصد آب و ۳۰ درصد صابون به عنوان مواد روان‌ساز استفاده نمود.

لبه‌های قسمت تراشکاری شده انتهایی لوله دارای پخی است تا ضمن ایجاد سهولت برای راندن سر لوله‌ها به داخل غلاف از صدمه زدن به واشرهای لاستیکی جلوگیری به عمل آید. در شکل شماره ۲-۴-۱۰ اصول و مراحل برقراری اتصال از نوع غلاف و حلقه لاستیکی نشان داده شده است.

اصول جا زدن لوله‌های آزبست سیمان از هر نوع، با سه واشر یا چهار واشر لاستیکی، یکسان و به شیوه فوق می‌باشد. برای اتصال لوله‌های با اقطار بیشتر و سنگین تر یا اتصال در بسترهایی که از مواد دانه‌ای ساخته شده اند نیاز به جا زدن با ادوات مکانیکی است. مکانیسم این تجهیزات شامل یک زنجیر یا کابل است که دور تا دور و در نزدیکی انتهای لوله نصب شونده پیچیده شده و به وسیله قلاب یا اتصـال دیگری محکم می‌شود، سپس به یک دستگاه تیفور اهرمی‌به دور لولـه‌ای که چند قطعه قبل از آخرین لوله نصب شده است وصل می‌گردد. با کشیدن تیفور، لوله مورد نظر به داخل نیمه مانشونی که قبلاً روی آخرین لوله نصب شده، کشیده می‌شود. بـرای استفـاده از ایـن تجهیزات نیـز لازم است دقت‌های لازم و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت و سازنده تجهیزات رعایت شود.

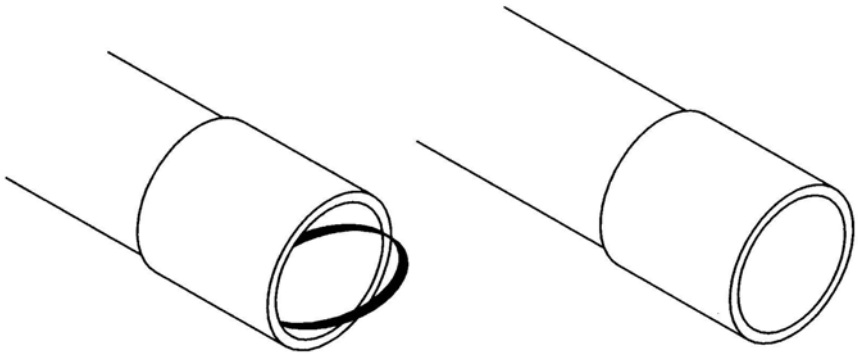
جز موارد فوق از به کارگیری سایر ماشین‌آلات و دستگاه‌های حفاری برای راندن لوله به داخل مانشون‌ها و نصب لوله‌هـای با نری و مادگی باید جداً خودداری شود. اشکال زیر چند نمونه از ابزار دستی و مکانیکی برای نصب لوله را نشان می‌دهد.

در شکل شماره ۲-۴-۱۱، نحوه برقراری اتصال لوله‌های آزبست سیمان در اقطار مختلف به عنوان نمونه ارائه گردیده است. برای لوله‌های کوچک تا قطر اسمی۲۵۰ میلی‌متر می‌توان لوله‌ها را با دست و یا به کمک یـک اهرم به نحوی که در شکـل شمـاره ۲-۴-۱۱- الف نشان داده شده به داخل غلاف راند. برای لوله‌های به قطر ۲۵۰ الی ۵۰۰ میلی‌متر می‌توان از یک اهرم مانند شکل ۲-۴-۱۱-ب استفاده نمود.

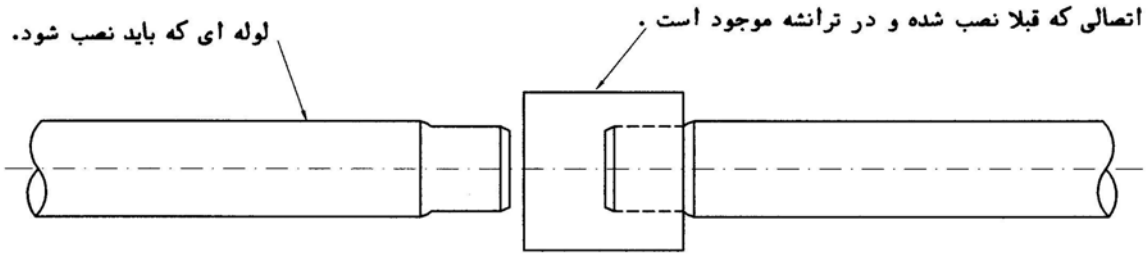
لوله‌های با قطر ۶۰۰ الی ۱۰۰۰ میلی‌متر را به علت سنگین بودن نمی‌توان بدون بلند کردن لوله با کمک جرثقیل و بـا استفاده از اهرم به داخل غلاف راند. در ایـن حالت و همانطور کـه در شکل شماره ۲-۴-۱۱- پ نشان داده شده است، لوله با جرثقیل تا حدی که با کف ترانشه تماس نداشته باشد بلند شده و سپس با کمک اهرم به داخل غلاف رانده می‌شود.

برای لوله‌های با قطر بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر که برای راندن لوله به داخل غلاف نیروی زیادی لازم است، و همانطور که در شکل شماره ۲-۴-۱۱ – ت نشان داده شده از تیفور استفاده می‌گردد.

تیفور شامل یک زنجیر یا کابل است که دور تا دور و در نزدیکی انتهای لوله نصب شـونده پیچیده شده و به وسیله قلاب یا اتصال دیگری محکم می‌شود. سپس دستگاه تیفور به دور لوله‌ای که چند قطعه قبل از آخرین لوله نصب شده است وصل می‌گردد. با کشیدن تیفور، لوله مورد نظر به داخل غلافی که قبلاً روی آخریـن لوله نصب شده کشیـده می‌شود. برای استفاده از این تجهیزات نیز لازم است دقت‌های لازم و دستورالعمل‌های مهندس مشاور و سازنده تجهیزات رعایت شود. البته در صورتی که کارگران بتوانند وارد لوله شوند، تیفور را می‌توان به صورتی که در شکل شماره ۲-۴-۱۱- ت نشان داده شده نیز مورد استفاده قرار داد.

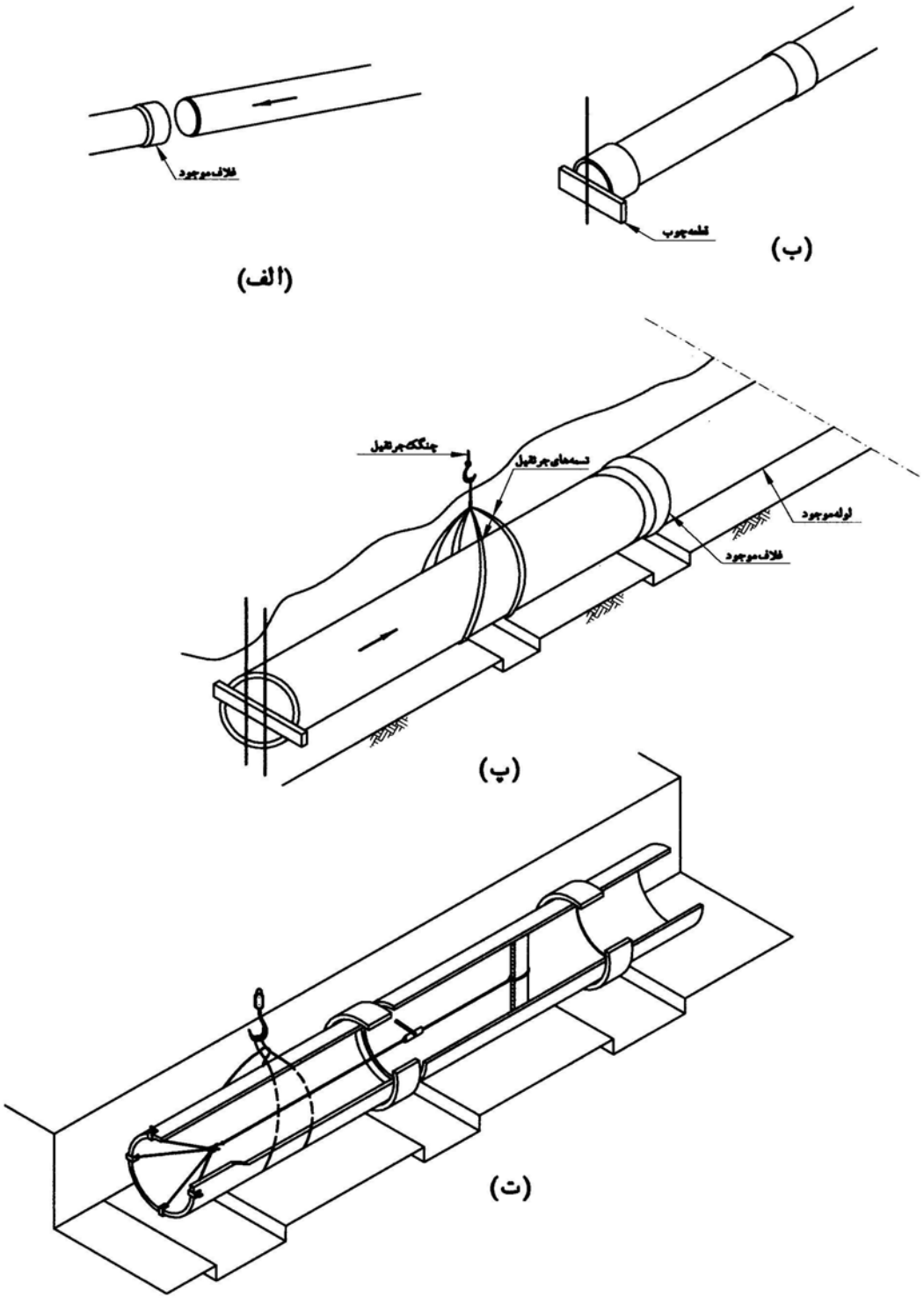


(۲) (۱)



(۳)

شکل ۲-۴-۱۰ : نحوه نصب لوله‌های آزبست سیمان در ترانشه



شکل ۲-۴-۱۱ : نحوه برقراری آزبست سیمان

استفاده از سایر ماشین‌آلات و دستگاه‌های مکانیکی برای راندن لوله‌ها به داخل غلاف و یا سرساده و سرکاسه لوله مجـــاز نمی‌باشد.

۲-۴-۱۲-۲ اجرای اتصالی از نوع ژیبو

اصول نصب این نوع اتصالی نیز مانند اجرای اتصال از نوع غلاف و حلقه‌های لاستیکی است با این تفاوت که همان‌گونه که قبلاً تشریح شده، این اتصالی از سه قطعه چدنی تشکیل گردیده است. ترتیب نصب این قطعات نیز در بخشهای قبلی این فصل شرح داده شده است. برای اجرای این اتصالی علاوه بر نکات و احتیاط‌های گفته شده برای سایر اتصالی‌ها، لازم است هنگام سفت کردن پیچ‌ها رعایت نکات فنی از جمله سفت کردن متناوب پیچ‌ها به عمل آید.

◄ ۲-۴-۱۳ برش لوله

در اجرای خطوط انتقال یا شبکه‌های توزیع آب و به دلایل مختلف، از جمله شروع کار از چند نقطه یا اجرای ابنیه‌های فنی و سازه‌های هیدرولیکی که باید در نقاط معینی از خط اجرا شوند، به قطعاتی از لوله با طول کمتر از یک شاخه نیاز است. در این موارد می‌توان با برش لوله، قطعه مورد نظر را به دست آورد. بدیهی است که قطعه بریده شده در بهترین حالت، دارای یک سر صاف و تراشکاری شده است و برای اتصال لازم است سر دیگر آن نیز تراشکاری شود. این عمل باید توسط کارگران باتجربه و رعایت دقت‌های لازم و با به کارگیری تجهیزات مخصوص انجـــام شود تا سر لوله‌های بدست آمده کاملاً سالم بوده و آسیبی به بدنه لوله و پوشش آن وارد نشود و مقطع برش شده باید کاملاً بر محور لوله عمود باشد، لذا توصیه می‌شود که محل برش قبلاً توسط یک خط محیطی بر روی لوله مشخص گردد.

برای برش لوله نباید از اره دستی استفاده شود و استفاده از ابزار و ماشین‌آلات مخصوص این کار ضروری است. پس از اتمام برش، تراشکاری سر دیگر لوله از محل برش تا طولی کـــه معمولاً سر لوله‌ها در کارخانه سازنده تراشکاری می‌شوند، باید انجام پذیرد، به طوری که قطر قسمت خارجی تراش خورده نظیر قطر خارجی سر لوله‌های اصلی کارخانه‌ای شده و لبه آن پخ[1] شود.

کلیه عملیات فوق اعم از برش، تراش و پخ کردن به وسیله تجهیزات مخصوص انجام می‌شود. هنگام کار با تجهیزات مذکور باید نهایت دقت به خصوص از نظر انتشار ذرات آزبست و رعایت نکات ایمنی به عمل آید.

برای پیش‌گیری از خطرات فوق لازم است، نکات زیر رعایت شود.

الف – برای تمیز کردن قسمتهای برش و تراشکاری شده از پارچه مرطوب استفاده شود.

ب – محوطه مخصوصی از کارگاه برای این کار اختصاص داده، محوطه آن مرطوب و از هواکش‌های مجهز به فیلتر هـــوا استفاده شود.

پ – براده‌ها و غبار حاصل از برش و تراشکاری به وسیله دستگاه مکنده[2] در ظروف سر بسته و با رعایت نکاتی که از طرف سازمانهای بهداشتی و حفاظت محیط زیست و دستورالعمل مهندس مشاور اعلام یا توصیه شده است، جمع‌آوری و دفع شود.

برای ایمنی بیشتر، پیمانکار باید برای کلیه کارگران و عواملی که برش لوله را انجام و یا در اطرف محل برشکاری به کار مشغول می‌باشند، ماسک تهیه نماید.

---

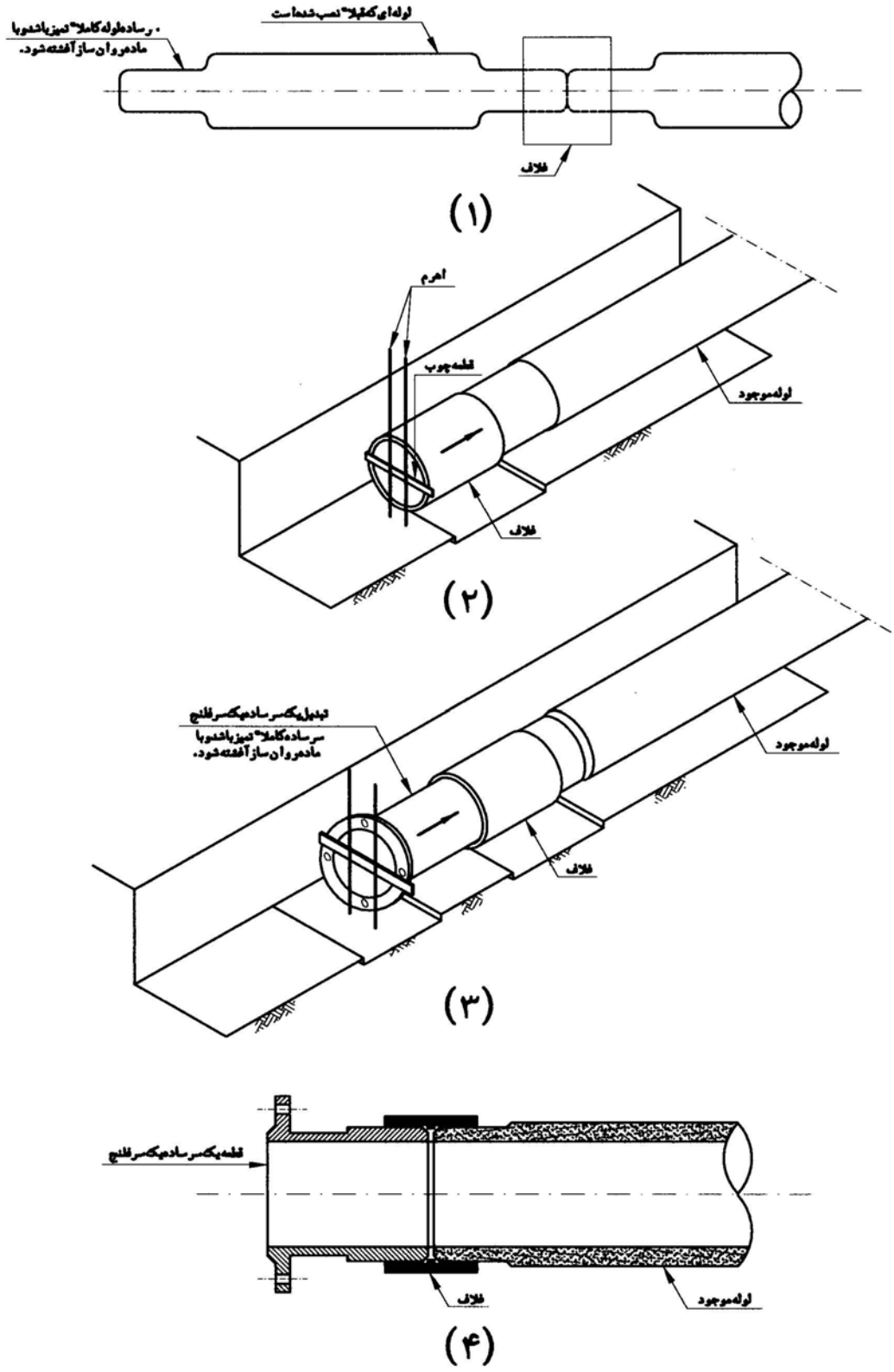
[1] Bevell
[2] Vaccum Cleaner

۲-۴-۱۴ نصب شیرآلات و اتصالات فلنجی

پیمانکار برای نصب شیرآلات باید موارد مندرج در نکات مشترک لوله‌گذاری و همچنین بخش مربوط به نصب شیرآلات را دقیقاً رعایت نماید.

عمده شیرآلاتی که در خطوط آبرسانی و شبکه‌های آب مصرف می‌شوند با توجه به اینکه دارای اقطاری بیش از ۷۵ میلی‌متر می‌باشند، از نوع فلنجی هستند. بنابراین برای نصب آنها لازم است از یک قطعه واسط و معمولاً قطعه یک سرساده یک سرفلنج استفاده شود. سایر عملیات عیناً نظیر نصب شیرآلات در سایر خطوط از جمله خطوط با لوله‌های داکتیل یا چدنی است. چنانچه شیرآلات از انواع دیگر از جمله رزوه‌ای باشند، در آن صورت می‌توان از یک قطعه تبدیل مخصوص که این اتصالی را به اتصالی فلنجی تبدیل می‌کند استفاده نمود. انواع مختلف شیرهایی که در سایر خطوط آبرسانی یا شبکه‌های آب مصرف می‌شود، در خطوط با لوله‌های آزبست و سیمانی نیز کاربرد دارند.

در شکل ۲-۴-۱۲ اصول و نحوه و مراحل مختلف نصب قطعه یک سرساده یک سرفلنج بر روی لوله نشان داده شده است.



شکل ۲-۴-۱۲ : اصول، نحوه و مراحل نصب قطعه یک سرساده و یک سرفلنج به سر ساده لوله‌های آزبست سیمان

۲-۴-۱۵ پشت‌بندها، تکیه‌گاه‌ها، مهاری‌ها و لوله‌گذاری در شیب

کلیه متعلقات (سه راه، زانو، تبدیل و غیره) اتصالی‌ها، لوله‌های در مسیر قوسی و سایر وسایلی که در خطوط آبرسانی و شبکه‌های آب مصرف می‌شوند، غالباً تحت تأثیر نیروهای حاصل از جریان آب در داخل خط لـــولـــه قرار دارند. در اتصالی‌های از نوع فلنج، نیروهای مذکور ممکن است از طریق پیچ و مهره‌های وصل کننده در نقطه اتصالی خنثی شده و اتصالی در جای خود باقی بماند، ولی در سایر موارد نیروهای وارد می‌تواند باعث جابجایی اتصالی گشته و خط را از آب‌بندی خارج نماید. همچنین تحت تأثیر برخـــی از مؤلفه نیروهای وارده، اتصالات فلنجی نیز ممکن است از محل خود جدا شده و مشکلاتی را به وجود آورد. بـــرای جلوگیری از این پدیده، لازم است حسب مورد شیـــرآلات، متعلقات و سایر موارد ذکر شده پشت بند، تکیه‌گاه و یا مهاری‌های مناسب اجرا شود.

پیمانکار موظف است در نقاطی که در نقشه‌های اجرایی مشخص شده و یا توسط مهندس مشاور ابلاغ می‌شود، پشت بند را طبق مشخصات و قبل از آزمایش هیدرولیکی خط لوله اجرا نماید.

هنگامی‌که خط لوله در مسیرهای بـــا شیب تند قرار می‌گیرند، لازم است مهاری‌های قائم به منظور جلوگیری از لغزش ساخته و اجرا شود. در این خصوص توضیحات لازم در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری داده شده است.

۲-۴-۱۶ خاکریزی مقدماتی

نحوه انجام خاکریزی مقدماتی در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری شرح داده شده است. پیمانکار علاوه بر نکات عمومی ذکر شده در فصل مزبور، باید موارد زیر را رعایت نماید.

قبل از آنکه آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله نصب شده آغاز شود،لازم است اطراف و روی لوله با خاک مرغوب و در لایه‌های با ضخامت حدود ۱۵ سانتی‌متر پر شده و متراکم گردد تا خط لوله در جای خود ثابت مانده و بر اثر فشار داخلی ضمن انجام آزمایشات هیدرواستاتیک از جای خود تکان نخورد. نظر به اینکه هنگام آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله لازم است اتصالی‌ها، شیرآلات و متعلقات قابل رؤیت باشند تا در صورت نشت آب از آن بتوان محل نشت را به آسانی پیدا و مرمت کرد، لذا خاکریزی قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیک باید طوری انجام شود که این نوع اتصالی‌ها و متعلقات و شیرآلات قابل رؤیت باشند. خاکریزی که بدین ترتیب انجام می‌شود، خاکریزی مقدماتی نامیده می‌شود.

پیمانکار موظف است قبل از انجام خاکریزی مقدماتی، محل تمام اتصالی‌ها و متعلقات و شیرآلاتی را که باید هنگام آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله قابل رؤیت باشد، به مهندس مشاور اعلام کند تا مهندس مشاور با در نظر گرفتن آن و توجه خاص به نوع اتصالی‌ها، شیرآلات و متعلقات، محل هائی از خط لوله را که اجازه می‌دهد زیر پوشش خاکریزی مقدماتی قرار گیرد، تعیین کرده و به پیمانکار ابلاغ کند. مهندس مشاور این محل ها را طوری تعیین خواهد کرد که بدنه هر شاخه لوله زیر خاکریز مقدماتی قرار گیرد، ولی اتصالی‌های آن خارج از خاکریز مقدماتی باشد.

خاکریزی مقدماتی باید با خاک مرغوب عاری از مواد آلی و قلوه سنگ و چوب و آشغال و زباله انجام شود. در غالب موارد از خاکهای حاصل از خاکبرداری ترانشه می‌توان برای خاکریزی مقدماتی استفاده کرد. مشروط بر اینکه‌این خاکها قبل از برگشت دادن به ترانشه سرند گردد تا مواد نامرغوب آن جدا شود، مگر اینکه در مشخصات طرح مصالح دیگری برای خاکریزی مقدماتی تعیین شده باشد. در این خصوص رعایت کامل موارد مندرج در نکات مشترک لوله‌گذاری الزامی است. در صورتی که قطر اسمی لوله تا ۲۰۰

میلی‌متر باشد[1]، خاکریزی مقدماتی باید تا حدود ۳۰ سانتی‌متر بالای لوله ادامه داده شود و در مورد لوله‌های با قطر بزرگتر از ۲۰۰ میلی‌متر، این رقم تا ۶۰ سانتی‌متری بالای لوله ادامه داده شود. مصالح و خاک مصرفی با ابعاد بیش از ۳۸ میلی‌متر نباید در خاکریزی مقدماتی تا ۳۰ سانتی‌متری بالای تاج لوله مورد مصرف قرار گیرند.

در مواردی که به هر دلیل نیازی به باز و قابل رؤیت بودن محل اتصالی‌ها، شیرآلات و متعلقات در حین آزمایش هیدرواستاتیکی نمی‌باشد، خاکریزی مقدماتی روی لوله، صرفنظر از قطر لوله، باید معادل ۳۰ سانتی‌متر باشد.

۲-۴-۱۷ آزمایش هیدرواستاتیکی سراسری و ضدعفونی نمودن خطوط لوله آزبست سیمانی فشاری

موارد مهم و مشترک آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله از نظر آماده سازی خط لوله، مشخصات آب مصرفی، ضد عفونی نمودن خطوط و آزمایش سراسری و شستشو و غیره در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده است. پیمانکار باید ضمن رعایت نکات مندرج در فصل ذکر شده، موارد زیر را نیز برای آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله آزبست سیمان رعایت نماید.

- مقـــدار خاکریـزی مقدماتی باید به اندازه‌ای باشد که از بلند شدن لوله‌ها در حین پر کردن خط لـــوله از آب و یا افزایش فشار جلوگیری نماید. همانطور که در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده، حداقل مقدار خاکریزی روی بدنه لوله ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد. در صورتی که با توجه به مشخصات و ضرورتهای اجرایی، خاکریزی مقدماتی و نهایی باید بلافاصله پس از نصب لوله‌ها انجام شود، روسازی نهایی مسیر نباید قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیکی خط کامل و نهایی گردد.
- آزمایش هیدرواستاتیکی نباید زودتر از ۳۶ ساعت پس از بتن‌ریزی آخرین پشت‌بند خط لـــولـــه (در صورت استفاده از سیمان زودگیر) و یا ۷ روز (در صورت استفاده از سیمان پرتلند) انجام پذیـــرد.
- حداقل ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش، خط لوله پر از آب شده و هوای آن کاملاً خارج شود. پیمانکار باید در طی این مدت، کلیه اتصالیها و متعلقات و محلهای باز لوله را بازدید نموده و در صورت مشاهـــده هرگونه خرابی در مصالح و یا نشت آب و قبل از شروع آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله، نسبت به رفع آنها اقدام و مجدداً خط لوله را برای ۲۴ ساعت پر از آب کرده و کاملاًهواگیری نماید.
- طول قطعات مورد آزمایش باید بین ۵۰۰ الی ۱۵۰۰ متر باشد.

برای آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله آزبست سیمان استانداردهای معتبر مختلف روشهای متفاوتی را ارائه نموده‌اند که ذیلاً دو روش آن شرح داده می‌شود. در صورتی که روشهای دیگری در مشخصات طرح ارائه گردیده، پیمانکار ملزم به رعایت آنها می‌باشد. همچنین پیمانکار می‌تواند استاندارد و روش دیگری به جز آنچه در این جا ذکر شده را پیشنهاد و در صورت تأیید مهندس مشاور، اجرا نماید. در هر صورت پیمانکار موظف است که روش مورد تأیید و قبول مهندس مشاور را دقیقاً رعایت نماید.

متذکر می‌شود که زمان ضد عفونی نمودن خـط لوله بـا آزمایش هیدرواستاتیکـــی منطبق نمی‌باشد، لذا پیمانکار باید خطوط لوله را براساس دستورالعملهای مهندس مشاور و مشخصات طرح و موارد مندرج در نکات مشترک لوله‌گذاری ضد عفونی نماید.

[1] ANCI / AWWA C 603-96

۲-۴-۱۷-۱ روش اول

در روش اول[1] مقدار نشت مجاز آب براساس تعداد اتصالیها محاسبه می‌شود.

فشار آزمایش هیدرواستاتیکی در این روش بشرح زیر است.

برای لوله‌های با قطـــر ۱۰۰ الی ۴۰۰ میلی‌متر، هریک از دو مقدار زیر که کمتر است، صحیح می‌باشد.

الف – دو برابر فشار کار خط لوله در پائین‌ترین نقطه

ب – فشار اسمی لوله به اضافه حدود ۳/۵ اتمسفر[2]

برای لوله‌های با قطر بیش از۴۵۰ میلی‌متر، معادل فشار کار لوله به اضافه حدود ۳/۵ اتمسفر ولی حداکثر، معادل فشار طراحی خط که برابر است با فشار کار به اضافه فشارهای اضافی ناشی از ضربات قوچ در خط لوله باشد.

آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله در این روش شامل دو آزمایش اندازه‌گیری و تحمل فشار و نشت آب می‌باشد که می‌توانند به صورت همزمان و ادغام شده و یا به صورت مجزا انجام شوند.

مدت زمان آزمایش تحمل فشار و نشت به صورت همزمان حداقل ۲ ساعت و با مقدار فشار ذکر شده می‌باشد. در این حالت، باید با افزایش آب به خط لوله، فشار آزمایش هیدرواستاتیکی را حفظ نموده و همزمان مقدار نشت آب اندازه‌گیری شود.

در صورتی که آزمایش تحمل فشار و نشت جداگانه صورت پذیرد، نخست باید آزمایش تحمل فشار به مدت حداقل یک ساعت انجام شود. در طی مدت آزمایش تحمل فشار، باید بـــا افزایش آب به خط لولـــه و صرف‌نظر از مقدار نشت، فشار آزمـــایش هیدرواستاتیکی داخل خط طی مدت آزمایش حفظ شود. پس از تکمیل و موفقیت در آزمایش تحمل فشار، آزمایش نشت انجام می‌شود. مدت زمان آزمایش نشت حداقل ۴ ساعت بوده و فشار داخل خط طی این آزمایش باید کمترین دو مقدار زیر باشد.

الف – ۱/۵ برابر حداکثر فشار کار خط لوله در قطعه مورد آزمایش

ب – فشار آزمایش هیدرواستاتیکی

در طی مدت آزمایش همزمان فشار و نشت و یا آزمایش مجزای نشت، محلهای نشت قابل رؤیت باید ترمیم شده و کلیه قطعات معیوب تعویض گردند و آزمایش تکرار شده تا زمانی که در طول مدت آزمایش، هیچ‌گونه نشت قابل رؤیت مشاهده نگردد.

اصول محاسبه مقدار نشت مجاز در این روش براساس نشت مجاز ۲/۷۸ لیتر در روز در کیلومتر برای هر میلی‌متر قطر خط لوله در فشار حدود ۱۰ اتمسفر[3] می‌باشد که برای مقدار فشارهای مختلف هیدرواستاتیکـــی خط لوله، بـــرای هـــر ۱۰۰ عدد غلاف و اتصالـــی در خط لولـــه تعیین و اندازه‌گیری می‌شود.

مقدار نشت مجاز در ساعت برای هر ۱۰۰ اتصالی با توجه به قطر خط لوله و فشار آزمایش در جدول شماره ۲-۴-۳ منعکس می‌باشد.

آزمایش هیدرواستاتیکی و نشت خط لوله در این روش در صورتی مورد قبول می‌باشد که مقدار نشت آب از خط کمتر از نشت مجاز مندرج در جدول شماره ۲-۴-۳ باشد. در غیر این صورت پیمانکار باید اصلاحات و تعمیرات لازم را در خط انجام و آزمایش هیدرواستاتیکی و نشت را تا حصول نتیجه قابل قبول تکرار نماید.

---

[1] ANCI / AWWA C 603-96

[2] 345 kPa = 50 psi

[3] ۳۰ گالن در روز در مایل برای هر اینچ قطر خط لوله در فشار ۱۵۰ پوند بر اینچ مربع (معادل فشار ۱۰۳۴ کیلوپاسکال)

جدول ۲-۴-۳: مقدار مجاز نشت آب برای هر ۱۰۰ غلاف و اتصالی

قطر لوله میلی‌متر	فشار متوسط آزمایش در پائین‌ترین نقطه از خط بر حسب اتمسفر (kPa)								
	مقدار نشت مجاز براساس لیتر در ساعت								
	۳/۵ (۳۴۵)	۵/۲ (۵۱۷)	۶/۹ (۶۸۹)	۸/۶ (۸۶۲)	۱۰/۳ (۱۰۳۴)	۱۲/۱ (۱۲۰۷)	۱۳/۸ (۱۳۷۹)	۱۵/۵ (۱۵۵۱)	۱۷/۲ (۱۷۲۴)
۱۰۰	۲/۶۹	۳/۲۹	۳/۷۸	۴/۲۴	۴/۶۶	۵/۰۰	۵/۳۷	۵/۷۲	۵/۹۸
۱۵۰	۴/۰۱	۴/۸۸	۵/۷۲	۶/۳۶	۶/۹۶	۷/۴۹	۸/۰۲	۸/۵۲	۸/۹۷
۲۰۰	۵/۳۷	۶/۵۱	۷/۵۷	۸/۴۸	۹/۲۷	۹/۹۹	۱۰/۷۵	۱۱/۳۶	۱۱/۹۶
۲۵۰	۶/۷۰	۸/۱۴	۹/۴۶	۱۰/۵۶	۱۱/۶۲	۱۲/۸۷	۱۳/۴۰	۱۴/۱۹	۱۴/۹۵
۳۰۰	۸/۰۲	۹/۷۷	۱۱/۳۶	۱۲/۶۸	۱۳/۹۳	۱۴/۹۹	۱۶/۰۵	۱۷/۱۱	۱۷/۹۴
۳۵۰	۹/۳۹	۱۱/۳۹	۱۳/۲۵	۱۴/۷۸	۱۶/۲۰	۱۷/۴۹	۱۸/۷۷	۱۹/۹۱	۲۰/۸۲
۴۰۰	۱۰/۷۱	۱۳/۰۲	۱۵/۱۸	۱۶/۹۲	۱۸/۵۱	۱۹/۹۵	۲۱/۵۰	۲۲/۷۱	۲۳/۹۲
۴۵۰	۱۲/۰۴	۱۴/۶۵	۱۷/۱۱	۱۹/۰۰	۲۰/۸۹	۲۲/۴۴	۲۴/۱۱	۲۵/۵۵	۲۶/۹۱
۵۰۰	۱۳/۴۰	۱۶/۲۸	۱۸/۹۲	۲۱/۱۲	۲۳/۱۶	۲۴/۹۰	۲۶/۸۷	۲۸/۴۳	۲۹/۹۰
۶۰۰	۱۶/۰۵	۱۹/۵۳	۲۲/۷۱	۲۵/۳۲	۲۷/۷۸	۲۹/۹۴	۳۲/۱۷	۳۴/۱۰	۳۵/۸۴
۷۰۰	۱۸/۷۰	۲۲/۷۸	۲۶/۵۰	۲۹/۵۲	۳۲/۴۰	۳۴/۹۲	۳۷/۵۴	۳۹/۷۷	۴۱/۷۸
۸۰۰	۲۱/۳۵	۲۶/۰۵	۳۰/۲۹	۳۳/۷۲	۳۷/۰۲	۴۰/۰۲	۴۲/۹۱	۴۵/۴۴	۴۷/۷۲
۹۰۰	۲۴/۱۱	۲۹/۳۳	۳۴/۱۰	۳۸/۱۱	۴۱/۷۱	۴۴/۹۷	۴۸/۲۲	۵۱/۱۰	۵۳/۸۲
۱۰۵۰	۲۶/۸۷	۳۲/۵۷	۳۷/۸۹	۴۲/۳۱	۴۶/۴۰	۴۹/۹۲	۵۳/۵۳	۵۶/۷۶	۵۹/۹۲
۱۱۰۰	۲۹/۶۳	۳۵/۸۳	۴۱/۶۸	۴۶/۵۱	۵۱/۰۲	۵۴/۸۷	۵۸/۸۴	۶۲/۴۲	۶۶/۰۲
۱۲۰۰	۳۲/۳۹	۳۹/۰۹	۴۵/۴۷	۵۰/۷۱	۵۵/۶۴	۵۹/۸۲	۶۴/۱۵	۶۸/۰۸	۷۲/۱۲

۲-۴-۱۷-۲ روش دوم

در روش دوم[1] مقدار نشت مجاز آب براساس مساحت بدنه خط لوله که در تماس با آب است، تعیین می‌شود. لذا مقدار نشت مجاز در این روش برای لوله‌های با سطح داخلی ساده و قیر اندود شده متفاوت می‌باشد.

در این روش نیز خط لوله قبل از شروع آزمایش به مدت حداقل ۲۴ ساعت پر از آب می‌شود تا لوله اشباع و تمام هوای محبوس در آن خارج شود. در این حالت نیز پیمانکار باید محلهای اتصالیها و غلافها و کلیه محلهای قابل رؤیت خط را بازدید و نسبت به رفع هرگونه نقص و یا نشت احتمالی اقدام نموده و قبل از شروع آزمایش هیدرواستاتیکی، مجدداً خط لوله را برای مدت ۲۴ ساعت پر از آب کرده و هواگیـــری نماید.

آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله در این روش شامل دو مرحله آزمایش مقدماتی[2] و آزمایش اصلی[3] است.

[1] DIN 4279 Parts 1 & 6
[2] Preliminary Test
[3] Main Test

۲-۴-۱۷-۲-۱ آزمایش مقدماتی

آزمایش مقدماتی شامل اقدامات آماده‌سازی است که به آزمایش نهایی منجر می‌شود. مدت زمان آزمایش مقدماتی حداقل ۲۴ ساعت پس از اشباع خط لوله می‌باشد. فشار داخلی خط لوله در آزمایش مقدماتی به شرح زیر است.

فشار اسمی خط		فشار آزمایش مقدماتی خط لوله		
۲/۵	اتمسفر	۲/۵	الی ۴	اتمسفر
۶	اتمسفر	۶	الی ۹	اتمسفر
۱۰	اتمسفر	۱۰	الی ۱۵	اتمسفر
۱۲/۵	اتمسفر	۱۲/۵	الی ۱۷/۵	اتمسفر
۱۶	اتمسفر	۱۶	الی ۲۱	اتمسفر

فشار خط لوله در حین آزمایش اولیه باید در حالتی که آب به صورت صحیح تزریق وهوای احتمالی در خط خارج می‌شود، افزایش یافته و با افزودن آب در طی مدت آزمایش، در محدوده فشار ذکر شده افزایش یافته و حفظ گردد. در صورت مشاهده هرگونه جابجایی در اجزا و یا نشت کوچک در حین افزایش فشار و مشروط بر عدم پیش‌بینی خسارت از این بابت، افزایش فشار باید تا حداکثر فشار آزمایش مقدماتی ادامه یابد تا هرگونه نقص و خرابی مشخص گردد.

آب‌بند نمودن اتصالات و غلافهایی که نشت می‌نمایند و اصلاح هرگونه جابجایی اجزا می‌تواند در صورت امکان‌پذیر بودن، پس از کاهش فشار خط و بدون نیاز به تخلیه آب از خط لوله انجام شود.

۲-۴-۱۷-۲-۲ آزمایش اصلی

آزمایش اصلی می‌تواند بلافاصله پس از اتمام آزمایش اولیه و رفع کلیه نواقص مشاهده شده شروع شود، فشار داخلی خط در آزمایش اصلی همانطور که در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری ذکر گردیده به شرح زیر است.

تا فشار اسمی	۱۰ اتمسفر =»	۱/۵ برابر فشار اسمی
بیش از	۱۰ اتمسفر =»	فشار اسمی+ ۵ اتمسفر

طول مدت آزمایش نهایی با توجه به قطر خط لوله به شرح زیر می‌باشد.

قطر خط لوله		مدت زمان آزمایش نهایی	
تا	۲۰۰ میلی‌متر	۳	ساعت
۲۵۰	الی ۴۰۰ میلی‌متر	۶	ساعت
۵۰۰	الی ۷۰۰ میلی‌متر	۱۸	ساعت
بیش از	۷۰۰ میلی‌متر	۲۴	ساعت

فشار آزمایش باید هر یک ساعت یک بار کنترل و مقدار آبی که برای جبران کاهش فشار خط طی مدت یک ساعت و به منظور افزایش فشار داخلی بـــــه فشار آزمایش به خط لوله اضافه می‌گردد، اندازه‌گیری و ثبت شود.

همانطور که ذکر شد، مقدار نشت مجاز آب در این روش براساس مقدار نشت قابل قبول برای سطح در تماس با آب اندازه‌گیری می‌شود.

آزمایش هیدرواستاتیکی و نشت لوله در این روش در صورتی مورد قبول می‌باشد که مجموع نشت آب در طول مدت آزمایش کمتر از مقادیر مندرج در جدول شماره ۲-۴-۴ باشد.

همانطور که در جدول شماره ۲-۴-۴ مشاهده می‌گردد، مقدار نشت از خط لوله هر ساعت باید کمتر شود. همچنین مقدار نشت از خط لوله تنها در ۶ ساعـــت اول آزمایـــش اندازه‌گیری می‌شود. در صورتیکه مدت زمان آزمایش هیدرواستاتیکی بیش از ۶ ساعت باشد، مقدار نشت از خط لوله باید متوالیاً کاهش یابد. در هر صورت، نشت مجـــاز از خط لولـــه تنها در ۶ ساعـــت اول اندازه‌گیری و ملاک قبول آزمایش هیدرواستاتیکی قرار می‌گیرد، ولی همزمان با آن، کاهش نشت پس از ۶ ساعت نیز کنترل می‌گردد. در جدول شماره ۲-۴-۵ مقدار کل نشت از ۱۰۰ متر لوله آزبست سیمان بدون اندود داخلی برای اقطار مختلف لوله و در فشـــارهای مختلف براساس مبانی جدول شماره ۲-۴-۴ درج گردیده است. در جدول شماره ۲-۴-۶ ارقام مشابه برای لوله‌های آزبست سیمان با اندود ارائه شده است. متذکر می‌شود که هر ردیـــف از جداول شماره ۲-۴-۵ و ۲-۴-۶، مقدار کل نشت آب در ساعت معین آزمایش برای ۱۰۰ متر لوله می‌بـــــاشد. لازم به توضیح است که لولـه آزبست سیمان با اندود داخلی در ایران مورد مصرف ندارد.

جدول ۲-۴-۴ : مقدار نشت مجاز از هر مترمربع سطح داخلی لوله‌های آزبست سیمان

مدت آزمایش		فشار اسمی	فشار آزمایش	مقدار نشت مجاز برحسب لیتر بر متر مربع سطح	
از ساعت	تا ساعت	(اتمسفر)	(اتمسفر)	لوله با پوشش داخلی	لوله بدون پوشش داخلی
		۲/۵	۴	۰/۰۱۳۳	۰/۰۱۹۰
		۶	۹	۰/۰۱۸۹	۰/۰۲۶۹
---	۱	۱۰	۱۵	۰/۰۲۳۰	۰/۰۳۳۰
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۰۲۵۱	۰/۰۳۶۳
		۱۶	۲۱	۰/۰۲۷۴	۰/۰۳۸۹
		۲/۵	۴	۰/۰۰۸۲	۰/۰۱۱۴
		۶	۹	۰/۰۱۱۴	۰/۰۱۶۴
۱	۲	۱۰	۱۵	۰/۰۱۴۰	۰/۰۲۰۰
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۰۱۵۲	۰/۰۲۲۰
		۱۶	۲۱	۰/۰۱۶۶	۰/۰۲۳۶
		۲/۵	۴	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۹۲
		۶	۹	۰/۰۰۹۸	۰/۰۱۳۰
۲	۳	۱۰	۱۵	۰/۰۱۲۰	۰/۰۱۶۰
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۰۱۳۰	۰/۰۱۷۶
		۱۶	۲۱	۰/۰۱۴۲	۰/۰۱۸۸
		۲/۵	۴	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۸۰
		۶	۹	۰/۰۰۸۲	۰/۰۱۱۴
۳	۴	۱۰	۱۵	۰/۰۱۰۰	۰/۰۱۴۰
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۰۱۰۸	۰/۰۱۵۴
		۱۶	۲۱	۰/۰۱۲۰	۰/۰۱۶۶
		۲/۵	۴	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۶۴
		۶	۹	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۹۸
۴	۵	۱۰	۱۵	۰/۰۰۸۰	۰/۰۱۲۰
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۰۰۸۸	۰/۰۱۳۲
		۱۶	۲۱	۰/۰۰۹۶	۰/۰۱۴۲
		۲/۵	۴	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۶۴
		۶	۹	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۹۰
۵	۶	۱۰	۱۵	۰/۰۰۵۸	۰/۰۱۰
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۰۰۶۴	۰/۰۱۲۲
		۱۶	۲۱	۰/۰۰۶۹	۰/۰۱۳۰

جدول ۲-۴-۵ : مقدار نشت مجاز از هر ۱۰۰ متر لوله آزبست سیمان بدون اندود داخلی برای اقطار و فشارهای مختلف

مدت آزمایش		فشار اسمی	فشار آزمایش	مقدار نشت مجاز از ۱۰۰ متر لوله به لیتر																
				قطـــــر خـــــط																
ازساعت	تاساعت	اتمسفر	اتمسفر	۶۵	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰
		۲/۵	۴	۰/۳۹	۰/۴۸	۰/۶۰	۰/۷۵	۰/۹۰	۱/۱۹	۱/۴۹	۱/۷۹	۲/۰۹	۲/۳۹	۲/۶۹	۲/۹۹	۳/۵۸	۴/۱۸	۴/۷۸	۵/۳۷	۵/۹۷	۷/۱۶
		۶	۹	۰/۵۵	۰/۶۸	۰/۸۵	۱/۰۶	۱/۲۷	۱/۶۹	۲/۱۱	۲/۵۴	۲/۹۶	۳/۳۸	۳/۸۰	۴/۲۳	۵/۰۷	۵/۹۲	۶/۷۶	۷/۶۱	۸/۴۵	۱۰/۱۴
--	۱	۱۰	۱۵	۰/۶۸	۰/۸۳	۱/۰۴	۱/۳۰	۱/۵۶	۲/۰۷	۲/۵۹	۳/۱۱	۳/۶۳	۴/۱۵	۴/۵۷	۵/۱۸	۶/۲۲	۷/۲۶	۸/۳۰	۹/۳۳	۱۰/۳۷	۱۲/۴۳
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۷۴	۰/۹۱	۱/۱۴	۱/۴۳	۱/۷۱	۲/۲۸	۲/۸۵	۳/۴۲	۳/۹۹	۴/۵۶	۵/۱۳	۵/۷۰	۶/۸۴	۷/۹۸	۹/۱۲	۱۰/۲۶	۱۱/۴۰	۱۳/۶۸
		۱۶	۲۱	۰/۷۹	۰/۹۸	۱/۲۲	۱/۵۳	۱/۸۳	۲/۴۴	۳/۰۶	۳/۶۷	۴/۲۸	۴/۳۹	۵/۵۰	۶/۱۱	۷/۳۳	۸/۵۶	۹/۷۸	۱۱/۰۰	۱۲/۲۲	۱۴/۶۶
		۲/۵	۴	۰/۶۲	۰/۷۶	۰/۹۶	۱/۱۹	۱/۴۳	۱/۹۱	۲/۳۹	۲/۸۷	۳/۳۴	۳/۸۲	۴/۳۰	۴/۷۸	۵/۷۳	۶/۶۹	۷/۶۴	۸/۶۰	۹/۵۵	۱۱/۴۵
		۶	۹	۰/۸۸	۱/۰۹	۱/۳۶	۱/۷۰	۲/۰۴	۲/۷۲	۳/۴۰	۴/۰۸	۴/۷۶	۵/۴۴	۶/۱۲	۶/۸۰	۸/۱۶	۹/۵۲	۱۰/۸۸	۱۲/۲۴	۱۳/۶۰	۱۶/۳۲
۱	۲	۱۰	۱۵	۱/۰۸	۱/۳۳	۱/۶۷	۲/۰۶	۲/۵۰	۳/۳۳	۴/۱۶	۵/۰۰	۵/۸۳	۶/۶۶	۷/۴۹	۸/۳۳	۹/۹۹	۱۱/۶۶	۱۳/۳۲	۱۴/۹۹	۱۶/۶۵	۱۹/۹۷
		۱۲/۵	۱۷/۵	۱/۱۹	۱/۴۷	۱/۸۳	۲/۲۹	۲/۷۵	۳/۶۶	۴/۵۸	۵/۴۹	۶/۴۱	۷/۳۳	۸/۲۴	۹/۱۶	۱۰/۹۹	۱۲/۸۲	۱۴/۶۵	۱۶/۴۸	۱۸/۳۲	۲۱/۹۶
		۱۶	۲۱	۱/۲۸	۱/۵۷	۱/۹۶	۲/۴۵	۲/۹۵	۳/۹۳	۴/۹۱	۵/۸۹	۶/۸۷	۷/۸۵	۸/۸۴	۹/۸۲	۱۱/۷۸	۱۳/۷۴	۱۵/۷۱	۱۷/۶۷	۱۹/۶۳	۲۳/۵۵
		۲/۵	۴	۰/۸۱	۱/۰۰	۱/۲۴	۱/۵۶	۱/۸۷	۲/۴۹	۳/۱۱	۳/۷۳	۴/۳۵	۴/۹۸	۵/۶۰	۶/۲۲	۷/۴۶	۸/۷۱	۹/۹۵	۱۱/۲۰	۱۲/۴۴	۱۴/۹۲
		۶	۹	۱/۱۵	۱/۴۱	۱/۷۷	۲/۲۱	۲/۶۵	۳/۵۴	۴/۴۲	۵/۳۱	۶/۱۹	۷/۰۷	۷/۹۶	۸/۸۴	۱۰/۶۱	۱۲/۳۸	۱۴/۱۹	۱۵/۹۲	۱۷/۶۹	۲۱/۲۱
۲	۳	۱۰	۱۵	۱/۴۱	۱/۷۳	۲/۱۷	۲/۷۱	۳/۲۵	۴/۳۴	۵/۴۲	۶/۵۰	۷/۵۹	۸/۶۷	۹/۷۵	۱۰/۸۴	۱۳/۰۱	۱۵/۱۷	۱۷/۳۴	۱۹/۵۱	۲۱/۶۸	۲۶/۰۰
		۱۲/۵	۱۷/۵	۱/۵۵	۱/۹۱	۲/۳۸	۲/۹۸	۳/۵۷	۴/۷۷	۵/۹۶	۷/۱۵	۸/۳۵	۹/۵۴	۱۰/۷۳	۱۱/۹۲	۱۴/۳۱	۱۶/۶۹	۱۹/۰۸	۲۱/۴۶	۲۳/۸۴	۲۸/۶۰
		۱۶	۲۱	۱/۶۶	۲/۰۴	۲/۵۵	۳/۱۹	۳/۸۳	۵/۱۱	۶/۳۹	۷/۶۶	۸/۹۴	۱۰/۲۲	۱۱/۴۹	۱۲/۷۷	۱۵/۳۲	۱۷/۸۸	۲۰/۴۳	۲۲/۹۹	۲۵/۵۴	۳۰/۶۳
		۲/۵	۴	۰/۹۷	۱/۲۰	۱/۵۰	۱/۸۷	۲/۲۴	۲/۹۹	۳/۷۴	۴/۴۹	۵/۲۳	۵/۹۸	۶/۷۳	۷/۴۸	۸/۹۷	۱۰/۴۷	۱۱/۹۶	۱۳/۴۶	۱۴/۹۵	۱۷/۹۴
		۶	۹	۱/۳۸	۱/۷۰	۲/۱۳	۲/۵۶	۳/۱۹	۴/۲۵	۵/۳۲	۶/۳۸	۷/۴۴	۸/۵۱	۹/۵۷	۱۰/۶۳	۱۲/۷۶	۱۴/۸۹	۱۷/۰۱	۱۹/۱۴	۲۱/۲۷	۲۵/۵۱
۳	۴	۱۰	۱۵	۱/۶۹	۲/۰۹	۲/۶۱	۳/۲۶	۳/۹۱	۵/۲۲	۶/۵۲	۷/۸۲	۹/۱۳	۱۰/۴۳	۱۱/۷۳	۱۳/۰۴	۱۵/۶۵	۱۸/۲۵	۲۰/۸۶	۲۳/۴۷	۲۶/۰۸	۳۱/۲۷
		۱۲/۵	۱۷/۵	۱/۸۶	۲/۲۹	۲/۸۷	۳/۵۹	۴/۳۰	۵/۷۴	۷/۱۷	۸/۶۰	۱۰/۰۴	۱۱/۴۷	۱۲/۹۱	۱۴/۳۴	۱۷/۲۱	۲۰/۰۸	۲۲/۹۵	۲۵/۸۱	۲۸/۶۸	۳۴/۴۰
		۱۶	۲۱	۲/۰۰	۲/۴۶	۳/۰۸	۳/۸۴	۴/۶۱	۶/۱۵	۷/۶۹	۹/۲۳	۱۰/۷۶	۱۲/۳۰	۱۳/۸۴	۱۵/۳۸	۱۸/۴۵	۲۱/۵۳	۲۴/۶۰	۲۷/۶۸	۳۰/۷۸	۳۶/۸۹

ادامه جدول ۲-۴-۵ : مقدار نشت مجاز از هر ۱۰۰ متر لوله آزبست سیمان بدون اندود داخلی برای اقطار و فشارهای مختلف

مدت آزمایش		فشار اسمی	فشار آزمایش	مقدار نشت مجاز از ۱۰۰ متر لوله به لیتر																
				قطـــــر خـــــط																
ازساعت	تاساعت	اتمسفر	اتمسفر	۶۵	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰
		۲/۵	۴	۱/۱۱	۱/۳۷	۱/۷۱	۲/۱۴	۲/۵۶	۳/۴۲	۴/۲۷	۵/۱۳	۵/۹۸	۶/۸۴	۷/۶۹	۸/۵۵	۱۰/۲۵	۱۱/۹۶	۱۳/۶۷	۱۵/۳۸	۱۷/۰۹	۲۰/۳۵
		۶	۹	۱/۵۸	۱/۹۵	۲/۴۳	۳/۰۴	۳/۶۵	۴/۸۷	۶/۹	۷/۳۰	۸/۵۲	۹/۷۴	۱۰/۹۶	۱۲/۱۷	۱۴/۶۱	۱۷/۰۴	۱۹/۴۸	۲۱/۹۱	۲۴/۳۵	۲۹/۲۰
۴	۵	۱۰	۱۵	۱/۹۴	۲/۳۹	۲/۹۸	۳/۷۳	۴/۴۸	۵/۹۷	۷/۴۶	۸/۹۵	۱۰/۴۵	۱۱/۹۴	۱۳/۴۳	۱۴/۹۲	۱۷/۹۱	۲۰/۸۹	۲۳/۸۸	۲۶/۸۶	۲۹/۸۵	۳۵/۸۰
		۱۲/۵	۱۷/۵	۲/۱۳	۲/۶۳	۳/۲۸	۴/۱۰	۴/۹۲	۶/۵۷	۸/۲۱	۹/۸۵	۱۱/۴۹	۱۳/۱۳	۱۴/۷۷	۱۶/۴۱	۱۹/۷۰	۲۲/۹۸	۲۶/۲۶	۲۹/۵۵	۳۲/۸۳	۳۹/۳۸
		۱۶	۲۱	۲/۲۹	۲/۳۲	۳/۵۲	۴/۴۰	۵/۲۸	۷/۰۴	۸/۸۰	۱۰/۵۷	۱۲/۳۳	۱۴/۰۹	۱۵/۸۵	۱۷/۶۱	۲۱/۱۳	۲۴/۶۵	۲۸/۱۷	۳۱/۷۰	۳۵/۲۲	۴۲/۲۴
		۲/۵	۴	۱/۲۴	۱/۵۳	۱/۹۱	۲/۳۹	۲/۸۷	۳/۸۲	۴/۷۷	۵/۷۳	۶/۶۹	۷/۶۴	۸/۶۰	۹/۵۵	۱۱/۴۶	۱۳/۳۷	۱۵/۲۸	۱۷/۱۹	۱۹/۱۰	۲۲/۷۶
		۶	۹	۱/۷۷	۲/۱۷	۲/۷۲	۳/۴۰	۴/۰۸	۵/۴۳	۶/۷۷	۸/۱۵	۹/۵۱	۱۰/۸۷	۱۲/۲۳	۱۳/۵۹	۱۶/۳۰	۱۹/۰۲	۲۱/۷۴	۲۴/۴۶	۲۷/۱۷	۳۲/۵۹
۵	۶	۱۰	۱۵	۲/۱۶	۲/۶۶	۳/۳۳	۴/۱۶	۵/۰۰	۶/۶۶	۸/۳۳	۹/۹۹	۱۱/۶۶	۱۳/۳۲	۱۴/۹۹	۱۶/۶۵	۱۹/۹۸	۲۳/۳۱	۲۶/۶۴	۲۹/۹۷	۳۳/۳۰	۳۹/۹۴
		۱۲/۵	۱۷/۵	۲/۳۸	۲/۹۳	۳/۶۷	۴/۵۸	۵/۵۰	۷/۳۳	۹/۱۵	۱۱/۰۰	۱۲/۸۳	۱۴/۶۶	۱۶/۵۰	۱۸/۳۳	۲۲/۰۰	۲۵/۶۶	۲۹/۳۳	۳۳/۰۰	۳۶/۶۶	۴۳/۹۷
		۱۶	۲۱	۲/۵۵	۳/۱۴	۳/۹۳	۴/۹۱	۵/۹۰	۷/۸۶	۹/۸۳	۱۱/۷۹	۱۳/۷۶	۱۵/۷۲	۱۷/۶۹	۱۹/۶۵	۲۳/۵۸	۲۷/۵۱	۳۱/۴۴	۳۵/۳۷	۳۹/۳۰	۴۷/۱۴

جدول ۲-۴-۶ : مقدار نشت مجاز از هر ۱۰۰ متر لوله آزبست سیمان با اندود داخلی برای اقطار و فشارهای مختلف

مدت آزمایش		فشار اسمی	فشار آزمایش	مقدار نشت مجاز از ۱۰۰ متر لوله به لیتر																
				قطـــــر خـــــط																
ازساعت	تاساعت	اتمسفر	اتمسفر	۶۵	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰
		۲/۵	۴	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۶۳	۰/۸۴	۱/۰۴	۱/۲۵	۱/۴۶	۱/۶۷	۱/۸۸	۲/۰۸	۲/۵۱	۲/۹۲	۳/۳۴	۳/۷۶	۴/۱۸	۵/۰۱
		۶	۹	۰/۳۹	۰/۴۸	۰/۵۹	۱/۷۴	۰/۸۹	۱/۱۹	۱/۴۸	۱/۷۸	۲/۰۸	۲/۳۸	۲/۶۷	۲/۹۷	۳/۵۶	۴/۱۶	۴/۷۵	۵/۳۴	۵/۹۴	۷/۱۲
--	۱	۱۰	۱۵	۰/۴۷	۰/۵۸	۰/۷۲	۰/۹۰	۱/۰۸	۱/۴۵	۱/۸۰	۲/۱۷	۲/۵۲	۲/۸۹	۳/۲۵	۳/۶۱	۴/۳۴	۵/۰۶	۵/۷۸	۶/۵۰	۷/۲۳	۸/۶۷
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۵۱	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۹۹	۱/۱۸	۱/۵۸	۱/۹۷	۲/۳۷	۲/۷۶	۳/۱۵	۳/۵۴	۳/۹۴	۴/۷۳	۵/۵۲	۶/۳۱	۷/۱۰	۷/۸۹	۹/۴۶
		۱۶	۲۱	۰/۵۶	۰/۶۹	۰/۸۶	۱/۰۸	۱/۲۹	۱/۷۲	۲/۱۵	۲/۵۸	۳/۰۱	۳/۴۴	۳/۸۷	۴/۳۰	۵/۱۶	۶/۰۳	۶/۸۹	۷/۷۵	۸/۶۱	۱۰/۳۲
		۲/۵	۴	۰/۴۴	۰/۵۴	۰/۶۸	۰/۸۴	۱/۰۱	۱/۳۵	۱/۶۹	۲/۰۳	۲/۳۶	۲/۷۰	۳/۰۴	۳/۳۸	۴/۰۵	۴/۷۲	۵/۴۰	۶/۰۸	۶/۷۵	۸/۱۰
		۶	۹	۰/۶۲	۰/۷۶	۰/۹۵	۱/۱۹	۱/۴۳	۱/۹۰	۲/۳۸	۲/۸۶	۳/۳۳	۳/۸۱	۴/۲۸	۴/۷۶	۵/۷۱	۶/۶۶	۷/۶۲	۸/۵۷	۹/۵۲	۱۱/۴۲
۱	۲	۱۰	۱۵	۰/۷۶	۰/۹۳	۱/۱۶	۱/۴۵	۱/۷۴	۲/۳۲	۲/۹۱	۳/۴۹	۴/۰۷	۴/۶۵	۵/۲۳	۵/۸۱	۶/۹۷	۸/۱۴	۹/۳۰	۱۰/۴۶	۱۱/۶۲	۱۳/۹۴
		۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۸۲	۱/۰۱	۱/۲۷	۱/۵۸	۱/۹۰	۲/۵۳	۳/۱۷	۳/۸۰	۴/۴۳	۵/۰۶	۵/۷۰	۶/۳۳	۷/۶۰	۸/۸۶	۱۰/۱۳	۱۱/۳۹	۱۲/۶۶	۱۵/۱۹
		۱۶	۲۱	۰/۹۰	۱/۱۱	۱/۳۸	۱/۷۳	۲/۰۷	۲/۷۶	۳/۴۶	۴/۱۵	۴/۸۴	۵/۵۳	۶/۲۲	۶/۹۱	۸/۲۹	۹/۶۸	۱۱/۰۶	۱۲/۴۴	۱۳/۸۲	۱۶/۵۸
		۲/۵	۴	۰/۵۸	۰/۷۱	۰/۸۹	۱/۱۱	۱/۳۳	۱/۷۸	۲/۲۲	۲/۶۷	۳/۱۱	۳/۵۶	۴/۰۰	۴/۴۵	۵/۳۳	۶/۲۲	۷/۱۱	۸/۰۰	۸/۸۹	۱۰/۶۶
		۶	۹	۰/۸۲	۱/۰۱	۱/۲۶	۱/۵۷	۱/۸۹	۲/۵۲	۳/۱۵	۳/۷۸	۴/۴۱	۵/۰۴	۵/۶۷	۶/۳۰	۷/۵۶	۸/۸۲	۱۰/۰۸	۱۱/۳۴	۱۲/۵۹	۱۵/۱۱
۲	۳	۱۰	۱۵	۱/۰۰	۱/۲۳	۱/۵۴	۱/۹۲	۲/۳۱	۳/۰۸	۳/۸۵	۴/۶۲	۵/۳۹	۶/۱۶	۶/۹۳	۷/۷۰	۹/۲۴	۱۰/۷۸	۱۲/۳۲	۱۳/۸۵	۱۵/۳۹	۱۸/۴۶
		۱۲/۵	۱۷/۵	۱/۰۹	۱/۳۴	۱/۶۷	۲/۰۹	۲/۵۱	۳/۳۵	۴/۱۹	۵/۰۲	۵/۸۶	۶/۷۰	۷/۵۴	۸/۳۷	۱۰/۰۵	۱۱/۷۲	۱۳/۴۰	۱۵/۰۷	۱۶/۷۴	۲۰/۰۸
		۱۶	۲۱	۱/۱۹	۱/۴۶	۱/۸۳	۲/۲۹	۲/۷۴	۳/۶۶	۴/۵۷	۵/۴۹	۶/۴۰	۷/۳۱	۸/۲۳	۹/۱۴	۱۰/۹۷	۱۲/۸۰	۱۴/۶۳	۱۶/۴۶	۱۸/۲۶	۲۱/۹۳
		۲/۵	۴	۰/۷۰	۰/۸۶	۱/۰۷	۱/۳۴	۱/۶۱	۲/۱۴	۲/۶۸	۳/۲۱	۳/۵۰	۴/۲۹	۴/۸۲	۵/۳۶	۶/۴۳	۷/۵۰	۸/۵۷	۹/۶۴	۱۰/۷۱	۱۲/۸۵
		۶	۹	۰/۹۹	۱/۲۱	۱/۵۲	۱/۹۰	۲/۲۸	۳/۰۳	۳/۷۹	۴/۵۵	۵/۳۱	۶/۰۷	۶/۸۳	۷/۵۹	۹/۱۰	۱۰/۶۲	۱۲/۱۴	۱۳/۶۶	۱۵/۱۷	۱۸/۲۰
۳	۴	۱۰	۱۵	۱/۲۰	۱/۴۸	۱/۸۵	۲/۳۲	۲/۷۸	۳/۷۱	۴/۶۳	۵/۵۶	۶/۴۹	۷/۴۱	۸/۳۴	۹/۲۷	۱۱/۱۲	۱۲/۹۷	۱۴/۸۳	۱۶/۶۸	۱۸/۵۴	۲۲/۲۳
		۱۲/۵	۱۷/۵	۱/۳۱	۱/۶۱	۲/۰۱	۲/۵۲	۳/۰۲	۴/۰۳	۵/۰۳	۶/۰۴	۷/۰۵	۸/۰۶	۹/۰۶	۱۰/۰۷	۱۲/۰۸	۱۴/۱۰	۱۵/۱۱	۱۵/۱۲	۲۰/۱۴	۲۴/۱۵
		۱۶	۲۱	۱/۴۳	۱/۷۶	۲/۲۱	۲/۷۶	۳/۳۱	۴/۴۱	۵/۵۱	۶/۶۲	۷/۷۲	۸/۸۲	۹/۸۲	۱۱/۰۳	۱۳/۲۳	۱۵/۴۴	۱۷/۶۴	۱۹/۸۵	۲۲/۰۵	۲۶/۴۵

ادامه جدول ۲-۴-۶ : مقدار نشت مجاز از هر ۱۰۰ متر لوله آزبست سیمان با اندود داخلی برای اقطار و فشارهای مختلف

مدت آزمایش		فشار اسمی	فشار آزمایش	مقدار نشت مجاز از ۱۰۰ متر لوله به لیتر																
				قطـــــر خـــــط																
ازساعت	تاساعت	اتمسفر	اتمسفر	۶۵	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۲۰۰
		۲/۵	۴	۰/۷۹	۰/۹۷	۱/۲۲	۱/۵۲	۱/۸۲	۲/۴۳	۳/۰۴	۳/۶۵	۴/۲۶	۴/۸۶	۵/۴۷	۶/۰۸	۷/۲۹	۸/۵۱	۹/۷۳	۱۰/۹۴	۱۲/۱۶	۱۴/۵۸
		۶	۹	۱/۱۲	۱/۳۸	۱/۷۲	۲/۱۶	۲/۵۹	۳/۴۵	۴/۳۱	۵/۱۷	۶/۰۴	۶/۹۰	۷/۷۶	۸/۶۲	۱۰/۳۵	۱۲/۰۷	۱۳/۸۰	۱۵/۵۲	۱۷/۲۵	۲۰/۶۹
۴	۵	۱۰	۱۵	۱/۳۷	۱/۶۸	۲/۱۰	۲/۶۳	۳/۱۶	۴/۲۱	۵/۲۶	۶/۳۱	۷/۳۷	۸/۴۲	۹/۴۷	۱۰/۵۲	۱۲/۶۳	۱۴/۷۳	۱۶/۸۴	۱۸/۹۴	۲۱/۰۵	۲۵/۲۵
		۱۲/۵	۱۷/۵	۱/۴۹	۱/۸۳	۲/۲۹	۲/۸۶	۳/۴۴	۴/۵۸	۵/۷۳	۶/۸۷	۸/۰۲	۹/۱۶	۱۰/۳۱	۱۱/۴۵	۱۳/۷۴	۱۶/۰۳	۱۸/۳۲	۲۰/۶۱	۲۲/۹۰	۲۷/۴۷
		۱۶	۲۱	۱/۶۳	۲/۰۱	۲/۵۱	۳/۱۳	۳/۷۶	۵/۰۱	۶/۲۷	۷/۵۲	۸/۷۷	۱۰/۰۳	۱۱/۲۸	۱۲/۵۳	۱۵/۰۴	۱۷/۵۵	۲۰/۰۶	۲۲/۵۶	۲۵/۰۷	۳۰/۰۷
		۲/۵	۴	۰/۸۶	۱/۰۵	۱/۳۲	۱/۶۵	۱/۹۷	۲/۶۳	۳/۲۹	۳/۹۵	۴/۶۱	۵/۲۷	۵/۹۲	۶/۵۸	۷/۹۰	۹/۲۱	۱۰/۵۳	۱۱/۸۵	۱۳/۱۶	۱۵/۵۰
		۶	۹	۱/۲۲	۱/۵۰	۱/۸۷	۲/۳۴	۲/۸۰	۳/۷۴	۴/۶۷	۵/۶۱	۶/۵۴	۷/۴۸	۸/۴۱	۹/۳۵	۱۱/۲۲	۱۳/۰۸	۱۴/۹۵	۱۶/۸۲	۱۸/۶۹	۲۲/۴۹
۵	۶	۱۰	۱۵	۱/۴۸	۱/۸۲	۲/۲۸	۲/۸۵	۳/۴	۴/۵۶	۵/۷۰	۶/۸۴	۷/۹۸	۹/۱۲	۱۰/۲۶	۱۱/۴۰	۱۳/۶۸	۱۵/۹۷	۱۸/۲۵	۲۰/۵۳	۲۲/۸۱	۲۷/۴۳
		۱۲/۵	۱۷/۵	۱/۶۲	۱/۹۹	۲/۴۸	۳/۱۱	۳/۷۲	۴/۹۷	۶/۲۱	۷/۴۵	۸/۷۰	۹/۹۴	۱۱/۱۸	۱۲/۴۲	۱۴/۹۱	۱۷/۳۹	۱۹/۸۸	۲۲/۳۶	۲۴/۸۵	۲۹/۸۸
		۱۶	۲۱	۱/۷۶	۲/۱۷	۲/۷۱	۳/۳۹	۴/۰۷	۵/۴۳	۶/۷۹	۸/۱۴	۹/۵۰	۱۰/۸۶	۲/۲۱	۱۳/۵۷	۱۶/۲۹	۱۹/۰۰	۲۱/۷۱	۲۴/۴۳	۲۷/۱۴	۳۲/۶۷

۲-۴-۱۸ خاکریزی نهایی

پس از اتمام آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده و رفع نواقص احتمالی، چنانچه عملیات خطوط نصب شده تا این مرحله مورد تأیید مهندس مشاور واقع گردد، مهندس مشاور به پیمانکار اجازه خواهد داد که عملیات خاکریزی داخل ترانشه ادامه یافته و تکمیل شود به طوری که ترانشه با خاک پر شده و خاکریزی حاصل در حد مطلوب متراکم شود.

پیمانکار پس از اخذ مجوز از مهندس مشاور موظف است با رعایت موارد مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و توجه به نکات مشروح در زیر، اقدام به تکمیل خاکریزی بنماید :

الف – قسمتهایی از خط لوله در محل اتصالی‌ها و شیرآلات را که برای انجام آزمایش هیدرواستاتیک باز نگهداشته شده با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده و تا ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری بالای تاج لوله و اتصالی خاکریزی کرده و متراکم نماید.

ب – با خاک مرغوب و مورد قبول مهندس مشاور عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌های به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر ادامه داده و هر لایه را تا تراکم حداقل ۹۵ درصد پروکتور و یا طبق مشخصات طرح متراکم کند تا اینکه رقوم سطح حاصل از این خاکریزی تکمیلی به حدی برسد که مهندس مشاور با توجه به نوع و مشخصات لایه‌های روسازی تعیین کرده است.

منظور از لایه‌های روسازی پوششی از مصالح مناسب، نظیر آسفالت، بتن، سنگفرش است که روی سطح تمام شده خاکریزی داخلی ترانشه باید اجرا شود تا رقوم حاصل از آن برابر رقوم معبر یا خیابان گردد.

پ – در مواردی که لوله‌گذاری خارج از محدوده شهرها اجرا می‌شود، احتمال دارد که نحوه، ضخامت لایه‌ها و تراکم آنها کمتر باشد. پیمانکار در هر صورت موظف است دستورات مهندس مشاور و مشخصات طرح را در این خصوص کاملاً رعایت نماید.

ت – پیمانکار می‌تواند برای متراکم کردن خاکریزی‌های داخل ترانشه به جای استفـاده از روش تخماق کوبی، تراکم مورد نظر را از طریق غرقاب کردن ترانشه به دست آورد، مشروط بر اینکه در این‌باره تأیید و اجازه مهندس مشاور را اخذ کرده باشد. در این موارد ضخامت لایه‌های خاکریزی تکمیلی داخل ترانشه می‌تواند از ۱۵ سانتی‌متر بیشتر باشد.

۲-۵ لوله‌های پی.وی.سی

۲-۵-۱ مشخصات لوله‌های پی.وی.سی

گروه مصالحی که با عنوان پی.وی.سی سخت[1] نامگذاری شده است، یکی از مهمترین مصالح ساخته شده در چند دهـــه گذشته می‌باشد. با اضافه‌کردن نرم‌کننده به پی.وی.سی، لوله نرم تولید می‌شود.

خواص لوله‌های پی.وی.سی از مواد خام اولیه آنها ناشی می‌شود. رزین پی.وی.سی که تشکیل‌دهنده اصلی لوله‌های پی.وی.سی می‌باشد، پلیمری است که از گاز یا نفت همراه با آب شور و هوا ساخته می‌شود. رزین پی.وی.سی پس از ساخت با هر یک از مراحل تولید، با ثبت‌کننده‌های حرارتی، مواد روغنی و سایر ترکیبات مخلوط و ممزوج شده و با دستگاه‌های اکسترودر[2] تبدیل به لوله‌های پی.وی.سی می‌شود.

خواص لوله‌های پی.وی.سی از چند جنبه مورد نظر می‌باشند که شامل نوع رزین پایه مصرفی، مقاومت در مقابل ضربه، مقاومت کششی، مدول الاستیسیته در کشش و تغییر شکل در اثر حرارت است. علاوه بر آن، درجه مقاومت در مقابل مواد شیمیایی و اسیدها نیز فاکتورهای طبقه‌بندی لوله‌های پی.وی.سی می‌باشد.

طبقه‌بندی لوله‌های پی.وی.سی و مشخصات تولید آنها تهیه شده توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایـــران و استانداردهای بین‌المللی به شرح زیر است:

استانداردهای BSI

لوله‌های پی.وی.سی برای استفاده در تأسیسات آب سرد	BSI 3505
لوله‌های پی..وی.سی برای استفاده در تأسیسات صنعتی	BSI 3506
قطر خارجی و فشار اسمی لوله‌های پلاستیکی	BSI 3867
اتصالات و متعلقات برای استفاده در لوله‌های UPVC تحت فشار	BSI 4346
لاستیک آب‌بند برای لوله‌های آبرسانی، زهکش و فاضلابی	BSI 2494
مشخصات لوله‌ها و متعلقات پی.وی.سی برای لوله‌های زهکش	BSI 4660
مشخصات لوله‌ها و متعلقات پی.وی.سی برای لوله‌های فاضلابی ثقلی	BSI 5481

استانداردهای ISIRI

استاندارد ابعاد و فشار اسمی لوله‌های پلی وینیل کلراید سخت	ISIRI 2407-1364
آئین کاربرد روش اتصال لوله و اتصال پی.وی.سی با چسب حلال	ISIRI 2001-1361
آئین کاربرد نصب لوله‌های تحت فشار ترمو پلاستیک در زیر خاک	ISIRI 2002-1361
ویژگی‌ها و روش آزمون لوله‌های پی.وی.سی سخت	ISIRI 2408-1363

[1] Unplasticised Poly Vinil Chloride
[2] Extruder

ویژگی‌ها و روش آزمون لوله‌های پی.وی.سی سخت برای انتقال آب آشامیدنی	ISIRI 341-1353
ابعاد اتصالات پی.وی.سی سخت با بوشن ساده برای لوله‌های تحت فشار	ISIRI 3266-1371
طول نصب اتصالات پی.وی.سی سخت با بوشن ساده برای لوله‌های تحت فشار	ISIRI 3271-1371
چسب حلال برای اتصال لوله‌های پلاستیکی	ISIRI 1174-1353
استانداردهای ISO	
قطر اسمی و فشار اسمی لوله‌های ترمو پلاستیک	ISO 161/1, 11
رواداریهای قطر خارجی و ضخامت لوله‌های پی.وی.سی سخت	ISO 3606
طول نصب متعلقات لوله‌های پی.وی.سی سخت تحت فشار با سر ساده	ISO 264
ابعاد سر ساده متعلقات لوله‌های پی.وی.سی تحت فشار با سر ساده	ISO 727
استانداردهای DIN	
آزمایش هیدرواستاتیکی لوله‌های پی.وی.سی	DIN 4279-7
نیازهای کیفی و آزمایش لوله‌های پی.وی.سی	DIN 8061
نیازهای کیفی و آزمایش لوله‌های پی.وی.سی	DIN 8061
ابعاد لوله‌های پی.وی.سی	DIN 8062
ابعاد متعلقات و کاسه و نیازهای کیفی و آزمایش	DIN 8063
لوله‌های پی.وی.سی در داخل ساختمان	DIN 19531
قسمت کاسه برای خطوط فاضلاب	DIN 19534
لوله‌های پی.وی.سی برای خطوط آبرسانی	DIN 19532
مشخصات چسب پی.وی.سی	DIN 16970
استانداردهای AWWA	
لوله‌های پی.وی.سی آب به قطر ۴ تا ۱۲ اینچ	AWWA C-900
لوله‌های پی.وی.سی آب به قطر ۱۴ تا ۳۶ اینچ	AWWA C-905
طراحی و نصب لوله‌های پی.وی.سی	AWWA M23
لوله‌های پی.وی.سی به قطر ۴ تا ۱۲ اینچ	ANSI/AWWA C-900
استانداردهای ASTM	
لوله‌های پی.وی.سی یک سر کاسه‌ای ساده	ASTM D-2672
مشخصات و ترکیبات لوله‌ها و متعلقات پی.وی.سی	ASTM D-3915
مشخصات لوله‌های پی.وی.سی قطر زیاد	ASTM F-679
مشخصات لوله‌های پی.وی.سی برای لوله‌های فاضلابی وزنی تیپ PS-46	ASTM F-789

متعلقات لوله‌های پی.وی.سی	ASTM D-2466
مشخصات لوله‌ها و متعلقات پی.وی.سی	ASTM D-1785
مشخصات لوله‌ها و متعلقات پی.وی.سی	ASTM D-2241
مشخصات لوله‌ها و متعلقات پی.وی.سی	ASTM D-2740
مشخصات لوله‌ها و متعلقات پی.وی.سی	ASTM D-2729
مشخصات کوپلینگ و متعلقات لوله‌های پی.وی.سی	ASTM D-2467
مشخصات لوله‌های کاسه‌دار و متعلقات لوله‌های پی.وی.سی	ASTM D-3036
مشخصات چسب اتصال لوله‌های پی.وی.سی	ASTM D-2564
روش تست لوله‌های پلاستیکی	ASTM D-1598, 99
روش استاندارد تعیین ابعاد و لوله و متعلقات ترموپلاستیک	ASTM D-2122
مشخصات مصالح لوله‌های پی.وی.سی	ASTM D-1784

۲-۵-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پی.وی.سی

محدودیتها و مزیتهای لوله‌های پی.وی.سی که لازم است به هنگام طراحی و اجرا به آنها توجه شود، در پیوست شماره یک این بخش درج گردیده است. رعایت محدودیتهای فوق، مستلزم انجام اقدامات خاص به هنگام حمل، نگهداری و نصب لوله‌های پی.وی.سی است که کلیه اقدامات فوق، در مرحله اجرا از تعهدات پیمانکار خواهد بود. پیمانکار موظف است براساس مشخصات طرح و سایر دستورالعمل‌های مهندس مشاور، نسبت به اجرای صحیح کار اقدام نماید.

۲-۵-۳ اتصالات لوله‌های پی.وی.سی

اتصال لوله‌های پی.وی.سی به سه روش که در بندهای بعد توضیح داده خواهد شد، قابل انجام است. پیمانکار باید با توجه به نوع لوله و اتصال موردنظر که در مشخصات طرح درج گردیده است، نسبت به انجام اتصالات لوله در قسمتهای مختلف طرح اقدام نماید.

چنانچه پیمانکار در انجام اتصالات فوق، به علت محدودیت‌هایی که ذکر خواهد گردید، ایراد و یا اشکالی مشاهده نماید، باید مراتب را کتباً به مهندس مشاور اعلام و کسب تکلیف نماید.

روش‌های اتصال سه‌گانه فوق به شرح زیر است:

الف – اتصالات با استفاده از چسب حلال.

ب – اتصالات لوله‌های یک سر ساده ـ یک سر کاسه‌ای با استفاده از لاستیک آب‌بند مخصوص.

پ – اتصالات مکانیکی با فلنج یا اتصالات قابل انعطاف.

اتصالات نوع (ب) و (پ)، از نوع اتصالات قابل انعطاف بوده که آب‌بندی دو لوله توسط لاستیک انجام می‌شود. در این نوع اتصال، مقطع حلقه لاستیکی به نوعی طراحی گردیده است که دو سرلوله به راحتی داخل یکدیگر قرار مـــی گیرند، ولی بیرون آوردن آنها از یکدیگر به سختی انجام می‌شود و در اکثر اقطار، خصوصاً قطرهای بزرگ، بیرون آوردن بدون استفـــاده از ماشین‌آلات مخصوص و نیروی انسانی، ممکن نمی‌باشد.

چنانچه جداکردن احتمالی یک قطعه از لوله موردنظر باشد، اتصالات از نوع (پ) باید مد نظر قرار گیرد.

اتصالات قابل انعطاف نوع (پ) بدون زایده میانی برای حالتهایی که اتصال قابل جابجایی مورد نظر است، باید استفاده شود.

۲-۵-۳-۱ اتصالات با استفاده از چسب مخصوص

به منظور تأمین اتصالات مناسب در صورت استفاده از چسب مخصوص، ابعاد لوله و کاسه آن باید مطابق استانداردهای مورد قبول ساخته شده باشد. نمونه این اتصال در شکل شماره (۲-۵-۱) نشان داده شده است.

ترکیبات چسب مخصوص نیز باید با رعایت استانداردهای معتبر باشد.

اتصالات باید مطابق دستورالعمل کارخانه سازنده لوله و یا سازنده چسب انجام شود. چنانچه این چنین دستورالعملی موجود نباشد، باید به روش زیر عمل گردد.

۱- چسب قبل از استفاده به خوبی هم زده و مخلوط شود.

۲- برش لوله به صورت عمود بر محور لوله انجام گرفته باشد و به صورت صاف و بدون زائده بریده شده باشد.

۳- هرگونه ذرات ناشی از برش در قسمتی که باید چسبیده شود، تمیز گردد.

۴- پخی کوچکی با زاویه حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه نسبت به محور لوله با طولی در حدود یک میلی‌متر در قسمت خارجی لوله در محل اتصال ایجاد گردد. این پخی باید با ماشین انجام شود. در صورت برش لوله، این پخی در کارگاه انجام خواهد شد.

۵- لوله و کاسه در طولی که در داخل یکدیگر قرار می‌گیرند، باید به صورت کاملاً تمیز و عاری از مواد نامناسب و چرب باشند.

۶- ترکیبات چسب باید با حل نمودن لایه‌ای از دو سطح محل اتصال، سطوح را به یکدیگر جوش داده و به صورت یک قطعه درآورد و حالت جوش پلیمری حتماً به وجود آید.

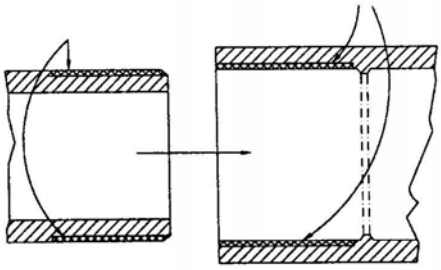
۷- قسمت‌های سرساده و داخل سرکاسه لوله، ابتدا با کهنه و سپس، با ماده تترا هیدروفوران[1] تمیز شود.

۸- یک یا دو لایه از چسب مخصوص، بسته به قطر لوله، روی قسمت انتهای لوله و داخل کاسه مالیده شود. دقت گردد که مقدار مصرف اضافه، بر مقدار مورد نیاز طبق دستورالعمل سازنده نباشد.

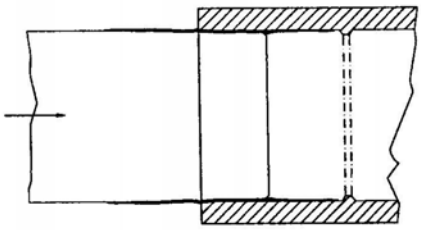
۹- اتصال دو لوله باید فوراً انجام شود. از پیچاندن لوله باید اجتناب شده و برای ۲۰ تا ۳۰ ثانیه، محل چسبیده شده کاملاً بی‌حرکت حفظ و سپس، چسب اضافی که از داخل کاسه بیرون زده است، تمیز شود.

قسمتهای چسبیده شده باید برای طول زمان کافی بدون حرکت بماند، تا نسبت به هرگونه بارگذاری لوله اقدام شود. حداقل زمان ۸ ساعت برای انجام آزمایش فشاری معادل فشار کار لوله و اضافه زمانی حداقل معادل ۱۶ ساعت علاوه بر مدت فوق برای انجام آزمایش فشار معادل ۱/۵ برابر فشار کار باید در نظر گرفته شود. برای تأمین چسبندگی کامل، حتی مدتی در حدود چندین هفته مورد نیاز خواهد بود.

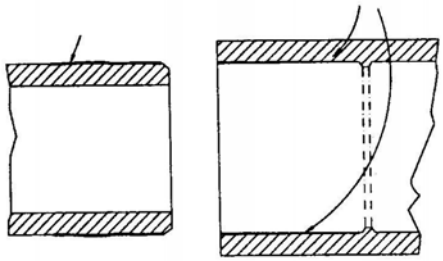
[1] Tetrahydrofuran



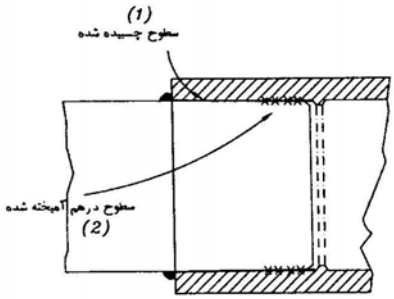
شکل الف - سطوح لوله و متعلقات که می بایست
حل و در یکدیگر نفوذ نمایند



شکل ج - ورود سر ساده بداخل سر کاسه
در حالیکه این قسمت ها مرطوب و نرم است



شکل ب - مالیدن محلول چسب با ضخامت کافی



شکل د - سطوح چسبیده و درهم آمیخته شده لوله متصل شده

(1) bonded Surfaces
(2) fused Surfaces

شکل ۲-۵-۱ : نمونه اتصال لوله پی.وی.سی با چسب مخصوص

۲-۵-۳-۲ اتصالی از نوع یک سرساده یک سرکاسه با لاستیک آب‌بند مخصوص

اتصال لوله‌های یک سر ساده و یک سر کاسه‌ای که در محل اتصال آنها، لاستیک آب‌بند قرار گرفته، یکی از روشهای متداول اتصال لوله‌های پی.وی.سی است. در این نوع اتصال، با فشار دو لوله به داخل یکدیگر، لاستیک مزبور تحت فشار قرار گرفته و ایجاد یک اتصال آب‌بند را می‌نماید. این روش اتصال به عنوان یک روش سریع برای اتصال لوله‌های پی.وی.سی می‌باشد. محل قرارگرفتن لاستیک آب‌بند مخصوص در داخل کاسه جاسازی شده است. ابعاد این لاستیک و شکل کاسه‌های تولیدی سازندگان مختلف متغیر است.

لاستیک‌های آب‌بند باید توسط سازندگان مشخص و برای مصارف مشخص تولید شود. در زمان نصب لاستیک‌ها، به منظور اتصال مطمئن، لازم است لاستیک و فضای استقرار لاستیک قبل از نصب به خوبی تمیز شود. لاستیک‌های مورد استفاده باید از نوع کاملاً مقاوم باشند.

تولیدکنندگان لوله، معمولاً لاستیک آب‌بند مورد نیاز را از لاستیک طبیعی یا مخلوطی از لاستیک ترکیبی (سنتیتیک) و طبیعی، براساس استانداردهای معتبر می‌سازند. رعایت استانداردهای معتبر در انتخاب لاستیک حائز اهمیت بوده و دستگاه تأمین کننده این لاستیک‌ها، باید دقت‌های لازم در این مورد را انجام دهد. در صورتی که لوله به منظور انتقال مواد شیمیایی یا مواد خورنده مورد استفاده قرار گیرد، لازم است که حلقه لاستیکی ترکیبی (سنتیتیک) با مواد مناسب سفارشی ساخته شود (به استانداردهای بخش ۲ـ ۵ مراجعه شود).

مواد روان‌کننده مورد استفاده نیز باید توسط سازندگان معتبر تولید شده باشد. در صورتی که مواد روان‌کننده مناسب در دسترس نباشد، می‌توان از مخلوط ۷۰ درصد آب و ۳۰ درصد صابون به عنوان روان‌کننده استفاده نمود. این مواد باید مورد تأیید کارخانه سازنده لوله قرار گرفته باشد.

در صورتی که لوله با این اتصالات روی سطح زمین استفاده شوند، باید با انجام اقداماتی از تثبیت لوله‌ها و عدم امکان جابجایی آنها در زمان استفاده و وجود فشار در داخل لوله مطمئن شد.

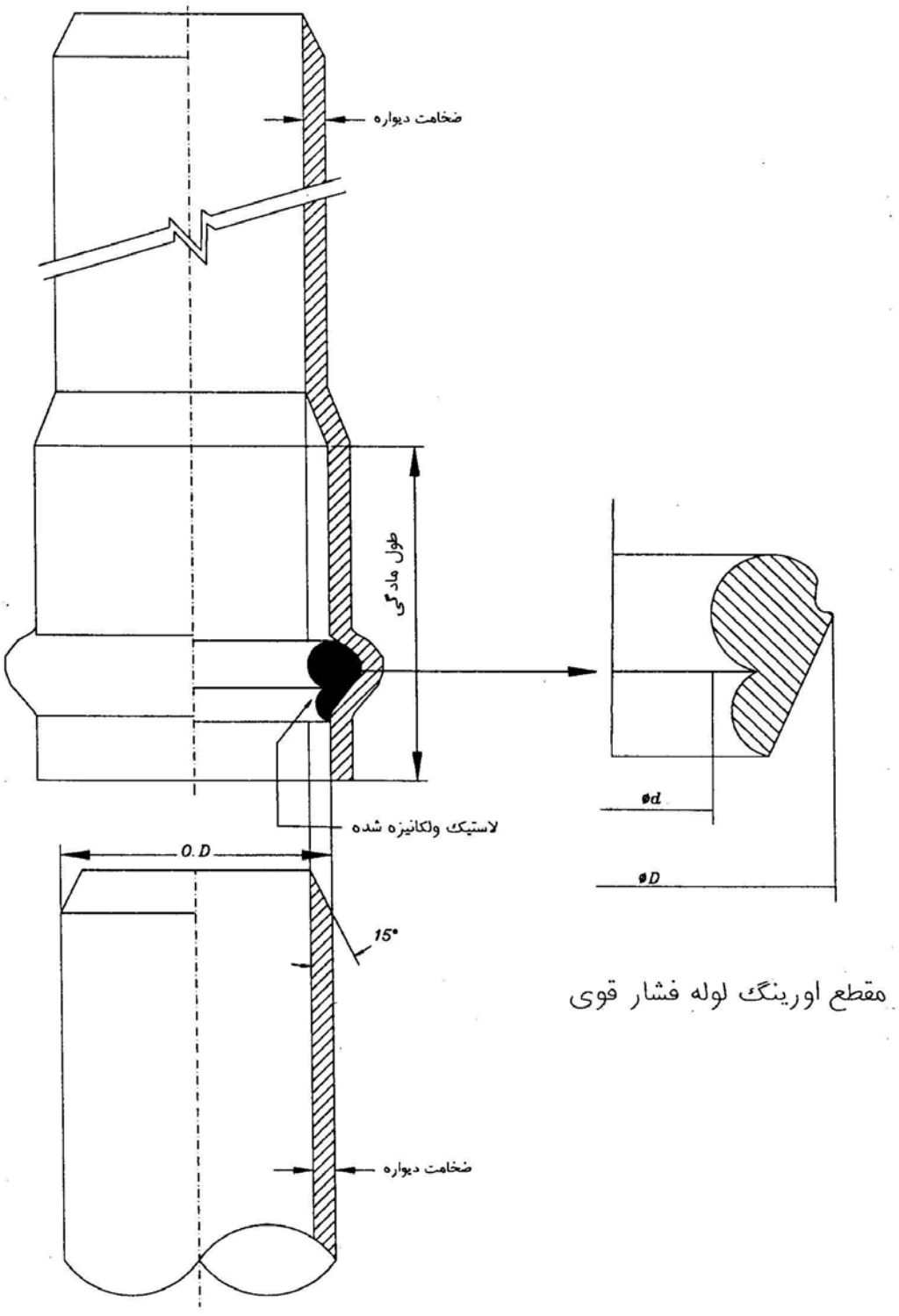
در صورتی که لوله با این نوع اتصالات در زیر زمین نصب شود، نیروهای فشاری در انتهای لوله‌ها و سر زانوئی‌ها و سه‌راهی‌ها، باید با ساخت بلوک‌های نگهدارنده بر طبق روشهای معمول و مناسب در لولـــه‌های آب تحت فشار، از حرکت آنهـــــا جلوگیری به عمل آید.

انجام اتصال: برای انجام اتصال مناسب به روش فوق، باید پخی کوچکی با ابزار دستی مناسب در انتهای ساده لوله ایجاد شود و بعد از آغشته نمودن انتهای لوله‌ها به مواد روان‌کننده، با فشار لازم این اتصال تأمین شود. چنانچه ماده فوق مستقیماً از سازنده لوله خریداری نشود، باید اطمینان کافی حاصل شود که این مواد اثر نامطلوب روی مواد لاستیک آب‌بند نخواهند داشت. در صورتی که لوله برای مصارف آب آشامیدنی مورد استفاده قرار گیرد، باید اطمینان حاصل نمود که این مواد غیرسمی بوده و تغییری در طعم آب ایجاد نخواهد کرد.

به محض انجام اقدامات فوق در دو انتهای لوله و در یک امتداد قراردادن آن، باید اتصال انجام شود تا هیچ‌گونه مواد زاید یا گرد و خاک محل فوق را آلوده ننماید.

انتهای ساده لوله باید تا نقطه‌ای که روی لوله توسط سازنده علامت‌گذاری شده، به داخل کاسه لوله بعدی رانده شود تا بتوان نسبت به آب‌بند بودن لوله اطمینان حاصل نمود.

نحوه این اتصال در شکل شماره (۲–۵–۲) نشان داده شده است.



توضیح : شکل این اتصالات ممکن است حسب مورد و باتوجه به استاندارد مورد استفاده سازنده، با شکلهای ارائه شده در این مشخصات فنی متفاوت باشد.

شکل ۲-۵-۲ : اتصال یک سر ساده و یک سر کاسه‌ای با لاستیک آب‌بند

۲-۵-۳-۳ اتصالات مکانیکی

اجرای این اتصال، مشابه اتصال نوع قبل است، با این تفاوت که لاستیک آب‌بند توسط فلنج واقع در خارج از لوله تحت فشار قرار گرفته و دو لوله مجاور را آب‌بند می‌نماید. نمونه‌ای از این اتصال در شکل شماره (۲-۵-۳) نشان داده شده است. این نوع اتصال، معمولاً برای وصل‌کردن دو نوع لوله از جنس‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد که با استفاده از تبدیل کننده‌های مناسب، این اتصال انجام می‌شود.

در این گونه اتصالات، باید دقت شود که پیچ‌ها به مقدار کافی بسته شود، زیرا چنانچه پیچ‌ها بیش از مقدار لازم محکم گردد، سبب می‌شود که آب‌بندی در این نقطه کاهش یابد. با توجه به جدار صاف لوله‌های پی.وی.سی برای آب‌بند کردن اتصالات در این روش‌ها، فشار کمی از طرف لاستیک به لوله، سبب آب‌بندی کامل آن می‌گردد.

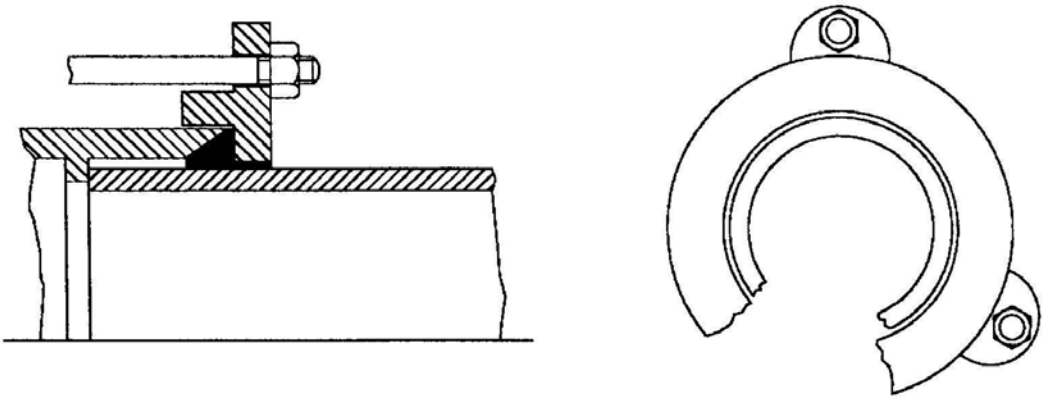
۲-۵-۳-۴ اتصالات پیچی

معمولاً لوله‌های پی.وی.سی مناسب حدیده کردن نمی‌باشند و لوله در این نقطه ضعیف می‌شود. در استاندارد BS 3506، تا حدید کردن لوله فقط برای لوله‌های با ضخامت زیاد و تا قطر حدود ۴۵۰ میلیمتر، طبق شرایط مندرج در استاندارد، مجاز می‌باشد. در این حالت باید:

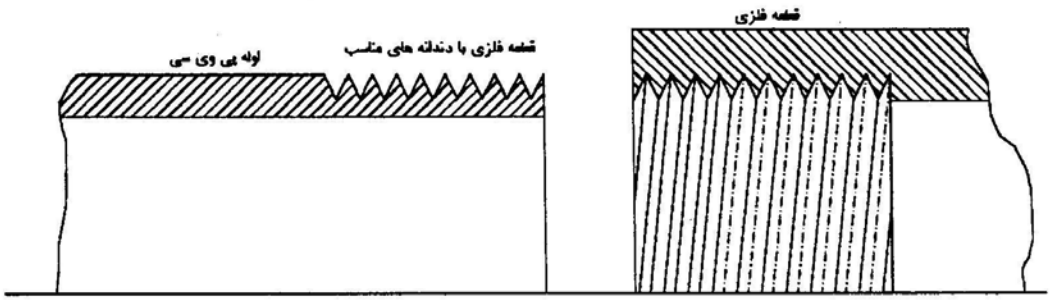
- در محل اتصال پیچی، کنف و چسب مناسبی استفاده شود.
- از نوارهای پلی‌تترا فلورواتیلن برای آب‌بندی اتصالات می‌توان استفاده نمود.
- اتصال پیچی نباید بیش از یک دور، بعد از محکم‌کردن با دست و بوسیله آچار مخصوص پیچانیده شود.
- اتصال لوله پی.وی.سی به متعلقات و یا ترکیبی از فلز و پی.وی.سی نیز مطابق شکل‌های شماره (۲-۵-۴) و (۲-۵-۵) قابل توصیه است.

۲-۵-۳-۵ اتصالات فلنجی

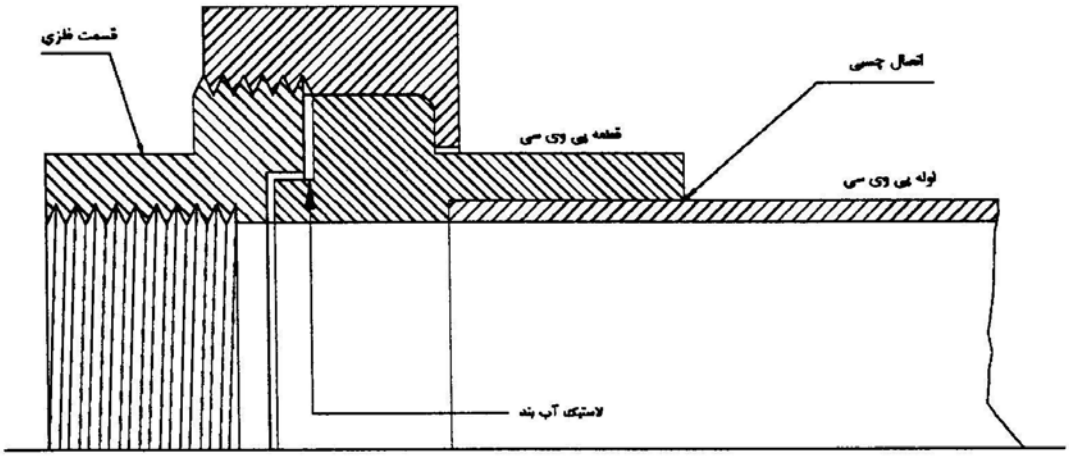
برای اتصال لوله‌های پی.وی.سی به یکدیگر، یا اتصال به شیرآلات و متعلقات، از اتصالات فلنجی استفاده می‌شود. آب‌بندی در اتصالات فلنجی با فشرده‌شدن لاستیک آب‌بند که در جلو فلنج نصب خواهد شد، تأمین می‌گردد. اتصال فلنج به لوله می‌تواند با استفاده از یک بوشن فلنج‌دار از جنس PVC سخت که در انتهای لوله پی.وی.سی با استفاده از چسب مخصوص متصل شده است و فلنج فلزی دیگری که از پشت به آن فشار خواهد آورد، اتصال را مطابق شکل شماره (۲-۵-۶) تأمین نماید. جزئیات کامل‌تر در مورد این نوع اتصال، در بخش (۴-۱-۵)، متعلقات لوله‌های پی.وی.سی شرح داده شده است.



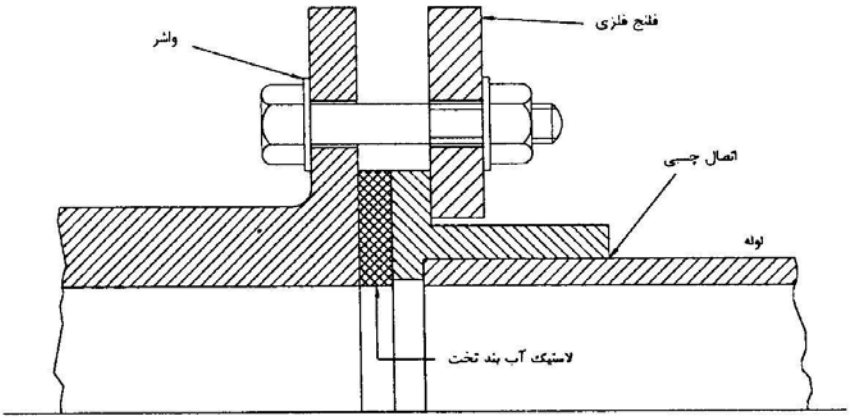
شکل ۲-۵-۳ : اتصال مکانیکی (فلنجی)



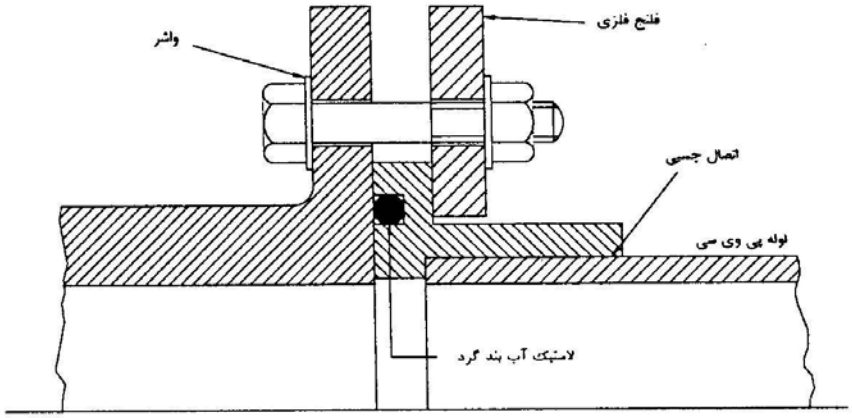
شکل ۲-۵-۴ : اتصال لوله‌های پی.وی.سی به صورت پیچی



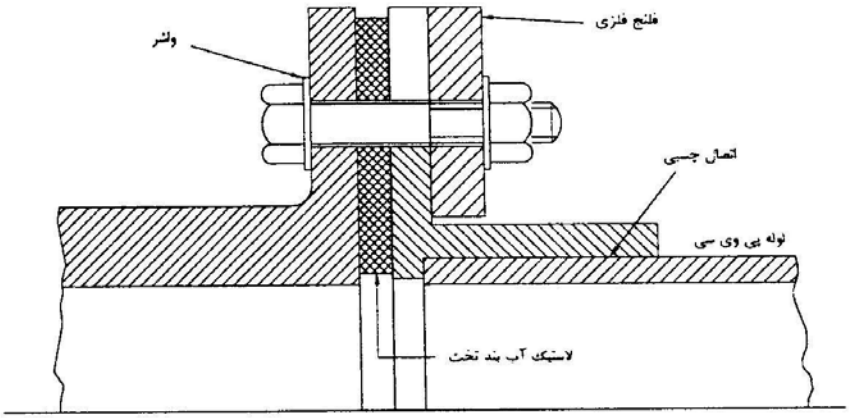
شکل ۲-۵-۵ : اتصال لوله‌های پی.وی.سی به صورت پیچی همراه با لاستیک آب‌بند و بوشن



شکل الف - اتصال با لاستیک تخت و بوشن بدون سوراخ



شکل ب - اتصال با لاستیک گرد و بوشن بدون سوراخ



شکل ج - اتصال با لاستیک تخت و بوشن سراخدار

شکل ۲-۵-۶ : شکل اتصالات فلنجی به لوله‌های پی.وی.سی

۲-۵-۴ انشعابات

گرفتن انشعابات از لوله‌های پی.وی.سی به روشهای زیر انجام می‌شود:

الف- استفاده از یک قطعه پی.وی.سی نیم استوانه که به صورت تزریقی تهیه شده است و روی آن انشعاب تعبیه گردیده است. این قطعه با چسب مخصوص به جدار خارجی لوله چسبانیده می‌شود.

ب- استفاده از دو قطعه و نیم استوانه از جنس پی.وی.سی یا فلز که روی لوله با اتصالات از نوع پیچ به یکدیگر و به لوله محکم می‌شود. آب‌بندی با استفاده از لاستیک آب‌بند تأمین خواهد شد. انشعاب روی قطعه فوقانی تعبیه می‌شود و پس از انجام اتصال، به وسیله چسب مخصوص و یا روشهای دیگر، انشعاب تأمین می‌شود.

پ- استفاده از سه راهی‌های تزریقی ساخته شده مخصوص انشعاب.

برای نصب انشعاب بر روی لوله‌های موجود و تحت فشار آب، می‌توان با استفاده از قطعات فوق و دستگاه‌هایی که سوراخ با قطر مناسب روی لوله پی.وی.سی و در محل مورد نظر ایجاد می‌نمایند، استفاده نمود. مهندس مشاور قبل از استفاده از این قطعات، باید از صحت و کیفیت ساخت آنها اطمینان حاصل نماید.

۲-۵-۵ سازندگان لوله‌های پی.وی.سی سخت

علیرغم وجود تعداد زیاد کارخانجات تولید لوله پی.وی.سی، محدودیت‌هایی از نظر فشار، قطر، متعلقات، نوع اتصال و ظرفیت تولیدی کارخانجات مختلف وجود دارد. مهندس مشاور باید قبل از قطعیت انتخاب لوله، ضمن بررسی امکانات و مشخصات لوله‌های سازندگان مربوط، این محدودیت‌ها را مشخص و با نیازهای هر طرح منطبق نماید.

۲-۵-۶ حمل و نقل لوله‌های پی.وی.سی

در حمل و نقل لوله‌های پی.وی.سی، توجه به نکات عمده زیر ضروری است.

الف – برای حمل و نقل لوله‌های پی.وی.سی از محل کارخانه به انبارها و یا به کارگاه، پیمانکار باید از وسایل نقلیه با کف صاف استفاده نماید. کف وسیله نقلیه باید عاری از میخ یا قسمت‌های تیز یا برآمده باشد. هر لوله باید در جهت طولی و بصورت یکنواخت روی تکیه‌گاه قرار گیرد.

ب – در صورتی که نگهداری لوله در روی وسیله نقلیه با تکیه‌گاه جانبی عمودی صورت می‌گیرد، تکیه‌گاه‌های جانبی کافی بوده و فواصل آنها از یکدیگر از ۱/۵ متر تجاوز ننماید و لوله‌ها در طول حمل و نقل، به صورت مطمئن، حفاظت شده باشند. کلیه نگهدارنده‌های عمودی لوله‌ها باید مسطح بوده و عاری از تیز گوشه‌گی باشند.

پ – در زمان بارگیری لوله‌های دارای کاسه، باید دقت شود که قسمت کاسه و صاف لوله‌ها به صورت یک در میان، در کنار یکدیگر قرار گیرند، به نحوی که کاسه لوله‌ها تحت فشار قرار نگیرند.

ت – اگر لوله‌ها با قطرهای متفاوت بوده و داخل یکدیگر برای حمل قرار داده می‌شوند، باید دقت‌های لازم برای جلوگیری از آسیب رساندن لوله‌ها به یکدیگر به عمل آید.

ث – لوله‌ها به نحوی داخل وسیله نقلیه بارگیری شوند که طول قسمت آزاد انتهایی آنها، که احتمالاً به صورت آزاد و طره‌ای قرار خواهد گرفت، بیش از یک متر نباشد.

ج – در بارگیری لوله‌های با ضخامت‌های مختلف، دقت شود که لوله‌های با ضخامت زیاد، در قسمت پائین و لولـــه‌های با ضخامت‌های کمتر، در قست فوقانی بارگیری شوند.

چ – در صورت استفاده از زنجیر، سیم بکسل و یا ریسمان برای بستن لوله‌ها روی کامیون، باید از قطعات مخصوص لاستیکی، نمد و یا مواد مشابه در زیر آنها استفاده نمود تا صدمه‌ای به جدار لوله وارد نشود. توصیه می‌شود که برای این منظور، از تسمه‌های برزنتی و یا چرمی استفاده گردد.

۲-۵-۷ کنترل ورود لوله‌های پی.وی.سی

لوله‌ها در محل کارخانه توسط مؤسسات ذیصلاح از نظر کیفیت تولید مورد کنترل و بازرسی قرار خواهند گرفت. روشهای کنترل تولید خارج از حدود این مشخصات بوده و باید مستقلاً انجام شود. پیمانکار در موقع تحویل لوله‌های پی.وی.سی به کارگاه، باید بازرسی‌های زیر را انجام و در صورت وجود هرگونه ایراد، موارد با مهندس مشاور صورت‌جلسه شود.

الف – چنانچه بسته‌بندی کلی لوله‌ها روی کامیون تغییر مکان داده و یا بسته‌بندی آنها شکسته شده باشد، در آن صورت هر قطعه باید به دقت از نظر آسیب‌های احتمالی وارده بازرسی شود.

ب – اگر لوله‌های قطر کم در بین لوله‌های با قطر زیاد قرار گرفته‌اند، کنترل تغییر شکل لوله‌ها انجام شود.

پ – مجموعه مقادیر کالای حمل شده از نظر حجم، اعم از لوله، لاستیک‌های آب‌بند، متعلقات، مواد روان‌کننده و غیره، باید کنترل گردند.

ت – هر مقدار کمبود لوله یا سایر ردیف‌ها، همراه با خسارت‌های احتمالی، در برگ رسید درج شود.

ث – لیست خسارت وارده یا نواقص در مقدار کالای حمل شده باید مشخص و صورت‌جلسه شود.

ج – لیست مقادیر برای اجناس خسارت دیده و یا کمبود در حمل، باید به صورت جداگانه با مهندس مشاور صورت‌جلسه شده و درخواست جایگزینی شود.

۲-۵-۸ تخلیه و باراندازی لوله‌های پی.وی.سی

مسئولیت نحوه بارگیری از محل تحویل و تخلیه لوله در محل کارگاه به عهده پیمانکار می‌باشد. تخلیه لوله‌های بسته‌بندی شده ترجیحاً، باید توسط وسایل مکانیکی صورت گیرد. به هر صورت، تخلیه لوله می‌تواند تک تک و به صورت دستی نیز انجام شود.

در موقع تخلیه لوله به صورت بسته‌بندی و یکجا با وسایل مکانیکی، نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد.

الف – در ابتدا، تسمه‌ها، زنجیرهای مهاری، سیم بکسل و ریسمان‌هایی که توسط آنها بسته‌بندی روی کامیون تثبیت شده است، باید از روی بسته برداشته شود.

ب – چنانچه از تخته در بالا و یا کنار بسته‌بندی برای نگهداری لوله استفاده شده است که جزئی از سیستم بسته‌بندی لوله‌ها نمی‌باشد، این تخته‌ها برداشته شود.

پ – با استفاده از لیفت تراک، ابتدا بسته‌های بالایی برداشته و تخلیه شود. تیغه‌های زیرین لیفت تراک با فشار کم زیر بسته‌بندی قرار داده شود تا صدمه‌ای به لوله‌ها وارد نشود.

ت – چنانچه لیفت تراک در محل موجود نباشد، با استفاده از یک تیر توزیع‌کننده بار و بوسیله تسمه‌های پارچه‌ای در فواصل مناسب، بسته‌بندی را از کامیون تخلیه نمود. فاصله تسمه‌های پارچه‌ای در حدود ۲/۵ متر بوده و بصورت حلقه در زیر بار قرار خواهد گرفت. از کابل نیز برای این منظور می‌توان استفاده نمود، مشروط بر آن که از زیرسری‌های نرم، مثل لاستیک، به منظور جلوگیری از سایش جدار خارجی لوله‌ها استفاده شود.

ث – در حین تخلیه دقت شود که لوله‌ها ضربه نخورند، زیرا، خصوصاً در شرایط درجه حرارت زیر صفر درجه سانتیگراد، لوله‌ها آسیب خواهند دید.

ج – حمل و نقل فقط با یک کابل (یک تکیه‌گاه)، حتی با استفاده از زیرسری‌های نرم و قابل انعطاف، نیز مجاز نخواهد بود.

چ – کابل به تک تک لوله‌ها تکیه داده و فشار وارده توزیع شود.

ح – مجموعه لوله‌ها، به صورتی که بسته‌بندی شده است، می‌تواند در محل استفاده نیز نگهداری شود. ارتفاع بسته‌ها به هر صورت بیش از ۲/۴ متر نباشد.

خ – در صورتی که وسایل مکانیکی برای تخلیه موجود نباشد، تخلیه تک تک لوله‌ها با دست انجام می‌شود. در این صورت، پرتاب و انداختن لوله‌ها مجاز نبوده و لوله‌ها باید با دست بر روی تکیه‌گاههای روی زمین و یا رویهم قرار داده شوند تا از صدمه دیدن آنها جلوگیری شود.

۲-۵-۹ نگهداری لوله‌های پی.وی.سی

علاوه بر موارد اشاره شده در فصل نکات مشترک این مشخصات فنی، رعایت دستورالعمل‌های زیر در نگهداری لوله‌ها و برای جلوگیری از صدمه به لوله‌های پی.وی.سی توسط پیمانکار الزامی است:

الف– در صورت امکان، لوله‌ها در محل کارگاه با همان بسته‌بندی انجام شده در کارخانه توسط سازنده، نگهداری گردند. دقت شود که صدمه‌ای، به خصوص به انتهای کاسه‌ای شکل لوله وارد نشود.

ب – معمولاً لوله‌های یک سر کاسه‌ای، در بسته‌بندی، به صورت یک در میان یک سر کاسه‌ای و یک سر ساده، روی هم چیده می‌شوند.

پ – وقتی که مجموعه بسته‌بندی شده لوله‌های پی.وی.سی روی یکدیگر قرار می‌گیرند، باید دقت شود که لوله‌های زیرین، تغییر شکل پیدا نکنند.

ت – در زیر لوله‌های ردیف پائین که در تماس با زمین قرار دارند و در فواصل مناسب، از تکیه‌گاه‌هائی که از خمش لوله جلوگیری نمایند، استفاده شود.

ث – وقتی که لوله‌های پی.وی.سی در محل دپو موقت در فضای باز نگهداری می‌شوند، این لوله‌ها باید با گونی و یا حصیر پوشانیده شوند تا از اثرات سوء اشعه ماورای بنفش محفوظ بمانند. به منظور سرد نگهداشتن لوله‌ها نیز پیش‌بینی فضای کافی برای حرکت هوا در بین و داخل لوله‌ها ضروری است.

ج – لوله‌های پی.وی.سی نزدیک منابع گرم از جمله خروجی اگزوز موتورها، خطوط بخار آب و سایر منابع مشابه دارای حرارت قرار نگیرند.

چ – وقتی که لوله‌های پی.وی.سی به صورت بسته‌بندی روی هم قرار می‌گیرند، باید دقت شود که بسته‌ها تعادل کامل داشته باشند و از امکان سقوط آنها و صدمه به لوله‌ها و افراد جلوگیری به عمل آید.

ح – از کثیف‌شدن سطوح خارجی انتهای لوله و داخل لوله و داخل کاسه در محل ورود سر ساده لوله‌ها و متعلقات، که محل اتصال و آب‌بندی لوله است، باید جلوگیری نموده و از تماس با مواد خارجی حفظ شوند.

خ – لاستیک‌های آب‌بند باید در مقابل حرارت‌های زیاد و در معرض قرار گرفتن در مقابل نور مستقیم خورشید، ازن، روغن‌ها و چربی حفظ شوند.

د – در صورت استفاده از چسب مخصوص اتصال لوله پی.وی.سی بسته‌های مربوط باید به صورت کاملاً در بسته و دور از گرما حفظ شوند. در ضمن، در موقع مصرف این چسب‌ها، باید به تاریخ مصرف آنها نیز دقت شود.

۲-۵-۱۰ جابجایی لوله‌های پی.وی.سی

در جابجایی لوله‌های پی.وی.سی، مانند سایر لوله‌ها که در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری به آن اشاره شده است، دقت‌های زیر برای اطمینان از وارد نشدن آسیب به آنها، از طرف پیمانکار الزامی است.

الف – در موقع استفاده از لیفت تراک یا سایر وسایل، دقت شود که به لوله‌ها آسیب وارد نشود.

ب – دقت شود که از واردشدن ضربه به لوله و سایش جدار خارجی لوله و کنده‌شدن یا بریده‌شدن آنها به وسیله قطعات فلزی یا صخره و سنگ، جلوگیری شود. در ضمن، از فشار آمدن به قسمتهای کاسه و صدمه واردشدن به قسمت انتهای پخ‌شده، جلوگیری به عمل آید.

پ – ریسه‌کردن لوله باید حتی‌الامکان نزدیک ترانشه باشد و لوله‌ها در طرف مقابل قسمتی که مصالح خاکبرداری ریخته شده است، قرار گیرند. قسمتهای سر کاسه لوله، در جهت کار لوله‌گذاری قرار گرفته باشند.

ت – لوله‌ها باید به آرامی به پائین ترانشه هدایت شود. پائین‌دادن لوله نباید به صورت پرتاب‌کردن از روی کامیون و یا زمین به داخل ترانشه باشد.

ث – در درجه حرارت‌های پائین‌تر از یخ‌زدگی، از واردشدن ضربه به لوله جلوگیری شود. باید توجه داشت که مقاومت ضربه‌پذیری لوله‌های پی.وی.سی در درجات حرارت پائین، کمتر از مقاومت ضربه‌پذیری آنها در درجه حرارت حدود ۲۰ درجه سانتیگراد است. علاوه بر این، پائین‌آمدن درجه حرارت، سبب کاهش طول و ابعاد لوله می‌شود، به نحوی که ممکن است در داخل بسته‌بندی انجام شده، جابجائی‌هایی صورت گیرد. بنابراین، در درجات حرارت پائین، دقت‌های لازم در این موارد ضروری است.

۲-۵-۱۱ خم‌کردن و ایجاد انحراف در لوله‌های پی.وی.سی

لوله‌های پی.وی.سی را می‌توان به دو روش به شرح زیر خم کرد. برای خم‌کردن سرد لوله در درجات حرارت پائین و یا خم‌کردن گرم لوله، پیمانکار باید مجوز انجام کار را از مهندس مشاور دریافت نماید.

۲-۵-۱۱-۱ خم کردن سرد

لوله‌های پی.وی.سی تا حدودی دارای انعطاف‌پذیری می‌باشند و می‌توان لوله‌های تا قطر ۱۵۰ میلیمتر را بصورت سرد خم کرده و متناسب با وضعیت زمین و قوس‌های جاده، لوله را در داخل ترانشه تطبیق داد. شعاع خم‌کردن، نباید کمتر از ۲۰۰ برابر قطر لوله

باشد. مثلاً، لوله به قطر ۱۵۰ میلیمتر نباید با شعاع کمتر از ۳۰ متر خم شود. لوله‌های با قطر بیش از ۱۵۰ میلیمتر، لوله سخت تلقی شده و باید هر تغییر جهت، با استفاده از زانویی یا اتصالات انعطاف‌پذیر انجام شود و قابلیت خم کردن سرد را ندارند.

۲-۵-۱۱-۲ خم کردن گرم

با استفاده از خصوصیت ترموپلاستیک بودن این لوله، خم‌ها با شعاع‌های مختلف را می‌توان به صورت گرم انجام داد. این کار، نیاز به مهارت و دستگاههای خاص دارد و باید در کارخانه انجام شده و خم کردن گرم لوله‌ها در محل کارگاه مجاز نیست. محدودیت شعاع، با توجه به قطر لوله، بین ۳ تا ۵ برابر قطر لوله می‌باشد.

۲-۵-۱۱-۳ ایجاد انحراف

در اتصالات نوع انعطاف‌پذیر (یک سرساده و یک سرکاسه با لاستیک آب‌بندی)، امکان انحراف در محل اتصالی و ایجاد قوس وجود دارد. مقدار انحراف مجاز و شعاع قوس با توجه به قطر لوله، براساس دستورالعمل سازنده می باشد.

◄ ۲-۵-۱۲ بسترسازی برای نصب لوله‌های پی.وی.سی

لوله‌های تحت فشار پی.وی.سی که در داخل ترانشه نصب می‌شوند، باید به نحوی طراحی شده باشند که تحمل نیروهای کششی ناشی از فشار داخلی لوله و همچنین فشارهای خارجی ناشی از بار خاک روی لوله و بارهای زنده روی ترانشه را داشته باشند.

لازم است که در هر قسمت از کار، باتوجه به نوع خاک، عمق ترانشه و مشخصات لوله، نوع بسترسازی مشخص گردد. با توجه به اهمیت زیاد خاک زیر و اطراف لوله‌های پلاستیکی، در پیوست شماره ۲ انتهای این فصل، عوامل مؤثر در انتخاب مصالح بستر و توصیه‌های انتخاب مصالح شرح داده شده است. بدیهی است، تأمین بهترین شرایط و کارایی مورد نیاز برای هر طرح، در مشخصات طرح منعکس خواهد شد.

چنانچه پیمانکار در حین خاکبرداری ترانشه و انجام بسترسازی، تفاوت بین خاک زمین محل حفر ترانشه و یا مصالح خاکریز، با آنچه در نقشه‌ها قید گردیده است را مشاهده نمود، باید مراتب را فوراً به مهندس مشاور گزارش نموده و کسب تکلیف نماید.

◄ ۲-۵-۱۳ بسترسازی برای نصب متعلقات و شیرآلات

به طورکلی، بسترسازی کف ترانشه برای نصب متعلقات و شیرآلاتی که در خط لوله موضوع عملیات پیمان به کار می‌روند، تابع بسترسازی کف ترانشه برای نصب لوله‌ها می‌باشد. ولی، چون ابعاد خارجی متعلقات و شیرآلات و یا اتصالی‌های آنها، دقیقاً معادل ابعاد خارجی لوله مربوط نبوده و با آنها اختلاف دارد، لذا در بسترسازی مربوط به محل نصب متعلقات و شیرآلات، لازم است به این اختلاف توجه شده و ابعاد بسترسازی، متناسباً و به طور موضعی اصلاح شود. بعلاوه، در محل نصب متعلقاتی از قبیل سه‌راهی، زانویی و شیرآلات که نیاز به ساخت بلوک‌های بتنی نگهدارنده است، باید برداشت خاک و بسترسازی متناسب با این ابعاد انجام شود.

پیمانکار موظف است باتوجه به نقشه‌های اجرائی و نوع بسترسازی مورد نظر، با اندازه‌گیری دقیق طول لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات مربوط، محل دقیق اتصالی‌ها، اعم از اتصالی لوله‌ها یا متعلقات و یا شیرآلات، را تعیین کرده و در محل هر یک از این اتصالی‌ها، کف ترانشه را به ابعاد مناسب، گودتر کند، به طوری که فضای کافی برای نصب اتصالی فراهم شود.

در مواردی که قرار است شیرآلات مستقیماً در ترانشه به صورت دفنی قرار داده شوند، لازم است که در مشخصات طرح، جزئیات مربوطه ارائه‌شده تا بر اساس آن، پیمانکار نسبت به اجرای کار اقدام نماید.

۲-۵-۱۴ حداقل عرض ترانشه

چنانچه ترانشه در زمین‌های دج و یا با خاکهای متراکم حفر شود، عرض ترانشه در حداقل و به مقداری است که جای کافی برای کار و نصب و ریختن خاک در زیر و اطراف لوله میسر باشد. فضای بین لوله و دیوار ترانشه باید بیش از عرض وسایلی باشد که برای تراکم خاکها در این محدوده لازم است.

در مشخصات طرح، عرض ترانشه مشخص می گردد. در صورت مشخص نبودن عرض ترانشه در این مشخصات، حداقل عرض ترانشه کمتر از بزرگترین یکی از دو مقدار زیر باشد.

- قطر خارجی لوله + ۴۰۰ میلیمتر
- ۱/۲۵ برابر قطر خارجی لوله + ۳۰۰ میلیمتر

حداقل عرض ترانشه در خاکهای غیر متراکم، علاوه بر فضای لازم برای انجام تمهیدات حفاظتی، به قطر و سختی لوله، سختی مصالح دور لوله و اطراف آن و عمق لوله بستگی دارد که باید مطابق مشخصات طرح عمل گردد.

چنانچه از وسایل خاصی نظیر دستگاه حفار ترانشه[1] در نصب و خاکریز دور لوله استفاده شود که تأمین‌کننده نیازهای طراحی باشد، عرض‌های حداقل را می‌توان با نظر مهندس مشاور کاهش داد.

۲-۵-۱۵ لوله‌گذاری

۲-۵-۱۵-۱ بازرسی قبل از لوله‌گذاری

پیمانکار موظف است تمام شاخه لوله‌ها، متعلقات و شیرآلات را قبل از نصب، به دقت بازدید و بازرسی نموده و هر یک از این اقلام را که صدمه دیده و یا معیوب می‌باشند، علامت‌گذاری کرده و در محل معینی برای بازدید مهندس مشاور نگهداری کند. مهندس مشاور پس از ارزیابی صدمه و یا عیب و نقص قطعه مورد نظر، ممکن است حسب مورد دستور دهد که قطعه مورد تعمیر قرار گیرد و یا اینکه تعویض شود.

۲-۵-۱۵-۲ جهت لوله‌گذاری

در لوله‌گذاری لوله‌های پی.وی.سی که دارای یک سر ساده و یک سر کاسه می‌باشند و با استفاده از چسب مخصوص متصل می‌شوند، جهت لوله‌گذاری باید طوری انتخاب شود که در موقع برقرارکردن اتصالی‌ها، احتمال وارد شدن خاک و مواد زائد به داخل اتصالی، به حداقل ممکن برسد.

برای تأمین این نظر، لازم است لوله‌ها در ترانشه طوری قرار داده شوند که سر ساده آن به طرف لوله‌های نصب‌شده و کاسه آن به طرف ادامه کار قرار گیرد، به طوری که برای نصب هر یک از لوله‌ها، سر ساده آن در کاسه لوله‌ای که قبلاً نصب شده قرار گیرد و لوله در جای خود مستقر شود.

---

[1] Trencher

پیمانکار موظف است به هنگام ریسه‌کردن لوله و متعلقات، آنها را طوری در کنار ترانشه قرار دهد که در موقع قراردادن لوله در ترانشه، نیازی به سر و ته کردن آن نباشد.

۲-۵-۱۵-۳ برش لوله

در لوله‌گذاری با استفاده از لوله‌های پی.وی.سی بصورت شاخه‌ای، مواردی پدید می‌آید که به قطعه لوله کوتاهتر از شاخه لوله‌های موجود نیاز پیدا می‌شود. معمولاً سازندگان، لوله‌های کوتاه در اندازه‌های مختلف و به صورت دو سرساده و یا یک سرساده و یک سرکاسه تولید می نمایند. چنانچه دسترسی به لوله‌های کوتاه ساخته شده وجود نداشته باشد و یا این لوله‌ها نیز از نظر طول مورد نیاز باید اصلاح گردند، باید با بریدن قسمتی از طول شاخه لوله موجود، قطعه لوله مورد نظر را تأمین کرد. این قطعه لوله‌ها، ممکن است دو سر ساده، یا یک سر ساده و یک سر کاسه‌ای باشد. برش لوله باید به طریقی انجام شود که سر لوله‌های حاصل از برش کامل و سالم بوده و آسیبی به بدنه لوله وارد نیاید.

مقطع برش لوله باید کاملاً عمود بر محور لوله باشد. برای برش لوله، نباید از اره دانه درشت، مانند اره نجاری، استفاده کرد. استفاده از اره دستی دندانه‌ریز (آهن‌بر) فقط برای برش لوله‌های پی.وی.سی تا قطر ۱۰۰ میلی‌متر مجاز است. برای برش لوله‌های بزرگتر، باید حسب مورد، از ماشین‌های مخصوص برش لوله‌های پلاستیکی استفاده شود. در صورتی که برای ثابت نگهداشتن لوله در هنگام برش، از گیره استفاده می‌شود، این عمل نباید آسیبی به جداره لوله وارد کند. برای این منظور، لازم است محل اتصال بین گیره و جدار لوله، با پارچه‌ای که چند لا دور لوله پیچیده شده است محافظت شود. برای اطمینان از برش لوله به صورت عمود بر محور لوله، بهتر است که خط برش در تمام محیط لوله قبلاً رسم شود. چنانچه لوله‌ها توسط کارخانه پخزده می‌شوند، در محل برش کارگاهی نیز باید این پخ‌شدگی عیناً انجام شده و ابعاد و عمق آن با نمونه کارخانه‌ای مشابه باشد. برای پخزدن انتهای لوله، باید از ماشین‌های مخصوص پخزنی استفاده شود. بعد از پخزدن نیز باید که قسمت ساده لوله که به داخل قسمت کاسه داخل می‌شود، مانند لوله‌های دیگر علامت زده شود.

هنگام استفاده از ماشین برش لوله، لازم است دستورالعمل‌ها و توصیه‌های سازنده و تجهیزات مربوطه درباره نحوه استفاده از تجهیزات و نکات ایمنی، کاملاً رعایت شود.

برای برش لوله، باید از دستگاههایی استفاده شود که حداقل براده و تراشه را در محل برش ایجاد کند. زیرا وجود آنها، مانع برقراری اتصالی یک پارچه می‌شود.

پس از اتمام برش لوله، لازم است با استفاده از سوهان دستی و یا کاغذ سمباده، محل برش را صاف و تمام براده‌ها و تراشه‌ها را جداکرده و زبری‌ها را صاف کرد.

قسمت پیچدار متعلقات نباید بریده شود.

۲-۵-۱۵-۴ تمیز کردن لوله و متعلقات

سطح خارجی سر ساده لوله و سطح داخلی کاسه لوله و متعلقات باید با کاغذ سمباده به دقت تمیز و برآمدگی اضافی آن برداشته شود و با پارچه خشک تمیز شود.

روغن و گریس روی سطوح داخلی و خارجی سر لوله و متعلقات را می‌توان با پارچه آغشته به استون و یا حلالهای مشابه تمیز کرد.

۲-۵-۱۵-۵ انتقال لوله و متعلقات به داخل ترانشه

روش انتقال لوله، شیرها و متعلقات به داخل ترانشه، در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری درج گردیده است. در مورد لوله‌های پی.وی.سی، تأکید می‌گردد که برای انتقال صحیح و سالم لوله و متعلقات مربوط به داخل ترانشه، باید روش و تجهیزات مناسبی به کار برده شود که بتوان آنها را به آرامی به داخل ترانشه برده و در محل خود قرار داد، به طوری که آسیب و صدمه‌ای به این قطعات وارد نیاید و قبل از قرارگرفتن در کف ترانشه، سقوط نکنند. برای این منظور، لازم است که بلافاصله پس از اینکه لوله‌ها توسط تسمه‌های مناسب از زمین جدا شد، موقعیت آنها برای حداکثر تعادل کنترل شود.

با توجه به سبکی نسبی لوله‌های پی.وی.سی، امکان انتقال لوله‌های با قطر کم به وسیله افراد و با ریسمان و تسمه‌های مناسب نیز میسر است. در این حالت، لازم است ایمنی افراد در هنگام انتقال لوله‌ها در نظر گرفته شود. به منظور تأمین ایمنی بهتر افراد، مناسب خواهد بود که افراد و کارکنان، در قسمتی از ترانشه که لوله قرار است داخل آن گذاشته شود، مستقر نشوند.

۲-۵-۱۶ نصب لوله و متعلقات

پس از اینکه هر شاخه لوله در محل موردنظر در ترانشه قرار گرفت، لازم است امتداد و رقوم آن طوری تنظیم شود که با امتداد و شیب تعیین شده در نقشه‌ها مطابقت کند.

قبل از انجام اتصال، داخل لوله باید به منظور جلوگیری ازجا ماندن آشغال یا ابزارها، کنترل گردند. در انتهای هر شیفت کاری، انتهای لوله‌ها باید به نحو مناسبی با درپوش پوشانیده شوند تا از ورود هر جسم خارجی، جلوگیری به عمل آید. در این صورت، باید تمهیدات لازم به منظور جلوگیری از شناورشدن لوله در صورت ورود آب بداخل ترانشه در نظر گرفته شود.

اتصال لوله‌ها با توجه به نوع آن که در بندهای قبل شرح داده شد، انجام می گیرد. در ایجاد اتصال، موارد زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

الف – دستورالعمل نحوه اتصال و ماشین‌آلات مجاز برای نصب از سازنده لوله دریافت شود. مشخصات چسب مخصوص و زمانهای لازم برای چسبیدن، طبق دستورالعمل سازنده چسب باشد.

ب – از تمیزبودن تمام سطوح، بخصوص محلهای اتصال، اطمینان حاصل شود. در صورت کثیف بودن، محل اتصال‌ها با مایع آب و صابون و یا آب و مواد شوینده تمیز گردد.

پ – موقعیت لوله‌ها و اتصالات مطابق نقشه‌های طرح باشد.

ت – در اتصال لوله‌های پی.وی.سی با استفاده از چسب، باید کلیه نکات اشاره شده در استاندارد 1361-ISIRI-2002 مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران رعایت شود. چسب مخصوص پی.وی.سی نسبت به دما حساس بوده و در سرما و گرمای شدید، تغییر حالت می‌دهد. لذا از این چسب، نباید در دمای زیر صفر یا بالاتر از ۴۳ درجه سانتی‌گراد استفاده نمود.

ث – در صورت استفاده از لاستیک آب‌بندی، از تمیزبودن و سالم‌بودن آنها قبل از نصب، اطمینان حاصل شود.

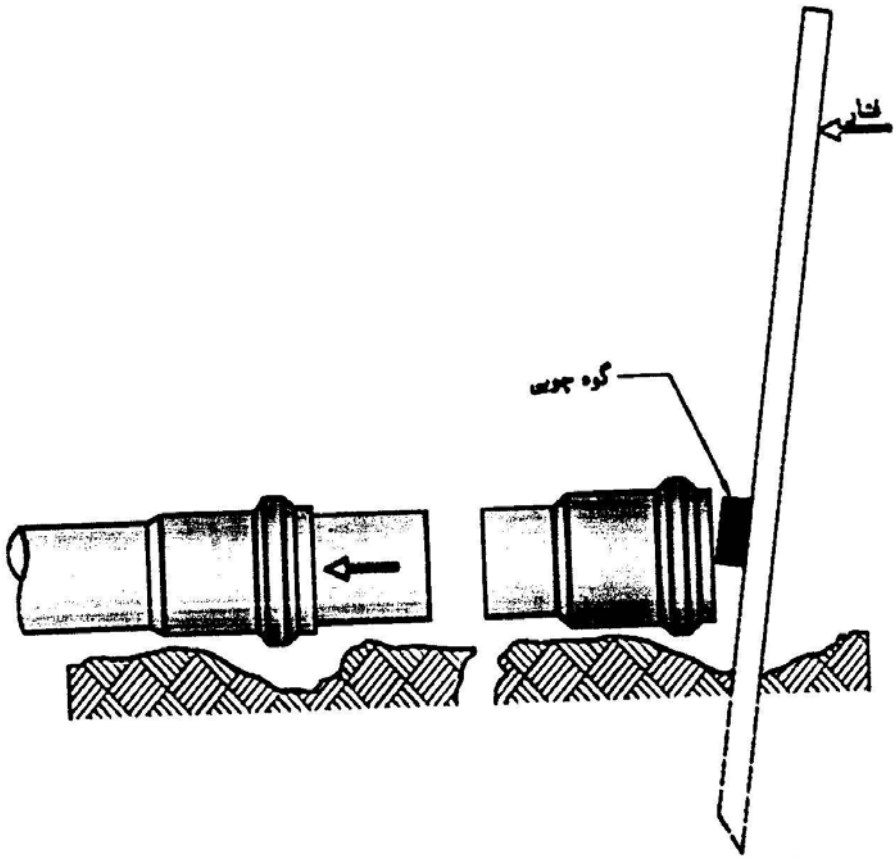
ج – در لوله‌های با قطر بزرگ، از تسمه‌های نگهدارنده برای هم محور نمودن لوله در حال نصب با لوله نصب‌شده قبلی، استفاده شود.

چ – در صورتی که احتمال نشست‌های جزئی یا تغییر طول در اثر تغییرات درجه حرارت محتمل است، فاصله کوچکی، مطابق دستورالعمل سازنده، بین انتهای سر ساده لوله و انتهای کاسه لوله پیش‌بینی شود.

ح – در لوله‌های با قطر کم و متوسط، نحوه جازدن لوله‌ها به داخل یکدیگر، پس از نصب واشر مخصوص و روان‌کاری آن و اطمینان از هم محور بودن و تمیزبودن سطوح در تماس دو لوله، ایجاد فشار در انتهای آزاد لوله (قسمت کاسه‌ای لوله جدید) با دست یا استفاده از گوه چوبی، مطابق شکل شماره (۲–۵–۷) می‌باشد.

خ – از تکان‌دادن لوله درجهات مختلف و یا چرخانیدن آن برای جا دادن لوله، باید جداً پرهیز شود.

د – با توجه به بالا بودن ضریب انبساط و انقباض در لوله‌های پلیمری، از نصب لوله پی.وی.سی در حرارت‌های بیش از ۴۰ درجه سانتیگراد باید خودداری گردد. در صورت لزوم، می توان از لوله‌های با اتصال لاستیکی استفاده نمود، ولی پوشش خاک روی لوله نباید انجام شود و این کار، در ساعاتی که درجه حرارت هوا کاهش یافته،اوایل صبح روز بعد و پس از اطمینان از صحت و عدم جابجایی در محل اتصال ها، پوشش خاکی روی لوله انجام شود.



شکل ۲–۵–۷ : نحوه جازدن لوله پی.وی.سی با اهرم و گوه

۲-۵-۱۷ نصب شیرآلات و متعلقات

شیرآلات مورد استفاده در خطوط لوله پی.وی.سی تحت فشار مشابه شیرآلات مورد استفاده در سایر لوله‌ها است. پیمانکار برای نصب شیرآلات در مسیر لوله‌های آبرسانی پی.وی.سی، باید موارد مندرج در نکات مشترک لوله‌گذاری و فصل مربوط به نصب شیرآلات را رعایت نماید. برای اتصال شیرآلات و متعلقات فلنجدار به لوله‌های پی.وی.سی، نیاز به قطعات واسط می‌باشد که در سایر بخشها شرح آنها درج شده است.

۲-۵-۱۸ پشت‌بندها و مهارهای بتنی

پشت‌بندها و مهارهای بتنی در خطوط لوله پی.وی.سی فشاری عیناً نظیر پشت‌بندهای سایر خطوط لوله است که در نکات مشترک لوله‌گذاری تشریح شده است. در صورتی که فلنج برجسته[1] روی لوله پی.وی.سی تعبیه شده باشد، دقت شود که این فلنج‌ها در صورت مهارشدن در قطعات بتنی، نیروی کششی یا فشاری جذب ننمایند.

۲-۵-۱۹ خاکریزی مقدماتی روی لوله‌های نصب شده

قبل از آنکه آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله نصب‌شده آغاز شود، لازم است اطراف و روی لوله با خاک مناسب پرشده و متراکم گردد تا خط لوله در جای خود ثابت مانده و بر اثر فشار داخلی ضمن انجام آزمایشات جابجا نشود. نظر به این که هنگام آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله، لازم است تمام اتصالی‌ها، شیرآلات و متعلقات قابل رؤیت باشند تا در صورت نشت آب از آن، محل نشت به آسانی پیدا شود، لذا خاکریزی قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیک باید طوری انجام شود که این نوع اتصالیها و متعلقات و شیرآلات قابل رؤیت باشند. برای توضیحات بیشتر به نکات مشترک لوله‌گذاری مراجعه شود.

پیمانکار موظف است قبل از انجام خاکریزی مقدماتی، محل تمام اتصالی‌ها و متعلقات و شیرآلاتی را که باید هنگام آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله قابل رؤیت باشند، به مهندس مشاور اعلام کند تا مهندس مشاور با در نظر گرفتن آن و توجه خاص به نوع اتصالی‌ها، شیرآلات و متعلقات، محلهایی از خط لوله را که اجازه می‌دهد زیر پوشش خاکریزی مقدماتی قرار گیرد، تعیین کرده و به پیمانکار ابلاغ کند.

مهندس مشاور این محلها را طوری تعیین خواهد کرد که بدنه هر شاخه لوله، زیر خاکریز مقدماتی قرار گیرد، ولی اتصالی‌های آن، خارج از خاکریز مقدماتی باشد.

در خاکریزی مقدماتی، لازم است نکات مربوط به نوع بسترسازی که برای خط لوله عملیات پیمان تعیین شده، عیناً رعایت گردد.

خاکریزی مقدماتی باید اطراف لوله را پرکرده و در چند لایه به طور یکنواخت انجام شود. حداقل ارتفاع خاکریزی مقدماتی روی تاج لوله ۳۰ سانتیمتر است. در شرایط خاص، این رقم می‌تواند کمتر و یا بیشتر از ۳۰ سانتیمتر باشد که با توجه به مشخصات طرح، باید اجرا شود.

[1] Puddle Flange

۲-۵-۲۰ تمیز کردن خط لوله

تمیزکردن خط لوله پی.وی.سی فشاری عیناً نظیر تمیزکردن سایر خطوط لوله است که در نکات مشترک لوله‌گذاری تشریح شده است.

۲-۵-۲۱ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده

پیمانکار باید پس از نصب خط لوله و اطمینان از این که بتن پشت‌بندها و مهاریها کاملاً مقاوم شده است و قسمتهای آزاد متعلقات، به خصوص قسمت انتهایی شاخه‌ای از خط لوله که قرار است مورد آزمایش هیدرواستاتیک قرار گیرد، کاملاً با درپوش و پشت‌بندهای مناسب، مهار موقت شده است، اقدام به آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله کند.

قبل از انجام آزمایش، پیمانکار موظف است، آمادگی خط لوله برای انجام آزمایش را به مهندس مشاور کتباً اعلام نماید. مهندس مشاور پس از بازدید از خطوطی که باید آزمایش شوند، اطمینان از اینکه کلیه تکیه‌گاه‌ها و مهارها، اعم از دائمی و موقتی به نحو مناسب ایجاد شده، تمام وسایل و لوازم و تجهیزات مورد نیاز آماده کار می‌باشند و اطمینان از کافی بودن آب برای انجام آزمایش، موافقت خود را با انجام آزمایش پس از بررسی و تأیید برنامه ارائه شده توسط پیمانکار، اعلام خواهد کرد.

برای انجام آزمایش هر یک از قسمتهای خط لوله لازم است به ترتیب زیر عمل شود :

الف – در پائین‌ترین نقطه خط لوله، انشعابی ایجاد شود که از طریق آن بتوان آب تحت فشار به خط لوله وارد کرد.

ب – با استفاده از تلمبه مناسب، آب تمیز را از این انشعاب به خط لوله وارد کرده و با بازکردن شیرهای هوا در مسیرخط لوله و یا شیر قطع و وصل واقع در بالادست، هوای موجود در خط لوله مورد آزمایش کاملاً تخلیه شود. تخلیه کامل هوا از این نظر مهم است که اگر هوا در خط لوله باقی مانده باشد، به علت قابل تراکم‌بودن آن، نمی‌توان فشار لازم برای انجام آزمایش را در خط ایجاد نمود.

پ – طول مسیر خط لوله تحت آزمایش باید دقیقاً بازرسی و بررسی شده و در صورتی که در قسمتی از اتصالی، اثرات نشت آب ملاحظه شود، باید آزمایش متوقف شده و از اتصالی که نشت داشته رفع نقص شود و پس از تأیید مهندس مشاور، دوباره اقدام به پرکردن خط لوله با آب و انجام اقدامات مذکور در فوق شود تا این که در اتصالی‌های مرئی خط لوله، هیچ‌گونه اثر نشت مشاهده نشود.

ت – با استفاده از تلمبه‌های پیستونی دستی مخصوص، اقدام به تزریق آب به خط لوله و در نتیجه افزایش فشار خط لوله کرد تا فشار به حد فشار آزمایش رسیده و این فشار طی مدت زمان مشروح در ردیف (ث) حفظ گردد.

فشار آزمایش برای هر خط لوله عملیات موضوع پیمان، لااقل باید ۱/۵ برابر فشار کار آن خط باشد، مگر آنکه در مشخصات طرح، فشار آزمایش دیگری تعیین شده باشد. در بالاترین رقوم خط لوله، فشار آزمایش نباید از ۱/۲۵ برابر فشار کار خط لوله کمتر باشد.

فشار آزمایش برای خط یا خطوط لوله موضوع عملیات پیمان باتوجه به نوع لوله، نوع اتصالی‌های هر خط لوله و نوع پشت‌بندها و مهاری‌های به کار رفته تعیین و در مشخصات طرح منعکس شده است و یا این که توسط مهندس مشاور، با رعایت نکات فوق تعیین و ابلاغ می‌شود.

ث – خط لوله تحت آزمایش باید حداقل به مدت ۲ ساعت تحت فشار آزمایش نگهداشته شود، مگر آنکه در مشخصات طرح زمان دیگری تعیین شده باشد. مدت زمان فوق باید قبل از اقدام به خرید، از کارخانه سازنده لوله نیز استعلام شده باشد.

ج – نتیجه آزمایش: در طول مدت آزمایش، فشار در حد تعیین شده ثابت نگهداشته شود. برای تأمین این منظور، لازم است لوله مکش تلمبه پیستونی مخصوص، موضوع ردیف ت فوق، آب را از داخل ظرف مدرج برداشت و با حجم مشخص به داخل خط لوله تزریق نماید، به طوری که مقدار آبی که برای نگهداشتن فشار خط لوله در حد موردنظر به خط لوله تزریق می‌شود، قابل اندازه‌گیری باشد.

مقدار آبی که بدین ترتیب به خط لوله تحت آزمایش تزریق می‌شود، معادل مقدار نشت آب از اتصالی‌های خط لوله و یا احتمالاً ترک موجود در بعضی از لوله‌ها می‌باشد. این مقدار نباید از آنچه که طبق فرمول زیر بدست می‌آید بیشتر باشد.[1]

$$L = \frac{ND\sqrt{P}}{1314}$$

که در آن:

L = مقدار نشت مجاز برحسب لیتر در ساعت.

N = تعداد اتصالات در طول خط لوله تحت آزمایش.

D = قطر اسمی لوله برحسب سانتیمتر.

P = متوسط فشار آزمایش کیلوگرم بر سانتیمتر مربع.

در جدول (۲–۵–۱)، مقدار نشت مجاز به ازای فشارهای آزمایش و قطرهای مختلف لوله پی.وی.سی به ازای هر ۵۰ اتصالی در خط لوله که بر مبنای فرمول فوق محاسبه شده، منعکس گردیده است.

چ – در صورتی که مقدار نشت آب در خط لوله مورد آزمایش بیش از آن باشد که از فرمول مذکور در فوق حاصل می‌شود، پیمانکار موظف است اقدام به پیداکردن محل نشت و ترمیم و اصلاح خط لوله بنماید، به طوری که مقدار نشت کمتر از مقداری شود که از رابطه مذکور در فوق به دست می‌آید.

ح – پیمانکار فقط پس از انجام آزمایش یک قسمت از خط لوله و پس از اینکه نتایج آزمایش مورد قبول و تأیید مهندس مشاور قرار گرفت، می‌تواند اتصال بین قطعات خط لوله را اجرا و برقرار نماید.

[1] اقتباس از نشریه M23 انجمن کارهای آبی در آمریکا AWWA

جدول ۲-۵-۱ : مقدار مجاز نشت آب برای ۵۰ عدد اتصالی لوله‌های پی.وی.سی (AWWA M23 – 2002)

فشار متوسط آزمایش اتمسفر	قطر اسمی لوله به میلیمتر												
	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۱۰	۷۶۰	۹۱۵	۱۰۵۰	۱۲۰۰
۲۰	۱/۷۵	۲/۶۰	۳/۵۰	۴/۳۵	۵/۲۷	۶/۱۰	۶/۹۶	۷/۸۵	۸/۷۰	۱۰/۴۵	۳/۰۶	۱۵/۶۶	۱۸/۳۰	۲۰/۹۷
۱۹	۱/۶۷	۲/۴۹	۳/۳۵	۴/۱۷	۴/۹۸	۵/۲۴	۶/۶۶	۷/۵۱	۸/۳۳	۱۰/۰۱	۱۲/۵۰	۱۴/۹۹	۱۷/۵۲	۲۰/۰۱
۱۷	۱/۶۰	۲/۳۸	۳/۱۶	۳/۹۸	۴/۷۶	۵/۵۸	۶/۳۶	۷/۱۴	۷/۹۶	۹/۵۲	۱۱/۹۴	۱۴/۳۲	۱۶/۷۰	۱۹/۰۸
۱۵/۵	۱/۵۳	۲/۲۷	۳/۰۱	۳/۷۶	۴/۵۴	۵/۲۸	۶/۰۳	۶/۷۷	۷/۵۵	۹/۰۴	۱۱/۳۱	۱۳/۵۸	۱۵/۸۵	۱۸/۰۸
۱۴	۱/۴۱	۲/۱۲	۲/۸۳	۳/۵۷	۴/۲۸	۴/۹۸	۵/۶۹	۶/۴۰	۷/۱۱	۸/۵۲	۱۰/۶۸	۱۲/۸۰	۱۴/۹۲	۱۷/۰۷
۱۲	۱/۳۴	۲/۰۱	۲/۶۸	۳/۳۱	۳/۹۸	۴/۶۵	۵/۳۲	۵/۹۹	۶/۶۶	۸/۰۰	۹/۹۷	۱۱/۹۸	۱۳/۹۵	۱۵/۹۶
۱۰	۱/۲۳	۱/۸۶	۲/۴۶	۳/۰۹	۳/۶۸	۴/۳۲	۴/۹۷	۵/۵۴	۶/۱۸	۷/۴۰	۹/۲۳	۱۱/۰۹	۱۲/۹۵	۱۴/۷۷
۸/۵	۱/۱۲	۱/۶۷	۲/۲۳	۲/۸۳	۳/۳۹	۳/۹۴	۴/۵۰	۵/۰۶	۵/۶۲	۶/۷۳	۸/۴۴	۱۰/۱۲	۱۱/۷۹	۱۳/۵۰
۷	۱/۰۰	۱/۵۳	۲/۰۷	۲/۵۳	۳/۰۱	۳/۵۳	۴/۰۲	۴/۵۴	۵/۰۲	۶/۰۳	۷/۵۵	۹/۰۴	۱۰/۵۶	۱۲/۰۵
۵	۰/۸۶	۱/۳۰	۱/۷۵	۲/۱۹	۲/۶۰	۳/۰۵	۳/۵۰	۳/۹۷	۴/۳۵	۵/۲۱	۶/۵۵	۷/۸۵	۹/۱۵	۱۰/۴۵
۳	۰/۷۱	۱/۰۸	۱/۴۱	۱/۷۹	۲/۱۲	۲/۴۹	۲/۸۳	۳/۲۰	۳/۵۷	۴/۲۸	۵/۳۲	۶/۴۰	۷/۴۸	۸/۵۲

۲-۵-۲۲ تکمیل خاکریزی روی لوله نصب شده

پس از انجام آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب‌شده و در صورت لزوم انجام رفع نواقص به شکلی که خطوط نصب‌شده مورد قبول مهندس مشاور واقع گردد، مهندس مشاور اجازه خواهد داد که عملیات خاکریزی داخل ترانشه ادامه یافته و تکمیل شود. تراکم مورد نظر این خاکریزی‌ها مطابق مشخصات طرح خواهد بود.

پیمانکار پس از اخذ اجازه مهندس مشاور، موظف است با رعایت نکات مشروح در زیر، اقدام به تکمیل خاکریزی بنماید:

الف – قسمتهایی از خط لوله در محل اتصالی‌ها و شیرآلات را که برای انجام آزمایش هیدرواستاتیک باز نگهداشته شده، با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده خاکریزی کرده و متراکم نماید.

ب – عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌هایی به ضخامت و با تراکم مشخص شده در مشخصات طرح، با خاک مرغوب و مورد قبول مهندس مشاور متراکم کند تا این که رقوم سطح حاصل از این خاکریزی، به سطح تکمیلی بعدی برسد که مهندس مشاور با توجه به نوع و مشخصات لایه‌های روسازی، نظیر اساس، زیراساس، آسفالت بتنی یا سنگفرش، تعیین کرده است. زیرسازی و روسازی تا رسیدن به سطحی که برای انجام آسفالت تعیین شده است، طبق مشخصات ارائه شده ادامه خواهد یافت. عملیات آسفالت و سایر انواع روسازی نیز در صورت لزوم طبق مشخصات فنی مربوط اجرا خواهد شد.

پ – پیمانکار می‌تواند برای متراکم‌کردن خاکریزی‌های داخل ترانشه، به جای استفاده از روش تخماق‌کوبی، تراکم مورد نظر را از طریق غرقاب‌کردن ترانشه به دست آورد، مشروط بر این که در این باره تأیید و اجازه مهندس مشاور را اخذ کرده باشد. در این‌گونه موارد، ضخامت لایه‌های خاکریزی تکمیلی داخل ترانشه می‌تواند از ۲۰ سانتیمتر بیشتر باشد.

ت – در مواردی که خط لوله موضوع عملیات پیمان در گذرگاهی نصب شده باشد که در معرض تردد وسایل نقلیه سنگین می‌باشد، ضخامت پوشش خاکی لوله، از روی تاج لوله تا زیر روسازی گذرگاه، نباید از ۶۰ سانتیمتر کمتر باشد. ولی در مواردی که گذرگاه محل تردد وسایل نقلیه سبک است، پوشش خاکی حدود ۳۰ تا ۴۵ سانتیمتر در روی لوله نیز کافی خواهد بود. عمق خاکریزی روی لوله، علاوه بر موارد فوق، به تشخیص مهندس مشاور، تابع عمق یخبندان نیز می‌باشد.

۲-۵-۲۳ ضدعفونی کردن خطوط لوله

ضدعفونی کردن خطوط لوله پی.وی.سی که به منظور استفاده در خطوط آبرسانی و شبکه توزیع آب آشامیدنی مصرف می‌شوند مطابق مندرجات نکات مشترک لوله‌گذاری خواهد بود.

۲-۵-۲۴ شستشوی سراسری خط لوله

شستشوی نهائی خطوط لوله پی.وی.سی که در خطوط آبرسانی و شبکه توزیع آب آشامیدنی مصرف می‌شوند، مطابق مندرجات نکات مشترک لوله‌گذاری خواهد بود.

پیوست شماره یک

◄ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پی.وی.سی

محدودیت‌ها و مزیت‌های لوله‌های پی.وی.سی که به هنگام انتخاب و اجرای آن باید مورد توجه قرار گیرد، در این پیوست درج گردیده است.

الف) محدودیتهای درجه حرارت

- عملکرد لوله‌های پی.وی.سی با تغییر درجه حرارت تغییر می‌نماید. مشخصه‌های مختلف لوله‌های پی.وی.سی معمولاً در درجه حرارت ۲۳ درجه سانتیگراد تعریف می‌شود. با کاهش درجه حرارت، مقدار سختی لوله و مقاومت کششی آن افزایش می‌یابد. بنابراین در این شرایط، تحمل فشار لوله افزایش خواهد یافت و در اثر بارهای خارجی خاک نیز، تغییر شکل لوله کاهش خواهد یافت. همزمان، مقاومت در مقابل ضربه لوله‌های فوق، با کاهش درجه حرارت تقلیل می‌یابد و بنابراین، دقت‌های بیشتر در حمل و نقل آنها و عدم واردشدن ضربه، بخصوص در درجه حرارت‌های زیر صفر ضروری است.
- درجـــه حرارت نرم‌شدن لوله‌های پی.وی.سی در حدود ۸۰ درجه سانتیگراد می‌باشد، بنابراین، با افزایش درجه حرارت، مقاومت در مقابل ضربه و انعطاف‌پذیری لوله افزوده می‌شود. همزمان، مقاومت کششی و سختی این لوله‌ها و تحمل آن در مقابل فشار کاهش می‌یابد. بنابراین، در درجه حرارت‌های بیشتر، باید دقت‌های لازم در زمان نصب و به منظور جلوگیری از تغییر شکل‌های زیاد، انجام شود. در هر صورت، استفـــاده از لوله‌های پی.وی.سی برای انتقال آبهای داغ تحت فشار مجاز نمی‌باشد.
- با توجه به این که درجه حرارت آب در داخل لوله‌های انتقال و توزیع آب معمولاً پائین‌تر از ۲۳ درجه سانتیگـــراد است، در صورت کاربرد در این شرایط، ظرفیت فشاری خطوط لوله پی.وی.سی بالاتر یا مساوی با فشار کار اسمی لوله است. در هر حال لازم است در صورت استفاده از لوله پی.وی.سی، بخصوص برای درجات حرارت بالاتر از ۲۷ درجه سانتیگراد، پیش‌بینی‌های لازم از قبل صورت گرفته باشد. استفاده کنندگان از لوله‌های پی.وی.سی باید با اطلاع کافی از انبساط و انقباض این لوله‌ها، نسبت به طرح و اجرای آن اقدام نمایند. ضریب انبساط حرارتی این لوله‌ها در حدود ۵ برابر مقدار مشابه برای لوله‌های چدن نشکن و فولادی است و بنابراین چنانچه قرار است لوله در شرایط حرارتی مختلفی مورد استفاده قرار گیرد، این انبساط و انقباض باید مورد توجه قرار گیرد. این ضریب معادل $^0C/$ $۱۰^{-۵} \times ۸$ تا ۶ می‌باشد. قابل

ذکر است که برای انتقال آب گرم، از لوله‌های CPVC استفاده می‌شود. حرارت قابل تحمل این نوع لوله تا حدود ۹۰ درجه سانتیگراد می باشد. برای اطلاعات بیشتر به استانداردهای مربوط[1] مراجعه شود.

ب) مقاومت در مقابل عوامل بیولوژیک

- لوله‌های پی.وی.سی مقاومت کامل در مقابل عوامل بیولوژیک را دارند. عوامل بیولوژیک شامل میکروارگانیسم‌ها، ریشه علف‌ها، موریانه، جوندگان و غیره می‌باشند.
- واشرهای مورد استفاده در محل اتصال بعضی از لوله‌های پی.وی.سی، مانند واشرهای مورد استفاده در سایر لوله‌ها، می‌تواند در مقابل حمله عوامل بیولوژیک آسیب‌پذیر باشد. بنابراین، در زمان سفارش واشر، باید توجه لازم به نـــوع واشرهای مورد نیاز بشود. این توجه، خصوصاً در مورد واشرهای مورد استفاده در لوله‌های آب، به منظور جلوگیری از رشد و نمو باکتریها ضروری است.
- در زمان نصب لوله‌های پی.وی.سی که توسط واشر آب‌بند می‌شوند، برای سهولت نصب، لوله‌ها و واشرها با مواد روان‌کننده آغشته می‌شوند. لازم است که این مواد با تأیید سازنده و از نوعی باشند که محیط مناسبی برای رشد و نمو باکتریها و میکروارگانیسمها ایجاد ننمایند.

پ) محدودیت در مقابل تابش اشعه ماورای بنفش

- لوله‌های پی.وی.سی در مقابل اشعه ماورای بنفش و در مدت طولانی دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند. این آسیب‌دیدگی، از تغییر فرم مولکولی لوله‌های پی.وی.سی ناشی می‌شود. در صورتی که لازم باشد لوله مورد نظر در معرض نور آفتاب و برای مدت زیاد قرار گیرد، یا باید از لوله جنس دیگر استفاده شود و یا پوشش‌های مناسب روی آن قرار گیرد. یک قشر نازک از رنگ یا از نوارهای حفاظتی مناسب و همچنین پوشش خاک، می‌تواند مانعی در مقابل اشعه ماورای بنفش ایجاد کند و از تخریب لوله جلوگیری به عمل آورد.

البته می‌توان با افزودن مواد اولیه مقاوم در مقابل نور آفتاب به ترکیبات این لوله‌ها و تولید لوله به رنگ سفید، از این نوع لوله در محیط های باز و معرض نور آفتاب، استفاده کرد.

ت) مقاومت در مقابل سایش

- آزمایشات انجام شده روی لوله‌های پی.وی.سی نشان دهنده این است که مقاومت آن در مقابل سایش نسبت به لوله‌های دیگر قابل توجه می‌باشد. البته چنانچه این لوله در طولانی مدت در مقابل سایش قرار گیرد، تدریجاً آسیب می‌بیند، ولی نسبت به لوله‌های دیگر، این مورد به عنوان محدودیت تلقی نمی‌شود.

[1] DIN 8079 , DIN 8080 , DIN 19538

ث) مقاومت در مقابل خوردگی‌های موضعی

- باتوجه به مقاومت لوله پی.وی.سی، بعضی از املاح محلول در آب، مثل کربنات کلسیم ایجاد خورندگی موضعی و تولید ترکیبات خورده شده و برآمدگی‌های موضعی در داخل لوله‌های پی.وی.سی نمی‌نمایند.

ج) محدودیتهای ظرفیت فشار داخلی

- لوله‌های پی.وی.سی برای فشارهای داخلی از ۲/۵ تا ۲۰ اتمسفر تولید می‌شوند، ولی استانداردها و تولیدکنندگان مشخصات لوله‌ها را در چند کلاس فشار کاری مشخص ۲/۵، ۴، ۶، ۱۰، ۱۶ و ۲۰ اتمسفر جدول‌بندی و عموماً در این کلاسهای فشاری، لوله تولید می‌نمایند. سایر کلاسها، با سفارش قابل تولید می‌باشند.

چ) محدودیت قطر لوله‌های تولیدی

- حداکثر قطر لوله‌های تولیدی پی.وی.سی در داخل کشور در زمان تهیه این مشخصات، معادل ۷۱۰ میلیمتر بوده است، ولی در هر زمان، می‌توان نسبت به امکان ساخت لوله‌های با قطر بیشتر، از کارخانه‌های سازنده اطمینان حاصل نمود. حداکثر قطر تولیدی در خارج کشور معادل ۱۲۰۰ میلیمتر است.

ح) مقاومت در مقابل مواد شیمیایی

- لوله‌های پی.وی.سی در برابر اکثر مواد خورنده موجود در آب و فاضلاب و هم چنین، مواد موجود در خاک مقاوم می باشند. ایـــن لوله‌ها در مقابل اکثـــر مواد شیمیایی نیز مقاوم می باشند. استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۱۱، مقاومت این نوع لوله‌ها را در مقابل مواد شیمیایی، مشخص نموده است.

خ) سایر مزایا

- وزن کم و سهولت‌های حمل‌ونقل، از دیگر مزایای لوله‌های پی.وی.سی شمرده می‌شود. وزن کم هرشاخه لوله، سبب سهولت نصب در ترانشه نیز می‌گردد. ضریب زبری کم و افت کم هیدرولیکی نیز از جمله دیگر مزایای لوله‌های پی.وی.سی است.

پیوست شماره دو

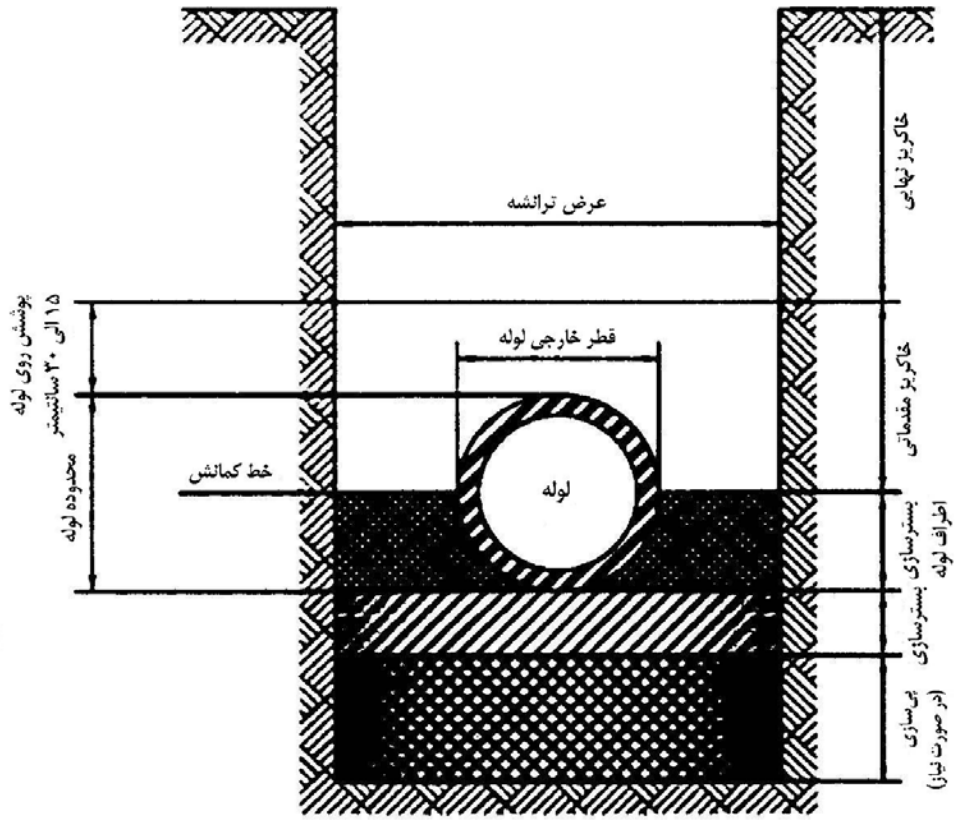
◄ طراحی بسترسازی لوله‌های پی.وی.سی

الف) مقدمه

- باتوجه به اهمیت زیاد خاک زیر و اطراف لوله‌های پلاستیکی و نوع بسترسازی، ابتدا طبقه‌بندی خاکها و سپس توصیه کلی و محدودیتهای کار در قشرهای مختلف بستر و خاکریزی در ترانشه ذکر گردیده است. در دنبالهٔ این بحث، توصیه‌های طراحی برای تعیین نوع بسترسازی نیز شرح داده خواهد شد.

ب) تعاریف

- برای تعاریف پی‌سازی، بسترسازی، خاکریزی گودی زیر لوله، خاکریزی منطقه لوله، خاکریزی نهایی، عرض ترانشه و غیره به شکل شماره (۲-۵-۸) مراجعه شود.



شکل ۲-۵-۸ : تعاریف بسترسازی لوله‌های پی.وی.سی

پ) مصالح و طبقه‌بندی آنها

- مصالح خاکی در قسمت‌های مختلف ترانشه شامل پی، بستر، خاکریز زیر لوله و غیره استفاده می‌شود. در جدول شماره (۱) شرح داده شده است. این طبقه‌بندی براساس استاندارد ASTM D 2321 می‌باشد. برای تشریح بیشتر انواع خاکها، می‌توان به استانداردهای معتبر از جمله ASTM D 2487 مراجعه نمود.

ت) توصیه برای استفاده از مصالح طبقه‌بندی شده

- خاک‌ها با دانه‌بندی‌های متفاوت که در فــوق به آن اشاره شد، می‌تواند در قسمتهای مختلف، مطابق آنچه که در جدول شماره (۲) تشریح شده است، در ترانشه مورد استفاده قرار گیرد.
- (مراجع ASTM D 2321 ASTM D 2487).

جدول (۱) : طبقه‌بندی مصالح بستر و خاکریز لوله

کد طبقه‌بندی	نوع مصالح	گروه و علامت طبقه‌بندی	شرح مصالح	درصد عبور الک			حدود اتربرگ		ضرایب	
				۴۰ میلیمتر	۴/۷۵ میلیمتر	۰/۰۷۵ میلیمتر	LL	PL	یکنواختی CU	گردشدگی CC
IA	مصالح تهیه‌شده در کارخانه درشت دانه تمیز	ندارد	تیزگوشه، سنگ شکسته، شن شکسته و بدون مصالح ریزدانه	٪۱۰۰	< ٪۱۰	< ٪۵	غیر پلاستیک			
IB	مصالح تهیه‌شده در کارخانه و تقریباً درشت دانه	ندارد	تیزگوشه، سنگ شکسته، شن شکسته همراه با مخلوط ماسه با دانه‌بندی مشخص برای تقلیل ورود مصالح ریزدانه اطراف به داخل آن، شامل کمی مصالح ریزدانه و یا بدون آن	٪۱۰۰	< ٪۵۰	< ٪۵	غیر پلاستیک			
II	مصالح درشت دانه و تمیز	GW	شن با دانه‌بندی خوب و مخلوط شن و ماسه با یا بدون ریزدانه	٪۱۰۰	< ٪۵۰ مواددرشت‌دانه	< ٪۵	غیر پلاستیک		< ۴	۱ تا ۳
		GP	شن با دانه‌بندی ضعیف و مخلوط شن و ماسه با یا بدون ریزدانه	٪۱۰۰	< ٪۵۰	< ٪۵	غیر پلاستیک		> ۴	<۳ یا >۱
		SW	ماسه یا شن و ماسه با دانه‌بندی ضعیف بدون یا با مصالح ریزدانه کم	٪۱۰۰	< ٪۵۰ مواددرشت‌دانه	< ٪۵	غیر پلاستیک		> ۶	۱ تا ۳
		SP	ماسه یا شن و ماسه با دانه‌بندی ضعیف بدون و یا با مصالح ریزدانه کم	٪۱۰۰	< ٪۵۰	< ٪۵	غیر پلاستیک		> ۶	<۳ یا >۱
	خاکهای درشت دانه	GW-GC SP-SM	ماسه و شن با مصالح ریزدانه	< ٪۵۰	متغیر	٪۱۲ ـ ۵	غیر پلاستیک		مانند GP, GW, SW, SP	
III	خاکهای با مصالح درشت و با ریزدانه	GM	شن سیلت‌دار، مخلوط شن، ماسه و سیلت	< ٪۵۰	< ٪۵۰ مصالح درشت‌دانه	٪۱۲ تا ٪۵۰		A یا <۴ خط		
		GC	شن رس‌دار، مخلوط شن، ماسه و رس					A و > ۷ خط		
		SM	ماسه سیلت‌دار، مخلوط ماسه و سیلت		> ٪۵۰ مصالح درشت‌دانه			A یا <۴ خط		
		SC	ماسه رس‌دار، مخلوط ماسه و رس					A و > ۷ خط		

ادامه جدول (۱) : طبقه‌بندی مصالح بستر و خاکریز لوله

کد طبقه‌بندی	نوع مصالح	گروه و علامت طبقه‌بندی	شرح مصالح	درصد عبور الک			حدود اتربرگ		ضرایب	
				۴۰ میلیمتر	۴/۷۵ میلیمتر	۰/۰۷۵ میلیمتر	LL	PL	یکنواختی CU	گردشدگی CC
IV A	خاکهای ریزدانه (غیرآلی)	ML	سیلت‌های غیرآلی و ماسه خیلی ریزدانه، گردسنگ، ماسه ریزدانه، سیلت یا رس‌دار، سیلت با پلاستیسیته جزئی.	٪۱۰۰	٪۱۰۰	>٪۵۰	< ۵۰	خط A یا ۴>		
		CL	رس غیر آلی با پلاستیسیته کم تا متوسط، رس شن‌دار، رس ماسه‌دار، رس سیلت‌دار، رس لاغر.				> ۵۰	خط A> یا ۷>		
IV B	خاکهای ریزدانه (غیرآلی)	MH	سیلت‌های غیر آلی، خاکهای ماسه‌ای و سیلتی ریزدانه از نوع میکا یا دیاتومه.	٪۱۰۰	٪۱۰۰	>٪۵۰		خط A>		
		CH	رس غیر آلی با پلاستیسیته زیاد، رس‌های چاق					خط A >		
V	خاکهای آلی	OL	سیلت آلی و رس‌های سیلت‌دار آلی با پلاستیسیته کم.	٪۱۰۰	٪۱۰۰	>٪۵۰	< ۵۰	A> یا ۴> خط		
	خاکهای آلی با مواد آلی زیاد	OH	رس‌های آلی با پلاستیسیته متوسط تا زیاد، سیلت‌های آلی.				> ۵۰	خط A >		
		PT	خاکهای پیت و سایر خاکهای با مواد آلی زیاد.							

* معادله خط A $\Leftarrow$ $PI = 0.73(LL - 20)$

* نقطه شروع $PI = 4$ ، $LL = 25.5$ روی محور افقی LL و محور عمودی PI می‌باشد.

جدول (۲) : انتخاب مصالح مختلف خاکی برای استفاده در پی‌سازی و بسترسازی و خاکریز مجدد روی لوله‌های پلاستیکی

	طبقه‌بندی خاک (بر طبق جدول (۱))				
	طبقه IA	طبقه IB	طبقه II	طبقه III	طبقه IV
توصیه‌های کلی و محدودیت‌ها	با محدودیت توضیح ۱ـ مناسب برای مصالح زهکشی. (این توضیح در زیر جدول ارائه شده است)	دانه‌بندی مصالح به شکلی تأمین شود که محدودیت توضیح ۱ برطرف شود. مناسب برای زهکشی.	وقتی که گرادیان هیدرولیکی وجود دارد، دانه‌بندی به منظور تأمین محدودیت توضیح ۱ رعایت شود. مصالح تمیز برای استفاده در زهکشی مناسب است.	در مواقعی که شرایط آب در ترانشه ناپایداری ایجاد خواهد کرد استفاده نشود.	از ارزیابی مکانیک خاک برای استفاده از این مصالح استفاده شود ممکن است در خاکریزی‌های با ارتفاع‌های زیاد که بوسیله غلطک‌های مختلف متراکم می‌شود مناسب نباشد چنانچه خاک داخل ترانشه ناپایداری ایجاد کند استفاده نشود.
پی‌سازی	با محدودیت توضیح ۱ـ مناسب برای فونداسیون و قسمتهایی از ترانشه که بیش از مقدار موردنیاز حفاری شده است و همچنین برای مواردی که کف ترانشه از جنس خاک غیر مقاوم است. ضخامت لایه ۱۵ سانتیمتر	مناسب برای فونداسیون و قسمتهایی از ترانشه که بیش از مقدار موردنیاز حفاری شده است و همچنین برای موردی که کف ترانشه از جنس خاک غیرمقاوم است. ضخامت لایه ۱۵ سانتیمتر است.	مناسب برای قسمتهایی که بیش از مقدار موردنیاز حفاری شده است و با محدودیت بالا. حداکثر ضخامت لایه‌ها ۱۵ سانتیمتر است.	مناسب برای قسمتهایی از ترانشه که بیش از مقدار موردنیاز حفاری‌شده است وقتی ضخامت کلی بیش از ۳۰ سانتیمتر است استفاده نشود. در ضخامتهای ۱۵ سانتیمتری ریخته شود.	فقط در محل‌های دست نخورده و محل‌هایی که ترانشه خشک است مناسب است. تمام مصالح سست قبلاً برداشته شود و با مصالح یکنواخت قبل از بسترسازی پرشود.
بسترسازی	با محدودیت توضیح ۱ـ سطح نهایی با وسایل دستی صاف خواهد شد. حداقل ضخات ۱۰ سانتیمتر و در ترانشه‌های سنگی ۱۵ سانتیمتر.	در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری کوبیده شود. آخرین قشر با دست صاف شود. حداقل ضخامت ۱۰ سانتیمتری (۱۵ سانتیمتر در ترانشه‌های سنگی).	مناسب با محدودیت بالا در لایه‌های حداکثر ۱۵ سانتیمتر ریخته و کوبیده شود. آخرین قشر با دست ریخته و صاف شود. حداقل ضخامت ۱۰ سانتیمتر (در ترانشه‌های سنگی ۱۵ سانتیمتر).	مناسب فقط در ترانشه‌های خشک در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته و کوبیده شود.	فقط در ترانشه‌های خشک و وقتی که کنترل ریختن و متراکم‌نمودن اپتیمم عملی است استفاده شود. در ضخامت‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته و کوبیده شود. آخرین قشر با دست ریخته شود. حداقل ضخامت ۱۰ سانتیمتر (۱۵ سانتیمتر در ترانشه سنگی).
بسترسازی اطراف لوله	با محدودیت توضیح ۱ـ ساخت بستر یکنواخت با دست.	در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته و کوبیده شود. با دست ریخته و صاف شود.	مناسب با محدودیت بالا، در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته و کوبیده شود. بادست ریخته و صاف شود.	مناسب با محدودیت بالا، در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته و کوبیده شود. با دست ریخته و صاف شود.	فقط در ترانشه‌های خشک و وقتی کنترل ریختن و متراکم‌نمودن اپتیمم عملی است، استفاده شود. در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته شود. در اطراف لوله با دست ریخته شود.

ادامه جدول (۲) : انتخاب مصالح مختلف خاکی برای استفاده در پی‌سازی و بسترسازی و خاکریز مجدد روی لوله‌های پلاستیکی

طبقه‌بندی خاک (بر طبق جدول (۱))					
	طبقه IA	طبقه IB	طبقه II	طبقه III	طبقه IV
خاکریزی مقدماتی	بامحدودیت توضیح ۱ـ حداقل در ضخامتی معادل ۱۵ سانتیمتر روی تاج لوله ریخته شود.	در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته و کوبیده شود. حداقل پوشش روی لوله ۱۵ سانتیمتر.	مناسب با محدودیت بالا، در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته و کوبیده شود. حداقل پوشش روی لوله ۱۵ سانتیمتر.	مناسب با محدودیت بالا، در لایه‌های ۱۵ سانتیمتری ریخته و کوبیده شود. حداقل پوشش روی لوله ۱۵ سانتیمتر.	مناسب با محدودیت‌های فوق، حداقل تا ۱۵ سانتیمتر روی لوله ریخته و کوبیده شود.
نحوه متراکم نمودن خاک اطراف لوله	با دست در محل جا داده ومتراکم شود، بنحوی که تمام اطراف و زیر لوله پر شود. برای تراکم‌های بیشتر از کمپاکتورهای لرزاننده استفاده شود.	* حداقل تراکم ۸۵٪ پروکتور استاندارد. از تخماق و یا وسایل لرزاننده برای تراکم استفاده شود.	مناسب با محدودیت بالا ـ حداقل تراکم ۸۵٪ پروکتور استاندارد. از تخماق یا وسایل لرزاننده برای تراکم استفاده شود.	حداقل تراکم ۹۰ درصد پروکتور استاندارد. از تخماق دستی یا لرزاننده برای تراکم استفاده شود. از درصد اپتیمم رطوبت به منظور حداقل انرژی تراکمی استفاده شود.	حداقل تراکم ۹۵٪ پروکتور استاندارد. از تخماق دستی یا تخماق ضربه‌ای برای تأمین تراکم نزدیک تراکم اپتیمم استفاده شود.
خاکریزی نهایی روی خاکریز اولیه	بنحوی که موردنظر طراح است کوبیده شود.	بنحوی که موردنظر طراح است کوبیده شود.	بنحوی که موردنظر طراح است کوبیده شود.	بنحوی که موردنظر طراح است کوبیده شود.	با محدودیت ذکرشده در بالا مناسب است بنحوی که مورد نظر طراح است کوبیده شود.

توضیح ۱ـ از این نوع خاک در محل‌هایی که امکان حرکت مواد ریزدانه از خاک اطراف ترانشه بداخل این مصالح و کاهش تکیه‌گاه برای لوله وجود دارد نمی‌بایست استفاده شود.

* حداقل تراکم‌های ارائه‌شده در این جدول به منظور حصول تراکم مناسب برای خاک اطراف لوله در شرایط مختلف است.

توضیح ۲ـ مصالح طبقه IV-B (شامل CH, MH) و طبقه V (شامل PT, OH, OL) برای استفاده بعنوان مصالح دور لوله مناسب نیستند. این مصالح را می‌توان با تأیید مشاور برای مصالح نهائی خاکریزی استفاده کرد.

توضیح ۳ـ در صورت استفاده از غلطک‌های مکانیکی، از تماس آنها با لوله جلوگیری شود. در صورت استفاده از غلطک‌های کوچک، ضخامت خاک روی لوله حداقل ۱۵ سانتیمتر توصیه می‌شود. در صورت استفاده از غلطک‌های بزرگ، حداقل ضخامت روی لوله توسط مشاور تعیین شود. مثلاً غلطک‌های ویبره‌ای کوچک برای مصالح درشت‌دانه کلاس I و II مناسب است. در حالیکه غلطک‌های دستی یا غلطک‌هایی که با هوا ضربه ایجاد می‌نمایند برای مصالح ریزدانه کلاس III و IVA مناسب است.

توضیح ۴ـ مقادیر حداقل تراکم‌های ذکرشده در جدول به منظور تأمین تراکم مناسب برای خاک دور لوله در اکثر شرایط می‌باشد.

ث) تشریح مصالح مورد استفاده در منطقه خاکریز اطراف لوله

- ذیلاً مشخصات مصالح توصیه‌شده برای استفاده در منطقه خاکریز اطراف لوله تشریح شده است.

ث ـ ۱) مصالح طبقه IA

- امکان قفل و بسته‌شدن دانه‌ها در داخل یکدیگر به علت شکسته‌بودن دانه‌ها از امتیازات این طبقه از مصالح می‌باشد و به همین علت، حداکثر استحکام برای نگهداری لوله با تراکم مشخص ایجاد خواهد شد. این مصالح، با صرف حداقل انرژی، در

رطوبت‌های مختلف به حداکثر تراکم می‌رسند. علاوه بر این نفوذپذیر بودن زیاد این مصالح، می‌تواند کمک مؤثری در کنترل و هدایت آب در داخل ترانشه باشد.

- این مصالح، مناسب برای استفاده در بسترسازی لوله در ترانشه‌های سنگی آبدار می‌باشند. به هر صورت، چنانچه امکان وجود آب زیرزمینی در ترانشه وجود داشته باشد، باید به موضوع حرکت دانه‌های ریز خاک اطراف به داخل دانه‌بندی مصالح درشت دقت شود.

ث ـ ۲) مصالح طبقه IB

- این مصالح، اختلاطی از مصالح طبقه IA و ماسه طبیعی شکسته می‌باشند و به منظور کاهش جابجایی مصالح ریزدانه اطراف ترانشه به داخل ترانشه، استفاده می‌شوند. دانه‌بندی این مصالح، متراکم‌تر از مصالح IA است و به همین علت، نیاز به انرژی بیشتر برای تراکم دارند. این مصالح، بعد از تراکم لازم، دارای سختی و مقاومت زیاد خواهند بود.

ث ـ ۳) مصالح طبقه II

- این مصالح، بعد از تراکم لازم، تکیه‌گاه بسیار مناسبی برای لوله خواهند بود. در اکثر موارد، این مصالح تمام مشخصات مطلوب مصالح تیپ کوبیده شده IB را دارا می‌باشند. چنانچه دانه‌بندی این مصالح به صورتی باشد که امکان حرکت مواد ریزدانه به داخل آن امکان‌پذیر گردد. از نظر سازگاری با خاک اطراف باید کنترل شود. این مصالح، عمدتاً گرد گوشه بوده و پایداری کمتری نسبت به مصالح تیزگوشه دارند، مگر اینکه متراکم شده باشند.

ث ـ ۴) مصالح طبقه III

- این مصالح با تراکم مشابه، تکیه‌گاه کمتری نسبت به مصالح طبقه I و II برای لوله ایجاد خواهند کرد. برای متراکم‌شدن، ممکن است به انرژی زیادی نیاز باشد که مصالح را متراکم نموده و مقدار رطوبت باید کنترل شده باشد. این مصالح چنانچه به تراکم مناسب برسند می‌توانند تکیه‌گاه مناسبی برای لوله ایجاد نمایند.

ث ـ ۵) مصالح طبقه IV.A

- این مصالح باید قبل از استفاده، از نظر مشخصه‌های مختلف مکانیک خاک ارزیابی شوند. مقدار رطوبت این مصالح، باید نزدیک به رطوبت بهینه باشد، تا حداقل انرژی برای تراکم آن مورد نیاز باشد. چنانچه این مصالح به طور مناسبی ریخته و متراکم شوند، تکیه‌گاه قابل قبولی برای لوله خواهند بود. در هر صورت، این مصالح، ممکن است برای استفـــاده در خاکریزی‌های مرتفع، سربـــاره چرخهای سنگین و امثال آن مناسب نباشند. همچنین این مصالح برای استفاده در ترانشه‌هایی که آب کنترل نشده داخل ترانشه سبب از بین رفتن استحکام کف ترانشه می‌شود، مناسب نخواهند بود.

ث ـ ۶) مقدار رطوبت مصالح

- چنانچه رطوبت مصالح داخل ترانشه در محدوده مشخص و نزدیک به حد بهینه باشد، تراکم‌پذیری مصالح با کمترین انرژی مقدور می‌باشد. بنابراین حفظ رطوبت در محدوده مشخص از عوامل مهم برای انتخاب مصالح در داخل ترانشه خواهد بود. زیرا چنانچه خاکریزی‌ها با تراکم مناسب انجام نشود، سبب تغییر شکل‌های بیش از حد مجاز برای لوله خواهد شد.

ث ـ ۷) حداکثر ابعاد مصالح خاکریزی

- حداکثر ابعاد مصالح ریخته شده داخل ترانشه، محدود به ۳۷/۵ میلیمتر یا ۱/۵ اینچ، (به جدول شماره یک مراجعه شود)، می‌باشد. به منظور بهبود وضعیت مصالح دور لوله‌های کوچک‌تر و جلوگیری از واردشدن صدمه به جدار لوله‌ها، انتخاب حداکثر ابعاد دانه‌های کمتر برای مصالح، ممکن است ضروری گردد. برای لوله‌های به قطر ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر، حداکثر ابعاد دانه‌ها ۱۹ میلیمتر یا ۰/۷۵ اینچ است. برای قطرهای کوچکتر، حداکثر ابعاد دانه‌های مصالح معادل ۱۰٪ قطر لوله توصیه می‌شود. چنانچه مصالح لایه‌های فوقانی لوله در داخل ترانشه دارای ابعاد بزرگتری باشد، مهندس مشاور ممکن است ارتفاع خاک روی لوله را افزایش دهد.

ج) خاکبرداری ترانشه

ج ـ ۱) کلیات

- روش کار برای خاکبرداری ترانشه در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری اشاره شده است، علاوه بر آن برای نصب لوله‌های پی.وی.سی، نکات زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

ج ـ ۲) خاکبرداری

- ترانشه باید به صورتی خاکبرداری شود که دیواره‌های طرفین ترانشه تا پایان عملیات پایدار بماند. شیب دیواره‌ها، ابعاد و طول ترانشه‌برداری، باید همیشه در حدی باشد که در مشخصات طرح قید گردیده است و از خاکبرداری اضافی در هر مقطع باید جلوگیری گردد. ترانشه‌ها بلافاصله پس از اتمام عملیات باید خاکریزی و پر شوند، که نباید دیرتر از پایان هر روز کاری، یا مقطع تعریف‌شده در مشخصات طرح باشد.

چ) کنترل آب در ترانشه

- مادام که در داخل ترانشهٔ حفر شده برای اجرای خطوط لوله آب وجود داشته باشد، از انجام عملیات خاکریزی روی لوله باید اجتناب شود. پیمانکار باید نسبت به پائین انداختن سطح آب تا تراز مورد نظر براساس نقشه‌های اجرائی اقدام نماید. همچنین باید از ورود آبهای سطحی به داخل ترانشه جلوگیری شود. با توجه به اهمیت زیاد تراکم خاکهای اطراف لوله در لوله‌های پی.وی.سی، ذیلاً اثرات نامناسب آبهای زیرزمینی در خاکریز اطراف شرح داده شده است.

چ ـ ۱) آبهای زیرزمینی

- وقتی که رقوم آب زیرزمینی بالاتر از رقوم کف ترانشه در محدوده اجرای کار باشد، تخلیه آبها به منظور حفظ پایداری و انجام تراکم مصالح ضروری است. سطح آب در چنین شرایطی باید تا زیر سطح مصالح بستر لوله و یا پی‌سازی زیر لوله پائین انداخته شود، به صورتی که کف ترانشه، به صورت پایدار درآید. باتوجه به شرایط و امکانات محلی، می‌توان از پمپ لجن‌کش، نایلون‌های مخصوص (ژئوتکستایل)، لوله‌های زهکش و یا قشرهای سنگ‌ریزی با ضخامت مناسب، برای خروج و کنترل آب در ترانشه استفاده نمود. روش بهینه در مشخصات طرح تعیین و پیمانکار موظف به اجرای آن می‌باشد. وقتی که خاکبرداری همزمان با پائین‌انداختن سطح آب انجام می‌شود، باید مطمئن شد که در هر حال، در حین اجرای کار، سطح آب پائین‌تر از کف ترانشه حفر شده حفظ شود. این اقدام به منظور جلوگیری از شسته‌شدن مصالح پشت چوب‌بست حفاظتی یا دیواره آزاد ترانشه و حرکت آن به داخل ترانشه است. به منظور جلوگیری از شناورشدن لوله، کنترل سطح آب در تمام مراحل، اعم از قبل یا در حین و یا بعد از نصب لوله و تا زمانی که اجرای خاکریز دور لوله انجام می‌شود، ضروری است. به منظور حفظ پایداری خاکی که در آن ترانشه حفر می‌شود، روش تخلیه آب باید به نحوی انتخاب شود که خروج مواد ریزدانه از طریق آن، به حداقل کاهش یابد که این امر باید در مشخصات طرح قید شود.

چ ـ ۲) آبهای جاری در کف ترانشه

- به منظور حفاظت کف و دیواره‌های ترانشه، پی و یا سایر قسمتهای بسترسازی، آبهای ورودی به داخل ترانشه باید کنترل گردند. ایجاد موانع در کف ترانشه به منظور جلوگیری از حرکت آب و مواد ریزدانه در کف ترانشه، مانند شن‌ریزی، ضروری است. خاکریزی نهایی روی لوله نیز باید در اسرع وقت انجام و تکمیل شود.

چ ـ ۳) مصالح برای کنترل آب

- برای پی‌سازی زیر لوله یا مصالح بستر و یا مصالح زهکشی، باید از مصالح دانه‌بندی شده مناسب استفاده گردد. این کار، با هدف انتقال آب به حوضچه‌های تخلیه و یا سایر محل‌های زهکشی است. در صورت نیاز، از مصالح دانه‌بندی شده مناسب همراه با لوله‌های زهکش سوراخ‌دار به منظور بهبود کیفیت انتقال آب می‌توان استفاده کرد. انتخاب دانه‌بندی مناسب مصالح زهکشی به منظور کاهش حرکت مواد ریزدانه از مصالح اطراف ترانشه به داخل مصالح زهکش نیز ضروری است. دانه‌بندی مصالح فوق، در مشخصات طرح باید درج گردد.

ح) نگهداری دیواره ترانشه‌ها

- وقتی که برای نگهداری دیواره ترانشه‌ها از سپرکوبی، جک یا صندوقه استفاده می‌شود، از عدم حرکت و یا سست‌شدن لوله و بسترسازی اطراف لوله در زمان نصب، به ویژه در موقع بیرون‌کشیدن سیستم‌های حفاظتی، بایـد اطمینان حاصل کرد.

همچنین، در صورت استفاده از سپر در زمین‌های آبدار، از قفل و بست شدن سپرها به منظور جلوگیری از شسته‌شدن دیواره ترانشه باید اطمینان حاصل کرد. در زیر پل‌ها و تأسیسات موجود نیز باید از عدم حرکت خاک دیواره ترانشه اطمینان حاصل نمود.

خ) حفاظت‌هایی که در ترانشه باقی خواهند ماند

- در موارد بسیار خاصی که چوب‌بست تا زیر سطح خاکریز اطراف لوله ادامه می‌یابد و بازکردن چوب‌بست سبب سست شدن مصالح پی‌سازی و زیرسازی لوله شود و راه حل دیگری وجود نداشته باشد، بهتر است که قسمتی از چوب بست در ترانشه باقی بماند. در چنین حالتی، قسمت فوقانی چوب‌بست بریده خواهد شد. محل بریدگی باید حداقل ۰/۵ متر بالاتر از تاج لوله قرار گیرد. بادبندهای نصب‌شده درداخل قسمتهای سپرکوبی شده که در محدوده لوله‌گذاری است نیز باید در محل باقی بماند. چوب‌بست‌هایی که در محل باقی خواهند ماند، باید به عنوان یک سازه دایمی تلقی شده و در مقابل عوامل بیولوژیک حفاظت شـــود. بعضی از انواع محلول‌های حفاظتی چوب‌بست‌ها می‌توانند اثر منفی در بعضی از انواع لوله‌های پلاستیکی داشته باشند، لذا از به کارگیری آنها در مجاورت لوله‌ها، باید اجتناب شـــود.

د) استفاده از صندوقه‌ها در حفاظت دیواره ترانشه

- چنـــانچه از صندوقه برای حفاظت دیوارهای ترانشه در جریان عملیات لوله‌گذاری استفاده شود، مصالح دور لوله نباید در زمان برداشت صندوقه‌ها جابجا شوند. در لوله‌های پلاستیکی، موضوع متراکم‌ماندن مصالح بعد از حرکت صندوقه‌ها، اهمیت بسیار زیادی دارد و در صورت تردید در انجام تراکم، بهتر است از صندوقه‌ها در زیر سطح خاک محدوده لوله استفاده نشود، مگر این که به صورتی قابل قبول از متراکم ماندن مصالح بستر لوله اطمینان حاصل گردد. قبل از حرکت صندوقه‌ها، مصالح زیرسازی اطراف لوله باید ریخته و کوبیده شود و به تناسب خارج‌کردن صندوقه‌ها، مصالح دور لوله باید تکمیل و کوبیده شود.

ذ) وجود سنگ یا مواد درشت‌دانه در کف ترانشه

- چنانچه کف ترانشه از جنس سنگ یا مصالح سخت مشابه و یا سنگهایی با ابعاد بیش از ۴۰ میلیمتر باشد، کف ترانشه باید به میزان حداقل ۱۵۰ میلیمتر پائین‌تر از کف لوله، خاکبرداری شده و با مصالح ماسه‌ای مناسب، مجدداً پر گردد.

ر) نحوه بسترسازی و انتخاب سختی لوله (توصیه)

- برای انتخاب بسترسازی لوله‌های پلاستیکی، سه پارامتر به شرح زیر حائز اهمیت است:
  - بار وارد بر لوله
  - سختی خاک در محدوده نصب لوله
  - سختی لوله

ذیلاً هر یک از پارامترهای فوق و نحوه انتخاب بسترسازی و نوع لوله شرح داده خواهد شد.

روش شرح داده شده در زیر براساس فرمول Spanglers Iowa می‌باشد که به طور مشروح قابل دسترسی می‌باشد.

طراحی بستر باید به صورتی انتخاب شود که تغییر شکل عمودی ناشی از بارهای مرده و زنده در شروع نصب، از مقدار مجاز تعیین شده توسط طراح تجاوز ننماید. این مقدار، در صورتی که در مشخصات خصوصی ذکر نشده باشد، معادل ۵٪ قطر لوله توصیه می‌شود.

رابطه محاسبه تغییر شکل لوله ناشی از بارهای وارده به شرح زیر می‌باشد:

$$D_X = \frac{D_L.K.W_C + KW_L}{\frac{EI}{r^3} + 0.67E'}$$

که در این رابطه:

D_X = تغییر شکل عمودی لوله

D_L = ضریب تغییر شکل ناشی از مرور زمان. این ضریب، در صورتی که بار روی لوله به صورت وزن منشور خاک در نظر گرفته شود، معادل یک می‌باشد.

K = ضریب ثابت بستر. این ضریب متناسب با زاویه قرارگیری لوله روی بستر متراکم زیر لوله است. این ضریب برای مقادیر مختلف زاویه قرارگیری در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳) : ضریب ثابت بستر

زاویه قرارگرفتن لوله روی خاک متراکم زیر لوله ـ درجه	K
۰	۰/۱۱۰
۳۰	۰/۱۰۸
۴۵	۰/۱۰۵
۶۰	۰/۱۰۲
۹۰	۰/۰۹۶
۱۲۰	۰/۰۹۰
۱۸۰	۰/۰۸۳

معمولاً مقدار ثابت K= 0.1 در این مورد در نظر گرفته می‌شود.

W_C = نیروی وارد بر لوله بر اثر وزن خاک ـ کیلوگرم بر سانتیمتر.

W_L = نیروی وارد بر لوله بر اثر بار ترافیک ـ کیلوگرم بر سانتیمتر.

D = قطر لوله ـ سانتیمتر.

E = مدول الاستیسیته لوله ـ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع.

I = ممان اینرسی دیواره لوله در واحد طول ـ Cm^4

مدول عکس‌العمل خاک (E´)

- بار وارده از خاک بر روی لوله‌های قابل انعطاف، سبب کاهش قطر آن در جهت عمودی و افزایش قطر در جهت افقی می‌گردد. حرکت افقی لوله، سبب ایجاد فشار عکس‌العمل (I) در خاک شده و به نگهداری لوله در موقعیت خود کمک می‌کند. مقدار تغییر شکل لوله در نهایت تابعی از فشار وارده فوقانی بر روی لوله و فشار عکس‌العمل خاک در دو طرف آن می‌باشد. مقدار فشار عکس‌العمل خاک با توجه به نوع خاک اطراف لوله و درجه تراکم آن متفاوت می‌باشد. مقادیر توصیه شده برای E با توجه به خاکهای مختلف و درجات تراکم آن، در جدول شماره (۴) ارائه شده است.

جدول (۴) : مقادیر متوسط مدول عکس‌العمل خاک (E´) برای تعیین مقادیر اولیه تغییر شکل لوله

نوع خاک در منطقه بسترسازی لوله	مقادیر (E´) برای درجات مختلف تراکم خاک (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)			
	خاک دستی	تراکم کم: کمتراز ۸۵٪ پروکتور استاندارد و کمتر از ۴۰٪ تراکم نسبی	تراکم متوسط: بین ۸۵٪ تا ۹۵٪ پروکتور استاندارد و ۴۰٪ تا ۷۰٪ تراکم نسبی	تراکم زیاد: بیش از ۹۵٪ پروکتور استاندارد بیش از ۷۰٪ تراکم نسبی
خاک ریزدانه (LL > ۵۰) خاک با پلاستیسیته متوسط تا زیاد MH, CH	خاک با این طبقه‌بندی نیاز به بررسی مهندسی خاص به منظور تعیین مقادیر تراکم، رطوبت و انرژی موردنیاز برای تراکم دارد.			
خاک با دانه‌بندی ریز (LL < ۵۰) خاک با پلاستیسیته متوسط تا صفر ML, Cl باکمتر از ۲۵٪ ذرات درشت‌دانه	۳/۵	۱۴	۲۸	۷۰
خاک با دانه‌بندی ریز (LL > ۵۰) خاک با پلاستیسیته متوسط تا صفر ML, Cl با بیش از ۲۵٪ ذرات درشت‌دانه	۷	۲۸	۷۰	۱۴۰
خاکهای با ذرات درشت‌دانه و ذرات ریزدانه بیش از ٪۱۲ GM, GC, SM, SC	۷	۲۸	۷۰	۱۴۰
خاک درشت دانه با مقدار کم ذرات ریز یا بدون ذرات ریز (کمتر از ۱۲٪) GW, GP, SW, SP	۱۴	۷۰	۱۴۰	۲۱۰
سنگ خردشده	۷۰	۲۱۰	۲۱۰	۲۱۰

۲-۶ لوله‌های پلی‌اتیلن

۲-۶-۱ مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن

پلی‌اتیلن[1] از پلیمریزاسیون اتیلن و اولفین به همراه دوده آنتی‌اکسیدان تهیه می‌شود. این ماده بـــه صورت تجاری در سه نوع، وزن مخصوص کم[2]، وزن مخصوص متوسط و وزن مخصوص زیاد[3]، به بازار عرضه می‌شود. هر چه وزن مخصوص مواد پلی‌اتیلن بیشتر باشد، مقاومت آن بیشتر است. طراحی خطوط لوله باید همراه با توجه به تولیدات مختلف در هر مقطع زمانی صورت گیرد.

در تولید لوله‌های پلی‌اتیلن، از دستگاه اکسترودر[4] استفاده می‌شود و دستگاه به طور خودکار این مواد را گرم و خمیری شکل کرده و با فشار، از قالب مخصوص عبور می‌دهد که پس از سرد شدن به صورت لوله از دستگاه خارج می‌شود.

لوله‌های پلی‌اتیلن در مقابل اثرات مواد شیمیایی مقاوم می‌باشند، لذا نیازی به پوشش خارجی در مقابل اثرات خورندگی خاکی که لوله در آن دفن می‌شود و یا آستر داخلی برای مقاومت در مقابل خورندگی سیالی که از لوله عبور می‌کند، ندارند.

از لولـــــه‌های پلی‌اتیلن سخت با وزن مخصوص زیاد می‌توان در خطوط لوله آب تحت فشار استفاده کرد. تنوع اندازه، سهولت حمل‌ونقل، قابلیت انعطاف و آسانی نصب و لوله‌گذاری، از جمله عواملی است که باعث کاربرد روز افزون لوله‌های پلی‌اتیلن در خطوط لوله آب تحت فشار شده است.

طبقه‌بندی لولـــه‌های پلی‌اتیلن و مشخصات تولید و غیره توسط مؤسسه استاندارد تهیه و در اختیار می‌باشد. چند نمونه از این استانداردها به شرح زیر است.

استانداردهای ISIRI

رواداری‌های قطر خارجی و ضخامت جداره لوله‌های پلی‌اتیلن	ISIRI 1331
آئین‌نامه کاربرد و نصب لوله‌های تحت فشار ترموپلاستیک در زیر خاک	ISIRI 2002
روشهای نمونه‌برداری و آزمون لوله‌های پلی‌اتیلن	ISIRI 2178

استانداردهای ISO

قطر اسمی و فشار اسمی لوله‌های ترمو پلاستیک	ISO 161/1
رواداری‌های قطر خارجی و ضخامت جداره لوله‌های پلی‌اتیلن	ISO 3607

استانداردهای BSI

مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن	BSI 6437,3284
مشخصات، ابعاد و فشار لوله‌های ترموپلاستیک	BSI 5556
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن آبی‌رنگ تا قطر ۶۳ میلیمتر	BSI 6572

[1] Polyethylene
[2] Low Density Polyethylene (LDPE)
[3] High Density Polyethylene (HDPE)
[4] Extruder

مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن مشکی رنگ تا قطر ۶۳ میلیمتر	BSI 6730
استانداردهای DIN	
لوله‌های پلی‌اتیلن سخت ـ تیپ ۲ ـ ابعاد	DIN 8074
لوله‌های پلی‌اتیلن سخت ـ تیپ ۲ ـ آزمایش	DIN 8075
لوله‌های پلی‌اتیلن سخت ـ تیپ ۲ ـ ابعاد	DIN 8076-3
استانداردهای ASTM	
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن	ASTM D-3350
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن	ASTM D-2104
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر داخلی	ASTM D-2239
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر خارجی	ASTM D-2447
مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر خارجی	ASTM D-3035
طبقه‌بندی لوله‌های پلی‌اتیلن	ASTM D-2737
استانداردهای AWWA	
لوله‌های پلی‌اتیلن تحت فشار آب به قطر ۴ تا ۶۳ اینچ	ANSI-AWWA C-906, C-901

۲-۶-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن

محدودیتها و مزیتهای لوله‌های پلی‌اتیلن که لازم است به هنگام استفاده و به کارگیری مورد توجه قرار گیرد، در پیوست شماره یک این بخش درج گردیده است. محدودیت‌های فوق، سبب گردیده که اقدامات خاصی برای حمل، نگهداری و نصب لوله‌ها ضروری گردد، که کلیه اقدامات فوق در مرحله اجرا از تعهدات پیمانکار خواهد بود.

۲-۶-۳ اتصالی‌های لوله‌های پلی‌اتیلن

اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به چندین روش که در ادامه این بند توضیح داده خواهد شد، قابل انجام است. پیمانکار باید با توجه به نوع و اتصال مورد نظر که در مشخصات طرح درج گردیده است، نسبت به انجام اتصال لوله در قسمت‌های مختلف طرح اقدام نماید.

چنانچه پیمانکار در انجام اتصالات فوق، به علت محدودیت‌هایی که ذکر خواهد شد، ایراد و یا اشکالاتی مشاهده نماید، باید مراتب را کتباً به مهندس مشاور اعلام و کسب تکلیف نماید.

لوله پلی‌اتیلن معمولاً به صورت دو سر ساده تولید می‌شوند. لذا برای ایجاد اتصال بین دو شاخه، لازم است سر ساده یک شاخه لوله به سر ساده دیگر با نوعی اتصالی به یکدیگر متصل شوند. روشهای مختلفی که برای اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به یکدیگر، متعلقات و شیرآلات به کار می‌رود، از جمله عبارتند از:

۱- اتصال حرارتی لب به لب[1]
۲- اتصال حرارتی بوشنی[2]
۳- اتصال به روش الکتریکی[3]
۴- اتصال به روش فلنجی[4]
۵- اتصال روش جوش اکستروژنی[5]
۶- اتصال به روش پیچی[6]
۷- اتصال به روش چفتی و واشر لاستیکی[7]

لازم به توضیح است که، کلیه روشهای فوق در حال حاضر به علت عدم تولید متعلقات لازم در کشور، قابل اجرا نمی‌باشند، ولی توضیحات لازم برای استفاده از آنها، در صورت تولید، داده شده است. مهندس مشاور، در مشخصات طرح، روش اتصال لوله‌ها را با توجه به امکانات موجود در زمان کار تعیین خواهد نمود. در حال حاضر، اتصال حرارتی لب به لب برای عمده کارهای لوله‌گذاری نوع پلی‌اتیلن و اتصال به روش فلنجی برای اتصالات خاص، استفاده می‌شود. پیمانکار موظف است برای هر روش تعیین شده در مشخصات طرح، تمهیدات لازم و پرسنل مجرب را تأمین و بر این اساس، نسبت به انجام اتصال اقدام نماید.

۲-۶-۳-۱ اتصالی جوشی لب به لب

اتصالی جوشی لب به لب لوله‌های پلی‌اتیلن در شکل (۲-۶-۱) نشان داده شده است. در این نوع اتصالـــی، از دستگاه جوش مخصوص لوله پلی‌اتیلن استفاده می‌شود. در این دستگاه، باید دو شاخه لوله را طوری مقابل یکدیگر قرار داد که در یک امتداد باشند. سر لوله‌ها باید کاملاً تمیز و عاری از مواد زائد باشد. در صورتی که لوله از حالت دایره کامل خارج شده باشد، با سفت‌کردن گیره‌های دو طرف لوله، به حالت اول و دایره کامل درآید. برای جوشکاری بهتر، لازم است که دستگاه صاف کننده دو سر لوله‌ها همراه دستگاه بوده و دو سر لوله به صورت کاملاً صاف و عاری از زدگی در آید. سپس دو سر لولـــه کاملاً مقابل یکدیگر قرار داده می‌شود، تا اطمینان ظاهری از عدم وجود فاصله خالی بین آنها حاصل گردد. حداکثر رواداری در خارج لوله، یک میلیمتر برای لوله‌های تا قطر ۳۱۵ و دو میلیمتر برای قطرهای بزرگتر است.

پیمانکار باید بعد از آماده‌سازی‌های فوق، صفحه فلزی مخصوص حاوی عنصر گرم‌کننده[8] را، که اصطلاحاً هیتر یا اتو نامیده می‌شود، میان دو سر ساده لوله‌ها قرار داده و سر ساده لوله‌ها را به تدریج به صفحه فلزی نزدیک نماید، تا بر اثر تماس محیط لبه سر لوله‌ها به صفحـه اتو، لبه سر ساده لوله‌ها ذوب شود. قبل از اتصال به برق، لازم است دقت شود که این صفحه کاملاً تمیز باشد. مادامی که صفحه اتو بین دو سر لوله بوده و لبه سر لوله‌ها در حال ذوب‌شدن است، نباید دو شاخه لوله به طرف یکدیگر رانده یا تکان داده شوند. این اعمال باعث تغییر شکل سر لوله‌ها که بر اثر حرارت نسبتاً نرم شده است، می‌گردند. قسمت برآمده دو طرف لوله ذوب

[1] Butt Fusion
[2] Socket Fusion
[3] Electro Fusion
[4] Flanged Joins
[5] Extrusion Welding
[6] Screw Type Joint
[7] O-Ring Type
[8] Element

شده، قبل از انجام اتصال، باید در حدود ۲ تا ۳ میلیمتر باشد. پس از آنکه لبه سر ساده لوله به اندازه کافی ذوب شد، باید با عقب‌راندن شاخه لوله‌ها، صفحه اتو را از میان آنها برداشته و در فاصله زمانی حداکثر ۱۰ ثانیه، لوله‌ها را به آرامی و نیروی کافی به سمت یکدیگر راند تا به یکدیگر چسبیده و قسمت ذوب‌شده دو سر لوله، یک پارچه شده و اتصالی محکم برقرار شود.

توجه پیمانکار را به این موضوع جلب می‌نماید که نیروی راندن لوله‌ها به سمت یکدیگر، در میزان استحکام اتصالی مؤثر است. راندن لوله‌ها با نیروی زیاد، ممکن است موجب بیرون زدن تمام مواد مذاب از محل اتصالی شده و قسمت نسبتاً سرد دو سر لوله‌ها به یکدیگر وصل شوند. همچنین، راندن لوله‌ها با نیروی کم، موجب می‌شود لوله‌ها در لبه باریکی به یکدیگر متصل شود که در هر دو صورت، اتصالی مناسب و محکم برقرار نخواهد شد. این اتصالی، باید حداقل ۵ تا ۱۰ دقیقه بدون حرکت ثابت نگهداشته شود، تا محل اتصالی کاملاً سرد شده و دمای آن به دمای محیط برسد.

در صورتی که مواد مذاب به دو صفحه فلزی بچسبد، پیمانکار باید عملیات برقراری اتصالی را متوقف نماید و پس از تمیزکردن صفحه‌ها و بریدن قسمت‌های ذوب‌شده، عملیات را تکرار نماید.

جوش لب به لب لوله‌های پلی‌اتیلن، نباید در داخل ترانشه انجام شود. طول نسبتاً زیاد چند شاخه لوله که در خارج از ترانشه به هم جوش داده شده باشند، قابلیت انعطاف کافی ایجاد خواهد کرد که با استفاده از آن، می‌توان قسمتی از آن را در داخل ترانشه قرار داده و انتهای آن را برای اتصال به شاخه‌ای دیگر خارج از ترانشه حفظ نمود. به منظور اجرای جوشکاری صحیح، رعایت اصول و ضوابط زیر توسط پیمانکار الزامی است:

- لوله‌های با ضخامت‌های مختلف، به یکدیگر جوش نشوند.
- لبه‌های صاف شده دو سر لوله، بعد از رنده‌شدن، در تماس با دست قرار نگیرند.
- براده‌ها و ذرات رنده‌شده از داخل لوله و روی ماشین تمیز شود.
- دستگاه، مرطوب یا کثیف و گرد و خاکی نباشد.
- قبل از سردشدن کامل اتصال، لوله‌ها از ماشین خارج نشوند.
- در انجام جوشکاری، از افراد ماهر استفاده شود.
- باتوجه به اینکه برای هر نوع خاص مواد پلی‌اتیلن، دامنه مشخصی برای پارامترهای اصلی جوشکاری، شامل درجه حرارت، فشار لبه‌ها و زمان سردشدن وجود دارد، قبل از انجام هر جوش پلی‌اتیلن شرایط از سازنده لوله استعلام و به کارکنان مربوط برای اجرا، تعلیمات لازم داده شود و در صورت نیاز، توسط سازنده لوله یا سازنده دستگاه جوش، تحت آموزش قرار گیرند.
- چنانچه اتصال دو نوع لوله پلی‌اتیلن، یا لوله و متعلقات مربوط، مورد نظر باشد، باید روش جوشکاری از هر دو سازنده استعلام شود.
- در هوای بارانی، بادهای تند و سرمای شدید، از جوشکاری خودداری شود. در صورت اجبار به انجام کار در این شرایط، از چادر استفاده شده و در هر صورت، دمای محیط کار، تحت هیچ شرایطی کمتر از صفر درجه سانتیگراد نشود.

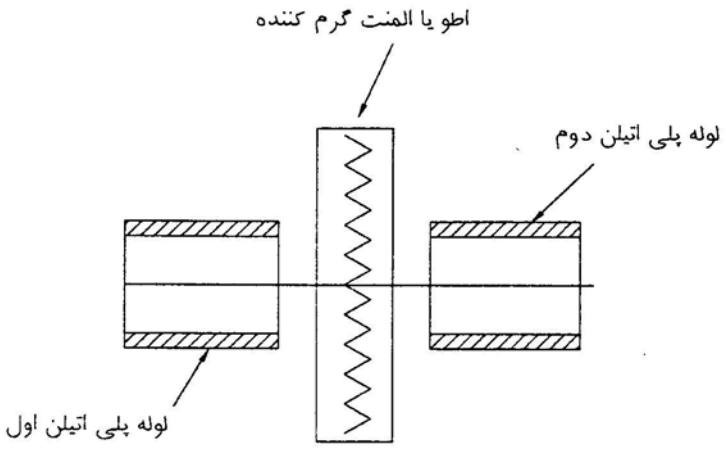
علاوه بر این، پیمانکار باید ماشین‌آلات مناسب انجام جوش لب به لب را تأمین نماید. به عنوان راهنما، حداقل ماشین‌آلات و تجهیزات مورد نیاز به شرح زیر است:

- ژنراتور برای تأمین انرژی گرمایی صفحه اتو، رنده و پمپ‌های هیدرولیکی برای تأمین فشار به میزان مورد نظر.

- ماشین جوش باید مجهز به گیره‌های مربوط و زمان‌سنج[1] باشد.
- گیره‌ها برای ثابت‌نمودن لوله‌های دو طرف اتو.
- دستمال برای تمیزکردن صفحه اتو.
- وسایل لازم برای بریدن لبه‌های برآمده لوله از داخل و خارج.
- اندازه‌گیر قسمت برآمده لوله.
- دماسنج برای اندازه‌گیری حرارت سطح اتو.
- دستگاه برش لوله.
- دماسنج برای اندازه‌گیری دمای هوا.
- زمان‌سنج.

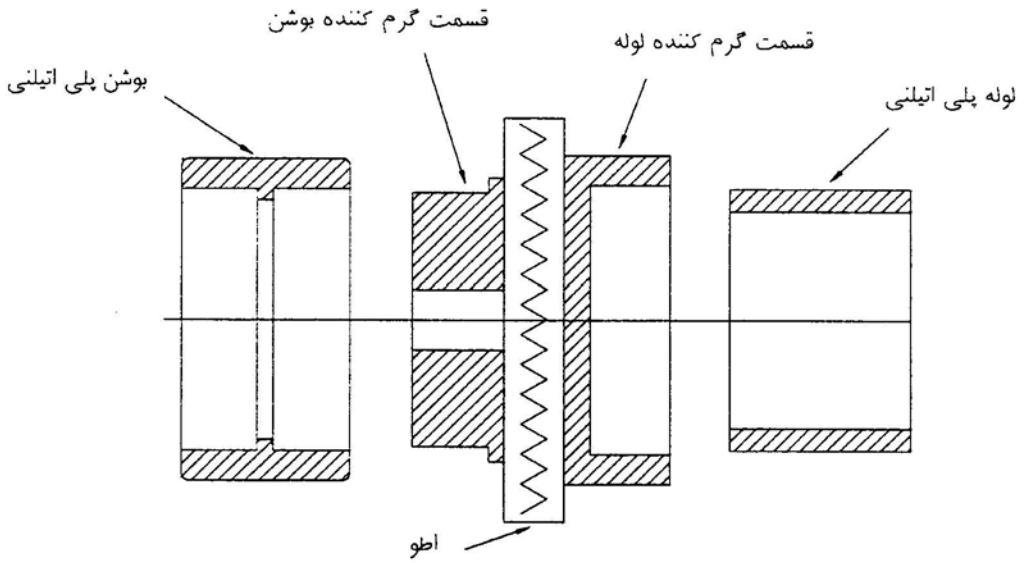
۲-۶-۳-۲ اتصال حرارتی بوشنی

برای انجام این نوع اتصال، باید متعلقات لازم و کوپلینگ‌ها قابل تأمین باشند. این نوع اتصالی‌ها، در حال حاضر بسیار محدود بوده و در قطرهای کم، کاربرد دارند. در این روش، قسمتی از لوله وارد بوشن می‌شود. اتصال داخل بوشن، به طور هم زمان با سطح خارجی لوله، توسط دستگاه مخصوص حرارت داده می‌شود. بعد از مدت معینی که مناسب با اندازه قطر لوله می‌باشد و توسط سازنده تعیین می‌گردد، دستگاه مخصوص حرارت برداشته و لوله را سریعاً وارد بوشن می‌نمایند. سپس، اتصال بدون این که نیرویی به آن وارد شود، تا سردشدن کامل، به حال خود باقی می‌ماند. انجام این نحوه اتصال در شکل (۲-۶-۲) نشان داده شده است.



شکل ۲-۶-۱ : اتصال جوشی لب به لب

[1] Timer



شکل ۲-۶-۲ : اتصال حرارتی بوشنی

۲-۶-۳-۳ اتصال به روش الکتریکی

این نوع اتصال از مطمئن‌ترین روشهای اتصال لوله پلی‌اتیلن است، ولی در حال حاضر، کوپلینگ‌های مربوط در داخل کشور تولید نمی‌شوند.

به طوری که در شکل (۲-۶-۳) ملاحظه می‌شود، در این نوع اتصال، کلیه متعلقات و اتصالات لوله‌های پلی‌اتیلن در قسمت کاسه کوپلینگ و یا متعلقات، مجهز به یک سیم‌پیچ[1] حرارتی برقی است. با حرارت دادن به کویل، مواد مجاور آن شروع به ذوب‌شدن نموده و با افزایش دامنه ذوب مواد و رسیدن حرارت به جدار لوله، سطح خارجی لوله نیز ذوب می‌گردد. در اثر تداخل ملکول‌های ذوب‌شده در داخل یکدیگر، لوله به کاسه جوش خواهد خورد.

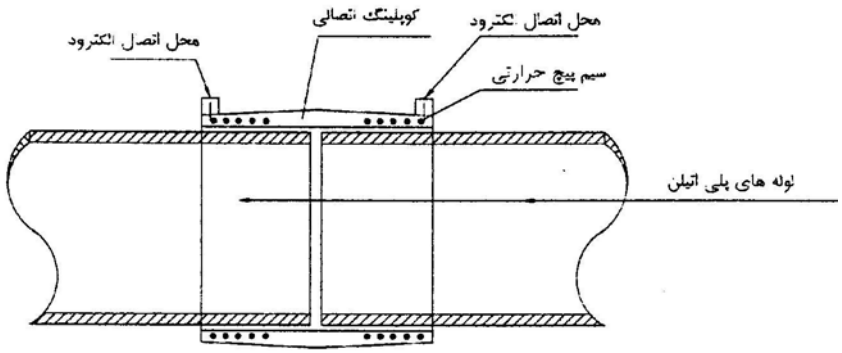
یکپارچگی کامل و اتصال مناسب با روش الکتریکی، در صورت رعایت موارد زیر، حاصل می‌شود :

- سیم‌پیچ حرارتی تا جایی که ممکن است نزدیک سطوح تماس قرار گرفته باشد.
- سیم‌پیچ به دقت با فواصل مناسب به دور کاسه پیچیده شده باشد.
- پخش حرارت به صورت یکنواخت در طول جوش باشد.
- درجه حرارت و فشار قسمت ذوب‌شده، به دقت کنترل شود.
- از واردشدن آسیب به سیم‌پیچ جلوگیری به عمل آید.
- حفاظت قبل، در حین و بعد از انجام اتصال، ضروری است.
- زمان مناسب برای الکتروفیوژن در نظر گرفته شود.

با رعایت موارد فوق، نکاتی که باید در این نحوه اتصال مورد توجه قرار گیرند، به شرح زیر است :

[1] Coil

- لوله به صورت عمود بر محور آن بریده شود و زبری‌ها با سمباده صاف و دو سر لوله تمیز شود.
- هر نوع کثیفی از روی لوله پاک گردد.
- با توجه به ابعاد کاسه کوپلینگ یا متعلقات مورد استفاده مقدار فرورفتگی لازم روی لوله علامت زده شود.
- با استفاده از وسایل مناسب سطح خارجی، لوله تا محل علامت زده شده به مقدار بسیار جزئی تراشیده شود. ایجاد خراش یا ناهمواركردن لوله برای این کار، کافی نخواهد بود.
- قطعه اتصالی را در محل آماده نموده و داخل کاسگی آن، از نظر تمیزی معاینه گردد.
- قسمت تراشیده شده لوله با مواد مناسب تمیز شود (ایزو پروپانول).
- دو سر ساده لوله در داخل کوپلینگ یا متعلقات قرار داده شده، به صورتی که این دو لوله، با زایده میانی در تماس قرار گیرند.
- برای هر اتصال از این نوع، استفاده از گیره، برای نگهداری مجموعه در حال اتصال ضروری است.
- قسمت محافظ ترمینال‌های اتصال برق، از روی متعلقات یا کوپلینگ برداشته شود.
- سیستم کنترل الکتریکی به ترمینال‌های فوق متصل گردد.
- باتوجه به مشخصه‌های برق مورد نیاز از نظر ولتاژ و زمان جوش، کنترل‌های لازم به عمل آید.
- دقت شود که سیستم نشان‌دهنده ذوب شدن مواد، وضعیت را نشان دهد.
- سیستم اتصال در داخل گیره، تا گیرایش کامل باقی خواهد ماند.



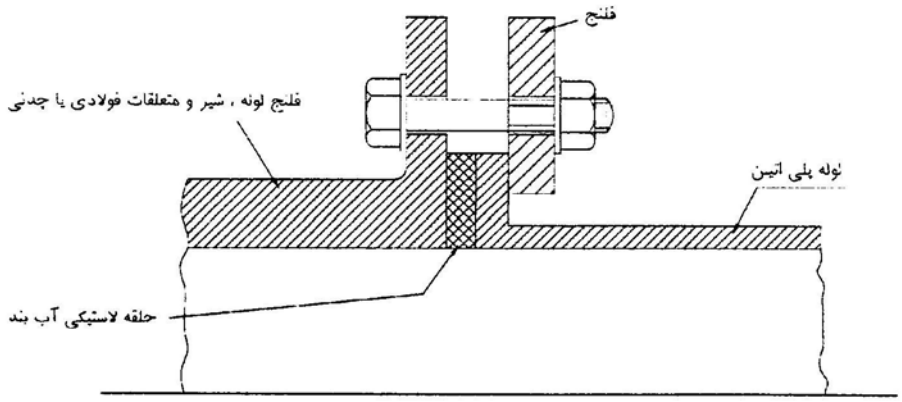
شکل ۲-۶-۳ : اتصال به روش الکتریکی

۲-۶-۳-۴ اتصالی فلنجی

اتصالی فلنجی در شکل (۲-۶-۴) نشان داده شده است. از این نوع اتصالی، برای اتصال لولـــه پلی‌اتیلن به لوله‌های فولادی گالوانیزه و یا چدنی و یا اتصال به شیرالات و متعلقاتی که اتصالی آن از نوع فلنج است، استفاده می‌شود.

این اتصالی از یک تبدیل از جنس پلی‌اتیلن، که یک سر آن به صورت فلنج و سر دیگر آن ساده می‌باشد و یک رینگ فلزی سوراخ‌دار تشکیل شده است. قطر و سوراخهای این رینگ، باید طبق استاندارد فلنج لوله‌ها، یا شیرهای مورد استفاده باشد. جزئیات کامل‌تر در مورد این نوع اتصالی، در بخش متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن شرح داده شده است.

برای ایجاد اتصالی، باید حلقه فلزی سوراخدار را روی سر ساده لوله‌ای که قرار است دارای اتصالی فلنج شود، قرارداد و سپس، سر ساده تبدیل را به سر ساده لوله پلی‌اتیلن جوش داد. محور تبدیل و لوله باید در یک امتداد قرار گیرند. پس از تکمیل جوش، حلقه فلزی سوراخدار باید به سمت فلنج تبدیل رانده شود و طوری در مقابل فلنج شیرالات و یا فلنج متعلقات قرار داده شود، که سوراخ‌های فلنج‌ها در مقابل یکدیگر باشند. دو فلنج را می‌توان با چند پیچ و مهره به یکدیگر متصل کرد. با پیچاندن مهره‌ها، می‌توان فلنج تبدیل پلی‌اتیلن را به فلنج شیرآلات و یا متعلقات، کاملاً فشرده تا آب‌بندی لازم تأمین شود.



شکل ۲-۶-۴ : اتصال به روش فلنجی

۲-۶-۳-۵ اتصالی پیچی

اتصالی مکانیکی مخصوص لوله‌های پلی‌اتیلن، معمولاً از سه قطعه تشکیل شده است. یک قطعه میانی که دو طرف آن رزوه شده است و دو قطعه در طرفین آن، که به صورت مهره بوده و سر ساده لوله‌هایی که قرار است به هم متصل شوند، داخل این مهره‌ها قرار داده می‌شود. با بستن مهره‌ها به قطعه میانی و پیچاندن آن، اتصال برقرار می‌شود.

معمولاً این نوع اتصالی مکانیکی، برای لوله‌های پلی‌اتیلن نرم (شلنگ) به کار می‌رود. لذا سر لوله نرم بوده و می‌تواند روی انتهای قطعه میانی کشانده شود و با پیچاندن مهره، سر نرم لوله و قطعه میانی فشرده شده و آب‌بندی برقرار شود. برای آنکه این نوع اتصالی مناسب لوله‌های پلی‌اتیلن سخت شود، لازم است علاوه بر سه قطعه فوق، واشرهای مخصوص مخروطی شکل نیز به کار برده شود که بین بدنه مهره و سر لوله قرار گرفته و بر اثر محکم‌کردن مهره‌ها، قطعه میانی، فشرده شده و آب‌بندی برقرار می‌شود.

نظر به این که قطر خارجی لوله‌های پلی‌اتیلن با رواداری معینی، باید مناسب قطر رزوه‌های داخلی مهره باشد، و چون در لوله‌های پلی‌اتیلن سخت، ضخامت جداره لوله‌های ساخت کارخانه‌های مختلف، الزاماً یکسان نیست، لذا، چنانچه در نظر است برای اتصال لوله‌ها از اتصالی پیچی استفاده شود. این نوع اتصالی باید ساخت کارخانه سازنده لوله‌ها باشد، تا برقراری اتصالی امکان‌پذیر گردد.

معمولاً، این نوع اتصالی برای لوله‌های به قطر کوچک تولید می‌شود. لذا، عملاً در لوله‌های اصلی آبرسانی، کاربردی ندارد. این نوع اتصالی، برای لوله‌های شبکه توزیع آب، که عمدتاً به صورت دفنی می‌باشند، مناسب نمی‌باشد.

۲-۶-۳-۶ اتصالی با جوش اکستروژنی

از ایـــن به روش اتصال، برای لوله‌هایی که دارای دیواره ضخیم هستند، استفاده می‌شود. ولی، مصرف آن بسیار محدود و با تأیید تولیدکننده لوله قابل انجام است. در این نوع اتصال، توسط یک شعله، انتهای دو لوله یا لوله و اتصال حرارت داده می‌شود و سپس، توسط یک دستگاه دیگر، مواد مذاب پلی‌اتیلن بین دو سر لوله تزریق می‌شود.

۲-۶-۳-۷ اتصالی با واشر پلاستیکی

این روش نیز در صورتی قابل انجام است که کارخانجات تولیدکننده لوله، قادر به تولید کاسه مخصوص و جوش کارخانه‌ای آن به لوله باشند. آب‌بندی دو لوله یا متعلقات، توسط واشر لاستیکی تأمین می‌شود.

◄ ۲-۶-۴ سازندگان لوله‌های پلی‌اتیلن

به علت محدودیت تولید لوله‌های پلی‌اتیلن از نظر فشار کار، قطر، متعلقات، نوع اتصال و ظرفیت تولید، لازم است قبل از قطعیت انتخاب لوله، ضمن تماس با سازندگان مربوط، این محدودیتها مشخص و با نیازهای طرح انطباق داده شوند.

◄ ۲-۶-۵ حمل و جابجایی لوله‌های پلی‌اتیلن و متعلقات

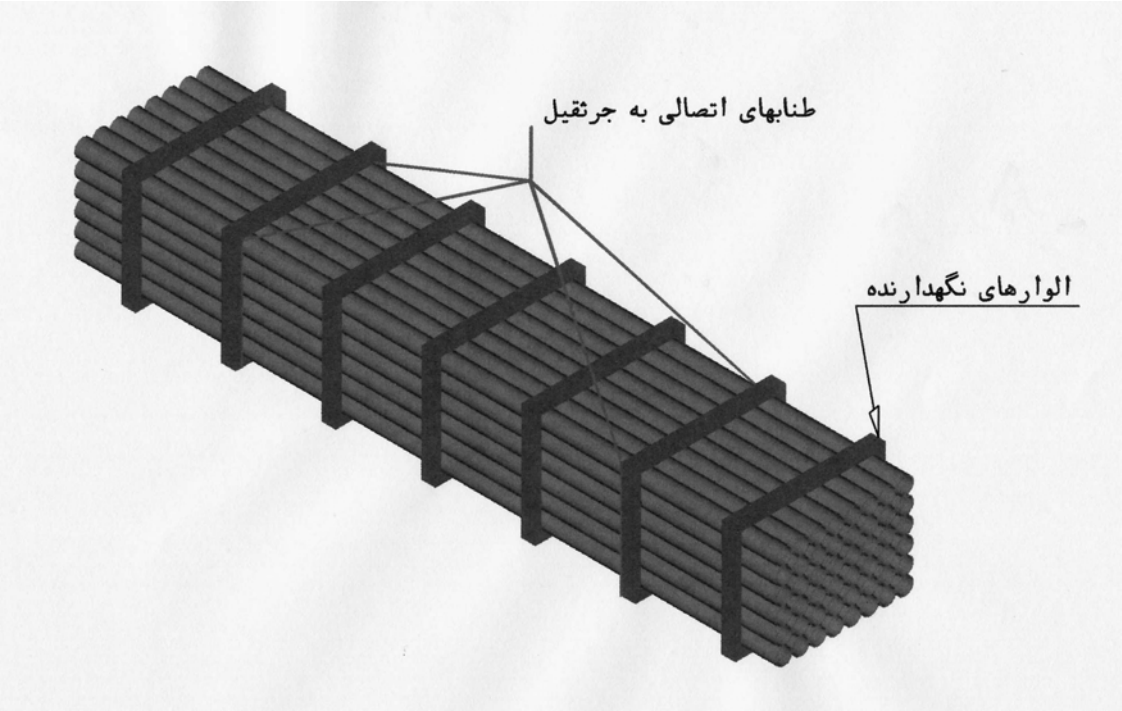
پیمانکار موظف است در بارگیری و تخلیه لوله و متعلقات، نهایت دقت و احتیاط را به عمل آورد، تا صدمه‌ای به آنها وارد نیاید. بلندکردن و پائین‌گذاشتن لوله و متعلقات، باید به آرامی انجام شود. در زمان حمل نیز، از کامیون‌های با سطح صاف و بدون میخ و عاری از سطوح تیز و برنده استفاده شود. چنانچه لوله‌ها به صورت بسته‌بندی در کارخانه تهیه و عرضه می‌شوند، در موقع بلندکردن آنها توسط جرثقیل، باید از تسمه‌های پهن استفاده شود و از به کار بردن زنجیر، قلاب، یا سایر وسایل سخت اجتناب گردد. برای لوله‌های با طول بیش از ۶ متر، از تیرهای توزیع‌کننده نیرو استفاده شود. شکل شماره (۲-۶-۵) نحوه جابجایی این بسته‌ها را نشان می‌دهد.

پیمانکار نباید برای جابجاکردن لوله‌های پلی‌اتیلن، آنها را روی زمین سخت بغلطاند. پیمانکار نباید برای انتقال لوله‌ها به سطح پائین‌تر، آنها را روی ریل فلزی یا الوار چوبی سر دهد و باید دقت کند در هنگام جابجایی لوله و متعلقات، ضربه‌ای به آنها وارد نشده و یا خراش و ساییدگی در آنها به وجود نیاید. در عین حال باید از تماس جدار لوله یا متعلقات فلزی و سنگهای تیز، که موجب بریدگی و یا کنده‌شدن جداره آن می‌شود، جلوگیری گردد.

در صورتی که جابجایی لوله و متعلقات در دمای زیر صفر درجه انجام می‌شود، پیمانکار باید دقت کند که لوله و متعلقات با اجسام سخت برخورد نکرده و یا سقوط نکنند، زیرا باعث شکستگی آنها می‌شود.

در صورت حمل و نقل در شرایط مرطوب یا یخبندان، دقت شود که به علت لغزنده بودن سطح لوله‌ها، صدمه به افراد در موقع حمل لوله‌ها وارد نشود.

پیمانکار باید دقت نماید که لوله‌هایی که به صورت رول انبار می‌شوند، در موقع بازکردن، روی سطح سخت کشیده و باز نشوند و بازکردن آنها، به صورتی انجام شود که رول لوله پیچ نخورده و تاب برندارد.



شکل ۲-۶-۵ : روش مناسب جابجایی

۲-۶-۶ کنترل ورود لوله و متعلقات به کارگاه

لوله‌ها در محل کارخانه، با روش‌های مورد تأیید از نظر کیفیت تولید، مورد کنترل قرار خواهند گرفت. کنترل‌های تولید خارج از این مشخصات بوده و باید مستقلاً انجام شود. پیمانکار موظف است در موقع تحویل لوله‌های پلی‌اتیلن به کارگاه به نکات عمده زیر توجه نموده و در صورت وجود هرگونه ایراد، موارد را با مهندس مشاور صورت‌جلسه نماید.

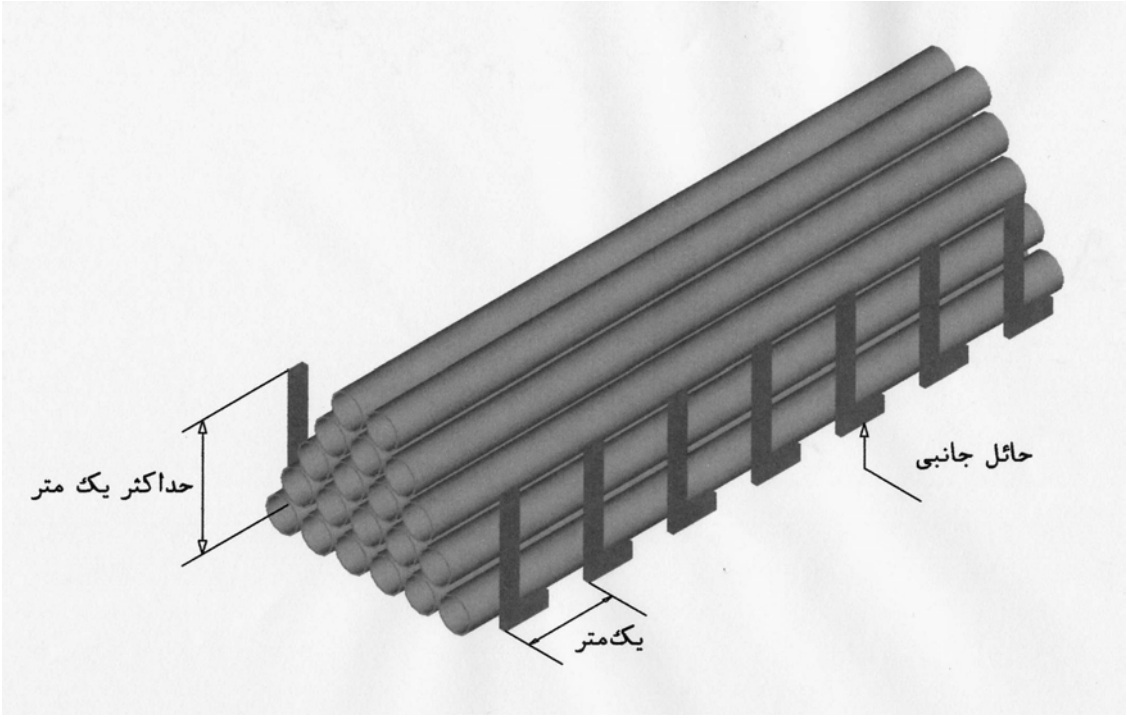
- مجموع مقادیر کالای حمل‌شده از نظر مقدار با بارنامه کنترل گردد.
- هر مقدار کمبود لوله یا متعلقات، همراه با لیست خسارت‌های احتمالی، در برگ رسید درج شود.
- لیست لوله‌های آسیب‌دیده و لیست نواقص در محموله حمل‌شده فوراً تهیه و اعلام شود.

۲-۶-۷ نگهداری لوله و متعلقات پلی‌اتیلن

پیمانکار موظف است لوله و متعلقاتی را که برای انجام عملیات موضوع پیمان در اختیار او گذاشته می شود به نحوی انبار کرده و نگهداری کند، که از وارد آمدن خسارت و صدمه به آنها جلوگیری شود. در هر صورت، پیمانکار مسئول نگهداری سالم لوله و متعلقات خواهد بود. در این مورد، رعایت نکات عمده زیر توسط پیمانکار الزامی است:

- لوله و متعلقات در محل خنک و به دور از تابش مستقیم آفتاب نگهداری شوند. در صورتی که مدت انبارداری طولانی باشد، لوله‌ها و متعلقات با پارچه تیره پوشانیده شوند.
- لوله و متعلقات در محلی از انبار قرار داده شوند که در معرض تهویه مناسب بوده و از تجمع هوای گرم در اطراف لوله و متعلقات جلوگیری شود.
- لوله و متعلقات باید دور از منابع حرارتی و یا وسایل داغ، نظیر بخاری، دیگ بخار و یا موتورخانه انبار شوند.

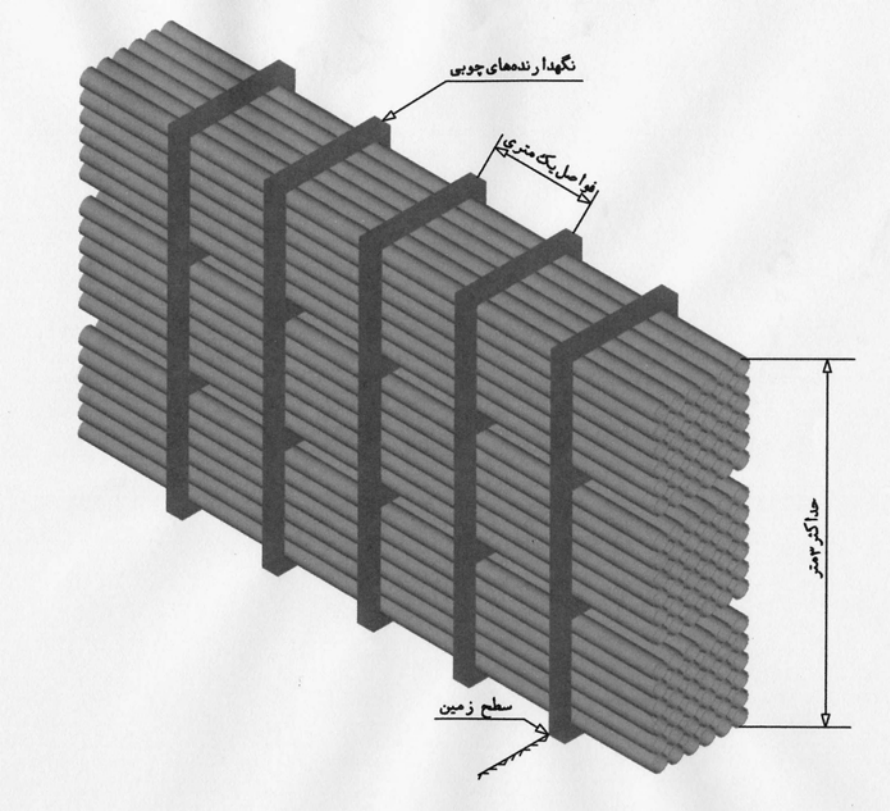
- در صورتی که لوله‌های پلی‌اتیلن روی یکدیگر قرار داده می‌شوند، به منظور جلوگیری از خم‌شدن و دو پهن شدن، لوله‌ها باید کاملاً موازی یکدیگر بوده و ارتفاع لوله‌هایی که به این ترتیب انبار می‌شوند، نباید از یک متر تجاوز نماید.
- نحوه انبارکردن لوله‌ها باید به صورت هرمی مطابق شکل شماره (۲-۶-۶) باشد. در این حال، لوله‌های زیرین به وسیله گوه‌هایی در محل خود ثابت گردند. مناسب‌ترین روش برای ثابت نگه داشتن لوله‌های زیرین، الوارهای چوبی است که به فواصل یک متر چیده شوند. در صورتی که لولـــه‌ها در کارخانه به صورت بسته‌بندی تهیه و حمل شده باشند، نحوه نگهداری آنها در انبار مطابق شکل شماره (۲-۶-۷) می‌باشد.



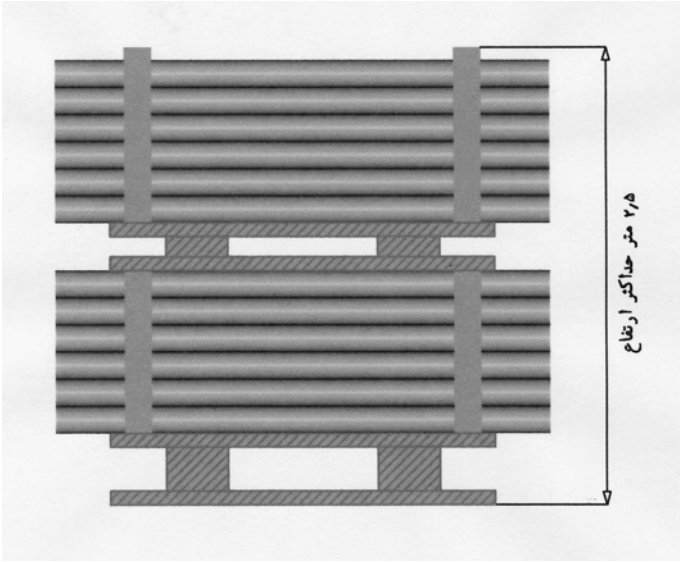
شکل ۲-۶-۶ : نحوه انبار کردن لوله‌های جدا شده

- متعلقات را نیز باید در قفسه به طور مرتب چید و در مورد متعلقات لوله‌های بزرگ، باید انبارکردن به صورتی باشد که متعلقات روی هم قرار داده نشوند.
- لوله و متعلقات پلی‌اتیلن باید به دور از مواد شیمیایی مضر نگهداری شوند.
- با تمهیدات لازم، از ورود خاک و مواد خارجی به داخل لوله، متعلقات و شیرآلات جلوگیری گردد.
- چنانچه در اثر انبارداری نامناسب، لوله‌ای آسیب ببیند، قسمت صدمه دیده باید به طور کامل بریده و مورد استفاده قرار نگیرد. اختصاص جا و فضای انبار برای انواع لوله‌ها و متعلقات شیرآلات باید طوری باشد که اجناسی که زودتر به مصرف می‌رسند، در قسمتهای جلوتر قرار داده و به نحوی که خارج کردن آنها از انبار، به آسانی و بدون نیاز به جابجاکردن بقیه اجناس امکان پذیر باشد. برای تأمین این منظور، پیمانکار باید برنامه منظمی برای انبارداری لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات تهیه کند و این برنامه باید مناسب با برنامه پیشرفت عملیات اجرایی باشد.

- لوله‌های قطر کوچکتر که به صورت کویل نگهداری می‌شوند، می‌توانند به صورت تخت روی یکدیگر قرار گیرند و یا روی لبه تخته در انبار قرار داده شوند. نحوه نگهداری و ارتفاع حداکثر کویل‌ها، درشکل شماره (۲-۶-۸) نشان داده شده است.
- چنانچه لوله‌ها با درپوش‌هایی خاص برای جلوگیری از ورود آلودگی‌ها به کارگاه حمل شده باشند، این درپوش‌ها باید تا انتهای انبارداری در روی لوله باقی بمانند.



شکل ۲-۶-۷ : نحوه انبار کردن لوله‌هایی که به صورت بسته‌بندی در کارخانه تحویل می‌شود



شکل ۲-۶-۸ : نحوه نگهداری لوله به صورت کویل

۲-۶-۸ خم کردن لوله‌های پلی‌اتیلن

لوله‌های پلی‌اتیلن را می‌توان به دو روش به شرح زیر خم کرد. برای خم‌کردن سرد لوله در درجات حرارت پائین و یا خم‌کردن گرم لوله، پیمانکار باید مجوز انجام کار را از مهندس مشاور دریافت نماید.

۲-۶-۸-۱ خم کردن سرد

لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر کم، انعطاف‌پذیری زیاد داشته و می‌توان آن را در قوسهای بزرگ به راحتی خم کرد. بنابراین امکان دارد برای تغییر مسیر یا زاویه خط لوله، بدون استفاده از زانویی یک شاخه لوله را خم کرده و زاویه مورد نظر را به دست آورد. شعاع قوس، تابع جنس لوله، وزن مخصوص، ضخامت جداره و قطر آن است و نباید از حدی که کارخانه سازنده تعیین کرده، کمتر باشد. معمولاً شعاع خم، حداقل در حدود ۱۲ تا ۲۰ برابر قطر لوله می‌باشد.

زانویی که از خم‌کردن یک قطعه لوله بدست می‌آید، باید بدون ترک و یا زایده و بـــرآمدگی باشد. در مواردی که ایجاد زانویی به زاویه موردنظر از طریق خم‌کردن لوله امکان‌پذیر نباشد، تغییر امتداد مورد نظر در خط لوله باید با ترکیبی از زانویی‌های استاندارد ساخت سازندگان لوله‌های پلی‌اتیلن ایجاد شود. محل نصب خم، باید حداقل ده برابر قطر لوله، از شیرآلات و متعلقات مجاور فاصله داشته باشد.

۲-۶-۸-۲ خم کردن گرم

خم‌کردن لوله‌های پلی‌اتیلن با شعاع‌های کمتر، به وسیله تجهیزات حرارت‌زای بدون شعله باید انجام شود. برای تأمین این منظور، می‌توان از دستگاههای دمنده هوای داغ و یا حمام روغن داغ استفاده کرد. باید دقت شود که توزیع حرارت در سرتاسر محل خم لوله، یکنواخت بوده و از حرارت دادن موضعی اجتناب شود.

دمای مورد نیاز برای خم‌کردن لوله‌های پلی‌اتیلن، ۱۰۵ تا ۱۴۰ درجه سانتیگراد است. در تمام مدت حرارت‌دهی، باید از افزایش دما بیش از دمای نرم‌شدن اجتناب شود. زیرا، جداره لوله در دمای نرم‌شدن، از شکل خود خارج شده و غیر قابل استفاده می‌گردد.

به منظور جلوگیری از مسطح‌شدن[1] لوله در هنگام خم‌کردن، می‌توان لوله را با ماسه گرم و یا قطعات لاستیکی، یا فنرهای خم‌کننده، و یا سایر مواد مناسب پر کرد.

- در روند حرارت دادن لوله، ضریب هدایت گرمایی کم لوله‌های پلی‌اتیلن باید مدنظر باشد. در صورت افزایش بیش از حد حرارت لوله، تغییر رنگ در لوله پلی‌اتیلن به وجود خواهد آمد و تغییر شکل‌های نامناسب ایجاد خواهد شد. در درجه حرارت های پائین‌تر از مقدار مشخص، خم‌کردن لوله صحیح نمی‌باشد، زیرا سبب ایجاد تنش‌های نامناسب در محدوده خم خواهد گردید.
- پس از این که لوله به طور یکنواخت تا درجه مناسب گرم شد. لوله را به دور قلاب ساده‌ای ثابت کرده و تا سرد شدن آن، به همین حالت نگهداری شود. قلاب مورد نظر، باید به صورتی باشد که بعد از این که لوله سرد شد و در اثر برجهندگی، تا حدودی به حالت اول برگشت داده شده و به زاویه مورد نظر برسد.

[1] Flattening

- توصیه می‌شود که شعاع خم برای لوله‌های در اقطار کوچک از دو الی پنج برابر قطر باشد. در مورد لوله‌های با قطر زیاد این شعاع باید افزایش یابد. به هر صورت، انتخاب قطر خم‌کردن، باید به تناسب جنس لوله (پلی‌اتیلن با وزن مخصوص زیاد یا کم) و براساس توصیه کارخانه سازنده انجام شود.

۲-۶-۹ بسترسازی برای نصب لوله‌های پلی‌اتیلن

بسترسازی برای نصب لوله‌های پلی‌اتیلن مشابه موارد مندرج در بخش مربوط به لـولـه‌های پی.وی.سی می‌باشد.

۲-۶-۱۰ بسترسازی برای نصب متعلقات و شیرآلات

بسترسازی برای نصب متعلقات و شیرآلات در لوله‌های پلی‌اتیلن مشابه بند مشخصات مندرج در بخش مربوط به لولـــه‌های پی.وی.سی می‌باشد.

۲-۶-۱۱ حداقل عرض ترانشه

حداقل ترانشه برای لوله‌های پلی‌اتیلن مشابه موارد مندرج برای لوله‌های پی.وی.سی در بخش مربوط می‌باشد.

۲-۶-۱۲ لوله‌گذاری

۲-۶-۱۲-۱ بازرسی قبل از لوله‌گذاری

پیمانکار موظف است تمام شاخه‌های لوله و متعلقات و شیرآلات را قبل از نصب به دقت بازدید و بازرسی نموده و هر یک از این اقلام را که صدمه دیده و یا معیوب باشند، علامت‌گذاری کرده و در محل معینی برای بازدید مهندس مشاور نگهداری کند. مهندس مشاور، پس از ارزیابی صدمه یا عیب و نقص قطعه مورد نظر ممکن است حسب مورد، دستور دهد که قطعه مربوط، تعمیر و یا اینکه تعویض شود.

۲-۶-۱۲-۲ برش لوله

در لوله‌گذاری با استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن، مواردی پدید می‌آید که به قطعه لوله کوتاه‌تر از شاخه لوله‌های موجود نیاز پیدا شود. در این موارد، باید با بریدن قسمتی از طول شاخه موجود، قطعه لوله مورد نظر را ساخت. برش لوله باید به طریقی انجام شود که سر لوله‌های حاصل از برش، کامل و سالم بوده و آسیبی به لوله وارد نیاید.

مقطع برش لوله، باید کاملاً عمود بر محور لوله باشد. برای برش لوله، نباید از اره دندانه درشت (اره نجاری) استفاده کرد. استفاده از اره دستی دندانه‌ریز (آهن‌بر)، فقط برای برش لوله‌های پلی‌اتیلن تا قطر ۱۰۰ میلیمتر مجاز است. برای برش لوله‌های بزرگتر، باید حسب مورد، از ماشین‌ها و ابزارهای مخصوص برش لوله‌های پلاستیکی استفاده شود. هنگام برش، برای ثابت نگهداشتن لوله، نباید از گیره استفاده شود، زیرا عمل گیره، باعث جمع‌شدن لوله و آسیب جداره آن در محل گیره می‌شود.

در کار با ماشین برش با ابزار مخصوص لوله پلی‌اتیلن، لازم است دستورالعمل و توصیه‌های سازنده تجهیزات مزبور درباره نحوه استفاده از این تجهیزات و نکات ایمنی، کاملاً رعایت شود.

برای برش لوله، باید از دستگاه‌هایی استفاده شود که حداقل براده و تراشه را در محل ایجاد کند. پس از اتمام برش، لازم است با استفاده از سوهان مناسب، سطح برش را کاملاً مسطح کرده و تمام براده و تراشه را جدا کرد تا آماده برای جوش لب به لب شود.

۲-۶-۱۲-۳ تمیز کردن لوله و متعلقات

قبل از نصب، داخل و خارج سر ساده هر یک از شاخه‌های لوله و سر متعلقات، باید با پارچه خشک و کاملاً تمیز شود.

۲-۶-۱۲-۴ نصب لوله و متعلقات

پیمانکار موظف است با رعایت کلیه موارد قبلی، لوله‌هایی که باید داخل ترانشه نصب شوند را به تعداد شاخه و در اقطار مورد نیاز و حسب مورد، متعلقات مربوط را با نظر و تأیید مهندس مشاور تعیین کرده و در کنار ترانشه، به ترتیبی که باید نصب شوند، ریسه نماید.

اتصالی‌های جوشی لب به لب لوله‌ها و متعلقات باید در خارج ترانشه انجام شود. برای تأمین این منظور، باید پیمانکار الوارهایی به ضخامت، عرض و طول مناسب به تعداد کافی تهیه کرده و در کارگاه آماده داشته باشد. این الوارها، باید به فواصل معین روی ترانشه و در جهت عمود بر امتداد ترانشه، به نحوی گذاشته شوند که کاملاً در یک تراز باشند. سپس، شاخه لوله‌های پلی‌اتیلن را که قرار است به یکدیگر جوش داده شوند، باید به صورت آزاد روی این الوارها، به صورتی گذاشته شوند که محور هر دو شاخه لوله در محل اتصال در یک امتداد بوده و زیر هر شاخه لوله، تعداد کافی الوار به فواصلی قرار داده شود که مانع از انحنای شاخه لوله بر اثر وزن خود گردد. ابعاد، تعداد و فواصل الوارها، بستگی به قطر، طول و وزن شاخه لوله‌هایی خواهد داشت که قرار است در مسیر مورد نظر نصب شوند.

در هنگام انتقال لوله و متعلقات به روی الوارهای مذکور، باید دقت شود که هیچ‌گونه مواد زاید، داخل لوله و متعلقات نشده باشد. پس از اینکه هر شاخه لوله و هر یک از متعلقات در جای خود روی الوارها گذاشته شد، باید بلافاصله مورد بازدید قرارگرفته و اطمینان حاصل گردد که داخل لوله تمیز و عاری از اشیای خارجی است.

پیمانکار می‌تواند باتوجه به شرایط محلی و امکانات خود، عملیات لوله‌گذاری در مسیر مورد نظر را به چند قطعه تقسیم کرده و تعداد شاخه لوله و متعلقاتی را که در نظر دارد در هر قطعه به یکدیگر متصل کند، همراه با ابعاد، تعداد و فواصل الوارها تعیین کرده و پس از اخذ تأیید مهندس مشاور ملاک عمل قرار دهد.

عملیات اتصال به روشهای مختلف در بند ۲-۶-۳ تشریح شده است. برای تسهیل کار با دستگاه مخصوص جوش لب به لب، پیمانکار می‌تواند به طور موقت، قطعه الوار بزرگتری روی ترانشه در محل اتصال دو شاخه لوله قرار داده و دستگاه مخصوص جـــوش لب به لب را روی این الوار مستقر کنـــد.

عملیات اتصال باید از یک طرف مسیر شروع شده و اتصالی‌ها به ترتیب، یکی پس از دیگری انجام شوند، تا تمام اتصالی لوله‌ها و متعلقاتی که در یک مسیر نصب می شوند، برقرار گردد.

شاخه لوله‌ها و متعلقاتی که به شرح فوق به یکدیگر متصل و یکپارچه می‌شوند، یک قطعه از خط لوله را تشکیل می‌دهند که باید به آرامی در ترانشه قرار داده شود. برای تأمین این منظور باید از ماشین‌آلات مناسب که در فواصل معینی در طول این قطعه خط لوله قرار داده شده، استفاده شود و در مقابل هر دستگاه ماشین، قطعه خط لوله را با استفاده از تسمه‌ای که از زیر لوله عبور کرده و به

چنگک جرثقیل وصل شده، آویزان کرد. در این حالت، جرثقیل‌ها لوله‌ها را بالا برده تا قطعه خط لوله را از الوارها جدا سازد و الوارها آزاد شوند. سپس الوارها را باید یکی پس از دیگری از زیر قطعه خط خارج نموده و با استفاده از جرثقیل، قطعه خط لوله را به آرامی درکف ترانشه قرار داد.

در صورتی که انتهای قطعه خط لوله به تبدیل پلی‌اتیلن فلنجی ختم نشده باشد و در نظر باشد به انتهای شاخه لوله‌ای از مرحله بعدی عملیات، اتصال داده شود، نباید انتهای قطعه خط لوله را در داخل ترانشه قرار داد، بلکه انتهای این قطعه خط لوله باید بر روی الواری که روی ترانشه گذاشته شده است، باقی بماند و عملیات اتصال قطعه‌بندی خط لوله، نظیر قطعه قبلی انجام شود.

خارج نگهداشتن انتهای یک قطعه خط لوله به شرحی که اشاره شد، زمانی میسر است که طول قطعه خط لوله مورد نظر و قطر لوله در حدی باشد که قطعه خط لوله، انعطاف کافی برای خم‌شدن داشته باشد.

در لوله‌های به قطر کوچک و وزن نسبتاً کم، ممکن است به جای استفاده از ماشین، قطعه خط لوله را به کمک چند کارگر که هر یک تسمه‌ای را که از زیر لوله عبور کرده است در دست دارند، به آرامی در داخل ترانشه قرار داد.

۲-۶-۱۳ نصب شیرآلات و متعلقات

چنانچه اتصال شیرآلاتی که برای نصب درخط لوله پلی‌اتیلن درنظر گرفته شده از نوع فلنجی باشد. نصب این نوع شیرآلات عیناً نظیر نصب شیرآلات در خطوط لوله فشاری دیگر می‌باشد. در صورتی که اتصالی این شیرالات از نوع دیگری باشد در آن صورت می‌توان از تبدیل پلی‌اتیلنی که این اتصالی را تبدیل به اتصالی فلنجی می‌کند استفاده کرد. قطعات فلنجدار واسط در بخش متعلقات شرح داده شده است.

۲-۶-۱۴ پشت‌بندها و مهارهای بتنی

پشت‌بندها و مهارهای بتنی خطوط لوله پلی‌اتیلن فشاری، عیناً نظیر پشت‌بندهای سایر خطوط لوله فشاری است که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری و سایر بخش‌های این مجموعه تشریح شده است.

۲-۶-۱۵ خاکریزی مقدماتی روی لوله‌های نصب شده

قبل از آنکه آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله نصب شده آغاز شود، لازم است اطراف و روی لوله با خاک مناسب پر شده و متراکم گردد، تا خط لوله در جای خود ثابت مانده و بر اثر فشار داخلی ضمن انجام آزمایشات، از جای خود تکان نخورد. نظر بر این که هنگام آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله لازم است تمام اتصالات در محل شیرآلات و متعلقات قابل رؤیت باشند تا در صورت نشت آب از آن بتوان محل نشت را به آسانی پیدا کرد. لذا خاکریزی قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیک باید طوری انجام شود که اتصالی‌ها و متعلقات و شیرآلات قابل رؤیت باشند. خاکریزی که بدین ترتیب انجام گرفته، خاکریزی مقدماتی نامیده می‌شود. خاکریز مقدماتی، در فصل و نکات مشترک و در شکل یک تعریف شده است.

پیمانکار موظف است قبل از انجام خاکریزی مقدماتی، محل تمام اتصالی‌ها و متعلقات و شیرآلاتی را به مهندس مشاور اعلام کند تا مهندس مشاور با در نظر گرفتن آن و توجه خاص به نوع اتصالی‌ها، شیرآلات و متعلقات، محل‌هایی از خط لوله را که اجازه می‌دهد

زیر پوشش خاکریزی مقدماتی قرار گیرند، تعیین کرده و به پیمانکار ابلاغ کند. مهندس مشاور این محل‌ها را طوری تعیین خواهد کرد، که بدنه هر شاخه لوله زیر خاکریز مقدماتی قرار گیرد، ولی اتصالی‌های آن خارج از خاکریز مقدماتی باشد.

در خاکریزی مقدماتی، لازم است نکات مربوط به نوع بسترسازی که برای خط لوله عملیات موضوع پیمان تعیین شده است، رعایت گردد.

خاکریزی مقدماتی تا آنجا که با لوله تماس دارد، باید با همان مصالحی انجام شود که در لوله‌های پی.وی.سی برای خاکریزی زیر و اطراف لوله تعیین شده است. بقیه خاکریزی مقدماتی نیز باید مطابق مشخصات طرح انجام شود.

خاکریزی مقدماتی باید اطراف لوله را پر کرده و در چند لایه به طور یکنواخت انجام شود. حداقل ارتفاع خاکریزی مقدماتی روی تاج لوله ۳۰ سانتیمتر و در شرایط خاص، این مقدار حداقل با توجه به مشخصات طرح و تمهیدات لازم، قابل اجرا خواهد بود.

۲-۶-۱۶ تمیز کردن خطوط لوله

تمیزکردن خط لوله پلی‌اتیلن فشاری، عیناً نظیر تمیزکردن سایر خطوط لوله است که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری تشریح شده است.

۲-۶-۱۷ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله نصب شده

آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله پلی‌اتیلن تحت فشار مشابه آنچه که در بند (۲ـ ۵ـ ۲۳) در مورد آزمایش هیدرولیکی لوله‌های پی. وی. سی گفته شده می‌باشد.

در آزمایش هیدرواستاتیک لوله‌های پلی‌اتیلن، علاوه بر موارد مشابه مندرج برای لوله‌های پی.وی.سی، حساسیت جهت خروج کلیه هوای محبوس شده در خط لوله الزامی است. علت این امر، وجود خاصیت ویسکوالاستیک در این لوله‌ها است. بدین معنی که بعد از اعمال فشار داخلی، در جدار لوله خزش[1] ایجاد شده و بنابراین فشار داخلی تغییر خواهد نمود.

وقتی که لوله پلی‌اتیلن تحت فشار آزمایش قرار گرفت و پمپ تأمین فشار متوقف شد، فشار بـه تدریج در داخل لولـــه کاهش می‌یابد. حتی در مورد یک قطعه لوله که صددرصد آب‌بند باشد، به علت خاصیت ویسکوالاستیک لوله و خزش لوله، این تقلیل فشار به وجود خواهد آمد. این تقلیل فشار به صورت غیرخطی است، یعنی در شروع کار، مقدار افت فشار بیشتر و به تدریج ثابت خواهد شد.

فشار آزمایش حداکثر ۱/۵ برابر فشار اسمی خط لوله می‌باشد، ولی ممکن است در شرایط خاص، مهندس مشاور این مقدار را تا ۱/۵ برابر فشار کار خط لولـــه کاهش دهد. لوله‌های پلی‌اتیلن باید در طول‌هایی متناسب با قطر و شرایط محلی مورد آزمایش قرار گیرند. طول لوله تحت آزمایش در لوله‌های اقطار کوچک در حدود ۸۰۰ متر و در لوله‌های با قطر بیشتر، کمتر از مقدار فوق توصیه می‌شود.

چنانچه گرمای لوله پلی‌اتیلن بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد باشد، نباید آن را مورد آزمایش هیدرواستاتیک قرار داد.

[1] Creep

۲-۶-۱۷-۱ نتیجه آزمایش

- بعد از قطع تلمبه‌زنی به داخل خط لوله تحت فشار و پس از مدت یک ساعت، در صورتی نتیجه آزمایش مورد قبول خواهد بود که مقدار آب لازم برای تأمین فشار به مقدار اولیه، از مقدار ۳ لیتر در هر کیلومتر خط لوله به ازای هر ۲۵ میلیمتر قطر داخلی لوله و برای هر ۳ اتمسفر فشار تست در ۲۴ ساعت تجاوز نکند.
- مدت زمان آزمایش باید در زمان تهیه لوله از کارخانه سازنده نیز استعلام شده باشد.
- اگر افت فشار در طول زمان آزمایش قابل توجه بوده و عملاً نشت آبی ملاحظه نشود، به معنی این است که مقدار هوای محبوس شده در خط لوله زیاد بوده که باید نسبت به تخلیه این هوا، اقدام و مجدداً نسبت به آزمایش هیدرواستاتیکی لوله اقدام نمود.
- چنانچه در حین آزمایش، مقدار نشت غیرمجاز نشان داده شود، ابتدا متعلقات مکانیک و سپس جوشهای پلی‌اتیلن، باید مورد کنترل قرار گیرند و پس از رفع اشکالات، نسبت به انجام آزمایش مجدد اقدام نمود.
- پس از انجام آزمایش، فشار داخل لوله باید به تدریج کاهش داده شود تا به شرایط پیش از آزمایش برسد.

چنانچه به هر دلیل، آزمایش مجدد مورد نظر باشد، باید فاصله زمانی مناسبی بین دو آزمایش در نظر گرفت. این فاصله در هر صورت نباید از ۵ برابر مدت زمانی که لوله تحت آزمایش بوده است کمتر باشد.

◄ ۲-۶-۱۸ تکمیل خاکریزی روی لوله‌های نصب شده

پس از اتمام آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده و رفع نواقص، چنانچه خطوط نصب شده مورد قبول مهندس مشاور واقع گردد، پیمانکار اجازه دارد که عملیات خاکریزی داخل ترانشه را ادامه داده و تکمیل نماید، به طوری که ترانشه با خاک پرشده و خاکریزی حاصل در حد مطلوب متراکم شود.

پیمانکار پس از اخذ اجازه مهندس مشاور، موظف است با رعایت نکات مشروح در زیر، اقدام به خاکریزی تکمیلی بنماید :

۱- قسمت هایی از خط لوله در محل اتصالی‌ها و شیرآلات که برای انجام آزمایش هیدرواستاتیک باز نگهداشته شده، با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده، خاکریزی و متراکم گردد.

۲- با خاک مرغوب و مورد قبول مهندس مشاور، عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌های به ضخامت ۱۵ سانتیمتر ادامه داده و هر لایه را تا حد ۹۰ درصد پروکتور، متراکم کند تا اینکه رقوم سطح حاصل از این خاکریزی نهایی به حدی برسد که مهندس مشاور با توجه به نوع و مشخصات لایه‌های روسازی، تعیین کرده است. منظور از لایه‌های روسازی، پوششی از مصالح مناسب (نظیر آسفالت، بتن، سنگفرش) است که روی سطح تمام شده خاکریزی داخلی ترانشه باید اجرا شود تا رقوم حاصل از آن، برابر رقوم معبر یا خیابان گردد.

۳- پیمانکار می‌تواند برای متراکم کردن خاکریزی‌های نهایی داخل ترانشه، به جای استفاده از روش تخماق‌کوبی، تراکم مورد نظر را از طریق غرقاب کردن ترانشه به دست آورد، مشروط بر این که در این‌باره، تأیید و اجازه مهندس مشاور را اخذ کرده باشد. در این موارد، ضخامت لایه‌های خاکریزی تکمیلی داخل ترانشه می‌تواند از ۱۵ سانتیمتر بیشتر باشد.

۴- در مواردی که خط لوله موضوع عملیات پیمان در گذرگاهی نصب شده باشد که در معرض تردد وسایل نقلیه سنگین باشد، ضخامت پوشش خاکی لوله (از روی تاج لوله تا زیر لایه‌های روسازی گذرگاه) نباید از ۶۰ سانتیمتر کمتر باشد. ولی در

مواردی که گذرگاه محل تردد وسایل نقلیه سبک است، حدود ۳۰ تا ۴۵ سانتیمتر پوشش خاکی روی لوله نیز کافی خواهد بود، مشروط بر آن که از نظر عمق یخبندان نیز کنترل‌های لازم صورت گرفته باشد.

۲-۶-۱۹ سایر مشخصات فنی عمومی لوله‌های پلی‌اتیلن

در خطوط لوله پلی‌اتیلن فشاری عملیات ضدعفونی کردن خط لوله و شستشوی سراسری خط لوله مشابه موارد مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری می‌باشد.

پیوست شماره یک

◄ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن

محدودیت‌ها و مزیت‌های لوله‌های پلی‌اتیلن که لازم است به هنگام به کارگیری و اجرا به آن دقت شود، در این پیوست درج گردیده است.

الف) محدودیت ناشی از بسترسازی خاص

تغییر شکل مقطع لوله براثر فشار خاک و یا فشارهای خارجی، ممکن است در حدی باشد که لوله را بیش از حد مجاز دو پهن نماید. در این موارد، برای جلوگیری از دو پهن شدن لوله، باید بسترسازی خاصی برای لوله پیش‌بینی شود که نحوه بسترسازی، باید در مشخصات طرح مشخص شده باشد.

ب) محدودیت تأمین متعلقات

بعضی از کارخانه‌های داخلی تولید لوله‌های پلی‌اتیلن، تنها لوله‌های پلی‌اتیلن سخت تا اقطار مشخص و فشارهای مورد نیاز در خطوط لوله آب را تولید می‌کنند. متعلقات و تبدیلهای این لوله‌ها برای تمام اقطار و تمام فشارهای مورد نظر، در داخل تولید نمی‌شود و ممکن است از این نظر محدودیتی ایجاد شود. در این موارد، می‌توان از متعلقات چدنی یا فولادی نیز استفاده نمود. در مورد متعلقات پلی‌اتیلن و مشخصات آنها در بخشهای دیگر توضیح داده خواهد شد.

پ) محدودیت‌های درجه حرارت

ضریب انبساط خطی حرارتی لوله‌های پلی‌اتیلن معادل ۱۵×۱۰^{-۵} /°C می‌باشد. این ضریب به طور متوسط برای درجات حرارت لوله بین ۲۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد صادق است.

با توجه به این مشخصه، دقت‌های لازم در انتخاب لوله‌هایی که تحت تأثیر درجات حرارت مختلف قرار خواهند گرفت ضروری است. این مطلب به خصوص در اتصالات مکانیکی باید مورد توجه قرار گیرد تا از جدا شدن احتمالی این اتصالات، بـا ساخت بلوک‌های نگهدارنده جلوگیری به عمل آید.

در حین نصب لوله‌های فوق باید دقت شود که قبل از انجام اتصالات انتهایی آنها به شیرها و غیره، درجه حرارت لوله به درجه حرارت محیط رسیده باشد. توصیه می‌شود انجام اتصالات در زمان حداقل درجه حرارت روزانه انجام شود.

مقاومت لوله‌های پلی‌اتیلن نیز با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد. این اثر به صورتی است که چنانچه مقاومت لوله در درجه حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد معادل ۱۰۰ باشد، در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد به ۴۰ خواهد رسید.

عمر مفید لوله‌ها نیز با افزایش درجه حرارت، به خصوص درجات حرارت بیش از ۴۰ سانتیگراد، کاهش می‌یابد.

ت) مقاومت در برابر عوامل شیمیایی

لوله‌های پلی‌اتیلن مقاومت بسیار خوبی در مقابل عمده مواد شیمیایی دارند. درجه مقاومت در مقابل بعضی از مواد شیمیایی بستگی به غلظت، درجه حرارت و فشار این مواد دارد که در عمر لوله مؤثر خواهند بود. لوله پلی‌اتیلن خورده نمی‌شود، زنگ نمی‌زند،

از ضخامت آن در مجاورت مواد شیمیایی کاسته نمی‌شود و در مقابل جریان‌های الکتریکی مقاوم می‌باشد. لوله‌های پلی‌اتیلن، سبب رشد مواردی از قبیل الگ‌ها و باکتری‌ها نمی‌شوند.

مواد شیمیایی مضر برای لوله‌های پلی‌اتیلن، به اکسیدکننده‌ها و مواد ایجادکننده ترک و بعضی از حلال‌ها محدود می‌شود. در استفاده از این لوله‌ها و در صنعت برای مواقعی که مواد زیر در فشارهای زیاد در تماس با لوله باشند، باید دقتهای لازم انجام شود.

ت ـ ۱) مواد روغنی

اعم از روغن‌های حیوانی یا گیاهی و همچنین نفت، بنزین، ترپانتین، مایع‌های سیلیکون.

ت ـ ۲) حلالهای آلی

نفت و گازوئیل، امی‌لاستات و سایر استرها، استالدئید، بنزن و مواد متشکله از آن، دی‌سولفید کربن، کربن تتراکلرید، کلروفرم و دی‌کلروتیلن، تری کلروتیلن، اتر و تورپانز.

ت ـ ۳) هالوژنها

فلوئور، کلر یا برم و ید در غلظت های بالا.

ت ـ ۴) اسیدها

اسید استیک، اسید کلروسولفوریک، اسید کرسیلیت، اسید هیپوکلروئیدریک، اسید نیتریک (با غلظت بیش از ۲۵٪)، اسید فسفریک (با غلظت بیش از ۵۰٪)، اسید سولفوریک (با غلظت بیش از ۵۰٪).

ث) محدودیت خاکهای آلوده برای لوله‌های آب

بعضی از مواد شیمیایی موجود در خاک و در مسیر خطوط لوله آب ممکن است اثرات نامطلوبی روی لوله بگذارند. مهم‌تر از آن، بعضی از این مواد ممکن است طعم آب را عوض کنند. این موضوع در خاکهای گازدار باید دقت شود.

در مسیرهای خاص، مانند محل عبور لوله آب از گاراژها و سایر نقاطی که مواد فرار با وزن مخصوص کم در آن نقاط تخلیه می‌شود. استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن توصیه نمی‌شود، مگر این که حفاظت‌های خاص در مورد آن انجام پذیرد.

ج) مقاومت در برابر سایش

لوله پلی‌اتیلن دارای مزیت برجسته مقاومت در برابر سایش است. در مواقعی که لوله برای انتقال مواد ساینده مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده از لوله پلی‌اتیلن مناسب‌ترین انتخاب در مقابل سایر لوله‌ها می‌باشد. همچنین در حین نصب لوله نیز، مواد ساینده خاکهای اطراف کمترین اثر نامطلوب را در لوله می‌گذارند.

چ) سایر محدودیت‌ها و مزیت‌ها

- لوله پلی‌اتیلن به علت هدایت حرارت کم، به سادگی در مقابل شعله مستقیم آسیب می‌بیند. بنابراین برای ذوب‌کردن لوله و متعلقات از این روش نباید استفاده شود.
- لوله پلی‌اتیلن هادی جریان الکتریسیته نمی‌باشد. بنابراین از این لوله‌ها برای اتصال زمین وسایل برقی نباید استفاده شود.

- به علت مقاومت بـــالای الکتریکی لوله‌های پلی‌اتیلن، در نقاطی که الکتریسیته ساکن مطرح است، باید اقدامات احتیاطی لازم انجام شود.
- تأمین متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن از کارخانه‌های سازنده لوله‌ها عمدتاً با اشکال مواجه است.
- در مقابل اشیای نوک تیز باید محافظت گردد تا پاره و یا سوراخ نگردد.
- محدودیت تولید در قطرهای بزرگ.
- ضریب زبری کم این لوله‌ها و مزیت‌های هیدرولیکی.

۲-۷ لوله‌های فایبرگلاس (G.R.P)[1]

۲-۷-۱ کلیات و کاربرد

لوله‌های فایبرگلاس اولین بار در سال ۱۹۴۸ تولید گردید. اولین مورد مصرف این لوله‌ها که هنوز هم عمده‌ترین مصرف‌کننده آن است، صنایع نفت می‌باشد.

لوله‌های فایبرگلاس با توجه به نوع رزین مصرفی و نحوه مسلح شدن آنها، به چندین نوع تقسیم می‌شوند که یکی از آنها لوله‌های G.R.P است. در این مشخصات فنی و به منظور سهولت، نام‌های فایبرگلاس و G.R.P مترادف یکدیگر بوده و دارای مفهوم یکسان می‌باشند. لوله‌های G.R.P دارای یک ساختار کامپوزیتی از رزین، الیاف شیشه و مواد دیگر می‌باشند. این لوله‌ها در مواردی مانند انتقال آب، جمع‌آوری فاضلاب، جمع‌آوری آبهای سطحی، انتقال آب دریا، شبکه‌های آبیاری و زهکشی، فاضلابهای صنعتی.، نیروگاه‌ها، صنایع نفت و پتروشیمی، صنایع شیمیایی و... کاربرد دارند.

لوله‌های G.R.P از نظر روش تولید به دو نوع زیر تقسیم می‌شوند.

الف) روش الیاف پیچی

ب) روش ریخته‌گری گریز از مرکز

البته لوله‌های تولیدی G.R.P بـــه روشهای فوق نیز بـــه دو نوع تحت فشار و ثقلی تقسیم می‌شوند که در این بخش از مشخصات فنی، نوع تحت فشار آن مد نظر می‌باشد.

۲-۷-۱-۱ روش الیاف پیچی[2]

این روش یکی از روشهای متداول تولید لوله‌های G.R.P است. تولید این لوله‌ها در ایران در حال حاضر، بر اساس این روش انجام می‌شود. این روش به دو نوع پیوسته[3] و ناپیوسته[4] تقسیم می‌شود. دیواره لوله‌های G.R.P تولید شده با این روش از سه لایه آستری، لایه مقاوم مکانیکی و روکش تشکیل شده است. در این روش، الیاف شیشه توسط ماشین مخصوص با زاویه مناسب روی قالب پیچیده می‌شود. برای وارد کردن رزین نیز، یا قبلاً الیاف شیشه به رزین آغشته شده و یا توسط تغذیه کننده روی الیاف شیشه ریخته می‌شود. ماسه سیلیسی نیز در صورت لزوم و پس از رزین، روی الیاف در حال پیچیدن ریخته می‌شود.

لوله‌های تولیدی در این روش با توجه به قطر آنها، تا طول ۱۲ متر تولید می‌شوند.

۲-۷-۱-۲ روش ریخته‌گری گریز از مرکز[5]

در این روش، معمولاً از قالبهای به طول ۶ متر که با سرعت زیاد می‌چرخند، استفاده می‌شود. از دریچه‌های مختلف و از طریق یک تغذیـــه کننده متحرک که بـــه صورت رفت و بـــرگشت در قالب حرکت می‌کند، رزین و الیاف شیشه روی قالب می‌ریزد که در

---

[1] Glass Reinforced Plastic Pipe
[2] Filament Winding Method
[3] Helical Method = Discontinuous Filament Winding DCFW
[4] Drostholm Method = Continuous Filament Winding CFW
[5] Centrifugal Casting

اثر نیروی گریز از مرکز ناشی از سرعت بالای چرخش قالب، رزین، الیاف شیشـــه و سپس ماسه و کربنات کلسیم، دیواره لوله را به تدریج شکل می‌دهند. ترتیب کلی لایه‌های لوله در این روش به شرح زیر است.

- لایه خارجی – رزین
- لایه میانی (نزدیک به لایه خارجی) – رزین و الیاف شیشه
- لایه میانی (نزدیک به لایه داخلی) – رزین، الیاف شیشه، ماسه سیلیسی و کربنات کلسیم
- لایه داخلی – رزین خالص به ضخامت حداقل ۰/۵ میلیمتر.

◄ ۲-۷-۲ استانداردها

اکثر استانداردهای معتبر جهانی نشریات و استانداردهایی را در خصوص لوله‌های G.R.P منتشر نموده‌اند که ذیلاً به چند نمونه آن اشاره می‌گردد.

- استاندارد انجمن کارهای آبی امریکا AWWA M 45
- استاندارد انستیتو استانداردهای ملی و انجمن کارهای آبی امریکا ANSI/AWWA C950-01
- استانداردهای انجمن آزمونهای مصالح و کنترل کیفی امریکا
- ASTM D3517, ASTM D3754, ASTM D3262
- استانداردهای آلمان DIN 16868 , DIN 16869 و DIN 19565
- استاندارد انگلستان BS 5480
- استانداردهای بین المللی ISO 7370
- استانداردهای اتریش B 5161 , B 5182 , B 5184
- استانداردهای ژاپن JIS A5350
- استانداردهای ایتالیا UNI 9032 و UNI 9033

و استاندارد بسیاری از کشورهای صنعتی دیگر مانند بلژیک، سوئد و استرالیا را می‌توان نام برد. در تنظیم این مشخصات فنی، عمدتاً از آخرین چاپ استانداردهای AWWA M45 (1996)، ANSI/AWWA C950-01 (2001)، ASTM (2001 , 2003)، و قسمت‌های مختلف DIN (1995-1989) استفاده شده و در صورت لزوم، از سایر استانداردها نیز بهره گرفته شده است.

◄ ۲-۷-۳ طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس

لوله‌های G.R.P عمدتاً بـــا دو مشخصه فشـــار اسمی[1] PN و سختـــی[2] SN طبقه‌بندی می‌گردند (طبقه‌بندی DIN).

۲-۷-۳-۱ طبقه‌بندی کلی بر اساس فشار اسمی

طبقه‌بندی فشـــار اسمی نشان دهنده حداکثر فشار در زمان کارکرد برحسب بار یا اتمسفر می‌باشد و به عمق دفن لوله بستگی ندارد. هر طبقه‌بندی فشار اسمی بر حسب عمق نصب لوله و شرایط بسترسازی و ترانشه می‌تواند با یک رده سختی ترکیب گردد.

---

[1] PN = Nominal Pressure
[2] SN = Nominal Stiffness

۲-۷-۳-۲ طبقه‌بندی کلی بر اساس سختی

سختی لوله‌های G.R.P معرف مقاومت لوله در برابر تغییر شکل می‌باشد. توانایی لوله برای مقاومت در برابر تغییر شکل و انحراف ناشی از نیروهای خارجی و فشار خلاء داخل لوله، به میزان سختی آن بستگی دارد.

هرچند مقدار سختی لوله به ضخامت جداره آن نیز بستگی دارد، ولی در نهایت، شاخصی که معرف خواص فیزیکی لوله‌های فایبرگلاس است، مقدار سختی آن می‌باشد و ذکر تنها ضخامت جداره لوله کافی نیست.

سختی لوله‌ها در استاندارد AWWA بر اساس کیلو پاسکال kPa[1] که معادل ۰/۰۱ (یک صدم) اتمسفر می‌باشد، تعیین می‌شود. در استاندارد DIN، این واحد بر اساس نیوتن بر مترمربع (N/m^2) است. هرچند که این دو واحد قابل تبدیل به یکدیگر می‌باشند[2]، ولی از آنجائی که سختی لوله‌های تولیدی در ایران بر اساس نیوتن بر مترمربع طبقه‌بندی شده‌اند، لذا در این مشخصات فنی نیز این واحد به کار برده می‌شود. بنابراین سختی مثلاً ۵۰۰۰ SN، معادل $5000\ N/m^2$ است.

در عمل هر رده فشار اسمی می‌تواند با یک رده سختی ترکیب گردد.

۲-۷-۳-۳ طبقه‌بندی کلی بر اساس سری قطر

لوله‌های فایبرگلاس علاوه بر فشار اسمی و سختی، بر اساس سری قطر نیز طبقه‌بندی می‌گردند.

۲-۷-۳-۴ طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی

طبقه‌بندی لوله‌های G.R.P تولید شده با روش الیاف پیچی، بر اساس ترکیب فشار اسمی و سختی به شرح جدول شماره ۲-۷-۱ و بر اساس سری قطر طبق جدول شماره ۲-۷-۲ می‌باشند.

در شکل ۲-۷-۱ نیز مقطع این لوله‌ها و لایه‌های مختلف آن نشان داده شده است.

در پیوست شماره یک، مشخصات این لوله‌ها بر اساس فشار اسمی، سختی و سری قطر صرفاً برای راهنمایی درج شده است.

مهندس مشاور بر اساس مشخصات لوله‌های تولیدی هر سازنده، نحوه نصب، بسترسازی و سایر الزامات طراحی، محاسبات مربوط را انجام و لوله و بسترسازی مناسب را انتخاب و در مشخصات طرح ارائه خواهد نمود.

جدول ۲-۷-۱ : طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدشده با روش الیاف پیچی بر اساس سختی و فشار اسمی[3]

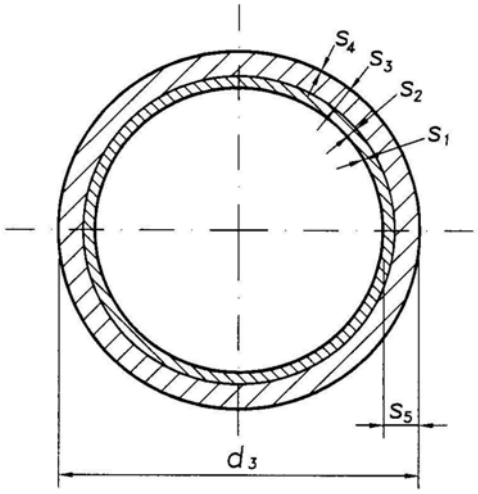
درجه سختی	فشار اسمی						
	PN 1	PN 2.5	PN 4	PN 6	PN 10	PN 16	PN 25
SN ۶۳۰	×						
SN ۱۲۵۰	×	×	×	×	×		
SN ۲۵۰۰	×	×	×	×	×	×	
SN ۵۰۰۰	×	×	×	×	×	×	
SN ۱۰۰۰	×	×	×	×	×	×	×

[1] KiloPascal
[2] Atmosphere = 101325 N/m^2 = 101.3 kPa , Bar = 10^5 N/m^2
[3] DIN 19686-1 , 1994

جدول ۲-۷-۲ : طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدشده با روش الیاف پیچی بر اساس سری قطر[1]

قطر اسمی	سری قطر		
	۱	۲	۳
۱۰۰		×	×
۱۵۰		×	×
۲۰۰		×	×
۲۵۰		×	×
۳۰۰	×	×	×
۳۵۰	×	×	×
۴۰۰	×	×	×
۵۰۰	×	×	×
۶۰۰	×	×	
۷۰۰	×	×	
۸۰۰	×	×	
۹۰۰	×	×	
۱۰۰۰	×	×	
۱۲۰۰	×	×	
۱۴۰۰	×	×	
۱۶۰۰	×	×	
۱۸۰۰	×	×	
۲۰۰۰	×		
۲۴۰۰	×		
۲۸۰۰	×		
۳۲۰۰	×		

[1] DIN 19686-1 , 1994



d_3: قطرخارجی لوله
s_1: ضخامت لایه رزین غنی داخلی (۰٫۲ الی ۰٫۴میلیمتر)
s_2: ضخامت لایه‌ای که الیاف
در آن قرار گرفته است (۳۰±۵ درصدالیاف شیشه)
$s_1 + s_2 \geq 1mm$
s_3: لایه محافظ (مقدار الیاف کوتاه بزرگتر و مساوی ۵ درصد)
(طول الیاف کوتاه حداقل ۵۰ میلیمتر)
$s_3 = s_5 - (s_1 + s_2) - s_4$
s_4: ضخامت لایه رزین غنی خارجی
s_5: ضخامت جداره دیواره خارجی
مقدار الیاف s_1+s_2 کوچکتر و مساوی ۱۰ درصد
طول شاخه لوله های تولیدی ٦ الی ۱۲ متر با انحراف مجاز حداکثر ٦۰ میلیمتر برای هر شاخه

شکل ۲-۷-۱ : مقطع لوله‌های تولیدی با روش الیاف پیچی (DIN 16868-1 1994)

۲-۷-۳-۵ طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز

طبقه‌بندی لوله‌های G.R.P تولید شده با روش ریخته‌گری گریز از مرکز بر اساس ترکیب فشار اسمی و سختی به شرح جدول شماره ۲-۷-۳ و بر اساس سری قطر طبق جدول شماره ۲-۴-۷ می‌باشند.

در شکل شماره (۲-۷-۲) نیز مقطع این لوله‌ها و لایه‌های مختلف آن نشان داده شده است. در پیوست شماره دو این بخش، مشخصات این لوله‌ها بر اساس فشار اسمی، سختی و سری قطر صرفاً برای راهنمایی منعکس گردیده است.

مهندس مشاور بر اساس مشخصات لوله‌های تولیدی هر سازنده، نحوه نصب، بسترسازی و سایر الزامات طراحی، محاسبات مربوط را انجام و لوله و بسترسازی مناسب را انتخاب و در مشخصات طرح ارائه خواهد نمود.

جدول ۲-۷-۳ : طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدشده با روش ریخته‌گری گریز از مرکز بر اساس سختی و فشار اسمی[1]

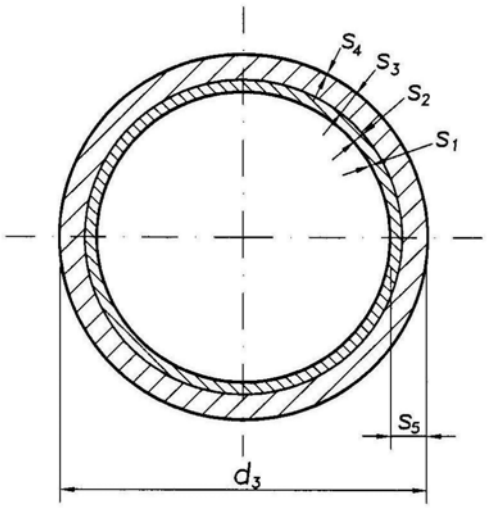
درجه سختی	فشـــار اسمی				
	PN 1	PN 4	PN 6	PN 10	PN 16
SN ۶۳۰	×				
SN ۱۲۵۰	×				
SN ۲۵۰۰	×	×			
SN ۵۰۰۰	×	×	×	×	
SN ۱۰۰۰	×	×	×	×	×

[1] DIN 19689-1 , 1995

جدول ۲-۷-۴ : طبقه‌بندی لوله‌های فایبرگلاس تولیدشده با روش ریخته‌گری گریز از مرکز بر اساس سری قطر[1]

قطر اسمی	سری قطر		
	۱	۲	۳
۲۰۰		×	×
۲۵۰		×	×
۳۰۰		×	×
۳۵۰		×	
۴۰۰		×	×
۵۰۰		×	×
۶۰۰	×		
۷۰۰	×		
۸۰۰	×		
۹۰۰	×		
۱۰۰۰	×		
۱۲۰۰	×		
۱۴۰۰	×		
۱۶۰۰	×		
۱۸۰۰	×		
۲۰۰۰	×		

[1] DIN 19689-1 , 1995



d_3: قطر خارجی لوله
S_1: ضخامت لایه رزین غنی داخلی (بزرگتر و مساوی ۰٫۵ میلیمتر)
مقدار فیلر حداکثر ۱۰ درصد وزن
S_2: لایه آب بندی‌کننده (ضخامت مساوی و بزرگتر ۲ میلیمتر با مقدار فیلر الیاف شیشه معادل ۵- ۱۰+۲۵درصد)
S_3: لایه محافظ مخلوط رزین و الیاف
S_4: ضخامت لایه رزین غنی خارجی (حدوداً ۰٫۵ میلیمتر)
S_5: ضخامت جداره دیواره خارجی
$S_3 = S_5 - S_1 - S_2 - S_4$

توضیحات
۱-رزین مصرفی از پلی استر غیر اشباع
۲-فیلرها به صورت دانه های ماسه سیلیس یا کربنات کلسیم با ابعاد ۰٫۲۵ الی یک میلیمتر و یا پودر کربنات کلسیم

شکل ۲-۷-۲ : مقطع لوله‌های تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز (DIN 16869-1 1995)

حداقل الیاف شیشه ای لایه محافظ(S_3)در شکل شماره ۲-۷-۲ بر اساس فشار اسمی برابراست با

فشار اسمی	حداقل الیاف شیشه‌ای
PN1,PN4	—
PN6	۱٫۵ درصد
PN10	۲٫۰ درصد
PN16	۴٫۰ درصد

◄ ۲-۷-۴ مشخصات فنی و کیفی

۲-۷-۴-۱ وزن

لوله‌های G.R.P بسیار سبک بوده و در قطر و فشار مساوی، حدود ۱۶ درصد وزن لوله‌های فولادی و ۱۰ درصد وزن لوله‌های بتنی را دارند.

۲-۷-۴-۲ عمر مفید

اگر مشخصات فنی لوله نظیر سختی، مقاومت، کمانش و... در زمان طراحی به درستی انتخاب گـردند، لوله‌های G.R.P بدون نیاز بـــه نگهداری خاص دارای عمر حداقل ۵۰ سال می‌باشند.

۲-۷-۴-۳ خزش[1]

تمام مصالح پلاستیکی در معرض پدیده خزش یا زوال می‌باشند. خزش عبارتست از تقلیل خصوصیات لوله با گذشت زمان. پدیده خزش در ارتباط مستقیم با کیفیت مواد خام مصرفی در ساخت لوله بوده و به شیوه تولید بستگی ندارد. به همین سبب آزمایشهای دراز مدت مواد خام تشکیل دهنده لوله اهمیت زیاد دارد.

اساس طراحی لوله‌های G.R.P برای حداقل عمر ۵۰ سال است. فاکتور خزش K بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$K = \frac{\text{سختی دراز مدت}}{\text{سختی کوتاه مدت}}$$

فاکتور فوق پس از ۵۰ سال، برای لوله‌های مدفون تحت فشار باید حداقل ۰/۵ و بـــرای لوله‌های ثقلی برابر ۰/۴ باشد. این فاکتور با دستگاه‌های مخصوص در آزمایشگاه قابـــل اندازه‌گیری و محاسبه است.

۲-۷-۴-۴ ضریب انبساط حرارتی[2]

ضریب انبسـاط حرارتی لـولـه‌های G.R.P بیـــن $۱۰^{-۶}$ mm/mm/°C × ۱۴ الی $۱۰^{-۶}$ mm/mm/°C × ۵۴ می‌باشد.

۲-۷-۴-۵ قابلیت اشتعال

لوله‌های G.R.P مانند تمام محصولاتی که از مواد پتروشیمی و رزین‌های آلی و مشابه ساخته می‌شوند، قابلیت اشتعال دارند. بنابراین تحت شرایط مناسب ترکیب حرارت و اکسیژن، مشتعل می‌شوند. لذا رعایت موارد ایمنی در این خصوص ضروری است.

۲-۷-۴-۶ خوردگی

لوله‌های فایبرگلاس در مقابل خوردگی و سایر عوامل مشابه تخریب کننده لوله مقاومت بسیار خوبی داشته و در عین حال، کاملاً با محیط زیست سازگار می‌باشند.

۲-۷-۴-۷ مشخصات هیدرولیکی

لوله‌های فایبرگلاس دارای سطح داخلی کاملاً صیقل و صاف بوده که به مرور زمان نیز حفظ می‌شود. علاوه بر آن و به دلیل مواد مصرفی و ضخامت جداره لوله، قطر داخلی لوله‌های فایبرگلاس در اکثر مواقع بیش از قطر داخلی سایر لوله‌ها با قطر اسمی مشابه است.

۲-۷-۴-۸ کمانش[3]

لوله‌های فایبرگلاس مانند تمام لوله‌های پلاستیکی و انعطاف‌پذیر، کمانش نموده که این کمانش، طولـــی و عرضـــی است. در کمانش عرضی، لوله به صورت بیضی در می‌آید. حداکثر مقدار مجاز کمانش عرضی لوله‌ها به شرح زیر است.

---

[1] Creep
[2] Coefficient of Thermal Expansion
[3] Deflection

- کمانش درازمدت لوله‌های با قطر مساوی و بیش از ۳۰۰ میلیمتر ۵ درصد قطر
- کمانش درازمدت لوله‌های با قطر کمتـر از ۳۰۰ میلیمتر ۴ درصد قطر

برای دستیابی به مقادیر فوق و محدود نمودن کمانش لوله‌ها پس از نصب، بسترسازی و خاکریزی و انتخاب سختی مناسب لوله، از عوامل تعیین‌کننده است.

حداکثر کمانش مجاز لوله‌ها در اثر وزن خود (انبارداری و دپو) با توجه به سختی لوله به شرح زیر می‌باشد.

سختـی لـولـه	حداکثر کمانش مجاز
۲۵۰۰	۲/۵ درصد قطر لوله
۵۰۰۰	۲ درصد قطر لوله
۱۰۰۰۰	۱/۵ درصد قطر لوله

◄ ۲-۷-۵ انواع اتصالی‌های لوله‌های فایبرگلاس

برای اتصال لوله‌های فایبرگلاس به یکدیگر، انواع اتصالی وجود دارد. عمده‌ترین انواع اتصالی به شرح زیر است.

۲-۷-۵-۱ اتصالی غلاف و حلقه لاستیکی

اتصال از نوع غلاف و حلقه لاستیکی معمول‌ترین نوع اتصال لوله‌های فایبرگلاس در خطوط لولـــه می‌باشد. در حال حاضر، اتصالات تولیدی در ایران برای مسیر خط انتقال از این نوع است.

غلاف اتصال از جنس فایبرگلاس بوده و همراه لوله در کارخانه تولید می‌شود. قطر داخلی این غلافها از قطر سر لوله مربوط بـــزرگتر می‌باشد کـــه توسط دو و یـــا چند حلقه لاستیکی، آب‌بندی لوله را تأمین می‌نمایند. واشر لاستیکی در داخل غلاف و در درون شیاری که به دقت تراشکاری شده قرار می‌گیرد.

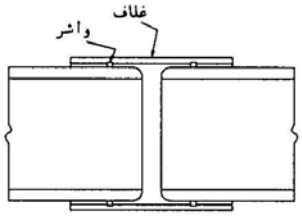
در شکل شماره (۲-۷-۳) نمونه اتصالی از نوع غلاف با دو حلقه لاستیکی نشان داده شده است.

۲-۷-۵-۲ اتصالی فلنجی

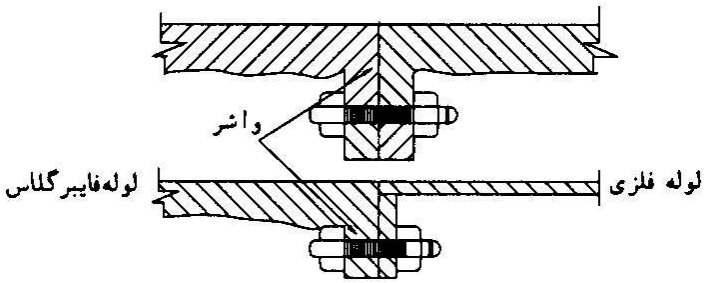
اتصال نوع فلنجی برای نصب شیرآلات، متعلقات فلنج دار و نظایر آن، همچنین برای اتصال لوله با جنس متفاوت به لوله‌های فایبرگلاس استفاده می‌شود. در شکل شماره (۲-۷-۴) نمونه اتصال فلنجی نشان داده شده است.

۲-۷-۵-۳ اتصالی مکانیکی

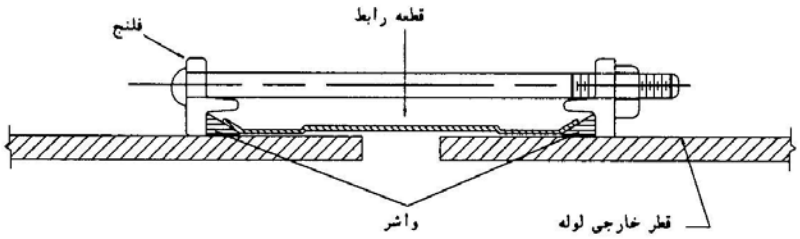
کاربرد اتصال نوع مکانیکی و یا اتصالی قابل انعطاف در لوله‌های فایبرگلاس مانند سایر لوله‌ها، برای ایجاد امکان انحراف در محل اتصال، اتصال دو لوله با جنس متفاوت، اتصال دو لوله با قطر متفاوت و نظایر آن می‌باشد. در شکل شماره (۲-۷-۵) نمونه اتصالی مکانیکی نشان داده شده است.



شکل ۲-۷-۳ : اتصال غلاف و حلقه لاستیکی



شکل ۲-۷-۴ : اتصال فلنجی



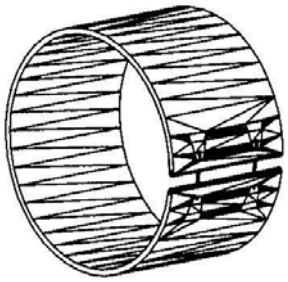
شکل ۲-۷-۵ : اتصال مکانیکی

۲-۷-۵-۴ اتصالی فلزی

اتصالی فلزی در حقیقت نوعی بست می‌باشد که در محل اتصالـــی قرار گرفته و توسط پیچ و مهره در محل اتصالی محکم می‌شود. آب‌بندی در این اتصالی توسط واشرهای لاستیکی که در داخل بدنه اتصالی قرار گرفته تأمین می‌گردد.

این نوع اتصالی برای تعمیرات خط لوله (ترکیدگی لوله، صدمه به بدنه لوله و نظایر آن) نیز کاربرد زیاد دارد.

در شکل شماره (۲-۷-۶) نمونه اتصالی فلزی نشان داده شده است. این نوع اتصالی برحسب نیاز می‌تواند از فولاد ضد زنگ نیز تولید شود.

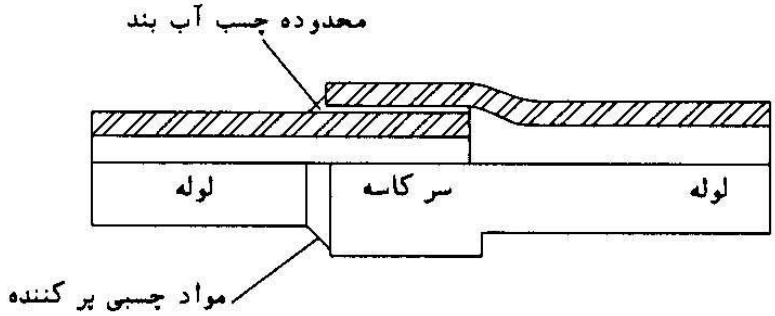


شکل ۲-۷-۶ : اتصال فلزی

۲-۷-۵-۵ اتصالی فشاری

در این نوع اتصالی، سرساده یک لوله به داخل سرکاسه لوله دیگر فشار داده شده و آب‌بندی توسط چسب مخصوص که بین جدار خارجی سرساده و جدار داخلی سرکاسه قرار می‌گیرد، تأمین می‌شود.

در شکل شماره (۲-۷-۷) نمونه اتصالی فشاری نشان داده شده است.



شکل ۲-۷-۷ : اتصال فشاری

۲-۷-۵-۶ سایر انواع اتصالی

انواع دیگـــری از اتصالی لوله‌های فایبرگلاس وجود دارد که در شرایط کنونی در ایران تولید و استفاده نمی‌شوند.

این اتصالی‌ها عبارتند از :

- اتصالی سرساده و سرکاسه مخروطی چسبی[۱]
- اتصالی سرکاسه مخروطی و سرساده معمولی چسبی[۲]
- اتصالی پیچی[۳]
- اتصالی وصله‌ای[۴] که اصطلاحاً اتصالی جوشی نیز گفته می‌شود.

۲-۷-۶ واشر و روان‌کننده

برای نصب لوله و متعلقات با اتصالات غیرفلنجی، استفاده از مواد روان‌کننده[۵] برای آغشته نمودن سطوح و سهـــولت حرکت قطعاتی که باید در درون یکدیگر بلغزند، ضروری است. واشر و روان‌کننده‌های مورد استفاده در لوله‌های G.R.P باید :

- با مواد پلاستیکی لوله و یکدیگر سازگار باشند.
- امکان رشد باکتری و قارچها را ایجاد ننمایند.
- بر کیفیت آب آشامیدنی اثر نکنند.
- مواد روان‌کننده نباید دارای پایه نفتی باشند.

مواد روان‌ساز معمولاً توســط کارخانجات سازنده لــولــه و متعلقات تأمین و یا نوع آن اعلام می‌شود. در صورت ضرورت می‌توان از ترکیب ۷۰ درصد آب و ۳۰ درصد صابون به عنوان ماده روان‌کننده استفاده نمود.

میزان مصرف مواد روان‌ساز توسط کارخانه سازنده لوله تعیین می‌شود. در جدول زیر و صرفاً برای راهنمایی، مقدار مواد روان‌ساز مورد نیاز درج شده است.

قطر لوله (میلیمتر)	مقدار مواد روانساز مصرفی در هر اتصالی (گرم)
۱۰۰ الی ۲۵۰	۵۰
۳۰۰ الی ۵۰۰	۷۵
۶۰۰ الی ۸۰۰	۱۰۰
۹۰۰ الی ۱۰۰۰	۱۵۰
۱۱۰۰ الی ۱۲۰۰	۲۰۰
۱۳۰۰ الی ۱۴۰۰	۲۵۰
۱۵۰۰ الی ۱۶۰۰	۳۰۰
۱۸۰۰	۳۵۰
۲۰۰۰	۴۰۰
۲۲۰۰	۴۵۰
۲۴۰۰	۵۰۰

[1] Tapered Bell and Tapered Spigot, Adhesive-Bonded Joint
[2] Tapered Bell and Straight Spigot, Adhesive-Bonded Joint
[3] Threaded Bell and Spigot Joint
[4] Overlay Joint
[5] Lubricants

۲-۷-۷ پوشش‌های حفاظتی

لوله‌های فایبرگلاس در مقابل خوردگی خاک و سیال کاملاً مقاوم بوده و لذا، هیچگونه تمهیداتی برای حفاظت لوله و اتصالات هم جنس آن در مقابل خوردگی نیاز نمی‌باشد. بنابراین، حفاظت و یا تعمیرات پوششهای حفاظتی به معنی متداول آن در زمان‌های حمل و نقل، انبار نمودن و نصب لوله‌ها وجود نخواهد داشت. پوشش حفاظتی لوله در مقابل خوردگی و تخریب، از طریق مواد مصرفی، و خصوصاً روکش‌های داخلی و خارجی لوله تأمین می‌گردد. لذا رعایت اصول لازم در تمام مراحل کار به منظور جلوگیری از صدمه به روکش‌های داخلی و خارجی، نه تنها از دیدگاه حفظ مشخصات هیدرولیکی و مقاومت لوله در مقابل فشار و بارهای وارده ضروری می‌باشد، بلکه این امر، برای جلوگیری از تخریب لایه‌های تشکیل دهنده جسم لوله نیز اهمیت ویژه دارد.

۲-۷-۸ بارگیری، حمل، بارانداز، انبارداری و ریسه‌کردن

۲-۷-۸-۱ کلیات

در بارگیری، حمل و نقل، بارانداز، انبارداری و ریسه‌کردن لوله و متعلقات فایبرگلاس توجه به نکات عمده‌ای برای حفظ کیفیت لوله و جلوگیری از صدمه به آن ضروری است.

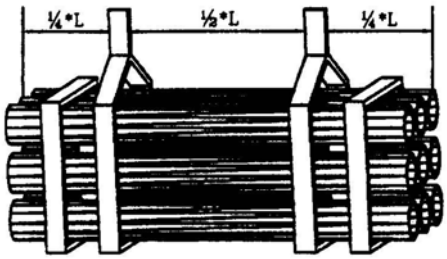
در هر صورت هر لوله‌ای که از نظر سالم بودن به نحوی مورد تأیید نباشد، تا اطمینان از صحت آن، نباید مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۷-۸-۲ بلندکردن و جابجایی، بارگیری، حمل و بارانداز لوله و متعلقات

در بلند کردن و جابجایی، بارگیری، حمل و بارانداز لوله و متعلقات فایبرگلاس، توجه به نکات عمده زیر ضروری است.

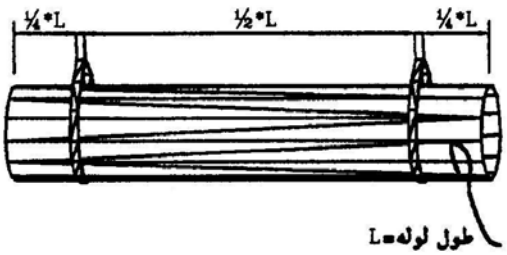
- بدنه و لبه لوله و متعلقات باید در مقابل هرگونه صدمه محافظت گردند.
- در بلند کردن و جابجایی لوله‌ها و متعلقات، باید از تسمه برزنتی و یا چرمی و با پهنای کافی استفاده شود. استفاده از زنجیر و سیم بکسل و بازوی لیفت تراک فقط در صورتی مجاز است که با مصالح محافظ، نظیر نمد، لاستیک و مشابه آن کاملاً پوشش شده باشند.
- استفاده از قلاب برای بلند کردن و جابجایی لوله و متعلقات از دو سر آن مجاز نمی‌باشد. لوله‌ها باید همیشه از بدنه بلند شوند.
- تسمه و یا طناب و سیمهای پوشش شده مصرفی نباید باعث ایجاد بار متمرکز و فشار زیاد و ایجاد فرورفتگی در بدنه لوله شوند.
- بلند کردن و جابجایی لوله‌ها و متعلقات با استفاده مستقیم از جام و یا چنگک وسایلی نظیر بیل مکانیکی، لودر و ماشین‌آلات مشابه ممنوع می‌باشد. استفاده از لیفت تراک با پیش‌بینی تمهیدات لازم ذکر شده مجاز خواهد بود.
- بلند کردن و جابجایی لوله و متعلقات از طریق عبور دادن سیم بکسل، طناب، زنجیر و وسایل مشابه از داخل لوله مجاز نمی‌باشد.
- باید توجه شود که هر لوله و متعلقات به تنهایی بلند شده و جابجایی و بلند کردن چند لوله و یا متعلقات با یکدیگر مجاز نمی‌باشد، مگر این که لوله‌ها قبلاً به صورت مناسب بسته‌بندی شده باشند (شکل ۲-۷-۸).

- استفاده از یک عدد تسمه و اتصال به بدنه لوله در یک قسمت در صورتی مجاز است که تعادل لوله به خوبی برقرار شود (شکل ۲-۷-۹). برای اطمینان استفاده از دو تسمه با اتصال در دو محل مناسب در بدنه لوله توصیه می‌شود (شکل ۲-۷-۱۰).
- بلند کردن مجموعه لوله‌های تلسکوپی (اقطار کوچک درون اقطار بزرگ) با یک تسمه و وسایل مشابه مجاز نمی‌باشد و حتماً باید از دو محل اتصال استفاده نمود (شکل ۲-۷-۱۱).
- تسمه‌ها و سایر وسایل مورد استفاده در جابجایی لوله‌ها و متعلقات باید مرتباً کنترل و از به کار بردن وسایل معیوب و مستعمل خودداری شود.
- توجه شود که در زمان بلند کردن و جابجایی لوله و متعلقات، کارگران و افراد زیر آن قرار نداشته باشند.
- از برخورد لوله و متعلقات با یکدیگر و سایر اشیاء و وسایل و ساختمانها در حین بلند نمودن و جابجایی جلوگیری شود.
- از پیچ خوردن و چرخیدن تسمه‌ها و وسایل مشابه در حین بلند نمودن و جابجایی لوله‌ها جلوگیری گردد.
- از حرکت تند و توقف ناگهانی بازوی جرثقیل در طول مدت بلند نمودن و جابجایی لوله‌ها اجتناب شود.
- کارگران و افرادی که در محدوده عملیات جابجایی و بلند کردن لوله‌ها و متعلقات قرار دارند، از وسایل ایمنی شخصی (کلاه، کفش و دستکش) استفاده نمایند.

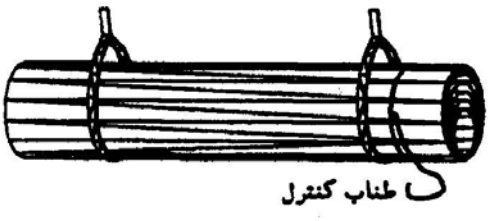


شکل ۲-۷-۸ : جابجایی مجموعه لوله‌ها

شکل ۲-۷-۹ : جابجایی لوله از یک نقطه بدنه



شکل ۲-۷-۱۰ : جابجایی لوله از دو نقطه بدنه



شکل ۲-۷-۱۱ : جابجایی لوله‌های تلسکوپی

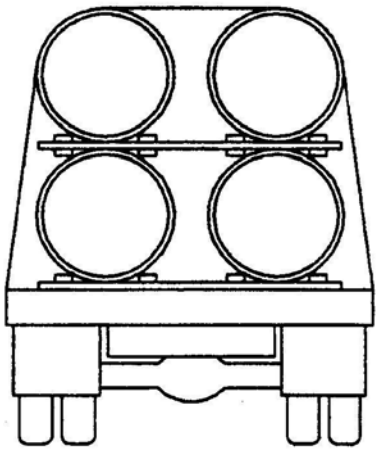
در بارگیری و حمل لوله و متعلقات، رعایت نکات عمده زیر ضروری است.

- حمل و نقل لوله‌ها روی تریلی کفی انجام شود.
- حداقل دو الوار[1] عمود بر جهت لوله‌ها روی کف تریلی و یا کامیون قرار داده شود. عرض الوارها به نحوی باشد که از فشار و بار متمرکز و نقطه ای به بدنه لوله جلوگیری شود.
- لوله‌ها روی الوارها قرار گرفته و برای جلوگیری از غلطیدن آنها، یک عدد گوه[2] در هر یک از قسمتهای انتهایی الوارها نصب و توسط قید[3] روی الوار محکم شود (شکل ۲-۷-۱۲). توجه شود که ضخامت الوارها و ابعاد گوه‌ها باید یکسان باشند.
- در حالتی که بیش از یک ردیف لوله بارگیری می‌شود، جهت لوله‌های دارای سرکاسه و یا اتصالی در ردیف بالا عکس ردیف زیر باشد.
- در حد فاصل سر لوله‌های اولین ردیف با اتاق راننده یک الوار مناسب برای جلوگیری از حرکت طولی لوله‌ها قرار داده شود.

---

[1] Timber
[2] Chock
[3] Cramp

- تمام ردیفهای لوله با تسمه و یا سیم بکسل و یـــا زنجیر مهار شده و در محل تماس مهاری‌ها سیمی و زنجیری با بدنه لوله‌ها، نمد و یا لاستیک و یا بالشتک نرم قرار داده شده و اطمینان حاصل گردد که کلیه مهاری‌ها کاملاً محکم باشند تا از غلطیدن و یا حرکت طولی لوله‌ها در حین حرکت جلوگیری شود.
- متعلقات نیز به صورت مناسب روی کامیون قرار داده شوند، به نحوی که در حین حمل‌ونقل، هیچ‌گونه جابجایی و حرکت آنها، امکان‌پذیر نباشد.
- در طول مدت حمل، مهاری‌ها متوالیاً کنترل و در صورت لزوم محکم گردند.
- در حین حمل و نقل و برای اطمینان از عدم خراش بدنه لوله‌ها در اثر لرزش، از تماس لوله‌ها با یکدیگر جلوگیری شود.
- حمل لوله‌ها به صورت تلسکوپی (قطرهای کوچکتر درون اقطار بزرگتر) مجاز می‌باشد، مشروط بر اینکه از تکان و لرزش تمام لوله‌ها در حین حمل و نقل و جابجایی، به نحو مناسب جلوگیری شود.

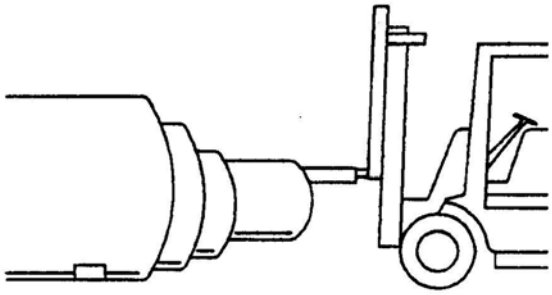


شکل ۲-۷-۱۲ : حمل و نقل لوله‌ها

در بارانداری لوله و متعلقات، رعایت نکات اصلی زیر ضروری است.

- قبل از آزاد نمودن و باز نمودن تسمه‌ها، سیم بکسل‌ها و یا زنجیرهای مهاری، تمام گوه‌ها کنترل شود تا از محکم بودن آنها و در نتیجه اجتناب از غلطیدن لوله‌ها اطمینان حاصل گردد.
- پس از باز نمودن مهاری‌ها، لوله‌ها از ردیف بالا و ترجیحاً از دو طرف کامیون و یا تریلی تخلیه گردند.
- انداختن و پرتاب لوله‌ها و متعلقات به هنگام تخلیه، تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.
- جابجایی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، روی یکدیگر و یا به هر نحو مشابه دیگر مجاز نمی‌باشد و برای جابجایی، باید نکات مندرج در قسمتهای قبلی رعایت گردد.
- تریلی و یا کامیون حامل لوله باید در زمان بارانداری روی سطح کاملاً صاف متوقف شود.

- لولـــه‌های تلسکوپی به‌ترتیب و جداگانه و از قطر کوچکتر تخلیه و یا جابجا شوند (شکل ۲-۷-۱۳). در این کار، لوله‌ها نباید با یکدیگر برخورد نموده و یا بر روی هم کشیده شوند.
- توجه شود که به سر لوله و متعلقات در زمان بارانداز صدمه وارد نشود.
- کلیه سطوح خارجی لوله‌ها قبل از تخلیه کنترل و لوله‌های مشکوک و صدمه دیده جداگانه انبار شوند. کنترل سطوح داخلی لوله‌های با قطر بزرگ نیز ضروری است. توجه شود که هرگونه فرورفتگی ظاهری بدنه لولـــه می‌تواند به معنی احتمال صدمه سطح داخلی لوله باشد.



شکل ۲-۷-۱۳ : تخلیه لوله‌های تلسکوپی

۲-۷-۸-۳ ریسه‌کردن

لوله‌ها باید با توجه به نکات زیر در طول مسیر ریسه گردند.

- هرگونه سنگ و یا سایر مصالح اضافی برداشته شده و پستی و بلندیهای مسیر کاملاً هموار گردد.
- لوله‌ها با تمام جسم و بدنه روی زمین قرار گرفته و مهار شده و از غلطیدن آنها با به کارگیری وسایل مناسب، جلوگیری گردد.
- ریسه کردن لوله‌ها در کنار ترانشه باید یا پس از اتمام عملیات حفاری و بسترسازی انجام و یا از ورود خاک و سایر مصالح به داخل لوله در حین عملیات اجرایی و بسترسازی جلوگیری گردد.
- اطمینان حاصل شود که هیچ قسمت از بدنه لوله روی بستر سنگی و یا پستی و بلندی قرار نگیرد و تمام بدنه لوله روی زمین باشد.
- در صورت لوله‌گذاری در شیب، تمهیدات لازم برای جلوگیری از لغزش لوله‌های ریسه شده پیش‌بینی شود.
- تمام تمهیدات لازم برای جلوگیری از صدمه به سر لوله‌ها به کار گرفته شود.

۲-۷-۹ انبارداری

انبارداری لوله‌ها و متعلقات باید به نحوی باشد که ضمن سهولت در جابجایی و خارج نمودن مصالح مورد نیاز، از وارد آمدن صدمه و خسارت به آنها جلوگیری شود. در این رابطه حداقل نکات اساسی لازم الاجرا، در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری منعکس و تذکر داده شده است. در اینجا علاوه بر موارد اختصاصی لوله‌های فایبرگلاس، صرفاً چند نکته عمده عمومی تکرار و یادآوری می‌شود.

- محل تخلیه لوله‌ها باید کاملاً مسطح بوده و زهکشی شود. محل فوق، در صورت امکان، دارای پوشش بتنی و یا آسفالت بوده و در غیر این صورت، شن‌ریزی گردد.
- از ورود خاک و مواد خارجی به داخل لوله‌ها جلوگیری شود.
- لوله‌ها با زمین فاصله داشته باشند. برای این منظور می‌توان از الوار که به فاصله معین و مناسبی از یکدیگر قرار گرفته‌اند، استفاده نمود. عرض الوارها باید به نحوی باشند که از فشار متمرکز به بدنه لوله جلوگیری گردد.
- از غلطیدن لوله‌هایی که روی الوار قرار گرفته‌اند، با استفاده از گوه و قید جلوگیری شود.
- لوله‌ها را می‌توان بر روی یکدیگر قرار داد. ارتفاع معمول دپو حدود ۲/۵ متر است. تعداد معمول مجاز ردیفهای لوله که روی یکدیگر قرار داده می‌شوند، از دیدگاه ایمنی و سهولت دسترسی با توجه به قطر آنها به شرح زیر است.

قطـــر لـــولـــه	حداکثر ردیف روی هم
۱۵۰ میلیمتر	۹ ردیف
۲۰۰ میلیمتر	۸ ردیف
۲۵۰ میلیمتر	۷ ردیف
۳۰۰ میلیمتر	۶ ردیف
۴۰۰ میلیمتر	۵ ردیف
۵۰۰ میلیمتر	۴ ردیف
۶۰۰ الی ۷۰۰ میلیمتر	۳ ردیف
۸۰۰ الی ۱۲۰۰ میلیمتر	۲ ردیف
بیش از ۱۲۰۰ میلیمتر	۱ ردیف

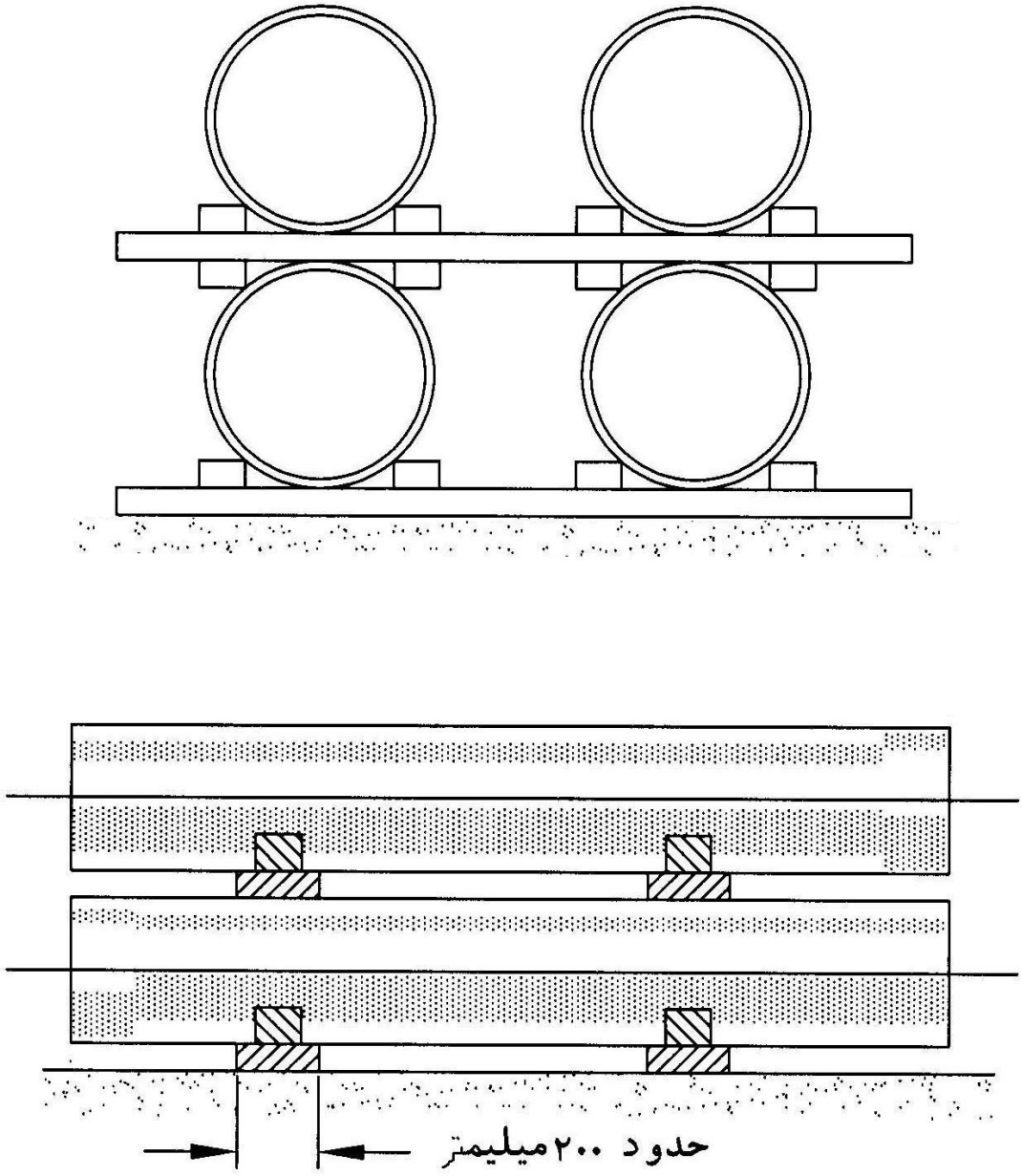
تعداد مجاز ردیفهای لوله روی یکدیگر در انبار بر اساس استانداردهای مختلف می‌تواند با ارقام فوق متفاوت بـــاشد. لذا ضروری است در صورت محدودیت فضای انبار و نیاز به قرار دادن لوله‌ها روی یکدیگر با حداکثر تعداد مجاز، دستورالعمل سازنده در این خصوص دریافت و رعایت گردد. در هر صورت تعداد ردیف لولـــه‌ها در انبار که توسط سازنده با توجه به سختی و سری قطر تعیین می‌شود، باید با ارقام فوق کنترل شده و رعایت شود و در اولویت قرار گیـــرد.

- حداکثر کمانش مجاز لوله‌ها در طول انبارداری با توجه به سختی لوله در بخش کمانش لوله درج شده است.
- در قرار دادن لوله‌ها روی یکدیگر، باید بین هر دو ردیف لوله نیز الوارهایی به فواصل مناسب قرار داده و از غلطیدن لوله‌ها با استفاده از گوه و قید جلوگیری نمود. ضخامت الوارها باید به نحوی باشد که لوله‌های واقع در یک ردیف با لوله‌های

ردیف دیگر در هیچ نقطه‌ای تماس نداشته باشند. عرض الوارها نیز به نحوی انتخاب شوند که از ایجاد بار متمرکز روی بدنه لوله‌ها جلوگیری شود.

- لوله‌ها باید در صورت نیاز و اعلام فروشنده، در مقابل تابش مستقیم آفتاب حفاظت شوند.
- جابجایی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، ریل و یا لوله‌های دیگر مجاز نمی‌باشد.
- قرار دادن متعلقات در روی یکدیگر مجاز نمی‌باشد.
- واشرها باید در محل خنک و دور از تابش مستقیم آفتاب و طبق دستورالعمل سازنده قرار داده شوند. واشرها نباید تحت تابش اشعه ماورای بنفش، ازن، اکسیژن و گرما قرار گیرند و محل نگهداری آنها تاریک و با تهویه مناسب باشد.
- واشرها نباید زیر بار قرار داده شده و یا بر روی یکدیگر فشرده شوند.
- در صورتی که واشرها برای مدتی طولانی در انبار نگهداری می‌شوند، بهتر است در جعبه بسته‌بندی شده و یا توسط پوشش‌های مناسب پوشانده و محافظت شوند. توجه شود که تمامی مواد روغنی مانند گریس، بنزین و غیره بر روی واشر اثر مخرب دارند.
- مواد روان‌ساز در محل مناسب و سرپوشیده انبار شوند.
- در صورت اجرای کار لوله‌گذاری در درجه حرارت کمتر از ۵ درجه سانتیگراد، واشرها و مواد روان‌ساز تا لحظه مصرف در محیط مناسب نگهداری شوند.
- واشرها و پیچ و مهره‌ها باید برحسب نوع و اندازه گروه‌بندی و انبار شوند.
- تقسیم فضا و انبار نمودن لوله و متعلقات باید با توجه به زمانبندی مصرف، به نحوی باشد که دسترسی و خارج نمودن آنها برحسب نیاز، به آسانی و بدون جابجایی سایر اجناس امکان پذیر باشد.

نحوه انبار نمودن لوله‌های فایبرگلاس در شکل شماره (۲-۷-۱۴) نشان داده شده است.



شکل ۲-۷-۱۴ : انبار نمودن لوله‌های فایبرگلاس

۲-۷-۱۰ بسترسازی لوله

حفاری ترانشه برای بستر سازی بر اساس اصول و مبانی مندرج در بخش نکات مشتـــرک لوله‌گذاری و سایر موارد مندرج در این مشخصات انجام می‌شود.

قبل از شروع حفاری، مسیر لوله‌گذاری باید بررسی شده و کلیه موانع آن شناسایی و نحوه عبور از آنها برنامه ریزی گردد. حفاری باید به ترتیبی انجام شود که امکان نصب مستقیم لوله‌ها، بجز موارد مربوط به نصب زانویی‌ها، به خوبی فراهم باشد.

با شناخت کامل از کیفیت خاک و شیب پایدار کوتاه و درازمدت، شیب منـــاسب دیواره‌ها پیش‌بینی و در صورت نیاز، تمهیدات حفاظت از دیواره ترانشه فراهم گردد.

همانطور که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری به تفصیل قید گردیده است، بستر لوله و کف ترانشه باید کاملاً صاف باشد، به نحوی که تمام بدنه لوله‌ها در تمام طول (به جز محل اتصالات) کاملاً بر روی بستر قرار گیرند و از بروز فشار متمرکـــز به یک قسمت از لوله اجتناب شود.

حداقل عرض ترانشه باید در مشخصات طرح منعکس گردد. در غیر این صورت، پیمانکار باید حداقـــل عرض ترانشه و سایر پیش‌بینی‌های ضروری را از مهندس مشاور استعلام و رعایت نماید. هرگونه اضافه برداشت و یا افزایش عرض ترانشه به هر دلیل، باید با تأیید مهندس مشاور صورت پذیرد.

در حالتی که زمین از جنس سخت، مانند سنگ، می‌باشد، عمق حفاری ترانشه باید حداقل ۱۵ سانتیمتر بیش از رقوم کف لوله باشد.

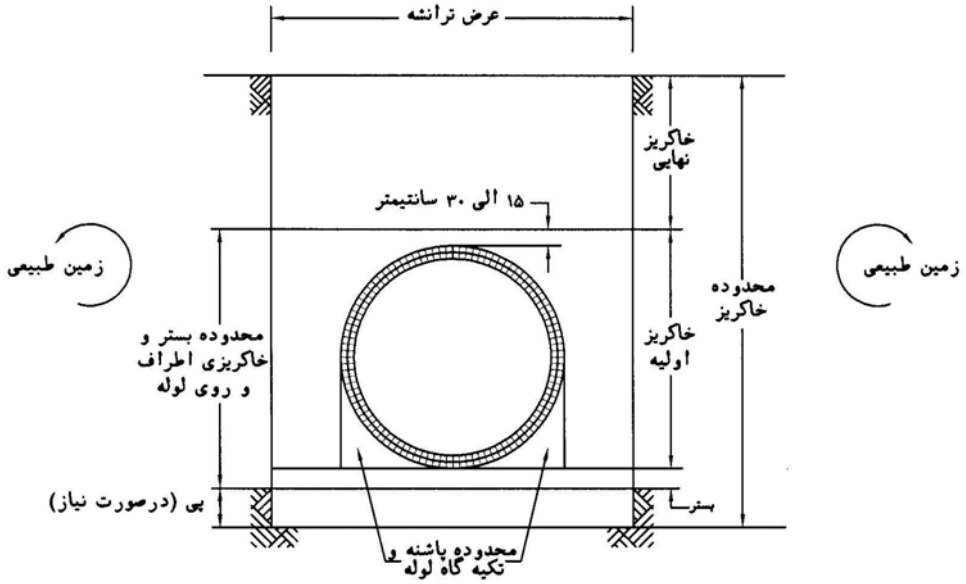
در صورتی که زمین نرم با قابلیت نشست باشد، حفاری باید تا زمین سفت ادامه یافته و یا تحکیم بستر انجام پذیرد.

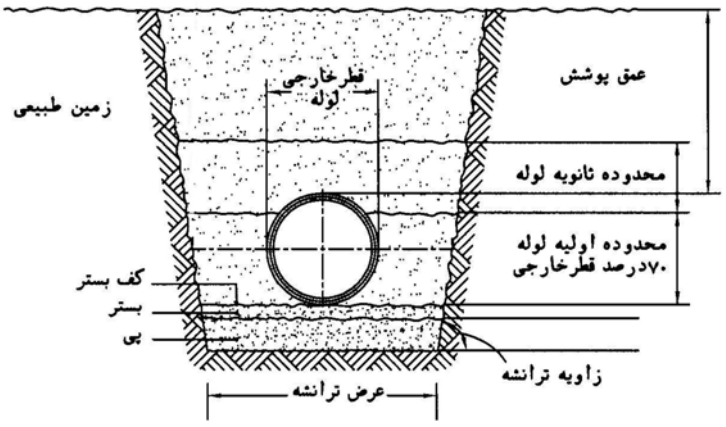
در شکل شماره (۲-۷-۱۵)، طبقه‌بندی قسمتهای مختلف بستر لوله‌های فایبرگلاس و تعاریف آن منعکس گردیده است.

در خاکریزی و بسترسازی لوله‌های فایبرگلاس، توجه به نکات عمده زیر ضروری است.

- درصد رطوبت خاکهای مصرفی در بسترسازی از نظر تراکم‌پذیری باید مدنظر باشد. عدم توجه به این نکته می‌تواند باعث کمانش لوله‌ها شود. در خاکهایی که به صورت آزاد زهکش نمی‌شوند، حداکثر انحراف رطوبت خاک از درصد بهینه آن می‌تواند تا سه درصد بـــاشد.
- حداکثر ابعاد دانه‌های خاک مصرفی در خاکریزی زیر و اطراف لوله باید مطابق مشخصات فنی طرح باشد.
- در صورتی که در خاکریزی نهایی، مواد سنگی دانه درشت و نظایر آن وجود دارد، خاکریز اولیه بالای لوله باید حداقل ۳۰ سانتیمتر باشد.

متذکر می‌شود که بسترسازی و مصالح مصرفی در خاکریزی باید بر اساس مشخصات طرح که با توجه به سختی، ردیف قطر لوله، شرایط محل و نوع خاک طبیعی، سطح آبهای زیرزمینی و سایر عوامل مؤثر تعیین شده است، انجام پذیرد.





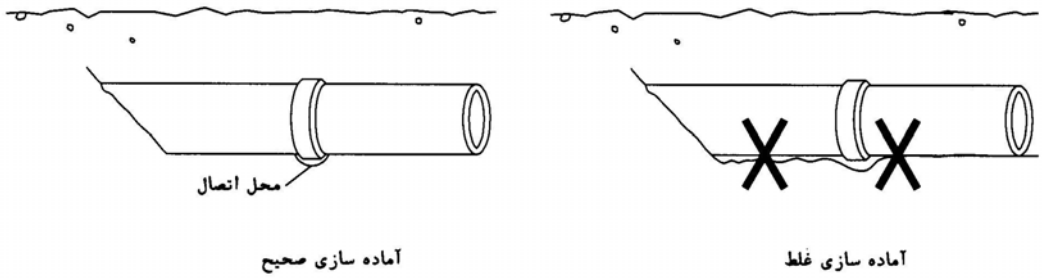
شکل ۲-۷-۱۵ : بستر تیپ لوله‌های فایبرگلاس

۲-۷-۱۱ بسترسازی محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات

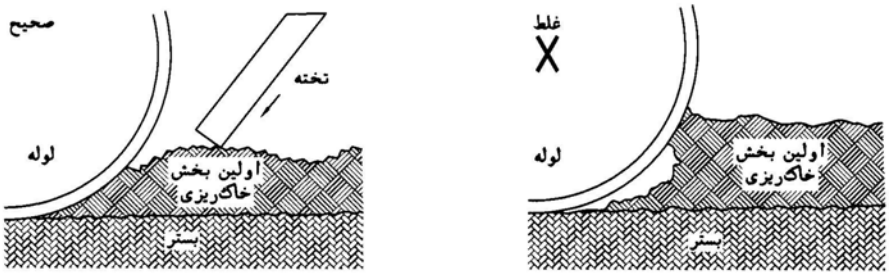
عرض و عمق ترانشه در محل هر یک از اتصالات، متعلقات و شیرآلات باید بیش از سایر قسمتها باشد، به نحوی که برقراری اتصالات غلافی و یا گردش ابزار کار و محکم نمودن پیچها در اتصالات فلنجی و یا مکانیکی، به راحتی انجام پذیرد. افزایش عمق ترانشه در محل اتصالات، به جز در زمینهای سنگی، باید پس از تکمیل بسترسازی و توسط دست انجام شود تا ضمن انجام یک بسترسازی یکنواخت، افزایش عمق ترانشه در حداقل طول لازم صورت گرفته و بدین ترتیب، حداکثر ممکن از طول بدنه لوله روی بستر ایجاد شده قرار گیرد.

طول و عمق اضافه برداشت محل اتصالات در کف ترانشه با توجه به ابعاد اتصالات و فضای لازم برای برقراری اتصال با توجه به قطر لوله تعیین می‌شود. در اتصالات غلافی، عمق اضافه برداشت محل اتصال باید حداقل ۱۰ سانتیمتر باشد، مگر این که ارقام دیگری توسط سازنده لوله تعیین گردد.

در شکل شماره (۲-۷-۱۶)، نحوه صحیح آماده‌سازی بستر و فضاسازی برای برقراری اتصال غلافی نشان داده شده است. محل اتصال پس از نصب و برقراری اتصال، با دست و به خوبی متراکم شود. متراکم نمودن محدوده پاشنه و تکیه‌گاه لوله[1] نیز باید با دقت انجام شود. در شکل شماره (۲-۷-۱۷)، روش صحیح این عمل نشان داده شده است.



شکل ۲-۷-۱۶ : آماده‌سازی بستر و برقراری اتصال



شکل ۲-۷-۱۷ : متراکم نمودن محدوده پاشنه و تکیه‌گاه

[1] Haunch Zone

۲-۷-۱۲ انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه

نکات عمده‌ای که در انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه باید مورد توجه قرار گیرند در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری قید گردیده است. تنها تأکید مجدد نکات زیر در خصوص لوله‌های فایبرگلاس ضروری می‌باشد که باید کاملاً رعایت گردد.

- لوله‌ها و سایر مصالح باید به آهستگی و با استفاده از طناب، سیم بکسل و یا زنجیر محافظت شده، تجهیزات حفاظتی لوله، ماشین‌آلات مناسب و با رعایت کلیه نکاتی که در خصوص جابجایی و حمل و باراندازی ذکر گردید، به داخل ترانشه انتقال داده شوند. توجه شود که بدنه لوله با دیواره ترانشه برخورد ننماید و یا سائیده نشود. لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات کوچکتر را می‌توان توسط دست و تعداد کافی کارگر و با احتیاط کامل به داخل ترانشه منتقل نمود.
  پرتاب لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.
- همزمان با انتقال هر یک از لوله‌ها و متعلقات به داخل ترانشه، اتصال آن با لوله و یا متعلقات قبلی برقرار و توسط خاکریزی مناسب در محل خود ثابت گردد.
- قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه، حفره محل اتصال در بستر، با حداقل ابعاد مورد نیاز ایجاد شود.
- قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه، از صحیح بودن شیب کف و یکنواخت بودن بستر اطمینان حاصل گردد تا لوله در تمام طول روی بستر تکیه نماید.
  اصلاح شیب توسط خاکریزی زیر قسمتی از لوله مجاز نمی‌باشد.

۲-۷-۱۳ نصب لوله و متعلقات

۲-۷-۱۳-۱ اجرای اتصالی از نوع غلاف و حلقه لاستیکی

اتصال لوله‌ها به یکدیگر یا به سایر متعلقات، یکی از عمده‌ترین و حساس‌ترین قسمتهای نصب لوله می‌باشد که باید با دقت کافی انجام شود تا نشت‌های احتمالی را به حداقل رساند.

نصب لوله باید توسط کارگران ماهر و با تجربه و طبق دستورالعمل‌های سازنده انجام شود. به طور کلی، پیمانکار و نصاب باید از نکات زیر مطمئن بوده و آنها را دقیقاً رعایت نمایند.

- غلاف لوله‌ها منطبق با کلاس لوله (سختی و سری قطر) باشد.
- واشرهای لاستیکی مورد استفاده کاملاً منطبق با کلاس (سختی و سری قطر) لوله باشد.
- غلاف و شیار محل قرارگیری واشرها و همچنین واشرهای لاستیکی و سطوح انتهایی، قبل از برقراری اتصال، کاملاً تمیز باشند.
- واشر لاستیکی به طور کاملاً صحیح در شیار مربوط قرار گرفته است.
- برای استفاده از مواد روان کننده، لازم است دستورات مهندس مشاور یا سازنده را کاملاً رعایت نماید. پیمانکار باید از مواد روان‌کننده ارائه شده توسط سازنده استفاده نماید. در صورت عدم وجود مواد روان‌کننده خاص، می‌توان از مخلوط ۷۰ درصد آب و ۳۰ درصد صابون به عنوان روان‌کننده استفاده نمود.

برای نصب لوله‌ها، ابتدا واشرهای لاستیکی به دقت در محل شیارهایی که بدین منظور در سطح داخلی غلاف تعبیه شده است قرار داده شوند و توسط یک پارچه تمیز، لایه نازکی از مواد روان‌کننده روی آن کشیده شود. سپس غلاف مذکور را روی انتهای تراشکاری شده لوله نصب شده قبلی می‌رانیم تا به اواسط غلاف برسد. سپس لوله نصب شونده، را کاملاً در امتداد محور لوله قبلی قرار داده و سر تراشکاری شده آن را به داخل نیمه دیگر غلاف می‌رانیم. قبل از این عملیات، باید سطوح خارجی دو سر تراشکاری شده لوله و سطح داخلی واشرها را به مواد روان‌کننده آغشته نمود.

اصول جا زدن لوله‌های فایبرگلاس تا حدود زیادی شبیه لوله‌های آزبست سیمان می‌باشد و لذا رعایت اصول ذکر شده در این خصوص در بخش لوله‌های آزبست سیمان، توصیه می‌گردد. برای اتصال لوله‌های با اقطار بیشتر و سنگین‌تر، نیاز به جا زدن با ادوات مکانیکی است. این تجهیزات شامل یک طناب یا کابل محافظ شده است که دور تا دور و در نزدیکی انتهای لوله نصب شونده پیچیده شده و به وسیله قلاب یا اتصال دیگری محکم می‌شود. سپس یک دستگاه تیفور اهرمی به دور لوله‌ای که چند قطعه قبل از آخرین لوله نصب شده است، وصل می‌گردد. با کشیدن تیفور، لوله مورد نظر به داخل نیمه غلافی که قبلاً روی آخرین لوله نصب شده کشیده می‌شود. برای استفاده از این تجهیزات نیز لازم است دقت‌های لازم و دستورالعمل‌های مهندس مشاور و سازنده لوله رعایت شود.

جز موارد فوق، از استفاده و به کارگیری سایر ماشین‌آلات و دستگاه‌های حفاری برای راندن لولـــه به داخل غلافها باید جداً خودداری شود.

۲-۷-۱۳-۲ اجرای سایر انواع اتصالی

سایر اتصالی‌ها، از قبیل اتصال مکانیکی، فلزی، پیچی، فلنجی و جوشی در موارد خاص مورد استفاده قرار می‌گیرند. نحوه ایجاد این قبیل اتصالی‌ها، مشابه عمل در سایر انواع لوله می‌باشد.

در اینجا، حداکثر نیروی پیچشی[1] به هر پیچ، در اتصالات فلنجی لوله‌های فایبرگلاس، صرفاً به عنوان توصیه ذکر می‌گردد. ارقام نهایی توسط سازنده و با توجه به جمیع شرایط تعیین می‌شود.

[1] Torque

ابعاد اسمی فلنج (DN)	حداکثر نیروی پیچشی به هر پیچ (نیوتن متر)
۸۰ و ۱۰۰	۲۵
۱۵۰	۳۵
۲۰۰	۴۵
۲۵۰	۵۵
۳۰۰	۷۵
۴۰۰ (۳۷۵)	۹۰
۴۵۰	۱۱۵
۵۰۰ (۵۲۵)	۱۳۰
۶۰۰	۱۴۵
۷۰۰	۱۶۰
۷۵۰	۱۸۰
۹۰۰	۱۹۰
۱۰۰۰	۲۰۰

◄ ۲-۷-۱۴ لوله‌گذاری در قوس و ایجاد انحراف

در برخی قسمتهای خطوط لوله و خصوصاً در مواقعی که لوله‌گذاری به موازات جاده‌ها و خیابانها انجام می‌شود و یا موانعی در مسیر خط وجود دارد، ایجاد قوس در خط لوله به منظور هماهنگی با پیچ جاده و خیابان و یا عبور از کنار، زیر و یا روی موانع اجتناب‌ناپذیر است. در پیچ‌های با شعاع بزرگ می‌توان به جای به کارگیری زانو برای این منظور، با استفاده از انحراف مجاز برخی از انواع اتصالی‌ها و بدون به کار بردن زانویی و یا دیگر تمهیدات، قوس مورد نظر را در خط انتقال با انحراف متوالی چندین شاخه لوله ایجاد نمود. برای عبور از کنار، زیر و یا بالای موانع نیز می‌توان این عمل را از فاصله دورتر شروع نموده و با انحراف مجاز چندین شاخه لوله، از موانع عبور نمود. همچنین در برخی مواقع، با استفاده از این روش می‌توان زانویی‌های کوچک را حذف نمود.

حداکثر زاویه انحراف لوله‌ها توسط سازنده تعیین می‌شود. با در دست داشتن زاویه انحراف، شعاع قوس و حداکثر انحراف هر اتصال از محور[1] قابل محاسبه می‌باشد. ذیلاً زاویه انحراف، شعاع قوس و حداکثر انحراف هر اتصال، ذکر، ولی تأکید می‌گردد که این زاویه باید توسط سازنده لوله با توجه به سختی، فشار کار و ردیف قطر لوله تأیید و یا ارائه شود.

[1] Offset

قطر لوله میلیمتر	زاویه انحراف هر شاخه لوله درجه	شعاع قوس متر	حداکثر انحراف هر اتصال از محور میلیمتر
کمتر از ۵۰۰	۳	۱۱۵	۳۱۴
۶۰۰ الی ۹۰۰	۲	۱۷۲	۲۰۹
۱۰۰۰ الی ۱۴۰۰	۱	۳۴۴	۱۰۵
بیش از ۱۴۰۰	۰/۵	۶۸۸	۵۲

◄ ۲-۷-۱۵ شناورشدن و جابجایی لوله

لوله‌های فایبرگلاس به علت وزن نسبتاً کم خود در مقایسه با سایر لوله‌ها و قبل از خاکریزی، می‌توانند به سرعت شناور شده و یا از راستای خود منحرف گردند.

برای حفظ لوله‌ها در محل خود تا زمان خاکریزی، باید تمهیداتی به کار گرفته شوند که ساده‌ترین آنها، خاکریز موضعی در کناره و یا روی بدنه لوله می‌باشد. همچنین، بکارگیری راهکارهایی نظیر وزنه‌های نگهدارنده، بست و نظایر آن، از جابجایی لوله جلوگیری می‌نماید.

در مواقعی که سطح آبهای زیرزمینی بالا است و یا امکان ورود آبهای سطحی به داخل ترانشه وجود دارد، لوله‌ها می‌توانند شناور شوند. برای جلوگیری از شناور شدن لوله، خاکریزی سریع اولیه و بلافاصله پس از استقرار لوله و برقراری اتصالات، ضروری است. حداقل پوشش روی لوله خالی برای جلوگیری از شناور شدن آن حدوداً برابر قطر لوله می‌باشد.

◄ ۲-۷-۱۶ لوله‌گذاری در حالتهای خاص

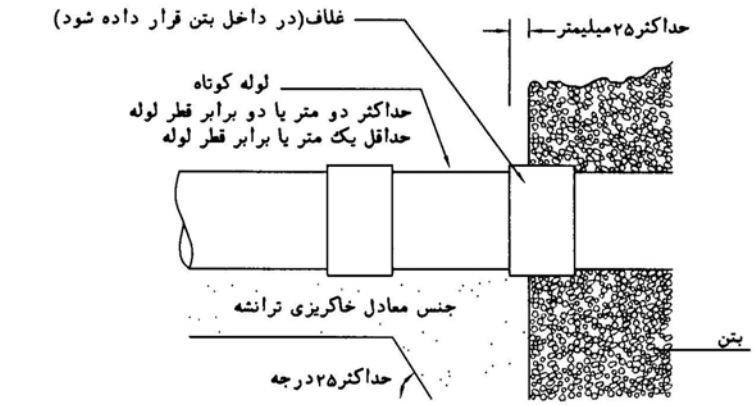
در خطوط آبرسانی، با توجه به جنس زمین، موانع طبیعی و یا احداث شده در مسیـــر و نظایر آن، شرایطی ایجاد می‌شود که لوله‌گذاری از حالت معمول خارج و باید به صورت مقطعی خاص انجام شود. ذیلاً نحوه کار در چند حالت از این موارد ذکر می‌گردد.

۲-۷-۱۶-۱ تغییر جنس زمین

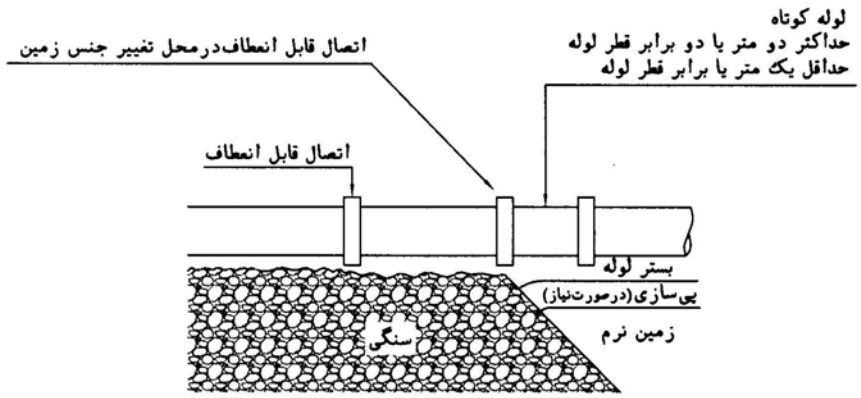
تغییر در جنس زمین مسیر لوله می‌تواند باعث نشست‌های ناهمگون لوله شود. این تغییرات ممکن است ناشی از دو جنس متفاوت زمین طبیعی و یا ورود به ساختمانها و تاسیسات باشد. در شکل شماره (۲-۷-۱۸)، نحوه عمل در دو حالت معمول تغییر در جنس زمین مسیر لوله نشان داده شده است.

۲-۷-۱۶-۲ قطع عرضی سایر لوله‌ها

برای عبور از روی لوله‌های موجود و قطع عرضی آنها، رعایت مقررات و دستورالعمل‌های مقامات ذیربط کاملاً ضروری است. در شکل شماره (۲-۷-۱۹)، حداقل شرایط عبور از روی یک لوله موجود نشان داده شده است.



الف:اتصال به سازه صلب(مانند بتن)



ب:تغییر در جنس زمین

شکل ۲-۷-۱۸ : تمهیدات تغییر در جنس زمین

۲-۷-۱۶-۳ نصب دو لوله موازی

حداقل شرایط نصب دو رشته لوله موازی در شکل شماره (۲-۷-۲۰) منعکس است. در صورتی که هر دو لوله برای آبرسانی نباشد، رعایت ضوابط ایمنی و دستورالعمل‌های ارگانهای ذیربط ضروری است.

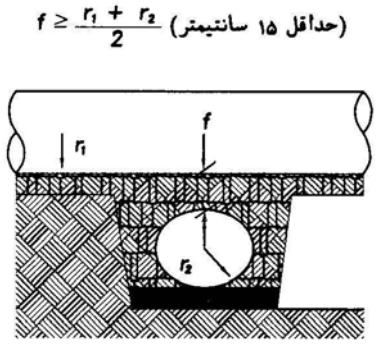
۲-۷-۱۶-۴ نصب روی سطح زمین

در بسیاری از مواقع و برای عبور از موانعی مانند رودخانه‌ها، تونلها و نظایر آن، نصب لوله روی سطح زمین ضروری است. شرایط و جزییاتی که در این خصوص برای لوله‌های فولادی ذکر شد، برای لوله‌های فایبرگلاس نیز قابل استفاده است. در این مواقع توجه به نکات عمده زیر ضروری است.

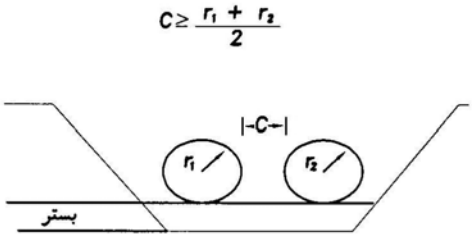
- با پیش‌بینی یک زین از جنس مناسب، از بروز تکیه‌گاه با بار نقطه‌ای و متمرکز جلوگیری شود. زاویه قرار گرفتن لوله روی تکیه‌گاه معادل ۱۲۰ درجه درنظر گرفته شود.
- تکیه‌گاه با رعایت نکات فنی، در حداقل عرض ممکن ساخته شود.

- لوله‌های فایبرگلاس روکار در مقابل خراش و سائیدگی خارجی محافظت گردند.
- از خمیدگی زیادتر از مجاز لوله‌ها جلوگیری شود.
- لوله‌ها در مقابل حرارت و اشتعال و تابش نور حفاظت شده و انقباض و انبساط آنها محاسبه و مهار شوند.

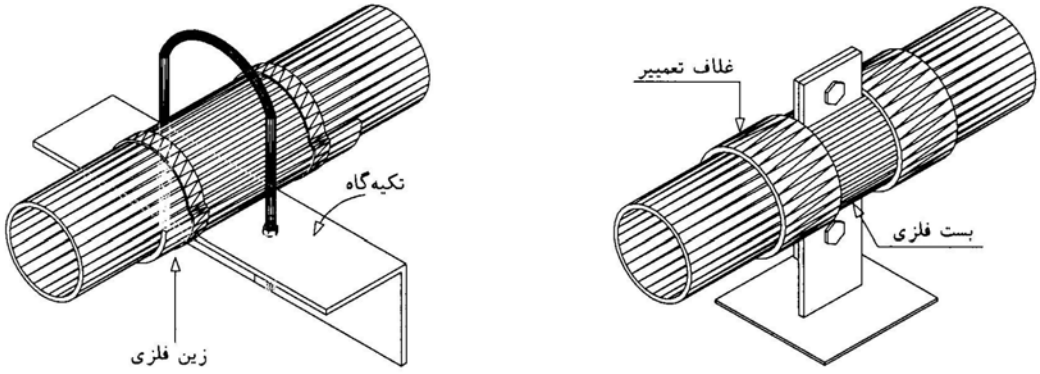
در شکل شماره (۲-۷-۲۱) دو نمونه از تکیه‌گاه لوله‌ها در روی زمین نشان داده شده است.



شکل ۲-۷-۱۹ : عبور عرضی از روی لوله موجود



شکل ۲-۷-۲۰ : نصب دو رشته لوله مجاور یکدیگر



شکل ۲-۷-۲۱ : نمونه‌های تکیه‌گاه لوله‌های فایبرگلاس

۲-۷-۱۷ برش لوله

لوله‌های فایبرگلاس قابلیت برش و فارسی‌بری[1] خوبی داشته و امکان ساخت متعلقات، قطعات کوچکتر لوله و هرگونه عملیات مشابه را دارند. برش لوله‌ها باید توسط دستگاه و ماشین‌آلات مخصوص انجام پذیرد و محل برش کاملاً صاف و عاری از هرگونه برآمدگی و زبری و الیاف آزاد باشد.

۲-۷-۱۸ تعمیر لوله

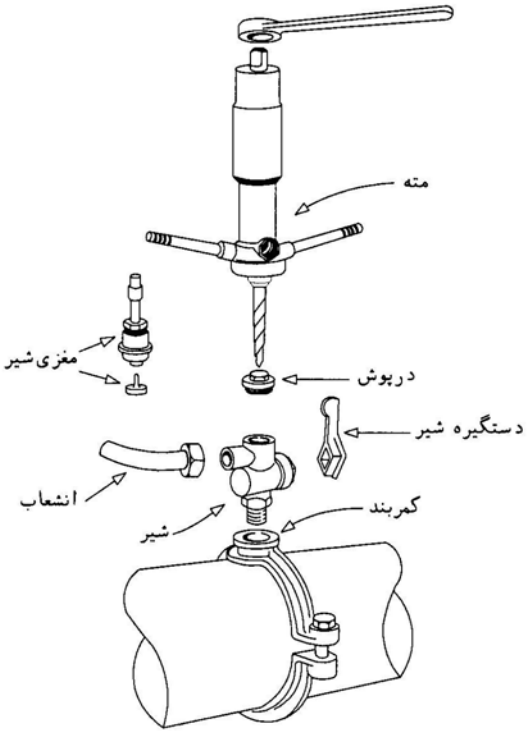
لوله‌های فایبرگلاس که به هر دلیل آسیب دیده باشند، به راحتی قابل تعمیر بوده و نیازی به خارج نمودن تمام شاخه لوله نیست، مگر این که ضرورت‌های بهره‌برداری و تعمیراتی ایجاب نماید. برای تعمیر قسمتهای آسیب دیده، دو طرف محل مورد نظر و با طول مناسب برش داده شده و قطعه صدمه دیده خارج می‌گردد. سپس یک قطعه لوله سالم و با طول کمی‌کوچکتر از قطعه خارج شده که بتواند به راحتی در محل قرار گرفته، جایگزین شود. برای برقراری اتصال می‌توان یا از دو عدد غلاف فایبرگلاس و یا دو عدد بست فلزی استفاده نمود.

۲-۷-۱۹ انشعاب از خطوط لوله فایبرگلاس

انشعاب از خطوط لوله فایبرگلاس تحت فشار در اصول مشابه لوله‌های آزبست سیمان و توسط کمربند مخصوص و مته برای سوراخ کردن لوله صورت می‌گیرد. برای این منظور دستورالعمل سازنده لوله باید کاملاً رعایت شود.

در شکل شماره (۲-۷-۲۲)، روش عمومی‌انشعاب‌گیری از لوله تحت فشار توسط کمربند نشان داده شده است.

[1] Miter Cut



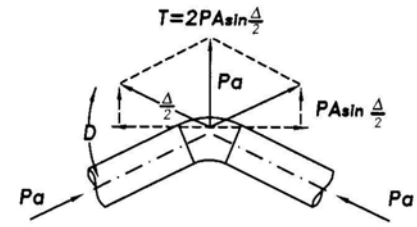
شکل ۲-۷-۲۲ : نحوه انشعاب‌گیری از لوله تحت فشار فایبرگلاس

۲-۷-۲۰ تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها

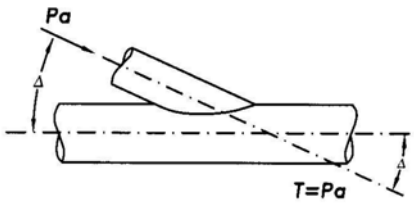
نحوه اتصال لوله‌های فایبرگلاس، که عمدتاً توسط غلاف و یا مکانیکی است، هیچ‌گونه امکان جلوگیری از حرکت طولی و جدا شدن اتصالات از یکدیگر در اثر نیروهای وارده ناشی از تغییر جهت و یا قطع جریان و یا نیروهای وارده به فلنج کور را فراهم نمی‌کند. تنها نیروی مقاوم در این مورد، اصطکاک ناچیز بین واشر و سرساده لوله است که به نوبه خود بستگی زیاد به نحوه اجرا و سایر عواملی دارد که در نهایت، این نیروی اصطکاکی را برای مقاومت در مقابل حرکت طولی لوله غیرقابل توجه و بسیار کم می‌نماید.

مشخصات کلی انواع تکیه‌گاهها و پشت بندها در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری، تحت عنوان ضربه‌گیرها، ذکر گردیده است. تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها در حالت عادی، عمدتاً به صورت بتن درجا پیش‌بینی و اجرا می‌گردند. رابطه نیروی وارده به معمول‌ترین اتصالات در بخش لوله‌های چدن نشکن درج شده است. معهذا در اینجا و به واسطه حساسیت لـــوله‌های G.R.P در این خصوص، این نیروها مجدداً و به صورت کامل‌تر، در شکل (۲-۷-۲۳) منعکس و نمایش داده شده است.

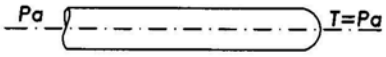
در اینجا ذکر این نکته ضروری است که در مشخصات بلوکهای ضربه‌گیر، باید توجه شود که این بلوکها، با توجه به وضعیت زمین و نصب، دارای مقاومت کافی در تمام موارد باشند. در این ارتباط، وزن و ابعاد بلوک، وزن خاکریز روی بلوک، فشار منفی خاک بر بلوک، اصطکاک بین بدنه لوله و خاک اطراف، باید در نظر گرفته شود.



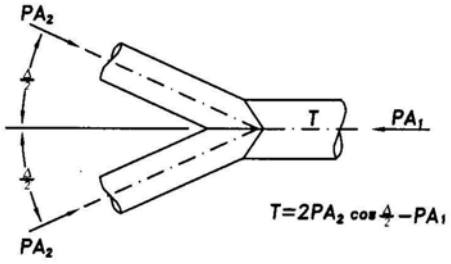
زانو



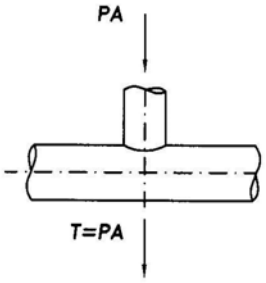
سه راهی کج



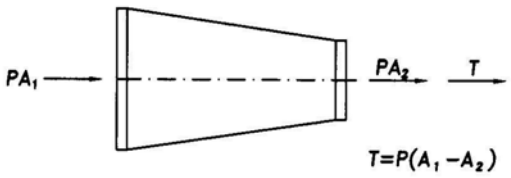
فلنج کور



سه راهی دو شاخه (Y)



سه راهی



تبدیل

A = سطح مقطع لوله
Δ = زاویه انحراف

شکل ۲-۷-۲۳ : نیروی وارد به تکیه‌گاه‌ها و پشت‌بندها

در زمین‌های نرم، خاک اطراف بلوک باید با ماسه و یا خاکهای مناسب دیگر که فشار منفی کافی ایجاد می‌نماید، جایگزین گردد. باربری زمین نیز باید به دقت بررسی شده و در صورتی که باربری زمین کم می‌باشد (مانند زمین‌های رسی و یا آبدار)، یا شمع‌های کوتاه در جا مورد استفاده قرار گیرند و یا سطح نشیمن بلوک افزایش یابد.

در اینجا چند پشت‌بند و نیروی معمول به لوله‌ها ذکر می‌شوند[1].

۲-۷-۲۰-۱ مهار زانویی

معمول‌ترین متعلقات مصرفی در لوله‌ها، زانویی است. مهار زانویی‌ها می‌تواند یا توسط پشت‌بندهای بتنی انجام شود و یـا توسط قطعات تعداد کافی شاخه لوله با اتصالات انعطاف ناپذیر، از قبیل اتصال جوشی و فلنجی، صورت پذیرد.

در شکل شماره (۲-۷-۲۴)، مهار زانویی‌ها در تغییر جهت عمودی لوله توسط پشت‌بند و قطعات بتنی نشان داده شده است.

در شکل شماره (۲-۷-۲۵)، مهار زانویی‌ها در تغییر جهت، توسط اتصالی انعطاف ناپذیر و مهار شده[2] نشان داده شده است. طول آن بخش از لوله در هر طرف زانویی که باید با استفاده از اتصالی مهار شده نصب شود برابر است با :

$$L = \frac{PA(Sin\frac{\Delta}{2})}{f(2W_e + W_p + W_w)}$$

در اینجـا :

L = طول لوله با اتصالی مهار شده در هر طرف زانویی بر حسب متر

P = فشار داخلی لوله بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

A = سطح مقطع لوله برحسب سانتیمتر مربع

Δ = زاویه زانویی بر حسب درجه

f = ضریب اصطکاک بین خاک و لوله

We = وزن خاک وارد برحسب کیلوگرم در متر طول (سربار)

Wp = وزن لوله برحسب کیلوگرم در متر طول

Ww = وزن مایع درون لوله برحسب کیلوگرم در متر طول

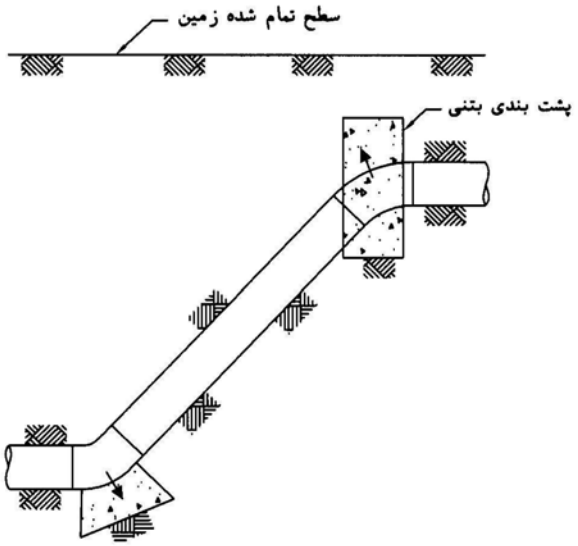
در شکل شماره (۲-۷-۲۶)، مهار زانویی در تغییر جهت عمودی توسط اتصالات مهار شده نشان داده شده است. در حقیقت این زانویی باید در مقابل بلند شدن[3] مهار گردد.

طول هر بخش از خط لوله در هر طرف زانویی که باید با استفاده از اتصالی مهار شده نصب شود برابر است با :

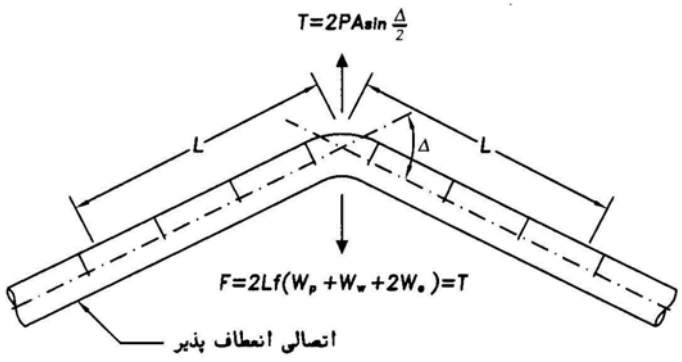
[1] AWWA M 45
[2] Restrained (Tied) Joint
[3] Uplift

$$L_1 = \frac{PASin(\Delta/2)}{(W_e + W_p + W_w)Cos(\varphi_1 - \Delta/2)}$$

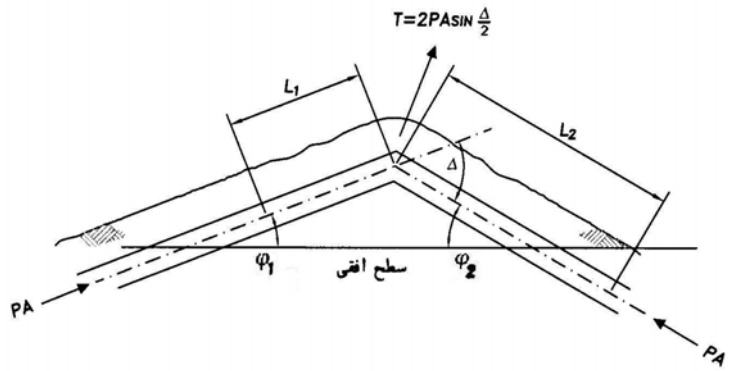
$$L_2 = \frac{PASin(\Delta/2)}{(W_e + W_p + W_w)Cos(\varphi_2 - \Delta/2)}$$



شکل ۲-۷-۲۴ : مهار زانویی‌ها در تغییر جهت عمودی



شکل ۲-۷-۲۵ : مهار زانویی توسط اتصالی مهار شده در تغییر جهت



شکل ۲-۷-۲۶ : مهار زانویی توسط اتصالی مهار شده در تغییر جهت عمودی

۲-۷-۲۰-۲ مهار قوس

همانطور که در بخش‌های قبلی ذکر شد، لوله‌های فایبرگلاس قابلیت انحراف[1] در محل اتصال تا حدود مجاز و تعیین شده را دارند. با این عمل و بدون استفاده از زانویی، امکان ایجاد قوس وجود دارد. این عمل ایجاب می‌نماید که تثبیت لوله کنترل شده و در صورت لزوم از مهاری استفاده شود.

در شکل‌های شماره (۲-۷-۲۷) و (۲-۷-۲۸)، ایجاد قوس افقی و عمودی از طریق استفاده از انحراف مجاز هر شاخه لوله در محل اتصالی نشان داده شده است. در صورتی که نیروی ایجاد شده از این انحراف (T) کمتر از رابطه زیر باشد، لوله‌ها قادر به تحمل نیروی ایجاد شده بوده و نیازی به پشت‌بند نیست. در غیر این صورت، مهار لوله‌ها توسط پشت‌بند بتنی ضروری است.

$T \le f\ Lp\ (Wp + Ww + 2\ We)$ قوس افقی

$T \le f\ Lp\ (Wp + Ww + 2\ We)\ Cos\ (\varphi - \Phi/2)$ قوس عمودی

در روابط فوق :

$T = 2\ PA\ Sin\ (\Phi/2)$

T = برابر نیروی ایجاد شده در محل هر انحراف است.

P = فشار داخلی بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

A = سطح مقطع لوله بر حسب سانتیمتر مربع

Φ = زاویه انحراف در محل هر اتصالی در مرکز لوله برحسب درجه

φ = زاویه شیب بر حسب درجه

f = ضریب اصطکاک بین خاک و لوله

Lp = طول هر شاخه لوله بر حسب متر

Wp = وزن لوله بر حسب کیلوگرم در متر طول

[1] Deflection

Ww = وزن مایع درون لوله بر حسب کیلوگرم در متر طول

We = وزن خاک روی لوله بر حسب کیلوگرم در متر طول

مقدار We رابطه مستقیم با عرض ترانشه داشته و از رابطه مارستون برای لوله‌های انعطاف‌پذیر به شرح زیر محاسبه می‌گردد.

$$We = Cd. W. Bd. Bc$$

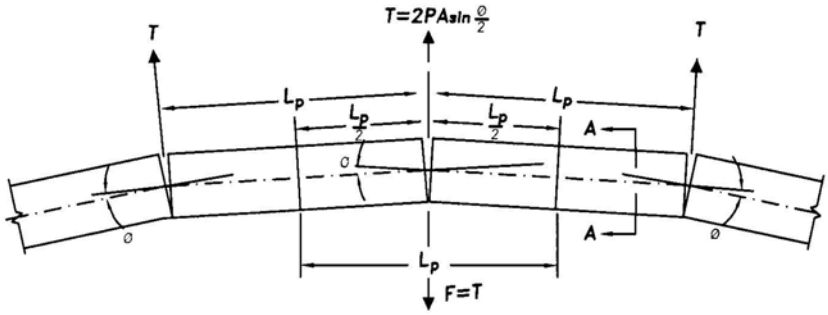
در اینجـــا :

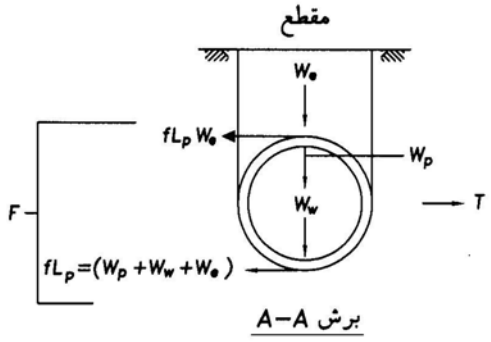
Cd = ضریبی که به جنس خاکریز و ارتفاع خاک بالای لوله (H) و عرض ترانشه بالای لوله (Bd) بستگی دارد و از نمودار ضمیمه قابل استخراج است.

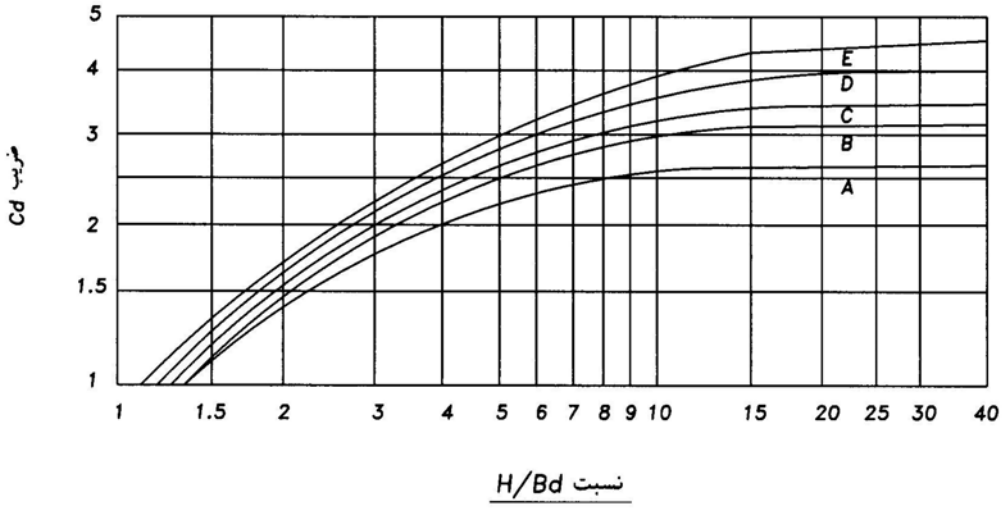
Bd = عرض ترانشه بالای لوله بر حسب متر.

Bc = قطر خارجی لوله بر حسب متر.

با توجه به رابطه فوق، کاهش هر چه بیشتر عرض ترانشه در بالای لوله، باعث بالا رفتن مقاومت در مقابل نیروی ایجاد شده می‌گردد.

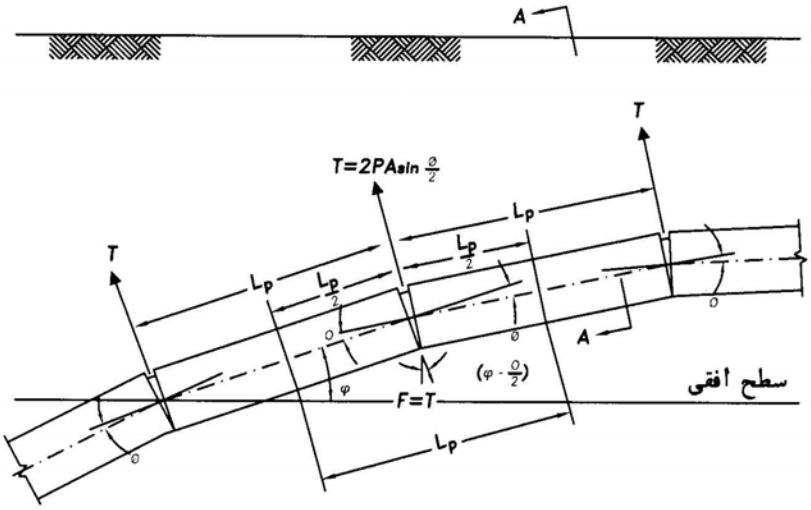


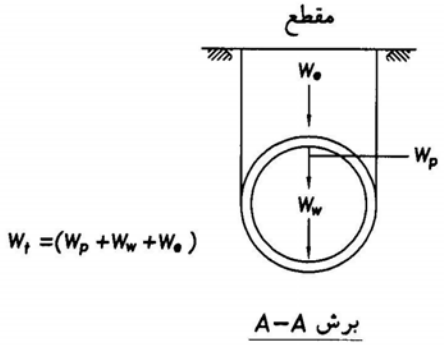




A = مواد دانه ای بدون چسبندگی
B = شن و مخلوط رودخانه‌ای
C = خاکریز معمولی(TOPSOIL)اشباع
D = خاکرس
E = خاکرس اشباع

شکل ۲-۷-۲۷ : ایجاد قوس افقی توسط انحراف مجاز اتصالی لوله





شکل ۲-۷-۲۸ : ایجاد قوس عمودی توسط انحراف مجاز اتصالی لوله

۲-۷-۲۱ خاکریزی مقدماتی

خاکریزی مقدماتی (مرحله اول قسمت دوم) که همان خاکریزی انتخابی است، در اصول بر اساس دستورات مهندس مشاور و مشخصات و ضوابط مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری انجام می‌شود.

خاک مصرفی باید عاری از قلوه و پاره سنگ، خاک یخ زده، مواد گیاهی و آلی، زباله و خاکهای پوسیده، خاکستر، ذغال و سایر مصالح نامناسب مشابه باشد.

خاکریزی مقدماتی در هر قسمت باید بر اساس مشخصات بسترسازی تعیین شـــده در نقشه‌ها و مدارک اجرایی و دستورات مهندس مشاور انجام پذیرد.

با توجه به این که آزمایش فشار هیدرواستاتیکی خط لوله قبل از تکمیل خاکریزی مقدماتی انجام می‌شود، خاکریزی مقدماتی جسم و بدنه لوله باید به نحوی انجام پذیرد که محل اتصالات و متعلقات برای کنترل هر گونه نشت قابـل رؤیت باشند. بنابراین خاکریزی مقدماتی این محل‌ها پس از اتمام آزمایش‌ها باید به نحوی انجام پذیرد که با خاکریزی مقدماتی قبلی روی جسم و بدنه لوله به صورت همگن باشد.

خاکریزی مقدماتی لوله باید در محیط خشک انجام و هرگونه آبهای سطحی و ورودی به ترانشه قبلاً خارج شده باشد.

خاکریزی مقدماتی بر اساس مشخصات بسترسازی، حداقل تا ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله انجام می‌پذیرد، مگـــر این که در مشخصات طرح مقادیر متفاوتی ذکر شده باشد. متذکر می‌شود که خاکریزی مقدماتی کمتر از ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله با توجه به سختی و ردیف قطر لوله و سایر مشخصات، فقط در صورتی مجاز است که بر اساس مشخصات طرح باشد. در غیر این صورت خاکریزی مقدماتی در بالای تاج لوله باید حداقل ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته و اجرا شود.

حداکثر ابعاد دانه‌بندی خاک برای خاکریزی مقدماتی لوله‌های فایبرگلاس تا ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله به شرح زیر است.

قطر لوله (میلیمتر)	حداکثر ابعاد دانه (میلیمتر)
تا ۴۵۰	۱۳
۵۰۰ الی ۶۰۰	۱۹
۷۰۰ الی ۹۰۰	۲۵
۱۰۰۰ الی ۱۲۰۰	۳۲
بیش از ۱۲۰۰	۳۸

علاوه بر این سنگهای با ابعاد بیش از ۲۰۰ میلیمتر نباید از ارتفاع بیش از دو متر بر روی خاکریزی مقدماتی در محدوده ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله پرتاب شوند.

◄ ۲-۷-۲۲ آزمایش هیدرواستاتیکی و سراسری و ضدعفونی نمودن خط لوله فایبرگلاس

موارد مهم و مشترک آزمایش هیدرواستاتیکی خطوط لوله از نظر آماده‌سازی خط لوله، مشخصات آب مصرفی، ضد عفونی نمودن خطوط و آزمایش سراسری و شستشو و غیره در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده است. پیمانکار باید ضمن رعایت نکات مندرج در فصل ذکر شده، موارد زیر را نیز برای آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله فایبرگلاس رعایت نمایـــد.

- مقدار خاکریزی مقدماتی باید به اندازه‌ای باشد که از بلند شدن و جابجایی لوله‌ها در حین پرکردن خط لوله از آب و یا افزایش فشار، جلوگیری نماید. همانطور که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری درج شده، حداقل مقدار خاکریزی روی بدنه لوله، به جز در موارد تعیین شده توسط مهندس مشاور، معادل ۳۰ سانتیمتر می‌باشد. در صورتی که با توجه به مشخصات و ضرورت‌های اجرایی، خاکریزی مقدماتی و نهایی باید بلافاصله پس از نصب لوله‌ها انجام شود، روسازی نهایی مسیر نباید قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیکی خط، کامل و نهایی گردد.

- آزمایش هیدرواستاتیکی نباید زودتر از ۳۶ ساعت پس از بتن‌ریزی آخرین پشت‌بند خط لوله (در صورت استفاده از سیمان زودگیر) و یا ۷ روز (در صورت استفاده از سیمان پرتلند) انجام پذیرد.
- قبل از شروع آزمایش، خط لوله به مدت مناسب و طبق نظر مهندس مشاور پر از آب شده و هوای آن کاملاً خارج شود. پیمانکار باید در طی این مدت، کلیه اتصالی‌ها و متعلقات و محل‌های باز لوله را بازدید نموده و در صورت مشاهده هرگونه خرابی در مصالح و یا نشت آب و قبل از شروع آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله، نسبت به رفع آنها اقدام و مجدداً خط لوله را برای مدت تعیین شده پر از آب کرده و کاملاً هواگیری نماید.
- طول قطعات مورد آزمایش باید بین ۵۰۰ الی ۱۵۰۰ متر باشد.

متذکر می‌شود که ضد عفونی نمودن خط لوله بـــا آزمایش هیدرواستاتیکی آن هم زمـــان نمی‌باشد. لذا پیمانکار باید خطوط لوله را بر اساس دستورالعمل‌های مهندس مشاور و مشخصات طرح پروژه و موارد مندرج در نکات مشترک لوله‌گذاری، ضد عفونی نماید.

- فشار آزمایش معادل ۱/۵ برابر فشار کار لوله است، مگر این که ارقام دیگری در مشخصات طرح تعیین شده باشد.
- قبل از شروع آزمایش نهایی، فشار خط تا حدود ۴۰ درصد فشار افزایش داده شده و به مدت حداقل ۲۴ ساعت حفظ شود. بدین ترتیب علاوه بر خارج شدن هوای محبوس، تعادل خط از نظر درجه حرارت محیط و آب برقرار می‌گردد.
- مدت زمان آزمایش در فشار نهایی، حداقل یک ساعت می‌باشد که خط باید طی این مدت، در این فشار حفظ و کلیه اتصالات و متعلقات متوالیاً و مرتباً بازدید شوند. در صورت کاهش فشار آزمایش خط در طی این مدت، فشار خط از طریق تزریق آب در هر ۱۰ دقیقه افزایش یافته تا به فشار آزمایش برسد. متذکر می‌شود که مدت آزمایش در فشار نهایی حداقل یک ساعت و در صورت ضرورت، حداکثر تا ۱۵ ساعت می‌باشد که مدت آن با توجه به شرایط طرح توسط مهندس مشاور تعیین می‌گردد. توصیه می‌شود که مدت زمان آزمایش هیدرواستاتیکی حدود شش ساعت در نظر گرفته شود.
- آزمایش هیدرواستاتیکی خط لوله در صورتی مورد قبول می‌باشد که مجموع آب تزریقی به خط طی مدت آزمایش برای حفظ فشار نهایی از رابطه زیر کمتر باشد.

$$Q = 0.17 \times D \times L \times H$$

که در این رابطه :

Q = مقدار آب تزریقی به خط لوله بر حسب لیتر در ساعت

D = قطر اسمی‌خط لوله به متر

L = طول قطعه خط مورد آزمایش به کیلومتر

H = متوسط فشار به متر

مقدار Q در حالت عادی به عنوان تنها نشت آب نبوده، بلکه آب مورد نیاز برای جبران انقباض و جابجایی‌های کوچک خط و اتصالات و متعلقات در حالت تحت فشار می‌باشد.

۲-۷-۲۳ خاکریزی نهایی

خاکریزی نهایی از ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله شروع و تا سطح زمین و یا زیر لایه زیرسازی جاده‌ها و معابر ادامه می‌یابد، مگر این که در مشخصات طرح، دستورالعمل دیگری داده شده باشد. خاکریزی نهایی در اصول بر اساس مشخصات مندرج در بخش « نکات مشترک لوله‌گذاری» انجام می‌شود.

خاک حاصل از حفر ترانشه در صورتی بنا به مندرجات مشخصات طرح و یا تأیید مهندس مشاور مناسب برای مصرف می‌باشد که دارای مقادیر مناسب رس، شن، مخلوط و مواد مشابه باشد. در صورتی که خاک حاصل از حفر ترانشه به علل مختلف، از جمله نامناسب بودن یا عدم کفایت آن برای خاکریزی نهایی، باید از مخلوط رودخانه‌ای و یا خاک قرضه مناسب و مورد تأیید مهندس مشاور به عنوان خاک جایگزین استفاده نمود.

خاکریزی نهایی باید بر اساس مشخصات طرح و یا دستورات مهندس مشاور و یا مندرجات سایر بخش‌های این مشخصات متراکم گردد. متذکر می‌شود که تراکم خاکریزی‌ها در نصب لوله‌های پلاستیکی با توجه به قابلیت کمانش و انعطاف‌پذیری این لوله‌ها از اهمیت ویژه برخورداری است.

ارتفاع خاکریزی مرحله اول که قبل از انجام آزمایش‌های فشار هیدرواستاتیکی بر روی بدنه لوله انجام می‌شود، حدود ۳۰ سانتیمتر تا روی تاج لوله است. اضافه و یا کاهش آن بر اساس مشخصات طرح است.

پیوست شماره یک

مشخصات لوله‌های G.R.P تولیدی با روش الیاف پیچی بر اساس فشار اسمی، سختی و سری قطـــــر

مشخصات جداول ضمیمه به شرح زیر است.

ماخذ : DIN 16868-1 , 1994

قطر خارجی بر اساس ISO 7370, 1983

وزن لوله‌ها با توجه به چگالی ۱/۸ گرم در سانتیمتر مکعب محاسبه شده است.

واحد قطر اسمی لوله (DN) و قطر خارجی لوله (d3 و حداکثر انحراف) در جداول به میلیمتر است.

واحد حداقل ضخامت جداره به میلیمتر و وزن تقریبی یک متر لوله به کیلوگرم می‌باشد.

جدول ۲-۷-۵ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی – سری قطر یک

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجه سختی											
			SN ۶۳۰		SN ۱۲۵۰				SN ۲۵۰۰					
			فشار اسمی											
			PN 1		PN1/PN 2.5/PN4		PN 6		PN 10		PN1/PN 2.5/PN4		PN 6		PN 10	
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۳۰۰	۳۱۰	± ۲/۶	۳	۵	۳/۶	۶	۳/۲	۵	۳	۵	۴/۴	۸	۴	۷	۳/۶	۷
۳۵۰	۳۶۱	± ۲/۶	۳/۳	۷	۴/۱	۸	۳/۶	۷	۳/۳	۶	۵/۱	۹	۴/۶	۹	۴/۱	۸
۴۰۰	۴۱۲	± ۲/۷	۳/۷	۸	۴/۷	۱۰	۴/۱	۹	۳/۷	۸	۵/۸	۱۲	۵/۳	۱۲	۴/۷	۱۰
۵۰۰	۵۱۴	± ۲/۸	۴/۶	۱۳	۵/۹	۱۶	۵/۱	۱۴	۴/۶	۱۳	۷/۲	۲۱	۶/۵	۱۷	۵/۹	۱۶
۶۰۰	۶۱۶	± ۲/۹	۵/۴	۱۹	۶/۸	۲۳	۶	۱۹	۵/۵	۱۸	۸/۵	۲۹	۷/۷	۲۵	۶/۸	۲۲
۷۰۰	۷۱۸	± ۳	۶/۴	۲۶	۷/۹	۳۱	۷	۲۷	۶/۳	۲۴	۱۰	۳۹	۹	۳۵	۷/۹	۳۰
۸۰۰	۸۲۰	± ۳/۱	۷/۲	۳۳	۹	۴۱	۷/۹	۳۴	۷/۲	۳۲	۱۱/۳	۵۱	۱۰/۲	۴۶	۹	۴۱
۹۰۰	۹۲۲	± ۳/۲	۸	۴۱	۱۰/۱	۵۱	۸/۹	۴۳	۸	۳۹	۱۲/۷	۶۵	۱۱/۵	۵۸	۱۰/۱	۵۱
۱۰۰۰	۱۰۲۴	± ۳/۳	۸/۹	۵۱	۱۱/۲	۶۴	۹/۸	۵۴	۸/۹	۵۰	۱۴/۱	۸۱	۱۲/۷	۷۱	۱۱/۲	۶۳
۱۲۰۰	۱۲۲۸	± ۳/۵	۱۰/۶	۷۳	۱۳/۴	۷۳	۱۱/۷	۷۷	۱۰/۶	۷۱	۱۶/۹	۱۱۷	۱۵/۲	۱۰۱	۱۳/۴	۹۰
۱۴۰۰	۱۴۳۲	± ۳/۷	۱۲/۳	۹۹	۱۵/۶	۱۲۴	۱۳/۶	۱۰۵	۱۲/۳	۹۷	۱۹/۶	۱۵۸	۱۷/۷	۱۳۹	۱۵/۶	۱۲۲
۱۶۰۰	۱۶۳۶	± ۳/۹	۱۴/۱	۱۳۰	۱۷/۷	۱۶۲	۱۵/۵	۱۳۹	۱۴/۱	۱۳۳	۲۲/۴	۲۰۶	۲۰/۱	۱۸۱	۱۷/۷	۱۵۹
۱۸۰۰	۱۸۴۰	± ۴/۱	۱۵/۸	۱۶۵	۱۹/۹	۲۰۵	۱۷/۴	۱۷۱	۱۵/۸	۱۵۸	۲۵/۱	۲۵۹	۲۲/۶	۲۲۸	۱۹/۹	۲۰۱
۲۰۰۰	۲۰۴۴	± ۴/۳	۱۷/۵	۲۰۲	۲۲/۱	۲۵۲	۱۹/۳	۲۱۱	۱۷/۵	۱۹۵	۲۷/۹	۳۲۰	۲۵/۱	۲۷۷	۲۲/۱	۲۴۸
۲۴۰۰	۲۴۵۲	± ۴/۷	۲۰/۹	۲۹۰	۲۶/۵	۳۶۵	۲۳/۱	۳۰۲	۲۰/۹	۲۷۹	۳۳/۴	۴۶۱	۳۰/۱	۴۰۶	۲۶/۵	۳۵۸
۲۸۰۰	۲۸۶۰	± ۵/۱	۲۴/۴	۳۹۵	۳۰/۸	۴۹۶	۲۶/۹	۴۱۵	۲۴/۴	۳۸۰	۳۸/۹	۶۲۶	۳۵	۵۵۱	۳۰/۸	۴۸۵
۳۲۰۰	۳۲۶۶	± ۵/۵	۲۷/۸	۵۱۴	۳۰/۷	۶۴۸	۵۱۴	۵۴۰	۲۷/۸	۴۹۶	۴۴/۵	۸۱۹	۴۰	۷۱۹	۳۵/۲	۶۳۳

ادامه جدول ۲-۷-۵ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی – سری قطر یک

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجه سختی											
			SN ۵۰۰۰				SN ۱۰۰۰۰							
			فشار اسمی											
			PN 1 to PN 6		PN10/PN 16		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 6		PN 10		PN 16	PN 25
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۳۰۰	۳۱۰	± ۲/۶	۵/۶	۱۰	۴/۵	۸	۶/۹	۱۲	۵/۶	۹	۶	۱۰	۵/۶	۹	۵/۶	۹
۳۵۰	۳۶۱	± ۲/۶	۶/۵	۱۳	۵/۱	۱۰	۸	۱۶	۶/۵	۱۳	۷	۱۴	۶/۵	۱۳	۶/۵	۱۳
۴۰۰	۴۱۲	± ۲/۷	۷/۳	۱۷	۵/۸	۱۳	۹/۱	۲۱	۷/۳	۱۶	۷/۹	۱۸	۷/۳	۱۶	۷/۳	۱۶
۵۰۰	۵۱۴	± ۲/۸	۸/۱	۲۶	۷/۲	۲۰	۱۱/۳	۳۲	۹/۱	۲۶	۹/۸	۲۸	۹/۱	۲۶	۹/۱	۲۶
۶۰۰	۶۱۶	± ۲/۹	۱۰/۹	۳۸	۸/۷	۳۰	۱۳/۴	۴۶	۱۰/۹	۳۷	۱۱/۷	۴۰	۱۰/۹	۳۷	۱۰/۹	۳۷
۷۰۰	۷۱۸	± ۳	۱۲/۶	۵۱	۱۰	۴۰	۱۵/۶	۶۳	۱۲/۶	۵۰	۱۳/۶	۵۴	۱۲/۶	۵۰	--	--
۸۰۰	۸۲۰	± ۳/۱	۱۴/۴	۶۷	۱۱/۳	۵۱	۱۷/۸	۸۲	۱۴/۴	۶۵	۱۵/۵	۷۰	۱۴/۴	۶۵	--	--
۹۰۰	۹۲۲	± ۳/۲	۱۶/۱	۸۴	۱۲/۷	۶۵	۲۰	۱۰۴	۱۶/۱	۸۲	۱۷/۴	۸۸	۱۶/۱	۸۲	--	--
۱۰۰۰	۱۰۲۴	± ۳/۳	۱۷/۹	۱۰۴	۱۴/۱	۸۰	۲۲/۲	۱۲۸	۱۷/۹	۱۰۱	۱۹/۳	۱۰۹	۱۷/۶	۱۰۱	--	--
۱۲۰۰	۱۲۲۸	± ۳/۵	۲۱/۴	۱۴۹	۱۶/۹	۱۱۵	۲۶/۶	۱۸۴	۲۱/۴	۱۴۶	۲۳/۱	۱۵۷	۲۱/۴	۱۴۶	--	--
۱۴۰۰	۱۴۳۲	± ۳/۷	۲۴/۹	۲۰۱	۱۹/۶	۱۵۵	۳۱	۲۱۴	۲۴/۹	۱۹۷	۲۶/۶	۲۱۳	۲۴/۹	۱۹۷	--	--
۱۶۰۰	۱۶۳۶	± ۳/۹	۲۸/۵	۲۷۱	۲۲/۴	۲۰۵	۳۵	۲۳۱	۲۸/۵	۲۵۷	۳۰/۷	۲۷۷	۲۸/۵	۲۵۷	--	--
۱۸۰۰	۱۸۴۰	± ۴/۱	۳۲	۳۳۳	۲۵/۱	۲۵۵	۳۲	۳۲۵	۳۲	۳۲۵	۳۴/۵	۳۵۱	۳۲	۳۲۵	--	--
۲۰۰۰	۲۰۴۴	± ۴/۳	۳۵/۵	۴۱۱	۲۷/۹	۳۱۵	۳۵/۵	۳۹۴	۳۵/۵	۳۹۴	۳۸/۳	۴۲۵	۳۵/۵	۳۹۴	--	--
۲۴۰۰	۲۴۵۲	± ۴/۷	۳۸	۵۷۶	۳۳/۴	۴۵۳	۴۲/۵	۵۷۷	۴۲/۵	۵۷۷	--	--	--	--	--	--
۲۸۰۰	۲۸۶۰	± ۵/۱	۳۸/۹	۶۱۵	۳۸/۹	۶۱۵	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

جدول ۲-۷-۶ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی – سری قطر دو

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجه سختی											
			SN ۶۳۰		SN ۱۲۵۰				SN ۲۵۰۰					
			فشار اسمی											
			PN 1		PN1/PN 2.5/PN4		PN 6		PN 10		PN1/PN 2.5/PN4		PN 6		PN 16	
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۱۰۰	۱۱۴	± ۱/۶	۱/۵	۱	۱/۵	۱	۲	۱/۵	۲	۱/۵	۲	۱/۵	۲	۱/۵	۲	۱/۵
۱۵۰	۱۶۸	± ۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
۲۰۰	۲۱۹	± ۲/۴	۲/۵	۳	۲/۵	۳	۲/۵	۳	۲/۵	۳	۳/۱	۴	۲/۸	۳	۲/۸	۳
۲۵۰	۲۷۳	± ۲/۵	۲/۷	۴	۳	۵	۲/۷	۴	۲/۷	۴	۳/۸	۶	۳/۴	۵	۳/۴	۵
۳۰۰	۳۲۴	± ۲/۶	۳	۵	۳/۶	۶	۳/۲	۵	۳	۵	۴/۴	۸	۴	۷	۳/۶	۷
۳۵۰	۳۷۵	± ۲/۶	۳/۳	۷	۴/۱	۸	۳/۶	۷	۳/۳	۶	۵/۱	۹	۴/۶	۹	¼	۸
۴۰۰	۴۲۹	± ۲/۷	۳/۷	۸	۴/۷	۱۰	۴/۱	۹	۳/۷	۸	۵/۸	۱۲	۵/۳	۱۲	۴/۷	۱۰
۵۰۰	۵۳۲	± ۲/۸	۴/۶	۱۳	۵/۹	۱۶	۵/۱	۱۴	۴/۶	۱۳	۷/۲	۲۱	۶/۵	۱۷	۵/۹	۱۶
۶۰۰	۶۳۵	± ۲/۹	۵/۴	۱۹	۶/۸	۲۳	۶	۱۹	۵/۵	۱۸	۸/۵	۲۹	۷/۷	۲۵	۶/۸	۲۲
۷۰۰	۷۳۸	± ۳	۶/۴	۲۶	۷/۹	۳۱	۷	۲۷	۶/۳	۲۴	۱۰	۳۹	۹	۳۵	۷/۹	۳۰
۸۰۰	۸۴۲	± ۳/۱	۷/۲	۳۳	۹	۴۱	۷/۹	۳۴	۷/۲	۳۲	۱۱/۳	۵۱	۱۰/۲	۴۶	۹	۴۱
۹۰۰	۹۴۵	± ۳/۲	۸	۴۱	۱۰/۱	۵۱	۸/۹	۴۳	۸	۳۹	۱۲/۷	۶۵	۱۱/۵	۵۸	۱۰/۱	۵۱
۱۰۰۰	۱۰۴۸	± ۳/۳	۸/۹	۵۱	۱۱/۲	۶۴	۹/۸	۵۴	۸/۹	۵۰	۱۴/۱	۸۱	۱۲/۷	۷۱	۱۱/۲	۶۳
۱۲۰۰	۱۲۵۵	± ۳/۵	۱۰/۶	۷۳	۱۳/۴	۷۳	۱۱/۷	۷۷	۱۰/۶	۷۱	۱۶/۹	۱۱۷	۱۵/۲	۱۰۱	۱۳/۴	۹۰
۱۴۰۰	۱۴۶۲	± ۳/۷	۱۲/۳	۹۹	۱۵/۶	۱۲۴	۱۳/۶	۱۰۵	۱۲/۳	۹۷	۱۹/۶	۱۵۸	۱۷/۷	۱۳۹	۱۵/۶	۱۲۲
۱۶۰۰	۱۶۶۸	± ۳/۹	۱۴/۱	۱۳۰	۱۷/۷	۱۶۲	۱۵/۵	۱۳۹	۱۴/۱	۱۳۳	۲۲/۴	۲۰۶	۲۰/۱	۱۸۱	۱۷/۷	۱۵۹
۱۸۰۰	۱۸۷۵	± ۴/۱	۱۵/۸	۱۶۵	۱۹/۹	۲۰۵	۱۷/۴	۱۷۱	۱۵/۸	۱۵۸	۲۵/۱	۲۵۹	۲۲/۶	۲۲۸	۱۹/۹	۲۰۱

ادامه جدول ۲-۷-۶ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی – سری قطر دو

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجه سختی											
			SN ۵۰۰۰				SN ۱۰۰۰۰							
			فشار اسمی											
			PN 1 to PN 6		PN10/PN 16		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 6		PN 10		PN 16	PN 26
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۱۰۰	۱۱۴	± ۱/۶	۲/۵	۲	۲	۱/۵	۲/۵	۲	۲/۵	۲	۲/۵	۳	۲/۵	۲	۲/۵	۲
۱۵۰	۱۶۸	± ۲	۳	۳	۲/۵	۲/۵	۳/۶	۴	۳	۴	۳/۲	۳	۳	۳	۳	۳
۲۰۰	۲۱۹	± ۲/۴	۳/۸	۵	۳/۱	۴	۴/۷	۶	۳/۸	۶	¼	۵	۳/۸	۵	۳/۸	۵
۲۵۰	۲۷۳	± ۲/۵	۴/۷	۷	۳/۸	۶	۵/۸	۹	۴/۷	۹	۵/۱	۸	۴/۷	۷	۴/۷	۸
۳۰۰	۳۲۴	± ۲/۶	۵/۶	۱۰	۴/۵	۸	۶/۹	۱۲	۵/۶	۹	۶	۱۰	۵/۶	۹	۵/۶	۹
۳۵۰	۳۷۵	± ۲/۶	۶/۵	۱۳	۵/۱	۱۰	۸	۱۶	۶/۵	۱۳	۷	۱۴	۶/۵	۱۳	۶/۵	۱۳
۴۰۰	۴۲۹	± ۲/۷	۷/۳	۱۷	۵/۸	۱۳	۹/۱	۲۱	۷/۳	۱۶	۷/۹	۱۸	۷/۳	۱۶	۷/۳	۱۶
۵۰۰	۵۳۲	± ۲/۸	۹/۱	۲۶	۷/۲	۲۰	۱۱/۳	۳۲	۹/۱	۲۶	۹/۸	۲۸	۹/۱	۲۶	۹/۱	۲۵
۶۰۰	۶۳۵	± ۲/۹	۱۰/۹	۳۸	۸/۷	۳۰	۱۳/۴	۴۶	۱۰/۹	۳۷	۱۱/۷	۴۰	۱۰/۹	۳۷	۱۰/۹	۳۷
۷۰۰	۷۳۸	± ۳	۱۲/۶	۵۱	۱۰	۴۰	۱۵/۶	۶۳	۱۲/۶	۵۰	۱۳/۶	۵۴	۱۲/۶	۵۰	--	--
۸۰۰	۸۴۲	± ۳/۱	۱۴/۴	۶۷	۱۱/۳	۵۱	۱۷/۸	۸۲	۱۴/۴	۶۵	۱۵/۵	۷۰	۱۴/۴	۶۵	--	--
۹۰۰	۹۴۵	± ۳/۲	۱۶/۱	۸۴	۱۲/۷	۶۵	۲۰	۱۰۴	۱۶/۱	۸۲	۱۷/۴	۸۸	۱۶/۱	۸۲	--	--
۱۰۰۰	۱۰۴۸	± ۳/۳	۱۷/۹	۱۰۴	۱۴/۱	۸۰	۲۲/۲	۱۲۸	۱۷/۹	۱۰۱	۱۹/۳	۱۰۹	۱۷/۶	۱۰۱	--	--
۱۲۰۰	۱۲۵۵	± ۳/۵	۲۱/۴	۱۴۹	۱۶/۹	۱۱۵	۲۶/۶	۱۸۴	۲۱/۴	۱۴۶	۲۳/۱	۱۵۷	۲۱/۴	۱۴۶	--	--
۱۴۰۰	۱۴۶۲	± ۳/۷	۲۴/۹	۲۰۱	۱۹/۶	۱۵۵	۳۱	۲۱۴	۲۴/۹	۱۹۷	۲۶/۹	۲۱۳	۲۴/۹	۱۹۷	--	--
۱۶۰۰	۱۶۶۸	± ۳/۹	۲۸/۵	۲۷۱	۲۲/۴	۲۰۵	۳۵	۲۳۱	۲۸/۵	۲۵۷	۳۰/۷	۲۷۷	۲۸/۵	۲۵۷	--	--
۱۸۰۰	۱۸۷۵	± ۴/۱	۳۲	۳۳۳	۲۵/۱	۲۵۵	۳۲	۳۲۵	۳۲	۳۲۵	۳۴/۵	۳۵۱	۳۲	۳۲۵	--	--

جدول ۲-۷-۷ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی – سری قطر سه

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجه سختی											
			SN ۶۳۰		SN ۱۲۵۰				SN ۲۵۰۰					
			فشار اسمی											
			PN 1		PN1/PN 2.5/PN4		PN 6		PN 10		PN1/PN 2.5/PN4		PN 6		PN 16	
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۱۰۰	۱۱۴	± ۱/۶	۱/۵	۱	۱/۵	۱	۲	۱/۵	۲	۱/۵	۲	۱/۵	۲	۱/۵	۲	۱/۵
۱۵۰	۱۶۰	± ۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵
۲۰۰	۲۰۰	± ۲/۴	۲/۵	۳	۲/۵	۳	۲/۵	۳	۲/۵	۳	۳/۱	۵	۲/۸	۴	۲/۸	۴
۲۵۰	۲۵۰	± ۲/۵	۲/۷	۴	۳	۵	۲/۷	۴	۲/۷	۴	۳/۸	۶	۳/۴	۵	۳/۴	۵
۳۰۰	۳۱۵	± ۲/۶	۳	۵	۳/۶	۶	۳/۲	۵	۳	۵	۴/۴	۸	۴	۷	۳/۶	۷
۳۵۰	۳۵۵	± ۲/۶	۳/۳	۷	۴/۱	۸	۳/۶	۷	۳/۳	۶	۵/۱	۹	۴/۶	۹	۴/۱	۸
۴۰۰	۴۰۰	± ۲/۷	۳/۷	۸	۴/۷	۱۰	۴/۱	۹	۳/۷	۸	۵/۸	۱۲	۵/۳	۱۲	۴/۷	۱۰
۵۰۰	۵۰۰	± ۲/۸	۴/۶	۱۲	۵/۹	۱۶	۵/۱	۱۴	۴/۶	۱۳	۷/۲	۲۱	۶/۵	۱۷	۵/۹	۱۶

ادامه جدول ۲-۷-۷ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی – سری قطر سه

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجه سختی									
			SN ۵۰۰۰				SN ۱۰۰۰۰					
			فشار اسمی									
			PN1 to PN 6		PN 10 / PN 16		PN 1/PN 2.5/PN 4		PN 6		PN 10		PN 16 / PN 25	
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۱۰۰	۱۱۴	± ۱/۶	۲/۵	۲	۲	۱/۵	۲/۵	۲	۲/۵	۲	۲/۵	۲	۲/۵	۲
۱۵۰	۱۶۰	± ۲	۳	۳	۲/۵	۲	۳/۶	۴	۳	۳	۳/۲	۳	۳	۳
۲۰۰	۲۰۰	± ۲/۴	۳/۸	۵	۳/۱	۳	۴/۷	۶	۳/۸	۵	۴/۱	۵	۳/۸	۵
۲۵۰	۲۵۰	± ۲/۵	۴/۷	۷	۳/۸	۵	۵/۸	۹	۴/۷	۷	۵/۱	۸	۴/۷	۷
۳۰۰	۳۱۵	± ۲/۶	۵/۶	۱۰	۴/۵	۷	۶/۹	۱۲	۵/۶	۹	۶	۱۰	۵/۶	۹
۳۵۰	۳۵۵	± ۲/۶	۶/۵	۱۳	۵/۱	۱۰	۸	۱۶	۶/۵	۱۳	۷	۱۴	۶/۵	۱۳
۴۰۰	۴۰۰	± ۲/۷	۷/۳	۱۷	۵/۸	۱۳	۹/۱	۲۱	۷/۳	۱۶	۷/۹	۱۸	۷/۳	۱۶
۵۰۰	۵۰۰	± ۲/۸	۹/۱	۲۶	۷/۲	۲۰	۱۱/۳	۳۲	۹/۱	۲۶	۹/۸	۲۸	۹/۱	۲۶

پیوست شماره دو

مشخصات لوله‌های G.R.P تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز بر اساس فشار اسمی، سختی و سری قطـــــر

مشخصات جداول ضمیمه به شرح زیر است.

ماخذ : DIN 16869-1 , 1995

قطر خارجی بر اساس ISO 7370, 1983

وزن لوله‌ها با توجه به چگالی ۱/۷ گرم در سانتیمتر مکعب محاسبه گردیده است.

واحد قطر اسمی لوله (DN) و قطر خارجی لوله (d3 و حداکثر انحراف) در جداول به میلیمتر است.

واحد حداقل ضخامت جداره به میلیمتر و وزن تقریبی یک متر لوله به کیلوگرم می‌باشد.

جدول ۲-۷-۸ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز – سری قطر یک

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجـــــه سختـــــی							
			SN 630		SN 1250		SN 2500		SN 5000		SN 10000	
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۶۰۰	۶۱۶/۴	+ ۰/۶ – ۱/۴	۶/۱	۲۱	۷/۳	۲۵	۸/۹	۳۰	۱۰/۴	۳۵	۱۲/۷	۴۳
۷۰۰	۷۱۸/۸	+ ۰/۶ – ۱/۷	۶/۹	۲۸	۸/۳	۳۳	۱۰/۲	۴۱	۱۲	۴۸	۱۴/۶	۵۸
۸۰۰	۸۲۰/۴	+ ۰/۹ – ۲	۷/۷	۳۵	۹/۳	۴۲	۱۱/۵	۵۲	۱۳/۵	۶۱	۱۶/۵	۷۵
۹۰۰	۹۲۴/۱	+ ۰/۹ – ۲/۳	۸/۵	۴۴	۱۰/۴	۵۳	۱۲/۸	۶۶	۱۵	۷۷	۱۸/۵	۹۴
۱۰۰۰	۱۰۲۶/۱	+ ۱ – ۲/۴	۹/۳	۵۳	۱۱/۴	۶۵	۱۴/۱	۸۰	۱۶/۵	۹۴	۲۰/۴	۱۱۵
۱۲۰۰	۱۲۲۹	+ ۱/۲ – ۲/۶	۱۱	۷۵	۱۳/۴	۹۲	۱۶/۶	۱۱۳	۱۹/۷	۱۳۴	۲۴/۸	۱۶۸
۱۴۰۰	۱۴۳۴	+ ۱/۴ – ۲/۶	۱۲/۷	۱۰۱	۱۵/۵	۱۲۴	۱۹/۳	۱۵۴	۲۲/۸	۱۸۱	۲۸/۹	۲۲۹
۱۶۰۰	۱۶۳۸/۴	+ ۱/۶ – ۲/۶	۱۴/۲	۱۳۰	۱۷/۵	۱۵۹	۲۱/۸	۱۹۸	۲۵/۷	۲۳۳	۳۲/۷	۲۹۵
۱۸۰۰	۱۸۴۲/۳	+ ۱/۶ – ۲/۶	۱۵/۹	۱۶۳	۱۹/۵	۲۰۰	۲۴/۳	۲۴۸	۲۹/۵	۳۰۰	۳۷/۴	۳۷۹
۲۰۰۰	۲۰۴۶/۵	+ ۱/۷ – ۲/۶	۱۷/۵	۲۰۰	۲۱/۶	۲۴۶	۲۷	۳۰۶	۳۲/۷	۳۷۰	۴۱/۴	۴۶۶

جدول ۲-۷-۹ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز – سری قطر دو

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجـــــه سختـــــی									
			SN 630		SN 1250		SN 2500		SN 5000		SN 10000	
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۲۰۰	۲۲۰/۸	+ ۰/۴ – ۱/۲	--	--	--	--	۴/۱	۵	۴/۵	۵	۵/۲	۶
۲۵۰	۲۷۲/۵	+ ۰/۴ – ۱/۲	--	--	۳/۸	۶	۴/۶	۷	۵/۲	۸	۶/۳	۹
۳۰۰	۳۲۴/۵	+ ۰/۴ – ۱/۱	۳/۷	۷	۴/۴	۸	۵/۲	۹	۶	۱۱	۷/۲	۱۳
۳۵۰	۳۷۶/۱	+ ۰/۵ – ۱/۱	۴/۱	۹	۴/۹	۱۰	۵/۹	۱۲	۶/۷	۱۴	۸/۲	۱۷
۴۰۰	۴۲۷/۱	+ ۰/۵ – ۱/۱	۴/۶	۱۱	۵/۴	۱۳	۶/۵	۱۵	۷/۵	۱۸	۹/۱	۲۱
۵۰۰	۵۳۰/۲	+ ۰/۶ – ۱/۲	۵/۴	۱۶	۶/۴	۱۹	۷/۸	۲۳	۹/۱	۲۷	۱۱/۱	۳۲

جدول ۲-۷-۱۰ : مشخصات لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز – سری قطر سه

قطر اسمی	قطر خارجی لوله		درجـــــه سختـــــی									
			SN 630		SN 1250		SN 2500		SN 5000		SN 10000	
DN	d3	حداکثر انحراف	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله	حداقل ضخامت جداره	وزن تقریبی یک متر لوله
۲۰۰	۲۰۰/۱	+ ۰/۳ – ۰/۵	--	--	--	--	۳/۷	۴	۴/۲	۵	۴/۹	۵
۲۵۰	۲۵۰/۱	+ ۰/۴ – ۰/۵	--	--	--	--	۴/۳	۶	۴/۹	۷	۵/۸	۸
۳۰۰	۳۱۵/۲	+ ۰/۴ – ۰/۶	۳/۷	۶	۴/۳	۸	۵/۱	۹	۵/۹	۱۰	۷	۱۲
۴۰۰	۴۰۰/۷	+ ۰/۵ – ۱	۴/۳	۱۰	۵/۱	۱۱	۶/۲	۱۴	۷/۱	۱۶	۸/۶	۱۹
۵۰۰	۵۰۱/۲	+ ۰/۶ – ۱/۲	۵/۱	۱۴	۶/۱	۱۷	۷/۴	۲۱	۸/۶	۲۴	۱۰/۷	۳۰

۳

کارهای لوله‌گذاری و شبکه جمع‌آوری فاضلاب و آب باران

۳-۱ لوله‌های چدن نشکن

۳-۱-۱ کلیات

لوله‌های چدنی و چدن نشکن در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری در حال حاضر به ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی استفاده از آنها در برخی قسمتها هنوز رایج است.

۳-۱-۲ استانداردهای ساخت لوله‌های چدنی فاضلابی

استاندارد ساخت لوله‌های چدنی فاضلاب اکثراً مشابه استاندارد ساخت لولـه‌های چدنی خطوط انتقال و شبکه توزیع آب می‌باشد. لذا در اینجا صرفاً به ذکر شماره استاندارد اکتفا و برای آگاهی از جزئیات بیشتر به بخش مربوط به لوله‌های چدنی خطوط انتقال و شبکه توزیع آب رجوع شـــود.

۳-۱-۲-۱ لوله‌های چدنی معمولی (خاکستری)

این لوله‌ها براساس استاندارد بین‌المللی ISO–R/13 تولید می‌گردند. استاندارد مورد استفاده در ایران تحت شماره ۴۲۶ می‌باشد. با توجه به فشار کار مورد نیاز، استفاده از لوله‌های کلاس " LA" برای شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب کفایت می‌نماید.

۳-۱-۲-۲ لوله‌های چدن نشکن

لوله‌های چدن نشکن فاضلابی نیز اکثراً براساس استاندارد بین المللی ISO – 2531 تـــولیـــد می‌شوند. با توجه به فشار کار مورد نیـــاز در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط پمپاژ فاضلاب، لوله‌های مورد استفاده برای این منظور با ضریب K = 7 تولید می‌شود که فشار آزمایش آنها در کارخانه به شرح زیر است :

برای قطر ۱۰۰ الی ۳۰۰ میلیمتر =»	۳۲ اتمسفر
برای قطر ۳۵۰ الی ۶۰۰ میلیمتر =»	۲۴/۵ اتمسفر
برای قطر ۷۰۰ الی ۱۰۰۰ میلیمتر =»	۱۸ اتمسفر
برای قطر ۱۲۰۰ الی ۲۰۰۰ میلیمتر =»	۱۲/۵ اتمسفر
برای قطر ۲۲۰۰ الی ۲۶۰۰ میلیمتر =»	۸ اتمسفر

۳-۱-۳ کاربرد

استفاده از لـــوله‌های چدن معمولی در شبکه‌های جمع‌آوری فـــــاضلاب در گذشته بسیار مرسوم بوده که در حال حاضر و به دلایل عدیده، از جمله سنگیـن بودن وزن آنها و وجود لوله‌های بهتر و مقاوم‌تر، منسوخ گشته است. استفاده از این لوله‌ها در شرایط فعلی عمدتاً محدود به لوله‌های فاضلاب داخل تأسیسات و ساختمانها می‌باشد.

لوله‌های چدن نشکن در حال حاضر فقط در برخی از تأسیسات و ابنیه فـــاضلاب، ماننـــد تلمبه خانه‌ها، تصفیه‌خانه‌ها و یا خطوط پمپاژ و ندرتاً خطوط انتقال فاضلاب کاربرد دارند.

با توجه به ماهیت معمول شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط پمپاژ فاضلاب و با در نظر گرفتن فشار آزمایش لوله‌های چدن نشکن تولیدی با ضریب $K = 7$، این کلاس لوله پاسخگوی نیازها در این قبیل تأسیسات می‌باشد. در موارد بسیار نادر، می‌توان از لوله‌های تولیدی با فشار کار بیشتر، مثلاً $K = 8$ نیز استفاده نمود.

۳-۱-۴ انواع اتصالی‌ها

اتصالی‌های لوله‌های چدن نشکن که در تأسیسات شبکه جمع‌آوری و خطوط انتقال و پمپاژ فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند، مانند اتصالی‌های لوله‌های چدن نشکن خطوط انتقال و شبکه توزیع آب است. معمول‌ترین این اتصالی‌ها نوع فشاری و مکانیکی می‌باشد که در بخش مربوط به لوله‌های چدن نشکن خطوط انتقال و شبکه توزیع آب توضیح داده شده است.

۳-۱-۵ خورندگی و پوشش‌های حفاظتی

برای آگاهی از جزئیات پوشش حفاظتی این لوله‌ها به فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن خطوط انتقال و شبکه توزیع آب مراجعه شود. در این ارتباط تفاوتی از نظر پوشش حفاظتی سطوح خارجی وجود ندارد. اندود سیمانی جدار داخلی لوله‌های چدن نشکن برای شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط فاضلاب دارای حساسیت بیشتری است، زیرا اندود سیمانی می‌تواند در اثر گازهای SH_2 به سرعت خورده شود. در هر صورت سیمان مصرفی در این اندود برای لوله‌های مورد استفاده در خطوط و شبکه‌های فاضلاب باید از نوع ضد سولفات باشد.

۳-۱-۶ بارگیری، حمل، باراندازی، انبارداری و ریسه‌کردن

جزئیات و نکات مربوط به بارگیری، حمل، باراندازی، انبارداری و ریسه کردن لوله‌ها و متعلقات چدن نشکن که در فصول مربوط به نکات مشترک لوله‌گذاری لوله‌های چدن نشکن خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب درج گردیده است، برای استفاده از این لوله‌ها برای شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال و پمپاژ فاضلاب نیز مشابه بوده و باید رعایت گردد و در این ارتباط تفاوتی بین مورد مصرف لوله و متعلقات وجود ندارد.

۳-۱-۷ بسترسازی لوله

بسترسازی لوله‌های چدن نشکن در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب در اصول تفاوتی با آنچه که در خصوص این لوله‌ها در فصل خطوط انتقال و شبکه توزیع آب عنوان گردید، نداشته و رعایت تمام موارد ذکر شده قبلی ضروری است. علاوه بر آن و با توجه به حساسیت بسیار بیشتر شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در رعایت شیب لوله‌های ثقلی، توجه ویژه در این خصوص و رعایت دقیق شیبهای مندرج در نقشه‌های اجرایی در بسترسازی کاملاً ضروری است.

۳-۱-۸ انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، جهت لوله‌گذاری و خاکریزی روی لوله

تمام جزئیات و نکات ذکر شده در فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن خطوط انتقال و شبکه توزیع آب در خصوص انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، جهت لوله‌گذاری و خاکریزی روی لوله باید عیناً برای لوله‌های چدن نشکن مورد استفاده در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال و پمپاژ فاضلاب نیز رعایت شود.

۳-۱-۹ آزمایش آب‌بندی و هیدرواستاتیک

نحوه و روش و فشار آزمایش آب‌بندی خطوط لوله فاضلاب با جریان ثقلی در بخش مربوط به نکات مشترک لوله‌گذاری شرح داده شده است.

در صورت استفاده از لوله‌های چدن نشکن در خطوط تحت فشار فاضلاب (مانند خطوط پمپاژ)، مراحل و نحوه آزمایش هیدرواستاتیک آنها مانند موارد استفاده از این لوله‌ها در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال آب می‌باشد که جزئیات آن در فصل مربوط توضیح داده شده است.

متذکر می‌گردد که با توجه به فشار بهره‌برداری معمولاً کمتر خطوط تحت فشار فاضلاب در مقایسه با خطوط تحت فشار انتقال آب، پیمانکار باید آزمایش هیدرواستاتیک خطوط تحت فشار فاضلاب را با توجه به مشخصات طرح انجام دهد. در صورت فقدان و یا عدم ارائه شرایط خاص برای آزمایش هیدرواستاتیک لوله‌ها از طرف مهندس مشاور، پیمانکار باید جزئیات درج شده در فصل فوق را حسب مورد، عیناً رعایت و اجرا نماید.

نشت مجاز آب در لوله‌های چدنی مورد مصرف در شبکه جمع‌آوری فاضلاب و هر جریان ثقلی دیگر در طی مدت ۳۰ دقیقه معادل ۰/۱۵ لیتر بر مترمربع سطح داخلی لوله می‌باشد. خط لوله در این حالت، در صورتی که دارای اندود سیمان داخلی نباشد، قبل از شروع آزمایش به مدت یک ساعت پر از آب شود. مدت فوق در صورت وجود اندود سیمان در سطح داخلی لوله باید ۲۴ ساعت باشد.

فشار آزمایش برای هر دو حالت فوق حداقل معادل یک و حداکثر برابر ۵ متر ستون آب است. نشت آب در حالتی اندازه‌گیری گردد که فشار داخل خط در حداقل یک متر ثابت نگهداشته شود.

متذکر می‌شود که نشت مجاز فوق فقط برای خط لوله می‌باشد. در صورتی که آدم‌روها نیز هم‌زمان با خط لوله مورد آزمایش آب‌بندی قرار می‌گیرند، مقدار نشت مجاز به ۰/۲۰ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده افزایش می‌یابد. آزمایش فشار با هوا نیز مجاز می‌باشد که جزئیات آن در استانداردهای معتبر مانند EN 1610 درج شده است. پیمانکار می‌تواند در صورت تأیید مهندس مشاور به جای آزمایش با آب، آزمایش فشار با هوا را انجام دهد.

۳-۲ لوله‌های بتنی

۳-۲-۱ کلیات

لوله‌های بتنی که در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب و آب باران مورد استفاده قرار می‌گیرند در دو نوع ساده و یا مسلح می‌باشند. متذکر می‌شود که فاضلاب‌روها با مقطع غیر دایره، خارج از بحث این مشخصات است.

۳-۲-۲ استانداردها

برای تولید و کاربرد لوله‌های بتنی فاضلابی استانداردهای زیاد و متفاوتی وجود دارد. ذیلاً تعدادی از مهمترین استانداردها ذکر و یادآور می‌شود که این امر به معنی محدود بودن تولید لوله‌های بتنی فاضلابی به این استانداردها نبوده بلکه اکثر کشورهای دنیا استانداردهایی را در این زمینه تهیه نموده و یا استانداردهای معتبر را مورد استفاده و استناد قرار می‌دهند.

- استانداردهای شماره DIN 4032 و DIN 4035 برای تولید لوله و متعلقات بتنی
- استاندارد شماره ANSI / ASTM C 14 برای تولید لوله‌های بتنی ساده فاضلابی در سه کلاس ۱، ۲ و ۳
- استاندارد شماره ANSI / ASTM C 76 برای تولید لوله‌های بتن مسلح فاضلابی در پنج کلاس V , IV , III , II , I
- استانداردهای شماره ANSI / ASTM C 506 , ANSI / ASTM 655 برای تولید لوله‌های بتن مسلح فاضلابی
- استاندارد شماره ANSI / ASTM C 443 برای اتصالات لوله‌های بتنی فاضلاب با حلقه‌های لاستیکی

۳-۲-۳ کاربرد

لوله‌های بتنی فاضلابی در اقطار مختلف برای شبکه‌های جمع‌آوری، خطوط انتقال و حتی خطوط پمپاژ فاضلاب کاربرد وسیعی داشته‌اند. امروزه و با توسعه صنایع پتروشیمی و تولیدات وسیع لوله‌های پلی‌اتیلن، استفاده از لوله‌های بتنی برای شبکه جمع‌آوری فاضلاب و خصوصاً در اقطار تا ۴۰۰ میلیمتر که به طور متوسط حدود ۸۰ درصد طول شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب را تشکیل می‌دهند کاهش زیادی یافته و لوله‌های پلی‌اتیلن جایگزین آنها گشته است. انتظار می‌رود که این روند در آینده گسترش بیشتری پیدا نماید و لوله‌های پلی‌اتیلن در اقطار بالاتر نیز جایگزین لوله‌های بتنی گردند.

لوله‌های بتنی فاضلابی در دو نوع ساده و مسلح تولید می‌شوند. لوله‌های بتنی فاضلابی ساده تا قطر ۹۰۰ میلیمتر قابل تولید است، ولی استفاده از آنها در اقطار بیش از ۶۰۰ میلیمتر معمول نیست، بدون آن که این نکته محدودیتی از این بابت ایجاد نماید.

۳-۲-۴ تولید لوله‌های بتنی

لوله‌های بتنی فاضلابی باید براساس یکی از استانداردهای معتبر و با تجهیزات و ماشین‌آلات مخصوص در کارخانه و با نظارت کیفی صحیح تولید و عمل آورده شده و قبل از حمل به کارگاه، تحت آزمایشهای لازم قرار گیرند.

تولید لوله‌های بتنی در کارگاه تحت هیچ شرایطی مجاز نبوده و این قبیل لوله‌ها نباید برای شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب مورد استفاده قرار گیرند.

لولـه‌های بتنی فاضلابی ساده و مسلح براساس استانـدارد شماره BS – 5911 در سه کلاس سبک (L) متوسـط (M) و سنگین (H) درجه‌بندی شده‌اند. درجه‌بندی مزبور براساس آزمایش حداکثر فشار خردشدگی[1] لولـــه‌ها می‌باشد که طبعاً در عمق لوله‌گذاری و نوع بستر مؤثر می‌باشد.

در تولید لوله‌های بتنی فاضلابی باید سیمان ضد سولفات تیپ ۵ مورد استفاده قرار گیرد.

۳-۲-۵ لوله‌های بتنی ساده

همانطور که اشاره شد، لوله‌های بتنی ساده تا قطر ۹۰۰ میلیمتر قابل تولید است ولی در ایران معمولاً قطر لوله‌های بتنی ساده به ۶۰۰ میلیمتر محدود می‌شود. توصیه‌های انجام شده در نشریات مختلف در ایران شـماره ۱۴۶ – الف مـؤسسه طـرح تهیه استانداردهای مهندسی آب، نیـز استفاده از لوله‌های بتنی ساده با قطر بیش از ۶۰۰ میلیمتر را توصیه ننموده است. با توجه به شرایط نصب و تحمل فشار بدنه لوله در هنگام حمل و نقل، طول هر شاخه لوله‌های بتن ساده محدود می‌باشد. معمول‌ترین طول مفید هر شاخه لوله بتن ساده در ایران بین ۱۰۰ الی ۱۲۵ سانتیمتر است.

متعلقات بتنی لوله‌های فاضلابی نیز معمولاً از نوع ساده تولید می‌شوند.

۳-۲-۶ لوله‌های بتنی مسلح

لوله‌های بتنی فاضلابی مسلح با توجه به کلاس خود دارای یک و یا دو لایه میلگرد می‌باشند. میلگردها در کارخانه به صورت قفس[2] ساخته و در قالب نصب می‌شوند. در بسیاری مواقع، ساخت سبد میلگردها توسط ماشین انجام می‌شود.

طول هر شاخه لوله بتن مسلح فاضلابی نیز متفاوت ولی محدود به حدود ۵ متر است. کارخانجات لوله‌سازی داخلی معمولاً هر شاخه لوله بتن مسلح فاضلابی را بـا طول مفید حداکثر ۲/۵ متر تـولید می‌نمایند.

۳-۲-۷ خوردگی و پوشش‌های حفاظتی

لوله‌های بتنی فاضلاب باید با استفاده از سیمان ضد سولفات تولید شوند، ولی این امـر به منزله مقاومت کامل آنها در مقابل خوردگی نمی‌باشد.

۳-۲-۷-۱ پوشش محافظتی سطوح خارجی لوله

در صورتی که خاک محل نصب لوله‌ها خاصیت خورندگی زیاد داشته باشد و یا لوله در تماس با آبهای نیمه سطحی و زیرزمینی خورنده قرار گیرد، پوشش محافظتی سطوح خارجی ضروری است. محافظت سطوح خارجی لوله‌های بتنی مسلح به منظور حفاظت از نفوذ مواد خورنده و تخریب لایه‌های میلگرد از اهمیت بیشتری برخوردار است.

حفاظت سطوح خارجی لوله‌های بتنی می‌تواند با توجه به قدرت خورندگی آب و خاک مسیر به صورتهای مختلف انجام شود که از تعویض خاک اطراف لوله با خاک مناسب غیرخورنده، از قبیل مخلوط رودخانه‌ای، خاک سرندی و مشابه، تا اندود نمودن سطوح خارجی لوله با مواد قیری و پایه قیری باشد. نوارپیچی و اندود سطوح خارجی لوله‌های بتنی معمول نبوده و ضرورتی نیز ندارد.

---

[1] Maximum Crushing Test
[2] Cage

پیمانکار موظف است در صورت اجرای پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله در کارگاه، کلیه عملیات را براساس مشخصات طرح و دستورالعمل‌های سازنده مواد مورد مصرف در پوشش حفاظتی و مهندس مشاور اجرا نماید.

۳-۲-۷-۲ پوشش محافظتی سطوح داخلی لوله

وجود گازهای H_2S در بالای سطح مایع فاضلاب‌روها که در نهایت به تولید اسید منجر و تحت شرایط زمان، درجه حرارت، مقدار جریان و مقادیر سولفات فاضلاب، باعث می‌شود که سطح داخلی فاضلاب‌روهای بتنی خصوصاً در قسمت طاق لوله، به سرعت خورده شده و از بین برود. از آنجائی که سطح مایع در فاضلاب‌رو متوالیاً تغییر می‌نماید، لذا بخش عمده لوله در خطر خوردگی قرار داشته و در حالت معمول، حدود ۱۵ درصد سطح داخل لوله‌های متوسط و بزرگ به صورت دائم توسط مایع پوشانده شده و تحت اثر خوردگی گاز H_2S قرار ندارند. برای لوله‌های فرعی فاضلاب که در شهرهای متوسط و بزرگ، قطر آنها کمتر از ۴۰۰ میلیمتر می‌باشد و عمده طول شبکه را تشکیل می‌دهند، مقدار فوق حتی کمتر از ۱۵ درصد است.

بهتریـــن وسیله محافظت سطوح داخلی لوله‌های فاضلاب در حال حاضر، استفاده از صفحات پلی‌اتیلن و یا پی.وی.سی است که در حین تولید در سطح داخلی لوله قرار داده می‌شود. این صفحات توسط شاخکهایی که در یک طرف آنها تعبیه شده، در بتن قرار گرفته و مهار می‌گردند. در محل اتصالات، با پیش‌بینی لبه اضافی روی یک سر لوله و برش شاخکهای پشت آن، قسمت اضافی لوله به روی لبه داخلی لوله جلویی، مرتبط و توسط دستگاه مخصوص جوش داده شده می‌شوند تا پوشش خط لوله به صورت یکپارچه عمل نماید. نحوه قرارگیری و اتصال این صفحات در بخشهای بعدی شرح داده شده است. جوش این صفحات در محل اتصالات معمولاًبرای لوله‌های با قطر ۴۰۰ میلیمتر و بیشتر امکان پذیر بوده و لذا از این پوششها برای لوله‌های با قطر بیش از ۴۰۰ میلیمتر استفاده می‌گردد.

با توجه به نکات ذکر شده، استفاده از لوله‌های بتنی با قطر مساوی و بیش از ۴۰۰ میلیمتر بدون صفحات محافظ پی.وی.سی و یا پلی‌اتیلن در تمام سطح داخلی لوله، در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب مجاز نمی‌باشد. بدیهی است چنانچه در آینده روشهای دیگری برای محافظت سطوح داخلی فاضلابروها آزمایش و یا ارائه و مورد تأیید مراجع ذیصلاح قرار گیرند، این روشها نیز عندالزوم به کار گرفته خواهند شد. بدین ترتیب هیچ لوله فاضلابی بتنی با قطر بیش از ۴۰۰ میلیمتر نباید بدون پوشش داخلی مورد تأیید، استفاده شده و نصب شود.

پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله‌های بتنی با قطر کمتر از ۴۰۰ میلیمتر نیز باید با مواد مورد تأیید انجام پذیرد که تاکنون روش و مواد مناسبی از این بابت توسط کارخانه‌های سازنده داخلی ارائه نگردیده است. در هر صورت و با توجه به مصرف گسترده لوله‌های پلی‌اتیلن در اقطار کمتر از ۴۰۰ میلیمتر، پیش‌بینی می‌شود که استفاده از لوله‌های بتنی با این اقطار برای شبکه‌های فاضلاب در آینده به شدت کاهش یابد.

۳-۲-۷-۳ تعمیر پوشش‌های حافظتی

پوشش حفاظتی لوله‌های بتنی فاضلابی که در حین حمل‌ونقل و باراندازی و یا ریسه نمودن لوله‌ها صدمه دیده‌اند، باید بلافاصله و قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه مرمت گردند. در خصوص پوشش داخلی لوله‌ها، پیمانکار باید محل صدمه دیده را قبلاً به رؤیت

مهندس مشاور رسانده و پس از دریافت مجوز کتبی، تعمیر و مرمت این قسمتها را طبق دستورالعمل‌های سازنده و دستورات مهندس مشاور انجام دهد.

۳-۲-۸ اتصالات

اتصال لوله‌های بتنی به صورت فشاری و در دو نوع سرساده و سرکاسه و یا کام و زبانه انجام می‌شود. در هر دو نوع اتصالی، آب‌بندی توسط واشرهای لاستیکی تأمین می‌گردد. واشرها باید براساس استانداردهای معتبر و به عنوان مثال ASTM تولید شده باشند.

۳-۲-۸-۱ اتصال فشاری نوع اول

در این نوع اتصال، یک سرلوله به صورت کاسه و سر دیگر ساده می‌باشد که در داخل یکدیگر قرار گرفته و توسط واشر لاستیکی آب‌بندی می‌شوند. اصول این نوع اتصال مانند اتصالات مشابه در سایر لوله‌ها، مانند اتصالات نوع فشاری لوله‌های چدن نشکن و بتن مسلح تحت فشار می‌باشد.

در شکل شماره (۳-۲-۱)، اتصال فشاری نوع اول یک لوله بتن مسلح فاضلابی به عنوان نمونه نشان داده شده است.

۳-۲-۸-۲ اتصال فشاری نوع دوم

در این نوع اتصال، لوله‌ها به صورت کام و زبانه به یکدیگر متصل و توسط واشر لاستیکی آب‌بند می‌شوند. اتصال کام و زبانه معمولاً برای لوله‌های با قطر بیش از ۱۲۰۰ میلیمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

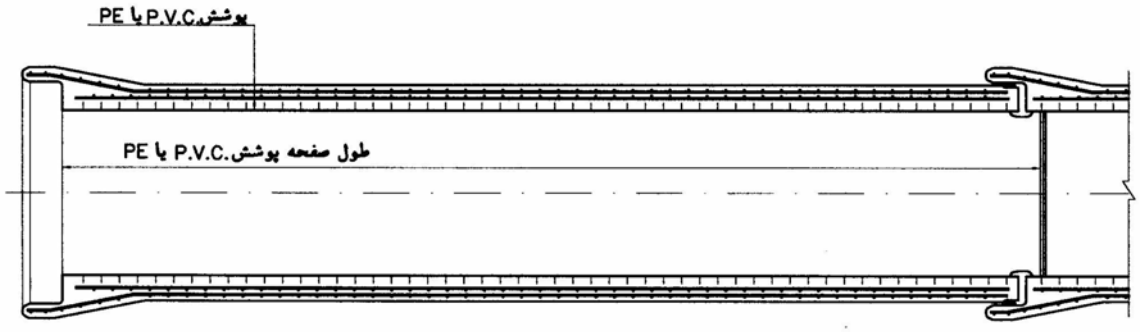
در شکل شماره (۳-۲-۲) اتصال فشاری نوع دوم یک لوله بتن مسلح فاضلابی نشان داده شده است.

۳-۲-۸-۳ اتصال پوشش محافظ داخلی

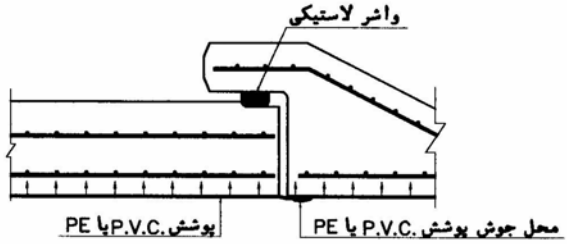
صفحات پوشش محافظ داخلی باید در محل اتصالات به یکدیگر جوش داده شده و یا به نحو مناسب دیگری متصل گردند. ذیلاً یک نمونه از نحوه اتصال این صفحات به صورت جوش شرح داده می‌شود.

صفحات پوشش محافظ داخلی لوله در محل سرساده و یا زبانه، همانطور که در شکلهای (۳-۲-۱) و (۳-۲-۲) نشان داده شده است، بلندتر بوده و تا بیرون سر لوله ادامه دارند. در محل اتصال، پوشش محافظ داخلی در قسمت سرلوله بتنی حدود ۱۰ سانتیمتر بیرون‌زدگی داشته و بلندتر از لوله است. برای جوش دادن و اتصال این بیرون‌زدگی و اتصال این بیرون‌زدگی به لبه پوشش لوله جلویی، باید شاخکهای این قسمت از پوشش قبلاً در کارخانه تراشیده شده باشد. پس از روی هم‌اندازی، جوشکاری محل اتصال پوشش دو لوله توسط ایستگاه‌های مخصوص و با حرارت حدود ۲۰۰ درجه سانتیگراد برای پوششهای پلی‌اتیلن و حدود ۶۰۰ درجه سانتیگراد برای پوششهای پی.وی.سی انجام می‌شود.

پیمانکار موظف است که اتصال صفحات پوشش محافظ داخلی لوله‌ها را دقیقاً براساس دستورالعمل‌های سازنده و مهندس مشاور به نحوی برقرار نماید که پوشش محافظ داخلی خط به صورت یکپارچه درآمده و عمل نماید.

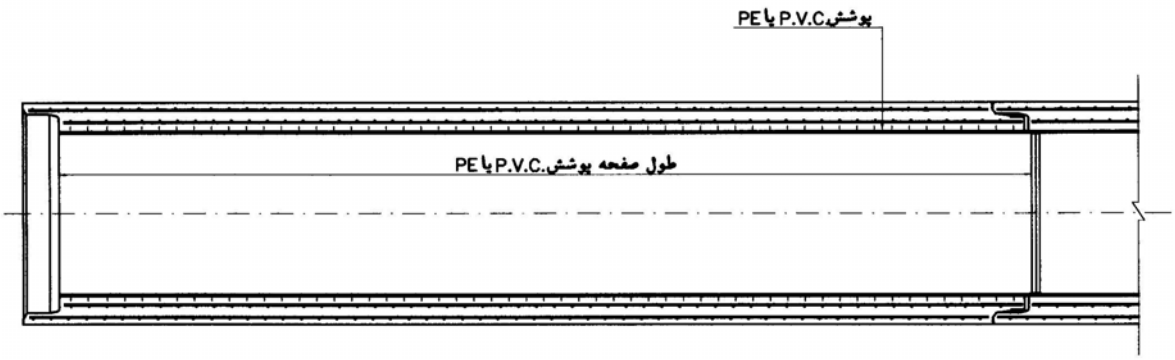


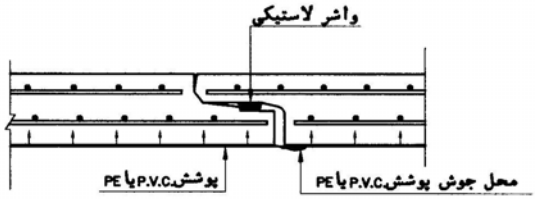
برش لوله



اتصالی

شکل ۳-۲-۱ : لوله با اتصال فشاری نوع اول





شکل ۳-۲-۲ : لوله با اتصال فشاری نوع دوم

۳-۲-۹ بارگیری، حمل، بارانداز و ریسه‌کردن

پیمانکار باید کلیات و آنچه در خصوص بارگیری، حمل، بارانداز و ریسه کردن لوله‌های بتنی تحت فشار ذکر گردید و همچنین مندرجات بخش نکات مشترک لوله‌گذاری را در مورد لوله‌های بتنی فاضلابی نیز رعایت نماید. علاوه بر آن، نکات زیر نیز در مورد این لوله‌ها باید در نظر گرفته شده و مراعات شود.

- بلنـد کردن و جابجایی لوله‌ها از دو سر آن می‌تواند به پـوشش داخلی پی.وی.سی و یا پلی‌اتیلن، خصوصاً قسمت بیرون‌زدگی آن صدمه وارد نماید. لذا ضروری است که بلند کردن لوله‌های بتنی فاضلابی از بدنه آن انجام گرفته و با تمهیدات ویژه و خاص برای محافظت از پوشش داخلی لوله در نظر گرفته شود.
- لوله‌های کوچک می‌توانند برای حمل روی هم قرار گیرند. تعداد ردیفهای روی‌هم‌گذاری توسط سازنده لولـــه تعیین می‌گردد.
- لوله‌های با قطر بزرگتر می‌توانند به صورت ایستاده بر روی تریلی چیده شده و حمل گردند. در این حالت لوله‌ها باید از سرکاسه و یا کام خودروی کف تریلی قرار گیرند و از حرکت و جابجایی آنها در حین حمل جلوگیری شود. در بستن

لوله‌ها برای اجتناب از جابجایی در طی مدت حمل، توجه لازم به منظور جلوگیری از صدمه به پوشش حفاظتی داخل لـــولـــه، خصوصاً قسمت بیرون‌زده آن، به عمل آید.

- بارگیری و تخلیه جابجایی لوله‌های کوچک می‌تواند با دست انجام شود. وزن این لوله‌ها باید در حد توان معمولی دو کارگر که دو سر لوله را می‌گیرند باشد تا ضمن رعایت اصول بهداشتی کار، از صدمه به لوله‌ها در اثر افتادن جلوگیری شود. مهندس مشاور تذکرات و دستورات لازم را در این زمینه به پیمانکار داده و پیمانکار موظف به رعایت آنها می‌باشد.
- در ریسه کردن لوله‌ها، باید از تماس پوشش محافظ داخلی لوله با خاک در قسمت سرساده و با زبانه جلوگیری به عمل آید.
- لوله‌ها در جهت نصب لوله ریسه گردند به نحوی که سرکاسه و یا کام لوله در جهت عکس شیب و سرساده و یا زبانه به طرف شیب قرار گیرد، مگر این که مهندس مشاور ترتیب دیگری را ابلاغ نماید.

۳-۲-۱۰ انبارداری

رعایت نکات مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری و نکات مرتبط در فصل مربوط به انبارداری لوله‌های چدن نشکن و بتنی تحت فشار، در انبارداری لوله‌های بتن مسلح فاضلاب الزامی است.

انبار نمودن لوله‌های بتنی فاضلابی می‌تواند به صورت ایستاده و در کنار یکدیگر نیز انجام شود. در این صورت باید لولـــه‌ها از طرف سرکاسه و یا کام بر یک سطح چوبی و یا فلزی و بالاتر از سطح زمین طبیعی قرار داده شوند تا ضمن جلوگیـــری از سهولت حرکت آبهای سطحی، از ورود آنها به زیـــر لوله‌ها جلوگیری به عمل آید.

در صورت قرار دادن لوله روی یکدیگر، باید سرساده لوله‌های یک ردیف در یک جهت بوده و سرکاسه ردیف بعدی روی آن قرار گیرد. همچنین در بین هر ردیف، باید بالشتک و یا تخته و سایر مصالح مناسب قرار داد به نحوی که لولـه‌های یک ردیف در هیچ نقطه‌ای با ردیف زیرین و بالایی تماس نداشته باشند. ارتفاع لوله‌ها در این وضعیت نباید از ۲ متر تجاوز کند.

پیمانکار باید در انبارداری لوله‌ها، دستورالعمل‌های کارخانه سازنده و مهندس مشاور را دقیقاً رعایت نماید.

۳-۲-۱۱ بسترسازی

اصـــول و نحوه بسترسازی و انـــواع آن که در بخش مربوط به لوله‌های بتن مسلح تحت فشار و لوله‌های آزبست سیمان شرح داده شده عیناً در مورد لولـــه‌های بتن مسلح فاضلابی نیز باید عنداللزوم رعایت شود. لازم به یادآوری است که حرکت مایع در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب به صورت ثقلـــی می‌باشد، لذا پیمانکار باید در این خصوص توجه ویژه داشته و شیبهای مندرج در نقشه‌های اجرایی را کاملاً مراعات و ایجاد نماید.

۳-۲-۱۲ انتقال لوله‌ها به داخل ترانشه

مشخصات و دستورالعمل کلی انتقال لوله‌ها به داخل ترانشه در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری درج گردیده است. علاوه بر آن نکات عمده‌ای در این‌باره در فصل لوله‌های چدن نشکن و آزبست سیمان ذکر شده که حسب مورد باید در خصوص لوله‌های بتنی فاضلابی نیز رعایت گردد.

انتقال لوله‌های بتنی فاضلابی به داخل ترانشه با دست، به جز در مواردی که لوله سبک بوده و به راحتی توسط دو کارگر حمل و تحمل می‌گردد و همچنین با سهولت در اختیار دو کارگر در داخل ترانشه قرار می‌گیرد، مجاز نمی‌باشد. به عبارت دیگر انتقال لوله‌های بتنی با قطر بیش از ۲۰۰ میلیمتر به داخل ترانشه توسط نیروی کارگری و با دست مجاز نیست. حتی در این موارد در صورتی که ترانشه عمیق باشد، به نحوی که کارگران داخل ترانشه برای دریافت لولـــه باید دست خود را بیش از سرخود بالا بیاورند، لوله‌ها نباید با دست به داخل ترانشه انتقال داده شوند.

برای انتقال سایر لوله‌های بتنی فاضلابی به داخل ترانشه، باید از جرثقیل و سایدبوم استفاده و لولـــه‌ها از بدنه بلند و به داخل ترانشه انتقال یابند.

۳-۲-۱۳ برقراری اتصال

نکات و موارد ذکر شده در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری و فصول مربوط به لوله‌های چدن نشکن و آزبست سیمان در خصوص آماده‌سازی و کنترل لوله، واشر، نوع مواد روان‌کننده، پرسنل کارگاه، رعایت نکات ایمنی و غیره باید در مورد لوله‌های بتنی فاضلابی نیز کاملاً رعایت شود.

در مورد برقراری اتصال در لوله‌های بتنی فاضلابی باید دقت شود که یا جوشکاری و اتصال پوششهای داخلی لوله‌های مجاور به یکدیگر براساس روش و دستورالعمل فروشنده بلافاصله پس از قرار گرفتن لوله در جای خود انجام شده و یا قطر لوله به اندازه‌ای زیاد باشد که داخل شدن در آن برای این عمل در مراحل بعدی، مشکلی را از نظر اجرایی و ایمنی ایجاد ننماید. در هـــر صورت تأکید می‌شود که عملیات فوق هرچه سریعتر انجام و هیچ‌گاه نباید در فاصله دو آدم‌رو رها شده باشد.

۳-۲-۱۴ لوله‌گذاری در قوس

لوله‌گذاری در قوس معمولاً در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب ضرورتی نداشته و تغییر جهت با استفاده از آدم‌رو انجام می‌شود. معهذا لوله‌های بتنی فاضلابی نیز قابلیت انحراف از محور لوله و ایجاد قوس را دارند که زاویه مجاز انحراف هر نوع و قطر لوله توسط کارخانه سازنده اعلام می‌شود.

در موارد استثنایی و در صورت ضـــرورت ایجاد قوس با استفاده از انحراف لوله‌ها نسبت به یکدیگر، تمام نکات و مراحل ذکر شده در ایـن خصوص که در فصلهای دیگر لوله‌گذاری و خصوصاً لوله‌های چدن نشکن درج گردیده، باید رعایت گردد.

۳-۲-۱۵ محدوده لقی و یا کشیدگی دو لوله

نکات ذکر شده در این خصوص در فصل لوله‌های بتنی تحت فشار در مورد لوله‌های بتنی فاضلابی نیز باید رعایت گردد.

۳-۲-۱۶ لوله‌گذاری روی زمین

لوله‌گذاری در روی زمین در طرحهـــای جمع‌آوری فاضلاب بسیار نادر بوده و در صورت ضرورت، شامل خطوط انتقال فاضلاب و یا عبور روگذر از موانع می‌باشد.

کلیه مواردی که در فصل مربوط به لوله‌های چدن نشکن و بتنی تحت فشار در این‌باره ذکر شده، در خصوص لوله‌های بتنی فاضلابی نیز باید دقیقاً رعایت گردد.

۳-۲-۱۷ شناورشدن لوله‌ها

شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در بسیاری مواقع در مناطقی احداث می‌شوند که سطح آبهای زیرزمینی بالا است، لذا لوله‌گذاری در زیر تراز آبهای زیرزمینی برای شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب بسیار معمول می‌باشد. علاوه بر آن، طول هر شاخه از لوله‌های مورد استفاده در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب بسیار کمتر از لوله‌های مشابه در طرح‌های آبرسانی است.

دو نکته اصلی فوق باعث می‌گردد که فاضلاب‌روها بسیار سهلتر شناور شوند. این موضوع به همراه لزوم رعایت دقیق شیب این لوله‌ها ایجاب می‌نماید که پیمانکار توجه خاص و ویژه به این مورد داشته و باید با توجه به مشخصات طرح و همچنین مطالب مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری و با پیش‌بینی‌های لازم، لوله‌ها را مهار و از شناور شدن آنها جلوگیری نماید.

۳-۲-۱۸ جهت لوله‌گذاری

لوله‌گذاری با لوله‌های بتنی بین دو آدم‌روی متوالی باید از رقوم پائین هر خط لوله شروع شده و به رقوم بالای آن ختم شود، مگر این که مهندس مشاور ترتیب دیگری را ابلاغ نماید.

سرساده و یا زبانه هر شاخه لوله و یا سه‌راهی اتصال باید به طرف ابتدای کار و سرکاسه و یا کام آن به طرف ادامه کار قرار گیرد به طوری که برای نصب هریک از لوله‌ها، بتوان سرساده و یا زبانه آن را در سرکاسه و یا کام لوله‌ای که قبلاً نصب شده قرار داده و لوله را در جای خود مستقر کرد.

۳-۲-۱۹ برش لوله‌ها

لوله‌های بتنی در صورت لزوم و با استفاده از وسائل مناسب می‌توانند برش داده شوند. در هنگام برش لوله‌ها باید توجه خاص به پوشش حفاظتی داخل لوله مبذول و از پاره شدن و صدمه به آن اجتناب شود. برش پوشش فوق در محل مناسب پس از اتمام برش لوله انجام می‌شود.

برش باید عمود بر محور لوله بوده و توسط دستگاه مخصوص برش انجام شود. برش لوله با استفاده از قلم و چکش مجاز نمی‌باشد.

۳-۲-۲۰ خاکریزی مقدماتی

اصول خاکریزی مقدماتی (مرحله اول قسمت دوم) روی لوله‌های بتنی فاضلابی بر اساس موارد مندرج در بخشهای نکات مشترک لوله‌گذاری، لوله‌های بتنی تحت فشار و نکات مرتبط با انواع دیگر لوله‌ها انجام می‌شود.

با توجه به طول کوتاه هر شاخه از لوله‌های بتنی فاضلابی، پیمانکار باید دقت کافی در خاکریزی مقدماتی معمول دارد تا ضمن جلوگیری از بلند شدن و یا جابجایی لوله‌ها در حین آزمایش آب‌بندی، محل اتصالات نیز قابل رؤیت باشد.

متذکر می‌شود که فشار داخلی لوله‌ها در حین آزمایش آب‌بندی زیاد نبوده و لذا لوله‌ها می‌توانند به صورت موقت نیز مهار شوند. یک روش ساده، قرار دادن بلوکهای وزنی بتنی پیش ساخته با شکل U روی بدنه لوله است که پس از اتمام آزمایش برداشته و مجدداً مورد مصرف قرار می‌گیرند. پیمانکار در این حالت موظف است که وسائل و مصالح لازم برای مهار موقت لوله‌ها

در حین آزمایش آب‌بندی را فراهم نموده و پس از تأیید مهندس مشاور، نسبت به مهار موقت لوله‌ها در طول آزمایش آب‌بندی اقدام نماید. در این حالت، خاکریزی مقدماتی پس از آزمایش آب‌بندی انجام می‌شود.

۳-۲-۲۱ آزمایش آب‌بندی و هیدرواستاتیک

نحوه و روش و فشار آزمایش آب‌بندی خطوط لوله فاضلاب با جریـــان ثقلـــی از طریق پر کردن لوله‌های واقع در بین دو آدم‌رو در بخش مربوط به نکات مشترک لوله‌گذاری ذکر گردیده است. در اینجا چند روش آزمایش آب‌بندی و هیدرواستاتیکی لوله‌های فاضلابی شرح داده می‌شود.

۳-۲-۲۱-۱ آزمایش آب‌بندی

آزمایش آب‌بندی خطوط لوله فاضلابی می‌تواند به دو روش زیر انجام شود.

۳-۲-۲۱-۱-۱ اندازه‌گیری نشت آب[1]

همانطور که ذکر شد، آزمایش آب‌بندی از طریق اندازه‌گیری نشت آب از درون خطوط لوله فاضلابی با حداقل فشار داخلی یک الی ۵ متر انجام می‌شود.

قطعه مورد آزمایش باید قبل از شروع افزایش فشار داخلی به مدت حداقل ۲۴ ساعت پر از آب نگهداشته شده تا لوله‌ها کاملاً اشباع شوند وهرگونه تعمیر لازم نیز روی خط و لوله‌ها انجام پذیرد.

در صورت مشاهده هرگونه صدمه و نشت از لوله‌ها و اتصالات، آزمایش باید متوقف و عیوب فوق رفع شده و آزمایش تکرار گردد.

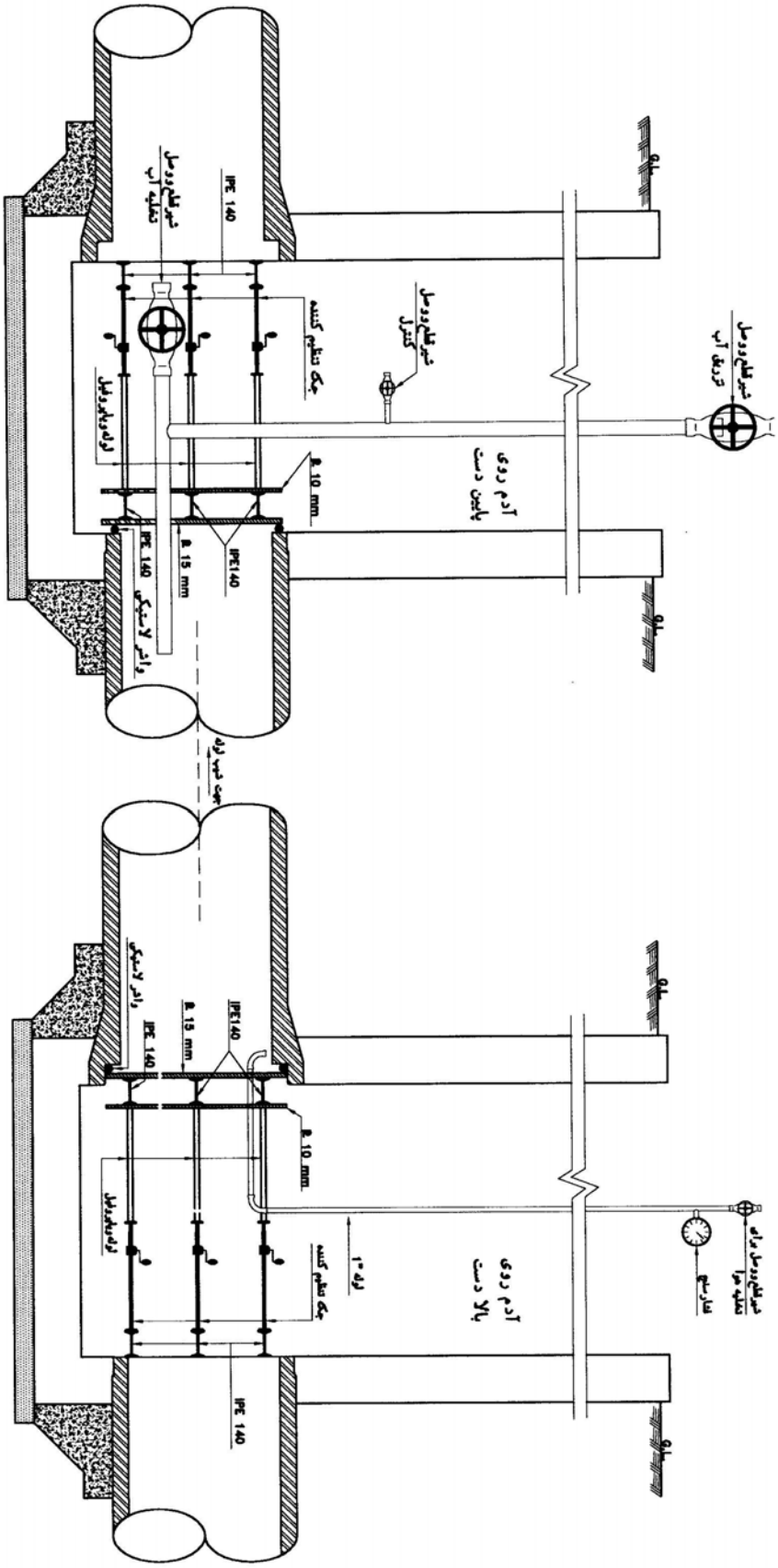
مدت زمان آزمایش با فشار داخلی ذکر شده و حداقل یک متر ستون آب، برابر ۳۰ دقیقه می‌باشد. در صورتی که مقدار نشت آب طی این مدت و تحت فشار حداقل یک متر ستون آب، کمتر از ۰/۱۵ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده باشد، خط لوله آب‌بند تلقی می‌شود. در غیر این صورت هرگونه عیوب باید برطرف و آزمایش آب‌بندی پس از رفع نواقص تکرار گردد.

در آزمایش آب‌بندی، بعضاً آدم‌رو نیز همزمان پر از آب می‌شود. در این حالت، ضمن این که آدم‌رو نیز آزمایش شده، سطح داخلی آدم‌رو نیز برای محاسبه نشت مجاز، باید به سطوح لوله اضافه گردد و مقدار نشت مجاز در طی مدت ذکرشده به ۰/۲۰ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده افزایش داده می‌شود.

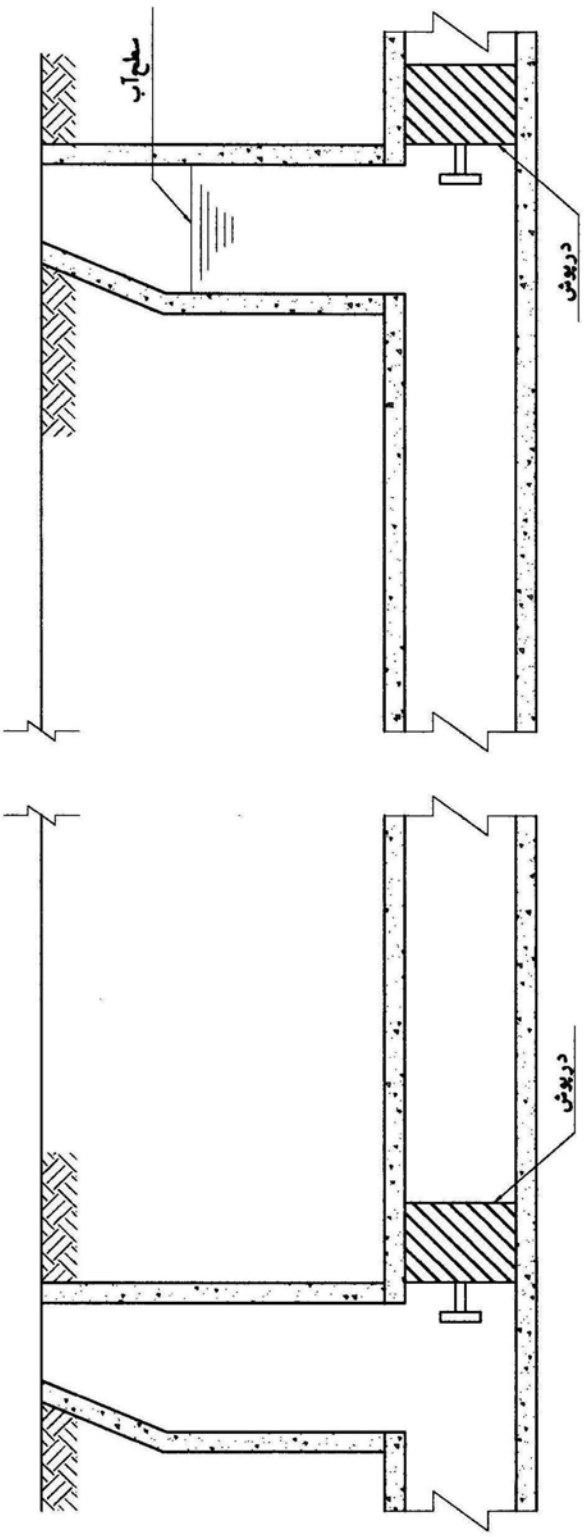
در شکل شماره (۳-۲-۳)، نحوه و تجهیزات مـــورد نیاز تأمین فشـــار داخل خط برای آزمایش آب‌بندی و اندازه‌گیری نشت آب لوله‌های فاضلابی، در صورتی که ارتفاع آدم‌رو بالادست کمتر از حدود ۵/۵ متر باشد، صرفاً به عنوان نمونه نشان داده شده است. در شکل شـــماره (۳-۲-۴) اصول کلی روش اندازه‌گیری مقدار نشت آب برای موقعی که ارتفاع آدم‌رو بالادست بیشتر از حدود ۵/۵ متر بوده و نیاز به تجهیزات افزایش فشار نمی‌باشد، نشان داده شده است.

[1] Exfiltration

متذکر می‌شود که نحوه آزمایش ذکر شده برای آب‌بندی لوله‌ها به روش اندازه‌گیری مقدار نشت آب براساس استاندارد DIN EN 1610 می‌باشد. سایر استانداردها و از جمله ASTM C 969 M (C 969) نیز روشهای دیگری را ارائه نموده‌اند که پیمانکار می‌تواند در صورت تأیید مهندس مشاور، ملاک عمل قرار دهد.



شکل ۳-۲-۳: نحوه و تجهیزات مورد نیاز تأمین فشار آزمایش آب‌بندی لوله‌های فاضلابی



شکل ۳-۲-۴ : نحوه آزمایش اندازه‌گیری و نشت آب بدون تجهیزات تأمین فشار

۳-۲-۲۱-۱-۲ اندازه‌گیری نفوذ آب[1]

اندازه‌گیری مقدار نفوذ آب می‌تواند در فاصله دو و یا چند آدم‌رو انجام شود. این آزمایش براساس دستورالعمل‌های مندرج در استاندارد شماره (C 969) ASTM C 969 M و یا استانداردهای مشابه انجام می‌شود. این روش فقط در حالتی قابل عمل است که تراز آبهای زیرزمینی حداقل ۶۰ سانتیمتر بالای تاج لوله در طول مسیر مورد آزمایش قرار گرفته باشد.

آزمایش معمولاً در فاصله دو آدم‌رو انجام می‌شود. ورودی لوله در آدم‌رو بالادست کاملاً مسدود شده و در خروجی لوله در پائین دست، سرریز دانداندانه‌ای و یا سرریز مناسب دیگر که قابلیت اندازه‌گیری آب سرریز شده را داشته باشد، نصب می‌شود.

مقدار نفوذ آب به داخل خط لولـــه برای حالتی که تراز متوسط آب زیرزمینی معادل ۱/۸ متر بالای لوله در طول خط باشد، به عنوان پایه[2] مقدار نفوذ مجاز آب به داخل لوله تعیین شده که برابر است با حدود ۱۸/۵ لیتر در روز برای هر میلیمتر قطر خط لوله در هر کیلومتر طول خط لوله.

متوسط تراز آب زیرزمینی براساس معدل سطح آب زیرزمینی در طول خط محاسبه می‌گردد.

با تغییر متوسط تراز آبهای زیرزمینی، مقدار نفوذ مجاز براساس رابطه زیر افزایش یافته و محاسبه می‌گردد.

$$Q = (\sqrt{a} / \sqrt{1.8}) * 18.5$$

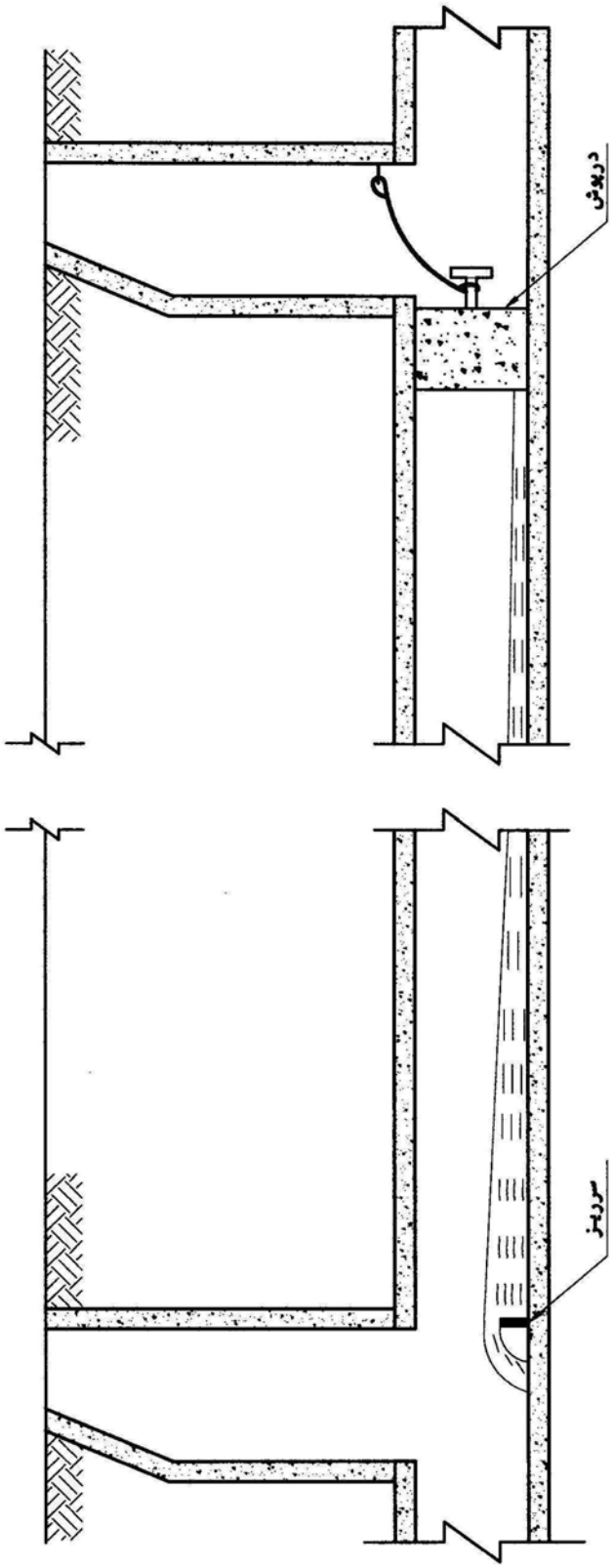
که در آن :

Q = مقدار مجاز نفوذ آب برحسب لیتر در روز برای هر میلیمتر قطر خط لوله در هر کیلومتر

a = متوسط تراز آبهای زیرزمینی در طول خط به متر

در شکل شماره (۳-۲-۵)، اصول کلی روش اندازه‌گیری مقدار نفوذ آب در خطوط لوله فاضلاب نشان داده شده است.

[1] Infiltration
[2] Base



شکل ۳-۲-۵ : نحوه آزمایش اندازه‌گیری نفوذ آب

۳-۲-۲۱-۲ آزمایش به روش هوا

آزمایش بـــه روش هوا با فشار کم بـــراساس دستورالعمل‌های منـــدرج در استاندارد شمـــاره ASTM C 924 و یا استانداردهای مشابه مانند DIN EN 1610 انجام می‌شود. در این روش مقدار هوای خروجی از خط تحت فشار مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود. در این روش دو سرلوله در بین دو آدم‌رو توسط درپوش مناسب مسدود می‌شود. در یکی از درپوشها باید امکانات ورود هوا و تخلیه وجود داشته باشد. تجهیزات تأمین و اندازه‌گیری مقدار هوای ورودی و همچنین اندازه‌گیری فشار هوا در داخل خط، حداقل تجهیزات مورد نیاز در این روش می‌باشد.

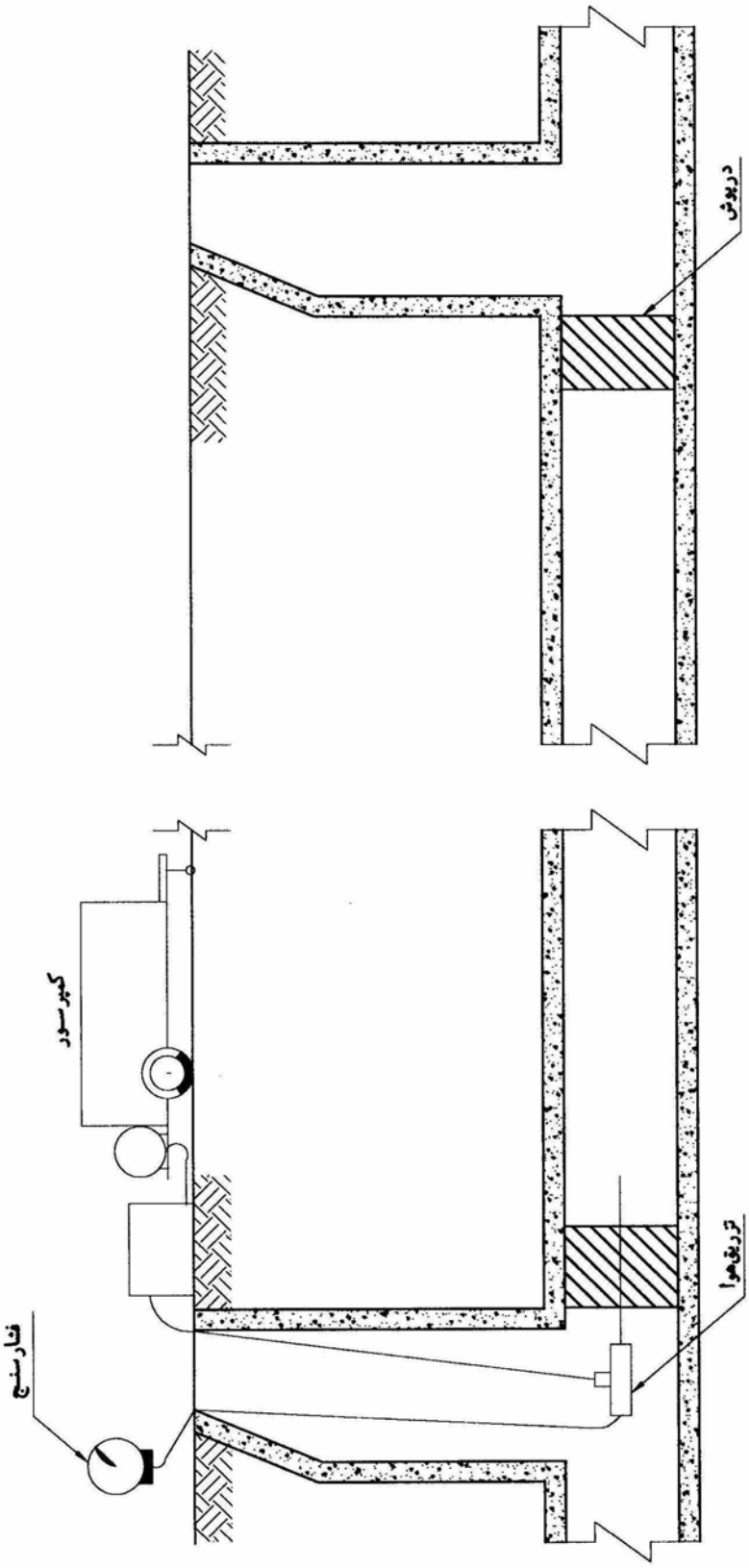
برای آزمایش به روش هوا، نخست فشار داخل خط توسط کمپرسور و یا دمنده مناسب افزایش یافته و پس از مدت زمان لازم برای تغییرات ناشی از هماهنگی بین فشار و هوای ورودی با درجه حرارت بدنه لوله، فشار خط در مقدار مـــورد نظر تثبیت می‌گردد. سپس مقدار افت فشار در فواصل معینی اندازه‌گیری می‌شود.

توجه به نکات عمده زیر در آزمایش به روش هوا ضروری است.

- آزمایش به روش هوا برای مشخص نمودن معایب لوله‌ها و اتصالی‌ها بوده و نمی‌تواند به عنوان مقادیر نشت و یا نفوذ آب مورد استناد قرار گیرد.
- بر اساس استاندارد شماره (ASTM C 924 M (C 924، این روش برای لوله‌های تا قطر ۶۰۰ میلیمتر قابل اعمال و استفاده می‌باشد.
- از نظر ایمنی، هیچ‌گونه تردد در آدم‌روها و ترانشه تحت آزمایش مجاز نمی‌باشد.
- درپوشها نباید قبل از تخلیه هوا و کاهش فشار برداشته شوند.
- تجهیزات تأمین هوا باید دارای امکانات و تجهیزات تخلیه هوا در فشار معین[1] را داشته باشد تا از افزایش فشار داخل خط به مقدار بیش از مجاز جلوگیری و اجتناب شود.

در شکل شماره ۳-۲-۶، اصول کلی آزمایش به روش هوا نشان داده شده است.

[1] Pressure Relief Device



شکل ۳-۲-۶: آزمایش به روش هوا

۳-۲-۲۱-۳ آزمایش درز به درز

آزمایش آب‌بندی لوله‌های با قطر بزرگ با توجه به مقادیر آب مورد نیاز و تخلیه بعدی آنهـــا می‌تواند مشکلاتی را ایجاد نماید. در ایـن صورت آزمایش درز به درز لوله‌ها می‌تواند براساس دستورالعمل‌های مندرج در استاندارد شماره ASTM C 1103 و یا استانداردهای مشابه انجام شود. آزمایش درز به درز برای لوله‌هایی امکان‌پذیر است که قطر آنها به اندازه‌ای بزرگ است که ورود به داخل لوله و انجام آزمایش به راحتی امکان‌پذیر باشد.

آزمایش درز به درز می‌تواند به وسیله آب و یا هوا انجام پذیرد.

در صورت پیش‌بینی آزمایش درز به درز، پیمانکار موظف است آزمایشها را بر اساس مشخصات طرح تا تأیید نهایی انجام دهد. در سایر مواقع نیز پیمانکار می‌تواند رأساً پیشنهاد آزمایش درز به درز همراه با نحوه انجام کار را به مهندس مشاور ارائه نماید و در صورت تأیید مهندس مشاور، جایگزین آزمایش آب‌بندی نماید.

مقدار نشت مجاز آب از محل هر اتصالی در آزمایش درز به درز معادل مقدار نشت مجاز از یک شاخه لوله می‌باشد.

در آزمایش درز به درز با استفاده از هوا، صحت اتصالی و آب‌بند بودن آن بر اساس افت فشار اندازه‌گیری می‌گردد.

۳-۲-۲۱-۴ آزمایش به روش خلأ

آزمایش به روش خلأ براساس دستورالعمل‌های مندرج در استاندارد شماره ASTM C 1214 و یا استانداردهای مشابه انجام می‌شود. آزمایش به روش خلأ برای لوله‌های به قطر ۱۰۰ الی ۹۰۰ قابل اجرا است.

روش کار بدین صورت است که هوای داخل خط لوله توسط تجهیزات و وسائل مخصوص تا فشار پائین‌تر از اتمسفر تخلیه شده تا یک فشار منفی معینی حاصل گردد. افت خلأ در طی مدت آزمایـــش اندازه‌گیری و بر اساس مترمکعب در ثانیه با مقادیر مجاز مقایسه و ملاک تأیید و یا عدم قبول خط لوله قرار داده می‌شود. برای جلوگیری از ورود هوا از منافذی به جز محل اتصالات، مسدود کردن اصولی ورودی‌ها و سایر قسمتها و اطمینان از عدم نفوذ هوا از آنها قبل از شروع آزمایش کاملاً ضروری است.

◄ ۳-۲-۲۲ خاکریزی نهایی

پس از اتمام آزمایش آب‌بندی فاضلاب‌روها و رفع نواقص احتمالی، چنانچه عملیات انجام شده تا این مرحله مورد تأیید مهندس مشاور واقع گردد، مهندس مشاور به پیمانکار اجازه خواهد داد که عملیات خاکریزی داخل ترانشه ادامه یافته و تکمیل شود به طوری که ترانشه با خاک پر شده و خاکریزی حاصل در حد مطلوب متراکم شود. خاکریزی نهایی در اصول براساس شرایط و مشخصات مندرج در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری انجام می‌شود.

پیمانکار پس از اخذ مجوز از مهندس مشاور، موظف است با رعایت نکات مشروح در زیر اقدام به تکمیل خاکریزی بنماید :

الف – در صورتی که خاکریزی مقدماتی انجام نشده و لوله‌ها با استفاده از مهاری‌های موقت آزمایش شده‌اند، خاکریزی مقدماتی را طبق نکات مندرج در بخشهای قبلی انجام و متراکم نماید.

ب –در صورتی که بخشی از خاکریزی مقدماتی انجام شده، قسمتهایی از لوله‌ها در محل اتصالی‌ها که برای انجام آزمایش آب‌بندی باز نگهداشته شده را با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده پر نموده و تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله و اتصالی متراکم نماید.

پ – با خاک مرغوب و مورد قبول مهندس مشاور عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌های به ضخامت ۱۵ سانتیمتر ادامه داده و هر لایه را تا تراکم حداقل ۹۵ درصد پروکتور و یا طبق مشخصات طرح متراکم کند تا اینکه رقوم سطح حاصل از این خاکریزی تکمیلی به حدی برسد که مهندس مشاور با توجه به نوع و مشخصات لایه‌های روسازی تعیین کرده است. منظور از لایه‌های روسازی پوششی از مصالح مناسب، نظیر آسفالت، بتن، سنگفرش است که روی سطح تمام شده خاکریزی داخلی ترانشه باید اجرا شود تا رقوم حاصل از آن برابر رقوم معبر یا خیابان گردد.

ت – در مواردی که لوله‌گذاری بـــرای خطوط انتقال فاضلاب در خـــارج از محدوده شهرها اجرا می‌شود، احتمال دارد که نحوه، ضخامت لایه‌ها و تراکم آنها کمتر باشد. پیمانکار در هر صورت موظف است دستورات مهندس مشاور و مشخصات طرح را در این خصوص کاملاً رعایت نماید.

ث – پیمانکار می‌تواند برای متراکم کردن خاکریزی‌های داخل تـــرانشه به جای استفـــاده از روش تخماق کوبی، تراکم مورد نظر را از طریق غرقاب کردن ترانشه به دست آورد، مشروط بر اینکه در این‌باره تأیید و اجازه مهندس مشاور را قبلاً اخذ کرده باشد. در این موارد ضخامت لایه‌های خاکریزی تکمیلی داخل ترانشـــه می‌تواند از ۱۵ سانتیمتر بیشتر باشد.

۳-۳ لوله‌های آزبست سیمان

۳-۳-۱ کلیات

لوله‌های آزبست سیمان مصرفی در خطوط و شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب و آب باران از نظر جنس و مواد اولیه تفاوتی با لوله‌های آزبست سیمان تحت فشار ندارند، به جز آن که با توجه به کاربرد آنها می‌توانند دارای محدودیتهای بیشتری از نظر فشار کار باشند.

۳-۳-۲ استاندارد ساخت

برای ساخت لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی استانداردهای مختلفی وجود دارد که رایج‌ترین آنها برای ساخت لوله‌ها در ایران به شرح زیر است.

- استاندارد ASTM – C 428 که لوله‌ها را در هفت کلاس ۱۵۰۰، ۲۴۰۰، ۳۳۰۰، ۴۰۰۰، ۵۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۷۰۰۰ تقسیم‌بندی نموده است. لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی ساخت داخل، تا قطر ۴۰۰ میلیمتر معمولاً طبق کلاس ۲۴۰۰ (AR – 2400) تولید می‌شوند.
- استاندارد ISO R 881 – 1980 (E) که لوله‌ها را در اقطار ۱۰۰ الی ۲۵۰۰ میلیمتر در چهار کلاس ۱، ۲، ۳ و ۴ تقسیم می‌نماید. درجه‌بندی لوله‌های آزبست سیمان در این استاندارد بر اساس مقاومت خرد شدن[1] آنها در کلاسهای چهارگانه می‌باشد که منجر به انتخاب نوع بستر می‌گردد. لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی در اقطار بیش از ۴۰۰ میلیمتر در ایران براساس کلاسهای چهارگانه فوق تولید می‌شوند، البته لوله‌های با قطر کمتر از ۴۰۰ میلیمتر با این استاندارد نیز توسط برخی سازندگان داخلی تولید می‌شود.
- استاندارد BS 3656 – 1981، لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی در این استاندارد به هفت کلاس تقسیم شده است که چهار کلاس آن دقیقاً مطابق با کلاسهای چهارگانه استاندارد شماره ISO 881 – 1980 (E) می‌باشد. سه کلاس دیگر لوله‌ها در این استاندارد به سه سری L , M و H تقسیم گردیده که سری L در اقطار ۴۵۰ الی ۱۰۵۰، سری M در اقطار ۳۰۰ الی ۱۰۵۰ و سری H در اقطار ۱۰۰ الی ۱۰۵۰ تولید می‌گردد.

۳-۳-۳ کاربرد

کاربرد لوله‌های آزبست سیمان در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب از قدمت زیادی برخوردار بوده و با توجه به کیفیت مناسب آنها پس از لوله‌های بتنی، بیشترین مصرف را در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب در ایران داشته است. مصرف این لوله‌ها در شبکه‌های جمع‌آوری آب باران معمول نمی‌باشد.

[1] Crushing Strength

در حال حاضر و با توجه به محدودیتهایی که برای پوششهای حفاظتی سطوح داخلی لوله‌های بتنی در ایران وجود دارد، کاربرد لوله‌های آزبست سیمان احتمالاً و در کوتاه مدت و تـا رفع محدودیتهای فوق‌الذکر و کاربرد وسیع‌تر لوله‌های پلاستیکی، خصوصاً در اقطار بیش از ۴۰۰ میلیمتر افزایش خواهد یـــافت.

لوله‌های آزبست سیمان برای جریان ثقلی و آزاد که اصطلاحاً به نام لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی معروف هستند، نسبت به لوله‌های مشابه تحت فشار دارای ضخامت کمتری هستند، زیرا در محاسبه ضخامت فقط فشار خرد شدن مد نظر می‌باشد.

۳-۳-۴ اتصالی‌ها

لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی نیز در دو نوع دو سر ساده و یا یک سرساده یک سر کاسه تولید می‌شوند که معمولاً در ایران نوع دو سرساده آنها تولید می‌گردد.

در اتصالی دو سر ساده همانند لوله‌های آزبست سیمان تحت فشار از یک غلاف یا مانشون و حلقه‌های لاستیکی استفاده می‌شود. تعداد لاستیکها بستگی به استاندارد ساخت لولـــه دارد که یا دو حلقه و یا ۴ حلقه می‌باشد. بدین ترتیب، لوله و غلاف باید دارای استاندارد یکسان باشند.

۳-۳-۵ سیمان مصرفی

در ساخت لوله‌های آزبست سیمان بـــرای مصارف شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب، استفاده از سیمان ضد سولفات تیپ ۵ الزامی است.

۳-۳-۶ پوشش‌های حفاظتی

علاوه بـــــر سیمان ضد سولفات، قیراندود کردن سطح داخلی لوله‌های آزبست سیمان برای مصارف شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب ضروری است. با توجه به نحوه قیراندود نمودن لوله‌های آزبست سیمان در کارخانه که استفاده از وان قیر می‌باشد، پوشش حفاظتی لوله‌های آزبست سیمان به صورت قیراندود نمی‌تواند فقط در سطح داخلی اعمال گردد و سطح خارجی لولـه نیز قیراندود می‌شود.

۳-۳-۷ بارگیری، حمل، بارانداز، انبارداری و ریسه‌کردن

جزئیات و نکات مربوط به بارگیری، حمل، بارانداز، انبارداری و ریسه‌کردن لوله‌ها و اتصالات و متعلقات لوله‌های آزبست سیمان که در بخش مربوط به لوله‌های آزبست سیمان فشاری برای مصارف خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب درج گردیده، در خصوص لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی نیز مشابه بوده و باید رعایت گردد و در این ارتباط تفاوتی بین مورد مصرف لوله و اتصالی و متعلقات وجود نـــــدارد.

۳-۳-۸ بسترسازی لوله

بسترسازی و انواع آن برای لوله‌های آزبست سیمان در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال و پمپاژ فاضلاب در اصول تفاوتی با آنچه که در خصوص این لوله‌ها در فصل خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب عنوان گردید نداشته و رعایت تمام موارد ذکر شده

قبلی ضروری است. علاوه بر آن و با توجه به حساسیت بسیار زیاد شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب، پیمانکار باید در رعایت شیب لوله‌های ثقلی، توجه ویژه در این خصوص مبذول و با رعایت دقیق شیبهای مندرج در نقشه‌های اجرایی در بسترسازی نیز نهایت دقت را به عمل آورد.

متذکر می‌شود که با توجه به ضخامت کمتر جداره لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی در مقایسه با لوله‌های آزبست سیمان تحت فشار و خاصیت شکنندگی این لوله‌ها، استفاده از یک قشر بتن مگر در مواردی برای بستر این لوله‌ها معمول می‌باشد. در هر صورت در احداث بستر این لوله‌ها باید دقت ویژه به عمل آید و با توجه به بار وارده و ضریب بستر، روش و نوع بستر مناسب در مشخصات طرح، تعیین نمود تا از صدمه به لوله در حین بهره‌برداری جلوگیری شود.

◄ ۳-۳-۹ انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، برش و خاکریزی روی لوله

تمام جزئیات و نکات ذکر شده در فصل مربوط به لوله‌های آزبست سیمان تحت فشار خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب در خصوص انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، برش و خاکریزی روی لوله باید عیناً برای لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی مورد استفاده در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب نیز رعایت شود.

◄ ۳-۳-۱۰ آزمایش آب‌بندی و هیدرواستاتیک

نحوه و روش و فشار آزمایش آب‌بندی خطوط لوله فاضلاب با جریان ثقلی در بخش مربوط به نکات مشترک لوله‌گذاری شرح داده شده است. خط لوله قبل از آزمایش باید حداقل به مدت یک ساعت پر از آب نگهداشته شود تا اشباع گردد. فشار آزمایش در پائین‌ترین نقطه خط معادل حداقل ۰/۱ الی ۰/۵ اتمسفر (یک الی ۵ متر ستون آب) و به مدت ۳۰ دقیقه می‌باشد. نشت آب در طی مدت آزمایش و در فشار حداقل یک متر ستون آب، نباید از حداکثر ۰/۱۵ لیتر برای هر مترمربع سطح داخلی لوله‌ها و یا ۰/۲۰ لیتر برای هر مترمربع سطح لوله و آدم‌روها (در صورت آزمایش همزمان) بیشتر باشد.

در صورت استفاده از لوله‌های آزبست سیمان فشاری در خطوط تحت فشار فاضلاب (مانند خطوط پمپاژ)، مراحل و نحوه آزمایش هیدرواستاتیک آنها مانند موارد استفاده از ایـــن لوله‌ها در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال آب می‌باشد که جزئیات آن در بخش مربوط توضیح داده شـــده اســـت.

متذکر می‌گردد که با توجه به فشار بهره‌برداری معمولاً کمتر خطوط تحت فشار فاضلاب در مقایسه با خطوط تحت فشار انتقال آب، پیمانکار باید آزمایش هیدرواستاتیک خطوط تحت فشار فاضلاب را با توجه به مشخصات طرح انجام دهد. در صورت فقدان و یا عدم ارائه شرایط ویژه برای آزمایش هیدرواستاتیک لوله‌ها از طرف مهندس مشاور، پیمانکار باید جزئیات درج شده در بخش فوق را عیناً رعایت و اجرا نماید.

علاوه بر آزمایش آب‌بندی به روش فوق، آزمایش نفوذ، هوا درز به درز و خلاء نیز می‌تواند اجرا شود که در فصل لوله‌های بتنی فاضلابی شرح داده شده است. این آزمایشها در صورت ضرورت و یا تأیید مهندس مشاور، عیناً در مورد لوله‌های آزبست سیمان نیز قابل اجرا است.

در بخش لوله‌های بتنی فاضلابی، نقشه‌ها و روشهای تیپ آزمایش آب‌بندی لوله‌ها ارائه گردیده که در مورد لولـــه‌های آزبست سیمان نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند.

۳-۴ لوله‌های پی.وی.سی

۳-۴-۱ مشخصات لوله‌های پی.وی.سی

آنچه که در مورد مشخصات لوله‌های پی.وی.سی در فصل لوله‌های آب تحت فشار گفته شد، عیناً در مورد لوله‌های فاضلاب نیز مصداق دارد. در لیست استانداردهای ارائه‌شده در فصل یاد شده، بعضی از استانداردها مشخصاً به لوله‌های فاضلابی اشاره نموده‌اند که طبعاً کاربرد آن عمدتاً در این بخش خواهد بود.

۳-۴-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پی.وی.سی

در بخش پنجم فصل دوم، محدودیت‌های کاربرد لوله‌های پی.وی.سی شرح داده شده است. در صورت استفاده از لوله‌های پی.وی.سی در خطوط لوله فاضلاب، در نظر گرفتن موارد فوق با تأکید ویژه بـر انبساط حرارتی لوله‌هـــای پی.وی.سی برای انتقال فاضلاب و استفاده از واشرهای مقاوم در برابر محیط‌های اسیدی و بازی فاضلاب الزامی است.

۳-۴-۳ اتصالات در لوله‌های پی.وی.سی

انواع اتصالات شرح داده شده در بخش پنجم فصل دوم این مشخصات فنی، در مورد لوله‌های فاضلابی نیز معتبر می‌باشد.

۳-۴-۴ متعلقات لوله‌های پی.وی.سی فاضلابی

بعضی از تولیدکنندگان داخلی لوله‌های پی.وی.سی، متعلقات مورد نیاز در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب را تولید می‌نمایند. تولید قطعه سه‌راهی زاویه‌دار که برای اتصال انشعابات فاضلاب خانگی به کار برده می‌شود، یکی دیگر از مزایای لوله‌های پی.وی.سی فاضلابی است. با استعلام از تولیدکننده‌های مربوط، باید از تولید چنین قطعاتی اطمینان حاصل نمود.

۳-۴-۵ حمل، کنترل ورود به کارگاه، تخلیه و بارانداز، نگهداری، جابجایی و خم‌کردن لوله‌های پی.وی.سی

این عملیات مشروحاً در بندهای بخش پنجم فصل دوم این مشخصات فنی شرح داده شده است.

۳-۴-۶ نصب لوله‌های پی.وی.سی فاضلابی

مشخصات نصب لوله‌های پی.وی.سی و کلیه موارد وابسته به بسترسازی مندرج در بخش پنجم فصل دوم، عیناً در مورد لوله‌های فاضلابی نیز صادق است. نکته مهم در مورد لوله‌های فاضلابی، این است که در لوله‌های آب، به واسطه وجود فشار بالا، معمولاً ضخامت لوله‌ها به نحوی است که تغییر شکل لوله به علت بارهای خارجی در حد مجاز می‌باشد. در لوله‌های فاضلابی باید دقت بیشتری در انتخاب کلاس لوله و انتخاب ضخامت آن، و به خصوص مصالح بسترسازی اطراف لوله‌ها بعد از نصب صورت گیرد، تا تغییر شکل لوله در اثر بارهای خارجی در حد مجاز باقی بماند. جز در موارد خاص، در لوله‌های فاضلابی پی.وی.سی که در عمق‌های کم نصب می‌شوند و همچنین مواردی که حفاظت از پی سازه‌های خاصی مورد توجه باشد، استفاده از بتن به عنوان بسترسازی معمولاً ضرورتی ندارد. در صورت استفاده از بتن برای پرکردن فضای اطراف لوله، ضخامت پوشش حداقل ۱۵ سانتیمتر خواهد بود. در

صورت نیاز و در مواقع خاص، می‌توان خاک اطراف لوله را با اضافه کردن سیمان تحکیم نمود[1]. در مورد اختلاط سیمان، در صورتی که در مشخصات طرح مقداری ذکر نشده باشد، معادل ۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب توصیه می‌شود.

۳-۴-۷ اتصال لوله‌های پی.وی.سی به لوله‌های پی.وی.سی موجود و ایجاد انشعاب

برای اتصال یک لوله جدید پی.وی.سی به یک لوله موجود پی.وی.سی و ایجاد انشعاب، لازم است که قطعه‌ای از لوله معادل طول قطعه انشعاب بریده و دو سر آن پخ شده و آماده اتصال شود. در صورت استفاده از اتصال نوع یک سر ساده یک سر کاسه، از یک قطعه دوسر کاسه‌ای بدون زائده میانی، برای انجام اتصال استفاده خواهد شد. در صورت استفاده از اتصال چسبی، لازم است که قطعات زینی شکل مناسب قبلاً آماده شود و با استفاده از چسب مخصوص، اتصال مربوط برقرار گردد. بعد از انجام اتصال چسبی، حداقل ۱۵ دقیقه قطعات مربوط باید بدون حرکت نگهداری شوند.

استفاده از قطعات نیم‌استوانه‌ای که با پیچ و مهره اتصال آنها برقرار می‌شود، باید براساس دستورالعملهای سازنده این اتصالات انجام شود. جزئیات این اتصالات در بخش پنجم فصل دوم شرح داده شده است.

۳-۴-۸ اتصال به سایر لوله‌ها

برای اتصال لوله پی.وی.سی به سایر انواع لوله‌ها، نیاز به کوپلینگها و یا قطعات واسط مناسب خواهد بود. این قطعات، باید براساس مشخصات طرح باشد.

۳-۴-۹ اتصال به آدم‌روها

در محل اتصال لوله‌های پی.وی.سی به آدم‌روها و در صورت وجود آبهای زیرزمینی، استفاده از زایده‌های خارجی روی لوله برای جلوگیری از ورود آب زیرزمینی از درز بین لوله و جدار آدم‌رو و یا سایر تمهیدات آب‌بندی، ضروری است. در داخل آدم‌رو نیز می‌توان از نیم‌لوله‌های ساخته شده از لوله پی.وی.سی برای هدایت فاضلاب از یک طرف آدم‌رو به طرف دیگر استفاده نمود. در آدم‌روهای ریزشی، لوله عمودی ریزشی پی.وی.سی می‌توانند در داخل و یا خارج آدم‌رو قرار گیرند. در صورت استفاده لوله عمودی در داخل آدم‌رو، این لوله حداکثر در فواصل ۱/۸ متری باید با بستهای مناسب به دیواره آدم‌رو ثابت گردد.

۳-۴-۱۰ کنترل تغییر شکل لوله در اثر بار خارجی و کنترل مستقیم‌بودن لوله

برای کنترل تغییر شکل عمودی لوله بعد از خاکریزی روی آن و عدم تجاوز این تغییر شکل از مقادیر مجاز، برای لوله‌های با قطر ۵۰۰ میلیمتر و کمتر، از یک کره یا استوانه با قطر کمتر از قطر لوله استفاده می‌شود. این استوانه یا کره، در داخل لوله و بین دو آدم‌رو حرکت داده خواهد شد. قطر کره یا استوانه مزبور، حدوداً معادل ۹۵ درصد قطر داخلی لوله‌ها می‌باشد.

بعد از انجام آزمایش فوق، دو طرف لوله باید با درپوش مخصوص مسدود شود و این درپوش بعد از تکمیل نهائی آدم‌رو، برداشته خواهد شد.

برای کنترل مستقیم بودن لوله، علاوه بر روش فوق، از یک لامپ در یک سرلوله و یک آئینه در انتهای دیگر می‌توان استفاده نمود. در صورت مستقیم بودن و عدم وجود انحنا، نور به صورت دایره کامل مشاهده خواهد شد.

---

[1] Soil Cement

۳-۴-۱۱ آزمایش آب‌بندی

لوله‌های نصب‌شده قبل از اجرای عملیات خاکریزی باید از نظر آب‌بندی آزمایش شوند. برای آزمایش آب‌بندی خط لوله ثقلی، می‌توان از روش آزمایش با آب یا روش آزمایش با هوا استفاده کرد. به منظور انجام آزمایش خطوط لوله عملیات موضوع پیمان، پیمانکار موظف است با توجه به قطر لوله و امکانات و محدودیتهای محلی براساس مندرجات مشخصات طرح نسبت به انجام آزمایش آب‌بندی اقدام نماید.

معمولاً آزمایش با آب در لوله‌های تا قطر ۶۰۰ میلیمتر انجام می‌شود و در قطرهای بزرگتر که تأمین آب با مشکل مواجه می‌شود، آزمایش با هوا انجام می‌گیرد.

۳-۴-۱۱-۱ آزمایش با آب (روش اول)

الف) قطعه مورد آزمایش :

آزمایش آب‌بندی با آب، معمولاً در قطعه‌ای از خط لوله واقع بین دو آدم‌رو انجام می‌شود. آزمایش باید از اول خط (پائین‌ترین آدم‌رو) شروع شود. در صورتی کـــه به دلایل مورد تأیید مهندس مشاور امکان نداشته باشد، طول قطعه مورد آزمایش طوری انتخاب شود که در بالادست به آدم‌رو منتهی گردد، انتهای قطعه لوله مورد آزمایش می‌تواند قبل از آدم‌روی بالادست باشد.

در این مورد، لازم است به طور موقت در انتهای قطعه لوله، یک زانویی۹۰ درجه به طوری نصب شود که قسمت عمودی آن کاملاً در جهت قائم قرار گیرد. روی قسمت عمودی این زانویی باید قطعه لوله‌ای نصب شود که کاملاً در جهت قائم قرار گیرد و رقوم لبه آزاد آن، حداقل ۱/۲ متر بالای رقوم تاج لوله باشد. این زانویی و قطعه لوله، باید هم قطر تا یک دوم قطر لوله مورد آزمایش باشند.

طول قطعه مورد آزمایش باید طوری انتخاب شود که ارتفاع آب در آدم‌رو بالادست و یا لوله عمودی واقع در قسمت بالای قطعه لوله، حدود ۱/۲ متر بالای تاج خط لوله باشد، ارتفاع آب در آدم‌روی پائین‌دست، از ۶ متر یا فشار مجاز لوله تجاوز نکند.

ب) عملیات آزمایش :

ب-۱- ورودی‌های آدم‌رو بالادست و خروجی‌های آدم‌روی پائین‌دست و همچنین، ورودی کلیه سه‌راهی‌های اتصال خانگی واقع در خط لوله مورد آزمایش باید با درپوشهای مناسب، به طور مؤثر برای دوره آزمایش مسدود شوند.

ب-۲- انتهای خط لوله و شاخه‌های اتصال به آن باید در مقابل نیروهای ناشی از آزمایش، کاملاً مهارشده و برای انجام آزمایش، این لوله‌ها و اتصالی‌های آن، در جای خود ثابت مانده و حرکت نکنند.

ب-۳- منبع آب مورد نیاز برای آزمایش باید قبلاً تعیین شده باشد. آب را باید با استفاده از شلنگ و از طریق آدم‌رو یا لولـــه عمودی بالادست، به خط لوله مورد آزمایش وارد کرده و خط لوله را از آب پر کرد تا حدی که ارتفاع آب در آدم‌رو یا لوله عمودی بالادست به حدود ۱/۲ متر بالای تاج لوله برسد.

ب-۴- خط لوله باید در حین پرکردن آب بازدید شده و چنانچه در بعضی از اتصالی‌ها، نشت آب مشاهده شود، آزمایش را متوقف کرده و اقدام به رفع نقص آن اتصالی یا اتصالی‌ها شود.

ب-۵- پس از اطمینان از اینکه اتصالی‌ها نشت آب قابل رؤیت ندارند، باید آزمایش آب‌بندی را مجدداً آغاز کرده و اجازه داد که خط لوله حدود یک ساعت پر از آب بماند.

ب-۶- با اضافه‌کردن آب به خط لوله مورد آزمایش، باید سعی گردد که رقوم سطح آب در آدم‌رو یا لوله عمودی بالادست، ۱/۲ متر بالای رقوم تاج لوله نگهداشته شود.

ب-۷- در اضافه‌کردن آب به خط لوله، باید از ظروف مدرج استفاده شده و مقدار آبی که طی مدت ۳۰ دقیقه به خط لوله اضافه می‌شود، دقیقاً اندازه‌گیری گردد. اضافه‌کردن آب باید در فواصل ۱۰ دقیقه‌ای انجام پذیرد.

ج) نتیجه آزمایش روش اول

در صورتی که مقدار نشت آب از خط لوله، معادل مقدار آب اضافه‌شده طی مدت آزمایش، از یک هزارم حجم آب لوله تحت آزمایش کمتر باشد، آب‌بندی خط لوله مورد آزمایش قابل قبول خواهد بـــود.

در صورتی که مقدار اتلاف از رقم ذکرشده بیشتر باشد، پیمانکار موظف است پس از رفع نقص اتصالی‌های معیوب، آزمایش را تکرار کند و عملیات آزمایش و رفع نقص اتصالی‌ها را ادامه دهد تا خط لوله از نظر آب‌بندی، مورد قبول مهندس مشاور واقع شود.

۳-۴-۱۱-۲ آزمایش با آب (روش دوم)

در روش دوم نیز مقدار نشت آب اندازه گیری می شود. در این روش، ابتدا خط لوله پر از آب شده و به مدت ۳۰ دقیقه در فشار یک الی ۵ متر ثابت نگهداشته می‌شود. سپس، به طریق مناسب و مورد تأیید مهندس مشاور، فشار آب در خط در حداقل یک متر (۰/۱ اتمسفر) به مدت ۳۰ دقیقه، و با تزریق آب حفظ می‌گردد. مقدار نشت آب، یعنی آب تزریق شده به خط طی مدت ۳۰ دقیقه، طبق این روش نباید از ۰/۱۵ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده تجاوز نماید. در صورت آزمایش همزمان آدم‌روها با خط لوله، این رقم به ۰/۲۰ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده افزایش داده می‌شود.

۳-۴-۱۱-۳ آزمایش آب‌بندی با هوای فشرده

الف) عملیات آزمایش

در استفاده از هوا برای آزمایش آب‌بندی اتصالی لوله‌های ثقلی، پیمانکار باید وسایل و تجهیزات لازم را تهیه کند. این وسایل و تجهیزات از جمله عبارتست از:

- توپی مخصوص که باید در داخل هر یک از لوله‌های دو طرف اتصالی قرار داد تا این لوله‌ها را مسدود کرده و فضایی، بسته در محل اتصالی ایجاد کند.
- لوله دو شاخه به شکل (U) از شیشه یا پلاستیک شفاف که ارتفاع هر یک از شاخه‌های آن لااقل ۵۰ سانتیمتر و سر یک شاخه آن بسته بوده و از طریق یک سه راهی و شلنگ لاستیکی مناسب، بتوان آن را به شیر قطع و وصل هوا متصل نمود.
- شیر قطع و وصل هوا و لوله مسی که فضای بین توپی‌های مخصوص را به لوله شیشه‌ای دو شاخه وصل کند.
- کمپرسور هوا و شلنگ باد، برای بادکردن توپی‌های مخصوص و فضای بین این توپی‌ها.

ب) نتیجه آزمایش

در آزمایش آب‌بندی اتصالی لوله‌های ثقلی پی.وی.سی با استفاده ازهوا، چنانچه سطح آب در شاخه خارجی لوله (U) شکل مذکور در مدت ۵ دقیقه، بیشتر از ۲۵ میلیمتر افت داشته باشد، آب‌بندی اتصالی قابل قبول نیست و لازم است اتصالی اصلاح شده و آزمایش آب‌بندی تکرار شود. این عمل تا رسیدن به نتیجه قابل قبول ادامه یابد.

۳-۵ لوله‌های پلی‌اتیلن

۳-۵-۱ مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن

آنچه که در مورد مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن در فصل لوله‌های آب تحت فشار گفته شد، عیناً در مورد لوله‌های فاضلابی نیز مصداق دارد. در لیست استانداردهای ارائه‌شده در فصل یاد شده، بعضی از استانداردها مشخصاً به لوله‌های فاضلابی اشاره نموده‌اند که کاربرد آن عمدتاً در این بخش خواهد بود.

۳-۵-۲ محدودیت‌ها و مزیت‌های کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن

در بخش ششم فصل دوم، محدودیتهای کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن شرح داده شده است. در صورت استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن در خطوط فاضلاب در نظر گرفتن موارد فوق با تأکید مخصوص بر انبساط حرارتی لوله‌های پلی‌اتیلن برای انتقال فاضلاب، الزامی است.

۳-۵-۳ اتصالات در لوله‌های پلی‌اتیلن

انواع اتصالات شرح داده شده در بخش ششم فصل دوم این مشخصات فنی، در مورد لوله‌های فاضلابی نیز معتبر می‌باشد.

۳-۵-۴ متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن

بعضی از تولیدکنندگان لوله‌های پلی‌اتیلن، متعلقات موردنیاز در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب را تولید می‌نمایند. تولید قطعه سه‌راهی کج[1] که برای اتصال انشعابات فاضلاب خانگی به کار برده می‌شود، یکی از مزایای لوله‌های پلی‌اتیلن فاضلابی است.

۳-۵-۵ حمل، کنترل ورود به کارگاه، تخلیه و بارانداز، نگهداری، جابجایی و خم‌کردن لوله‌های پلی‌اتیلن

این عملیات مشروحاً در بخش ششم فصل دوم این مشخصات فنی شرح داده شده است.

۳-۵-۶ نصب لوله‌های پلی‌اتیلن فاضلابی

مشخصات نصب بـــرای لوله‌های پلی‌اتیلن و کلیه شرایط بسترسازی مندرج در بخش ششم فصل دوم، شرح داده شده است و عیناً در مورد لوله‌های فاضلابی نیز صادق است. نکته مهم در مورد لوله‌های فاضلابی، این است که در لوله‌های آب، به علت وجود فشار بالا، معمولاً ضخامت لوله‌ها به نحوی است که تغییر شکل لوله به علت بارهای خارجی در حد مجاز می‌باشد. در لولـــه‌های فاضلابی، دقت بیشتری در انتخاب کلاس لوله و انتخاب ضخامت آن، و به خصوص مصالح اطراف لوله‌ها بعد از نصب باید صورت گیرد، تا تغییر شکل لوله، در اثر بارهای خارجی در حد مجاز باقی بماند. جز در موارد خاص، مثلاً در لوله‌های فاضلابی پلی‌اتیلن که در عمق‌های کم نصب می‌شوند و همچنین مواردی که حفاظت از پی سازه‌های خاصی مورد توجه باشد، استفاده از بتن به عنوان محافظت لوله ضرورتی ندارد.

---

[1] Branch

در صورت استفاده از بتن برای پرکردن فضای اطراف لوله، ضخامت پوشش حداقل ۱۵ سانتیمتر خواهد بود. در صورت نیاز و در مواقع خاص، می‌توان خاک اطراف لوله را با اضافه کردن سیمان، تحکیم نمود. در مورد اختلاط سیمان، در صورتی که در مشخصات طرح مقداری ذکر نشده باشد، معادل ۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب توصیه می‌شود.

۳-۵-۷ اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به لوله‌های پلی‌اتیلن موجود و ایجاد انشعاب

ایجاد انشعاب روی یک خط لوله اجرا شده پلی‌اتیلن که قبلاً روی آن محل انشعاب پیش‌بینی نشده باشد و ایجاد اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به طریق دستگاه جوش، عملی نیست. در این مورد، باید لوله قدیمی را دقیقاً به اندازهٔ قطعه جدید که روی آن انشعاب پیش‌بینی شده است، بریده و سپس اتصال را به روش جوش اکستروژنی انجام داد. اتصال با استفاده از کمربند در این‌گونه موارد، برای انشعابات کوچک معمول می‌باشد.

۳-۵-۸ اتصال به سایر لوله‌ها

برای اتصال لوله پلی‌اتیلن به سایر انواع لوله‌ها، نیاز به کوپلینگها و یا قطعات واسط مناسب می باشند. این قطعات، باید بر اساس مشخصات طرح تهیه گردند.

۳-۵-۹ اتصال به آدم‌روها

در محل اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به آدم‌روها و در صورت وجود آبهای زیرزمینی، استفاده از زایده‌های خارجی روی لوله برای جلوگیری از ورود آب زیرزمینی از درز بین لوله و جدار آدم‌رو و یا سایر تمهیدات آب‌بندی، ضروری است. در آدم‌روهای ریزشی، لوله عمودی ریزشی پلی‌اتیلن می‌تواند در داخل و یا خارج آدم‌رو قرار گیرد. در صورت استفاده لوله عمودی در داخل آدم‌رو، این لوله حداکثر در فـــواصل ۱/۸ متری، باید با بستهای مناسب به دیواره آدم‌رو ثابت گردد.

۳-۵-۱۰ کنترل تغییر شکل لوله در اثر بار خارجی و کنترل مستقیم‌بودن لوله

برای کنترل تغییر شکل عمودی لوله بعد از خاکریزی روی آن و عدم تجاوز این تغییر شکل از مقادیر مجاز، برای لوله‌های با قطر ۵۰۰ میلیمتر و کمتر، از یک کره یا استوانه با قطر کمتر از قطر لوله استفاده می‌شود. این استوانه یا کره، در داخل لوله و بین دو آدم‌رو حرکت داده خواهد شد. قطر کره یا استوانه مزبور، حدوداً معادل ۹۵ درصد قطر داخلی لوله‌ها می‌باشد.

بعد از انجام آزمایش فوق، دو طرف لوله باید با درپوش مخصوص مسدود شود و این درپوش بعد از تکمیل نهائی آدم‌رو، برداشته خواهد شد.

برای کنترل مستقیم بودن لوله، علاوه بر روش فوق، از یک لامپ در یک سرلوله و یک آئینه در انتهای دیگر می‌توان استفاده نمود. در صورت مستقیم بودن و عدم وجود انحنا، نور به صورت دایره کامل مشاهده خواهد شد.

۳-۵-۱۱ آزمایش آب‌بندی

لوله‌های نصب‌شده قبل از اجرای عملیات خاکریزی باید از نظر آب‌بندی آزمایش شوند. برای آزمایش آب‌بندی خط لوله ثقلی، می‌توان از روش آزمایش با آب یا روش آزمایش با هوا استفاده کرد. در آزمایش خطوط لوله عملیات موضوع قرارداد، با توجه به قطر

لوله و امکانات و محدودیت‌های محلی، یکی از دو روش آزمایش هیدرولیک و آب‌بندی با آب یا هوا، را در مشخصات طرح درج گردد.

معمولاً آزمایش با آب در لوله‌های تا قطر ۶۰۰ میلیمتر انجام می‌شود و در قطرهای بزرگتر که آزمایش با آب با مشکلات مواجه می‌شود، آزمایش با هوا عملی‌تر است.

آزمایش با آب و آزمایش با هوا در زیر تشریح شده است. در صورتی که پیمانکار بخواهد آب‌بندی خطوط لوله با قطرهای کمتر موضوع عملیات پیمان را با هوا آزمایش کند، باید به مهندس مشاور اعلام کرده و در صورت تأیید، طبق مشخصات فنی عمل کند.

۳-۵-۱۱-۱ آزمایش با آب (روش اول)

الف) قطعه مورد آزمایش :

آزمایش آب‌بندی با آب معمولاً در قطعه‌ای از خط لوله واقع بین دو آدم‌رو انجام می‌شود. آزمایش باید از اول خط (پائین‌ترین آدم‌رو) شروع شود. در صورتی که به دلایل مورد تأیید مهندس مشاور امکان نداشته باشد، طول قطعه مورد آزمایش طوری انتخاب شود که در بالادست به آدم‌رو منتهی گردد، انتهای قطعه لوله مورد آزمایش می‌تواند قبل از آدم‌روی بالادست باشد.

در این مورد، لازم است به طور موقت، در انتهای قطعه لوله، یک زانویی۹۰ درجه طوری نصب شود که قسمت عمودی آن کاملاً در جهت قائم قرار گیرد. روی قسمت عمودی این زانویی، باید قطعه لوله‌ای نصب شود که در جهت قائم قرار گیرد و رقوم لبه آزاد آن لااقل ۱/۲ متر بالای رقوم تاج لوله باشد. این زانوئی و قطعه لوله، باید هم قطر تا یک دوم قطر لوله خط لوله مورد آزمایش باشند.

طول قطعه مورد آزمایش باید طوری انتخاب شود که ارتفاع آب در آدم‌روی بالادست و یا لوله عمودی واقع در قسمت بالای قطعه لوله، حدود ۱/۲ متر بالای تاج خط لوله باشد، ارتفاع آب در آدم‌روی پائین‌دست، از ۶ متر، یا فشار مجاز لوله تجاوز نکند.

ب) عملیات آزمایش :

ب-۱- ورودی‌های آدم‌روی بالادست و خروجی‌های آدم‌روی پائین‌دست و همچنین ورودی کلیه سه‌راهی‌های اتصال خانگی واقع در خط لوله مورد آزمایش، باید با درپوشهای مناسب به طور مؤثر برای دوره آزمایش مسدود شوند.

ب-۲- انتهای خط لوله و شاخه‌های اتصال به آن، باید در مقابل نیروهای ناشی از آزمایش، کاملاً مهارشده و برای انجام آزمایش، این لوله‌ها و اتصالی‌های آن، در جای خود ثابت مانده و حرکت نکنند.

ب-۳- منبع آب مورد نیاز برای آزمایش باید قبلاً تعیین شده باشد. آب را باید با استفاده از شلنگ از طریق آدم‌رو یا لوله عمودی بالادست، به خط لوله مورد آزمایش وارد کرده و خط لوله را از آب پر کرد، تا حدی که ارتفاع آب در آدم‌رو یا لوله عمودی بالادست به حدود ۱/۲ متر بالای تاج لوله برسد.

ب-۴- خط لوله باید در حین پرکردن آب، بازدید شده و چنانچه در بعضی از اتصالی‌ها، نشت آب مشاهد شود، آزمایش را متوقف کرده و اقدام به رفع نقص آن اتصالی یا اتصالی‌ها شود.

ب-۵- پس از اطمینان از این که اتصالی‌ها نشت آب قابل رؤیت ندارند، باید آزمایش آب‌بندی را مجدداً آغاز کرده و اجازه داد که خط لوله حدود یک ساعت پر از آب بماند.

ب-۶- با اضافه‌کردن آب به خط لوله مورد آزمایش، باید سعی گردد که رقوم سطح آب در آدم‌رو یا لوله عمودی بالادست، ۱/۲ متر بالای رقوم تاج لوله نگهداشته شود.

ب–۷– در اضافه‌کردن آب به خط لوله، باید از ظروف مدرج استفاده شده و مقدار آبی که طی مدت ۳۰ دقیقه به خط لوله اضافه می‌شود، دقیقاً اندازه‌گیری گردد. اضافه‌کردن آب باید در فواصل ۱۰ دقیقه‌ای انجام پذیرد.

ج) نتیجه آزمایش روش اول

در صورتی کــه مقدار نشت آب در خط لوله، معادل مقدار آب اضافه‌شده طی مدت آزمایش به آن، از یک هزارم حجم آب لوله تحت آزمایش کمتر باشد، آب‌بندی خط لوله مورد آزمایش قابل قبول خواهد بود.

در صورتی که مقدار اتلاف از رقم ذکرشده بیشتر باشد، پیمانکار موظف است اتصالی‌هایی را که باعث نشت آب می‌شوند پیدا کرده و پس از رفع نقص آنها آزمایش را تکرار کند و عملیات آزمایش و رفع نقص اتصالی‌ها را ادامه دهد تا خط لوله از نظر آب‌بندی، مورد قبول واقع شود.

۳–۵–۱۱–۲ آزمایش با آب (روش دوم)

در روش دوم نیز مقدار نشت آب اندازه‌گیری می شود. در این روش ابتدا به خط لوله پر از آب شده و به مدت ۳۰ دقیقه در فشار یک الی ۵ متر ثابت نگهداشته می‌شود. سپس، به طریق مناسب و مورد تأیید مهندس مشاور، فشار آب در خط در حداقل یک متر (۰/۱ اتمسفر) به مدت ۳۰ دقیقه، و با تزریق آب حفظ می‌گردد. مقدار نشت آب، یعنی آب تزریق شده به خط طی مدت ۳۰ دقیقه، طبق این روش نباید از ۰/۱۵ لیتر برای هر متر مربع سطح خیس شده تجاوز نماید. در صورت آزمایش همزمان آدم‌روها با خط لوله، این رقم به ۰/۲۰ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده افزایش داده می‌شود.

۳–۵–۱۱–۳ آزمایش آب‌بندی با هوای فشرده

الف) عملیات آزمایش :

در استفاده از هوا برای آزمایش آب‌بندی اتصالی لوله‌های ثقلی، پیمانکار باید وسایل و تجهیزات لازم را تهیه کند. این وسایل و تجهیزات از جمله عبارت است از :

- توپی مخصوص که باید در داخل هر یک از لوله‌های دو طرف اتصالی قرار دارد تا این لوله‌ها را مسدود کرده و فضایی بسته در محل اتصالی ایجاد کند.
- لوله دو شاخه به شکل (U) از شیشه یا پلاستیک شفاف که ارتفاع هر یک از شاخه‌های آن لااقل ۵۰ سانتیمتر و سر یک شاخه آن بسته بوده و از طریق یک سه‌راهی و شلنگ لاستیکی مناسب، بتوان آن را به شیر قطع و وصل هوا متصل نمود.
- شیر قطع و وصل هوا و لوله مسی که فضای بین توپی‌های مخصوص را به لوله شیشه‌ای دو شاخه وصل کند.
- کمپرسور هوا و شلنگ باد، برای باد کردن توپی‌های مخصوص و فضای بین این توپی‌ها.

ب) نتیجه آزمایش :

در آزمایش آب‌بندی اتصالی لوله‌های ثقلی پی.وی.سی با استفاده از هوا، چنانچه سطح آب در شاخه خارجی لوله (U) شکل مذکور در مدت ۵ دقیقه، بیشتر از ۲۵ میلیمتر افت داشته باشـد، آب‌بندی اتصالی قابل قبول نیست و لازم است اتصالی اصلاح شده و آزمایش آب‌بندی تکرار شود. این عمل باید تا رسیدن به نتیجه قابل قبول ادامه یابد.

۳-۶ لوله‌های فایبرگلاس

۳-۶-۱ کلیات

آنچه که در مورد مشخصات عمومی لوله‌های فایبرگلاس در فصل مربوط به لوله‌های آب تحت فشار عنوان گردید، به صورت عام در مورد لوله‌های فایبرگلاس نیز صدق می‌کند. لذا در اینجا از تکرار مطالب خودداری و صرفاً نکاتی مورد بحث قرار می‌گیرند که منحصر به لوله‌های فایبرگلاس فاضلابی و آب باران است.

۳-۶-۲ استانداردها

استانداردهای ذکر شده در فصل مربوط به لوله‌های آب تحت فشار، بعضاً عمومیت داشته و در مورد لوله‌های فاضلاب و آب باران نیز رعایت می‌شود. علاوه بر آنها، برخی استانداردها نیز مشخصاً برای لوله‌های فاضلاب و آب باران تدوین شده‌اند (مانند استاندارد DIN 19565-Part 1 و ASTM D3262).

در این مشخصات فنی، علاوه بر استانداردهای ذکر شده در فصل مزبور، مشخصاً از آخرین چاپ استانداردهای ASTM D3262, ANSI/AWWA C950-01(2001) , AWWA M45 (1996) و DIN 19565 بهره گرفته شده است.

در این مشخصات نیز، کلمات فایبرگلاس و G.R.P مترادف یکدیگر و دارای مفهوم یکسان می‌باشند.

۳-۶-۳ کاربرد

کاربرد لوله‌های فایبرگلاس در شبکه‌های فاضلاب، با توجه به وزن کمتر، مقاومت کامل در مقابل خورندگی خاک و سیال و گازهای فاضلاب، سهولت نصب، طول زیادتر هر شاخه نسبت به لوله‌های غیرپلاستیک و عمر قابل توجه آنها، هر روز افزایش می‌یابد و پیش‌بینی می‌شود که سهم این لوله‌ها در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب در کشور، به سرعت افزایش یابد. متذکر می‌شود که استفاده از ترکیبات فایبرگلاس در ساخت آدم‌روهای شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب، در برخی کشورها معمول شده است.

۳-۶-۴ مشخصات لوله‌های فاضلابی

همانطور که ذکر شد، مشخصات لوله‌های فایبرگلاس فاضلابی از نظر قطر، ضخامت جداره و ترکیبات تشکیل دهنده آن، تفاوتی با لوله‌های فایبرگلاس تحت فشار ندارند. تنها محدودیت در این‌باره، سختی و فشار کار لوله است که اولی با توجه به بارهای وارده، و دومی به واسطه فشار داخلی تعیین می‌گردند.

لوله‌های فایبرگلاس مصرفی در شبکه‌های فاضلاب، معمولاً در رده‌های سختی[1] ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ و فشار کار[2] حداکثر ۶ اتمسفر می‌باشند.

[1] Nominal Stiffness (SN)
[2] Nominal Pressure (PN)

استاندارد DIN 19565-Part1 توصیه نموده که از لوله‌های تولیدی به روش ریخته‌گری گریز از مرکز در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب و آب باران استفاده شود. براساس این استاندارد، اتصالی‌های تولیدی با روش الیاف پیچی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. محدودیت یاد شده در سایر استانداردها ذکر نگردیده است.

متذکر می‌شود که لوله‌های فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی، قابلیت استفاده در احداث خطـــوط فاضلاب با روش لـولـه‌رانی[1] را نداشته و برای این روش نصب، باید از لوله‌های تولید شده به روش ریخته‌گری گریز از مرکز استفاده شود.

۳-۶-۵ اتصالی‌ها

اتصالی لوله‌های فایبرگلاس شبکه جمع‌آوری فاضلاب که به روش ترانشه باز نصب می‌شوند، عمدتاً از نوع غلاف و حلقه‌های لاستیکی آب‌بند می‌باشد. بنابراین نکات ذکر شده در خصـــوص مشخصات و نحـــوه برقراری اتصالی لوله‌های تحت فشار آب، در اینجا نیز صدق می‌کند. برای نصب لوله‌ها به روش لوله‌رانی، اتصالی‌های مخصوص مورد نیاز خواهد بود.

۳-۶-۶ بارگیری، حمل، بارانداز، انبارداری و ریسه‌کردن

جزییات و نکات مربوط به بارگیری، حمل، بارانداز، انبارداری و ریسه کردن لوله‌ها و اتصالات و متعلقات لوله‌های فایبرگلاس که در بخش مربوط به لوله‌های فایبرگلاس تحت فشار برای مصارف خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب درج گردیده، در خصوص لوله‌های فایبرگلاس فاضلابی نیز مشابه بوده و باید رعایت گردد و در این ارتباط تفاوتی بین مورد مصرف لوله و اتصالی و متعلقات وجود نـــدارد.

۳-۶-۷ بسترسازی لوله

بسترسازی و مشخصات آن برای نصب لوله‌های فایبرگلاس در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال و پمپاژ فاضلاب در اصول تفاوتی با آنچه که در خصوص این لوله‌ها در فصل خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب عنوان گردید، نداشته و رعایت تمام موارد ذکر شده قبلی ضروری است. علاوه بر آن و با توجه به حساسیت بسیار زیاد شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب، پیمانکار باید در رعایت شیب لوله‌های ثقلی، توجه ویژه در این خصوص مبذول و با رعایت دقیق شیبهای مندرج در نقشه‌های اجرایی، در بسترسازی نیز نهایت دقت را به عمل آورد. ضمناً توجه به انبساط و انقباض لوله‌های فایبرگلاس در ساعات و روزهای مختلف نیز اهمیت زیاد دارد.

۳-۶-۸ انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، برش و خاکریزی روی لوله

تمام جزییات و نکات ذکر شده در فصل مربوط به لوله‌های فایبرگلاس تحت فشار برای خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب در مورد انتقال لوله به داخل ترانشه، نصب و استقرار لوله، بـــرش و خاکریزی روی لوله، باید عیناً برای لوله‌های فایبرگلاس مـــورد استفاده در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب نیز رعایت شود.

۳-۶-۹ آزمایش هیدرواستاتیک

آزمایش هیدرواستاتیک لوله‌های فایبرگلاس می‌تواند به دو روش، آزمایش با آب و آزمایش با هوا انجام شود.

---

[1] Pipe Jacking

مقدمات مربـــوط به انجام کار و آماده‌سازی خط لوله برای آزمایش، در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری شرح داده شده است.

۳-۶-۹-۱ آزمایش با آب (روش اول)

نحوه و روش کار و فشار آزمایش آب‌بندی خطوط لوله فاضلاب با جریان ثقلی، در فصل مربوط به نکات مشترک لوله‌گذاری شرح داده شده است. خط لوله باید قبل از آزمایش حداقل به مدت یک ساعت پر از آب نگهداشته شود تا تعادل حرارت محیط و آب و لوله برقرار گردد. فشار آزمایش در پائین‌ترین نقطه خط معادل ۰/۱ الی ۰/۵ اتمسفر (یک الی ۵ متر ستون آب) و به مدت ۳۰ دقیقه می‌باشد. نشت آب در طی مدت آزمایش و در فشار حداقل یک متر ستون آب، نباید از حداکثر ۰/۱۵ لیتر برای هر مترمربع سطح داخلی لوله‌ها بیشتر باشد. در صورت آزمایش همزمان آدم‌روها با خط لوله، این رقم به ۰/۲۰ لیتر برای هر مترمربع سطح خیس شده افزایش داده می‌شود.

در صورت استفاده از لـــولـــه‌های فایبرگلاس در خطوط تحت فشـــار فاضلاب (مانند خطوط پمپاژ)، مراحل و نحوه آزمایش هیدرواستاتیک آنها مانند موارد استفاده از ایـن لوله‌ها در شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال آب می‌باشد که جزئیات آن در فصل مربوط توضیح داده شـــده اســـت.

متذکر می‌گردد که با توجه به فشار بهره‌برداری معمولاً کمتر خطوط تحت فشار فاضلاب در مقایسه با خطوط تحت فشار انتقال آب، پیمانکار باید آزمایش هیدرواستاتیک خطوط تحت فشار فاضلاب را با توجه به مشخصات طرح انجام دهد.

در صورت فقدان و یا عدم ارائه شرایط ویژه برای آزمایش هیدرواستاتیک لوله‌ها از طرف مهندس مشاور، پیمانکار باید جزئیات درج شده در فصل فوق را عیناً رعایت و اجرا نماید.

در فصل لوله‌های بتنی فاضلابی، نقشه‌ها و روشهای تیپ آزمایش آب‌بندی لوله‌ها ارائه گردیده که در مورد لوله‌های فایبرگلاس نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند.

۳-۶-۹-۲ آزمایش با هوا (روش دوم)

در این روش و با مسدود نمودن دو سر لوله و کلیه انشعابات، هوا با وسایل مناسب و به تدریج به داخل قطعه تحت آزمایش تزریق می‌شود تا فشار داخلی خط به ۳۰ کیلو پاسکال (۰/۳ بار) برسد. این فشار باید حداقل به مدت ۱۵ دقیقه حفظ و خط کنترل شود. اگر در پایان مدت ۱۵ دقیقه نشت هوا مشاهده نگردید، تزریق هوا در فشار ۳۰ کیلو پاسکال متوقف و خط به مدت ۱۵ دقیقه، بدون تزریق هوا حفظ می‌شود. اگر فشار داخلی خط لوله در پایان ۱۵ دقیقه، کمتر از ۲۵ کیلو پاسکال (۰/۲۵ بار) نباشد، خط آب‌بند تلقی می‌شود. در غیر این صورت، محل(های) نشت، باید مشخص و پس از تعمیر و اصلاح، آزمایش مجدداً تکرار گردد.

برای مشخص نمودن محل(های) نشت، ضمن ادامه تزریق هوا به خط لوله، می‌توان از ترکیب مواد شوینده و آب با غلظت زیاد استفاده و محل‌های نشت را شناسایی نمود.

۴

متعلقات، شیرآلات، سازه‌های اتصال و ضربه‌گیرها

۴-۱ متعلقات

۴-۱-۱ متعلقات لوله‌های چدنی

۴-۱-۱-۱ مقدمه

همانطوری که در فصل دوم ذکر گردید، لوله چدن نشکن با توجه به امتیازات قابل توجه آن در مقایسه با لوله‌های چدن خاکستری، به سرعت جایگزین لوله‌های چدن معمولی (چدن خاکستری) گردیده است. لذا در این مبحث، متعلقات لوله‌های چدن نشکن مورد بحث قرار می‌گیرند و اشاره‌ای نیز به مشخصات متعلقات که منحصراً از چدن خاکستری ساخته می‌شوند، خواهد شد.

۴-۱-۱-۲ استانداردها

۴-۱-۱-۲-۱ متعلقات چدن معمولی (چدن خاکستری)

متعلقات چدن خاکستری نیز مانند لوله‌های آن بر اساس استاندارد بین‌المللی ISO – R/13 و استاندارد ملی شماره ۴۲۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ساخته می‌شوند.

۴-۱-۱-۲-۲ متعلقات چدن نشکن

متعلقات چدن نشکن نیز بر اساس استانداردهای مختلف تولید می‌شوند که مهمترین آن، استاندارد بین‌المللی (ISO – 2531) می‌باشد. ضریب K [1] مورد استفاده برای متعلقات چدن نشکن نیز مختلف بوده و معمول‌ترین آن که مورد استفاده سازندگان داخلی نیز می‌باشد، عبارت از K=14 برای قطعات سه‌راهی و K=12 برای سایر متعلقات است. فشار آزمایش متعلقات با استفاده از ضرایب فوق به شرح زیر می‌باشد.

قطر ۸۰ الی	۳۰۰	میلیمتر =»	۲۵ اتمسفر
قطر ۳۵۰ الی	۶۰۰	میلیمتر =»	۱۶ اتمسفر
قطر ۷۰۰ الی	۲۶۰۰	میلیمتر =»	۱۰ اتسمفر

البته با توجه به نیاز و مشخصات خطوط آبرسانی و توزیع آب، متعلقات با فشار آزمایش بالاتر نیز تولید می‌گردد.

تعدادی از سایر استانداردهای مورد استفاده در ساخت متعلقات چدن نشکن به شرح زیر است.

- استاندارد شماره B5 4772
- استانداردهای شماره DIN 28600 الی DIN 28469
- استانداردهای برخی تولیدکنندگان برای برخی قطعات خاص.

[1] برای توضیح در خصوص ضریب K به بخش لوله‌های چدنی مراجعه شود.

۴-۱-۱-۳ علائم و اختصارات

علائم و اختصارات و نام فارسی و انگلیسی متعلقات چدن نشکن در جدول شماره ۴-۱-۱-۱ منعکس می‌باشد. ذیلاً شرح مختصری از متعلقات چدن نشکن و در برخی موارد، متعلقات چدنی و موارد استفاده آنها ذکر می‌گردد. متذکر می‌شود که متعلقات مورد بحث در مواردی که یک یـا چند سر آن کاسه باشد، متناسب بـا نوع اتصال (فشاری و یا مکانیکی) تولید و ارائه می‌گردند.

۴-۱-۱-۴ قطعه لوله یک سر ساده یک سر فلنج[1]

این قطعه که تا طول ۶ متر نیز تولید می‌شود در واقع همان قطعه یک سرساده یـــک سرفلنج (F) می‌باشد که با طول بیشتر تولید گردیده است. این قطعه در حالتی که اتصال قسمت سرکاسه خط لوله به شیرآلات و سایر متعلقات دارای فلنج مورد نظر باشد، استفاده می‌شود.

۴-۱-۱-۵ قطعه لوله دو سر فلنج[2]

این قطعه در واقع یک لوله چدن نشکن دو سرفلنج می‌باشد که مانند متعلقات و با ضریب K=12 و تا طول ۴ متر تولید و به صورت رابط اتصالی در تلمبه‌خانه‌ها، حوضچه‌ها و سایر موارد مشابه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۱-۱-۶ قطعه لوله‌های دو سر فلنج با فلنج جوش شده روی بدنه[3]

این قطعات که یک فلنج روی بدنه آن جوش شده[4] و عمدتاً به عنوان پرده آب‌بند عمل می‌نمایند، برای نصب در محل دیوارهایی که آب‌بندی محل عبور لوله دارای اهمیـــت زیاد است، استفاده می‌گردد. هـــر دو سر و یا یک سر این قطعه دارای فلنج است که می‌تواند از نوع فلنج جوش شده (FFP , FP) یا فلنج پیچی (FFS , FS) و یا فلنج ریخته‌گری شده (FFG , FG) باشد.

۴-۱-۱-۷ قطعه رابط[5]

قطعه رابط یک قطعه لوله دو سرساده بطول مورد نیاز می‌باشد که برای تنظیم طول در خطوط لوله با اتصالات فلنجی و یا بازگشت به جهت لوله‌گذاری از نظر جهت قرارگیری سرکاسه و پس از نصب قطعاتی که دارای حداقل دو سرکاسه می‌باشند، استفاده می‌گردد. این قطعه یا می‌تواند در کـــارگـــاه از لوله‌های معمولی تولید و یا سفارش داده شود. در حالت تولید در کارگاه، پیمانکار باید قطعات رابط مورد نیاز را با ابزار مخصوص و طبق دستورالعمل مهندس مشاور تهیه نماید.

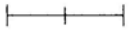
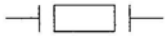
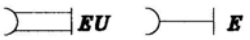
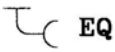
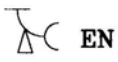
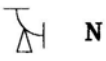
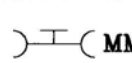
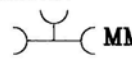
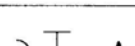
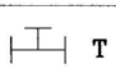
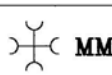
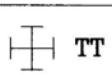
۴-۱-۱-۸ قطعه یک سرکاسه یک سرفلنج (EU , E)

این قطعه برای اتصال سرساده لوله به قطعات فلنج‌دار در حوضچه‌ها و سایر نقاطی که متعلقات دارای فلنج و شیرآلات به کار گرفته شده‌اند، استفاده می‌گردد.

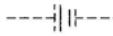
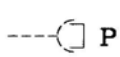
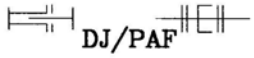
---

[1] Flange Spigot Pipe
[2] Double Flanged Pipe
[3] Flanged Pipes with Puddle Flange
[4] Puddle Flange
[5] Distance Piece

جدول ۴-۱-۱-۱ : علائم و اختصارات لوله‌های چدنی نشکن

علامت اختصاری	نام انگلیسی	نام فارسی
	FLANGE SPIGOT PIECE	قطعه لوله یک سر ساده یک سر فلنج
	DOUBLE FLANGED PIECE	قطعه لوله دو سر فلنج
	FLANGED PIPE WITH PUDDLE FLANGE	لوله دو سر فلنج با فلنج جوش شده بدنه
	DISTANGE PIECE	قطعه رابط
 EU F	FLANGED SOCKET	قطعه یک سر کاسه یک سر فلنج
F	FLANGED SPIGOT	قطعه یک سر ساده یک سر فلنج
U	COLLAR	قطعه دو سر کاسه (کولار)
MMK MMQ	DOUBLE SOCKET BEND	زانویی دو سر کاسه
MK MQ	SOCKET SPIGOT BENDS	زانویی یک سر کاسه - یک سر ساده
 EQ	FLANGE AND SOCKET HYDRANT BEND 90	زانویی یک سر کاسه - یک سر فلنج ۹۰ درجه
 EN	FLANGE SOCKET HYDRANT DUCKFOOT BEND 90	زانویی ۹۰ درجه یک سر کاسه یک سر فلنج پایه دار
 N	DOUBLE FLANGE DUCKFOOT BEND 90	زانویی ۹۰ درجه دو سر فلنج پایه دار
 MMA	DOUBLE SOCKET TEE WITH FLANGED BRANCH	سه راهی دو سر کاسه با انشعاب فلنج
 MMB	ALL SOCKET TEE	سه راهی سه سر کاسه
 A	SOCKET AND SPIGOT TEE WITH FLANGED BRANCH	سه راهی یک سر کاسه یک سر ساده با انشعاب فلنج دار
 T	ALL FLANGED TEE	سه راهی همه سر فلنج
 MMBB	ALL SOCKET CROSS	چهار راه همه سر کاسه
 TT	ALL FLANGED CROSS	چهار راه همه سر فلنج

ادامه جدول ۴-۱-۱-۱ : علائم و اختصارات لوله‌های چدنی نشکن

علامت اختصاری	نام انگلیسی	نام فارسی
MMR	DOUBLE SOCKET CONCENTRIC TAPER	تبدیل دو سر کاسه محوری
FFR	DOUBLE FLANGED CONCENTRIC TAPER	تبدیل دو سر فلنج محوری
FFRE	DOUBLE FLANGED FLAT TAPER	تبدیل دو سر فلنج غیر محوری
 XR	REDUCING FLANGE	فلنج تبدیل
X	BLANK FLANGE	فلنج کور
O	CAP	درپوش کلاهکی
 P	PLUG	درپوش توپی
SM	FLEXIBLE COUPLING	اتصال قابل انعطاف
EJ	EXPANSION JOINT	قطعه مخصوص انقباض و انبساط
PA	FLANGED ADAPTOR	قطعه فلنجی هماهنگ کننده
 DJ/PAF	DISMANTLING JOINT, DISMANTLING PIECE	قطعه باز و بسته کردن شیر
MD	WALL SLEEVE, WALL DUCT.	قطعه غلاف دیوار

۴-۱-۱-۹ قطعه یک سرساده یک سرفلنج (F)

قطعه یک سر ساده یک سر فلنج برای اتصال سرکاسه لوله به قطعات فلنج‌دار در حوضچه‌ها و سایر نقاطی که متعلقات دارای فلنج و شیرآلات به کار رفته‌اند استفاده می‌گردد.

۴-۱-۱-۱۰ قطعه دو سرکاسه (U)

کولار قطعه‌ای است که دو سر آن کاسه می‌باشد. عمده‌ترین موارد مصرف کولار به شرح زیر است.

- در مواقعی که قسمتی از خط لوله باید تعمیر گردد (به عنوان مثال در موقع شکستگی خط در زمان آزمایش هیدرولیکی و یا طول بهره‌برداری).
- در مواقعی که خط لوله به سازه‌های هیدرولیکی (مانند حوضچه‌ها) متصل می‌گردد. در حالت معمولی که در مسیر خط لوله سازه‌های هیدرولیکی احداث می‌شود و احداث آنها پس از اجرای خط لوله صورت می‌گیرد، علاوه بر قطعه مخصوص باز و بسته کردن شیرها و استفاده از یک و یا دو قطعه دو سرکاسه برای اتصال خط لوله در دو طرف حوضچه به متعلقات و شیرآلات داخل حوضچه ضروری است.
- در مواقعی که زاویه انحراف اتصالی زیادتر از انحراف مجاز اتصال لوله مورد استفاده است (به عنوان مثال در قطعاتی از مسیر لوله‌گذاری که نشست ناهمگون زمین پیش بینی می‌گردد).
- برای اتصال دو قطعه از خط لوله به یکدیگر که اجرا و نصب آنها از دو جهت شروع گردیده است.
- برای نصب متعلقات و شیرآلات روی لوله‌های نصب شده قبلی و یا در حال بهره‌برداری.

۴-۱-۱-۱۱ زانویی‌های دو سرکاسه (MMK , MMQ)

زانویی دو سرکاسه عموماً در محل مورد نیاز برای نصب زانوی مدفون مورد استفاده قرار می‌گیرد. این زانوها با زوایای استاندارد ¼ 11 , ½ 22 , 30 , 45 (MMK) , 90 (MMQ) درجه تولید می‌شود. در برخی کشورها زانویی دو سرفلنج با زاویه ۳۰ درجه نیز ساخته می‌شود.

۴-۱-۱-۱۲ زانویی یک سرکاسه یک سرساده (MK , MQ)

این قطعه زانویی مخصوص در زوایای استاندارد ¼ 11، ½ 22، 30 , 45(MK) و90 (MQ) درجه برای تأمین انحراف و اتصال قطعات خط لوله به یکدیگر بدون نیاز به تغییرات تدریجی جهت لوله‌گذاری با استفاده از زاویه انحراف و یا استفاده از کولار (U) به کار می‌رود.

۴-۱-۱-۱۳ زانویی یک سرکاسه یک سر فلنج ۹۰ درجه (EQ)

این زانویی در اقطار کوچک (عموماً ۴۰ میلیمتر) برای استفاده در شیرهای آتش نشانی و از چدن خاکستری تولید می‌گردد.

۴-۱-۱-۱۴ زانویی ۹۰ درجه یک سرکاسه یک سرفلنج پایه‌دار (EN)

این زانویی از نوع پایه‌دار[1] بوده فلنج می‌باشد. این زانویی‌ها مصارف متعددی مانند حوضچه‌های تخلیه در خطوط انتقال، انحراف افقی – عمودی ۹۰ درجه لوله (انحراف در دو صفحه عمود بر هم) و موارد مشابه دارند.

۴-۱-۱-۱۵ زانویی ۹۰ درجه دو سر فلنج پایه‌دار (N)

ایـــن زانویی نیز از نوع پایه‌دار بوده که هر دو سر آن دارای فلنج می‌باشد. این زانویی‌ها مصارف متعددی مانند حوضچه‌های تخلیه در خطوط انتقـــال، انحراف افقـــی – عمودی ۹۰ درجه لـــولـــه (انحراف در دو صفحه عمود برهم) و موارد مشابه دارند.

۴-۱-۱-۱۶ سه‌راهی دو سرکاسه با انشعاب فلنج (MMA)

این سه‌راهی بیشتر در مواقعی که انشعاب از خط لوله به دلیلی فلنج‌دار می‌باشد، مانند انشعاب برای شیر قطع و وصل مدفون، ورود به حوضچه شیرآلات و موارد مشابه، به کار می‌رود. در این حالت هیچ‌گونه شیرآلات و متعلقات فلنج‌دار روی خط اصلی لوله نصب نمی‌شود و سه‌راهی عموماً مدفـــون می‌باشد.

۴-۱-۱-۱۷ سه‌راهی همه سرکاسه (MMB)

سه‌راهی همه سرکاسه در مواقعی به کار می‌رود که انشعاب از خط اصلی نیز به صورت معمولی (یک سرساده یک سرکاسه) بوده و هیچ‌گونه متعلقات و قطعات فلنج‌دار بر روی خط لوله و در نزدیکی سه‌راهی نصب نخواهد شد. سه‌راهی همه سرکاسه معمولاً مدفون می‌باشد.

۴-۱-۱-۱۸ سه‌راهی همه سرکاسه ۴۵ درجه (MMC)

کاربرد این سه‌راهی نیز مانند سه‌راهی ۹۰ درجه همه سرکاسه (MMB) است. قطرانشعاب این سه‌راهی مساوی قطرلوله اصلی است.

۴-۱-۱-۱۹ سه‌راهی یک سرکاسه یک سرساده با انشعاب فلنج (A)

کاربرد سه‌راهی یک سرکاسه یک سرساده با انشعاب فلنج‌دار نیز مانند سه‌راهی دو سرکاسه یک سرفلنج (MMA) بوده ولی در این حالـــــت، ادامه خط لوله نیز بـــدون نیاز به قطعه رابط می‌باشد. این سه‌راهی معمولاً در اقطار کوچک تولید می‌شود.

۴-۱-۱-۲۰ سه‌راهی همه سر فلنج (T)

سه‌راهی همه سرفلنج در مواقعی بکار می‌رود که یا خط لوله دارای اتصال از نوع فلنجی است و یا قطعه سه‌راهی داخل سازه هیدرولیکی، مانند حوضچه، تلمبه خانه و نظایر آن نصب می‌گردد. این سه‌راهی معمولاً غیرمدفون می‌باشد. در مواقعی که همزمان با انشعاب، نصب قطعات دیگر، مانند شیرآلات، قطعه مخصوص نصب و پیاده‌کردن شیرها و قطعات مشابه بر روی خط اصلی پیش‌بینی می‌گردد، سه‌راهی همه سرفلنج مورد استفاده است.

[1] Duckfoot Bend

۴-۱-۱-۲۱ چهار راه همه سرکاسه (MMBB)

چهارراهی همه سرکاسه در حال حاضر فقط از چدن خاکستری ساخته می‌شود. این قطعه برای مواقعی است که دو انشعاب عمود بر یکدیگر از خط اصلی ضروری باشد. قطر انشعابات در چهار راه با یکدیگر برابر و به نوبه خود مساوی با قطر خط اصلی است.

قطر چهارراهی همه سرکاسه تولیدی محدود است. این چهارراهی تا قطر حداکثر ۳۰۰ میلیمتر طبق استاندارد شماره ۴۲۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تولید می‌گردد.

در خصوص استفاده از چهارراه، به توضیحات بند ۴-۱-۱-۲۲ توجه شود.

۴-۱-۱-۲۲ چهار راه همه سرفلنج (TT)

چهارراهی همه سرفلنج علاوه بر چدن خاکستری از چدن نشکن نیز ساخته می‌شود. موارد مصرف این چهارراه نیز برای مواقعی است که به کارگیری دو انشعاب عمود بر یکدیگر از خط اصلی ضروری باشد. در چهارراهی همه سرفلنج نیز قطر انشعابات با یکدیگر و با قطر خط اصلی مساوی است.

قطر چهارراهی‌های همه سرفلنج تولیدی نیز محدود بوده و معمولاً تا قطر حداکثر ۶۰۰ میلیمتر ساخته می‌شوند.

اصولاً استفاده از چهارراهی‌ها به دلایل مختلف و از جمله محدودیت قطر تولیدی و تساوی قطر انشعابات با قطر خط اصلی، به تدریج محدودتر شده به نحوی که تولید آن توسط برخی از تولیدکنندگان معتبر جهانی و کارخانه‌های عمده تولیدکننده داخلی متوقف گردیده است.

در طراحی خطوط انتقال و شبکه توزیع آب و با استفاده از دو سه‌راهی متوالی که جهت انشعاب آنها مخالف یکدیگر قرار گرفته باشند، هم نتیجه چهارراهی حاصل می‌شود، و هم با توجه به تنوع قطر انشعاب سه‌راهی‌ها، مشکل مربوط به محدودیت و تساوی قطر انشعاب چهارراهی نیز مرتفع می‌گردد.

بنابراین توصیه می‌شود که حتی‌الامکان از چهارراهی، به جز در موارد کاملاً ضروری و استثنایی استفاده نگردد.

۴-۱-۱-۲۳ تبدیل دو سرکاسه (MMR)

در مواقعی که کاهش قطر خط لوله ضروری گردد و یا حداقل قطر انشعاب سه‌راهی‌های استاندارد تولیدی بیشتر از قطر انشعاب مورد نیاز باشد، از قطعه تبدیل استفاده می‌شود. کاهش قطر لوله در تبدیل معمولاً در حول مرکز[1] است. قطعه تبدیل دو سرکاسه عمدتاً مدفون می‌باشد.

۴-۱-۱-۲۴ تبدیل دو سرفلنج (FFR , FFRE)

تبدیل دو سرفلنج نیز عملکرد تبدیل دو سر (کاسه) را داشته ولی موارد استفاده آن بعلت دارا بودن اتصال فلنجی بیشتر می‌باشد و علاوه بر انشعابات مدفون خطوط لوله با انشعابات فلنجی، در سازه‌های هیدرولیکی و سایر موارد مشابه نیز استفاده می‌گردد.

[1] Concentric

علاوه بر تبدیل دو سر فلنج محوری (FFR)، تبدیل دو سرفلنج غیر محوری (FFRE) که تبدیل دوسرفلنجی نخست[1] نیز نامیده می‌شود تولید می‌گردد. در این نوع تبدیل، کاهش قطر حول یک محور انجام نشده و محورهای دو سر تبدیل رویهم نبوده، بلکه موازی می‌باشند.

۴-۱-۱-۲۵ فلنج تبدیل (XR)

فلنج تبدیل در مواقعی به کار می‌رود که به علت محدودیت فضا و یا برای کاهش ابعاد سازه‌های هیدرولیکی و یا علل دیگر، استفاده از قطعه تبدیل دو سر فلنج برای کاهش قطر خط لوله امکان‌پذیر نباشد.

۴-۱-۱-۲۶ فلنج کور (X)

از فلنج کور برای مسدود نمودن انتهای خط لوله، مسدود نمودن انشعابات تا برقراری آنها، آزمایش هیدرولیکی قطعه‌ای از خط لوله و سایر مواردی که مسدود نمودن موقت و یا دائم هر قسمت از خط لوله ضروری باشد، استفاده می‌گردد.

توصیه می‌شود که در حین اجرای عملیات، همواره تعدادی فلنج کور و قطعات مربوط، مانند قطعات یک سرساده یک سرفلنج و یک سرساده یک سرکاسه همراه با پیچ و مهره‌های مربوط تهیه و در کارگاه آماده باشد تا علاوه بر مصرف در زمان آزمایش هیدرولیکی خطوط، از آنها برای مسدود نمودن موقت انتهای خط، انشعابات، شیرآلات و غیره استفاده شود. مسدود کردن انتهای خط لوله در حالتی که اتصالات غیرفلنجی باشد، توسط ترکیب یک قطعه یک سرساده و یک سرفلنج (F) و یا یک سرکاسه یک سرفلنج (E, EU) با یک فلنج کور انجام می‌پذیرد.

۴-۱-۱-۲۷ درپوشها (P , O)

درپوشها یا به صورت توپی[2] و یا کلاهک[3] می‌باشند. توپی (P) برای سرکاسه اتصالات و کلاهک (O) برای سرساده اتصالات به کار می‌رود. در بعضی موارد، توپی و کلاهک برای اتصالات نوع پیچی نیز تولید می‌شود.

۴-۱-۱-۲۸ اتصال قابل انعطاف (اتصال مکانیکی) (SM)

قطعه قابل انعطاف[4] از فولاد ساخته شده و نوعی اتصال مکانیکی بوده و در واقع به عنوان قطعه مفصلی کوتاه نیز می‌تواند تلقی گردد که ضمن اتصال دو سرساده لوله به یکدیگر، شرایط عمده زیر را نیز بدون خارج شدن محل اتصال از آب‌بندی فراهم می‌نماید.

- اتصال لوله‌های هم جنس و یا غیر هم جنس با قطر خارجی مساوی و یا متفاوت.
- تأمین انقباض و انبساط لوله به مقدار پیش‌بینی شده در هر قطعه.
- حرکت زمین و در نتیجه جابجایی لوله‌ها نسبت به امتداد افقی به میزان چند درجه در محل اتصال و برای لوله‌های هر دو طرف اتصال.

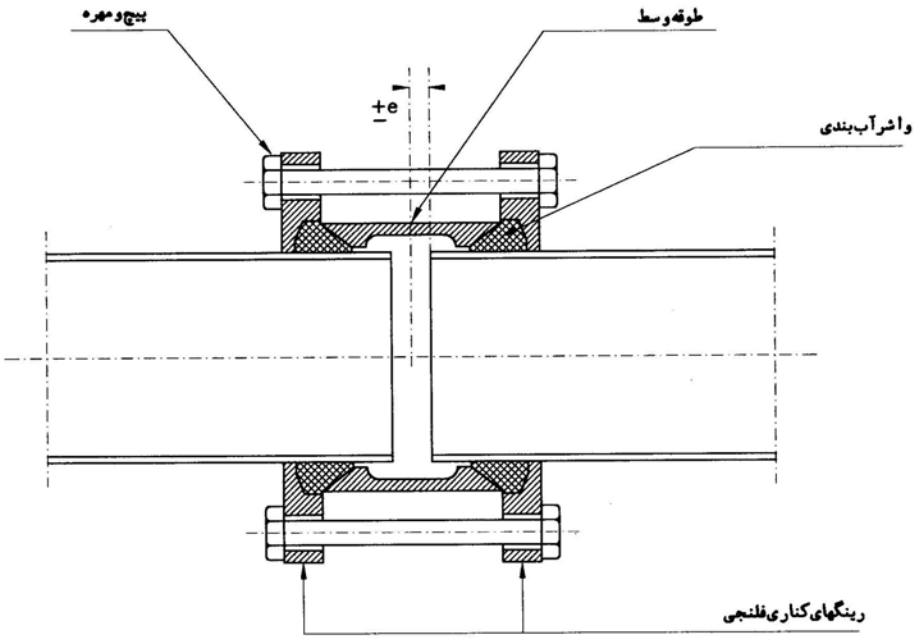
---

[1] Flat Taper
[2] Plug
[3] Cap
[4] Flexible Coupling

- تأمین قوس با شعاع زیاد در خط لوله بدون نیاز به استفاده از متعلقات و قطعات اضافی.
- تأمین تغییر امتداد افقی[1] خـــط لولـه توسط دو قطعه قابل انعطاف متوالی با توجه به حداکثر مجاز انحراف زوایا.

هـــر قطعه قابل انعطاف متشکل از طوقه وســـط، رینگ‌های کنـــاری فلنجی، واشرهای آب‌بندی و پیچ و مهره می‌باشد. در نصب این قطعه، دو سر لوله درون طوقه وسط که قطر داخلی آن کمی‌از قطر خارجی لوله‌ها بزرگتر است قرار گرفته و از دو طرف توسط پیچاندن پیچهای رینگهای کناری فلنجی در محل خود ثابت می‌شود. در حین پیچاندن پیچها که با نزدیک شدن رینگها به یکدیگر و در نتیجه ثابت ماندن طوقه وسط همراه است، واشرهای لاستیکی که روی دو سرساده لوله قرار گرفته، بین لبه‌های خارجی طوقه و سطح داخلی رینگها فشرده شده و آب‌بندی اتصال برقرار می‌شود. برای نصب و حرکت واشر در این قطعه، استفاده از ماده روان سازی و آغشته نمودن سطح خارجی سرساده لوله‌ها و واشرها با آن ضروری است.

متذکر می‌شود که برای اتصال لوله‌های هم‌جنس و یا غیر هم‌جنس با قطر خارجی متفاوت نیز قطعات قابل انعطاف تبدیلی[2] ساخته می‌شود که طوقه وسط در آنها پله‌ای بوده و رینگهای خارجی نیز متناسب با قطر خارجـی دو ســر لوله‌ها ساخته می‌شود. در شکل شماره (۴-۱-۱-۱) نحوه کلی قرار گرفتن قطعه قابل انعطاف نشان داده شده است.



شکل ۴-۱-۱-۱ : قطعه قابل انعطاف

۴-۱-۱-۲۹ قطعه اتصال مفصلی (APC)

قطعه اتصال مفصلی[3] قطعه مخصوصی است که معمولاً از فولاد ساخته شده و دارای اتصال فلنجی است. لذا بـــرای استفاده از این قطعات در خطوط لوله با اتصالات غیرفلنجی، پیش‌بینـــی قطعات فلنج‌دار در دو طرف آن ضروری است.

[1] Lateral Displacement
[2] Stepped Coupling
[3] Articulated Pipe Connector

با استفاده از قطعه اتصال مفصلی در خط لوله، شرایط عمده زیر با حفظ آب‌بندی محل اتصال برقرار می‌گردد.

- اتصال لوله‌های غیر هم‌جنس به یکدیگر.
- تأمین انقباض و انبساط لوله به مقدار پیش بینی شده در هر قطعه.
- تغییر امتداد شعاعی[1] دو قسمت از خط لوله.

در شکل شماره (۴-۱-۱-۲)، قطعه اتصال مفصلی نوع صلب[2] و قابل انعطاف[3] نشان داده شده است.

۴-۱-۱-۳۰ قطعه مخصوص انقباض و انبساط (EJ)

لوله‌های چدنی در صورتی که تحت شرایط تغییرات قابل توجه دما قرار گیرند، دارای انقباض و انبساط قابل توجه خواهند بود. توجه به انقباض و انبساط لوله‌های چدن نشکن در طول مدت بهره‌برداری در حالتی که خط لوله به صورت غیردفنی احداث می‌شود، نظیر عبور لوله‌ها از موانع و یا نصب خط لوله روی پایه ضروری می‌باشد. در غیر این‌صورت خط لوله می‌تواند دچار آسیب شده و از آب‌بندی خارج گردد.

به منظور فراهم نمودن شرایط لازم برای انقباض و انبساط لوله‌ها، از قطعه مخصوص انقباض و انبساط استفاده می‌شود. در شکل شماره (۴-۱-۱-۳) یک نمونه قطعه مخصوص انقباض و انبساط لوله نشان داده شده است که معمولاً از فولاد معمولی و یا فولاد ضدزنگ ساخته می‌شود.

به طوری که در شکل فوق‌الذکر مشاهده می‌گردد، قطعه مزبور با اتصال فلنجی بوده و لذا برای نصب آن روی خطوط لوله با اتصالات غیرفلنجی، باید قطعات فلنج‌دار در دو طرف آن پیش‌بینی گردد.

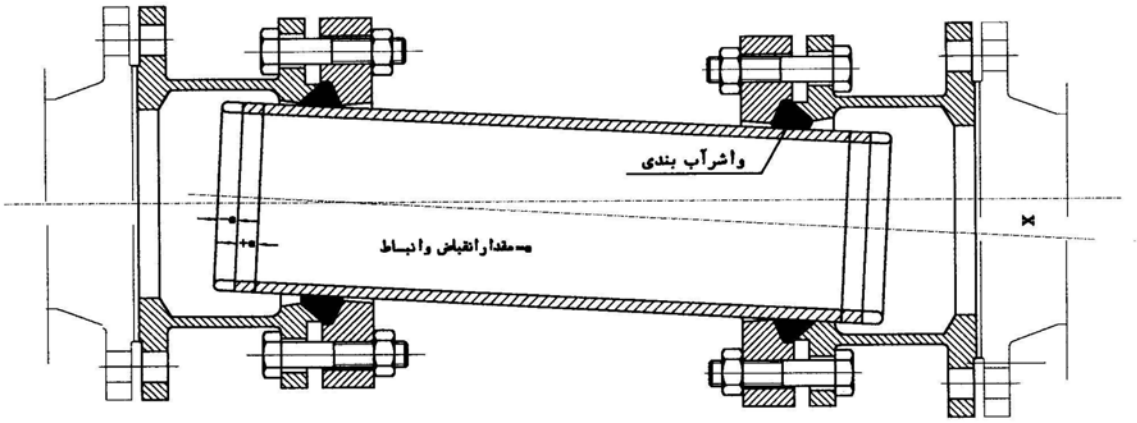
قطعات انقباض و انبساط معمولاً از سه رینگ تشکیل شده و شباهت زیادی به قطعه مخصوص باز و بسته کردن شیرها دارد. رینگ شماره یک آن قطعه لوله مخصوص دو سر فلنج و رینگ دوم شبیه یک قطعه یک سرساده یک سرفلنج (F) و رینگ سوم شبیه غلاف فلزی[4] است که آب‌بندی قطعه را از طریق فشار دادن لاستیکهای مخصوص آب‌بندی واقع شده بین رینگ‌های اول و دوم تأمین می‌نماید. انقباض و انبساط خط لوله از طریق حرکت تلسکوپی رینگ دوم درون رینگ اول تأمین می‌گردد.

تعداد قطعات مخصوص انقباض و انبساط با توجه به طول خط لوله و حداکثر اختلاف درجه حرارت محیط طی مدت سال و طول مجاز انقباض وانبساط هر قطعه تعیین و در فواصل مناسب در طول خط لوله نصب می‌شوند.

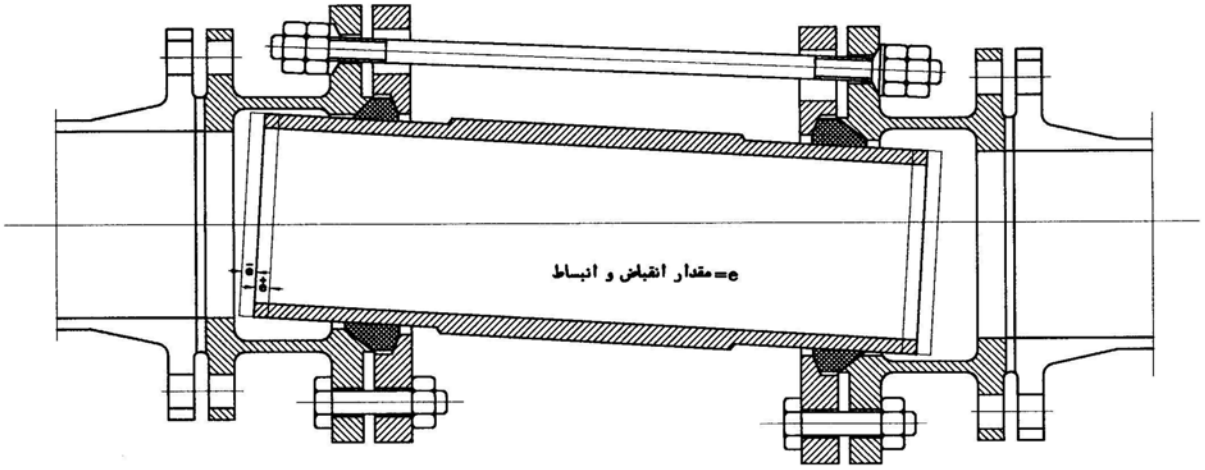
در موقع نصب این قطعات باید دقت لازم به درجه حرارت محیط و بدنه لوله خالی در زمان نصب و اختلاف آن با حداکثر درجه حرارت قابل پیش‌بینی به عمل آید که در نتیجه، مقدار فرو رفتگی رینگ‌های شماره یک و دو را در درون یکدیگر در موقع نصب تعیین می‌نماید. با توجه به مشکلات و تقریبهای برآورد این وضعیت و همچنین مقابله با سایر وضعیتهای استثنایی جوی و سایر پیش‌بینی‌های به عمل نیامده احتمالی، توصیه می‌شود که در تعیین تعداد قطعات انقباض و انبساط لوله حداکثر طول مجاز انقباض و انبساط هر قطعه در نظر گرفته نشده، بلکه حدود ۸۰ الی ۹۰ درصد آن در محاسبه منظور گردد.

---

[1] Redial Displacement
[2] Rigid
[3] Flexible
[4] Gland

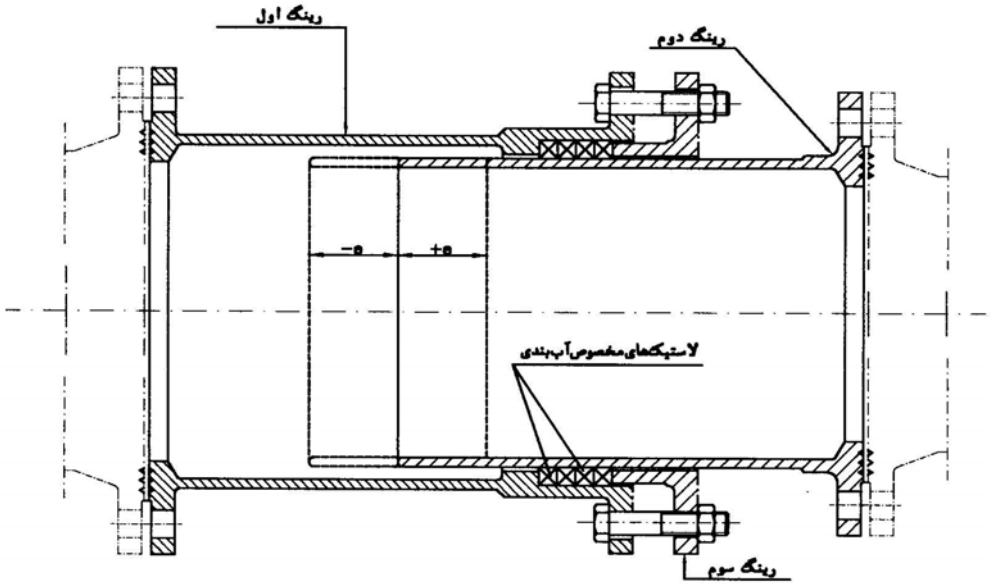


نوع قابل انعطاف FLEXIBLE



نوع صلب RIGID

شکل ۴-۱-۱-۲ : قطعه اتصال مفصلی



شکل ۴-۱-۱-۳ : قطعه مخصوص انقباض و انبساط

۴-۱-۱-۳۱ قطعه فلنجی هماهنگ کننده (PA)

قطعه فلنجی هماهنگ‌کننده[1] ترکیبی از اتصال مکانیکی- فلنجی است و از فولاد ساخته می‌شود. این قطعه با حفظ آب‌بندی محل اتصال، باید شرایط عمده زیر را نیـــز تأمین نماید.

- اتصال سرساده لوله به لوله‌های فلنج‌دار یا شیرآلات و سایر قطعات فلنج‌دار (مانند قطعه یک سرکاسه یک سرفلـــنج (EU , E)).
- حرکت زمین و یا نشست لوله و در نتیجه جابجایی سرساده لوله نسبت به امتداد افقی به میزان چند درجه در محل اتصال.
- تأمین انقباض و انبساط لوله به مقدار پیش‌بینی شده در هر قطعه.

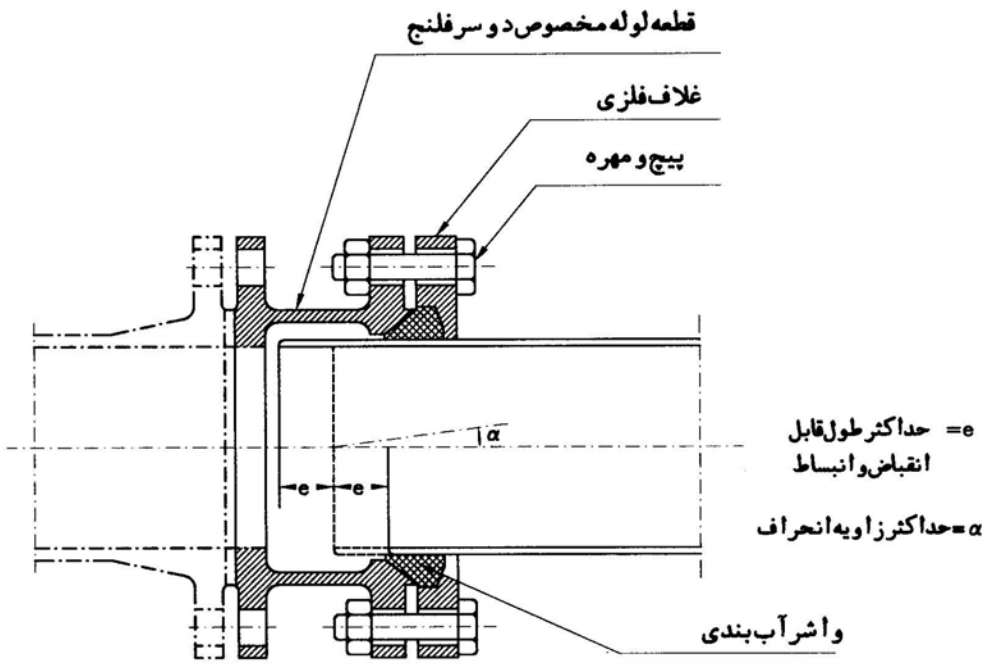
هر قطعه هماهنگ کننده متشکل از یک قطعه لوله مخصوص دو سرفلنج که قطر داخلی آن کمی بیش از قطر خارجی لوله است، یک قطعه شبیه غلاف فلزی و یک واشرهای آب‌بندی و پیچ و مهره می‌باشد. در نصب این قطعه، ابتدا یک سرفلنج‌دار قطعه لوله مخصوص به فلنج خط لوله و یا شیرآلات و غیره بسته می‌شود. سپس سرساده لوله که غلاف فلزی روی آن قرار داده شده درون این قطعه مخصوص قرار گرفته و غلاف فلزی توسط پیچاندن پیچها به طرف فلنج رانده شده و همزمـان واشر آب‌بندی بیـــن لبه لوله مخصوص و زائده این غلاف فشرده می‌شود و آب‌بندی تأمین می‌گردد.

برای نصب و حرکت واشر در این قطعه، استفاده از ماده روان‌ساز و آغشته نمودن سطح خارجی سرساده لوله و واشر لاستیکی با آن ضروری است.

در شکل شماره (۴-۱-۱-۴) نحوه کلی قرار گرفتن قطعه فلنجی هماهنگ کننده نشان داده شده است.

---

[1] Flanged Adaptor



شکل ۴-۱-۱-۴ : قطعه فلنجی هماهنگ‌کننده

۴-۱-۱-۳۲ قطعه باز و بسته کردن شیر (DJ , PAF)

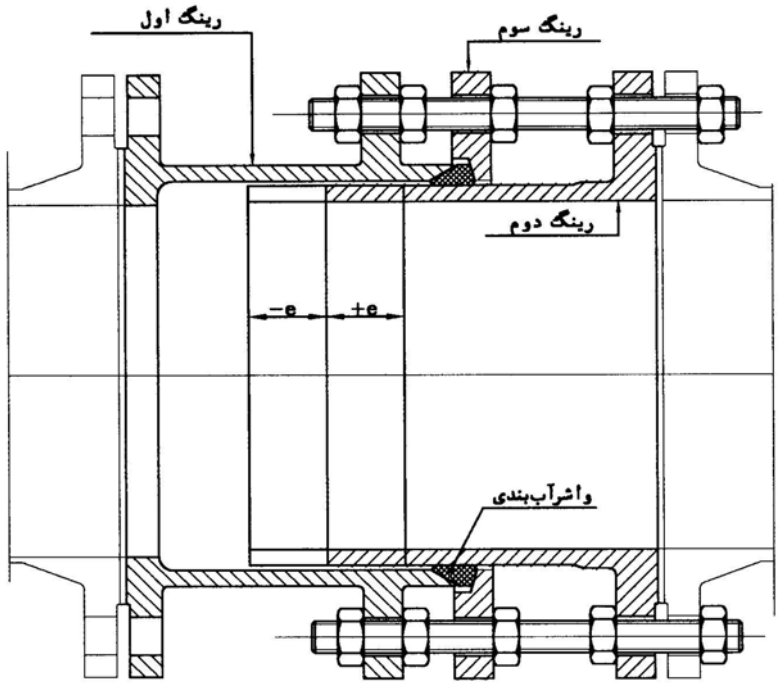
قطعات مخصوص باز و بسته کردن شیر به صورتهای مختلف ساخته می‌شوند. معمول‌ترین آنها (قطعه بلند) از سه رینگ تشکیل شده است (شکل ۴-۱-۱-۵ الف) که رینگ شماره یک آن قطعه لوله مخصوص دو سرفلنج و رینگ دوم شبیه یک قطعه سرساده یک سرفلنج (F) و رینگ سوم شبیه غلاف فلزی است.

با باز نمودن پیچ‌ها، می‌توان رینگ دوم را درون رینگ اول به جلو رانده و فاصله‌ای بین فلنج لوله و یا شیر و یا متعلقات مجاور ایجاد نمود که‌این فاصله معمولاً معادل حداکثر ۲۵ میلیمتر است. فاصله فوق برای نصب آخرین قطعه گره[1] در سازه‌های آبی کافی بوده که رینگ دوم پس از نصب این قطعه، مجدداً به عقب کشیده شده و به فلنج مجاور بسته می‌شود. آب‌بندی حد فاصل رینگ‌های اول ودوم توسط واشر لاستیکی که با پیچاندن پیچ‌ها و توسط رینگ سوم به لبه رینگ اول فشرده می‌شود، تأمین می‌گردد.

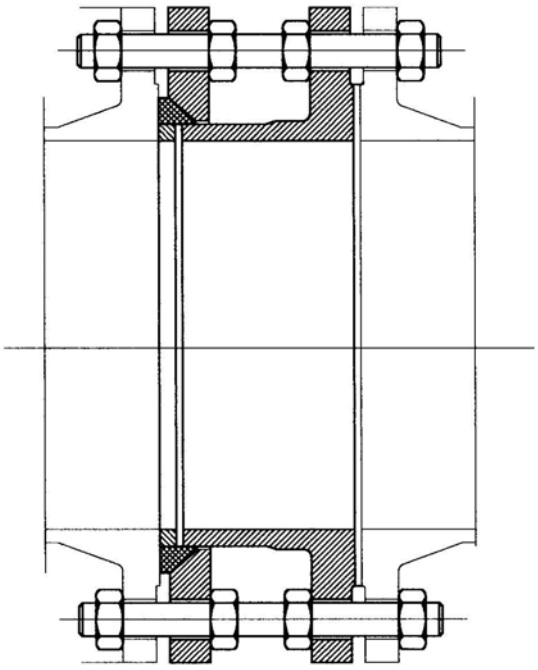
در مرحله بهره‌برداری و در صورت نیاز به بیرون آوردن هر یک از متعلقات و شیرآلات نیز به همین صورت عمل شده و با آزاد نمودن رینگ‌های شماره دو و سه، رینگ دوم به داخل رینگ اول رانده شده و فاصله ضروری برای بیرون آوردن قطعه مورد نظر فراهم می‌گردد.

همانطور که ذکر شد، قطعات باز و بسته کردن شیر به صورتهای مختلف تولید می‌شوند که در شکل (۴-۱-۱-۵ ب) یک قطعه کوتاه آن نشان داده شده است.

[1] Junction



شکل ۴-۱-۱-۵ الف : قطعه بلند مخصوص باز و بسته کردن شیر

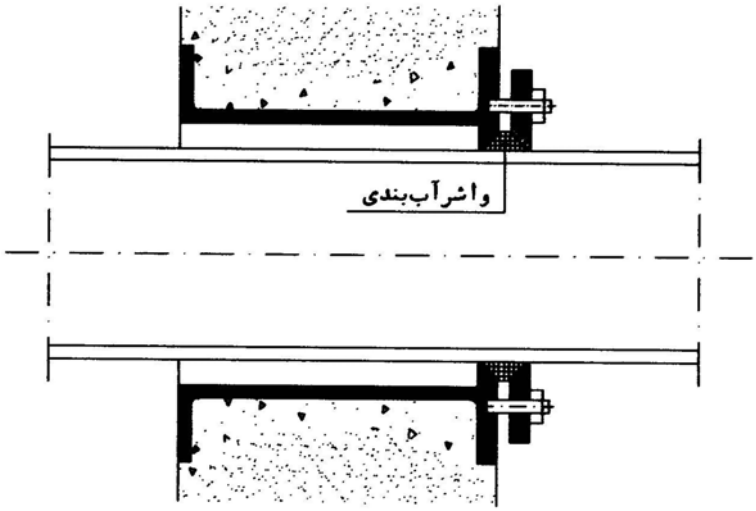


شکل ۴-۱-۱-۵ ب : قطعه کوتاه مخصوص باز و بسته کردن شیر

۴-۱-۱-۳۳ قطعه غلاف دیـــوار (MD)

قطعه غلاف دیوار[1] قطعه‌ای است که بـــرای عبور لوله از دیوارها (مانند دیوار مخازن ذخیـره آب) استفاده می‌گردد. این قطعه ضمن تأمین آب‌بندی محل عبـــور لوله از دیـــوار، انعطاف لازم را بـــرای عبور لوله نیز ایجاد می‌نماید بـــــه نحوی کـــه نشست‌های احتمالی دیوار و انقباض وانبساط بتن در مـــرحله اجرایی صدمه‌ای به لوله وارد نمی‌نماید.

در شکل شماره (۴-۱-۱-۶) یک نمونه از قطعه غلاف دیوار نشان داده شده است.



شکل ۴-۱-۱-۶ : قطعه غلاف دیوار (MD)

۴-۱-۱-۳۴ قطعه یک سرفلنج شیپوری

قطعه یک سرفلنج شیپوری[2] قطعه لوله‌ای کوتاه است که قطر یک طرف آن بیشتر بوده و برای جریان بهتر و یکنواخت آب به داخل و یا پخش بهتر آب خروجی از لوله استفاده می‌شود. این قطعه معمولاً در انتهای لوله‌های ورودی آب به مخازن ذخیره، ابتدای لوله‌های سرریز آب، ابتدای لوله‌های آبگیر از سطح مخازن و برکه‌ها و سایر موارد مشابه نصب می‌شود.

قطعه یک سر فلنج شیپوری هم از چدن نشکن و هم از فولاد ساخته شده و لذا لوله‌ای که به آن متصل می‌شود باید دارای فلنج مناسب باشد.

۴-۱-۱-۳۵ صافی فلنج‌دار معمولی

صافی‌های فلنج‌دار[3] برای نصب بر روی ابتدای لوله آب خروجی از مخازن، ابتدای لوله مکش تلمبه‌ها در حالت افقی و موارد مشابه به کار می‌رود. با استفاده از این صافی‌ها، تلمبه‌ها و خطوط لوله و سایر تأسیسات واقع شده پس از نقطه آبگیری در مقابل صدمات ناشی از ورود اجسام شناور و یا معلق در آب محافظت می‌گردند.

---

[1] Wall Duct or Wall Sleeve
[2] Bellmouth
[3] Flanged Strainer

صافی‌های فلنج‌دار معمولاً از فولاد ساخته شده و لذا لوله‌ای که بـــه‌این قطعه متصل می‌شود باید دارای فلنج مناسب باشد.

از آنجائی که‌این صافی‌ها متوالیاً تحت تأثیر نوسانات سطح آب بـــوده و به دفعات زیاد می‌توانند در تماس با هوا قرار گرفته و یا مستغرق باشند، لذا خوردگی در آنها قابل توجه است. بدین لحاظ قسمت مشبک آن در بسیاری موارد از فولاد ضدزنگ و یـــا گالوانیزه شده گـــرم[1] ساخته می‌شوند. در هر صورت توصیه می‌گردد که در انتخاب جنس و پوشش محافظ این صافی‌ها و خصوصاً قسمت مشبک آن دقت و توجه لازم مبذول شود.

۴-۱-۱-۳۶ صافی فلنج‌دار با شیر یکطرفه

صافی‌های فلنج‌دار با شیر یکطرفه[2] که به آن سوپاپ نیز اتلاق می‌شود از جنس چدن معمولی و یا چدن نشکن و یا فولادی بوده و لذا لوله‌ای که به‌این قطعه متصل می‌گـــردد باید دارای فلنج مناسب باشد. این صافی مجهز به شیر یکطرفه که بلافاصله پس از قسمت مشبک آن قرار گرفته، می‌باشد. از این صافی‌ها در ابتدای لوله مکش عمودی تلمبه‌ها و سایر مواردی که علاوه بر جلوگیری از ورود اجسام شناور و معلق به داخل لوله، عدم تخلیه ثقلی لوله پس از صافی نیز مدنظر باشد استفاده می‌گردد.

شیر یکطرفه این صافی‌ها بسیار ساده بوده و به صورت متحرک لولایی[3] می‌باشد که در اثر مکش و جریان آب به درون صافی باز شده و بلافاصله پس از قطع مکش و جریان به حالت اولیه درآمده و از تخلیه لوله جلوگیری می‌نماید.

۴-۱-۱-۳۷ قطعات انشعاب مستقیم

نحوه انشعاب از خطوط چدن نشکن در بخش دوم منعکس گردیده است. با توجه به نکات ذکر شده در بخش مزبور، بیشترین انشعابات از خطوط چدن نشکن خصوصاً برای نقاط مصرف پراکنده و روستاها و شهرک‌های کوچک واقع در مسیر خطوط انتقال آب و همچنین انشعاب از خطوط شبکه‌های توزیع آب به صورت مستقیم انجام می‌شود. برای انشعاب مستقیم دو روش زیر معمول است.

۴-۱-۱-۳۷-۱ قطعه رزوه شده

قطعه رزوه شده[4] قطعه لوله کوچکی است که یک سر آن قبلاً و به مقدار مورد نیاز رزوه شده است. این قطعه مستقیماً به بدنه لوله پیچ و انشعاب از طریق آن تأمین می‌گردد. برای این منظور در بدنه لوله نیز باید سوراخی معادل قطر قطعه رزوه شده‌ایجاد شود. این سوراخ نیز باید توسط قلاویز حدیده گردد.

قطعه رزوه شده برای انشعاب کوچک استفاده می‌شود. توصیه می‌گردد که استفاده از این قطعه بـــــه صورت زیر محدود شده و حتی در این وضعیت نیز استفاده از زیـن انشعاب توصیه می‌شود.

برای انشعاب بزرگتر از زین انشعاب و یا سه‌راهی استفاده می‌شود.

---

[1] Hot Deep Galvanized
[2] Flanged Strainer with Non Return Valve
[3] Flap
[4] Threaded Tap

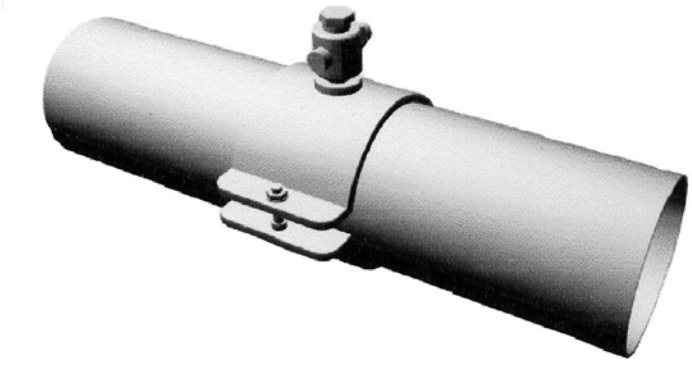
قطر انشعاب توسط قطعه رزوه شده	قطـــر خط لـــولـــه اصلی
۱۳ میلیمتر (نیم اینچ)	۸۰ الی ۳۰۰ میلیمتر
۱۹ میلیمتر (سه چهارم اینچ)	۱۰۰ الی ۳۰۰ میلیمتر
۲۵ میلیمتر (یک اینچ)	۱۵۰ الی ۳۰۰ میلیمتر

۴-۱-۱-۳۷-۲ زین انشعاب

زین انشعاب شامل دو قطعه مخصوص است که به اندازه قطر خارجی لوله انحنا داشته و هر قطعه نصف محیط لوله را در بر می‌گیرند. قطعات فوق توسط پیچ به یکدیگر متصل شده و همانند یک گیره روی لوله ثابت می‌ماند. یکی از قطعات دارای یک سوراخ رزوه شده است که محل قرار گرفتن آن به محل مورد نظر اخذ انشعاب بستگی دارد و در کنار، بالا و یا با زاویه مورد نظر نسبت به لوله قرار داده می‌شود. روی لوله اصلی نیز یک سوراخ به قطر مورد نظر و درست روبروی سوراخ رزوه شده زین ایجاد و با پیچاندن قطعه لوله رزوه شده انشعاب در سوراخ زین، انشعاب از لوله اصلی برقرار می‌شود.

توصیه می‌گردد که زین انشعاب برای ایجاد انشعاب با قطر حداکثر ۵۰ میلیمتر (دو اینچ) استفاده و برای انشعاب بزرگتر از سه‌راهی استفاده شود.

در شکل شماره (۴-۱-۱-۷) نحوه استقرار زین انشعاب نشان داده شده که در این حالت، انشعاب به صورت عمودی از لوله اصلی گرفته شده است.



شکل ۴-۱-۱-۷ : زین انشعاب

۴-۱-۱-۳۸ علامت‌گذاری

متعلقات چدن نشکن معمولاً در کارخانه علامت‌گذاری می‌شوند. این علامتها که مشخصات اصلی قطعه را مشخص می‌نماید، معمولاً در حین ساخت و از همان جنس قطعه و به صورت برجسته روی قطعه حک شده و یا در مرحله بعدی با رنگ روی قطعه ایجاد می‌گردد. رنگ مورد استفاده باید با دوام و دارای ثبات باشد تا با مرور زمان و نگهداری قطعه در انبار پاک نشود.

علامت‌های فوق باید مشخصات اصلی از قبیل قطر، فشار کار، زاویه زانویی، قطر انشعاب سه‌راهی و نام کارخانه سازنده را شامل گردد.

۴-۱-۲ متعلقات لوله‌های بتنی

۴-۱-۲-۱ مقدمه

متعلقات لوله‌های بتنی تحت فشار اکثراً از جنس فولادی تولید می‌شوند. ساخت متعلقات از جنس بتن، خصوصاً در اقطار کوچک و تا قطر ۴۰۰ میلیمتر، برای خطوط بتنی ثقلی جمع‌آوری فاضلاب رایج تر می‌باشد. لذا در این بخش نخست متعلقات فولادی که برای لوله‌های بتنی تحت فشار در ایران مورد استفاده می‌باشد مورد نظر و بحث قرار می‌گیرد. در انتها نیز مشخصات متعلقات بتنی مورد مصرف برای شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب ذکر می‌گردد.

۴-۱-۲-۲ استانداردها

برای ساخت متعلقات فولادی لوله‌های بتن مسلح تحت فشار استاندارد خاصی تدوین نگردیده بلکه استاندارد ساخت لوله‌ها و متعلقات فولادی و دستورالعمل‌های سازنده لوله‌ها در این خصوص ملاک عمل می‌باشد.

شایان ذکر است که متعلقات لوله‌های بتنی تحت فشار، به جز لوله‌های مخصوص، به ندرت توسط کارخانه سازنده لوله ساخته می‌شود.

متعلقات بتنی شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب بر اساس استانداردهای مختلف ساخته می‌شوند که از جمله استاندارد شماره BS – 5911 می‌باشد.

۴-۱-۲-۳ انواع متعلقات لوله‌های بتنی تحت فشار

برای ساخت متعلقات لوله‌های بتنی دو روش عمده زیر وجود دارد.

الف : ساخت متعلقات به صورت سرساده و سرکاسه بصورت ریخته گری ماشین کاری شده و یا ساخت آنها از ورقهای فولادی.

ب : ساخت متعلقات توسط لوله‌های مخصوص و حلقه‌ها و لوله‌های فولادی.

از آنجائی که به کارگیری و نصب متعلقات روش " الف " همانند سایر متعلقات مشابه، همانند چدن نشکن، می‌باشد، لذا در اینجا صرفاً ساخت متعلقات طبق روش " ب " مورد بحث قرار می‌گیرد.

با توجه به جنس فولادی متعلقات لوله‌های بتنی تحت فشار، امکان ساخت انواع متعلقات از قبیل زانو، چهارراهی، سه‌راهی، تبدیل و غیره برحسب نیاز و بدون محدودیت و برحسب نیازهای طراحی وجود دارد.

این مزیت در مورد بسیاری از لوله‌ها، خصوصاً لوله‌های چدن نشکن و آزبست سیمان وجود ندارد مگر این که متعلقات لوله‌های فوق نیز تحت شرایط خاص از جنس فولادی ساخته شود. به عنوان مثال، ساخت زانویی لوله‌های بتنی تحت فشار از صفر الی ۹۰ درجه امکان‌پذیر می‌باشد. و یا چهارراهی با هر قطر و ابعاد و سه‌راهی نیز با هر قطر انشعاب و هر زاویه انشعاب نسبت به لوله قابل ساخت و نصب است. همین انعطاف در مورد سایر متعلقات نیز وجود دارد.

علاوه بر مزایای فوق، برخی متعلقات می‌توانند در هم ادغام شوند. به عنوان مثال ساخت تبدیل و انشعاب و یا زانوئی و انشعاب و نظایر آن در یک قطعه متعلقات فولادی کاملاً امکان‌پذیر و رایج می‌باشد.

با توجه به نکات فوق، انواع متعلقات مورد بحث در بخش مربوط به متعلقات لوله‌های چدنی و چدن نشکن، ولی با انعطاف و تنوع بسیار بیشتر برای لوله‌های بتنی تحت فشار نیز قابل ساخت و استفاده می‌باشد. لذا در این بخش از ذکر تمام موارد خودداری و برای جزئیات بیشتر، به بخش مربوط به متعلقات لوله‌های چدنی و چدن نشکن رجوع شود. با عنایت به موارد فوق، در اینجا صرفاً متعلقات خاص ایـــن لوله‌ها و یا نحوه ساخت برخی متعلقات لوله‌های بتن تحت فشار مورد بحث قرار می‌گیـــــرد.

پیمانکار موظف است علاوه بر رعایت موارد مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری در خصوص حمل، انبارداری و نصب متعلقات و شیرآلات، عملیات برش، سنگ‌زنی، جوشکاری، اندود سیمانی و سایر کارهای مربـــوط به ساخت و بـــرقراری و نصب متعلقات لوله‌های بتنی تحت فشار را براساس دستورالعمل‌های کارخانه سازنده و مهندس مشاور انجام دهد.

۴-۱-۲-۴ لوله‌های مخصوص

به طوری که در بخش مربوط به لوله‌های بتنی تحت فشار ذکر گردید، لوله‌های مخصوص بتنی به صورت دو و یا سه پارچه ساخته می‌شوند. بدین معنی که در بدنه لوله بتنی در حین ساخت، یک و یا دو حلقه فولادی و یا در حقیقت یک و یا دو قطعه لوله فولادی قرار داده می‌شود. بنابراین لوله مخصوص یک شاخه لوله مرکب از لوله بتنی و لوله فولادی می‌باشد. دو سر قطعه لوله‌های فولادی برای اتصال و گیرداری در بتن به طرق مختلف شکل داده می‌شود. لوله مخصوص دو پارچه برای مصارف مختلف و از جمله ساخت و نصب متعلقات به کار می‌رود. لوله مخصوص سه پارچه عمدتاً برای نصب متعلقات بر روی خطوط لوله ساخته شده کاربرد داشته و بعضاً نیز به عنوان جایگزین لوله‌های صدمه دیده در خط مورد استفاده قرار می‌گیرد.

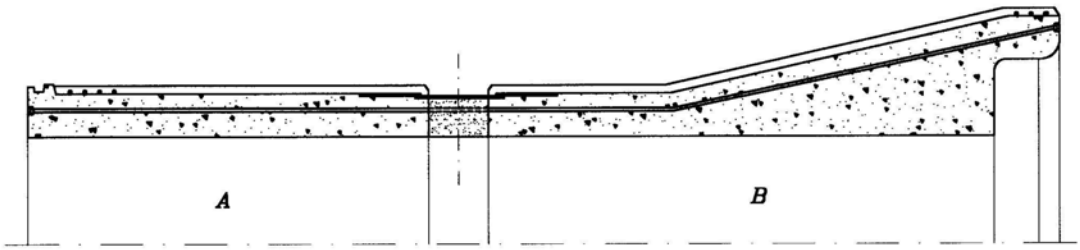
۴-۱-۲-۵ کمربند فولادی

کمربند فولادی و یا کش، یک قطعه مخصوص لوله فولادی است که قطر داخلی آن معادل و تا چند میلیمتر بیشتر از قطر خارجی متعلقات و حلقه فولادی لوله‌های مخصوص می‌باشد. کمربند فولادی به عنوان تقویت محل اتصال متعلقات فولادی سرساده با حلقه فولادی لـــولـــه مخصوص مورد استفـــاده می‌باشد که در شکل‌های بخش لوله‌های بتنی تحت فشار نشان داده شده و در قسمتهای بعدی این بخش نیز مورد بحث خواهد بود. کمربند فولادی حسب مورد بصورت یک پارچه و یا دو و سه پارچه ساختـــه می‌شود.

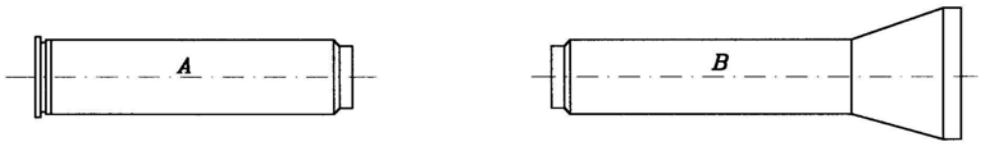
۴-۱-۲-۶ کولار

به طوری که در بخش مربوط به متعلقات لوله‌های چدن نشکن ذکر شد، کولار قطعه‌ای است که یکی از موارد مصرف آن، اتصال دو سر خطوط لوله در حین اجرا و یا پس از تعویض لوله‌های صدمه دیده و هم چنین ارتباط خط لوله با سازه‌های هیدرولیکی می‌باشد. این عمل را در لوله‌های بتنی تحت فشار با لوله‌های مخصوص انجام می‌دهند که نحوه انجام آن، در بخش لوله‌های بتنی تحت فشار آبرسانی شرح داده شده است.

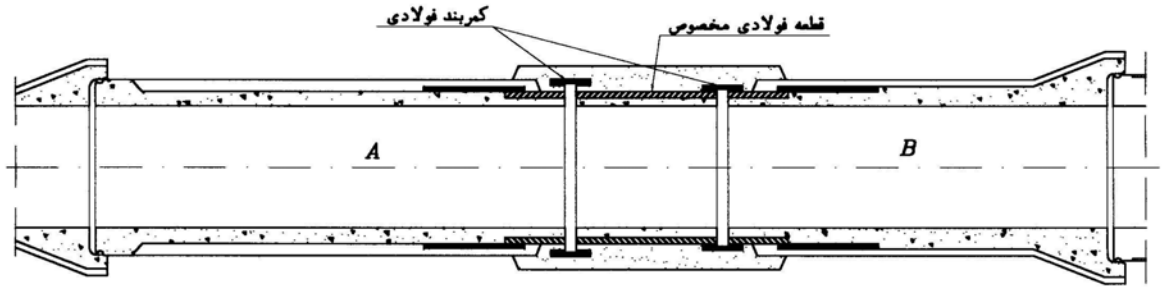
متذکر می‌شود که برای اتصال دو قطعه خط لوله در حین اجرا و یا اتصال به سازه‌های هیدرولیکی، اغلب به یک شاخه لوله با طول بیشتر از معمول و یا در حقیقت یک قطعه کولار بلند نیاز می‌باشد. در این حالت، یک قطعه لوله مخصوص در محل حلقه فولادی برش داده شده و یک قطعه فولادی مخصوص با طول مورد نظر در بین دو قطعه قرار داده شده و جوش می‌شود. بدین ترتیب یک شاخه لوله با طول مورد دلخواه بدست می‌آید. اصول این عمل در شکل شماره (۴-۱-۲-۱) نشان داده شده است.



لوله مخصوص دو پارچه



برش لوله مخصوص



افزایش طول شاخه لوله

شکل ۴-۱-۲-۱ : لوله مخصوص دو پارچه و نحوه استفاده از آن در اتصال دو سر خط لوله به یکدیگر (کولار)

۴-۱-۲-۷ زانویی

زانویی‌های فولادی لوله‌های بتنی تحت فشار به دو روش زیر ایجاد می‌شوند.

روش اول

در روش اول یک قطعه لوله مخصوص دو پارچه در محل حلقه فولادی آن به صورت اریب برش داده شده و به خوبی سنگ زده و پخ می‌شود. سپس یکی از قطعات لوله در محل برش، معادل ۱۸۰ درجه دوران یافته و دو قطعه لوله مخصوص مجدداً به یکدیگر

جوش و زانویی ایجاد می‌شود. این عمل مشابه ســاخت زانویی‌های کوچک در لوله‌های فولادی است. زاویه برش اریب معادل نصف زاویه زانو می‌بــاشد.

ساخت زانویی با این روش با محدودیتهایی از نظر حداکثر زاویه زانو مواجه است که به نوبه خود به ابعاد حلقه فولادی و مشخصات لوله‌های مخصوص سازندگان مختلف بستگی دارد. ساخت زانویی با این روش معمولاً تا زانویی با حداکثر زاویه ۲۲/۵ درجه امکان‌پذیر است.

متذکر می‌شود که در برخی مواقع و با ساخت و استفاده از قطعه کولار بلند، ساخت زانویی با زوایای بیشتر طبق این روش امکان‌پذیر می‌گردد.

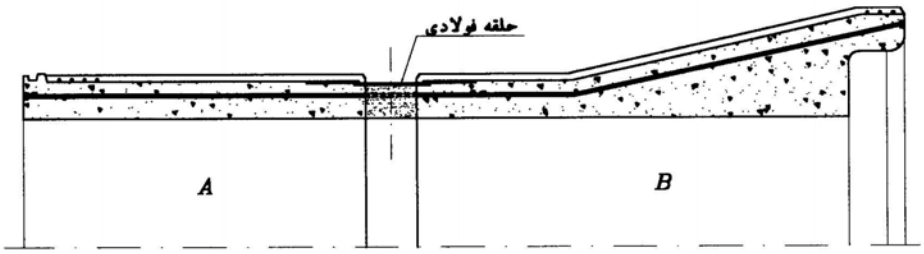
در شکل شماره (۴-۱-۲-۲) اصول ساخت زانویی با این روش نشان داده شده است.

روش دوم

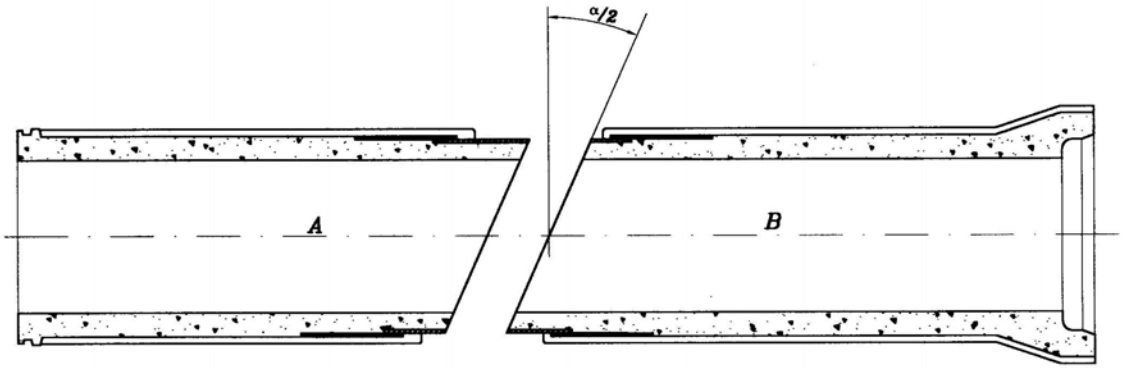
روش دوم برای ساخت زانویی‌های با انحراف بیشتر می‌باشدکه به روش اول قابل ساخت نیست. در این روش، لوله مخصوص در محل حلقه فولادی بصورت عمود بر محور لوله برش داده شده و یک زانویی ساخته شده در بین دو قطعه قرار داده می‌شود. محل اتصال زانویی با قطعات لوله مخصوص توسط کمربند فولادی به یکدیگر متصل می‌شوند.

به منظور پوشش حفاظتی بیشتر، توصیه می‌شود که اندود سیمانی زانویی در کارخانه انجام شود و محل اتصال در کارگاه اندود گردد. پیمانکار در هر صورت موظف است که اندودهای سیمانی را در کارگاه براساس مشخصات طرح اجرا نماید. این امر شامل اندودهایی نیز می‌گردد که به هر علت در کارخانه انجام نشده است.

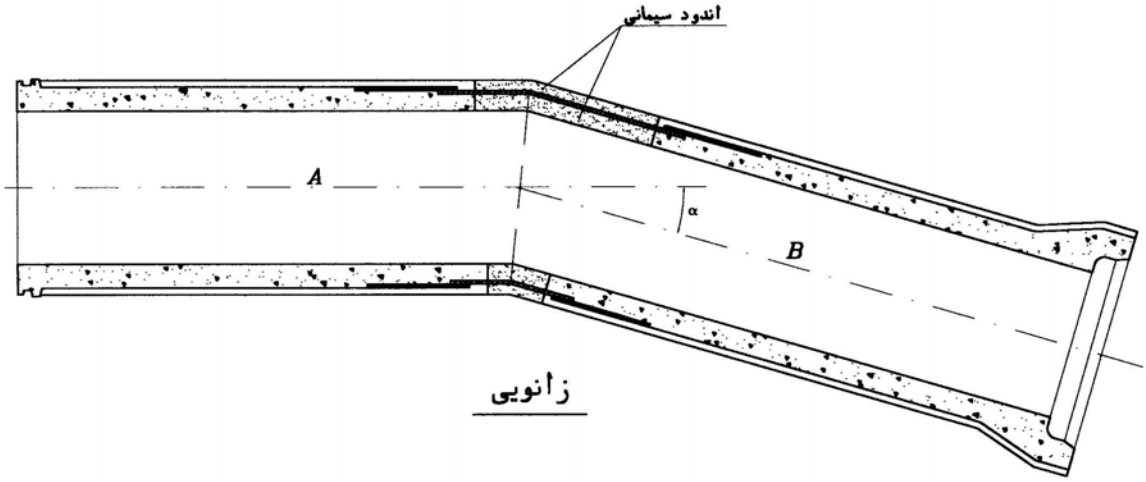
در شکل شماره (۴-۱-۲-۳) اصول ساخت زانویی با این روش نشان داده شده است.



لوله مخصوص دو پارچه

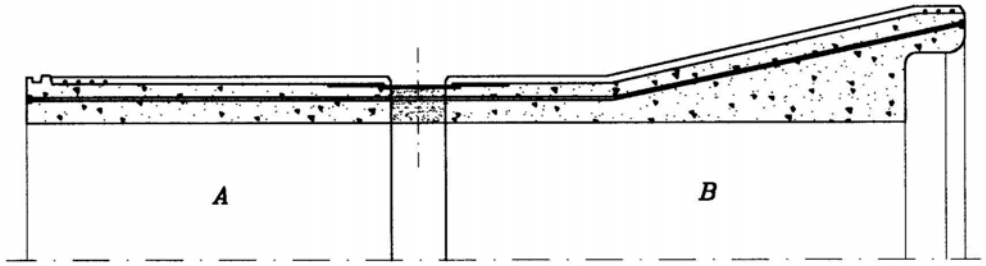


برش اوریب لوله مخصوص

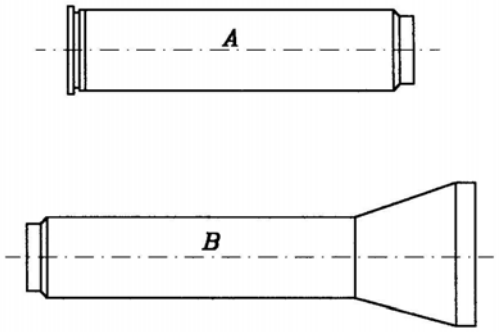


زانویی

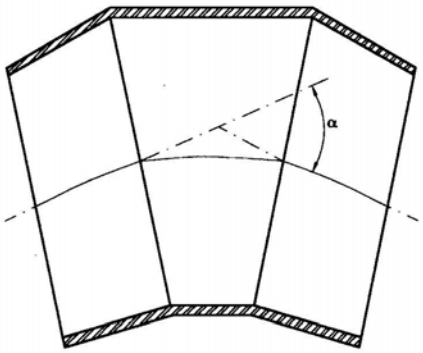
شکل ۴-۱-۲-۲ : ساخت زانو (روش اول)



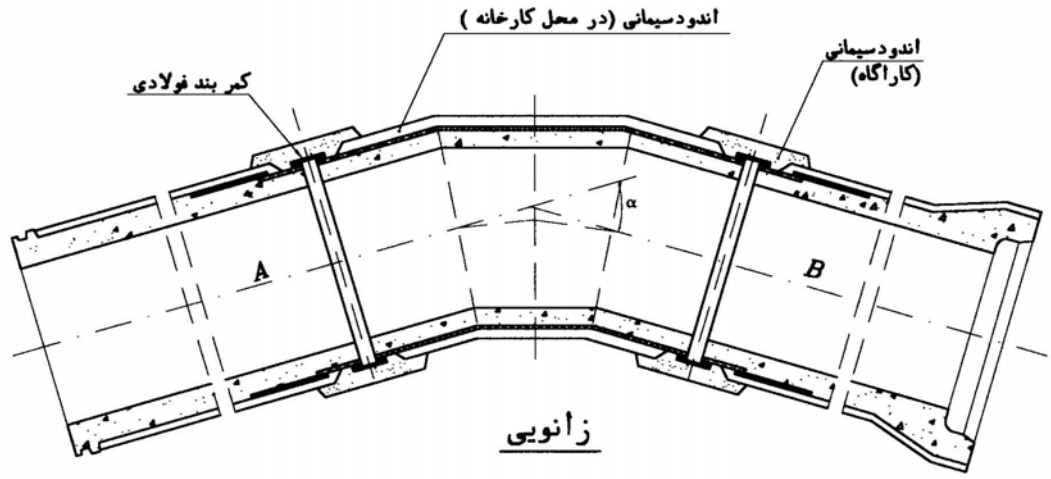
لوله مخصوص دو پارچه



برش لوله مخصوص



زانویی فولادی



زانویی

شکل ۴-۱-۲-۳ : ساخت زانو (روش دوم)

۴-۱-۲-۸ سه‌راهی

سه‌راهی‌های فولادی بتنی تحت فشار نیز به دو روش زیر ساخته و ایجاد می‌شوند.

روش اول

در روش اول، سه‌راهی مستقیماً از لوله مخصوص ساخته می‌شود. بدین ترتیب که با استفاده از یک لوله مخصوص دو پارچه، یک ناف به قطر مورد نظر مستقیماً بر روی حلقه فولادی لوله مخصوص جوش داده شده و سه‌راهی برقرار می‌گردد. محل اتصال ناف قبلاً بر روی حلقه فولادی لوله مخصوص برش داده شده و سنگ زده می‌شود. در حقیقت این سه‌راهی، یک قطعه لوله مخصوص انشعاب‌دار است.

ابعاد انشعاب سه‌راهی به روش فوق به مشخصات لوله و ابعاد بخش فولادی لوله مخصوص بستگی داشته ولی معمولاً تا قطر انشعاب حداکثر ۲۰۰ میلیمتر قابل اجرا است که بیشتر برای نصب شیـــرهای هوا، تخلیه و یا انشعابات مورد استفاده می‌باشند. با عنایت به کاربـرد وسیع ایـن قبیـل سه‌راهی‌ها در خط لوله، این سه‌راهی معمولاً توسط کارخانه سازنده لوله در محل کارخانه ساخته و اندود شده و سپس تحویل پیمانکار می‌شود. در هر صورت پیمانکار موظف است حسب مورد و براساس دستورات و دستورالعمل مهندس مشاور نسبت به ساخت این سه‌راهی‌ها در کارگاه اقدام نماید.

در شکل شماره (۴-۱-۲-۴) اصول ساخت این سه‌راهی‌ها نشان داده شده است.

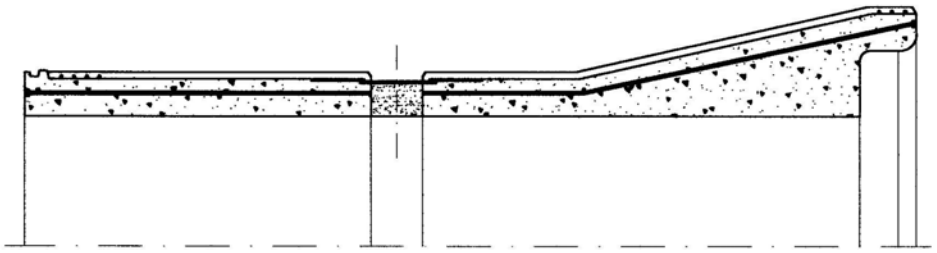
متذکر می‌شود که با استفاده از لوله‌های مخصوص دو و یا سه پارچه، برقراری انشعاب در تنوعهای مختلف، از قبیل نصب همزمان انشعاب و شیر تخلیه و یا هوا در یک شاخه لوله، نصب دو انشعاب متوالی در جهات متفاوت و نظایر آن قابل اجرا می‌باشد.

ضمناً با استفاده از یک قطعه کولار بلند، برقراری انشعاب با اقطار بیشتر نیز طبق این روش امکان‌پذیر است.

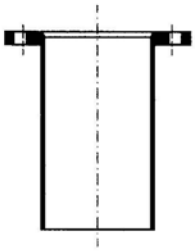
روش دوم

در روش دوم که نصب سه‌راهی بزرگتر با سرساده و یا فلنج‌دار بر روی لوله مد نظر است، لوله مخصوص دو پارچه در محل حلقه فولادی به صورت عمود بر محور لوله برش داده شده و با جوش یک فلنج تخت بر روی آن و یا اتصال مستقیم سه‌راهی سر ساده به نیمه لوله مخصوص، سه‌راهی برقـــرار می‌گردد.

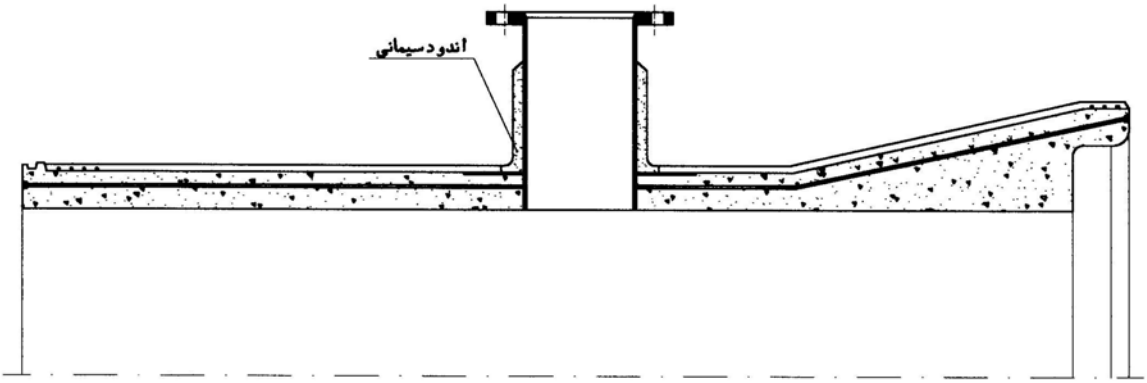
اصول کلی این عمل در بخش مربوط به لوله‌های بتنی تحت فشار با عنوان نصب متعلقات و شیرآلات شرح و نشان داده شده است.



لوله مخصوص



ناف انشعاب



برقراری انشعاب

شکل ۴-۱-۲-۴ : برقراری انشعاب (روش اول)

۴-۱-۲-۹ سایر متعلقات

نصب و برقراری سایر متعلقات از قبیل چهارراهی و تبدیل و نظایر آن در اصول مانند نصب و برقراری سه‌راهی و خصوصاً روش دوم می‌باشد.

۴-۱-۲-۱۰ اصول نصب اتصالات فلنج‌دار

همانطور که در بخش لوله‌های بتنی تحت فشار ذکر گردید، ضخامت بتـــن و قطر اسمی لوله‌های بتنی تحت فشار با سایر لوله‌ها تفاوت قابل توجهی دارد. لذا هماهنگی بین قطر خارجی حلقه فولادی لوله مخصوص با متعلقات و خصوصاً شیرآلات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

برای برقراری و جوش اتصال سرساده متعلقات به لوله مخصوص، قطر و مشخصات متعلقات در محل اتصال به لوله مخصوص با قطر و مشخصات حلقه فولادی هماهنگ و یکسان ساخته می‌شود. ولی این عمل در مورد متعلقات فلنج‌دار و یا فلنج‌های تخت استاندارد امکان‌پذیر نیست، هر چند امکان سفارش ساخت فلنج با ابعاد و مشخصات مورد نظر وجود دارد، ولی بدین ترتیب هماهنگی این فلنج با فلنج شیرآلات و یا سایر قطعات فلنجی استاندارد از بین می‌رود و برقراری اتصال آنها به یکدیگر امکان‌پذیر نخواهد بود.

برای برقراری اتصالات فلنج‌دار و یا شیرآلات به خط لوله، از یک قطعه تبدیل رابط یک سرساده و یک سرفلنج استفاده می‌شود. سرساده این قطعه با مشخصات حلقه فولادی لوله‌های مخصوص هماهنگ و فلنج آن استاندارد می‌باشد.

۴-۱-۲-۱۱ متعلقات بتنی

همانطور که ذکر شد، متعلقات بتنی در شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب کاربرد دارند. لذا این متعلقات فقط به صورت زانویی و سه‌راهی تولید می‌شود. هر چند که براساس استانداردها، ساخت متعلقات بتنی معادل قطر لوله امکان‌پذیر می‌باشد ولی با توجه به این امر که متعلقات بتنی در شبکه‌های فاضلاب فقط برای برقراری انشعابات کاربرد دارند، لذا عموماً تا قطر حداکثر ۳۰۰ الی ۴۰۰ میلیمتـــر تولید می‌شوند. متذکر می‌شود که نصب مستقیم انشعاب شبکه‌های فاضلاب معمولاً روی فاضلاب‌روهای تا قطر ۳۰۰ الی ۴۰۰ میلیمتر که فاضلاب را جمع‌آوری و به فاضلاب‌روهای با قطر بزرگتر تخلیه می‌نمایند، انجام می‌شود.

شایان ذکر است که این امر به معنی ممنوعیت نصب انشعاب بر روی اقطار بزرگتر فاضلاب‌رو نبوده و محدودیتی از نظر تولید متعلقات بتنی بزرگتر برای نصب انشعاب وجود ندارد.

متعلقات بتنی به صورت زانویی 11¼ , 22/5 , 45 و 90 درجه و سه‌راهی‌های با انشعاب قائم و یا مایل ساخته می‌شوند. متعلقات حسب مورد با سرساده و یا کاسه در هر قسمت تولید می‌گردند.

۴-۱-۳ متعلقات لوله‌های آزبست سیمان

۴-۱-۳-۱ مقدمه

با توجه به مصارف متعدد لوله‌های آزبست سیمان، متعلقات متنوعی برای این لوله‌ها مورد نیاز می‌باشد. متعلقات لوله‌های آزبست سیمان مورد مصرف در شبکه‌های توزیع و خطـوط انتقال آب و شبکه‌های جمع‌آوری و خطوط انتقال فاضلاب معمولاً به صورت همه سر ساده تولید می‌شوند.

۴-۱-۳-۲ استانداردها

متعلقات آزبست سیمان در دو نوع مختلف به شرح زیر تولید می‌شوند.

۴-۱-۳-۲-۱ متعلقات از جنس آزبست سیمان

متعلقات از جنس آزبست سیمـــان معمولاً بـــرای مصـــارف داخل ساختمـــان و یا شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب ســـاخته می‌شونـــد و کمتر در شبکـــه‌های جمع‌آوری و خطـــوط انتقال آب استفاده می‌گـــردند. تولیدکنندگـــان داخلی کشور در حـال حاضر متعلقـــات از جنس آزبست سیمـــان را تولید نمی‌نمایند، لذا در اینجا از بحث در خصوص این متعلقات خودداری می‌شود.

۴-۱-۳-۲-۲ متعلقات از جنس چدن معمولی (چدن خاکستری)

اصول ساخت متعلقات چدن خاکستری براساس استاندارد بین‌المللی شماره ISO – R/13 و استاندارد ملی شماره ۴۲۶ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌باشد.

همانطور که در بخش مربوط به لوله‌های آزبست سیمان تحت فشار و لوله‌های آزبست سیمان فاضلابی ذکر شد، ضخامت این لوله‌ها در استانداردهای مختلف متفاوت می‌باشد. لذا معمولاً کارخانه سازنده لوله، متعلقات مورد نیاز را با توجه به استاندارد ساخت خود تولید و یا تهیه می‌نماید تا از نظر هماهنگی اقطار داخلی و خارجی لوله و متعلقات مشکلی بروز ننماید و در صورتی که کارخانه سازنده لوله، متعلقات را رأساً تهیه و یا تولید نمی‌نماید، ضروری است ضمن ارائه نقشه و مشخصات متعلقات هماهنگ با لوله‌های تولیدی خود، همکاری لازم را با کارفرما جهت تهیه این متعلقات به عمل آورد. در هر صورت ضروری است که کارفرما، در درجه اول لوله‌ها را از کارخانه‌ای خریداری نماید که متعلقات را نیز رأساً تهیه و تحویل می‌نماید. در غیر این صورت و قبل از خرید و تحویل نهایی لوله‌ها، اطمینان حاصل نماید که متعلقات مربوط طبق نقشه و مشخصات سازنده لوله سفارش داده شده و فروشنده لوله تضمین کافی جهت هماهنگی متعلقات ساخته شده طبق نقشه و مشخصات خود با لوله‌های تحویلی ارائـــــه نمـــاید.

۴-۱-۳-۳ نصب متعلقات

متعلقات چدنی که مستقیماً بر روی لوله‌های آزبست سیمان نصب می‌گردند به صورت سرساده در محل اتصال به لوله می‌باشند. بنابراین برای نصب و برقراری اتصال این متعلقات بر روی لوله‌ها، استفاده از غلاف یا مانشون ضروری است. لذا به منظور نصب صحیح این متعلقات، لازم است که سرساده آن قبلاً ماشین کاری شده و تحویل پیمانکار گردیده باشد.

شیرآلات و متعلقاتی که فلنجی می‌باشند توسط یک قطعه یک سرساده – یک سـرفلنج بـه لوله‌های آزبست سیمان مرتبط شده و بر روی خطوط لوله نصب می‌شوند.

۴-۱-۳-۴ انواع متعلقات

انواع متعلقات چدنی لوله‌های آزبست سیمان از نظر علائم، مشخصات عمومی، نحوه نصب و غیره مانند متعلقات چدنی مورد مصرف در لوله‌های چدن نشکن می‌باشند. لذا در اینجا از ذکر آنها خـــودداری می‌گردد و بـــرای آگاهی از انواع و مشخصات این متعلقات به بخش مربوط به لوله‌های چدن نشکن مراجعه شود.

۴-۱-۳-۵ بارگیری، حمل و باراندازی

نکاتی که باید در بارگیری، حمل و باراندازی متعلقات چدنی آزبست سیمان مد نظر قرار گیرد عیناً مشابه متعلقات چدن نشکن می‌باشد که در فصل‌های دیگر این مشخصات ذکر گردیده است.

۴-۱-۴ متعلقات لوله‌های فولادی

۴-۱-۴-۱ مقدمه

لوله‌های فولادی به دلیل شرایط تقریباً نامحدود برش و جوشکاری لوله‌ها به یکدیگر، دارای امکانات ساخت انواع متعلقات از قبیل چهارراهی، سه‌راهی، تبدیل و غیره برحسب نیازهای طراحی می‌باشند، که مزیت عمده آنها در این مورد، نسبت به سایر لوله‌ها است.

متعلقات لوله‌های فولادی می‌توانند یا در کارگاه تولید شده و یا در کارخانه سازنده ساخته و به کارگاه حمل شود.

در این بخش از مشخصات فنی، متعلقاتی که ابعاد آنها در استانداردها مشخص گردیده مورد بررسی قرار می‌گیرند. طبعاً ساخت متعلقات دیگر بر حسب نیاز طرح و با توجه به استانداردها و تأیید مهندس مشاور انجام می‌شود.

هدف از این مشخصات، راهنمایی در خصوص ابعاد متعلقات بوده و تعیین مشخصاتی از قبیل ضخامت جداره، تغییرات فشار و مسائل هیدرولیکی مد نظر نمی‌باشد.

۴-۱-۴-۲ استانداردها

تقریباً تمام استانداردهای معتبر دنیا، از قبیل EN, AWWA, BS, DIN, ISO و غیره نشریات و دستورالعمل‌هایی در خصوص مشخصات و نحوه ساخت متعلقات لوله‌های فولادی منتشر نموده اند.

در این بخش از مشخصات فنی عمدتاً از استانداردهای DIN و AWWA استفاده گردیده، ضمن این که از سایر استانداردها و مراجع نیز بهره گرفته شده است.

سازنده و پیمانکار موظف است قبل از شروع ساخت، استاندارد مورد استفاده را اعلام و به تأیید مهندس مشاور برساند.

۴-۱-۴-۳ سه‌راهی و چهار راهی ۹۰ درجه

حداقل ابعاد و مشخصات سه‌راهی و چهارراهی در جدول شماره ۴-۱-۴-۱ درج و در اشکال ۴-۱-۴-۱ الف و ۴-۱-۴-۱ ب نشان داده شده است.

مقادیر A و B از رابطه‌های زیر قابل محاسبه می‌باشند.

$$A = 0.5D + f$$
$$B = 0.5D_1 + f$$

برای چهارراهی با تغییر قطر نیز اصول و ابعاد سه‌راهی با تغییر قطر مورد استفاده می‌باشد.

۴-۱-۴-۴ سه‌راهی مورب

حداقل ابعاد سه‌راهی‌های مورب برای زوایای ۳۰ الی ۷۰ درجه مطابق جدول شماره ۴-۱-۴-۱ و اشکال شماره ۴-۱-۴-۱ پ۱ و پ۲ می‌باشد. برای زاویه انشعاب بزرگتر از ۷۰ درجه، ابعاد سه‌راهی استفاده شود. برای زاویه کمتر از ۳۰ درجه، ابعاد سه‌راهی مورب ۳۰ درجه به اضافه یک زانویی، طبق شکل شماره ۴-۱-۴-۲ مورد استفاده قرار گیرد.

ابعاد G و H در حالی کــه قطر انشعاب مساوی قطــر لوله اصلی است از روابط زیر محاسبه می‌گردد.

$$G = \frac{D}{2\tan(\Phi/2)} + 2f$$

$$H = \frac{D}{Sin\Phi} + 3f$$

در صورتی که قطر انشعاب کمتر از قطر لوله اصلی باشد، ابعاد شکل شماره ۴-۱-۴-۱- پ۲ از روابط زیر محاسبه می‌گردد.

$$G = \frac{D}{2\tan\Phi} + \frac{D_1}{2Sin\Phi} + 2f$$

$$G_1 = \frac{D}{2Sin\Phi} + \frac{D_1}{2\tan\Phi} + 2f$$

$$H = G + f$$

۴-۱-۴-۵ سه‌راهی Y

مشخصات و ابعاد سه‌راهی Y ۹۰ درجه در جدول شماره ۴-۱-۴-۱ درج و در شکل شماره ۴-۱-۴-۱ ت نشان داده شده است.

برای ساخت سه‌راهی Y با زاویه ۳۰ تا ۹۰ درجه، ابعاد مندرج در شکل شماره ۴-۱-۴-۱ ت از روابط زیر محاسبه می‌گردد.

$$Z_1 = \frac{f}{\mathrm{Sin}(\Phi/2)}$$

$$C = \frac{0.5D}{\mathrm{Cos}(\Phi/2} \quad 0.5D \times \frac{1}{\tan(\Phi/2)}$$

$$G = \frac{0.5D}{\tan(\Phi/2)}$$

$$F = C + f$$

$$H = Z1 + G$$

۴-۱-۴-۶ تبدیل

تبدیلها به صورت محوری[1] و یا یکطرفه[2] ساخته می‌شوند. در شکل شماره ۴-۱-۴-۱ ث تبدیل محوری نشان داده شده است. طول تبدیل، اعم از محوری و یکطرفه از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$L = 4\,(D2 - D1)$$

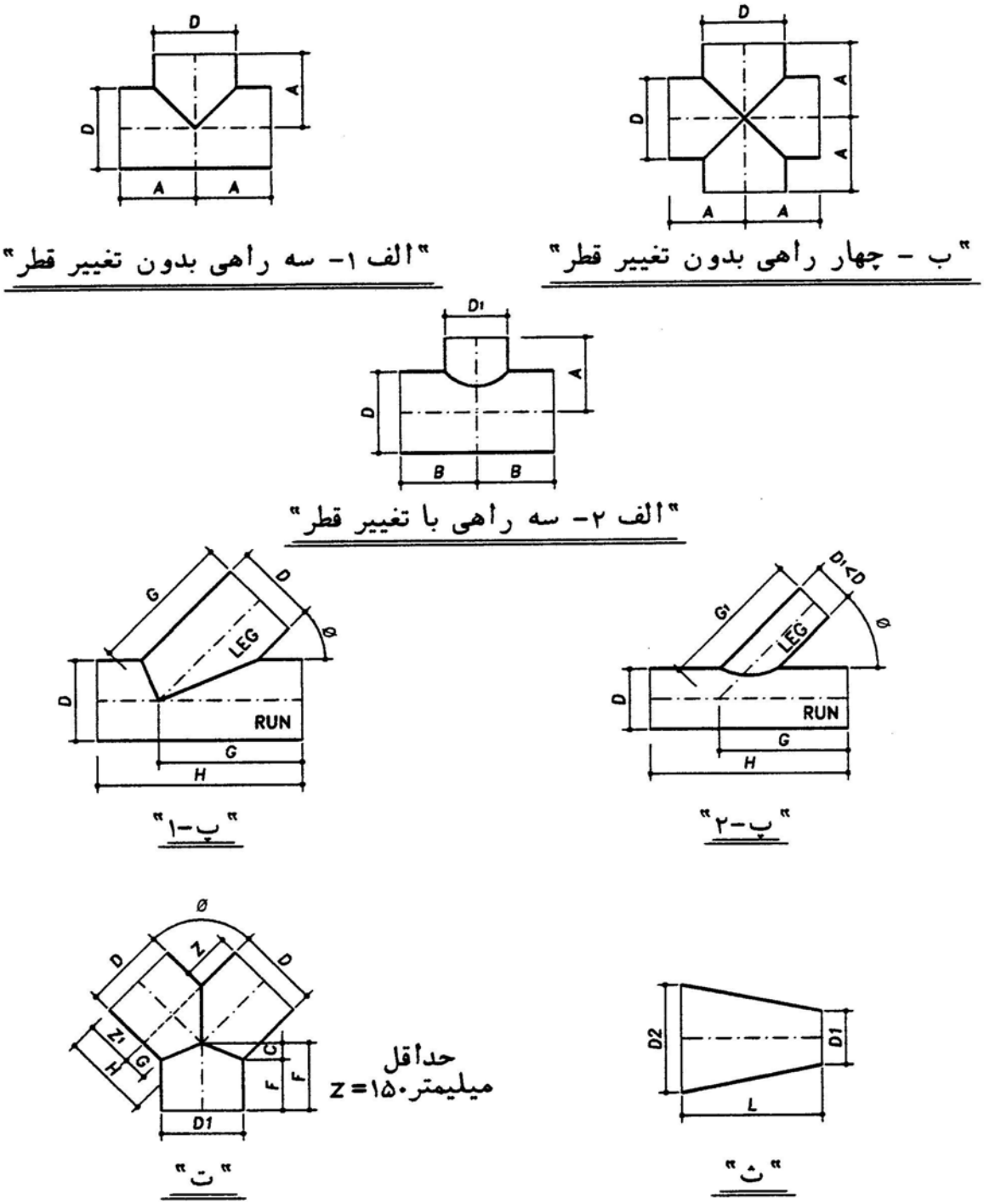
[1] Concentric
[2] Eccentric

جدول ۴-۱-۴-۱ : ابعاد و متعلقات فولادی

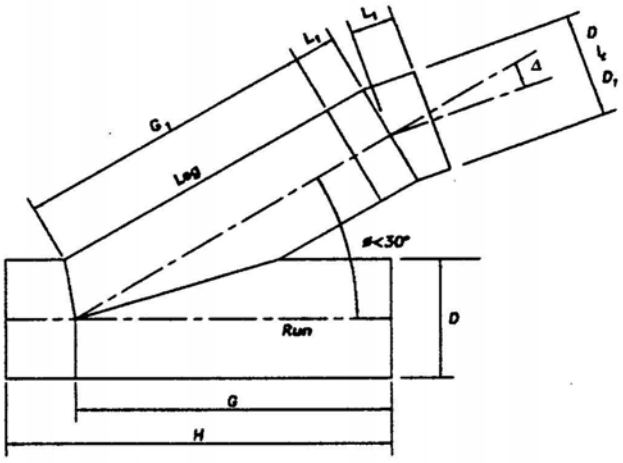
قطر اسمی	سه‌راهی – چهارراهی	سه‌راهی Y ۹۰ درجه	سه‌راهی مورب (حداقل زاویه انشعاب $\theta = 30°$)		عدد
D	A	F	H	G	f
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	-
۱۵۰	۲۰۳	۱۵۲	۵۸۴	۷۳۷	۱۲۷
۲۰۰	۲۲۹	۱۷۸	۶۸۶	۸۳۸	۱۲۷
۲۵۰	۲۷۹	۲۰۳	۸۱۳	۱۰۱۶	۱۵۳
۳۰۰	۳۰۵	۲۲۹	۹۱۴	۱۱۱۸	۱۵۳
۳۵۰	۳۵۶	۲۵۴	۱۰۱۴	۱۲۴۵	۱۷۸
۴۰۰	۳۸۱	۲۵۴	۱۱۱۸	۱۳۲۵	۱۷۸
۴۵۰	۴۰۶	۲۷۹	۱۲۴۵	۱۴۹۹	۱۹۱
۵۰۰	۴۵۷	۳۰۵	۱۳۷۲	۱۶۲۶	۲۰۳
۵۵۰	۵۰۸	۳۵۶	۱۵۲۴	۱۸۰۳	۲۲۹
۶۰۰	۵۵۹	۳۸۱	۱۶۵۱	۱۹۸۱	۲۵۴
۷۵۰	۶۳۵	۴۰۶	۱۹۳۰	۲۲۸۶	۲۵۴
۹۰۰	۷۳۷	۴۸۳	۲۲۸۶	۲۶۶۷	۲۷۹
۱۰۵۰	۸۳۸	۵۳۳	۲۶۱۶	۳۰۴۸	۳۰۵
۱۲۰۰	۹۱۴	۵۵۹	۲۸۹۶	۳۳۵۳	۳۰۵
۱۳۵۰	۱۰۴۱	۶۳۵	۳۲۷۷	۳۸۱۰	۳۵۶
۱۵۰۰	۱۱۴۳	۶۶۰	۳۵۵۶	۴۱۱۵	۳۵۶
۱۶۵۰	۱۲۱۹	۷۳۷	۳۹۱۲	۴۴۹۶	۳۸۱
۱۸۰۰	۱۲۹۵	۷۶۲	۴۱۹۱	۴۸۰۱	۳۸۱
۱۹۵۰	۱۳۹۷	۸۱۳	۴۵۲۱	۵۱۸۲	۴۰۶
۲۱۰۰	۱۴۹۹	۸۶۴	۴۸۵۱	۵۵۶۳	۴۳۲
۲۲۵۰	۱۵۷۵	۹۱۴	۵۱۳۱	۵۸۶۷	۴۳۲
۲۴۰۰	۱۶۷۶	۹۶۵	۵۴۸۶	۶۲۴۸	۴۵۷
۲۵۵۰	۱۷۷۸	۱۰۱۶	۵۸۱۷	۶۶۲۹	۴۸۳
۲۷۰۰	۱۸۸۰	۱۰۶۷	۶۱۴۷	۷۰۱۰	۵۰۸
۲۸۵۰	۱۹۸۱	۱۱۴۳	۶۴۷۷	۷۳۹۱	۵۳۳
۳۰۰۰	۲۰۸۳	۱۱۹۴	۶۸۰۷	۷۷۷۲	۵۵۹
۳۱۵۰	۲۱۸۴	۱۲۴۵	۷۱۶۳	۸۱۵۳	۵۸۴
۳۳۰۰	۲۲۸۶	۱۲۹۵	۷۴۹۳	۸۵۳۴	۶۱۰
۳۴۵۰	۲۳۸۸	۱۳۷۲	۷۸۲۳	۸۹۱۵	۶۳۵
۳۶۰۰	۲۴۸۹	۱۴۲۲	۸۱۵۳	۹۲۹۶	۶۶۰

* ماخذ : ANSI/AWWA C208

** به واسطه تبدیل به سیستم متریک، اعداد جدول و ارقام محاسباتی طبق رابطه‌های ارائه شده، تا چند میلیمتر متفاوت می‌باشند.



شکل ۴-۱-۴-۱ : مشخصات انشعابات و تبدیل



شکل ۴-۱-۴-۲ : زانویی مورب با زاویه انشعاب کمتر از ۳۰ درجه

۴-۱-۴-۷ انشعاب مماسی[1]

در برخی مواقع و تحت شرایط خاص (مانند نصب شیر تخلیه)، نصب انشعاب زیر خط لوله به صورت انشعاب مماسی ضروری است. طول L باید حتی‌الامکان، کوتاه انتخاب شود، ولی برای نصب شیر روی فلنج و فضای کار، کفایت نماید. انشعاب مماسی در شکل شماره ۴-۱-۴-۳ نشان داده شده است. ابعاد مندرج در شکل مزبور و حداقل طول L از روابط زیر قابل محاسبه است.

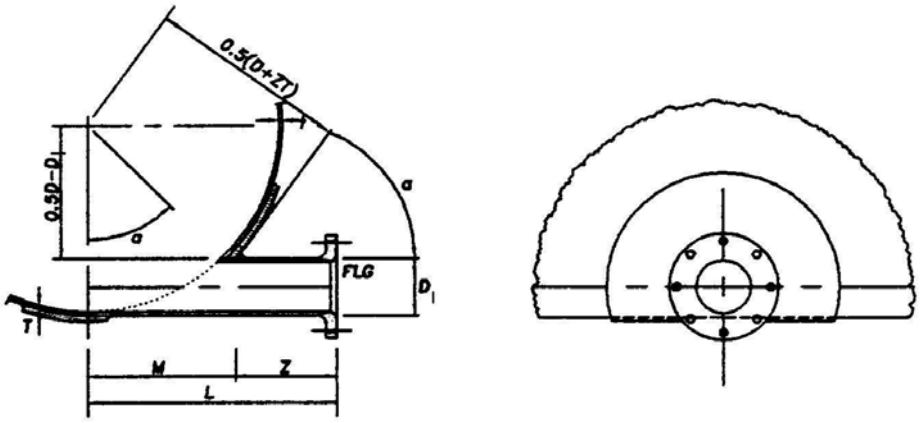
$$\alpha = \arccos\left(\frac{0.5D + D_1}{0.5D + t + T}\right)$$

$$M = (0.5D + t + T)Sin\alpha$$

$$Z = \frac{f}{Sin\alpha}$$

$$L = M + Z$$

[1] Tangential Outlet



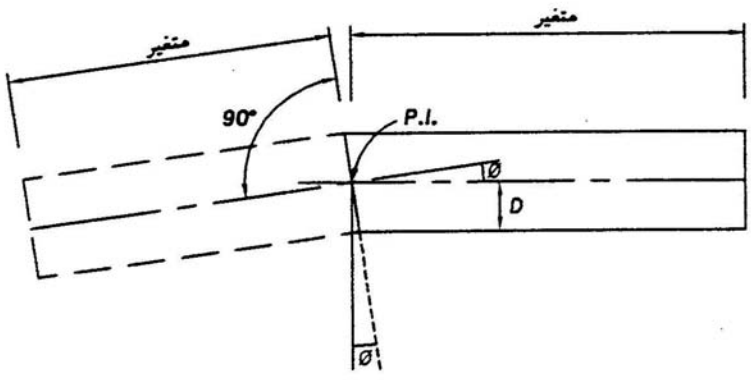
شکل ۴-۱-۴-۳ : انشعاب مماسی

۴-۱-۴-۸ فارسی‌بریدن[1]

در خطوط لوله فولادی و از طریق فارسی‌بری لبه لوله‌ها، امکان ایجاد انحراف وجود دارد. حداکثر انحراف در سر هر لوله از طریق فارسی‌بری معادل ۵ درجه می‌باشد. در این حالت، سر یکی از لوله‌ها و یا هر دو سر محل اتصال هر دو لوله فارسی‌بری می‌شود. محل‌های برش باید سنگ زده شده و پخ گردد و سپس اتصال جوشی برقرار شود.

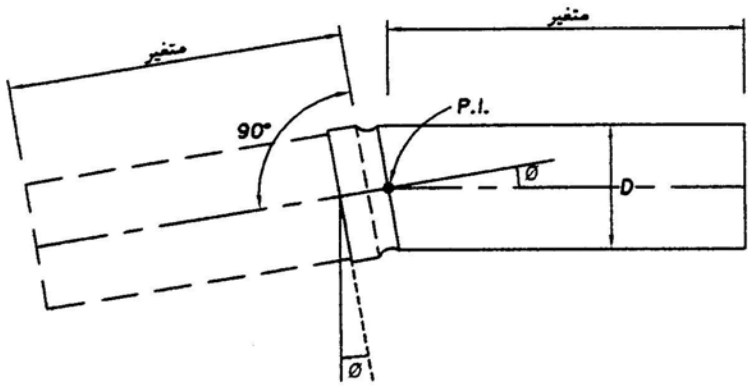
در شکل شماره ۴-۱-۴-۴ نحوه فارسی‌بری و ایجاد انحراف نشان داده شده است. در صورت نیاز به انحراف بیش از ۵ درجه، یا باید از زانویی استفاده شده و یا انحراف از طریق فارسی‌بری دو و یا چند شاخه متوالی لوله انجام پذیرد.

در لـولـه‌های فولادی یک سر کاسه، انحراف از طریق فارسی‌بری لوله قبل از سرکاسه انجام می‌شود. این نوع لوله در ایران تولید نشده ولی اصول فارسی‌بری آن به شرح شکل ۴-۱-۴-۵ می‌بـاشد.



شکل ۴-۱-۴-۴ : ایجاد انحراف در لوله‌های با اتصال جوشی (حداکثر $\Phi=5^\circ$)

[1] Miter End Cut



شکل ۴-۱-۴-۵ : ایجاد انحراف در لوله‌های یک سر کاسه با اتصال جوشی (حداکثر $\Phi=5^\circ$)

۴-۱-۴-۹ زانویی

برای تعیین ابعاد یک زانویی، توجه به شرایط هیدرولیکی، فضای لازم، محدودیتهای تولید، تنش‌های وارده و نسبت هزینه به فایده با در نظر گرفتن طول عمر پیش بینی شده خط لوله، ضروری اســت.

شعاع بهینه یک زانویی با توجه به نکات فوق، معادل ۲/۵ برابر قطر لوله می‌باشد($R = 2.5\ D$). شعاع بهینه فوق در صورت وجود فضای کافی، یک شعاع استاندارد توصیه شده برای خطوط انتقال آب می‌باشد.

در صورت محدودیت فضا، استفاده از زانویی‌های به شعاع یک الی ۱/۵ برابر قطر لوله نیز با در نظر گرفتن افزایش موضعی تنش، مجاز می‌باشد.

در صورتی که شعاع زانویی کمتر از ۲/۵ برابر قطر لوله باشد، ضخامت جداره باید مجدداً محاسبه و کنترل گردد.[۱]

با توجه به پوشش‌های مختلف داخلی لوله‌های فولادی که می‌تواند منجر به اقطار متفاوت خارجی لوله شود، تهیه جداول حاوی ابعاد استاندارد زانویی‌ها از برخی از استانداردهای جدید حذف گردیده است.[۲]

زانویی‌های یک تکه با توجه به هزینه آنها، در مصارف آبرسانی کاربرد کمتری دارند، مگر این که مشخصات فنــی طرح ضرورت استفاده از آنها را ایجاب نماید، این قطعات، معمولاً در تلمبه‌خانه‌ها، اتاق شیرآلات، لوله‌ها روکار و نظایر آن و بیشتر از نظر حفظ کیفیت ظاهری و افزایش عمر مفید تاسیسات کاربرد دارند.

در اشکال شماره ۴-۱-۴-۶، زانویی‌های چند تکه (دو، سه، چهار و پنج تکه) نشان داده شده است. روابط زیر به عنوان راهنمای محاسبه ابعاد این زانویی‌ها توصیه می‌گردند[۳].

شعاع بهینه زانویی $R = 2.5\ D$، حداقل شعاع زانویی $R = D$

اندازه Z حداقل معادل f (جدول شماره ۴-۱-۴-۱)

---

[1] رجوع شود به AWWA M11 – Sec 9.2

[2] به عنوان مثال حذف برخی جداول استاندارد شماره ANSI / AWWA C208 سال ۱۹۸۳ در تجدیدنظر سال ۱۹۹۶

[3] ANSI / AWWA C208 - 96

اندازه S حداقل معادل ۳۸ میلیمتر (۱/۵ اینچ) و یا 6t (هرکدام بزرگتر است)

زاویه مناسب انحراف $\Delta = 22.5°$ برای هر فارسی‌بری

حداکثر زاویه انحـــراف $\Delta = 30°$ برای هر فارسی‌بری

زانویی دو تکه $O < \Delta \leq 22.5°$

حداقل $L1 = L + Z$ که : ($L = 0.5D \tan (\Delta/2)$)

زانویی‌های سه، چهار و پنج تکه :

- برای زوایای $22.5° < \Delta \leq 45°$، زانویی سه تکه استفاده شود. ($\Phi = \Delta/2$)
- برای زوایای $45° < \Delta \leq 67.5°$، زانویی چهار تکه استفاده شود. ($\Phi = \Delta/3$)
- برای زوایای $67.5° < \Delta \leq 90°$، زانویی پنج تکه استفاده شود. ($\Phi = \Delta/4$)

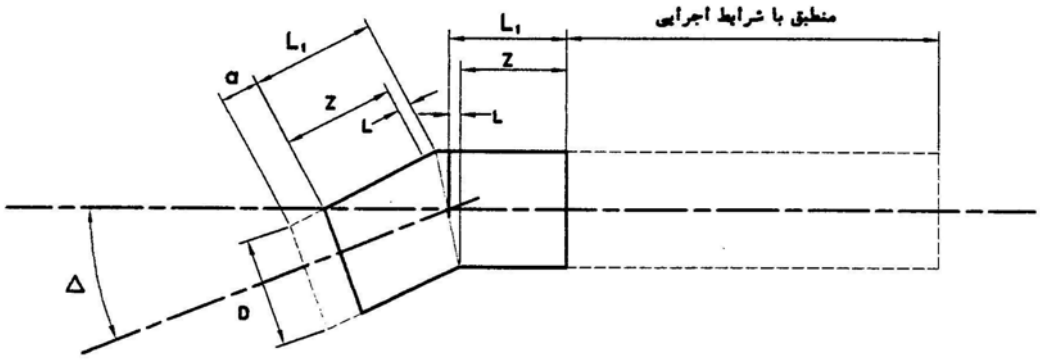
که در این زانویی‌ها $L1 = L + Z + T - E$

مقادیر هر یک از پارامترها به شرح زیر است.

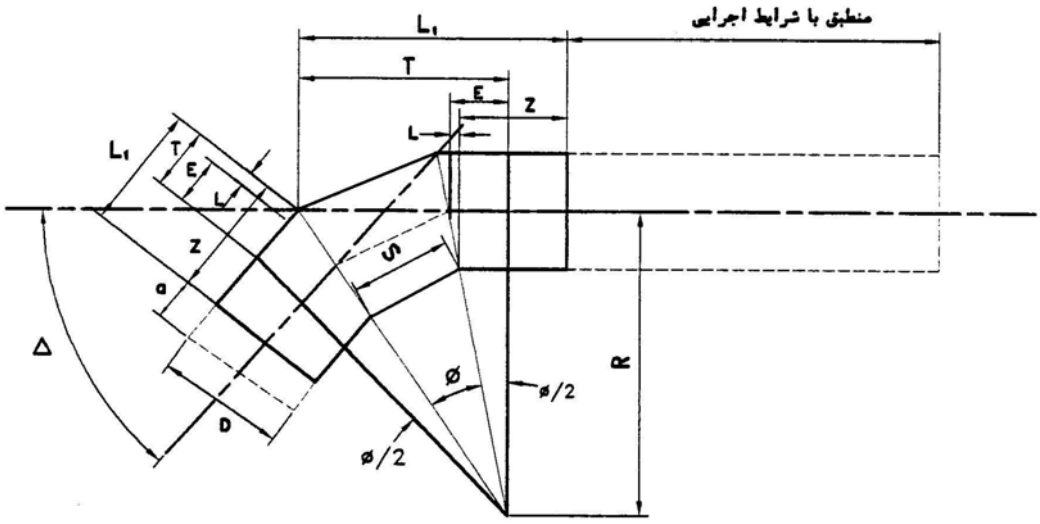
پارامتر	شعاع زانویی R		
	R = 2.5 D (بهینـه)	**R = 1.5 D**	**R = D**
S	4D tan (Φ / 2)	2D tan (Φ / 2)	D tan (Φ / 2)
L	0.5D tan (Φ / 2)	0.5D tan (Φ / 2)	0.5D tan (Φ / 2)
T	2.5D tan (Δ / 2)	1.5D tan (Δ / 2)	D tan (Δ / 2)
E	2.5 tan (Φ / 2)	1.5D tan (Φ / 2)	D tan (Φ / 2)
Z *	f	f	f

* رجوع شود به جدول شماره ۴-۱-۴-۱

در برخی شرایط خاص، ترکیب زانویی و تبدیل توأماً و به صورت زانوی تبدیلی مطابق شکل شماره ۴-۱-۴-۷ نیز می‌تواند ساخته و استفاده شود.

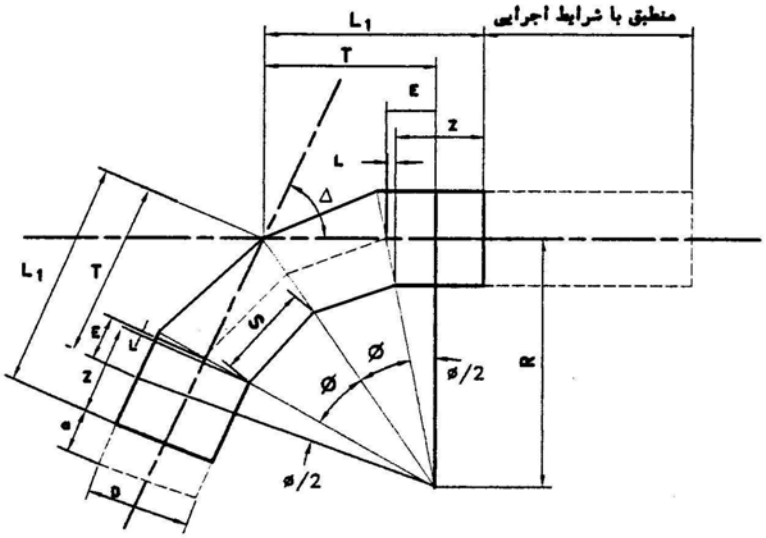


الف - دو تکه (صفر الی ۲۲٫۵ درجه)

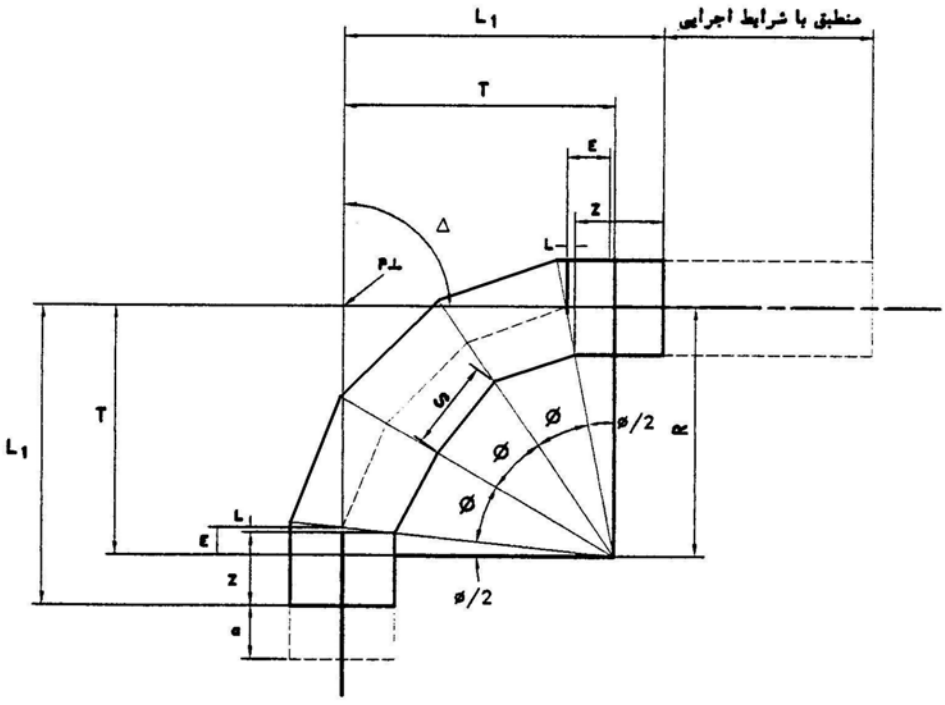


ب- سه تکه (بیش از ۲۲٫۵ الی ۴۵ درجه)

شکل ۴-۱-۴-۶ : مشخصات پیشنهادی زانوی چند تکه

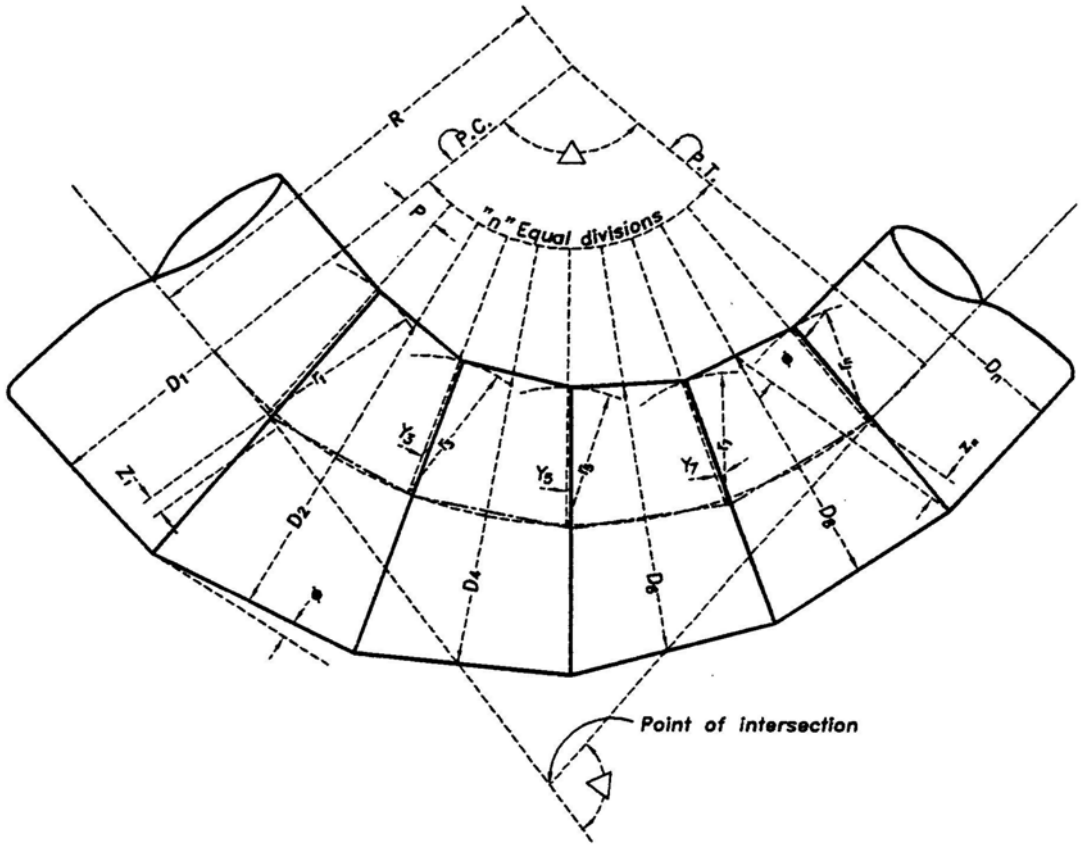


پ- چهار تکه (بیش از ۴۵ الی ۶۷٫۵ درجه)



ت - پنج تکه (بیش از ۶۷٫۵ الی ۹۰ درجه)

ادامه شکل ۴-۱-۴-۶ : مشخصات پیشنهادی زانوی چند تکه



Δ = Angel of intersection
R = Radius of bend
n = 2(number of deflections)
D = Inside diameter of large pipe
D = Inside diameter of small pipe

$$P = \frac{\Delta}{n}$$

$$Sin\ \phi = \frac{D_1 - D_n}{2(n-2)R\ tan\ p}$$

$$r = \frac{D_1}{2}$$

$$r = \frac{D_n}{2}$$

$$r = r_1 - (x-1)R\ tan\ p\ sin\ \phi$$

$$D = \frac{D_1 - 2(x-1)R\ tan\ p\ sin\ \phi}{Cos\ \phi}$$

Where X = number of division from P.C. to point under consideration

$$2p = k + \phi$$

$$Tan\phi = \frac{sin\ 2\ p}{cos\ 2\ p + cos\ \phi}$$

$$Z_1 = \frac{T_1\ sin\ \phi}{cos\ 2\ p + cos\ \phi}$$

$$Z_n = \frac{T_n\ sin\ \phi}{cos\ 2\ p + cos\ \phi}$$

$$Y_X = \frac{r_x\ sin\ \phi}{cos\ p}$$

شکل ۴-۱-۴-۷ : زانویی تبدیل و روابط محاسباتی آن

۴-۱-۴-۱۰ فلنج

فلنجهای فولادی که برای اتصالات فلنجی و یا اتصال متعلقات و شیرآلات و یا نصب در انتهای خطوط لوله به کار می‌روند، به سه گروه کلی زیر تقسیم می‌شوند.

- فلنج تخت[1]
- فلنج گلودار[2]
- فلنج کـور[3]

علاوه بر این، انواع فلنجهای دیگری مانند کولار تخت[4] وجود دارد که در این مشخصات فنی درج نشده ولی در صورت ضرورت، می‌توان به استانداردهای مربوط، مانند استانداردهای DIN 2641، DIN 2642، DIN 2655 و استانداردهای معتبر دیگر رجوع نمود.

فلنجها بـه واسطه حساسیت و دقت در تولید و لزوم تراشکاری، معمولاً در کارخانه ساخته می‌شوند.

۴-۱-۴-۱۰-۱ فلنج تخت

فلنجهای تخت معمول‌ترین نوع فلنج مورد استفاده در ایران می‌باشند که در اتصالات فلنجی و برای اتصال شیرآلات و متعلقات به خطوط لوله و در داخل تأسیسات کاربرد دارند. مشخصات این فلنج‌ها در تمام استانداردهای معتبر، مانند AWWA, DIN, ISO و نظایر آن درج گردیده است. در شکل شماره ۴-۱-۴-۸ شکل عمومی فلنجهای تخت نشان داده شده است.

۴-۱-۴-۱۰-۲ فلنج گلودار

فلنجهای گلودار معمولاً برای فشارهای کار بالا و در مواقعی که اتصال فلنج و لوله و جوشکاری آن در کارگاه انجام می‌شود، استفاده می‌گردند.

مشخصات این نوع فلنجها نیز در استانداردهای معتبر درج گردیده است.

در شکل شماره ۴-۱-۴-۸ شکل عمومی فلنج گلودار نشان داده شده است.

۴-۱-۴-۱۰-۳ فلنج کور

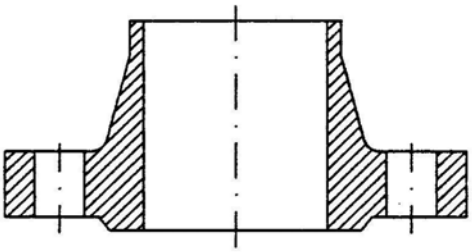
فلنجهای کور به صورت درپوش در خطوط لوله استفاده می‌شوند. این وضعیت در مواردی مانند انتهای خطوط لوله، مسدود کردن خط در حین آزمایش هیدرواستاتیکی، درپوش موقت انشعابات و نظایر آن ضرورت پیدا می‌نماید.

در شکل شماره ۴-۱-۴-۸ شکل عمومی فلنج کور نشان داده شده است.

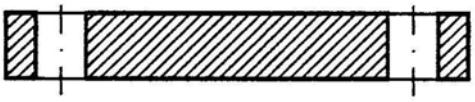
---

[1] Plain Flange
[2] Welding Neck (Hub-Type) Flange
[3] Blind Flange
[4] Plain Collar

فلنج تخت



فلنج گلودار



فلنج کور

شکل ۴-۱-۴-۸ : انواع فلنج‌های فولادی

۴-۱-۴-۱۱ پیچ و مهره‌ها

پیچ و مهره‌های مورد استفاده در اتصالات فلنجی باید براساس استانداردهای معتبر تولید و ساخته شده و از جنس مقاوم در برابر خوردگی باشند.

تعداد پیچ و مهره‌ها در اتصالات فلنجی باید همیشه ضریبی از ۴ باشد.

قطر پیچ و مهره‌ها براساس استانداردها و قطر سوراخ فلنج تعیین می‌گردند.

حداقل طول پیچ قبل از سفت کردن[1] مهره باید معادل رابطه زیر باشد.

۳/۲ میلیمتر + ارتفاع مهره + ضخامت واشر + ضخامت فلنج = حداقل طول پیچ قبل از سفت کردن مهره

۴-۱-۴-۱۲ واشر

مشخصات واشر مصرفی در اتصال فلنجی باید براساس استاندارد معتبر باشد.

واشرهای لاستیکی باید حداقل دارای سختی ۵ ± ۸۰ [2] و مناسب برای کارهای آبرسانی و مقاوم در برابر حرارت تا حدود ۹۳ درجه سانتیگراد (۲۰۰ درجه فارنهایت) باشند.

ابعاد واشرها در تمام استانداردها از جمله استانداردهای DIN 2690 الی DIN 2693 و ANSI/AWWA C207 منعکس می‌باشد. واشرها و مشخصات فیزیکی و ابعاد آنها باید از هر نظر با یکی از استانداردهای معتبر مطابقت نمایند.

[1] Torquing
[2] Shore A 80 ± 5

۴-۱-۵ متعلقات لوله‌های پی.وی.سی

۴-۱-۵-۱ مقدمه

همانطور که در بند ۲-۵-۵ ذکر گردید، لوله‌های پی.وی.سی برای استفاده در خطوط آبرسانی، شبکه توزیع آب، جمع‌آوری فاضلاب و آب باران در حال حاضر در فشارهای کار و قطرهای محدودی در ایران تولید می‌شوند. متعلقات لوله‌های پی.وی.سی نیز در کشور به صورت محدود تولید می‌گردند. در این بخش، متعلقات لوله‌های پی.وی.سی که در تأسیسات آبرسانی، فاضلاب شهری، جمع‌آوری آب باران کاربرد دارند، شرح داده خواهد شد.

لازم به ذکر است که متعلقات مورد استفاده در داخل ساختمانها، اعم از لوله‌های آبرسانی، فاضلاب، آب باران یا تهویه، خارج از این مشخصات است. اتصالات و متعلقات پلاستیکی یا ترکیبی از برنج و پلاستیک برای استفاده در لوله‌های آب در داخل ساختمان‌ها و با قطرهای کوچک، متوالیاً و با تنوع زیاد در حال ساخت می‌باشند. که این موارد نیز خارج از این مشخصات است.

پیمانکار در زمان استفاده از این متعلقات، در صورت مشاهده هر نوع محدودیت در تأمین این متعلقات، باید موارد را کتباً برای کسب تکلیف به مهندس مشاور منعکس نماید.

همانطور که قبلاً در فصل لوله‌های پی.وی.سی ذکر گردید، در صورت عدم تولید چنین متعلقاتی، می‌توان با استفاده از قطعات تبدیل مناسب، از متعلقات چدن نشکن یا فولادی که در مباحث مربوط به آنها اشاره شده است، با ملحوظ نمودن کلیه جوانب از نظر امکان کاربرد، اقدام نمود.

۴-۱-۵-۲ استانداردها

استانداردهای مختلف برای ساخت متعلقات و اتصالات لوله‌های پی.وی.سی تهیه و یا در دست تهیه است. در زیر لیست چند استاندارد معتبر در این زمینه ذکر شده است.

متعلقات لوله‌های پی.وی.سی ـ جدول ۴۰	ASTM D ۲۴۶۶
متعلقات و اتصالات کاسه‌ای لوله‌های پی.وی.سی ـ جدول ۸۰	ASTM D ۲۴۶۷
متعلقات لوله‌های پلاستیکی	ASTM D ۲۷۴۹
متعلقات لوله‌های فاضلابی پی.وی.سی ـ جدول ۴۰	ASTM D ۳۰۳۴
متعلقات با اتصالات کاسه‌ای پی.وی.سی ـ جدول ۴۰	ASTM F ۴۳۸
متعلقات با اتصالات کاسه‌ای پی.وی.سی ـ جدول ۸۰	ASTM F ۴۳۹
لوله و متعلقات پی.وی.سی با قطر زیاد	ASTM F ۶۷۹
لوله و متعلقات پی.وی.سی فاضلابی نوع PS-۴۶	ASTM F ۷۸۹
لوله و متعلقات پی.وی.سی سخت	DIN ۱۹۵۳۴
لوله و متعلقات با اتصالات کاسه‌ای پی.وی.سی	DIN ۱۹۵۳۱
اتصالات و متعلقات لوله‌های تحت فشار پی.وی.سی	DIN ۸۰۶۳

لوله و متعلقات فاضلابی ترموپلاستیک	BS ۵۲۵۵
اتصالات و متعلقات برای استفاده در لوله‌های پی.وی.سی تحت فشار	BS ۴۳۴۶

۴-۱-۵-۳ متعلقات لوله‌های پی.وی.سی در خطوط آبرسانی و شبکه توزیع آب

۴-۱-۵-۳-۱ اتصال لوله پی.وی.سی به لوله، شیرآلات یا متعلقات فلنجی

برای اتصال لوله‌های پی.وی.سی به سایر لوله‌هایی که به یک فلنج ختم شده است و یا اتصال به شیرآلات یا متعلقاتی که به فلنج ختم می‌شوند، از مجموعه بوشن، فلنج و لاستیک‌های آب‌بند به شرح زیر استفاده می‌شود:

الف) بوشن[۱]

این قطعه به صورت تزریقی در کارخانه‌های تولید لوله پی.وی.سی تهیه می‌شود. در زمان تأمین این قطعات، خریدار باید با استعلام از کارخانه سازنده، اطمینان حاصل نماید که این قطعه از نظر ابعاد داخلی دارای رواداری مناسب برای اتصال چسبی بر روی لوله پی.وی.سی که این قطعه روی آن چسبانیده خواهد شد، باشد.

فرم خارجی بوشن از نظر صاف یا شیب‌دار بودن نیز باید مناسب با ابعاد فلنج فلزی که روی آن نصب خواهد شد، باشد. انواع بوشن‌های مورد استفاده در شکل‌های شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱ تا ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۴ نشان داده شده است.

ب) لاستیک آب‌بند

برای آب‌بند نمودن محل اتصال برای فوق می‌توان از حلقه لاستیکی گرد[۲] و یا حلقه لاستیکی تخت[۳] استفاده نمود. مهندس مشاور باید باتوجه به بوشن‌های موجود لاستیک آب‌بندی انتخاب نماید. انواع لاستیک‌های آب‌بند فوق در شکل‌های ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۵ و ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۶ نشان داده شده است.

پ) فلنج اتصالی

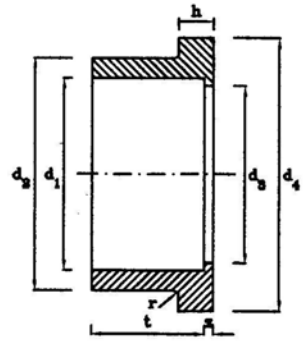
این فلنج از جنس فولاد یا چدنی می‌باشد. ضخامت، تعداد سوراخها، قطر سوراخها و ابعاد فلنج باید مناسب برای فشار کار مورد نظر شیر، لوله یا متعلقات اتصالی بوده و مطابق با وضعیت خارجی بوشن، از نظر صاف یا شیب‌دار بودن آن باشند. انواع فلنج‌های فوق در شکلهای شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۷ و ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۸ نشان داده شده است. در زمان سفارش این فلنج‌ها از سازگار بودن اجزای مختلف با یکدیگر باید اطمینان حاصل نمود.

ت) نحوه اتصال

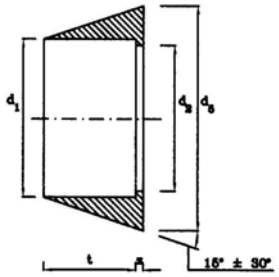
نحوه اتصال انواع بوشن‌های شرح داده شده در بندهای فوق، در شکل‌های شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۹ تا ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱۲ نشان داده شده است.

---

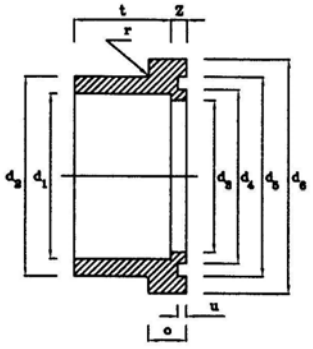
[۱] Bushing
[۲] O-Ring
[۳] Gasket



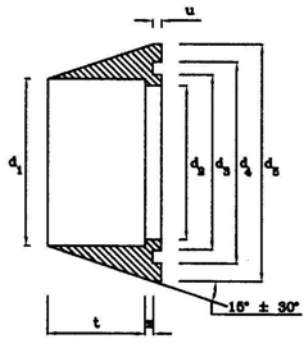
شکل ۴-۱-۵-۱ : بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی صاف



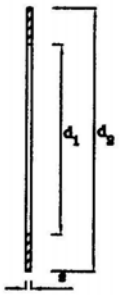
شکل ۴-۱-۵-۲ : بوشن با جدار خارجی شیب‌دار



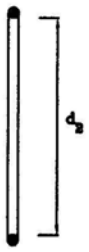
شکل ۴-۱-۵-۳ : بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی صاف و اتصال با حلقه لاستیکی گرد



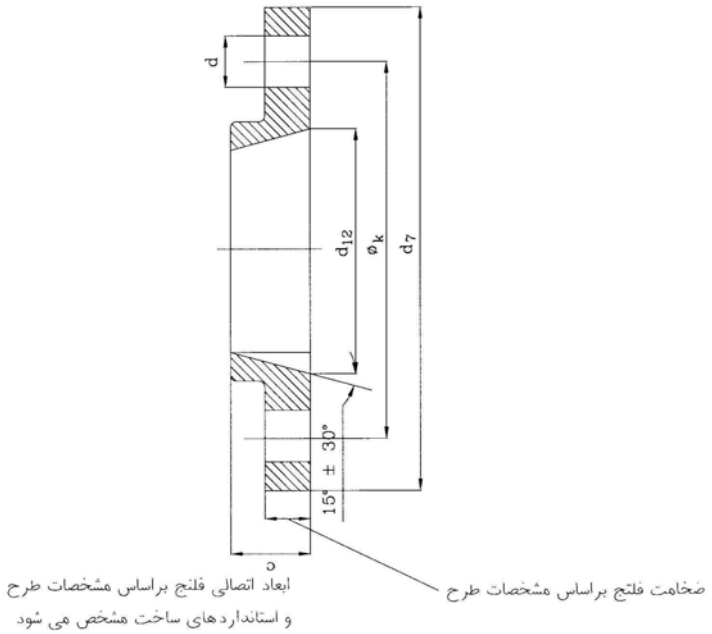
شکل ۴-۱-۵-۴ : بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی شیب‌دار و اتصال با حلقه لاستیکی گرد



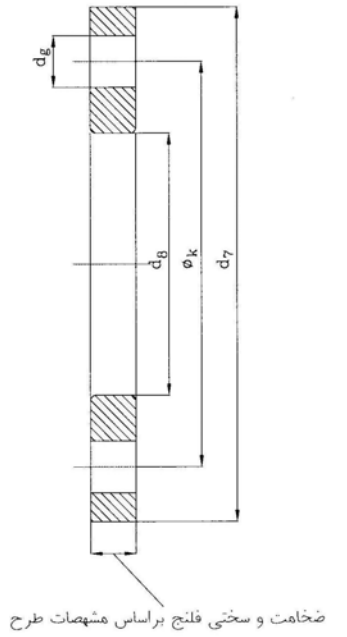
شکل ۴-۱-۵-۵ : قطعه لاستیکی آب‌بند تخت



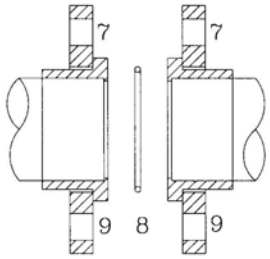
شکل ۴-۱-۵-۶ : قطعه لاستیکی آب‌بند گرد



شکل ۴-۱-۵-۷ : فلنج اتصالی روی بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی شیب‌دار



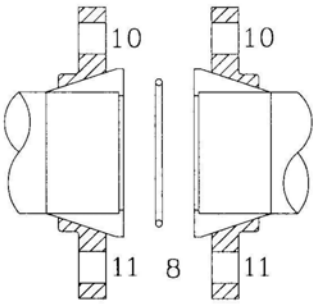
شکل ۴-۱-۵-۸ : فلنج اتصالی روی بوشن پی.وی.سی با جدار خارجی صاف



لیست قطعات

شماره	قطعه
7	بوشن فلنجی
8	حلقه لاستیکی تخت
9	فلنج

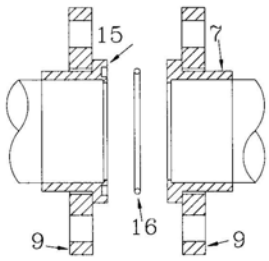
شکل ۴-۱-۵-۹ : اتصال بوشن با جدار خارجی صاف و لاستیک آب‌بند تخت



لیست قطعات

شماره	قطعه
8	حلقه لاستیکی تخت
10	بوشن با سطح داخلی شیب دار
11	فلنج

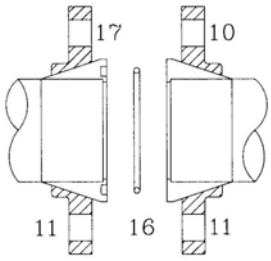
شکل ۴-۱-۵-۱۰ : اتصال بوشن با جدار خارجی شیب‌دار و لاستیک آب‌بند تخت



لیست قطعات

شماره	قطعه
7	بوشن فلنجی
9	فلنج
15	بوشن فلنجی
16	حلقه لاستیکی گرد

شکل ۴-۱-۵-۱۱ : اتصال بوشن با جدار خارجی صاف و لاستیک آب‌بند گرد



لیست قطعات

شماره	قطعه
10	بوشن فلنجی
11	فلنج
16	بوشن فلنجی
17	حلقه لاستیکی گرد

شکل ۴-۱-۵-۱۲ : اتصال بوشن با جدار خارجی شیب‌دار و لاستیک آب‌بند گرد

۴-۱-۵-۳-۲ زانوهای ساخته شده از لوله‌های پی.وی.سی در کارخانه

این زانویی‌ها برای دو نوع اتصال طراحی می‌گردند که زانویی با اتصال نوع چسبی و زانویی با اتصال نوع کاسه‌ای همراه با حلقه لاستیک آب‌بند می باشند.

هر یک از انواع زانویی‌های مزبور نیز بصورت زانوئی یکپارچه و یا اتصال دو مرحله‌ای طراحی و تولید می‌گردند.

علاوه بر انواع ذکرشده، زانویی‌های پی.وی.سی به صورت دو سر کاسه‌ای و یا یک سر ساده، یک سر کاسه‌ای نیز تولید می‌شوند.

انواع زانویی‌های فوق در شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱۳ نشان داده شده است.

۴-۱-۵-۳-۳ سه‌راهی‌های پی.وی.سی ساخته شده به روش تزریقی

این سه‌راهی‌ها برای استفاده در طرح‌های آبرسانی تولید می‌شوند. اتصال این سه‌راهی‌ها به لوله پی.وی.سی، معمولاً از نوع کاسه‌ای با لاستیک آب‌بند می‌باشد. نوع اتصال فلنجی این سه‌راهی‌ها نیز ساخته و مورد استفاده قرار می‌گیرد. انواع سه‌راهی‌های فوق در شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱۴ نشان داده شده است. در صورت استفاده از اتصال فلنجی در این سه‌راهی‌ها، مشخصات بوشن، فلنج و لاستیک مطابق شرحی که در بند ۴ـ۱ـ۵ـ۳ـ۱ داده شده است خواهد بود.

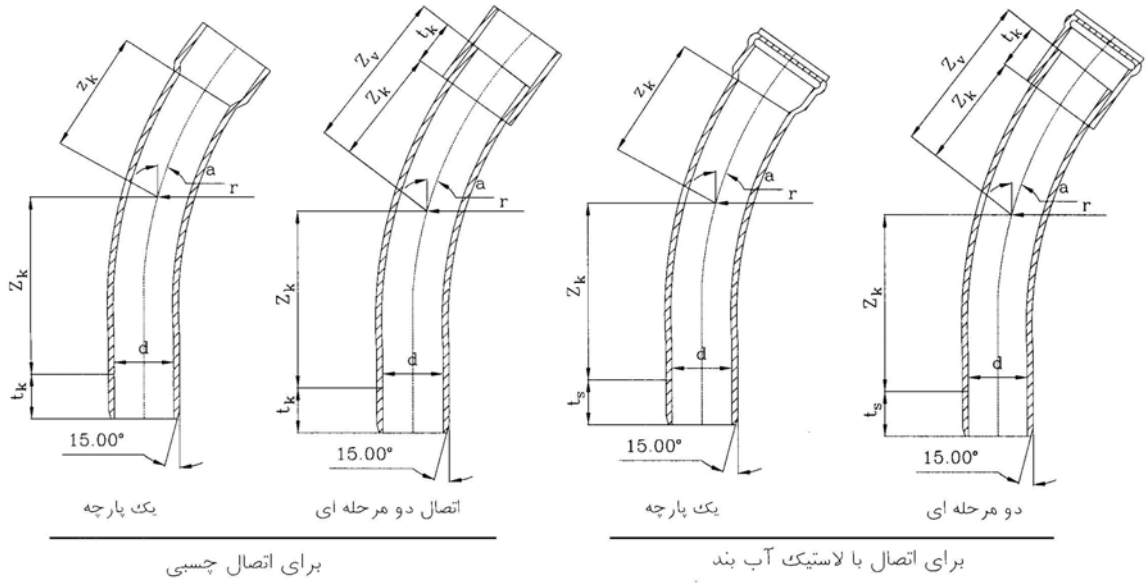
۴-۱-۵-۳-۴ قطعه یک سر ساده یک سر فلنج و یا یک سر کاسه یک سر فلنج

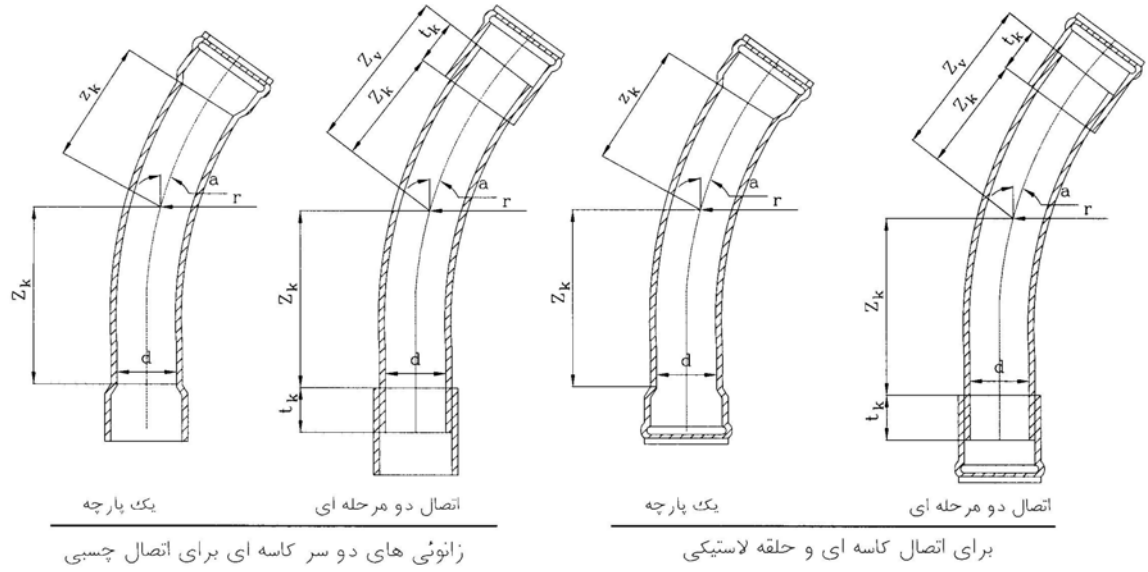
این قطعات در خطوط تحت فشار برای اتصال لوله پی.وی.سی به قطعات فلنج‌دار بکار می‌روند. این قطعات به صورت تزریقی در کارخانه ساخته می‌شوند. دو نـــوع قطعه فـــوق در شکل‌های شـــماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱۵ نشان داده شده است. فلنج انتهای قطعه، مطابق توضیحات بند ۱ـ ۵ـ ۳ـ ۱ طراحی و ساخته می‌شود.

۴-۱-۵-۳-۵ قطعه تبدیل[1]

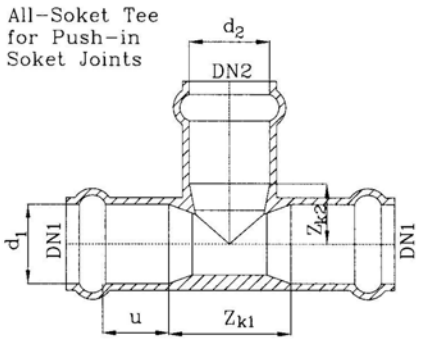
این قطعه به منظور اتصال دو لوله پی. وی سی با قطرهای مختلف ساخته می‌شود. این قطعه در یک طرف ساده و در طرف دیگر به صورت کاسه‌ای است. لوله اتصالی به قسمت کاسه‌ای معمولاً دارای قطر کمتر و در قسمت صاف دارای قطر بیشتر است. مشخصات این قطعه در شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱۶ نشان داده شده است.

[1] Reducer

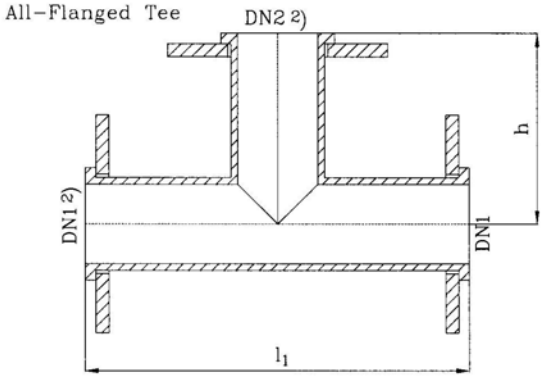




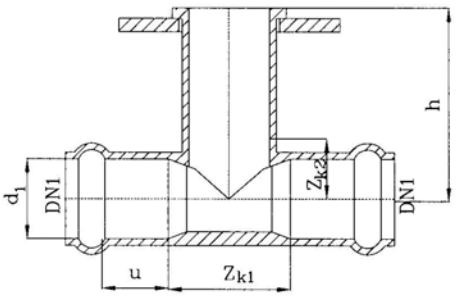
شکل ۴-۱-۵-۱۳ : انواع زانویی‌های پی.وی.سی



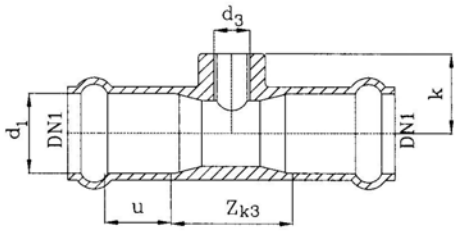
سه راهی سه سر کاسه



سه راهی ۳ سر فلنج

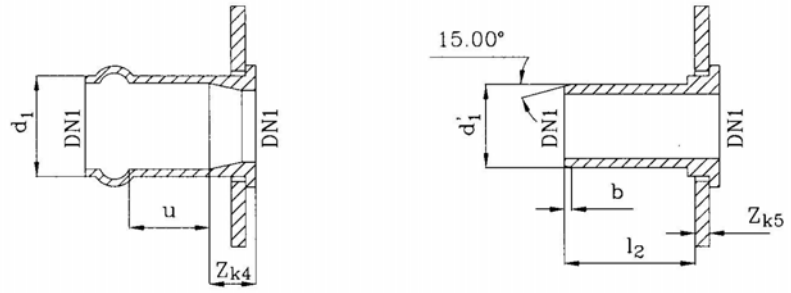


سه راهی دو سر کاسه یک فلنج

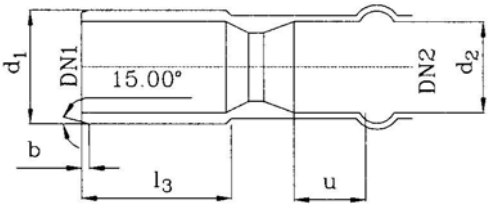


سه راهی انشعاب پیچی
و دو کاسه ای

شکل ۴-۱-۵-۱۴ : انواع سه‌راهی‌های پی.وی.سی تزریقی مورد استفاده در لوله‌های تحت فشار



شکل ۴-۱-۵-۱۵ : قطعات یک سر فلنج یک سر ساده و یا یک سر فلنج یک سر کاسه



شکل ۴-۱-۵-۱۶ : قطعه تبدیل یک سر ساده یک سر کاسه‌ای

۴-۱-۵-۴ متعلقات لوله‌های پی.وی.سی برای جریان‌های ثقلی (فاضلابی)

نوع این متعلقات در مواردی عیناً همان متعلقات مورد استفاده در خطوط آبرسانی می‌باشد. این متعلقات به شرح زیر است:

۴-۱-۵-۴-۱ اتصالات فلنجی

این اتصالات در بعضی از خطوط تحت فشار فاضلابی پی.وی.سی مورد استفاده قرار دارند. در صورت نیاز به استفاده از این اتصالات، به بند ۴ـ۱ـ ۵ـ ۳ـ ۱ همین بخش مراجعه شود.

۴-۱-۵-۴-۲ زانوهای ساخته شده از پی.وی.سی

زانویی‌ها کاربرد بسیار محدودی در لوله‌های جمع‌آوری فاضلاب شهری دارند. در صورت نیاز به استفاده، این نوع زانویی‌ها عیناً مشابه زانویی‌های مورد استفاده در طرح‌های آبرسانی مندرج در بند ۴ـ۱ـ ۵ـ ۳ـ ۲ همین بخش می‌باشد.

۴-۱-۵-۴-۳ متعلقات تزریقی فاضلابی

برای لوله‌های پی.وی.سی با قطر کم، تولیدکنندگان، بعضی از متعلقات تزریقی را نیز در خط تولید خود دارند، که حسب مورد، ابعاد و مشخصات آنها در استانداردهای مندرج در ابتدای این بخش درج گردیده است.

۴-۱-۵-۴-۴ قطعه زین اتصالی به شکل Y یا T

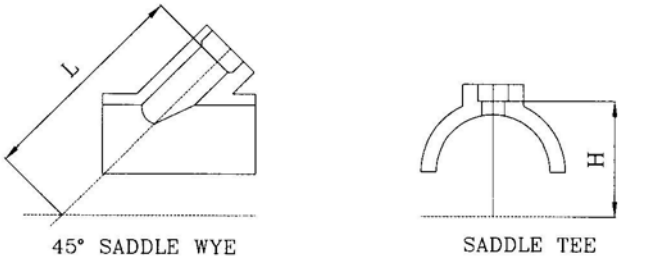
این قطعه پس از ایجاد سوراخ بر روی لوله موجود با چسب مخصوص اتصال داده می‌شود و مطابق شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱۷ می‌باشد.

۴-۱-۵-۴-۵ سه راهی Y شکل تزریقی

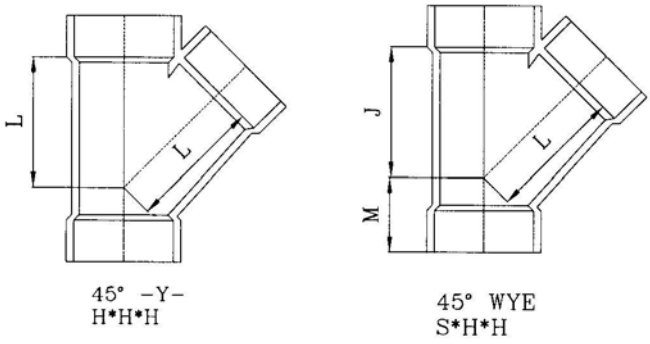
این قطعه بر روی لوله پی.وی.سی در حین اجرای خطوط فاضلاب نصب می‌شود. این قطعه برای برقراری انشعاب فاضلاب مصرف دارد. این قطعه مطابق شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱۸ می‌باشد.

۴-۱-۵-۴-۶ سه راهی معمولی تزریقی

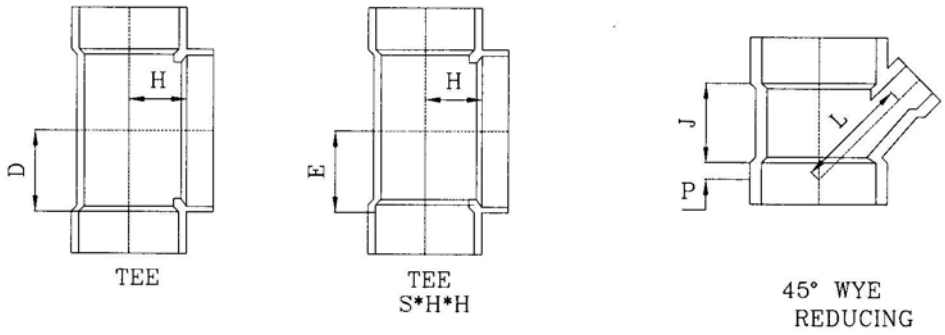
این قطعه نیز به منظور برقراری انشعاب فاضلاب مصرف دارد و مطابق شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۵ـ ۱۹ می‌باشد.



شکل ۴-۱-۵-۱۷ : قطعه زین اتصال به شکل Y یا T



شکل ۴-۱-۵-۱۸ : سه‌راهی به شکل Y با قطر انشعاب معادل لوله اصلی



شکل ۴-۱-۵-۱۹ : سه‌راهی به شکل Y یا T در لوله اصلی

۴-۱-۶ متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن

۴-۱-۶-۱ مقدمه

در شرایط کنونی، لوله‌های پلی‌اتیلن برای استفاده درخطوط آبرسانی، شبکه توزیع آب و خطوط لوله جمع‌آوری فاضلاب و آب باران در قطرهای محدودی تولید می‌شوند. تولیدکنندگان مختلف لـــوله‌های پلی‌اتیلن همواره در صدد راه‌اندازی خطوط تولید لوله با قطرهای بزرگتر می‌باشند، ولی تولید متعلقات پلی‌اتیلنی نیز در حال حاضر محدود می‌باشد.

در این بخش، متعلقاتی که در تأسیسات آبرسانی شهری و تأسیسات جمع‌آوری فاضلاب و آب باران مصرف دارند شرح داده خواهد شد.

لازم به ذکر است که در این بخش، از متعلقات مورد استفاده در داخل ساختمانها، اعم از لوله‌های آبرسانی یا جمع‌آوری فاضلاب بحثی نخواهد شد. این متعلقات که شامل قطرهای کوچک می‌گردند، همه روزه با تنوع زیاد و ترکیبی از پلاستیک و فلز در حال ساخت می‌باشد. که خارج از این مشخصات فنی می‌باشد.

پیمانکار در زمان استفاده از این متعلقات، در صورت مشاهده هر نوع ایراد در تأمین این متعلقات، باید موارد را کتباً جهت کسب تکلیف به مهندس مشاور منعکس نماید.

متعلقات پلی‌اتیلن به سه صورت تزریقی[۱]، ساخت از لوله، اتصال اجزای مختلف از قطعات لوله، قطعات تزریقی[۲] و غیره و به روش حرارتی[۳] ساخته می‌شوند.

در صورت عدم تولید چنین متعلقاتی از جنس پلی‌اتیلن، پیمانکار می‌تواند از قطعات تبدیلی مناسب، از متعلقات چدن نشکن، چدنی و یا فولادی که در مباحث مربوط به آنها اشاره شده است، با ملحوظ نمودن کلیه جوانب از نظر امکان کاربرد و پس از تأیید مهندس مشاور، استفاده نماید.

۴-۱-۶-۲ استانداردها

ابعاد متعلقات پلی‌اتیلن ـ تیپ ۲	DIN ۱۶۹۶۳-۱۹۸۰
جنس لوله و متعلقات پلی‌اتیلن	ASTM D ۳۳۵۹
متعلقات با اتصالات کاسه‌ای	ASTM D ۲۶۸۳
متعلقات با اتصالات جوشی	ASTM D ۳۲۶۱
مشخصات فلنج‌ها	BS ۴۵۰۴
لوله و متعلقات پلی‌اتیلن تحت فشار قطرهـــای ۴ تا ۶۳ اینچ برای توزیع آب	ANSI/AWWA C۹۰۶-۹۰

[۱] Injection molded fitting
[۲] Fabricated by heat fusion
[۳] Thermoformed fitting

۴-۱-۶-۳ اتصال لوله پلی‌اتیلن به لوله، شیرآلات یا متعلقات فلنجی

برای اتصال لوله پلی‌اتیلن به سایر لوله‌هائی که به یک فلنج ختم شده است و یا اتصال به شیرآلات یا متعلقاتی که به فلنج ختم می‌شوند، از مجموعه فلنج برآمده پلی‌اتیلنی، فلنج فلزی و لاستیک آب‌بند به شرح زیر و مطابق شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۶ـ ۱ استفاده می‌شود:

الف ـ فلنج ضخیم برجسته پلی‌اتیلنی[۱]

این اتصال در کارخانه به صورت تزریقی و یا با حرارت و فشار در انتهای یک قطعه لوله پلی‌اتیلن، ساخته می‌شود. این قطعه با اتصال جوشی یا سایر انواع اتصالات به لوله پلی‌اتیلنی ماقبل خود متصل شده و آماده اتصال به قطعه فلنجی مابعد خود می‌گردد.

ب ـ فلنج فلزی[۲] و واشر لاستیکی پهن[۳]

این قطعات مشابه موارد شرح داده شده در بخش مربوط به متعلقات پی.وی.سی همین مشخصات فنی عمومی می‌باشد.

ج ـ فلنج نازک برجسته پلی اتیلن[۴]

این فلنج همان مشخصات فلنج قبلی را دارد با این تفاوت که برآمدگی روی لوله، به صورت برجستگی عمودی و با ضخامت کمتر بوده و آب‌بندی توسط واشر گرد انجام می‌شود. این نوع اتصال در شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۶ـ ۲ نشان داده شده است.

۴-۱-۶-۴ زانوئی‌های ساخته شده از پلی‌اتیلن

این زانویی‌ها چنانچه توسط حرارت دادن و فرم‌دادن یک لوله تهیه شوند. با شعاع خم نسبتاً زیاد خواهد بود. نسبت شعاع خم به قطر لوله (R/D) معمولاً حدود ۴/۵ در نظر گرفته می‌شود. طرح عمومی این زانویی‌ها در شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۶ـ ۳ نشان داده شده است. این زانویی را می‌توان به طریقه تزریقی نیز ساخت، که در آن صورت این زانوئی‌ها مطابق شکل ۴ـ ۱ـ ۶ـ ۴ می‌باشد.

۴-۱-۶-۵ سه‌راهی‌های ساخته شده از پلی‌اتیلن

این سه‌راهی‌ها معمولاً به صورت سه سر ساده مطابق شکل شماره ۴ـ ۱ـ ۶ـ ۵ با قطر انشعاب کمتر یا مساوی لوله اصلی ساخته می‌شوند. علاوه بر این سه راهی‌ها به صورت فلنجی در قسمت انشعاب و یا هر سه سر فلنج مطابق شکل ۴ـ ۱ـ ۶ـ ۶ ساخته می‌شود.

۴-۱-۶-۶ تبدیل پلی‌اتیلن

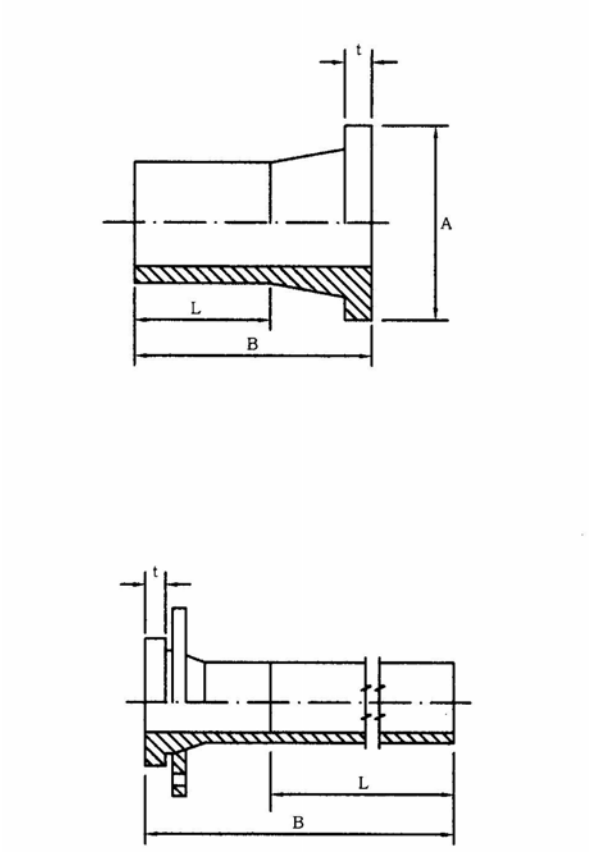
برای تبدیل لوله پلی‌اتیلن از قطری به قطر دیگر از این قطعه مطابق شکل ۴ـ ۱ـ ۶ـ ۷ استفاده می‌شود.

۴-۱-۶-۷ متعلقات پلی‌اتیلن برای استفاده در اتصال به روش الکتروفیوژن

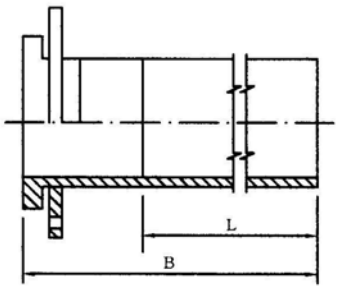
این متعلقات در حال حاضر در کشور تولید نمی‌شود و به همین علت در این مشخصات نیز شرح آن داده نشده است.

---

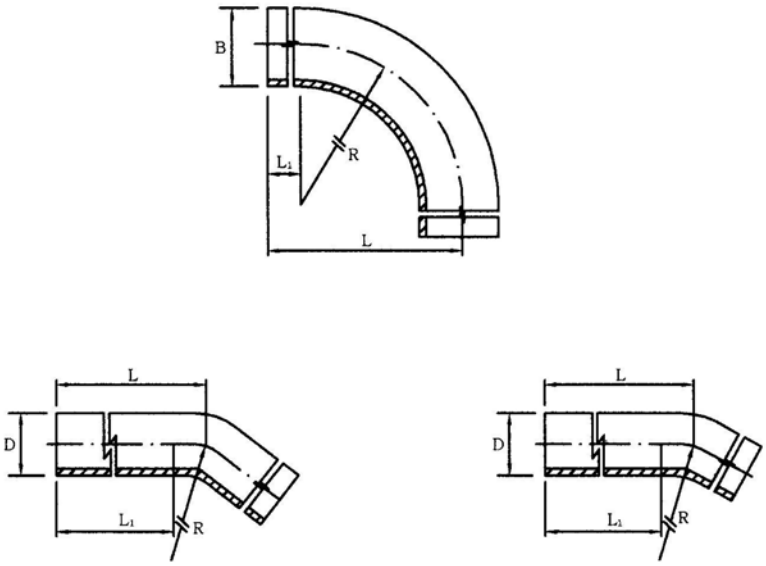
[۱] Stub Flange
[۲] Backing Ring
[۳] Gasket
[۴] Slim Flange



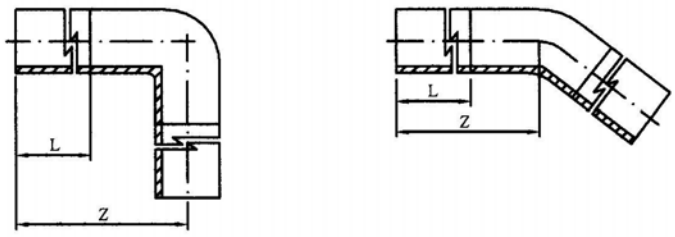
شکل ۴-۱-۶-۱ : مجموعه فلنج برآمده پلی‌اتیلنی، فلنج فلزی و لاستیک آب‌بند



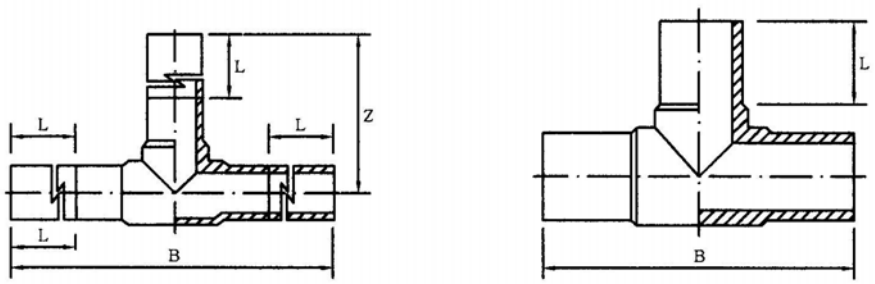
شکل ۴-۱-۶-۲ : فلنج نازک برجسته پلی‌اتیلنی



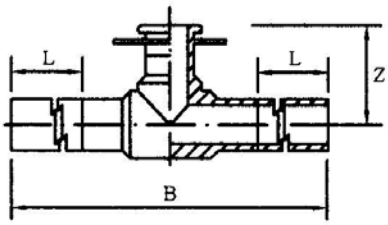
شکل ۴-۱-۶-۳ : زانویی فرم داده شده پلی‌اتیلنی



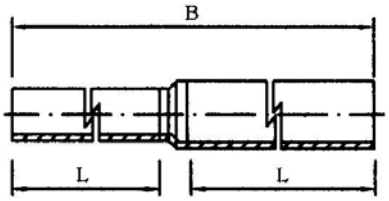
شکل ۴-۱-۶-۴ : زانویی تزریقی پلی‌اتیلنی



شکل ۴-۱-۶-۵ : سه‌راهی پلی‌اتیلنی سه سرساده



شکل ۴-۱-۶-۶ : سه‌راهی پلی‌اتیلنی فلنج‌دار



شکل ۴-۱-۶-۷ : تبدیل پلی‌اتیلنی

۴-۱-۷ متعلقات لوله‌های فایبرگلاس

۴-۱-۷-۱ مقدمه

لوله‌های فایبرگلاس به دلیل امکان نسبتاً زیاد برش و اتصال لوله‌ها به یکدیگر، امکان ساخت انواع متعلقات از قبیل چهارراهی، سه راهی، تبدیل و غیره برحسب نیازهای طراحی را ایجاد می‌نمایند.

متعلقات لوله‌های فایبرگلاس جوشی، می‌توانند به صورت محدود یا در کارگاه تولید شوند، ولی عمده این متعلقات باید در کارخانه تولید و به کارگاه حمل گردند، لذا توصیه می‌شود که از ساخت این متعلقات در کارگاه اجتناب گردد.

در این بخش از مشخصات فنی، متعلقاتی که ابعاد آنها در استانداردها مشخص گردیده مورد بررسی قرار می‌گیرند. همچنین اشاره‌ای به متعلقاتی که بعضاً توسط سازندگان ساخته می‌شود نیز خواهد شد. طبعاً، ساخت متعلقات دیگر بر حسب نیاز طرح و با توجه به استانداردها و تأیید مهندس مشاور انجام می‌شود.

متذکر می‌شود که متعلقات لوله‌های فایبرگلاس می‌توانند به روش الیاف پیچی و یا ریخته‌گری گریز از مرکز ساخته شوند. متعلقات فایبرگلاس با سختی حداقل SN 10000 تولید می‌شوند[1].

یادآور می‌شود که در برخی مواقع، از متعلقات چدنی برای خطوط لوله فایبرگلاس استفاده می‌شود که در این بخش از مشخصات فنی مورد بحث نیست.

۴-۱-۷-۲ استانداردها

تقریباً تمام استانداردهای معتبر دنیا، از قبیل EN, AWWA, BS, DIN, ISO و غیره، نشریات و دستورالعمل‌هایی در خصوص مشخصات و نحوه ساخت متعلقات لوله‌های فایبرگلاس منتشر نموده‌اند.

در تنظیم این بخش از مشخصات فنی، عمدتاً از استانداردهای AWWA – M45 – 1996 و DIN 19565 – Part 1 –1989 استفاده شده است. همزمان و در صورت لزوم، از سایر استانداردها نیز بهره گرفته شده است.

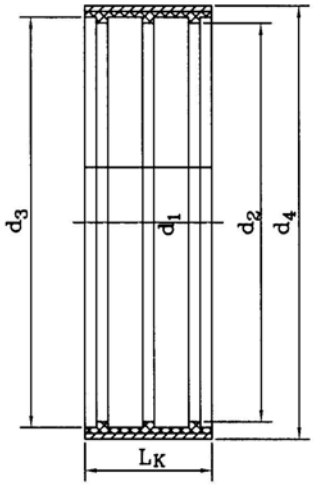
۴-۱-۷-۳ ابعاد متعلقات

ابعاد متعلقات لوله‌های فایبرگلاس بر اساس استانداردهای مختلف و یا تولیدات هر یک از سازندگان، می‌توانند با یکدیگر متفاوت باشند. در این بخش از مشخصات فنی، ابعاد و مشخصات تعدادی از متعلقات بر اساس استانداردهای مورد اشاره ذکر گردیده است، ولی این به آن معنی نیست که متعلقات و مشخصات آنها محدود به موارد مندرج در این بخش است. مهندس مشاور باید در هر زمان، استانداردها و مشخصات متعلقات تولیدی سازنده لوله را ملاک عمل قرار دهد.

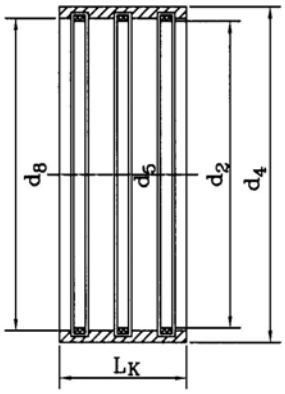
[1] DIN 19565-Part 1

۴-۱-۷-۴ اتصالی از نوع غلاف[1]

غلاف‌های فایبرگلاس کـــه برای اتصال لـولـه و متعلقات استفاده می‌گردند، به دو روش الیاف پیچی و یا ریخته‌گری گریز از مرکز ساخته می‌شوند. در شکل شماره ۴-۱-۷-۱، مشخصات کلی و ظاهری این اتصالی نشان داده شده و ابعاد آنها در جداول شماره ۴-۱-۷-۱ و ۴-۱-۷-۲ منعکس می‌باشد.



الف ساخته شده به روش الیاف پیچی



ب ساخته شده به روش ریخته گری گریز از مرکز

شکل ۴-۱-۷-۱ : غلاف فایبرگلاس

[1] Coupling

۴-۱-۷-۵ سایر متعلقات

همانطور که اشاره شد، متعلقات لوله‌های فایبرگلاس می‌توانند توسط برش و جوش قطعات لوله‌های ساخته شده به روش الیاف پیچی، و یا مستقیماً به روش ریخته گری گریز از مرکز ساخته شوند.

در شکل‌های شماره ۴-۱-۷-۲ و ۴-۱-۷-۳، تعدادی از متعلقات قابل ساخت از طریق فارسی‌بری لوله‌های تولیدی به روش الیاف پیچی، و یا تولید به روش ریخته‌گری گریز از مرکز نشان داده شده است.

در ادامه، ابعاد و مشخصات برخی از متعلقات ساخته شده از لوله‌های تولیدی بـــه روش الیاف پیچی، ذکر خواهند شد.

جدول ۴-۱-۷-۱ : ابعاد غلاف فایبرگلاس تولیدی با روش الیاف پیچی[1] (اندازه‌ها به میلی‌متر)

قطر اسمی‌لوله DN	سری قطر لوله	عرض LK ± 15	اقطار داخلی d1 حداکثر	d2		d3 حداکثر	حداکثر قطر خارجی d4
					انحراف مجاز		
۳۰۰	۳	۲۰۰	۳۱۹	۲۸۷	± ۲/۵	۳۱۹	۳۶۵
۳۰۰	۲	۲۰۰	۳۲۸	۲۹۵	± ۲/۵	۳۲۸	۳۷۵
۳۵۰	۲	۲۰۰	۳۸۰	۳۵۱	± ۳	۳۸۰	۴۲۵
۴۰۰	۳	۲۰۰	۴۰۵	۳۸۴	± ۳	۴۰۵	۴۵۰
۴۰۰	۲	۲۰۰	۴۳۱	۴۰۹	± ۳	۴۳۱	۴۷۵
۵۰۰	۳	۲۰۰	۵۰۵	۴۸۵	± ۳/۵	۵۰۵	۵۵۰
۵۰۰	۲	۲۰۰	۵۳۴	۵۱۳	± ۳/۵	۵۳۴	۵۸۰
۶۰۰	۱	۲۰۰	۶۲۰	۶۰۱	± ۴	۶۲۰	۶۷۰
۷۰۰	۱	۲۰۰	۷۲۲	۷۰۲	± ۴/۵	۷۲۲	۷۷۰
۸۰۰	۱	۲۵۰	۸۲۵	۸۰۳	± ۵	۸۲۵	۸۷۰
۹۰۰	۱	۲۵۰	۹۲۹	۹۰۶	± ۵/۵	۹۲۹	۹۷۰
۱۰۰۰	۱	۲۵۰	۱۰۳۱	۱۰۰۸	± ۶	۱۰۳۱	۱۰۸۰
۱۲۰۰	۱	۲۵۰	۱۲۳۵	۱۲۱۱	± ۶/۵	۱۲۳۵	۱۲۹۰
۱۴۰۰	۱	۲۵۰	۱۴۴۰	۱۴۱۶	± ۷	۱۴۴۰	۱۴۹۰
۱۶۰۰	۱	۲۹۰	۱۶۴۷	۱۶۰۸	± ۷	۱۶۴۷	۱۷۰۵
۱۸۰۰	۱	۲۹۰	۱۸۵۰	۱۸۱۲	± ۷/۵	۱۸۵۰	۱۹۱۵
۲۰۰۰	۱	۲۹۰	۲۰۵۷	۲۰۱۷	± ۷/۵	۲۰۵۷	۲۱۲۵

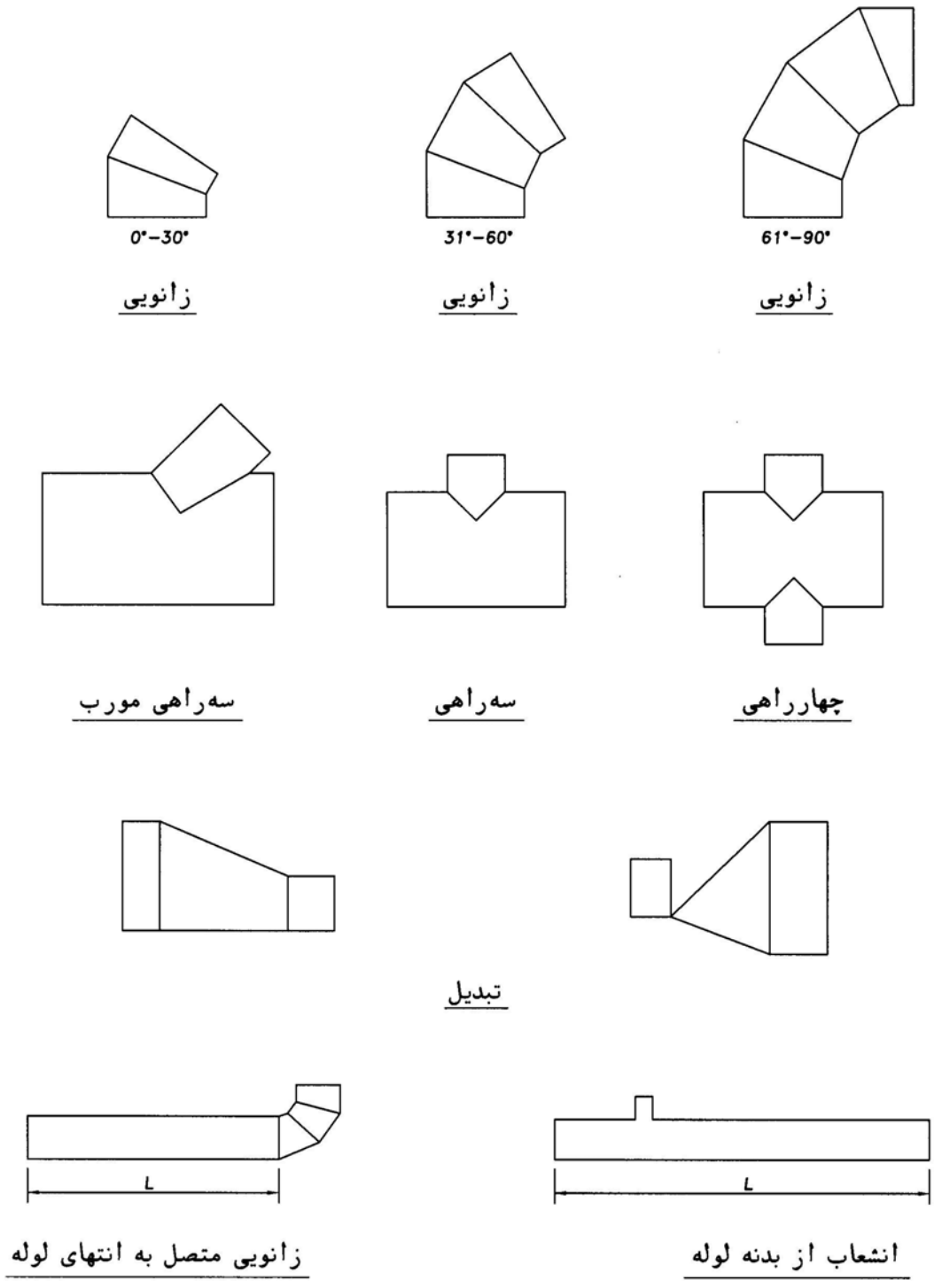
[1] DIN 19565-Part1-1989

جدول ۴-۱-۷-۲ : ابعاد غلاف فایبرگلاس تولیدی با روش ریخته‌گری گریز از مرکز[1] (اندازه‌ها به میلی‌متر)

قطر اسمی لوله DN	سری قطر لوله	عرض LK ± 15	اقطار داخلی d5 حداکثر	اقطار داخلی d2 ± 2	اقطار داخلی d6 حداکثر	حداکثر قطر خارجی d4
۲۰۰	۳	۲۰۰	۲۰۴	۱۹۴	۲۰۲	۳۶۵
۲۰۰	۲	۲۰۰	۲۲۴	۲۱۴	۲۲۲	۲۵۴
۲۵۰	۳	۲۲۰	۲۵۴	۲۴۴	۲۵۲	۲۸۴
۲۵۰	۲	۲۲۰	۲۷۶	۲۶۶	۲۷۴	۳۰۶
۳۰۰	۳	۲۲۰	۳۱۹	۳۰۹	۳۱۷	۳۴۹
۳۰۰	۲	۲۲۰	۳۲۸	۳۱۸	۳۲۶	۳۵۸
۳۵۰	۲	۲۲۰	۳۸۰	۳۷۰	۳۷۸	۴۱۰
۴۰۰	۳	۲۴۰	۴۰۵	۳۹۵	۴۰۳	۴۳۵
۴۰۰	۲	۲۴۰	۴۳۱	۴۲۱	۴۲۹	۴۶۱
۵۰۰	۳	۲۴۰	۵۰۵	۴۹۵	۵۰۳	۵۳۵
۵۰۰	۲	۲۴۰	۵۳۴	۵۲۲	۵۳۲	۵۶۵
۶۰۰	۱	۲۴۰	۶۲۰	۶۱۰	۶۱۸	۶۵۱

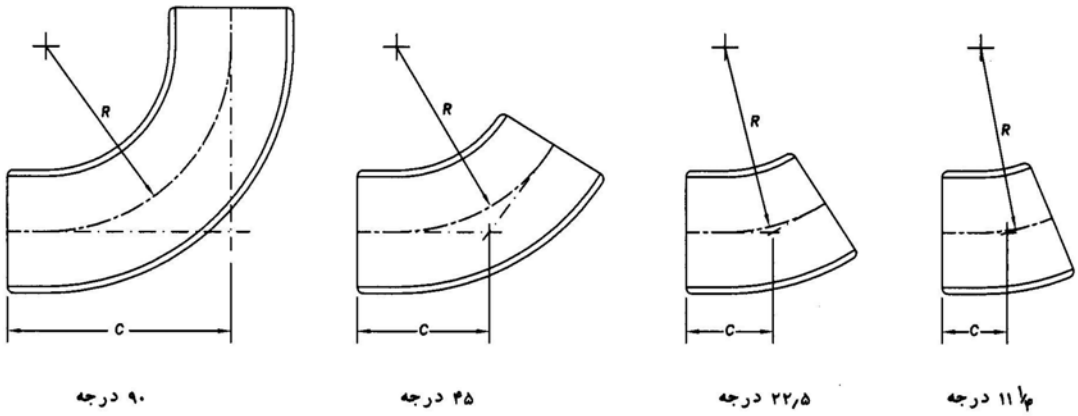
در تنظیم این بخش از مشخصات فنی، عمدتاً از استانداردهای AWWA – M45 – 1996 و DIN 19565 – Part 1 –1989 استفاده شده است. همزمان و در صورت لزوم، از سایر استانداردها نیز بهره گرفته شده است.

[1] DIN 19565-Part1-1989

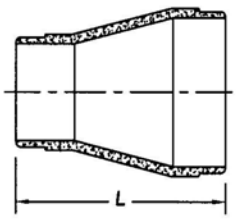


شکل ۴-۱-۷-۲ : نمونه‌ای از متعلقات مختلف قابل ساخت از طریق فارسی‌بری لوله‌های تولیدی با روش الیاف پیچی[1]

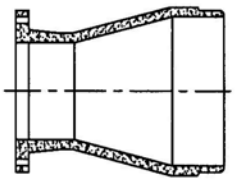
[1] AWWA M45 - 1996



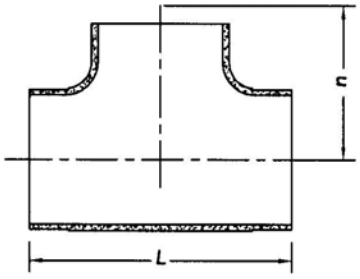
زانویی های یک پارچه



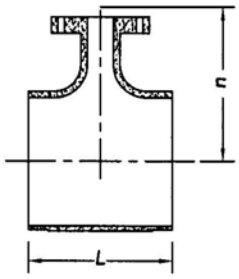
تبدیل ساده



تبدیل یک سر فلنج



سه‌راهی همه سر ساده



سه راهی یک سر فلنج برای
انشعاب شیر آتش‌نشانی

شکل ۴-۱-۷-۳ : نمونه‌ای از متعلقات مختلف قابل تولید با روش ریخته‌گری گریز از مرکز

۴-۱-۷-۶ زانویی‌ها

زانویی‌های ساخته شده روش الیاف پیچی، با توجه به درجه زانویی، در چند قطعه تولید می‌شوند.

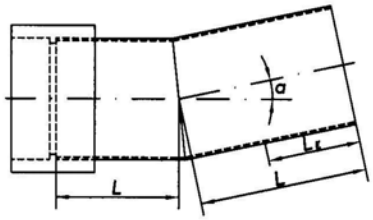
در شکل شماره ۴-۱-۷-۴، زانویی‌های ۱۵ الی ۹۰ درجه نشان داده شده است. در جدول شماره ۴-۱-۷-۳، اندازه‌های مندرج در شکل ۴-۱-۷-۴ درج گردیده است.

جدول ۴-۱-۷-۳ : ابعاد زانویی‌ها[1]

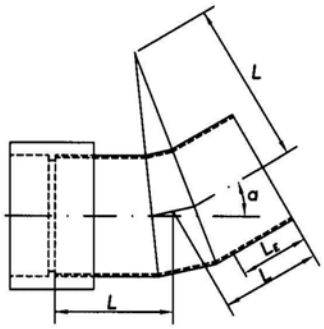
قطر اسمی لوله DN	r	L (حداقـــل)			
		a = 15 °	a = 30 °	a = 45 °	a = 90 °
۲۰۰	۳۹۰	۲۳۵	۲۴۰	۳۵۰	۵۹۰
۲۵۰	۴۷۰	۲۴۰	۲۷۰	۳۷۰	۶۵۰
۳۰۰	۵۴۵	۲۵۵	۳۰۰	۴۷۰	۷۳۰
۳۵۰	۶۱۵	۲۷۵	۳۳۰	۵۱۰	۷۹۰
۴۰۰	۶۷۵	۳۲۵	۳۶۰	۵۳۵	۸۵۵
۵۰۰	۷۵۰	۳۵۰	۴۰۵	۶۳۰	۱۰۰۰
۶۰۰	۹۰۰	۳۷۵	۴۷۰	۷۴۰	۱۱۵۵
۷۰۰	۱۰۵۰	۴۰۰	۵۵۰	۸۴۵	۱۳۱۰
۸۰۰	۱۱۰۰	۴۲۵	۵۸۵	۸۷۰	۱۴۱۰
۹۰۰	۱۱۲۵	۴۵۰	۵۹۰	۸۹۰	۱۴۳۰
۱۰۰۰	۱۲۵۰	۴۷۵	۶۵۵	۹۹۰	۱۵۳۵
۱۲۰۰	۱۵۰۰	۵۲۵	۷۸۵	۱۱۸۵	۱۸۴۵
۱۴۰۰	۱۶۰۰	۵۷۵	۸۴۰	۱۲۶۵	۱۹۷۰
۱۶۰۰	۱۷۴۵	۶۰۰	۹۴۵	۱۳۹۰	۲۱۶۵
۱۸۰۰	۱۸۹۰	۶۷۵	۱۰۲۰	۱۵۱۰	۲۳۵۰
۲۰۰۰	۲۰۰۰	۷۰۰	۱۰۸۰	۱۵۹۵	۲۴۸۵

* طول محدوده اتصالی (L_E) حداقل ۱۶۰ میلیمتر

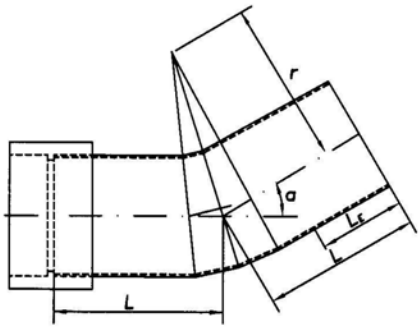
[1] DIN 19565 – Part1



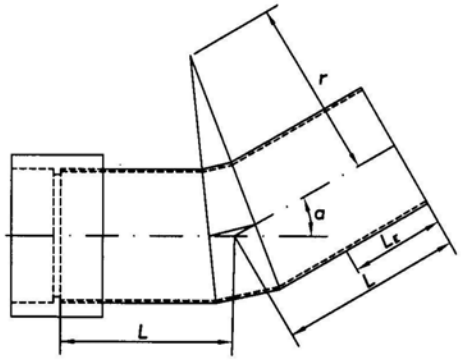
DN 200 – 2000 , α=15°



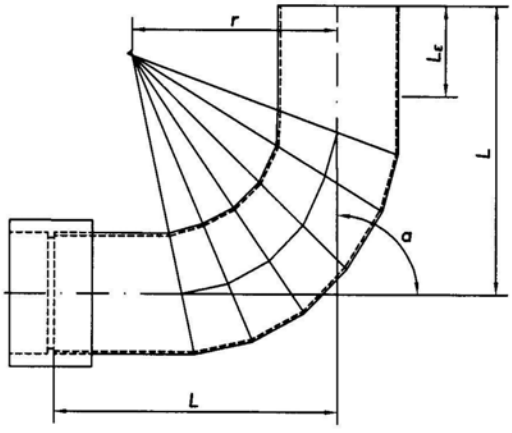
DN 200 – 2000 , α=30°



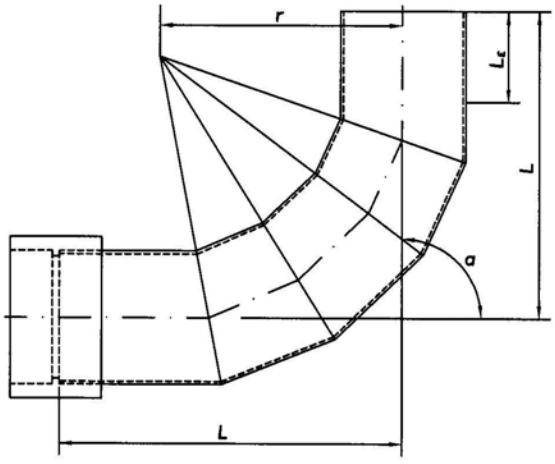
DN 200 , α=45°



DN 250 – 2000 , α=45°



DN 200 , α=90°



DN 250 – 2000 , α=90°

شکل ۴-۱-۷-۴ : زانویی‌های چند قطعه فایبرگلاس

۴-۱-۷-۷ سه‌راهی

سه‌راهی‌ها شامل انواع سه راهی‌های ۴۵ و ۹۰ درجه می‌باشند. در شکل شماره ۴-۱-۷-۵، مشخصات کلی این سه‌راهی‌ها نشان داده شده است. در جدول شماره ۴-۱-۷-۴، اندازه‌های مندرج در شکل فوق منعکس می‌باشد.

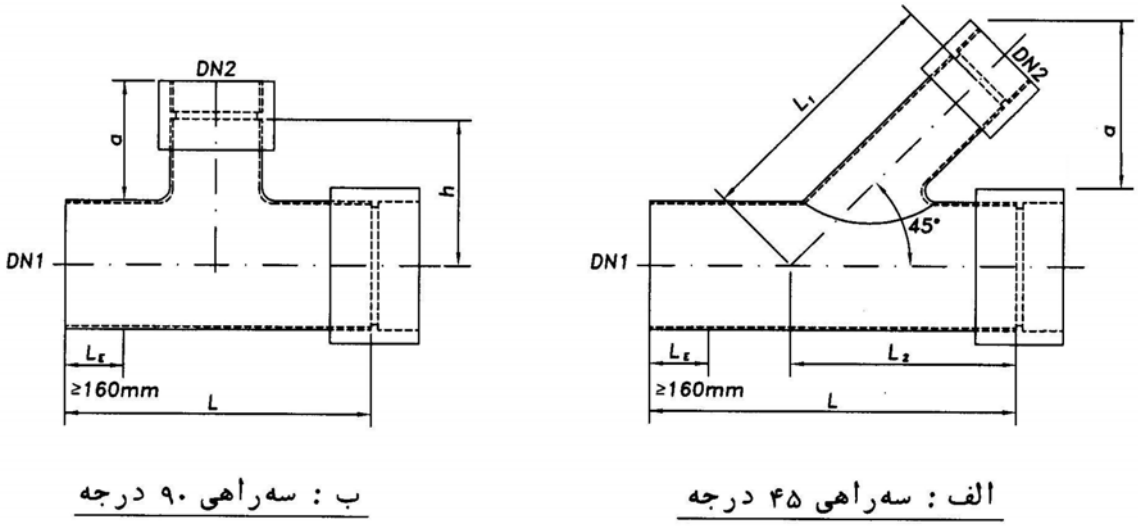
جدول ۴-۱-۷-۴ الف : ابعاد سه‌راهی[1] (°۴۵)

a	L2	L1	L	DN 2	a	L2	L1	L	DN2	a	L2	L1	L	DN 2	DN 1
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	۴۹۰	۵۷۵	۵۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰	۲۰۰
--	--	--	--	--	۵۳۰	۶۵۰	۶۲۵	۱۰۰۰	۲۵۰	۴۸۰	۵۷۵	۵۷۵	۱۰۰۰	۲۰۰	۲۵۰
۵۶۰	۷۰۰	۶۷۵	۱۲۵۰	۳۰۰	۵۳۰	۶۵۰	۶۵۰	۱۰۰۰	۲۵۰	۴۹۰	۶۲۵	۶۲۵	۱۰۰۰	۲۰۰	۳۰۰
۵۷۰	۷۲۵	۷۲۵	۱۲۵۰	۳۰۰	۵۴۰	۷۰۰	۷۰۰	۱۲۵۰	۲۵۰	۴۸۰	۶۵۰	۶۵۰	۱۰۰۰	۲۰۰	۳۵۰
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	۶۱۰	۷۷۵	۷۵۰	۱۲۵۰	۳۵۰	۳۵۰
۵۷۰	۷۵۰	۷۵۰	۱۲۵۰	۳۰۰	۵۳۰	۷۰۰	۷۲۵	۱۲۵۰	۲۵۰	۴۹۰	۶۷۵	۷۰۰	۱۲۵۰	۲۰۰	۴۰۰
--	--	--	--	--	۶۸۰	۸۵۰	۸۵۰	۱۲۵۰	۴۰۰	۶۱۰	۸۰۰	۷۷۵	۱۲۵۰	۳۵۰	۴۰۰
۵۷۰	۸۰۰	۸۲۵	۱۵۰۰	۳۰۰	۵۶۰	۸۲۵	۸۵۰	۱۵۰۰	۲۵۰	۴۹۰	۷۲۵	۷۷۵	۱۲۵۰	۲۰۰	۵۰۰
۷۸۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۵۰۰	۶۶۰	۹۰۰	۹۰۰	۱۵۰۰	۴۰۰	۶۲۰	۸۵۰	۸۷۵	۱۵۰۰	۳۵۰	۵۰۰

جدول ۴-۱-۷-۴ ب : ابعاد سه‌راهی (°۹۰)

a	h	L	DN2	DN1
۵۰۰	۴۵۰	۹۰۰	۲۰۰	۲۰۰
۴۸۰	۴۵۰	۹۰۰	۲۵۰	۲۵۰
۴۵۰	۴۵۰	۹۰۰	۲۰۰	۳۰۰
۵۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۳۰۰
۴۸۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۵۰	۳۵۰
۵۳۰	۵۵۰	۱۱۰۰	۳۵۰	۳۵۰
۴۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۴۰۰
۵۵۰	۶۰۰	۱۲۰۰	۴۰۰	۴۰۰
۴۵۰	۵۵۰	۱۱۰۰	۳۵۰	۵۰۰
۵۵۰	۶۵۰	۱۳۰۰	۵۰۰	۵۰۰
۴۶۰	۶۰۰	۱۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰
۵۶۰	۷۰۰	۱۴۰۰	۶۰۰	۶۰۰

* طول محدوده اتصالی (L_E) حداقل ۱۶۰ میلیمتر



شکل ۴-۱-۷-۵ : سه‌راهی‌های فایبرگلاس

۴-۱-۷-۸ تبدیل

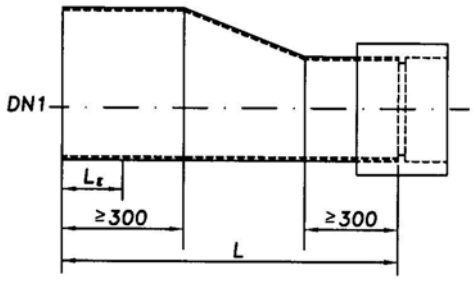
مشخصات کلی تبدیل فایبرگلاس در شکل شماره ۴-۱-۷-۶ نشان داده شده است. دو سر صاف تبدیل، از لوله هم قطر برش داده شده و قسمت مخروطی آن جداگانه تولید می‌شود.

در جدول شماره ۴-۱-۷-۵، اندازه‌های قسمت‌های مختلف تبدیل درج شده است.

جدول ۴-۱-۷-۵ : ابعاد تبدیل[۲]

	L					
DN2 / DN1	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۵۰۰
۲۰۰	۷۵۰	--	--	--	--	--
۳۰۰	۹۰۰	۷۵۰	--	--	--	--
۳۵۰	۱۰۵۰	۹۰۰	۷۵۰	--	--	--
۴۰۰	۱۲۵۰	۱۰۵۰	۹۰۰	۷۵۰	--	--
۵۰۰	۱۵۵۰	۱۴۰۰	۱۲۰۰	۱۱۰۰	۹۵۰	--
۶۰۰	۱۹۰۰	۱۷۵۰	۱۵۵۰	۱۴۰۰	۱۲۵۰	۹۵۰

[1] DIN 19565-Part1
[2] DIN 19565 – Part1



شکل ۴-۱-۷-۶ : تبدیل فایبرگلاس

۴-۱-۷-۹ اتصال به لوله‌های موجود

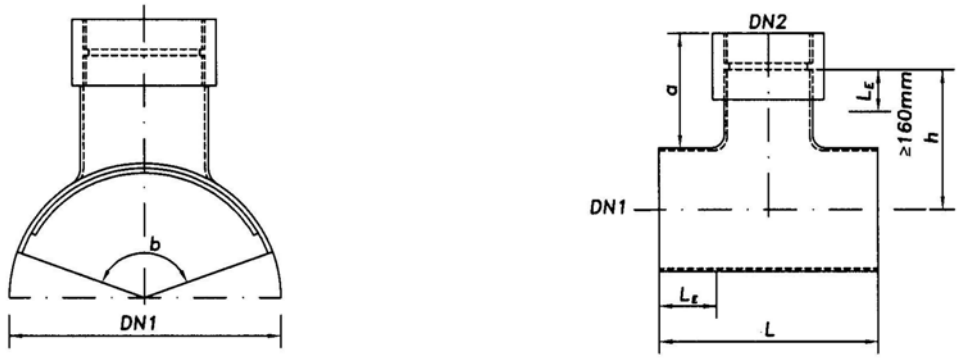
اتصال به لوله‌های موجود توسط زین‌های مخصوص ۴۵ یا ۹۰ درجه که در شکل ۴-۱-۷-۷ نشان داده شده، انجام می‌شود. در جدول شماره ۴-۱-۷-۶، اندازه اتصالی‌های فوق درج شده است.

جدول ۴-۱-۷-۶ : ابعاد اتصالی به لوله‌های موجود[1]

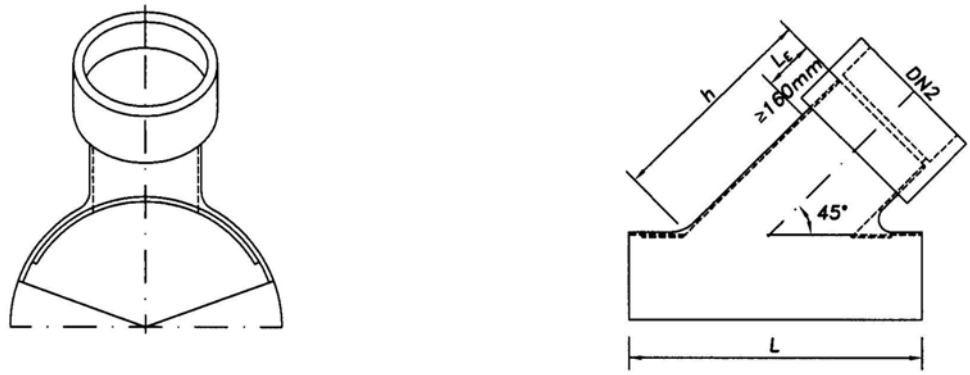
DN1	DN2	b	۴۵ °		۹۰ °	
			حداقل h	L	حداقل h	L
۳۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۳۵۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۳۵۰	۲۵۰	۶۵۰	۴۲۵	۸۵۰	۳۰۰	۶۵۰
۴۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۴۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۴۲۵	۸۵۰	۳۰۰	۶۵۰
۴۰۰	۳۰۰	۷۰۰	۴۵۰	۹۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۵۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۵۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۴۲۵	۸۵۰	۳۰۰	۶۵۰
۵۰۰	۳۰۰	۷۰۰	۴۵۰	۹۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۵۰۰	۳۵۰	۷۵۰	۴۷۵	۹۵۰	۳۰۰	۷۵۰
۵۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۸۰۰
۶۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۶۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۴۲۵	۸۵۰	۳۰۰	۶۵۰
۶۰۰	۳۰۰	۷۰۰	۴۵۰	۹۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۶۰۰	۳۵۰	۷۵۰	۴۷۵	۹۵۰	۳۰۰	۷۵۰
۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۸۰۰
۷۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۷۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۴۲۵	۸۵۰	۳۰۰	۶۵۰

DN1	DN2	b	۴۵ °		۹۰ °	
			حداقل h	L	حداقل h	L
۷۰۰	۳۰۰	۷۰۰	۴۵۰	۹۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۷۰۰	۳۵۰	۷۵۰	۴۷۵	۹۵۰	۳۰۰	۷۵۰
۷۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۸۰۰
۸۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۸۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۴۲۵	۸۵۰	۳۰۰	۶۵۰
۸۰۰	۳۰۰	۷۰۰	۴۵۰	۹۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۸۰۰	۳۵۰	۷۵۰	۴۷۵	۹۵۰	۳۰۰	۷۵۰
۸۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۸۰۰
۹۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۹۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۴۲۵	۸۵۰	۳۰۰	۶۵۰
۹۰۰	۳۰۰	۷۰۰	۴۵۰	۹۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۹۰۰	۳۵۰	۷۵۰	۴۷۵	۹۵۰	۳۰۰	۷۵۰
۹۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۸۰۰
۱۰۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۱۰۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۴۲۵	۸۵۰	۳۰۰	۶۵۰
۱۰۰۰	۳۰۰	۷۰۰	۴۵۰	۹۰۰	۳۰۰	۷۰۰
۱۰۰۰	۳۵۰	۷۵۰	۴۷۵	۹۵۰	۳۰۰	۷۵۰
۱۰۰۰	۴۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۳۰۰	۸۰۰

[1] DIN 19565 – Part1



الف : ۹۰ درجه



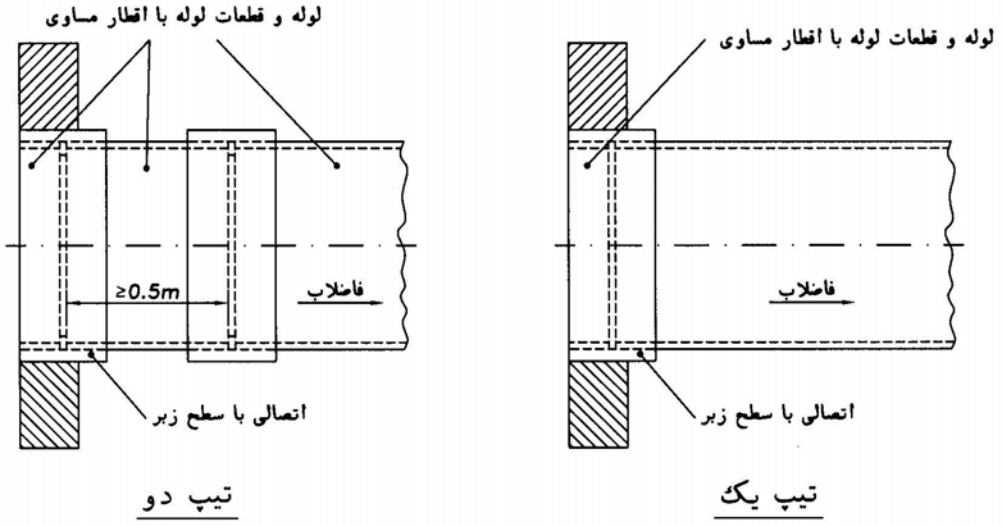
ب : ۴۵ درجه

شکل ۴-۱-۷-۷ : اتصال به لوله‌های موجود

۴-۱-۷-۱۰ اتصالی مخصوص دیوارها

در حالت اتصال لوله‌های فایبرگلاس به دیواره آدم‌روها و یا عبور از دیوارها، یکی از انواع اتصالی مندرج در شکل شماره ۴-۱-۷-۸ باید مورد استفاده قرار گیرد، تا ضمن ایجاد اتصال مناسب، نشست‌های نامتقارن سازه و بستر لوله نیز خنثی و تحمل شده و آب‌بندی لوله حفظ گردد.

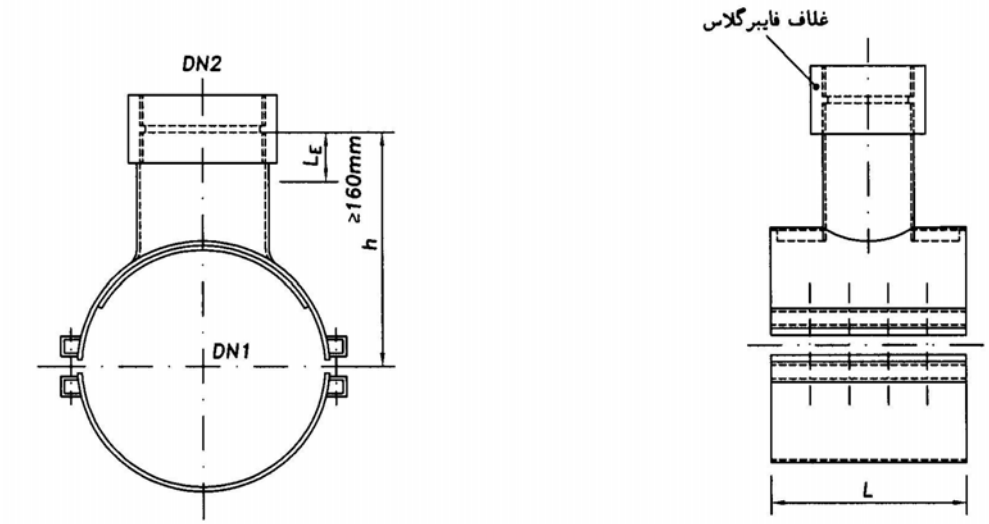
در صورتی که انتظار می‌رود نشست قابل توجه در بستر لوله بروز نماید، از تیپ دو استفاده شود.



شکل ۴-۱-۷-۸ : اتصال مخصوص دیوارها

۴-۱-۷-۱۱ اتصالی ۹۰ درجه فولادی

اتصالی و یا در حقیقت زین فولادی ۹۰ درجه، نصب انشعاب بر روی لوله‌های تحت فشار را به راحتی میسر می‌سازد. در شکل شماره ۴-۱-۷-۹، مشخصات کلی این نوع اتصالی نشان داده شده و ابعاد آن در جدول شماره ۴-۱-۷-۷ منعکس می‌باشد.



شکل ۴-۱-۷-۹ : اتصال ۹۰ درجه فولادی

جدول ۴-۱-۷-۷ : ابعاد اتصالی ۹۰ درجه فولادی[1]

DN1	DN2	۹۰ °	
		حداقل h	L
۳۰۰	۲۰۰	۴۵۰	۴۸۰
۳۵۰	۲۰۰	۴۸۰	۴۸۰
۳۵۰	۲۵۰	۴۸۰	۵۳۰
۴۰۰	۲۰۰	۵۰۰	۴۸۰
۴۰۰	۲۵۰	۵۰۰	۵۳۰
۴۰۰	۳۰۰	۵۰۰	۵۸۰
۵۰۰	۲۰۰	۵۵۰	۴۸۰
۵۰۰	۲۵۰	۵۵۰	۵۳۰
۵۰۰	۳۰۰	۵۵۰	۵۸۰
۵۰۰	۳۵۰	۵۵۰	۶۳۰
۵۰۰	۴۰۰	۵۵۰	۶۸۰
۶۰۰	۲۰۰	۶۰۰	۴۸۰
۶۰۰	۲۵۰	۶۰۰	۵۳۰
۶۰۰	۳۰۰	۶۰۰	۵۸۰
۶۰۰	۳۵۰	۶۰۰	۶۳۰
۶۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۶۸۰
۷۰۰	۲۰۰	۶۵۰	۴۸۰
۷۰۰	۲۵۰	۶۵۰	۵۳۰

DN1	DN2	۹۰ °	
		حداقل h	L
۷۰۰	۳۰۰	۶۵۰	۵۸۰
۷۰۰	۳۵۰	۶۵۰	۶۳۰
۷۰۰	۴۰۰	۶۵۰	۶۸۰
۸۰۰	۲۰۰	۷۱۰	۴۸۰
۸۰۰	۲۵۰	۷۱۰	۵۳۰
۸۰۰	۳۰۰	۷۱۰	۵۸۰
۸۰۰	۳۵۰	۷۱۰	۶۳۰
۸۰۰	۴۰۰	۷۱۰	۶۸۰
۹۰۰	۲۰۰	۷۶۰	۴۸۰
۹۰۰	۲۵۰	۷۶۰	۵۳۰
۹۰۰	۳۰۰	۷۶۰	۵۸۰
۹۰۰	۳۵۰	۷۶۰	۶۳۰
۹۰۰	۴۰۰	۸۱۰	۶۸۰
۱۰۰۰	۲۰۰	۸۱۰	۴۸۰
۱۰۰۰	۲۵۰	۸۱۰	۵۳۰
۱۰۰۰	۳۰۰	۸۱۰	۵۸۰
۱۰۰۰	۳۵۰	۸۱۰	۶۳۰
۱۰۰۰	۴۰۰	۸۱۰	۶۸۰

[1] DIN 19565 – Part1

۴-۲ شیرها

۴-۲-۱ شیرهای قطع و وصل

۴-۲-۱-۱ شیرهای پروانه‌ای[1]

۴-۲-۱-۱-۱ کلیات

این مشخصات فنی در برگیرنده اطلاعات فنی عمومی برای نصب انواع شیرهای پروانه‌ای مورد استفاده در کارهای خطوط انتقال آب و شبکه توزیع آب شهری است و ضمن ارائه توضیحات عمومی در مورد استانداردها و دستورالعملهای ساخت به روشهای اجرایی کار، تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی توسط پیمانکار پرداخته است.

آنچه در این مشخصات به عنوان استانداردهای ساخت شیرها قبل از تحویل به پیمانکار ارائه شده تنها به منظور توجیه و راهنمایی دستگاه اجرایی و کارفرما به هنگام تهیه این شیرها بوده و ارتباطی به عملیات نصب و سایر مندرجات این مشخصات فنی نداشته و منضم به اسناد پیمان تلقی نمی‌شود و مشخصات فنی تکمیلی اضافی به منظور تحویل بارگیری و نصب، آزمایش و راه‌اندازی صحیح توسط پیمانکار حسب مورد در مشخصات طرح درج شده است. علاوه بر آن، اشکال و مشخصات ارائه شده در قسمتهای مختلف این مشخصات فنی تنها به عنوان راهنما، ارائه و اطلاعات مورد لزوم برای اجرای کامل عملیات، توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح داده شده است.

۴-۲-۱-۱-۲ تعاریف

تعریف و اصطلاحات متداول در معرفی و شناسایی شیرها به شرح زیر است :

- طول بدنه[2] (فاصله وجه به وجه شیر) : فاصله بین دو صفحه عمود بر محور بدنه شیر در دو انتهای ورودی و خروجی است.
- شیر دو سر فلنج[3] : شیر با دو فلنج در ورودی و خروجی برای اتصال به خط لوله است.
- شیر بدون فلنج[4] : شیر بدون فلنج مابین دو قطعه لوله فلنج‌دار[5] در خط لوله نصب می‌شود.
- قطر نامی (DN)[6] : (بر اساس استاندارد ISO 6708) قطر نامی یک مشخصه عددی است که نشان دهنده اندازه و کلیه خصوصیات شیر به جز در مواردی که با قطر خارجی (OD)[7] و یا قطر رزوه شده[8] مشخص شده است. قطر نامی با یک عدد صحیح و بدون اعشار و علامت اختصاری (DN) مشخص می‌شود.

---

[1] Butterfly Valves
[2] Face to Face Dimension
[3] Double Flanged Type
[4] Withot Flanged Type
[5] Puddle Flange
[6] Nominal Diameter
[7] Outside Diameter
[8] Thread Size

- فشار نامی (PN)[1] : (براساس استاندارد ISO7268) فشار نامی یک عدد صحیح بـــه منظور طبقه‌بندی شیر از نظر فشار کار[2] است که با علامت اختصاری (PN) در این مشخصات معرفی می‌شود.

توضیح ۱ : تمامی اجزا[3] با قطر نامی (DN) و فشار نامی (PN) یکسان دارای ابعاد اتصالی[4] هم‌خوان و یکسان خواهند بود.

توضیح ۲ : محدوده‌های فشار نامی رایج و اشاره شده در این مشخصات فنی به شرح زیر است:

PN6, PN10, PN16, PN25, PN40

۴-۲-۱-۱-۳ تقسیم‌بندی شیر پروانه‌ای

شیرهای پروانه‌ای از جهات زیر طبقه‌بندی می‌شوند. به منظور اشاره در این مشخصات فنی دسته‌بندی‌های متداول زیر نوشته می‌شود:

- از نظر شکل ظاهری شیرهای پروانه‌ای به دو طبقه دوسر فلنج یا بدون فلنـج به شرح توضیحات بند (۴-۲-۱-۱-۲) فوق و مندرجات اشکال (۴-۲-۱) و (۴-۲-۲) و (۴-۲-۳) است.
- از نظر طول بدنه و فاصله وجه به وجه شیر، شیرهای پروانه‌ای به دو دسته طول بلند[5] و طول کوتاه[6] تقسیم می‌گردند.
- از نظر نوع آب‌بندی شیر پروانه‌ای به دو دسته، آب‌بندی با نشیمنگاه ارتجاعی[7] و یا آب‌بندی با نشیمنگاه فلزی[8] تقسیم می‌شوند. شیرهای مورد اشاره در این مشخصات فنی از نوع آب‌بندی با نشیمنگاه ارتجاعی هستند.
- از نظر نوع قرارگیری محور[9]، باز و بسته کردن دریچه شیر در بدنه، شیر پروانه ای به دو نوع با تکیه‌گاه هم‌مرکز[10] و یا با تکیه‌گاه خارج از مرکز از یک جهت یا دو جهت[11] تقسیم می‌شود (شکل شماره ۴-۲-۴).

شیر با نوع تکیه‌گاه خارج از مرکز از لحاظ امکان تعمیرات و نگهداری دارای سهولت بیشتری نسبت به نوع دیگر بوده و شیرهای پروانه‌ای دو سر فلنج عمدتاً از نوع با تکیه گاه خارج از مرکز و شیرهای بدون فلنج از نوع با تکیه‌گاه مرکزی است.

۴-۲-۱-۱-۴ استانداردها

استانداردهای معتبری که در ساخت، آزمایش و یا نصب و راه‌اندازی شیرهای پروانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد در جدول‌های شماره (۴-۲-۱) و (۴-۲-۲) منضم به پیوست‌های شماره یک و دو این قسمت آورده می‌شود. ضمن آنکه استانداردهای مربوط به ساخت شیرها تنها به عنوان راهنما در این مشخصات اشاره شده‌است. این مشخصات فنی شامل تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های مربوط توسط پیمانکار است.

---

[1] Nominal Pressure
[2] Working Pressure
[3] Components
[4] Mating Dimension
[5] Long Body (Pattern)
[6] Short Body (Pattern)
[7] Resilient Seat
[8] Metal Seat
[9] Stem
[10] Central Mounting
[11] Single or Double Offset Mounting

چنانچه در پاره‌ای موارد این مشخصات فنی کافی نباشد حسب مورد می‌توان به ترتیب اولـــــــویت به استانداردهای معتبـر BSI, DIN, ISO و ANSI / AWWA مراجعه نمود.

۴-۲-۱-۱-۵ تحویل مصالح

کلیه شیرها و متعلقات مربوط توسط کارفرما از سازندگان معتبر، تهیه و برای نصب به پیمانکار تحویل خواهد گردید. توصیه و کنترلهای لازم به شرح مندرجات این قسمت و پیوست شماره دو قبل از تحویل شیرها به پیمانکار صورت خواهد گرفت. پیمانکار مسئول حفظ و نگهداری شیرها پس از تحویل تا مرحله نصب و راه‌اندازی کامل است. کلیه عیبهایی که بوسیله چشم قابل تشخیص است به هنگام تحویل باید مورد توجه پیمانکار قرار گرفته و این موارد را قبل از تحویل یادآوری و با مهندس مشاور صورتجلسه نماید. چنانچه مشکلاتی پس از تحویل در مورد شیرها حادث شود پیمانکار رأساً مسئول ضرر و زیانهای وارده به کارفرما خواهد بود.

۴-۲-۱-۱-۶ حمل شیرها

شیرهای تحویلی کارفرما از محل تحویل باید با دقت کامل توسط پیمانکار حمل شود. برای بارگیری و باراندازی شیرها باتوجه به اندازه و وزن شیر باید از وسیله بالابر و جراثقال مناسب که از ظرفیت مطمئن برخوردار باشد استفاده شود. برای بلند کردن شیرهای بزرگ و سنگین باید از طنابهای مناسب و از محل تعبیه شده برای قلاب شیر یا از محلهای در نظر گرفته شده روی شاسی جعبه[1] آن که توسط کارخانه سازنده به همین منظور تعبیه نموده است، استفاده نمود. پیمانکار به هیچ‌وجه مجاز به بلند کردن شیر از قسمتهایی نظیر فلکه، محور یا سوراخهای فلنجها و یا عبور طناب و یا کابل از داخل شیر نیست. قبل از بلند کردن شیر باید از متعادل بودن شیر مطمئن بوده و از پرتاب شیر به روی زمین جداً خودداری شود. برای شیرهای با قطر کوچکتر از DN300 و شیرهایی که دارای قلاب مخصوص جابجایی شیر نیستند، می‌توان با عبور قلاب از محل سوراخ فلنج جابجایی را انجام داد. در هنگام جابجایی شیر باید دقت شود که به پوششهای بیرونی و درونی شیر صدمه وارد نشود.

کلیه کابلها، زنجیرها و نظایر آن که در هنگام جابجایی شیر با شیر در ارتباط هستند به نحوی باید با شیر در تماس قرار گیرند که به پوششهای شیر آسیب وارد نکنند. پیمانکار موظف است تمهیدات لازم را در محل اتصال کابل با شیر برای بلند کردن شیر به منظور جلوگیری از صدمه زدن به پوشش آن به عمل آورد. پس از پیاده کردن تا زمان نصب نباید شیر از بسته‌بندی کارخانه‌ای خارج شود. در صورت نیاز به بازرسی قبل از تحویل به پیمانکار یا پس از آن، بلافاصله باید بسته‌بندی به حالت اولیه برگردانده شود.

۴-۲-۱-۱-۷ نگهداری شیرهای تحویلی

پیمانکار موظف است شیرها و متعلقات تحویلی از کارفرما را براساس صورتجلسه‌ای تحویل گرفته و با فهرست اقلام مندرج در مشخصات طرح مقایسه نماید. کمبودهای شیرها و متعلقات تحویلی باید قبل از شروع عملیات نصب به اطلاع مهندس مشاور برسد. کارفرما باید نسبت به رفع کمبود شیرها و متعلقات به نحوی اقدام نماید که خللی در پیشرفت کار پیمانکار براساس برنامه زمان‌بندی مصوب صورت نگیرد.

پیمانکار موظف است فهرست شیرها و متعلقات تحویلی و مصرفی را تهیه و به تأیید مهندس مشاور رسانده و صورتجلسه نماید.

[1] Crate

شیرها و متعلقات تحویلی باید در انبار مسقف نگهداری شوند. از قراردادن آنها در فضای آزاد و در معرض تابش آفتاب و یا باد و باران باید خودداری شود. انبار شیرها باید با کف‌سازی مناسب بتنی به نحوی باشد که امکان ورود آبهای سطحی محوطه به آن وجود نداشته باشد.

محافظت مناسب محرکهای برقی شیرها برای جلوگیری از خوردگی قسمتهای الکتریکی[1] به علت وجود بخار آب در محیط ضروری است. لذا محل نگهداری شیرها و متعلقات باید حتی‌الامکان خشک، خنک و بدون رطوبت بوده و از بسته‌بندیهای اولیه کارخانه‌ای حتی‌الامکان تا زمان نصب خارج نشود.

به منظور جلوگیری از وارد شدن آسیب و صدمه خوردن به محل آب‌بندی لاستیکی شیـــرهای پروانه‌ای، باید این شیرها حدود ۵ درجه از وضعیت کاملاً بسته باز شوند.

پیمانکار حق انباشت و دپو کردن شیرها در محل نصب برای مدت طولانی را ندارد. حمل شیرها از انبار مرکزی یا انبارهای فرعی مسقف باید به نحوی صورت گیرد که نصب شیرها در محلهای مربوط درحداقل زمان صورت گیرد و این زمان هماهنگی بین کارهای ساختمانی و نصب شیر است. در این مرحله تا نصب کامل، شیر نباید در معرض تابش مستقیم آفتاب و یا گرد و غبار قرار گیرد و برای جلوگیری از این امر پیمانکار باید با تدابیر خاص نظیر انداختن پوشش مناسب روی شیر محافظت لازم را انجام دهد. چنانچه به شیرهای تحویلی از زمان تحویل به پیمانکار تا زمان نصب ایراد و یا صدمه‌ای ناشی از نگهداری نامناسب پیمانکار وارد شود، جبران این خسارتها کلاً با نظر مهندس مشاور به عهده پیمانکار است.

در صورتی که برای حمل و نگهداری شیرها دستورهای خاصی علاوه بر آنچه در این مشخصات فنی ذکر شده توسط کارخانه سازنده ارائه شود، این دستورها همراه با اسناد و مدارک پیمان به پیمانکار اعلام خواهد شد.

۴-۲-۱-۱-۸ نصب شیرهای پروانه‌ای

شیرهای پروانه‌ای باید پس از حمل از انبار مرکزی و یا دپوهای فرعی به محل اجرای کار، در محل مناسب به نحوی که هیچ‌گونه صدمه‌ای به آن وارد نشود نگهداری شوند. قبل از نصب شیر پروانه‌ای در حوضچه، رعایت نکات زیر توسط پیمانکار الزامی است. چنانچه پیمانکار در موارد اشاره شده زیر ایراد و یا اشکالی مشاهده کند، باید موارد را به دستگاه نظارت کتباً اعلام نماید:

الف) توصیه‌های لازم قبل از نصب شیر

الف–۱) دستورالعمل نصب تهیه شده توسط کارخانه سازنده شیر (درصورت وجود) را به دقت مطالعه نموده و با توجه به مفاد آن شروع به کار نماید.

الف–۲) از تمیز بودن سطح فلنجها، واشرهای آب‌بندی، محل نشیمنگاه دریچه و بدنه شیر اطمینان کامل حاصل نماید.

الف–۳) به علت احتمال شل شدن پیچ‌های اتصال محرک به شیر به واسطه حمـل و جابجایی، از محکم بودن آن اطمینان حاصل نماید.

الف–۴) برای کنترل عملکرد صحیح شیرها نسبت به باز و بسته کردن کلیه شیرها اقدام نماید. چنانچه شیری دارای سوئیچ حد باز شدگی[2] باشد از تنظیم بودن آن قبل از نصب اطمینان حاصل نماید.

---

[1] Electrical Contacts
[2] Stop/Limit Switch

الف–۵) پس از انجام کنترل عملکرد و قبل از مبادرت به نصب، کلیه شیرها (به خصوص شیرهای پروانه‌ای) باید در وضعیت بسته قرار داده شوند.

الف–۶) قبل از اتصال پیچ و مهره و واشر، باید ضمن کنترل آنها، از سالم بودن و عدم زنگ‌زدگی آنها اطمینان حاصل نموده و پس از آن تمام سطوح دنده، پیچ و مهره، واشر و سوراخ فلنج شیر و خط لولـــه توسط روغن یا روغن اتومبیل[1] و یا گریس روان‌کاری شود.

ب) توصیه‌های لازم برای نصب شیر

رعایت اصول و نکات زیر به هنگام نصب شیرها توسط پیمانکار الزامی است.

ب–۱) شیر باید به دقت به محل مورد نظر برای نصب حمل شود و از تماس یا برخورد آن با سایر متعلقات لوله و دیواره شیرخانه و یا دیواره ترانشه خودداری شود.

ب–۲) وجود ذرات و اشیای خارجی در داخل شیر پروانه‌ای می‌تواند موجب وارد کردن خسارت به نشیمنگاه ارتجاعی آن در حین عملکرد شیر شود. بنابراین قبلاً از تمیز بودن داخل شیر و لوله‌هایی که قرار است به شیر متصل شود اطمینان حاصل شود.

ب–۳) ابتدا باید از قرار گرفتن فلنج‌های خط لوله که شیر بین آنها نصب می‌شود در یک محور و همچنین موازی بودن صفحات تماس فلنج اطمینان حاصل شود.

ب–۴) محور خروجی از جعبه دنده (گیربکس) شیرپروانه‌ای پس از نصب باید در حالت عمودی قرار گیرد مگر مواردی که در مشخصات طرح به غیر از آن مشخص شده باشد.

ب–۵) در حالت کلی یا ویژه، شیرهای پروانه‌ای با قطر بزرگتر از (DN600) باید به گونه‌ای نصب گردند که محور دریچه (دیسک) در راستای افقی قرار گیرد.

ب–۶) در صورتیکه نشیمنگاه شیر از نوع قابل تنظیم باشد، در زمان نصب باید دقت شود که برای نصب به صورتی باشد که طرف قابل تنظیم نشیمنگاه شیر قابل دسترسی باشد.

ب–۷) در هنگام نصب شیرهای پروانه‌ای نوع بدون فلنج (ویفری) در بین دو فلنج، باید از هم مرکز بودن دیسک شیر با محور فلنجهای خط لوله اطمینان حاصل شود تا فلنجها در محل مناسب در دو طرف شیر ویفری قرار گیرند و آب‌بندی کامل صورت گیرد.

ب–۸) به هنگام نصب شیر پروانه‌ای باید از عدم برخورد دریچه (دیسک) شیر با دیواره لوله و به خصوص عدم تماس با پوشش داخلی[2] لوله اطمینان حاصل شود. به منظور اطمینان پیمانکار موظف است قبل از عملیات نصب نسبت به کنترل حداقل قطر داخلی (ID) مورد نیاز برای شیر پروانه‌ای مورد نظر براساس مشخصات سازنده با قطر داخلی لولـــه اقدام نماید.

ب–۹) ابعاد حوضچه باید به گونه‌ای در نظر گرفته شده باشد که پس از نصب شیر امکان خارج کردن شیر و یا قطعات متحرک آن وجود داشته باشد.

[1] Automotive Grade
[2] Lining

ب–۱۰) در زمان ساخت حوضچه شیرها باید تدابیر و تمهیدات لازم برای تخلیه آبهای سطحی، آب زیرزمینی و آبهای احتمالی ناشی از نشت محل اتصالات که احتمال دارد وارد حوضچه شیرها شود، انجام شود و درصورت نشت احتمالی و موقتی به داخل حوضچه باید توجه شود که در هیچ شرایط جعبه دنده شیرها مستغرق نشود.

ب–۱۱) محل قرار گیری دریچه دسترسی[۱] در روی سقف حوضچه شیرها باید به گونه‌ای باشد که امکان دسترسی آچار شیر از طریق این دریچه برای عمل باز و بستن شیر مهیا باشد.

ب–۱۲) شیر باید به گونه‌ای بین دو قسمت خط لوله متصل شود که هیچ‌گونه فشار یا تنـش[۲] از خط لوله به شیر وارد نشود. بدین منظور پیمانکار موظف است مطابق نقشه‌های اجرایی نسبت به اجرای بالشتکهای زیرسری[۳] لوله‌ها در داخل حوضچه اقدام نماید. رعایت اجرای صحیح بالشتکها درمحلهای مورد نیاز به خصوص در خط لوله با لوله‌های چدنی با اقطار بالا حائز اهمیت است.

ب–۱۳) برای جلوگیری از اعمال نیرو به شیر و فلنج خط لوله پیچها را باید به ترتیب مشخص شده در شکل شماره (۴–۲–۵) بسـت و تـا حد گشتاور مشخص شـده در جـدول شمـــاره (۴–۲–۳) آنها را محکم نمود.

ب–۱۴) برای فلنجهای با تعداد سوراخ بیشتر از ۱۲ عدد بهتر است دو نفر نصاب[۴] به صورت همزمان به شرح شکل (۴–۲–۵) نسبت به محکم کردن پیچها مبادرت ورزند، به گونه‌ای که هرکدام از دو نفر باید یک‌چهارم سوراخهای مقابل هم را محکم نمایند، بدین معنی که ابتدا دو بخش مقابل یکدیگر و سپس دو بخش مقابل بعدی و به همین ترتیب تا آخرین پیچ عمل نمایند.

ب–۱۵) قبل از بستن شیر به خط لوله پیمانکار موظف است تکیه‌گاه‌های موقت[۵] برای شیرها را براساس توصیه‌های سازنده مهیا نمایند. در طرح تکیه‌گاه‌های موقت مساله عدم انتقال تنش به شیر باید در نظر گرفته شود.

ب–۱۶) در هنگام نصب شیر به فلنجهای خط لوله باید دقت نمود که در محل اتصال خمش به وجود نیامده باشد.

ب–۱۷) هیچگاه از شیر به عنوان محل اتصال جک به منظور هم محور کردن دوطرف خط لوله نباید استفاده نمود.

ب–۱۸) نحوه اتصال پوشش خارجی (در صورت لزوم) و جزئیات زیرسری[۶] شیرها و شکل تابلو علامت‌گذاری محل شیر[۷]، تمیز و ضدعفونی کردن شیرها همانند دستورالعمل کلی برای سایر اجزای خط لوله است.

ب–۱۹) به دلیل مسأله خورندگی گالوانیکی در اثر نصب شیرهای چدنی در خط لوله فولادی به علت تماس دو نوع فلز متفاوت، استفاده از شیرها با بدنه فولادی باید حسب لزوم از جهات فنی و اقتصادی مورد بررسی توسط مهندس مشاور قرار گیرد و تدابیر و توصیه‌های لازم در مشخصات طرح ارائه شود.

پ) توصیه‌های لازم پس از نصب شیر

پس از نصب شیرها در حوضچه رعایت نکات زیر توسط پیمانکار الزامی است:

پ–۱) شیرهای بزرگ نصب شده در حوضچه باید به نحوی محافظت شوند که به هنگام اجرای سقف حوضچه و سایر عملیات تکمیلی ساختمانی صدمه‌ای به شیر وارد نشود.

---

[1] Access Door
[2] Stress
[3] Support Block
[4] Jointer
[5] Temporary Support
[6] Anchor & Trust Block
[7] Valve Marker Post

پ-۲) شیرها پس از نصب باید تمیز گردند، دریچه (دیسک)، نشیمنگاه و سایر قطعات محرک شیر باید به دقت وارسی شود و کلیه اشیای خارجی برای کمک به عملکرد صحیح شیر باید از داخل شیرخانه خارج گردند.

پ-۳) قطعات متحرک یا باید کمی گریس زده شوند و یا تدابیر لازم برای مهیا کردن شرایط شروع کارکرد شیر براساس دستورالعمل سازنده شیر اتخاذ شود.

پ-۴) برای جلوگیری از هرگونه آسیب دیدگی احتمالی ناشی از عوامل خارجی، شیرها پس از تکمیل نصب باید تا زمان شروع بهره‌برداری با پوشش‌محافظتی مناسبی پوشش داده شوند.

پ-۵) پس از تکمیل عملیات نصب، کلیه شیرها را باید باز نمود و خطوط لوله را از باقیمانده جوشکاری نظیر تکه‌های جوش پاکسازی کرد.

پ-۶) پس از وارسی شیر، عملکرد شیر را باید با باز و بستن آن امتحان نمود.

۴-۲-۱-۱-۹ آزمایش شیر پس از نصب

خاکریزی روی شیرهای مدفون تا زمان آزمایش فشار نباید انجام شود. فشار آزمایش براساس فشارهای تعیین شده و مقادیر مجاز نشتی خطوط لوله با جنسهای مختلف مندرج در فصول مربوط است.

در این خصوص نکات زیر لازم‌الاجرا است:

الف- پس از نصب شیر و قبل از آزمایش فشار، کلیه پیچهای اتصالات تحت فشار شیر شامل پیچهای کلاهک، صفحه آببند، اتصالات شیر کنار گذر و پیچهای اتصالات دو سر شیر به منظور محکم بودن مورد آزمایش قرار گیرند.

ب - قبل از آزمایش فشار به منظور به حداقل رساندن امکان نشتی از شیر، کلیه درپوشها[1]، شیرهای نمونه‌برداری و اتصالات داخلی شیر باید مورد بازرسی قرار گرفته و از بسته بودن آنها اطمینان حاصل شود.

پ - پس از نصب شیر پیمانکار باید نسبت به تهیه و تکمیل برگه شناسه شیر شامل جزئیات محل نصب، کروکی نصب شیر و اتصالات آن، مشخصات اصلی شیر، نام پروژه، کارفرما و مهندس مشاور و تاریخ نصب مبادرت ورزد و برگه شناسه را برای استفاده واحد بهره‌بردار دراختیار کارفرما قرار دهد.

ت - آزمایش شیر به هنگام آزمایش سراسری خط لوله صورت خواهد گرفت.

[1] Plug

پیوست شماره یک

جدول ۴-۲-۱ : فهرست استانداردهای مورد استفاده در ساخت شیرهای پروانه‌ای

ردیف	نام و شماره استاندارد	عنوان استاندارد
1	ISO 5209	General purpose industrial valves- marking
2	ISO 5208	Industrial valves – Pressure testing of valves
3	ISO 3822-3	Appliance and equipment used in water supply installation-part 3: Mounting and operating conditions for in-line valves
4	ISO 5752 (DIN 3202) BS 2080-DIN-IN 558	Metal valves for use in flanged pipe systems face to face and center to center dimensions.
5	ISO 10631	Metallic butterfly valves for general purposes
6	BS 5155	Butterfly valves
7	BS EN 19	Industrial valves marking
8	BS EN 558	Industrial metal valves dimension for flanged pipe systems
9	BS 6683	Installation & use of valves
10	BS 6755	Test methods of valves
11	ANSI/AWWA C504	Rubber- seated Butterfly valves
12	ANSI/AWWA C550	Protective interior coating
13	DIN 3230-1 (ENG).	Technical conditions of delivery for valves: Enquiry, order and delivery
14	DIN 3230-2 (ENG).	Technical conditions of delivery for valves: General requirements
15	DIN 3230-3 (ENG).	Technical conditions of delivery for valves: Compliance of test methods
16	DIN 3339 (ENG).	Valves: Body component materials
17	DIN EN558-1(ENG).	Face to face and center to center dimensions of metal industrial valves for use in flanged pipe systems – PN designation of valves
18	DIN 3202	Face-to-Face and Center-to-Face dimensions – Flanged valve
19	DIN 3354-1(ENG).	Butterfly Valves: General data
20	DIN 3354-2(ENG).	Butterfly Valves: Soft material seated with flange end

توضیحات تکمیلی جدول ۴-۲-۱

برای آشنایی بیشتر در زیر نکاتی در خصوص مشخصات ساخت و عملکرد شیر پروانه‌ای ذکر می‌شود.

۱- در شیرهای پروانه‌ای با قطر بزرگتر از DN600 باید امکانات مناسب برای بلند کردن شیر به هنگام حمل در نظر گرفته شده باشد.

۲- در روی فلکه شیر باید برای باز و بسته شدن شیر (که به طور معمول با چرخش به طرف حرکت عقربه ساعت بسته می‌شود) مشخص شده باشد.

۳- کلیه شیرهای پروانه‌ای باید دارای نشانگر[1] میزان حد باز شدگی دریچه شیر باشند.

۴- در روی بدنه کلیه شیرها باید اطلاعات زیر حک شده و یا با پلاکی از جنس مقاوم در مقابل خوردگی به شکل مناسب متصل شده باشد.

[1] Indicator

- قطر نامی (DN)
- فشار نامی (PN) یا کلاس فشاری (Class)
- مشخصه جنس (نظیر CI برای چدن خاکستری)
- نام سازنده یا علامت تجاری محصول
- جهت پیشنهادی جریان (درصورت نیاز)
- شماره سریال و شناسایی

۵- شیر پروانه‌ای برای استفاده در خطوط لوله فاضلاب مناسب نیست زیـــرا از آنجایی که دریچـــه (دیسک) در هنگام باز بودن در مسیر جریان قرار دارد مواد معلق به محل نشیمنگاه دیسک برخورد نموده و به تدریج موجب از بین رفتن آب‌بندی شیر می‌گردند.

۶- برای استفاده از شیر پروانه‌ای با بدنه کوتاه[1] این مطلب باید مد نظر باشد که فضای مناسب در محل نصب شیر برای بازکردن دیسک آن وجود داشته باشد.

۷- از شیر پروانه‌ای می‌توان درشرایط محدود برای مصرف تنظیمی[2] در خطوط لوله با فشارهای کم و با در نظر گرفتن عدم وقوع پدیده کاویتاسیون[3] که در نتیجه آن ایجاد صدا و ارتعاش و نهایتاً موجب صدمه زدن به دریچه شیر می‌شود، نیز استفاده نمود. مورد فوق باید در طراحی و انتخاب شیر توسط مهندس مشاور موردتوجه قرار گیرد.

۸- شیرهای بزرگتر از قطر نامی DN900 باید قابلیت تعویض آب‌بند دیسک، نگهدارنده قطعه آب‌بند و یا قطعه در محل نصب شیر و بدون پیاده کردن شیر از خط لوله را دارا باشند.

۹- هیچ‌کدام از اجزای در تماس با آب نظیر یاتاقانها و آب‌بندها نباید نیازی به روغن و یا گریس داشته باشند.

۱۰- شیر پروانه‌ای باید قابلیت پیاده کردن جعبه دنده با ثابت ماندن وضعیت دیسک آن در حالت بسته و یا باز را در خط لوله دارا باشد.

۱۱- شیر پروانه‌ای باید قابلیت نصب در کلیه جهات را دارا باشد.

۱۲- دیسک و سایر قطعات ریخته‌گری شده مجوف شیر باید دارای یک درپوش دنده‌ای آب‌بند باشد.

۱۳- شیر پروانه‌ای باید دارای نگهدارنده حد باز یا بسته بودن[4] دیسک شیر باشد.

۱۴- تمام قطعات متحرک شیر پروانه‌ای باید شرایط مناسب در کارکرد مداوم و یا باقی ماندن درحالت باز یا بسته شیر برای مدت زمان طولانی را داشته باشند.

۱۵- شیر پروانه‌ای باید قابلیت تعویض آب‌بندهای طول محورهای شیر را بعد از پیاده کردن جعبه دنده و بدون نیاز به پیاده کردن شیر از خط لوله را داشته باشد.

---

[1] Short Body
[2] Regulating (Throttling)
[3] Cavitation
[4] Limit Stop

پیوست شماره دو

۱- آزمایش‌های کارخانه‌ای[1]

استانداردهای معتبر تولید و ساخت شیر کارخانه‌ای و عنوان آنها در جدول (۴-۲-۱) درج می‌شود، آزمایش‌های کارخانه‌ای متداول به روی شیر پروانه‌ای به شرح زیر هستند :

۱-۱ آزمایش عملکرد[2]

این آزمایش قبل از آزمایش‌های هیدرولیکی انجام می‌شود که طی آن شیر پروانه‌ای به وسیله محرک خود سه بار کاملاً باز و بسته می‌شود تا از عملکرد شیر اطمینان حاصل شود.

۱-۲ آزمایش نشتی[3]

این آزمایش برای بررسی آب‌بندی دریچه شیر پروانه‌ای انجام می‌شود. بدین صورت که شیر را در وضعیتی قرار می‌دهند که دیسک آن در زمان بسته بودن به صورت افقی قرار گیرد. در این حالت هوای تحت فشار با فشاری معادل فشار نامی شیر (به عنوان مثال اگر شیر PN16 باشد فشار هوا باید 16 Bar باشد) از قسمت زیر به دیسک بسته می‌دمند. برای مشاهده نشتی در روی دیسک مقداری آب می‌ریزند تا تشکیل یک حوضچه کم عمق آب داده و عمق آب باید به حدی باشد که دیسک در کف آب به راحتی قابل مشاهده باشد. نتیجه این آزمایش زمانی قابل قبول است که با گذشت زمان حداقل ۵ دقیقه برای شیرهای کوچکتر از قطر نامی DN500 و ۱۰ دقیقه برای شیرهای بزرگتر از DN600، هیچ‌گونه حباب هوا از دیسک به داخل حوضچه آب متصاعد نشود.

۱-۳ آزمایش هیدرواستاتیک[4]

این آزمایش بهتر است قبل از اجرای پوشش خارجی[5] شیر که ممکن است مخفی کردن موقت محل نشتی در طول آزمایش را به همراه داشته باشد بکار رود ولی در عین حال اجرای مجدد این آزمایش برای شیرهای موجود در انبار کارخانه که دارای پوشش خارجی است بلامانع است. سیال مورد آزمایش آب نرم[6] (بدون املاح) و در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد است. این آزمایش برای سه بخش اصلی شیر پروانه‌ای یعنی بدنه[7] (پوسته)، دریچه (دیسک) و نشیمنگاه[8] به شرح زیر انجام می‌شود :

۱-۳-۱ آزمایش فشار بدنه

در این آزمایش دوطرف بدنه شیر باید با روش مناسب مسدود شود، دیسک شیر در وضعیت کاملاً باز یا نیمه باز قرار داده شود و داخل شیر توسط پمپ مناسبی به میزان ۱/۵ برابر فشار نامی (به عنوان مثال با فشار نامی PN10 باید با فشار 15 Bar آزمایش

---

[1] Factory Tests
[2] Performance Test
[3] Leakage Test (AWWA Standard)
[4] Hydrostatic Test
[5] External Coating
[6] Soft Water
[7] Shell
[8] Seat

شود) تحت فشار قرار گرفته و در طول مدت زمان مندرج در جدول (۴-۲-۲) برای طول مدت آزمایش که مقدار آن به قطر شیر بستگی دارد، از هیچ قسمتی از بدنه شیر نباید نشتی مشاهده شود. البته نشت کم[1] از محل واشر آب‌بند شیر[2] در این فشار بلامانع است ولی اگر با پایین آوردن فشار تا میزان فشار نامی نشتی قطع نگردید، شیر مذکور باید برای ترمیم مرجوع شود.

۱-۳-۲ آزمایش مقاومت دیسک[3]

این آزمایش بر روی شیرهای پروانه‌ای از قطر نامی DN350 و بزرگتر انجام می‌شود. برای انجام این آزمایش دیسک شیر در حالت بسته قرار می‌گیرد و فشاری معادل ۱/۵ برابر فشار نامی به یک طرف از شیر اعمال می‌شود درحالیکه طرف دیگر در فشار محیط قرار دارد. طول مدت آزمایش درجدول (۴-۲-۲) با توجه به قطر درج شده و در طول مدت آزمایش نباید هیچ‌گونه ترک و یا آثار تخریبی دیگری بر روی دیسک شیر مشاهده شود و نیز نباید نشتی از خود بدنه دیسک مشاهده شود. البته لازم به ذکر است که وجود نشتی از لبه‌های نشیمن دیسک بر روی بدنه در این آزمایش بلامانع است.

جدول ۴-۲-۲ : طول مدت آزمایش (مأخذ BS 5155 – 84)

قطر نامی شیر (DN)	حداقل طول مدت آزمایش فشار (ثانیه)		
	بدنه	مقاومت دیسک	نشیمنگاه
D≤ DN 50	۱۵	--	۱۵
DN 65 ≤ D ≤ DN 200	۶۰	--	۳۰
DN 250 ≤ D ≤ DN 300	۱۸۰	--	۶۰
DN 350 ≤ D ≤ DN 400	۱۸۰	۱۸۰	۶۰
DN400 < D	۱۸۰	۱۸۰	۱۲۰

۱-۳-۳ آزمایش نشیمنگاه دیسک

در این آزمایش نظیر آزمایش مقاومت دیسک باید دیسک شیر در حالت بسته باشد و فشاری معادل ۱/۱ برابرفشار نامی به طرف ضعیف تر دیسک اعمال شود. در حالی که طرف دیگر در فشار آتمسفر قرار دارد. طول مدت زمان آزمایش با توجه به قطر نامی شیر درجدول(۴-۲-۲)درج شده و در این مدت حداکثر میزان نشتی مجاز برای شیر پروانه‌ای از رابطه زیر قابل محاسبه است:

۰/۱ $mm^3/s \times DN$ (مرجع BS 5155 – 1984)

DN = قطر نامی شیر

برای آزمایش فوق‌الذکر به مرجع ISO 5208 نیـــــز می‌توان مراجعه نمود.

---

[1] Seepage
[2] Gland Seal
[3] Disk Strength Test

۱-۴ گواهی آزمایش‌ها[1]

کلیه شیرهای پروانه‌ای باید تحت آزمایش‌های مذکور قرار گیرند و کارفرما باید گواهی انجام آزمایش‌های کارخانه‌ای را از سازنده نیز دریافت نماید.

۲- مدارکی که باید سازنده در هنگام تحویل شیر ارائه نماید

- مشخصات اندازه‌های شیر
- قطعات تشکیل دهنده و جنس هرکدام
- استاندارد ساخت
- دستورالعمل نگهداری، حمل، نصب و بهره‌برداری
- گواهی انجام آزمایش‌های کارخانه‌ای
- اسناد تحویل کالا[2]

از مجموعه مذکور، مشخصات، ابعاد و قطعات تشکیل دهنده معمولاً قبل از سفارش شیر و در زمان طراحی خط لوله توسط سازنده تحت عنوان مشخصات فنی (و یا بروشور فنی) در اختیار قرار می‌گیرد و سایر موارد به همراه شیر و در داخل هر بسته‌بندی ارسال می‌شود.

۳- بسته‌بندی[3] و علامت‌گذاری[4] شیرها

پس از انجام آزمایش‌های کارخانه‌ای، آب و یا هرگونه جسم خارجی داخل شیر و یا آب وارد شده به داخل حفره‌های قطعات مجوف شیر باید خالی و کاملاً خارج و پاکسازی شود. شیرهای پروانـــه‌ای برای آماده شدن برای حمل یا نگهداری موقت باید در وضعیت نیمه باز دیسک[5] قرارداده شوند.

تمامی شیرهای دارای پوشش محافظتی داخلی و یا با نشیمنگاه ارتجاعی باید از دو طرف شیر برای جلوگیری از ورود اشیای خارجی در زمان حمل و یا نگهداری موقت بوسیله دیسکهای چوبی توسط پیچهایی که فقط برای منظور بسته‌بندی استفاده می‌شوند مسدود گردند.

پیچ و مهره شیرهای پروانه‌ای بزرگتر از قطر نامی DN900 باید به شاسی[6] چوبی پیچ شده و یا با وسیله‌ای مناسب برای جلوگیری از آسیب پذیری در هنگام حمل به شاسی محکم شوند.

شیرهای کوچکتر، پیچ و مهره و یا ملحقاتی از شیر که به خود شیر بسته نمی‌شوند، باید مطابق دستور کار سازنده به شکل مناسبی بسته‌بندی شده و در داخل جعبه چوبی[7] قرار گیرند.

---

[1] Test Certification
[2] Delivery Note
[3] Packing
[4] Marking
[5] Unseated
[6] Skid
[7] Crate

هر شیر علاوه بر حک شدن مشخصات قطر و فشار و مواردی که در بخش قبل شرح داده شد، باید دارای یک شماره شناسایی[۱] باشد که این شماره در کلیه اسناد تولید[۲] گواهینامه‌های انجام آزمایش‌های کارخانه‌ای و اسناد تحویل کالا[۳] و نظایر آن برای مرجع قید شود. این شماره مرجع باید بر روی یک پلاک فلزی مقاوم حک شده و یا در وسط فلکه شیر نصب شود و یا به وسیله قید و بست مناسبی به محور و یا قسمت مناسب شیر به جز سوراخ فلنج‌ها متصل شود.

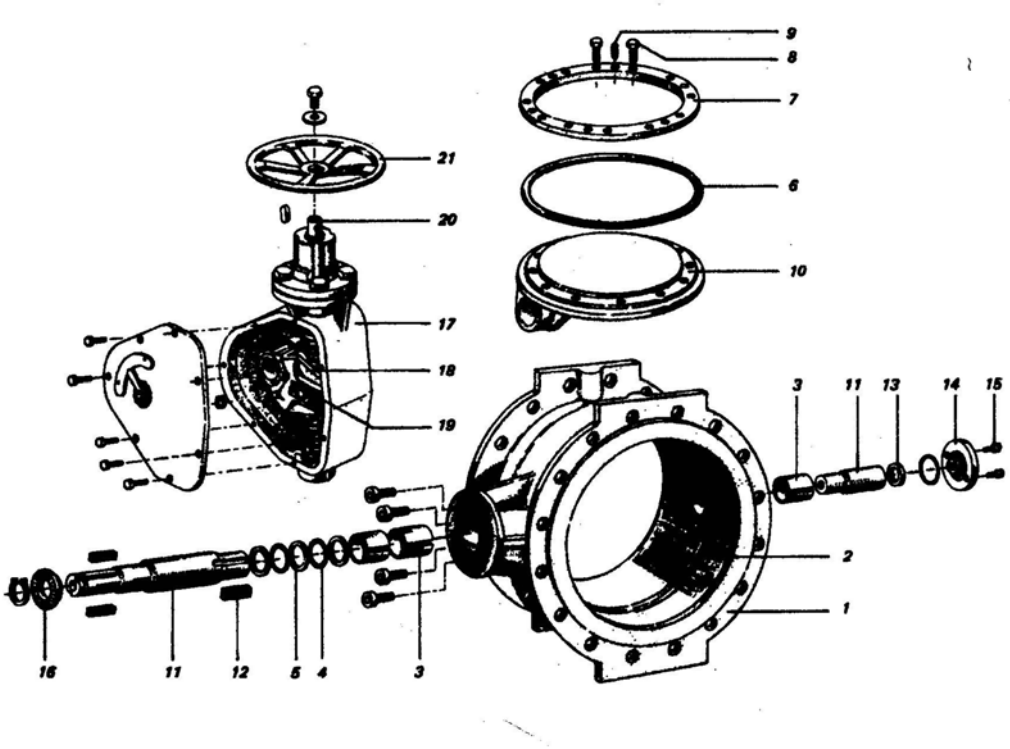
برای شیرها و قطعاتی که در داخل جعبه قرار گرفته‌اند بر روی جعبه مشخصات زیر باید درج شود :

- نام خریدار (اگر کالا ترانزیت بین‌المللی است با ذکر نام کشور و شهر مقصد)
- توضیح مختصر از محتوی جعبه
- شماره و کد جعبه
- اگر کالا ترانزیت بین‌المللی است شماره مرجع اعتبار اسنادی
- علاوه بر موارد فوق که بر روی جعبه درج می‌شود، فهرست اقلام داخل جعبه باید در داخل یک لفاف مقاوم و آب‌بند در داخل جعبه قرار داده شود.

[1] Reference No. (Identification No.)
[2] Fabrication Records
[3] Delivery Note

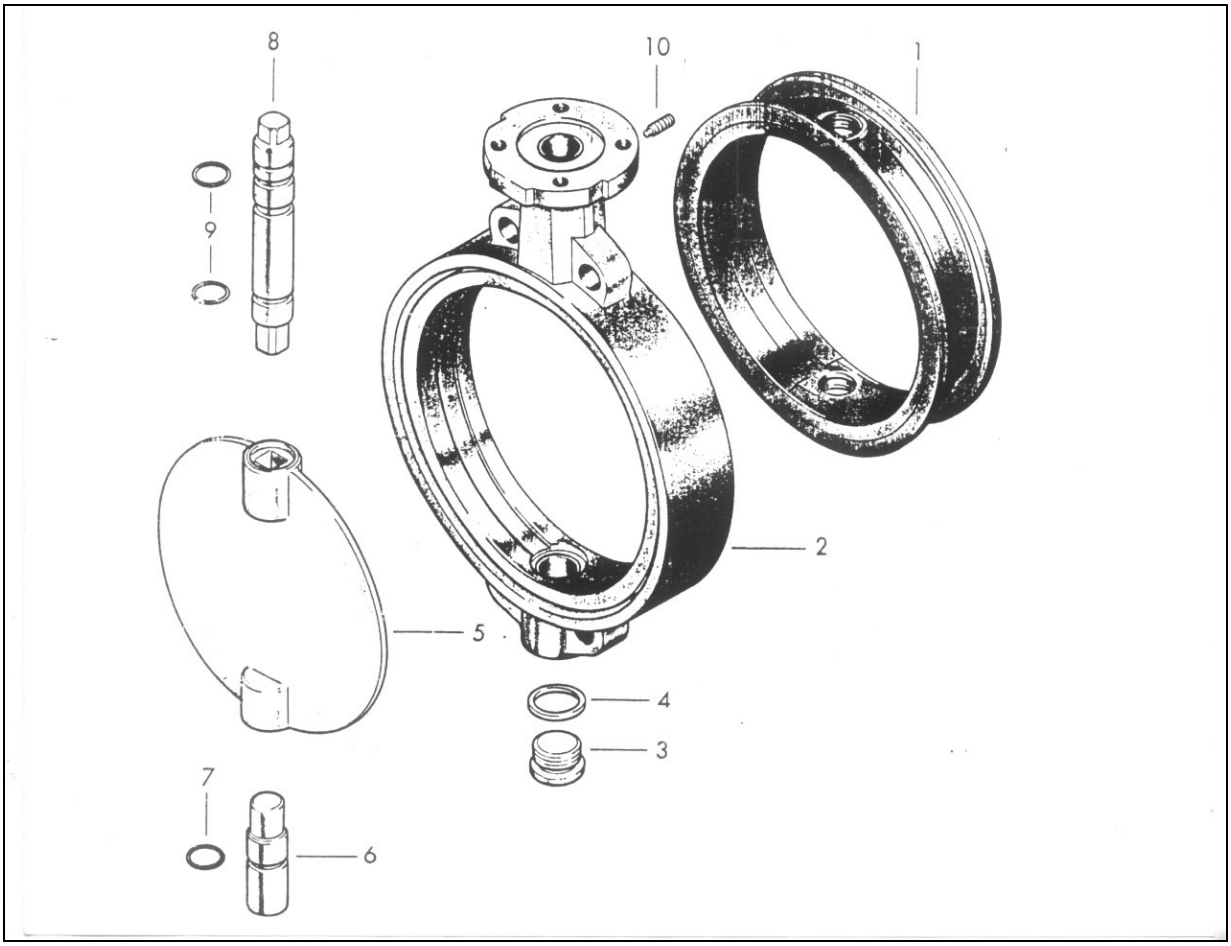
پیوست شماره سه

اشکال و جداول



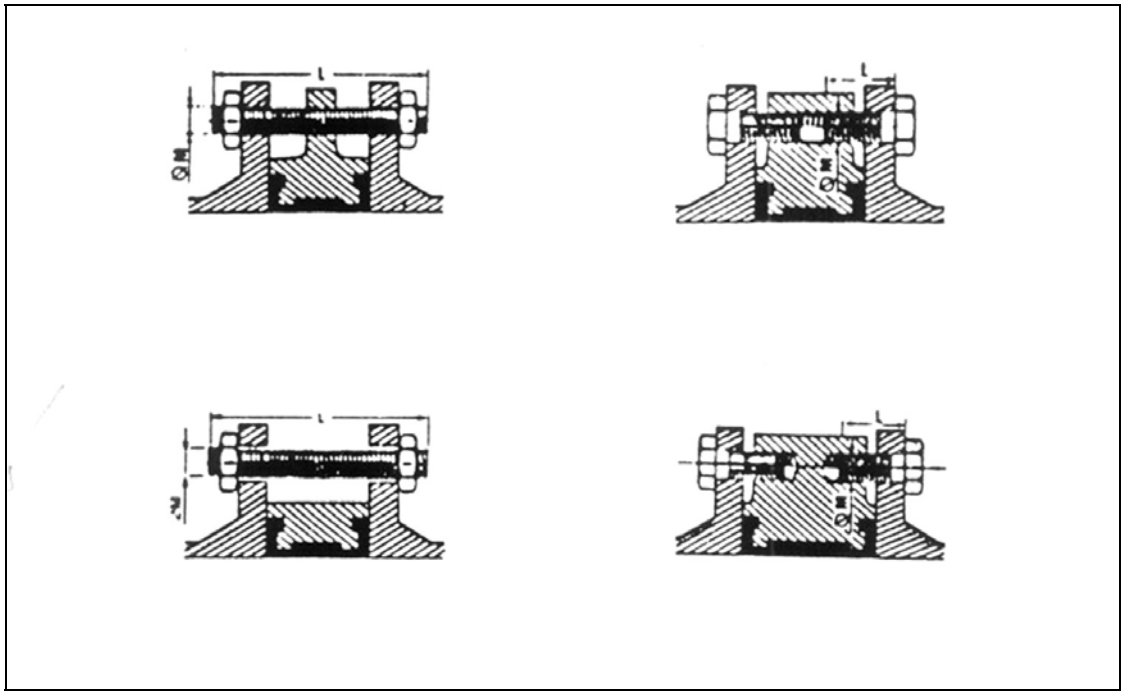
شکل ۴-۲-۱ : شیر پروانه‌ای دو سر فلنج

اجزای شیر پروانه‌ای COMPENENT			
ردیف	نام قطعه	ردیف	نام قطعه
۱	بدنه (Body)	۱۱	محور دریچه (Shaft)
۲	نشیمنگاه (Seat)	۱۲	جاخار (Key)
۳	یاتاقان بوش (Bearing Bush)	۱۳	حلقه نگهدارنده (Thrust Collar)
۴	آببند حلقوی (O-ring)	۱۴	پوشش یاتاقان (Bearing Cover)
۵	آببند دوم (Back up ring)	۱۵	پیچ شش‌وجهی درپوش (Hexagon Head Cap Screw)
۶	آببند دریچه برای اقطار بزرگتر از DN 150 (Profile ring – for DN150 and larger)	۱۶	حلقه نگهدارنده (Thrust Collar)
		۱۷	محفظه دنده‌ها (Gearing Casing)
۷	نگهدارنده آببند دریچه (Clamping ring)	۱۸	چنگالک دنده‌ها (Gearing Fork)
۸	مجموعه پیچها (Screw Set)	۱۹	مهره محور (Spindle Nut)
۹	خار (Counter Pin)	۲۰	محور شیر (Spindle)
۱۰	دریچه (Disk)	۲۱	غربیلک (Hand Wheel)

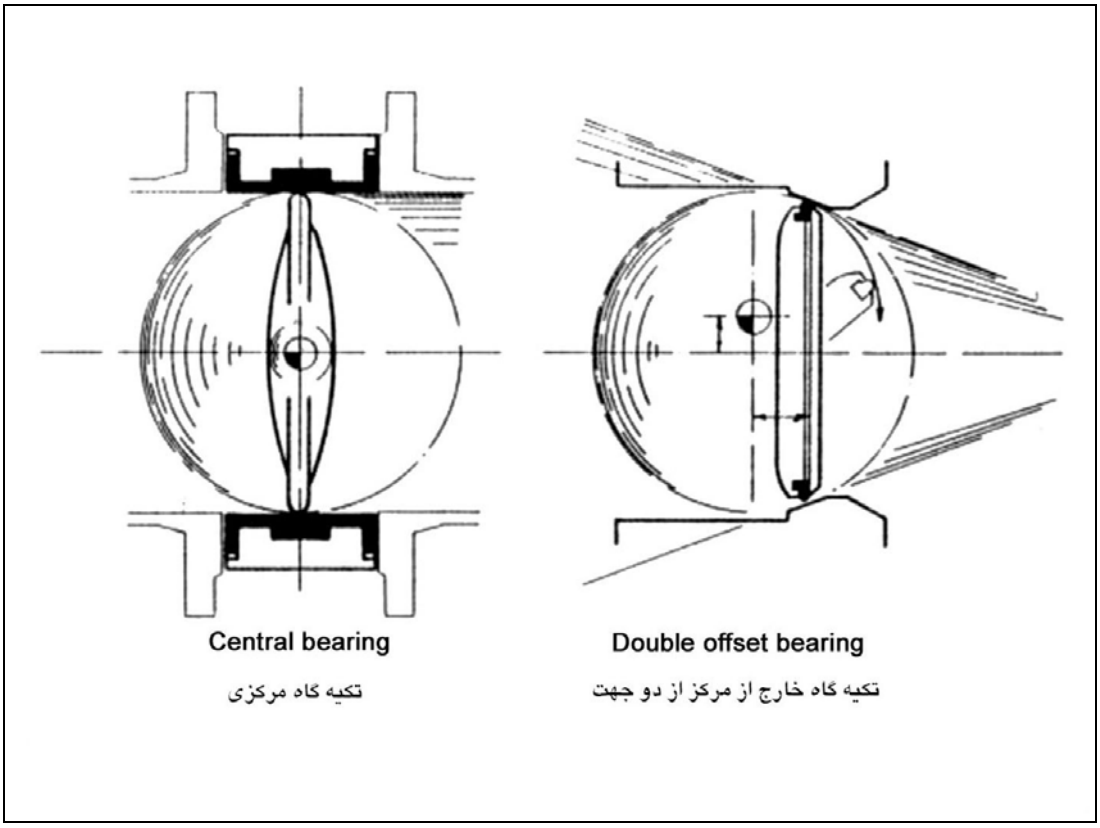


شکل ۴-۲-۲ : نمونه شیر پروانه‌ای بدون فلنج

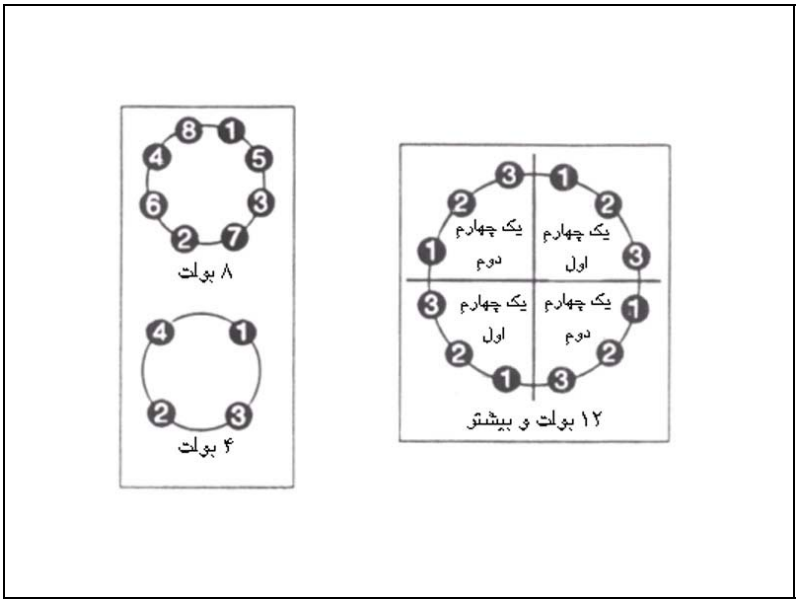
	COMPENENT PARTS	اجزای شیر پروانه‌ای ویفری
1	Liner	لاستیک داخل
2	Body	بدنه
3	Screw Retaining Plug	درپوش کف
4	Gasket Seal	واشر آببند
5	Disk	دریچه (دیســک)
6	Lower Shaft	محور تحتانی
7	Lower Shaft “O” ring	واشر آببند محور تحتانی
8	Upper Shaft	محور فوقانی
9	Upper Shaft “O” ring	رینگ آببند محور فوقانی
10	Shaft Safety Device	خار نگهدارنـــده محور



شکل ۴-۲-۳ : روشهای مختلف اتصال شیر پروانه‌ای بدون فلنج به خط لوله



شکل ۴-۲-۴ : انواع شیر پروانه‌ای از نظر موقعیت محور دیسک



شکل ۴-۲-۵ : ترتیب بستن پیچ‌ها

جدول ۴-۲-۳ : گشتاور تقریبی مورد نیاز برای محکم کردن پیچ و مهره فلنج‌ها در کلاسهای فشاری مختلف

فلنج با قطر نامی PN10 شامل لاستیک آب‌بندی فلنج با قطر ۳ میلی‌متر

قطر نامی DN	گشتاور تقریبی مورد نیاز		
	۶ بار	۱۰ بار	۱۶ بار
۸۰	۷۰	۷۰	۷۰
۱۰۰	۷۰	۷۵	۸۰
۱۵۰	۱۱۰	۱۱۵	۱۲۰
۲۰۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰
۲۵۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰
۳۰۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۵
۳۵۰	۱۱۵	۱۲۵	۱۳۵
۴۰۰	۱۵۵	۱۷۰	۱۸۵
۴۵۰	۱۵۰	۱۶۵	۱۸۰
۵۰۰	۱۵۵	۱۷۰	۱۹۵
۶۰۰	۲۰۰	۲۲۵	۲۷۵
۷۰۰	۲۰۰	۲۲۳۰	۲۹۵
۸۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۴۰۵
۹۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۴۱۵
۱۰۰۰	۳۰۰	۳۹۰	۵۳۵
۱۱۰۰	۳۰۰	۳۹۵	۵۵۰
۱۲۰۰	۳۶۰	۴۹۵	۶۹۵
۱۴۰۰	۴۲۰	۵۹۰	۸۴۰
۱۶۰۰	۵۳۰	۷۶۵	۱۰۹۵

ادامه جدول ۴-۲-۳ : گشتاور تقریبی مورد نیاز برای محکم کردن پیچ و مهره فلنج‌ها در کلاسهای فشاری مختلف

فلنج با قطر نامی PN16 شامل لاستیک آب‌بندی فلنج با قطر ۳ میلی‌متر

قطر نامی DN	گشتاور تقریبی مورد نیاز			
	۱۰ بار	۱۶ بار	۲۰ بار	۲۵ بار
۸۰	۷۰	۷۰	۷۵	۷۵
۱۰۰	۷۵	۸۰	۸۰	۸۰
۱۵۰	۱۱۵	۱۲۰	۱۲۵	۱۳۵
۲۰۰	۱۱۰	۱۱۵	۱۲۰	۱۳۰
۲۵۰	۱۵۵	۱۶۵	۱۵۰	۱۸۰
۳۰۰	۱۶۵	۱۸۰	۱۹۰	۲۱۰
۳۵۰	۱۶۰	۱۷۵	۱۸۵	۲۰۰
۴۰۰	۲۰۰	۲۲۰	۲۳۵	۲۷۰
۴۵۰	۱۹۵	۲۱۵	۲۳۰	۲۶۰
۵۰۰	۲۴۰	۲۷۰	۲۹۵	۳۴۵
۶۰۰	۳۰۵	۳۶۵	۴۲۵	۵۰۵
۷۰۰	۳۵۰	۴۶۵	۵۴۰	۶۳۵
۸۰۰	۴۷۰	۶۳۰	۷۳۵	۸۷۰
۹۰۰	۴۷۵	۶۴۵	۷۶۰	۹۰۰
۱۰۰۰	۶۰۵	۸۳۵	۹۸۵	۱۱۷۵
۱۱۰۰	۶۱۰	۸۵۰	۱۰۰۵	۱۲۰۵
۱۲۰۰	۸۱۰	۱۱۴۰	۱۳۶۰	۱۶۳۰
۱۴۰۰	۹۱۵	۱۳۰۰	۱۵۵۵	۱۸۷۵
۱۶۰۰	۱۱۸۰	۱۶۹۰	۲۰۳۵	۲۴۶۰

ادامه جدول ۴-۲-۳ : گشتاور تقریبی مورد نیاز برای محکم کردن پیچ و مهره فلنج‌ها در کلاسهای فشاری مختلف

فلنج با قطر نامی PN25 شامل لاستیک آب‌بندی فلنج با قطر ۳ میلی‌متر

قطر نامی DN	گشتاور تقریبی مورد نیاز			
	۱۰ بار	۱۶ بار	۲۰ بار	۲۵ بار
۸۰	۸۰	۸۵	۸۵	۸۵
۱۰۰	۱۲۰	۱۲۵	۱۳۰	۱۳۰
۱۵۰	۱۸۰	۱۸۵	۱۹۵	۲۱۰
۲۰۰	۱۷۰	۱۸۰	۱۹۰	۲۰۵
۲۵۰	۲۳۰	۲۵۰	۲۷۵	۳۰۵
۳۰۰	۲۲۰	۲۳۵	۲۶۵	۲۹۵
۳۵۰	۲۹۰	۳۳۰	۳۲۵	۴۱۵
۴۰۰	۳۸۰	۴۳۵	۴۹۵	۵۵۵
۴۵۰	۳۵۵	۴۱۰	۴۷۰	۵۲۵
۵۰۰	۴۱۵	۴۸۵	۵۵۵	۶۲۵
۶۰۰	۵۹۵	۷۰	۸۰۰	۹۰۵
۷۰۰	۶۷۵	۷۹۵	۹۱۵	۱۰۴۰
۸۰۰	۹۶۵	۱۱۵۰	۱۳۳۰	۱۵۱۰
۹۰۰	۹۹۰	۱۱۸۵	۱۳۷۵	۱۵۶۵
۱۰۰۰	۱۳۵۵	۱۶۲۰	۱۸۸۵	۲۱۵۵
۱۱۰۰	۱۳۸۰	۱۶۵۵	۱۹۳۰	۲۲۰۵
۱۲۰۰	۱۶۱۰	۱۹۴۰	۲۲۶۵	۲۵۹۵
۱۴۰۰	۱۹۸۰	۱۳۹۵	۲۸۰۵	۳۲۱۵
۱۶۰۰	۲۲۶۵	۲۷۴۵	۳۲۲۵	۳۷۰۵

۴-۲-۱-۲ شیرهای کشویی[1] (دروازه‌ای)

۴-۲-۱-۲-۱ کلیات

این مشخصات فنی در برگیرنده اطلاعات فنی عمومی برای نصب شیرهای کشویی مورد استفاده در کارهای خطوط انتقال آب، شبکه توزیع آب و طرحهای تصفیه خانه و تلمبه خانه‌های فاضلاب شهری است.

در این مشخصات فنی ضمن ارائه توضیحات عمومی در مورد استانداردها و دستورالعمل‌های ساخت به روشهای اجرای کار، تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بـــازرسی و آزمایش‌های پس از نصـــــب و راه‌اندازی توسط پیمانکار پرداخته می‌شود.

آنچه در این مشخصات به عنوان استانداردهای تولید و ساخت شیرها قبل از تحویل به پیمانکار نوشته شده به منظور توجیه و راهنمایی دستگاه اجرایی و کارفرما به هنگام تهیه این شیرها بوده و ارتباطی به عملیات نصب و سایر مندرجات این مشخصات فنی نداشته و منضم به اسناد پیمان تلقی نمی‌شود. مشخصات تکمیلی اضافی به منظور تحول، بارگیری و نصب آزمایش و راه‌اندازی صحیح توسط پیمانکار حسب مورد در مشخصات طرح درج شده است. علاوه بر آن اشکال و مشخصات ارائه شده در قسمتهای مختلف این مشخصات فنی تنها به عنوان راهنما ارائه و اطلاعات مورد لزوم برای اجرای کامل عملیات توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح داده شده‌است.

۴-۲-۱-۲-۲ تعاریف

برای تعاریف و اصطلاحات متداول در معرفی و شناسایی شیرها به بند (۴-۲-۱-۱-۲) تعاریف شیرهای پروانه‌ای مراجعه شود.

۴-۲-۱-۲-۳ تقسیم‌بندی شیر کشویی

شیر کشویی (دروازه‌ای) با توجه به نوع دریچه[2] نحوه اتصال به خط لوله[3]، نحوه باز و بسته شدن دریچه و جنس بدنه آن به شرح زیر دسته‌بندی می‌شود:

الف) نوع دریچه

شیر کشویی از نظر نوع دریچه به دو قسمت کلی به شرح زیر تقسیم می‌شود:

الف-۱) دریچه با نشیمنگاه فلزی[4] : در این نوع دریچه، آب‌بندی به وسیله قرارگرفتن دریچه به محل شیار[5] تعبیه شده در داخل بدنه شیر صورت می‌گیرد.

انواع این نوع دریچه در شکل شماره (۴-۲-۷) بر طبق استاندارد (DIN 3352) نشان داده می‌شود. مهمترین انواع دریچه‌های فلزی[6] به شرح زیر هستند:

---

[1] Gate Valve (Slice Valve)
[2] Disk
[3] Connection
[4] Metal - Seated
[5] Pocket
[6] Metal Disk

- دریچه دو تیغه‌ای[1] : این نوع شیر دارای بیشترین مصرف در طرحهای خطوط لوله انتقال آب و طرحهای شبکه توزیع آب است، ولی نصب آن بر روی خطوط لوله فاضلاب‌رو حاوی مواد معلق و ذرات درشت مجاز نیست.
- دریچه چاقویی (تیغه‌ای)[2] : نظر به اینکه در این نوع شیر آب‌بندی به وسیله قرار گرفتن تیغه دریچه بر روی نوار از جنس قابل ارتجاع[3] در محل نشیمنگاه صورت می‌گیرد، لذا به کارگیری آن در خطوط لوله فاضلاب‌رو و انتقال لجن در فشارهای پایین مناسب است (شکل شماره ۴-۲-۶).
- دریچه گوه‌ای توپر[4] : این شیر برای خطوط لوله آب و فاضلاب مناسب است و کاربرد محدودی دارد (شکل شماره ۴-۲-۷).

الف-۲) دریچه با نشیمنگاه ارتجاعی[5] : در این نوع شیرهای کشویی شیاری برای قرارگرفتن دریچه در داخل بدنه شیر وجود ندارد و آب‌بندی توسط فشرده شدن دریچه که در یک هسته چدنی با روکش لاستیکی بر روی سطح داخلی بدنه صورت می‌گیرد. این نوع شیرها از نظر آب‌بندی از درجه اطمینان بالایی برخوردار هستند و برای خطوط فاضلاب حاوی مواد معلق درشت دانه نیز مناسب هستند (شکل شماره ۴-۲-۸).

ب) نحوه اتصال[6] به خط لوله

از نظر نحوه اتصال به خط لوله شیرهای کشویی دارای انواع زیر است:

ب-۱) اتصال فلنجی[7] : این اتصال متداول‌ترین روش اتصال شیرهای کشویی به خط لوله است.

ب-۲) اتصال دنده‌ای[8] : از این اتصال برای شیرهای با قطر پایین نظیر انشعابات فرعی و لوله‌کشی داخل منازل استفاده می‌شود.

ب-۳) اتصال سرکاسه‌ای[9] : از این اتصال اغلب با شیرهای از جنس PVC استفاده می‌شود.

پ) نحوه باز و بسته شدن دریچه

شیر کشویی از نظر عملکرد محور[10] برای باز و بسته شدن شیر، به دو دسته تقسیم می‌شود:

پ-۱) محور ثابت[11] : در این نوع شیر کشویی، محور شیر در هنگام باز کردن شیر در محل خود می‌چرخد و دریچه شیر با حرکت مارپیچ محور به بالا و به داخل محفظه کلاهک[12] انتقال می‌یابد (شکل شماره ۴-۲-۹).

تمامی شیرهای مدفون[13] باید از نوع با محور ثابت باشد.

---

[1] Double Disk Gate
[2] Knife Gate
[3] Resilient Strip
[4] Solid Wedge Gate
[5] Resilient Seated
[6] Connection Type
[7] Flanged Connection
[8] Threaded Connection
[9] Socket Coonection
[10] Stem (Spindle)
[11] Non Rising Stem
[12] Bonnet
[13] Buried Valve

پ-۲) محور بالارونده[1] : در این نوع شیر کشویی مجموعه قسمت مارپیچی و مهره[2] آن در بیرون از کلاهک شیر قرار دارد و محور شیر هنگام بازشدن به طرف بالا حرکت می‌نماید. این نوع شیر در شرایط نصب مدفون شیر نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (شکل شماره ۴-۲-۱۰).

ت) جنس بدنه شیر

شیرهای کشویی مورد استفاده در صنعت آب از نظر جنس بدنه به انواع زیر تقسیم می‌شود:

ت-۱) چدن خاکستری[3] : این نوع شیرها در کلاسهای فشاری پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ت-۲) چدن نشکن[4] : این نوع شیرها در کلاسهای فشاری متوسط و بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ت-۳) برنجی[5] و یا برنزی : این نوع شیرها در اقطار پایین مورد استفاده قرار می‌گیرند و عموماً با اتصال دنده‌ای هستند.

ت-۴) PVC و یا P.E : این نوع شیرها در شبکه‌های توزیع با لوله‌های پلاستیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

علاوه بر شیرهای فوق، شیر کشویی افقی[6] نیز در خطوط انتقال آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اقطار بالا (بالاتر از DN400) و به خصوص در کلاسهای فشاری بالا به علت سنگین شدن دریچه شیر،حذف نیروی اضافی مورد نیاز برای بالا بردن دریچه از شیر نوع افقی استفاده می‌شود. شیر نوع افقی مجهز به غلطکهایی[7] تعبیه شده بر روی دریچه است که در داخل شیاری که در محل بدنه شیر پیش‌بینی شده حرکت می نمایند تا بدین ترتیب نیروی اصطکاک به حداقل خود تقلیل یابد (شکل شماره ۴-۲-۱۱).

در صورتی که در شیرهای با اقطار بالا فشار خط لوله از ۱۶ آتمسفر تجاوز نماید نیروی فشاری[8] وارده بر دریچه شیرهای بزرگ به حدی بالا می‌رود که نیروی اصطکاک حاصله مانع حرکت عادی دریچـــه شیر میشود، در این موارد یکی از راه حل‌ها استفاده از شیر کنارگذر[1] با قطر کوچکتر برای کاهش اختلاف فشار دو طرف دریچه است (شکل شماره ۴-۲-۱۲).

ث) طول بدنه و فاصله وجه به وجه

از نظر طول بدنه و فاصله وجه به وجه، شیرهای کشویی به دو دسته طول بلند و طول کوتاه تقسیم می‌شود.

۴-۲-۱-۲-۴ استانداردها

این مشخصات فنی شامل تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی است. اسامی استانداردهای معتبر که در ساخت، آزمایش و راه‌اندازی شیرهای کشویی مورد استفاده قرار می‌گیرند در جداول شمـــــاره (۴-۲-۴ و ۴-۲-۵) پیوست شماره یک این بخش آورده می‌شود. استانداردهای مربوط به ساخت شیرها تنها به عنوان راهنما در این مشخصات آورده می‌شود.

---

[1] Rising Stem
[2] Outside Screw & Yoke (Os & Y)
[3] Cast Iron Body
[4] Ductile Iron Body
[5] Brass Body
[6] Horizontal Gate Valve
[7] Roller
[8] Horizontal Trust

چنانچه در پاره‌ای از موارد این مشخصات فنی کامل نباشد، حسب مورد می‌توان به استانداردهای معتبر اشاره شده به ترتیب استاندارد ISO، BSI و DIN و ANSI /AWWA مندرج در جداول مذکور مراجعه نمود.

۴-۲-۱-۲-۵ تحویل مصالح

در خصوص تحویل مصالح به بند (۴-۲-۱-۱-۵) " تحویل مصالح شیرهای پروانه‌ای" مراجعه شود.

۴-۲-۱-۲-۶ حمل شیرها

کلیه شیرهای کشویی با نشیمنگاه فلزی باید با دریچه بسته حمل گردند. در مورد شیرهای با نشیمنگاه ارتجاعی باید دریچه شیر کاملاً باز باشد. به منظور جلوگیری از نفوذ اشعه ماورای بنفش[۲] به داخل محفظه در هنگام حمل که موجب آسیب رسیدن به لاستیک آب‌بندی می‌شود، باید هر دو سر شیر به طور کامل با لفاف مورد تأیید و یا فلنج‌های کور موقت چوبی و یا فلزی پوشانده شوند.

برای سایر موارد در خصوص حمل شیرها به بند(۴-۲-۱-۱-۶) " حمل شیرهای پروانه‌ای " مراجعه شود.

۴-۲-۱-۲-۷ نگهداری شیرهای تحویلی

در خصوص نگهداری شیرهای تحویلی به بند (۴-۲-۱-۱-۷) " نگهداری شیرهای پروانه‌ای" مراجعه شود.

۴-۲-۱-۲-۸ نصب شیرهای کشویی

در طرح‌های آبرسانی و شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شیرهای کشویی غالباً به دو صورت مدفون[۳] یا نصب در حوضچه[۴] مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در روش مدفون شیر کشویی در داخل ترانشه دفن می‌شود و برای باز و بسته کردن شیر به وسیله آچار شیر[۵] از طریق محفظه شیر[۶] به مهره[۷] سر محور شیر دسترسی پیدا نموده و شیر باز یا بسته می‌شود (شکل شماره ۴-۲-۱۴). پیمانکار موظف است در نصب شیرهای مدفون موارد زیر را رعایت نماید:

- برای جلوگیری از ورود اجسام خارجی به داخل شیر و آسیب دیدگی قطعات داخلی آن در هنگام نصب، شیرهای کشویی اعم از نوع نشیمنگاه معمولی و یا ارتجاعی باید در وضعیت دریچه بسته قرار داشته باشند.
- در هنگام قرار دادن شیرکشویی در داخل ترانشه برای جلوگیری از وارد آمدن تنش به شیر، بدنه و اتصالات آن باید بر روی زمین نرم قرار داده شود.
- هنگام نصب محفظه شیر باید دقت شود که محفظه در وضعیت کاملاًعمودی نصب شده و مهره محور شیر دقیقاً در وسط محفظه قرار گیرد تا فضای کافی برای عملکرد آچار شیر وجود داشته باشد.

---

[1] By Pass Valve
[2] Ultra-Violet Light
[3] Buried Type
[4] Vault Mounted
[5] Valve Key (T-Bar)
[6] Valve Box (Surface Box)
[7] Operating Nut

- برای جلوگیری از خوردگی کلیه پیچهای در تماس با خاک باید بوسیله لفاف پلی‌اتیلن یا با رنگ مناسب پوشش داده شوند.
- برای شیرهای کنارگذر، شیرهای خطبند[1] آتش‌نشانی و شیرهای خطبند تخلیه باید محفظه کنترل جداگانه پیش‌بینی شود.
- محفظه شیر باید به صورتی نصب شود که هیچ نیروی اضافی حاصل وزن محفظه و یا بار ترافیکی به شیر وارد نشود.
- برای مقدار ارتفاع محفظه خارج از زمین، باتوجه به رقوم تمام شده محل اجرا و براساس نقشه اجرایی عمل می‌شود.

در خصوص نصب در حوضچه موارد زیر لازم به ذکر است:

- کلیه شیرهای کشویی دارای قسمت محرک شامل جعبه دنده یا محرک دستی یا اتوماتیـــــک باید در داخل حوضچه نصب گردند.
- در نصب شیر در حوضچه باید قابلیت باز و بسته کردن شیر به وسیله آچار شیر از بیرون حوضچه مقدور باشد.
- ابعاد حوضچه‌ها باید به صورتی باشد که محفظه فوقانی شیر (کلاهک) و سایر قطعات داخلی آن از حوضچه قابل بیرون آوردن باشد.
- تمهیدات لازم برای تخلیه آبهای زیرزمینی و سطحی در محل حوضچه‌ها مد نظر قرار گرفته و هیچ‌گاه نباید برای تخلیه، حوضچه را به شبکه تخلیه آبهای سطحی یا شبکه فاضلاب متصل نمود. روش متداول تخلیه به وسیله اجرای چاله جذبی[2] است.

در خصوص سایر موارد نصب به بند (۴-۲-۱-۱-۸) نصب شیرهای پروانه‌ای مراجعه شود.

[1] Isolating Valve
[2] Absorption

پیوست شماره یک

جدول ۴-۲-۴ : فهرست استانداردهای مورد استفاده در ساخت شیر کشویی (دروازه‌ای)*

ردیف	نام و شماره استاندارد	عنوان استاندارد
1	ISO 5209	General purpose industrial valves- marking
2	ISO 5208	Industrial valves – pressure testing of valves
3	ISO 3822-3	Appliance and equipment used in water supply installation- part 3: Mounting and operating conditions for in line valves
4	ISO 5752	Metal valves for use in flanged pipe systems face to face and center to center dimensions.
5	ISO 6002	Bolted Bonnet steel gate valves
6	ISO 5996	Cast Iron gate valves
7	ISO 4422-4	Pipes and fittings made of UPVC for water supply – specifications – part 4 : valves
8	ISO 8242	Polypropylene (PP) valves for pipe under pressure – Basic dimensions – Metric series
9	ISO 7259	Predominantly Key-Operated Cast Iron gate valves for underground use
10	ISO 7508	UPVC valves for pipes under pressure – Basic dimensions – Metric series
11	BS 5150	Cast Iron gate valves
12	BS 5163	Predominantly key – operated cast Iron gate valves for waterworks purpose
13	BS EN19	Industrial valves Marking
14	BS EN 558	Industrial metal valves dimension for flanged pipe systems
15	BS 6683	Installation & use of valves
16	BS 6755	Test methods of valves
17	ANSI/AWWA C500	Gate valves, for water and sewerage systems
18	ANSI/AWWA C509	Resilient – Seated Gate valves, for water and sewerage systems
19	ANSI/AWWA C550	Protective Interior Coating for valves & Hydrants
20	DIN 3220-1 (ENG).	Technical conditions of delivery for valves: Enquiry order and delivery

ادامه جدول ۴-۲-۴ : فهرست استانداردهای مورد استفاده در ساخت شیر کشویی (دروازه‌ای)*

ردیف	نام و شماره استاندارد	عنوان استاندارد
21	DIN 3220-2 (ENG).	Technical conditions of delivery for valves: General requirements
22	DIN 3220-3 (ENG).	Technical conditions of delivery for valves: Compliance of test methods
23	DIN 3339 (ENG).	Valves: Body component materials
24	DIN EN558-1 (ENG).	Face to face and center to center dimensions of metal industrial valves for use in flanged pipe systems – PN designation valves
25	DIN 3352-1 (ENG).	Gate valves; General Information
26	DIN 3352-2 (ENG).	Cast Iron gate valves, with metallic seat and inside screw stem
27	DIN 3352-3 (ENG).	Cast Iron Gate valves, with metallic seat and outside screw stem
28	DIN 3352-4 (ENG).	Cast Iron gate valve, with elastomeric obdurator seating and inside screw stem
29	DIN 3352-6 (ENG).	Gate valve of unalloyed and low – alloyed steel, with internal stem thread
30	DIN 3352-7 (ENG).	Gate valve of unalloyed and low-alloyed steel, with external stem thread
31	DIN 3352-13 (ENG).	Socket end copper alloy gate valves
32	DIN 3352-6 (ENG).	Double Socket Cast Iron gate valves with elastomeric obdurator seal and inside screw stem
33	DIN 3441-6 (ENG).	UPVC valves, gate valves with inside screw stem dimensions
34	DIN 3500 (ENG).	PN 10 piston type gate valves for use in drinking water supply systems.
35	DIN 86720 (ENG).	Bronze Wedge-type Flat-sided Gate valves, with screwed Bonnet and Flanges ND 16, NW 20 to 200

* نکته : برای استانداردهای مربوط به مواد و مصالح شیرها به جدول (۴-۲-۵) مراجعه شود.

جدول ۴-۲-۵ : استانداردهای مصالح شیر کشویی (شکل ۴-۲-۱۳)

شماره قطعه	نام قطعه/ قطعات	استاندارد BS 5163 BS 5150	استاندارد DIN 3352	استاندارد AWWA C 500 AWWA C509
۱ ۸ ۱۶ ۱۰	بدنه (Body) کلاهک (Bonnet) فلنج آب‌بندی (Gland Flange) محفظه آب‌بندی (کاسه نمد) (Stuffing Box)	چدن معمولی براســـاس BS 1452 یا چدن داکتیل مطابق BS 2789	چدن معمولی GG-25 (DIN 1691) یا چدن داکتیل مطابق (DIN1693) SG-GGG-40	چدن معمولی مطابق ASTM A26 Class B یا چدن داکتیل مطابق ASTM A395
۳	دریچهٔ (Gate) یا (Obdurator)	در دریچه با رینگ آب‌بند یکپارچه (در اقطار کوچکتر از DN100) جنس آلیاژ مس Copper alloy (BS 1400) در دریچه با رینگ آب‌بند جداگانه با نشیمنگاه ارتجاعی از جنس چدن معمولی براساس BS 1452 یا چدن داکتیل مطابـــق BS 2789	در نوع بدنه از جنس چدن معمولی در اقطار کوچکتر از DN100 از جنس آلیاژ مس – روی براساس (DIN 1705 R5) در نوع بدنه از جنس چدن معمولی در اقطار بیش از DN100 از جنس چدن معمولی براســـــاس (DIN 1691) در کلیه اقطار از نوع بدنه چدن داکتیل از جنس چدن داکتیل براساس DIN 1693 در نوع با نشیمنگاه ارتجاعی از جنس چدن معمولی (DIN 1691)	چدن معمولی مطابق ASTM A26 Class B یا چدن داکتیل مطابق ASTM A395
۲ ۴	نشیمنگاه بدنه (Seat Ring) نشیمنگاه دریچه (Gate Ring)	– نوع نشیمنگاه فلزی از جنس آلیاژ مس Copper alloy براساس BS1400 – نوع نشیمنگاه ارتجاعی از جنس‌های ارتجاعی نظیر BUNA یا EPDM Resilient Material براساس BS 2494	– نوع نشیمنگاه فلزی از جنس آلیاژ مس و روی Zinc– Copper alloy براساس (DIN 1705) یا فولاد ضد زنگ با کرم حداقل ۱۳ درصد SS with min 137.Cr براساس (DIN17440) در نوع نشیمنگاه ارتجاعی از جنس ارتجاعی Buna N	– نوع نشیمنگاه فلزی از جنس برنز ASTM Class A – نوع نشیمنگاه ارتجاعی از جنس قابل ارتجاع بر اساس ASTM D429

ادامه جدول ۴-۲-۵ : استانداردهای مصالح شیر کشویی (شکل ۴-۲-۱۳)

شماره قطعه	نام قطعه/ قطعات	استاندارد BS 5163 BS 5150	استاندارد DIN 3352	استاندارد AWWA C 500 AWWA C509
۱۳	محور (Stem)	آلیاژ مس (Copper Alloy) براساس BS 2874 یا فولاد ضد زنگ SS 17% Cr-Min براساس BS970-Part 1	فولاد ضد زنگ SS17% Cr-Min براساس DIN 17455	آلیاژ برنزی براساس ASTM A/D
۶ و ۹	واشر آب‌بندی کلاهک (Gasket)	براساس مشخصات سازنده	مواد ارتجاعی یا الاستومر (Elastomer)	واشر تخت آزبستی با واشر لاستیکی یا واشر کاغذی مقاوم در مقابل خوردگی و یا الاستومر نوع O-ring مطابق استاندارد ASTM D2000
۱۱ ۱۳	کاسه نمد آب‌بندی محور با بدنه (O-Ring) واشر (Washer)	براساس مشخصات سازنده	براساس مشخصات سازنده	از جنس آزبستی براساس قوانین فدرال Spec. HH-P-34C Type A و یا نوع Flax براساس قانون فدرال Spec. HH- P- 106 d
۵	مهره سر محور شیر (Stem Nut)	آلیاژ مس (Copper Alloy) براساس BS1400	براساس مشخصات سازنده	براساس مشخصات سازنده
۱۴ و ۷	پیچ و مهره‌ها (Bolts and Nuts)	پیچ مهره با مقاومت (Tensile Strength) 390 N/mm2	پیچ و مهره براساس DIN / ISO 3506 DIN 267 T-119	پیچ و مهره با مقاومت مندرج در ASTM A307 با آبکاری کادمیوم (Cadmium Plated) براساس ASTM A165 N.S یا آبکاری روی (Zinc-Coated) براساس ASTM A153
۱۵	غربیلک (Hand Wheel یا کلگی محور شیر (Stem Cap)	از جنس چدن معمولی مطابق BS1452یا چدن داکتیل مطابق BS 2789 یاچدن مالیبل (Malleable) مطابق BS 6681	از چدن معمولی GG-20 مطابق DIN 1691	مطابق جنس بدنه از چدن معمولی یا داکتیل ASTM A126 Class B ASTM A395 or A536
–	رنگ آمیزی (Painting)	کلیه بخشهای چدنی باید پوشش مناسب برای مصرف آب آشامیدنی براساس توصیه‌های WHOوEEC گردند	مشابه BS 5163	کلیه سطوح فلزی باید براساس AWWA C550 دو دست رنگ آمیزی شود.

پیوست شماره دو

۱- آزمایش‌های کارخانه‌ای

استانداردهای معتبر تولید و ساخت شیر کشویی و عنوان مربوط به آنها در جدول (۴-۲-۵) درج می‌شود. آزمایش‌های کارخانه‌ای متداول به روی شیر کشویی شامل آزمایش عملکرد و آزمایش هیدرواستاتیک به روی کلیه شیرهای تولیدی به شرح زیر صورت می‌پذیرد:

۱-۱ آزمایش عملکرد

هدف از این آزمایش امتحان صحت کارکرد شیر برای مصرف مورد نظر است هرگونه ایراد در مصالح و یا مشکل در ساخت و سوار کردن قطعات باید مرتفع شده و آزمایش صحت عملکرد مجدداً تکرار شود تا زمانی که نتیجه آزمایش مورد قبول واقع شود.

۱-۲ آزمایش هیدرواستاتیک

انجام این آزمایش برای کلیه شیرهای تولیدی الزامی است.

۱-۲-۱- برای شیرهای کشویی با دریچه‌های دوبل فشار آزمایش دو برابر فشار نامی شیر است. در حین انجام این آزمایش نباید هیچ‌گونه نشتی در بدنه، فلنجها و یا آب‌بندی ساقه شیر مشاهده شود.

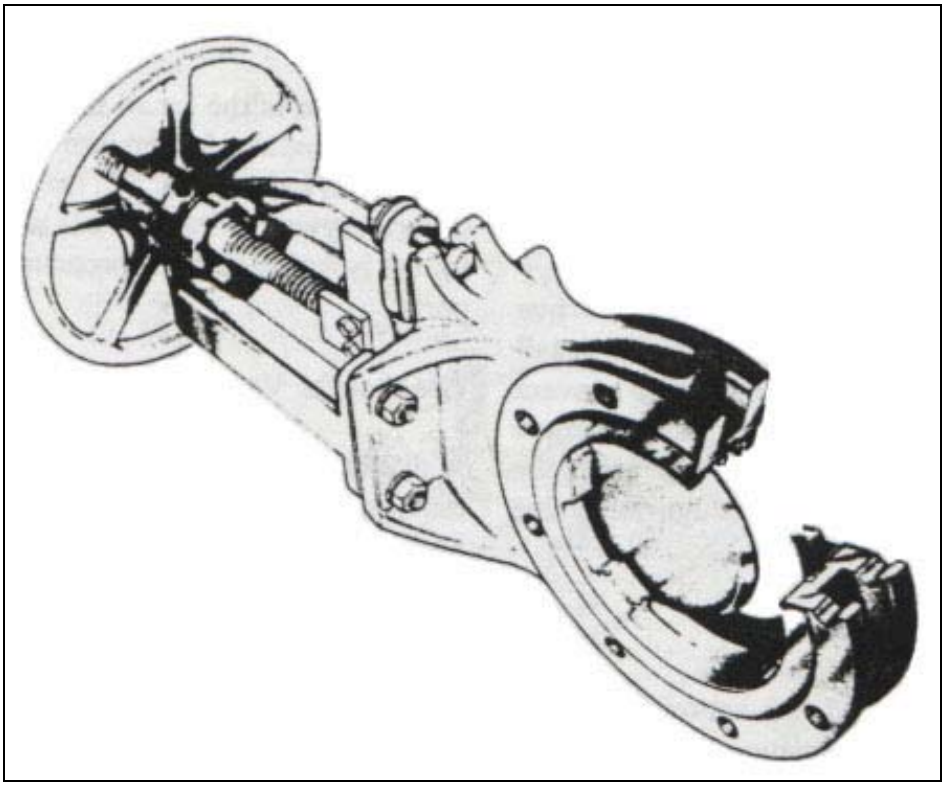
در صورت وجود نشتی از محل نشیمنگاه دریچه شیر در حین انجام این آزمایش میزان نشتی نباید از ۲۸/۴۱۳ سی‌سی در ساعت بر قطر نامی شیر بر حسب اینچ تجاوز نماید.

۱-۲-۲- برای شیرهای کشویی با دریچه گوه‌ای، در حالت اول با دریچه باز فشار آزمایش دو برابـــر فشار نامی است. در حین آزمایش نباید هیچ‌گونه نشتی از بدنه فلزی، اتصال فلنجها و یا آب‌بندی ساقه شیر مشاهده شود. در حالت دوم با دریچه بسته فشار آزمایش معادل فشار نامی است. در این حالت نیز نباید هیچ‌گونه نشتی از بدنه فلزی، اتصال فلنجها و یا آب‌بندی ساقه شیر مشاهده شود.

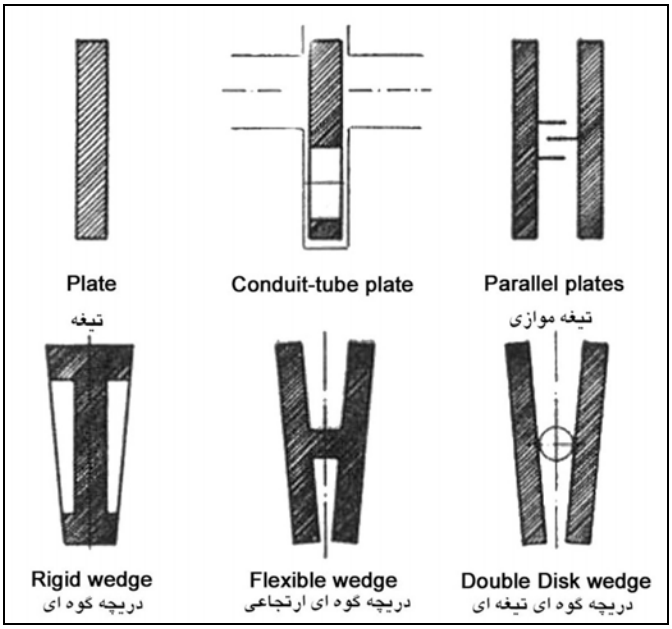
میزان حداکثر نشتی عبوری مجاز از محل نشیمنگاه دریچه نباید از ۲۸/۴۱۳ سی‌سی در ساعت بر قطر نامی شیر برحسب اینچ تجاوز نماید.

برای سایر موارد آزمایش‌های کارخانه‌ای به بخشهای ۲ و ۳ پیـــوست شماره ۲ شیرهـــای پروانه‌ای مراجعه شود.

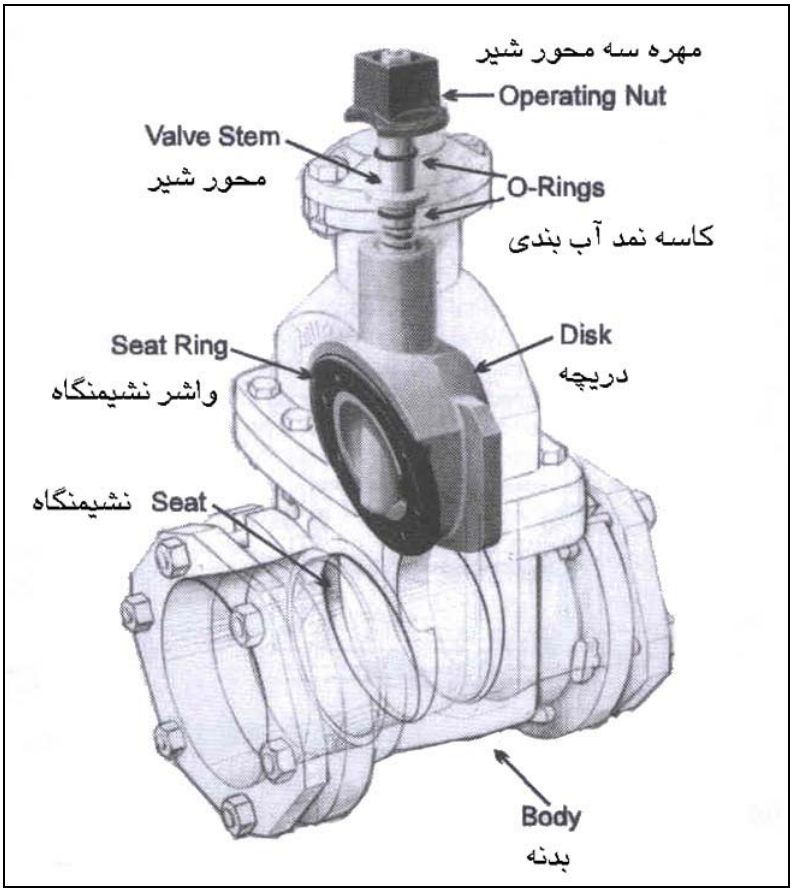
پیوست شماره سه



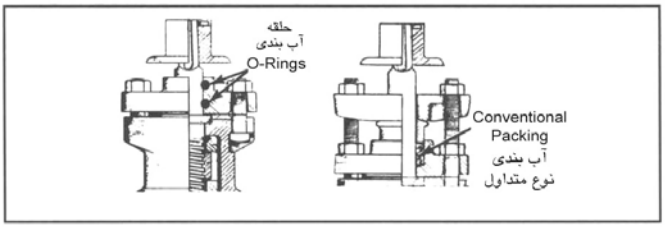
شکل ۴-۲-۶ : شیر کشویی چاقویی

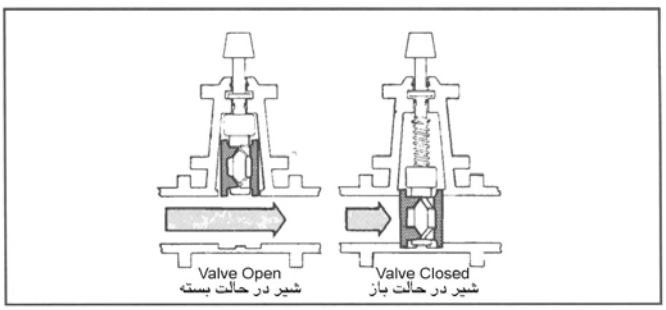


شکل ۴-۲-۷ : انواع دریچه فلزی شیر کشویی مطابق استاندارد

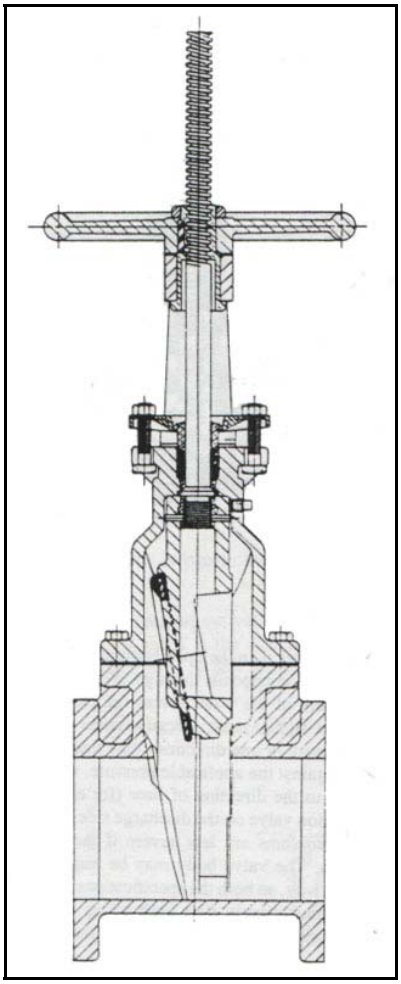


شکل ۴-۲-۸ : شیر با نشیمنگاه ارتجاعی

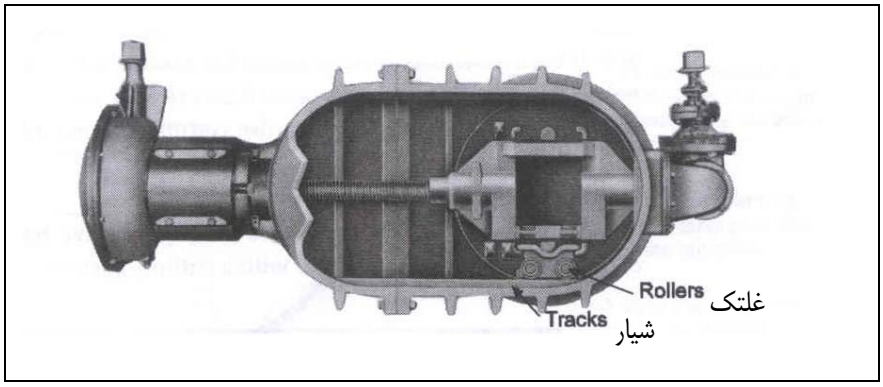




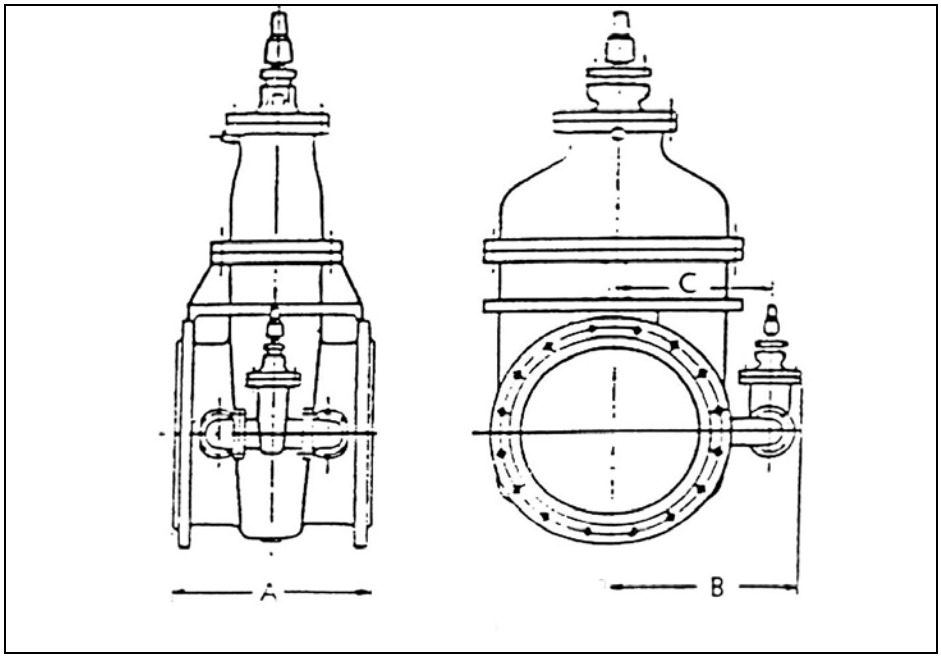
شکل ۴-۲-۹ : عملکرد شیر با ساقه ثابت



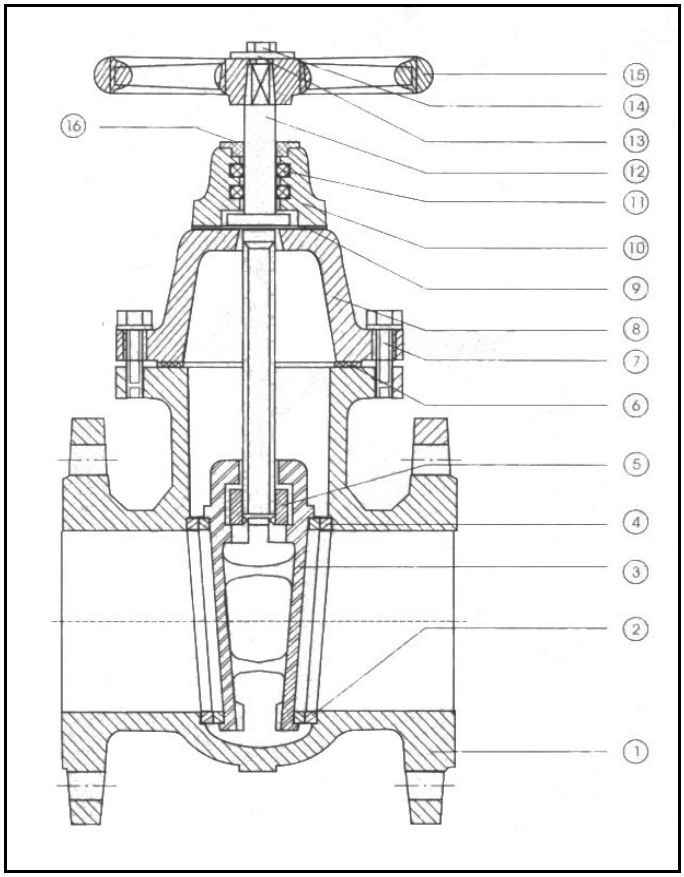
شکل ۴-۲-۱۰ : شیر کشویی با ساقه بالارونده



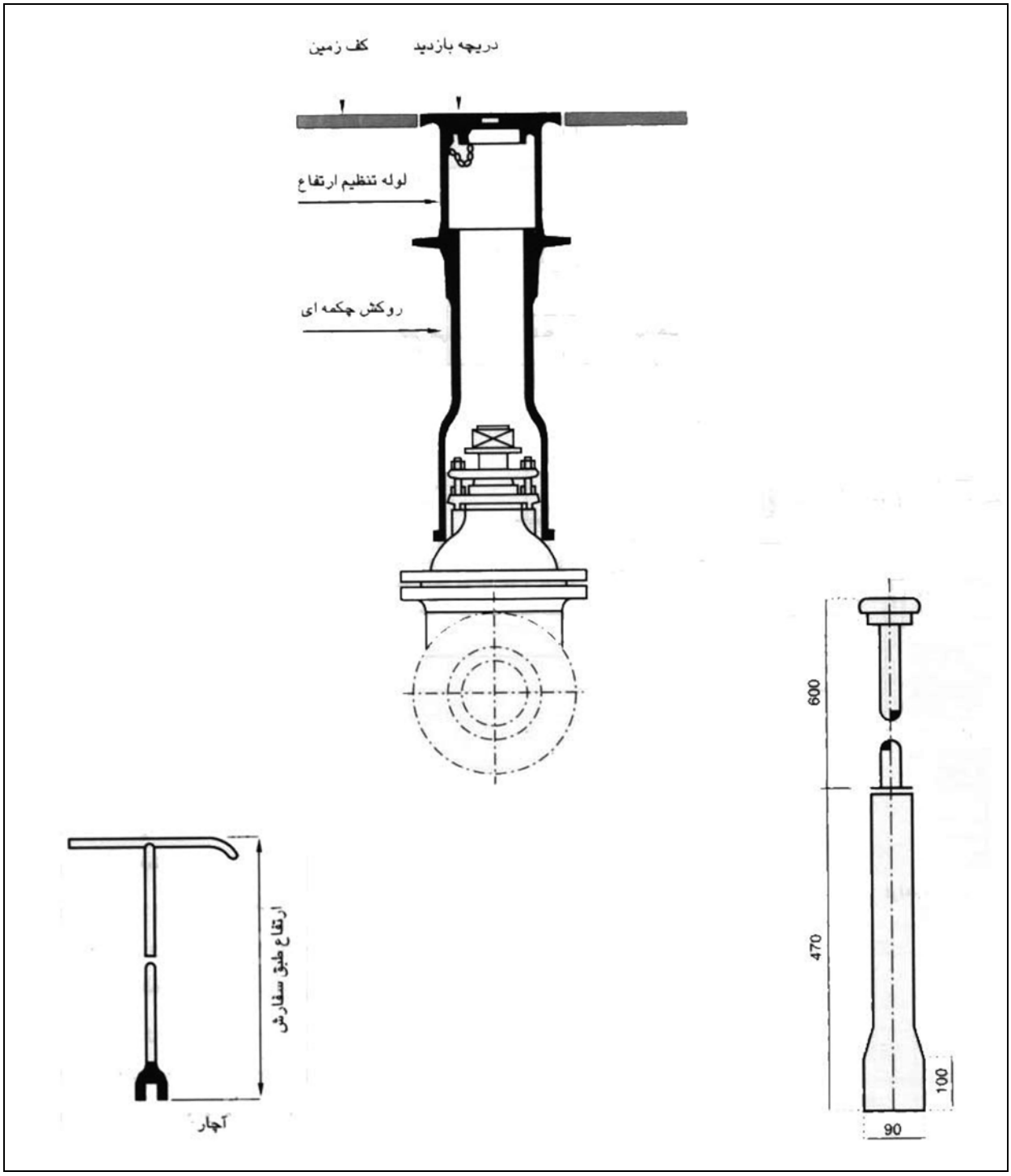
شکل ۴-۲-۱۱ : شیر کشویی افقی



شکل ۴-۲-۱۲ : شیر کنار گذر



شکل ۴-۲-۱۳ : اجزای شیر کشویی (اطلاعات شکل در جدول ۴-۲-۵)



شکل ۴-۲-۱۴ : شیر کشویی مدفون

۴-۲-۲ شیرهای کنترل جریان و فشار

۴-۲-۲-۱ کلیات

این مشخصات فنی در برگیرنده اطلاعات فنی عمومی برای نصب شیرهای کنترل جریان و فشار[1] مورد استفاده در کارهای خطوط انتقال آب، شبکه توزیع آب و طرحهای تلمبه‌خانه آب شهری است.

در این مشخصات فنی ضمن ارائه توضیحات کلی در مورد استانداردها و دستورالعملهای ساخت شیرهای کنترل جریان و فشار، روشهای اجرای کار، تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی توسط پیمانکار معرفی می‌شود.

آنچه در این مشخصات به عنوان استانداردهای تولید و ساخت شیر (قبل از تحویل به پیمانکار) درج شده به منظور توجیه و راهنمایی دستگاه اجرایی و کارفرما به هنگام تهیه این شیرها بوده و ارتباطی به عملیات نصب و سایر مندرجات این مشخصات فنی نداشته و منضم به اسناد پیمان تلقی نمی‌شود. مشخصات فنی تکمیلی اضافی به منظور تحویل بارگیری و نصب، آزمایش و راه‌اندازی صحیح توسط پیمانکار حسب مورد در مشخصات طرح درج شده‌است. علاوه بر آن، اشکال و مشخصات ارائه شده در قسمتهای مختلف این مشخصات فنی تنها به عنوان راهنما ارائه و اطلاعات مورد لزوم برای اجرای کامل عملیات توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح داده شده است.

۴-۲-۲-۲ تعاریف

برای تعاریف و اصطلاحات متداول در معرفی و شناسایی شیرها به بند (۴-۲-۱-۱-۲) تعاریف شیر قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

۴-۲-۲-۳ تقسیم‌بندی شیرهای کنترل جریان و فشار

شیرهای کنترل جریان و فشار از نظر نحوه عملکرد به دو دسته زیر تقسیم‌بندی می‌شوند :

- **شیرهای غیرخودکار**[2] : این نوع شیرها برای کارکرد نیاز به انرژی خارجی دارد مانند: شیر سوزنی[3] کنترل‌گر جریان با محرک برقی[4] یا نیوماتیک
- **شیرهای خودکار**[5] : این نوع شیرها برای کارکرد نیاز به انرژی خارجی نداشته و مستقیماً با استفاده از فشار خط لوله عمل کنترل جریان و یا فشار را انجام می‌دهند. شیرهای خودکار از نظر عملکرد به دودسته به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف) شیرهای فنردار[6] :

به منظور تنظیم جریان و یا فشار از نیروی ذخیره شده در یک فنر استفاده می‌کنند، مانند شیرهای فشارشکن[7] فنردار. این شیرها در اقطار مختلف ساخته می‌شوند (شکل شماره ۴-۲-۱۵).

---

[1] Pressure Flow Regulating Valve
[2] Non-Automatic Pressure / Flow Regulator
[3] Needle Control Valve
[4] Actuator
[5] Automatic Control Valve
[6] Spring Operated Control Valve
[7] Pressure Reducing Valve

ب) شیرهای کنترل خودکار با مدار هیدرولیکی[1] :

به منظور تنظیم جریان و یا فشار از یک مدار هیدرولیکی و با اختلاف فشار بالادست و پایین‌دست شیر و با استفاده از شیر تنظیم کننده به نام شیر پایلوت[2]، تنظیم جریان یا فشار را انجام می‌دهند و در این بخش به این نوع شیر اشاره می‌شود.

شیرهای پایلوت‌دار از نظر ساختمانی به انواع زیر تقسیم‌بندی می‌گردند:

- شیرهای پیستونی[3] : دریچه تنظیم کننده داخل این نوع شیر به شکل پیستونی است (شکل شماره ۴-۲-۱۶)
- شیرهای دیافراگمی[4] : بخش تنظیم کننده داخل این نوع شیر متشکل از یک دیافراگم و فنر است. (شکل شماره ۴-۲-۱۷)
- شیر با محفظه قائم : (شکل شماره ۴-۲-۱۸)
- شیر با محفظه کنترل مایل[5] : (شکل شماره ۴-۲-۱۹)
- شیر با دو محفظه کنترل مایل : (شکل شماره ۴-۲-۲۰)

شیرهای کنترل جریان و فشار از نظر جنس بدنه به دو دسته تقسیم می‌گردند:

- **شیر با بدنه فولادی (شکل شماره ۴-۲-۱۶)**
- **شیر با بدنه چدنی (شکل شماره ۴-۲-۱۸)**

شیرهای پایلوت‌دار از نظر کاربرد در خطوط لوله انتقال آب، شبکه توزیع و تلمبه‌خانه‌های آب به انواع زیر تقسیم می‌گردند:

الف) شیر فشارشکن :

این نوع شیر به طور خودکار فشار متغیر و زیاد در ورودی را به فشار کم و ثابت در خروجی تبدیل می‌کند. چنانچه در پایین‌دست شیر مصرف آب وجود نداشته باشد، برای جلوگیری از افزایش فشار هیدرواستاتیک[6]، شیر فشارشکن به صورت خودکار اقدام به قطع جریان می‌نماید. از این نوع شیر برای تعدیل فشار در شبکه استفاده می‌شود.

ب) شیر ثابت نگهدارنده فشار[7] :

این نوع شیر برای ثابت نگاه‌داشتن فشار در بالا دست شیر به کار می‌رود. این شیرها معمولاً در تقاطع خطوط لوله استفاده می‌شود. چون در صورتی که در یک تقاطع و در یکی از جهات مقاومت (افت فشار) کمتر و مصرف بیشتری وجود داشته باشد مسأله فرار آب به وجود خواهد آمد، بنابراین با نصب شیر ثابت نگهدارنده فشار به روی خط لوله‌ای که مقاومت کمتری در مقابل جریان از خود نشان می‌دهد، فشار در تقاطع خط لوله حفظ می‌شود تا آب بتواند به مسیری که مقاومت بیشتری در مقابل جریان نشان می‌دهد نیز هدایت شود (شکل شماره۴-۲-۲۱).

---

[1] Hydraulic Operated Control Valve
[2] Pilot Valve
[3] Piston Type
[4] Diaphragm Type
[5] Inclined Body Type Control Valve
[6] Hydrostatic Pressure
[7] Pressure Sustaining Valve

پ) شیر فشارشکن و کنترل ورودی[1] :

این شیر ترکیبی از شیر فشار شکن و شیر ثابت نگهدارنده فشار است که به کمک دو عدد پایلوت وظایف زیر را برعهده دارد.

- ثابت نگاه‌داشتن فشار خروجی بدون توجه به تغییرات فشار ورودی.
- تنظیم تثبیت حداقل فشار ورودی دریک محدوده مشخص و تنظیم شده.

ت) شیر رها کننده فشار[2] :

این شیر برای جلوگیری از افزایش فشار در خط لوله مورد استفاده قرار می‌گیرد. چنانچه فشار در خط لوله بیشتر از فشار تنظیم شده در روی شیر پایلوت نصب شده در مدار فرمان شیر اطمینان شود، شیر اطمینان به صورت خودکار باز شده و آب به مقدار لازم به خارج از سیستم تخلیـــه می‌نماید تا از افزایش فشار جلوگیری نماید و بعد از کاهش فشار خط لوله، شیر پایلوت بسته شده و به تبع آن شیر اصلی نیز بسته می‌شود.

این شیر برای محافظت از تأسیسات خط لوله در مقابل ضربه قوچ مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل شماره ۴-۲-۲۲).

ث) شیرهای کنترل سطح آب مخازن (فلوتر)[3] :

این شیر برای کنترل و حفظ سطح آب در مخازن مورد استفاده قرار می‌گیرد. این شیرها نوع پیشرفته‌تری از شیرهای ساده شناور هستند که دارای مدار کنترل هیدرولیکی و پایلوت هستند و در ورودی مخازن آب نصب می‌گردند (شکل شماره ۴-۲-۲۳).

ج) شیرهای کنترل دبی[4] :

این شیر برای محدود کردن حداکثر دبی عبوری از خط لوله و ثابت نگاه‌داشتن دبی عبوری بدون اثر از تغییرات فشار و یا مصرف مورد استفاده قـــــرار می‌گیرد (شکل شماره ۴-۲-۲۴).

چ) شیرهای کنترل پمپ[5] :

به منظور راه‌اندازی آسانتر پمپ و جلوگیری از ایجاد پدیده ضربه قوچ باید شیرهای خروجی بسته باشند و پس از شروع راه‌اندازی پمپ و رسیدن فشار پمپ به فشار دبی صفر[6] شیر خروجی به آرامی باز شود و در هنگام خاموش کردن پمپ و قطع ناگهانی برق ابتدا باید شیر خروجی به آرامی بسته و سپس خاموش شود تا اثرات ضربه قوچ به حداقل ممکن برسند (شکل شماره ۴-۲-۲۵).

ح) شیرهای اطمینان کاهنده ضربه قوچ[7] :

این شیر در زمان قطع برق قبل ازایجاد موج فشاری باز شده و با خارج کردن فشار مازاد موجب شکست موج فشاری می‌شود، سپس مجدداً آرام بسته می‌شود (شکل شماره ۴-۲-۲۶).

خ) شیرهای یکطرفه پایلوت دار با سرعت باز و بسته شدن قابل تنظیم[8] :

---

[1] Pressure Redusing & Sustaining Valve
[2] Pressure (Surge) Relief Valve
[3] Altitude (Float) Valve
[4] Rate of Flow Control Valve
[5] Pump Control Valve
[6] Shut-Off Head
[7] Surge Anticipation (Relief) Valve
[8] Check Valve with Opening & Closing Speed Control

این شیر همانند شیرهای یکطرفه معمولی در خروجی تلمبه‌ها یا در خطوط لوله نصب می‌شود ولی نسبت به شیرهای یکطرفه معمولی این مزیت را داراست که می‌توان سرعت باز و بسته شدن شیر را تنظیم نمود و بدین ترتیب از وقوع پدیده ضربه زدن شیرهای یکطرفه[1] به صورت مؤثری جلوگیری نمود (شکل شماره ۴-۲-۲۷).

د) شیرهای کنترل سولنوئیدی[2] :

این نوع شیرها برای قطع و وصل جریان با استفاده از فرمان الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند انواع کنترل‌های مورد نظر نظیر کنترل زمانی با تایمر، کنترل با کلید فشاری[3] و روشهای دیگر را به منظور قطع و وصل جریان به روی این نوع شیر اعمال کند (شکل شماره ۴-۲-۲۸).

ذ) سایر شیرهای کنترل فشار و جریان :

علاوه بر شیرهای اشاره شده فوق شیرهایی نظیر شیرکنترل فشار و جریان نوع بشقابی[4] و شیرهای کنترل فشار و جریان نوع سوزنی[5] نیز بسته به مورد در شبکه آبرسانی و خطوط انتقال آب استفاده می‌شود.

۴-۲-۲-۴ استانداردها

برای استانداردهای مربوط به ساخت شیرهای کنترل فشار و جریان به جدول استانداردهای شیرهای کنترل فشار و جریان در پیوست شماره یک مراجعه شود. چنانچه در پاره‌ای از موارد این مشخصات فنی کفایت ننماید، حسب مورد می‌توان به استانداردهای معتبر اشاره شده به ترتیب استاندارد DIN, BSI, ISO و ANSI / AWWA مندرج در جداول مذکور مراجعه نمود.

۴-۲-۲-۵ نصب شیرهای کنترل جریان و فشار آب

علاوه بر رعایت مندرجات موارد عمومی اشاره شده در بند ۴-۲-۱-۱-۸ رعایت نکات زیر در مورد نصب شیرهای کنترل جریان و فشار توصیه می‌شود.

- تمهیدات لازم برای جلوگیری از ورود و تجمع هوا در داخل شیر کنترل و مخصوصاً در پایلوت شیر به عمل آید، به صورتی که هوا مطلقاً در مسیر مدار فرمان و پایلوت شیر باقی نماند.
- نصب شیر قطع و وصل در طرفین شیر کنترل و نصب صافی در ورودی شیر کنترل توصیه می‌شود.
- توصیه می‌شود برای شیرهای کنترل، مسیر کنارگذر[6] پیش‌بینی شود.
- نصب شیرهای کنترل و حساس باید حتماً پس از شستشوی کامل خط لوله و اطمینان از عدم وجود هرگونه مواد اضافی باشد.
- درخصوص روش نصب و راه‌اندازی و تست شیرهای کنترل فشار و جریان پیمانکار موظف است براساس مندرجات مشخصات طرح و دستورالعمل سازنده شیر عملیات مذکور را به انجام رساند.

---

[1] Slamming Effect
[2] Solenoid Control Valve
[3] Pressure Switch
[4] Global Valve
[5] Needle (Plunger) Valve
[6] By Pass

۴-۲-۲-۶ سایر موارد

به منظور تحویل مصالح، حمل، نگهداری، بازرسی و راه‌اندازی شیرهای کنترل فشار و جریان به بندهای (۴-۲-۱-۱-۵) الی (۴-۲-۱-۱-۷) شیرهای قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

در خصوص روش نصب و راه‌اندازی و تست شیرهای کنترل فشار و جریان پیمانکار موظف است براساس مندرجات مشخصات طرح و دستورالعمل سازنده شیر عملیات مذکور را به انجام رساند.

پیوست شماره یک

فهرست استانداردهای مورد استفاده در ساخت شیرهای کنترل جریان و فشار

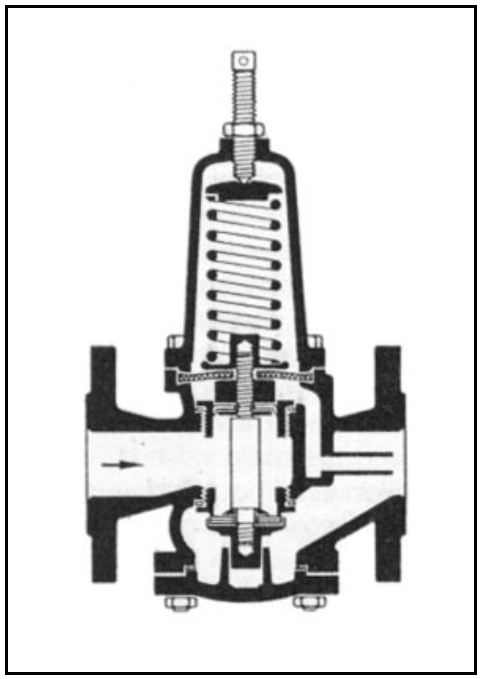
جدول ۴-۲-۶ : استاندارد ساخت شیرهای کنترل پایلوت‌دار پیستونی چدنی (شکل ۴-۲-۱۸)

Pos.	Part Name	Material	جنس	نام قطعه	شماره
1	Body	Cast Iron Ductile Iron	GG 25 GGG 40 , 50	بدنه	۱
2	Cover	Cast Iron Ductile Iron	GG 25 GGG 40 , 50	درپوش	۲
3	Cylinder	AISI 304	برطبق استاندارد AISI 304	سیلندر	۳
4	Piston	ST 37 or GGG 40,50	فولاد یا GGG 40 , 50	پیستون	۴
5	Seat Ring	S. Steel	فولاد ضد زنگ	نشیمن آب‌بندی	۵
6	Shaft	X20 Cr13	فولاد ضد زنگ	محور	۶
7	Bushing	Bronze	فولاد ضد زنگ	بوش	۷

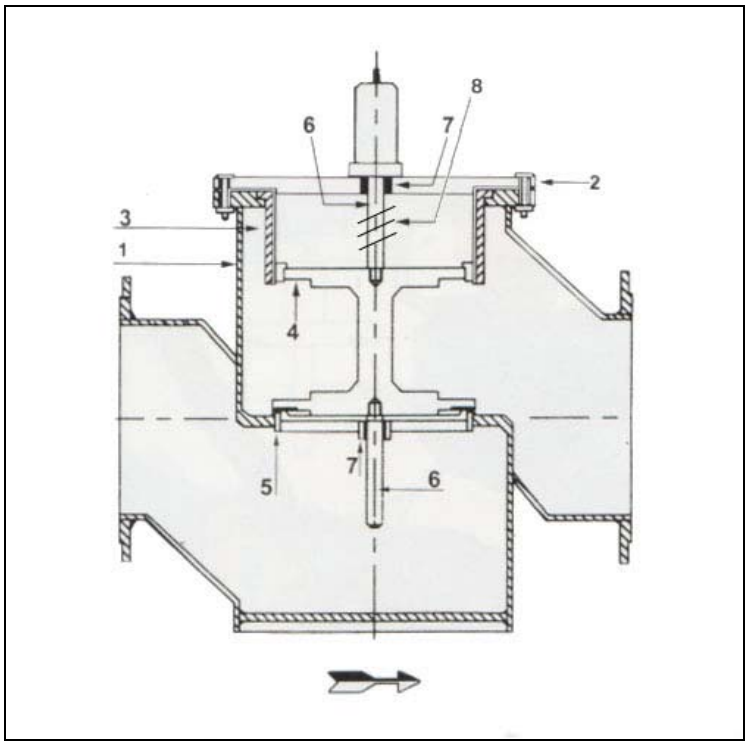
جدول ۴-۲-۷ : استاندارد ساخت شیرهای کنترل پایلوت‌دار پیستونی فولادی (شکل ۴-۲-۱۶)

Pos.	Part Name	Material	جنس	نام قطعه	شماره
1	Body	ST 37 ST 52	فولاد	بدنه	۱
2	Cover	ST 37 ST 52	فولاد	درپوش	۲
3	Cylinder	AISI 304	برطبق استاندارد AISI 304	سیلندر	۳
4	Piston	ST 37	فولاد	پیستون	۴
5	Seat Ring	S. Steel	فولاد ضد زنگ	نشیمن آب‌بندی	۵
6	Shaft	X20 Cr13	فولاد ضد زنگ	محور	۶
7	Bushing	Bronze	فسفر برنز	بوش	۷
8	Spring	S.Steel	فولادضدزنگ	فنر	۸

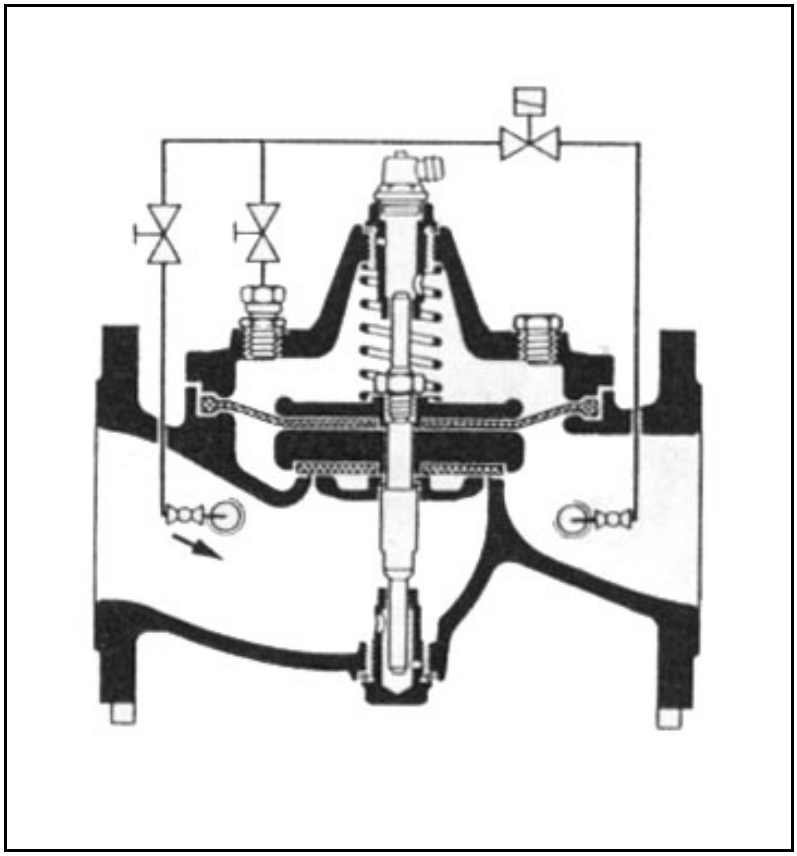
پیوست شماره دو



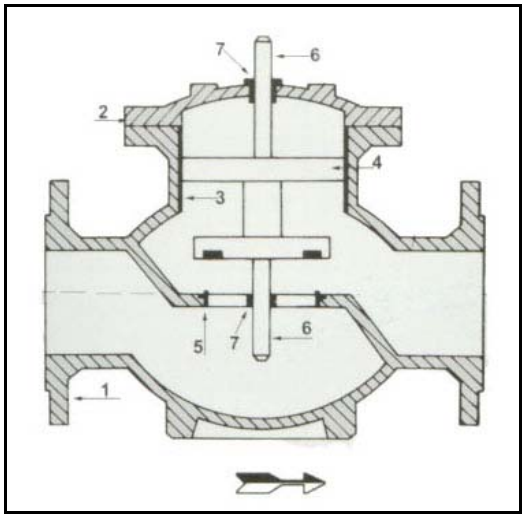
شکل ۴-۲-۱۵ : شیر فشارشکن فنردار



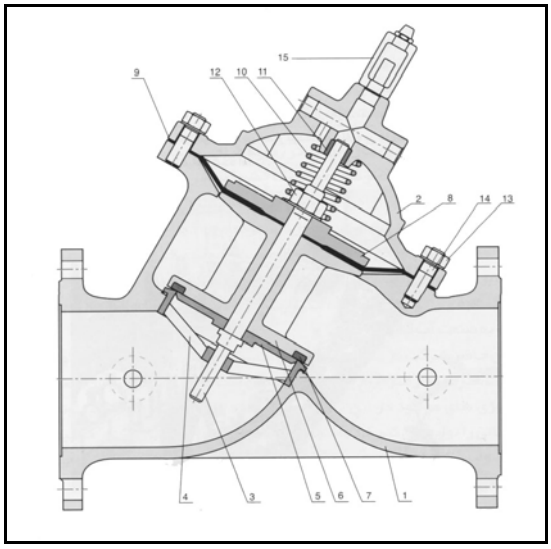
شکل ۴-۲-۱۶ : شیر کنترل خودکار پایلوت‌دار پیستونی با بدنه فولادی (اطلاعات شکل در جدول ۴-۲-۷ آمده است)



شکل ۴-۲-۱۷ : شیر کنترل خودکار پایلوت‌دار دیافراگمی



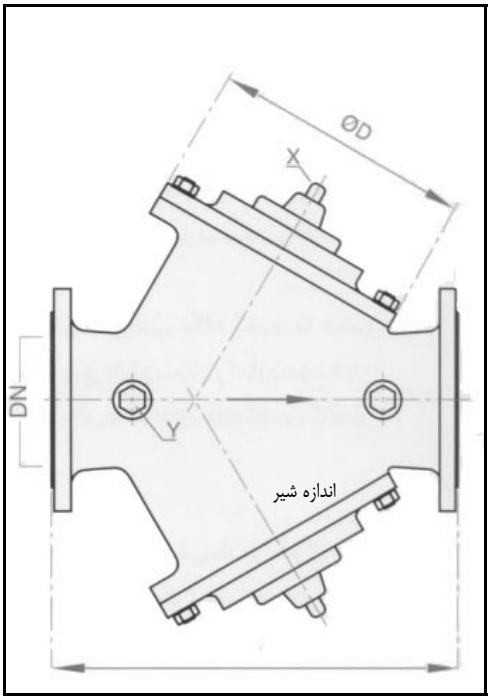
شکل ۴-۲-۱۸ : شیر کنترل با محفظه قائم (اطلاعات شکل در جدول ۴-۲-۶ آمده است)



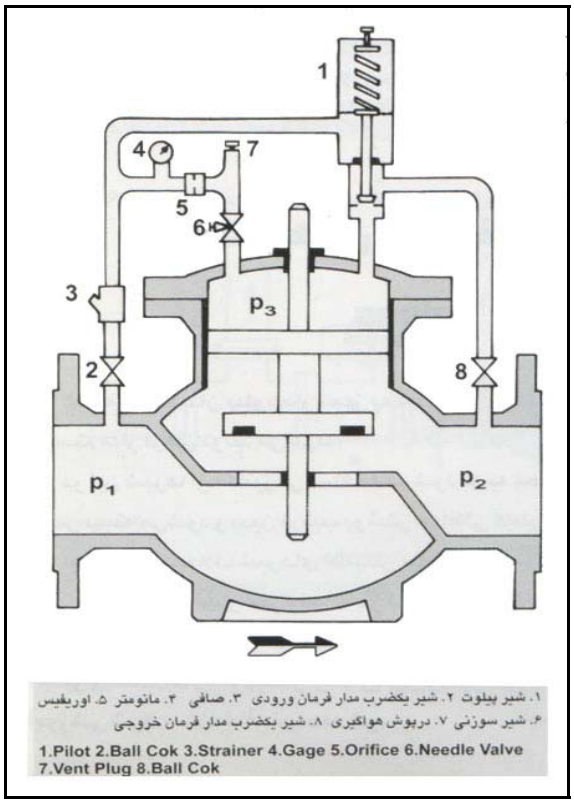
شکل ۴-۲-۱۹ : شیر کنترل پایلوت‌دار با محفظه کنترل مایل

شماره	نام قطعه	جنس
۱	بدنه	چدن داکتیل
۲	درپوش	چدن داکتیل
۳	محور	فولادضدزنگ
۴	سیت رینگ آب‌بندی	فولاد ضد زنگ
۵	نگهدارنده لاستیک آب‌بندی	آلومینیوم- برنز
۶	دیسک	آلومینیوم –برنز
۷	لاستیک آب‌بندی	الاستومر
۸	نگهدارنده دیافراگم	آلومینیوم برنز

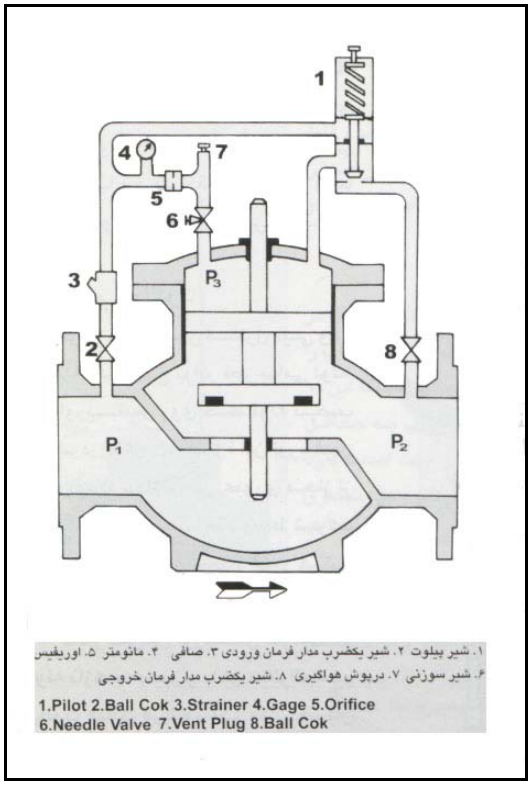
شماره	نام قطعه	جنس
۹	دیافراگم	لاستیک مسلح
۱۰	فنر	استنلس استیل
۱۱	بوش	برنج
۱۲	مهره میل راهنما	استنلس استیل
۱۳	مهره	استنلس استیل
۱۴	پیچ دوسر رزوه	استنلس استیل
۱۵	نشاندهنده وضعیت شیر	برنج



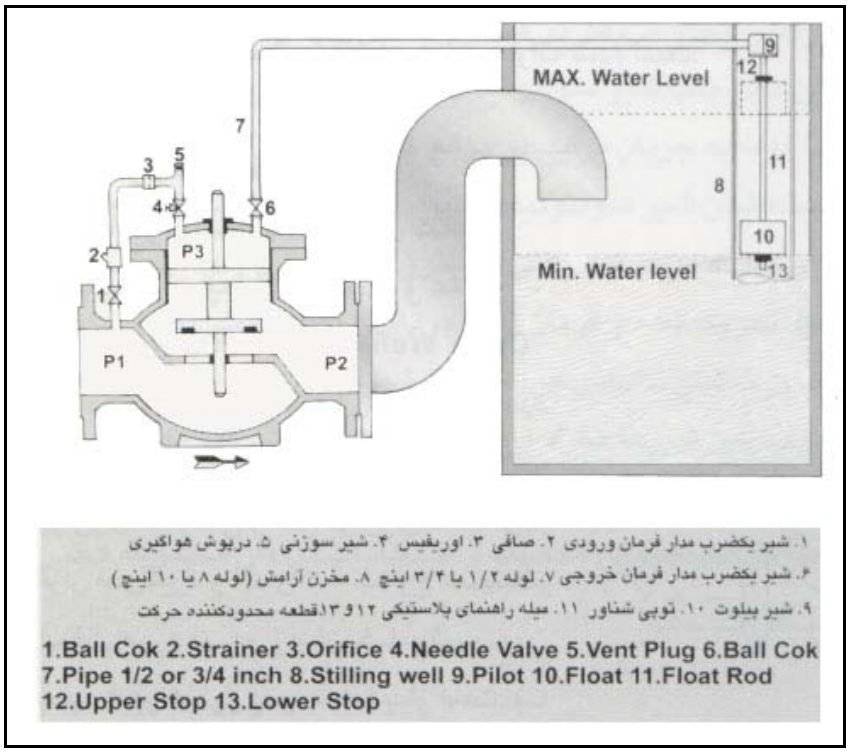
شکل ۴-۲-۲۰ : شیر کنترل پایلوت‌دار مایل با دو محفظه کنترل



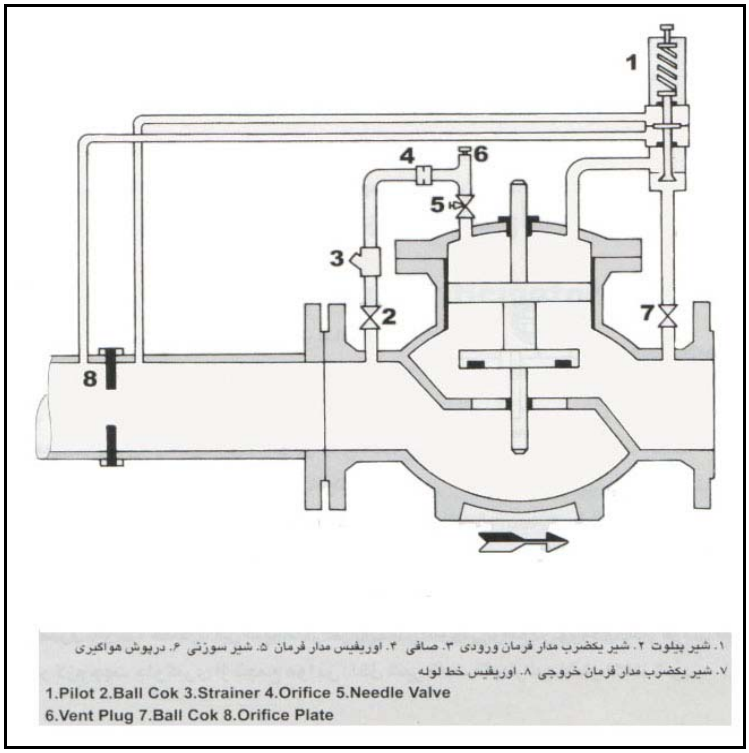
شکل ۴-۲-۲۱ : شیر ثابت نگهدارنده فشار



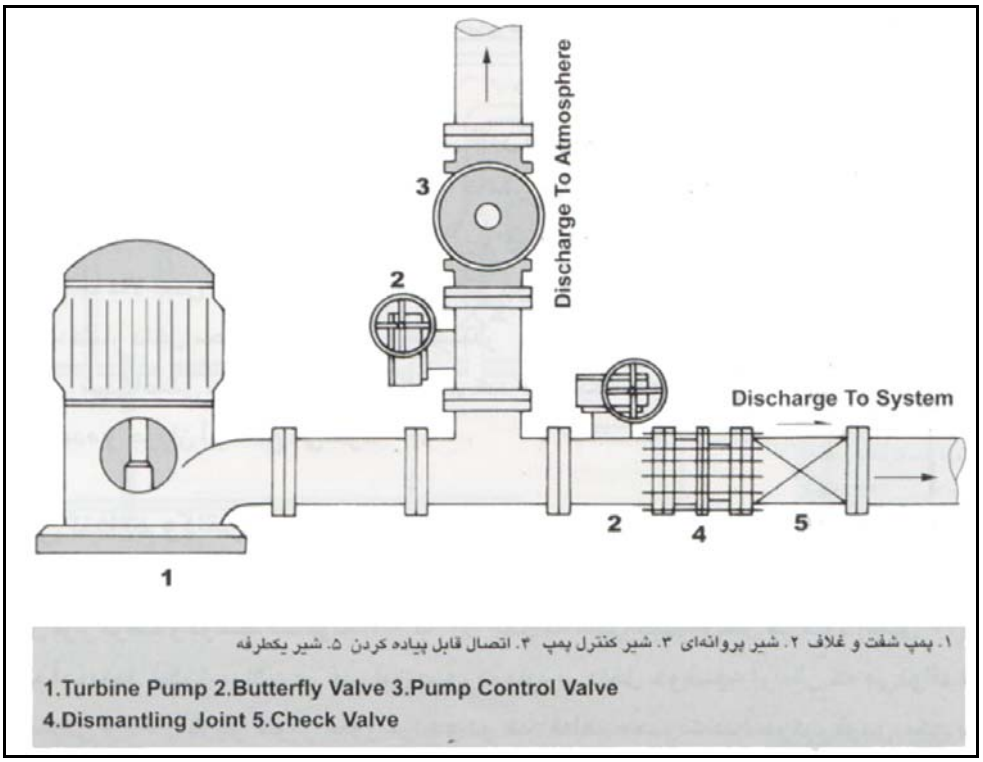
شکل ۴-۲-۲۲ : شیر رهاکننده فشار



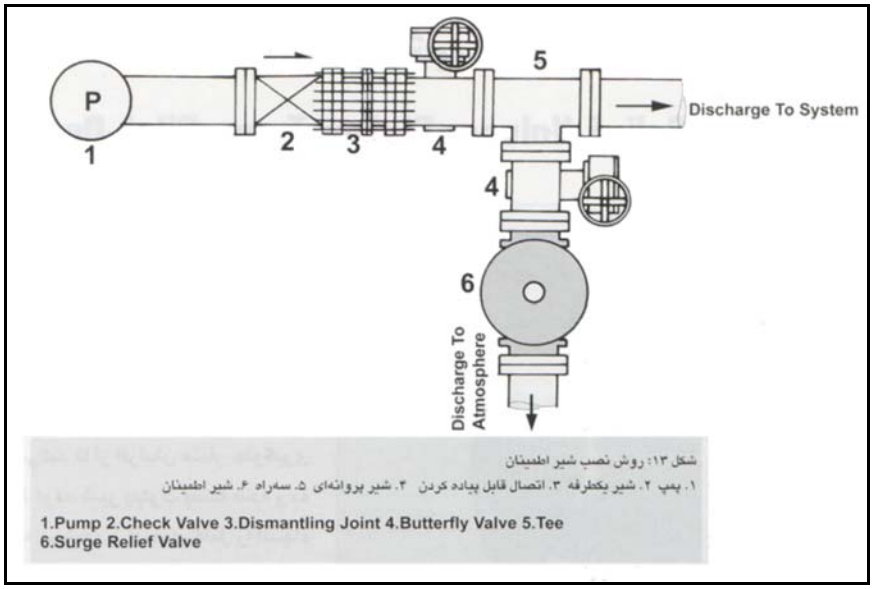
شکل ۴-۲-۲۳ : شیر کنترل سطح آب در مخازن (فلوتر)



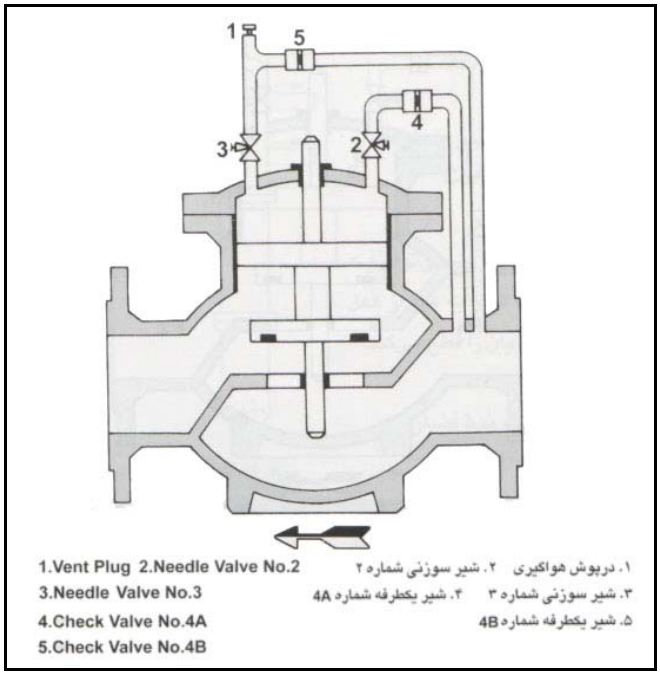
شکل ۴-۲-۲۴ : شیر کنترل سطح آب در مخازن



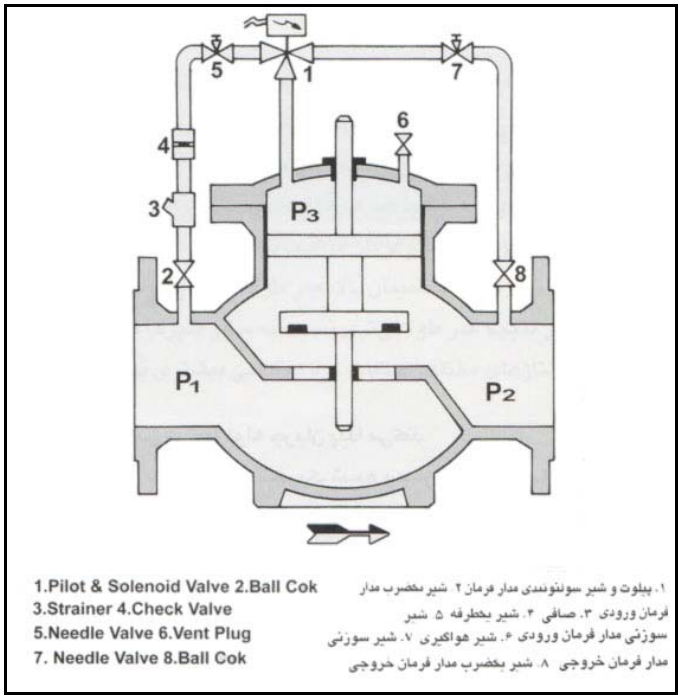
شکل ۴-۲-۲۵ : شیر کنترل پمپ



شکل ۴-۲-۲۶ : شیر اطمینان کاهنده ضربه قوچ



شکل ۴-۲-۲۷ : شیر یکطرفه پایلوت‌دار



شکل ۴-۲-۲۸ : شیر کنترل سولنوئیدی

۴-۲-۳ شیر یکطرفه[1]

۴-۲-۳-۱ کلیات

این مشخصات فنی در برگیرنده اطلاعات فنی عمومی برای نصب شیرهای یکطرفه مورد استفاده در کارهای خطوط انتقال آب، شبکه توزیع آب و طرح‌های تصفیه‌خانه‌ها و تلمبه‌خانه‌های آب و فاضلاب شهری است.

در این مشخصات فنی ضمن ارائه توضیحات عمومی در مورد استانداردها و دستورالعمل‌های ساخت شیر به روشهای اجرای کار، تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی توسط پیمانکار پرداخته می‌شود.

آنچه در این مشخصات به عنوان استانداردهای تولید و ساخت شیرها (قبل از تحویل به پیمانکار) نوشته شده به منظور توجیه و راهنمایی دستگاه اجرایی و کارفرما به هنگام تهیه این شیرها بوده و ارتباطی بـــه عملیات نصب و سایر مندرجات این مشخصات فنی نداشته و منضم به اسناد پیمان تلقی نمی‌شود. مشخصات فنی تکمیلی اضافی به منظور تحویل بارگیری و نصب، آزمایش و راه‌اندازی صحیح توسط پیمانکار حسب مورد در مشخصات طرح درج شده است. علاوه بر آن اشکال و مشخصات ارائه شده در قسمتهای مختلف این مشخصات فنی تنها به عنوان راهنما ارائه و اطلاعات مورد لزوم برای اجرای کامل عملیات توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح داده شده است.

۴-۲-۳-۲ تعاریف

قسمت تعاریف و اصطلاحات متداول در معرفی و شناسایی شیرها به بند (۴-۲-۱-۱-۲) تعاریف شیر قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

۴-۲-۳-۳ تقسیم‌بندی شیر یکطرفه

شیرهای یکطرفه با توجه به محل نصب و نوع کاربرد به شرح زیر دسته‌بندی می‌شوند :

۴-۲-۳-۳-۱ شیر یکطرفه لولایی[2]

این نوع شیر برای جلوگیری از برگشت جریان[3] در انشعاب مشترکین، نقاط خاصی از شبکه‌های حلقوی و حسب مورد تلمبه‌خانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. عملکرد این شیرها به صورت خودکار به وسیله وزن دریچه[4] شیر و چرخش[5] دریچه حول محور شیر عمل بستن و قطع جریان را انجام می‌دهد (شکل شماره ۴-۲-۲۹ و ۴-۲-۳۵).

در قطرهای بزرگ این نوع شیر (معمولاً از DN250 به بالا) به منظور کمک به گشتاور بستن دریچه شیر، اهرم[6] آن به وزنه مجهز می‌شود.

---

[1] Check Valve (Non-Return Valve)
[2] Swing Check Valve
[3] Back Flow Prevention
[4] Disk (Door)
[5] Swinging (Tilting)
[6] Lever (Weight Loaded)

برای کاربرد در اقطار بزرگتر از شیر یکطرفه لولایی مجهز به اهرم و وزنه با شکل بدنه و دریچه مشابه شیر پروانه‌ای (شیر یکطرفه اهرم وزنه ای مدل پروانه‌ای[1] استفاده می‌شود (شکل شماره ۴-۲-۳۰).

۴-۲-۳-۳-۲ شیر خط بند[2]

این نوع شیر به منظور جلوگیری از برگشت هرزاب به داخل شبکه در محل تخلیه[3] شستشوی خطوط شبکه و خط انتقال استفاده می‌شود. روش عملکرد این شیر به صورت وزنی و مانند شیر یکطرفه لولایی است (شکل شماره ۴-۲-۳۱).

۴-۲-۳-۳-۳ شیر یکطرفه بدون ضربه فشاری آب[4]

این نوع شیر با بستن سریع دریچه در هنگام قطع جریان در جهت اصلی از تولید موج فشاری ضربه‌ای در لوله جلوگیری می‌نماید و دارای انواع گوناگون به شرح زیر است :

الف) شیریکطرفه بشقابی فنردار[5] :

در این نوع شیر جریان از زیر دریچه بشقابی به طرف بالا حرکت می‌نماید و با قطع جریان، فنر روی بشقاب بلافاصله شیر را مسدود می‌نماید (شکل شماره ۴-۲-۳۲).

ب) شیر یکطرفه فنردار دو دریچه‌ای[6] :

در این نوع شیر دو دریچه حول محوری که در مرکز شیر قرار گرفته می‌چرخند و با قطع جریان به وسیله نیروی فنر متصل به دریچه‌ها جریان را بلافاصله مسدود می‌نمایند (شکل شماره ۴-۲-۳۳).

پ) شیر یکطرفه روزنه‌ای[7] :

در این نوع شیر با توجه به شکل روزنه‌ای دریچه جریان در هنگام ورود به شیر به دو محفظه روزنه‌ای شکل وارد می‌شود و باتوجه به فاصله بسیار اندک حرکت دریچه در هنگام بسته شدن از تولید موج فشاری و ضربه قوچ جلوگیری نموده و دارای افت فشار بسیار ناچیز است (شکل شماره ۴-۲-۳۴).

ت) شیر یکطرفه سوپاپی[8] :

در این نوع شیر معمولاً جلوگیری از فرار آب توسط وزن دیسک یا فنر و دیسک صورت می‌گیرد و از آن به منظور نگهداری آب در خط مکش به هنگام خاموش بودن تلمبه‌خانه استفاده می‌شود (شکل شماره ۴-۲-۳۶).

---

[1] Tilting Disk Check Valve
[2] Flap Valve
[3] Flush Out (Wash Out)
[4] Non-Slam Valve
[5] Lifting Disk Check Valve
[6] Double Plate (Wafer) Check Valve
[7] Nozzle Check Valve
[8] Foot Valve

۴-۲-۳-۴ استانداردها

این مشخصات فنی شامل تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی است. فهرست استانداردهای معتبر که در ساخت، آزمایش و راه‌اندازی شیرهای یکطرفه مورد استفاده قرار می‌گیرند، در جداول شماره (۴-۲-۹) و (۴-۲-۱۰) پیوست شماره یک این بخش آورده می‌شود.

استانداردهای مربوط به ساخت شیرهای یکطرفه تنها به عنوان راهنما در این مشخصات آورده می‌شود. چنانچه در پاره‌ای از موارد این مشخصات فنی کفایت ننماید، حسب مورد می‌توان به استانداردهای معتبر اشاره شده به ترتیب استاندارد DIN, BSI, ISO و ANSI / AWWA مندرج در جداول مذکور مراجعه نمود.

۴-۲-۳-۵ سایر موارد

به منظور تحویل مصالح، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و راه‌اندازی شیر یکطرفه به بندهای (۴-۲-۱-۱-۵) الی (۴-۲-۱-۱-۸) شیرهای قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

همچنین در مورد نصب شیرهای یکطرفه پیمانکار موظف است هنگام نصب به جهت مشخص شده در روی بدنه شیر توجه نموده و شیر را در جهت صحیح در خط لوله نصب نماید.

پیوست شماره یک

جدول ۴-۲-۹ : استانداردهای عمومی ساخت شیرهای یکطرفه

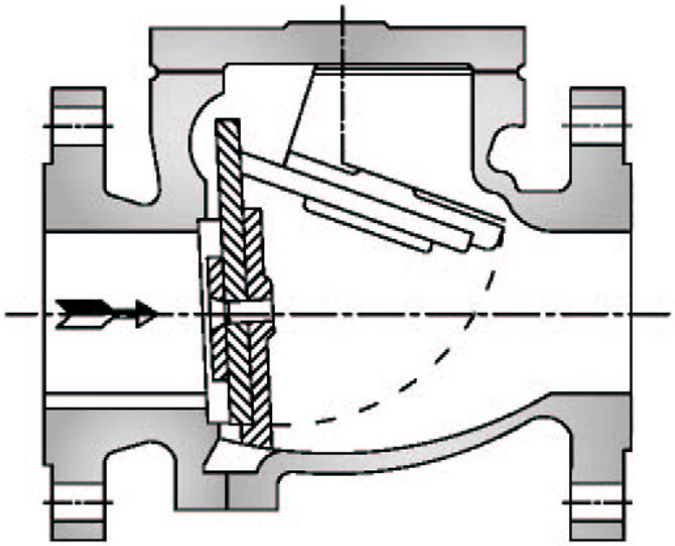
ردیف	نام و شماره استاندارد	عنوان استاندارد
1	BS 5153	Cast Iron Check Valve for General Purposes
2	ANSI/AWWA C506	Backflow Prevention Devices – Reduced Pressure Principle and Double Check Valve Types
3	BS 4504	Circular Flanges for Pipes, Valves and Fittings
4	ANSI/AWWA C508	Single Swing Check Valves for Ordinary Water Works Service
5	ANSI/AWWA C550	Protective Interior Coatings for Valves and Hydrants
6	ANSI B16.1	Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings, Class 25, 125, 250 and 800
7	BS 87101	Spheroid Graphite or Nodular Graphite Cast Iron
8	DIN 2789	Wafer Check Valves
9	DIN 3202	Face – to – Face and Center – to – Face dimensions, Flanged Valves

جدول ۴-۲-۱۰ : استانداردهای مصالح شیر یکطرفه لولایی (شکل ۴-۲-۳۵)

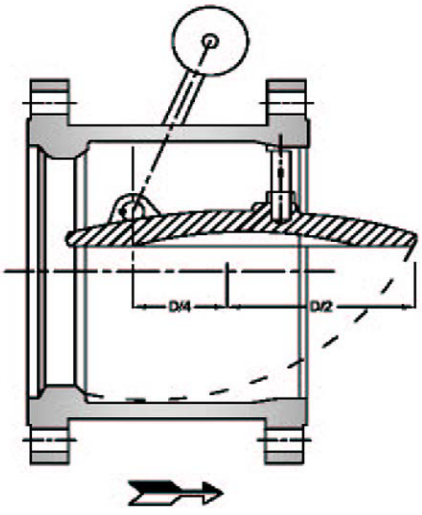
شماره قطعه	نام قطعه / قطعات	استاندارد BS 5153	استاندارد DIN	استاندارد AWWA C508
۱ ۲ ۱۰	بدنه (Body) درپوش (Cover) دریچه (Door)	چدن خاکستری رده بالا (High Grade Cast Iron) – BS 1452 یا چدن داکتیل مطابق BS 2789	چدن خاکستری GG-25 (DIN 1691) یا چدن داکتیل GGG40/50 (DIN 1963)	چدن خاکستری مطابق ASTM A126 Class B یا چدن داکتیل مطابق ASTM A395/A536
۳	بازوی دریچه (Door Lever)	یا چدن داکتیل مطابق BS 2789	چدن داکتیل GGG 40	یا چدن داکتیل مطابق ASTM A395/A536
۴ و ۸	خار لولا (Hinge Pin) خار دریچه (Door Pin)	فولاد ضد زنگ (Stainless Steel) BS 970	فولاد آلیاژ کرم دار (Ferritic Chrome Steel)	برنز مطابق ASTM B154 یا فولاد ضد زنگ مطابق ASTM A276
۵	نوار آب‌بندی کلاهک (Gasket)	براساس مشخصات سازنده	Novatex or Elastomer	Vulcanized Natural Rubber or Stathetic Rubber
۶ ۷	نشیمنگاه دریچه و بدنه (Seats)	Gunmetal acc. Bs 1400	آلیاژ مس و روی Copper-Zinc Alloy (Din 1705)	برنز (Bronze) مطابق ASTM B154
۹ ۱۲	پیچ (Bolt)	پیچ با مقاومت (Tensile Strength 39C N/mm2)	پیچ براساس DIN – ISO 3506	پیچ با مقاومت مندرج در ASTMA 307 با آبکاری کادمیوم یا روی
–	رنگ آمیزی (Paint)	کلیه بخشهای چدنی باید باپوشش مناسب برای مصرف آب آشامیدنی براساس توصیه‌های WHO و ECC محافظت شود	مشابه BS 5153	کلیه سطوح فلزی باید براساس AWWA C550 رنگ آمیزی شود.

پیوست شماره دو

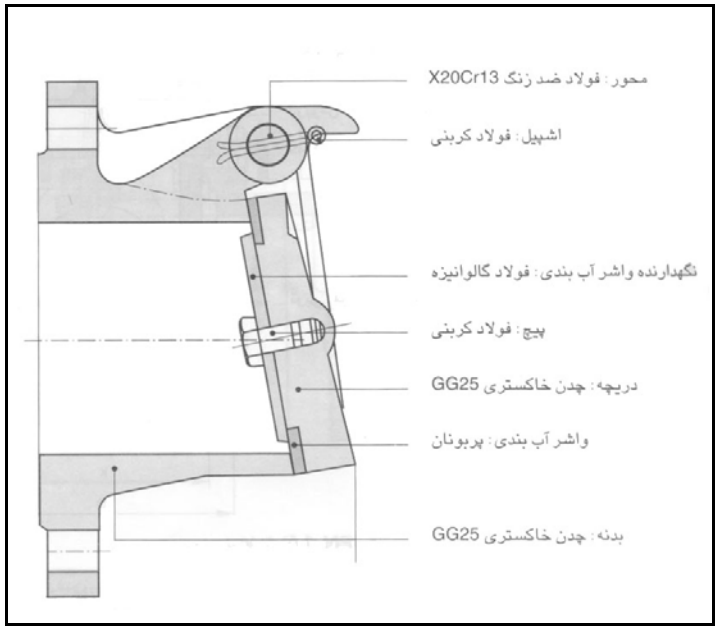
اشکال و جداول



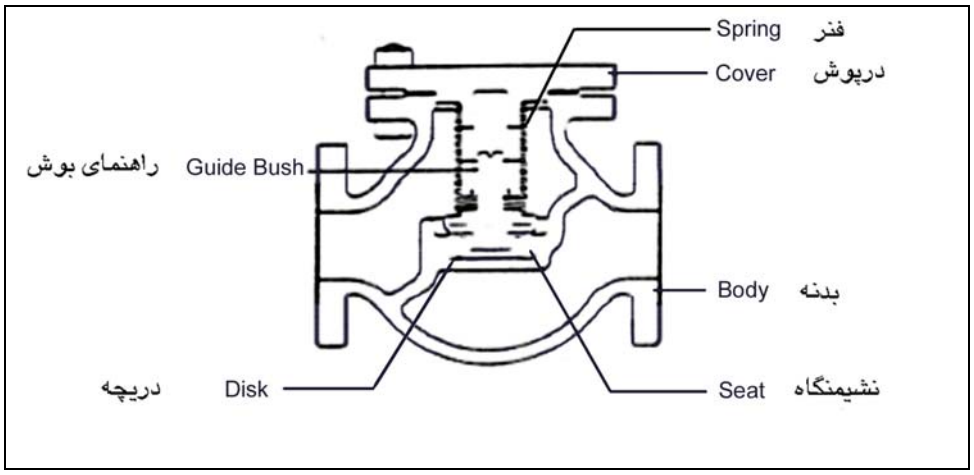
شکل ۴-۲-۲۹ : شیر یکطرفه لولایی



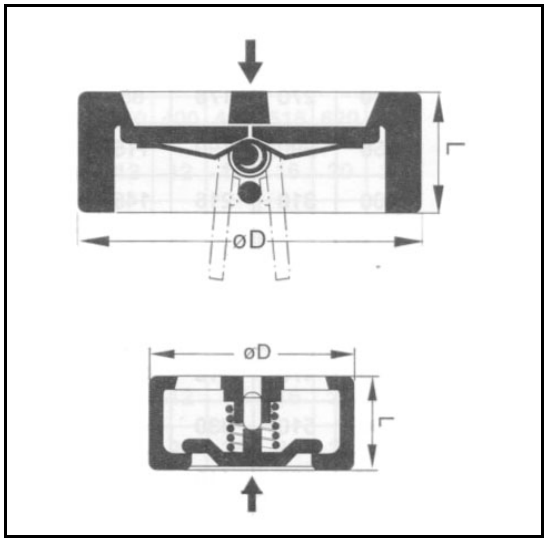
شکل ۴-۲-۳۰ : شیر یکطرفه لولایی اهرم‌دار



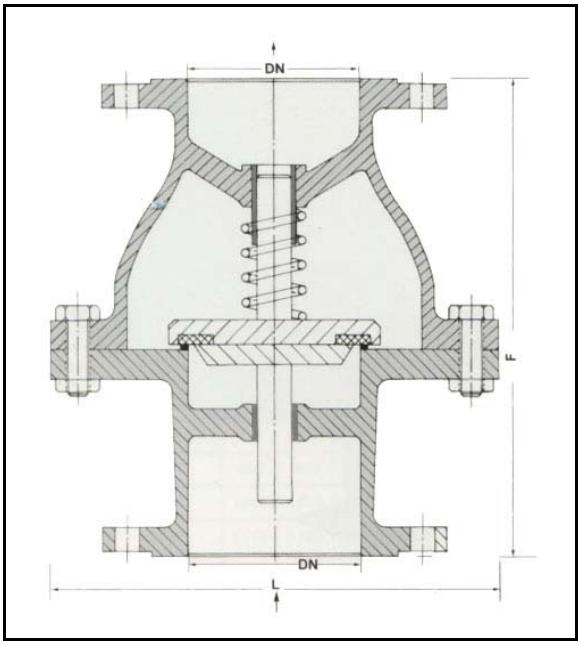
شکل ۴-۲-۳۱ : شیر خط بند



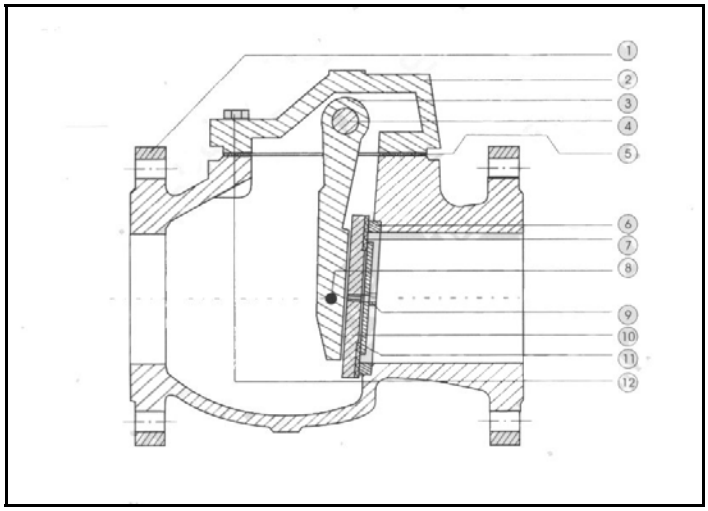
شکل ۴-۲-۳۲ : شیر یکطرفه بشقابی فنردار



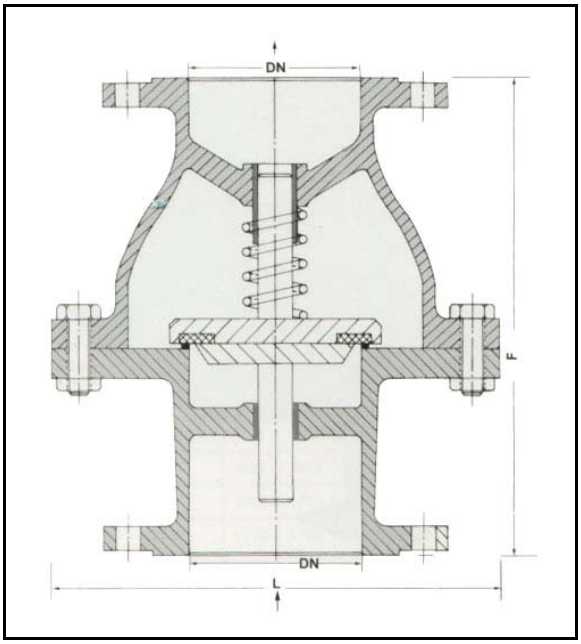
شکل ۴-۲-۳۳ : شیر یکطرفه فنردار دو دریچه‌ای



شکل ۴-۲-۳۴ : شیر یکطرفه روزنه‌ای



شکل ۴-۲-۳۵ : اجزای شیر یکطرفه لولایی (اطلاعات شکل در جدول ۴-۲-۱۰)



شکل ۴-۲-۳۶ : شیر یکطرفه سوپاپی فنردار

۴-۲-۴ شیرهای هواگیری[1]

۴-۲-۴-۱ کلیات

این مشخصات فنی در برگیرنده اطلاعات فنی عمومی برای نصب شیرهای هواگیری مورد استفاده در کارهای خطوط انتقال آب، شبکه توزیع آب و خطوط جمع‌آوری تحت فشار فاضلاب و طرح‌های تصفیه‌خانه‌ها و تلمبه‌خانه‌های آب و فاضلاب شهری است.

در این مشخصات فنی ضمن ارائه توضیحات عمومی در مورد استانداردها و دستورالعمل‌های ساخت شیر به روشهای اجرای کار، تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی توسط پیمانکار پرداخته می‌شود.

آنچه در این مشخصات به عنوان استانداردهای تولید و ساخت شیرها (قبل از تحویل به پیمانکار) نوشته شده به منظور توجیه و راهنمایی دستگاه اجرایی و کارفرما به هنگام تهیه این شیرها بوده و ارتباطی به عملیات نصب و سایر مندرجات این مشخصات فنی نداشته و منضم به اسناد پیمان تلقی نمی‌شود. مشخصات فنی تکمیلی اضافی به منظور تحویل بارگیری و نصب، آزمایش و راه‌اندازی صحیح توسط پیمانکار حسب مورد در مشخصات طرح درج شده است. علاوه بر آن، اشکال و مشخصات ارائه شده در قسمتهای مختلف این مشخصات فنی تنها به عنوان راهنما ارائه و اطلاعات مورد لزوم برای اجرای کامل عملیات توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح داده شده است.

۴-۲-۴-۲ تعاریف

برای تعاریف و اصطلاحات متداول در معرفی و شناسایی شیرها به بخش ۴-۲-۱-۱-۲ تعاریف شیر قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

۴-۲-۴-۳ تقسیم‌بندی شیرهای هواگیری

شیرهای هواگیری باید در بالاترین نقطه خط لوله یا محل تغییر شیب خط لوله، پس از تبدیلها، در پایین‌دست شیر فشار شکن، در خط رانش تلمبه‌خانه‌ها و سایر نقاطی که براساس طراحی مشخص شده با همراهی شیر قطع و وصل یا بدون شیر قطع و وصل برای مصارف زیر نصب گردند:

- به منظور تخلیه هوا از خط لوله به صورت خودکار در زمانی که خط لوله درحال پرشدن از آب است، هوای محبوس در خط لوله با شدت مناسبی از شیر هواگیری خارج می‌شود تا از فشار منفی در مقابل آب ورودی جلوگیری شود.
- به منظور ورود هوا به داخل لوله به صورت خودکار در زمانی که خط لوله در حال تخلیه است. هوا با نسبت مناسبی از طریق شیر هواگیری وارد خط می‌شود تا از پیدایش فشار منفی (خلأ) در داخل لوله جلوگیری شود.
- به منظور تخلیه هوای محبوس درخط لوله به صورت خودکار در طول بهره‌برداری از خط لوله.
- به منظور ورود سریع حجم زیادی از هوا به داخل لوله به صورت خودکار در زمان پدید آمدن ضربه قوچ به منظور جلوگیری از ترکیدن لوله و تأسیسات آن بر اثر ضربه فشاری و خلأ تولیدی ناگهانی.

برای کاربردهای مذکور، تقسیم‌بندی شیرهای هواگیری به شرح زیر است:

---

[1] Air Valve

۴-۲-۴-۳-۱ شیر هواگیری یک روزنه (با روزنه کوچک)[1]

این نوع شیر هواگیری دارای یک روزنه کوچک است. روزنه کوچک برای تخلیه خودکار هوای محبوس شده در طول بهره‌برداری از خط است (شکل شماره ۴-۲-۳۷).

۴-۲-۴-۳-۲ شیر هواگیری یک روزنه (با روزنه بزرگ)[2]

این نوع شیر هواگیری دارای یک روزنه بـــزرگ است. روزنـــــه بزرگ برای امکان تخلیه یا پر کردن خودکار خـط لوله از هوا در زمان تخلیه و یا پر کردن خط لوله از آب است (شکل شماره ۴-۲-۳۸).

۴-۲-۴-۳-۳ شیر هواگیری دو روزنه[3]

این نوع شیر هواگیری دارای دو روزنه است. روزنه بزرگ برای امکان تخلیه یا پرکردن خودکار خط لوله از هوا در زمان تخلیه و یا پرکردن خط لوله از آب عمل می‌نماید. روزنه کوچک برای تخلیه خودکار هوای محبوس شده در طول بهره‌برداری ازخط لوله عمل می‌نمایـــــد (شکل شماره ۴-۲-۳۹).

۴-۲-۴-۳-۴ شیر هواگیری خلأ شکن[4]

این نوع شیر به منظور جلوگیری از ایجاد خلأ ناگهانی در لوله براثر پدیده ضربه قوچ به کار می‌رود و با کمک مکانیزم خاص می‌تواند در مواقع نیاز حجم بسیار زیادی از هوا را به سرعت به داخل خط لوله وارد نماید واز بروز خلأ جلوگیری نماید (شکل شماره ۴-۲-۴۰).

۴-۲-۴-۳-۵ شیر هواگیری خطوط فاضلاب‌رو[5]

این نوع شیر به منظور کاربرد در خطوط لوله تحت فشار انتقال فاضلاب است. ساختمان بدنه شیر به گونه‌ای است که از بروز گرفتگی بر اثر به جای ماندن ذرات معلق فاضلاب در داخل محفظه شیر جلوگیری می‌نماید (شکل شماره ۴-۲-۴۱).

۴-۲-۴-۴ استانداردها

این مشخصات فنی شامل تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی است. فهرست استانداردهای معتبر که در ساخت شیرهای هواگیری مورد استفاده قرار می‌گیرند، در جدول شماره (۴-۲-۱۱) پیوست شماره یک این بخش آورده می‌شود.

استانداردهای مربوط به ساخت شیرهای هواگیری تنها به عنوان راهنما در این مشخصات آورده می‌شود. چنانچه در پاره‌ای از موارد این مشخصات فنی کفایت ننماید، حسب مورد می‌توان به استانداردهای معتبر اشاره شده به ترتیب استانـــــــــــدارد DIN, BSI, ISO و ANSI / AWWA مندرج در جداول مذکور مراجعه نمود.

---

[1] Single Small Orifice Air Valve
[2] Single Large Orifice Air Valve
[3] Double Orifice Air Valve
[4] Vacuum (Siphon) Breaker
[5] Wastewater Air Valve

۴-۲-۴-۵ سایر موارد

به منظور تحویل مصالح، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و راه‌اندازی شیرهای هواگیری به بندهای (۴-۲-۱-۱-۵) الـــــــی (۴-۲-۱-۱-۸) شیرهای قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

توجه شود در مورد نصب شیرهای هواگیری در صورتی که شیر هواگیری دارای مکانیزم قطع دستی داخلی نباشد، یک دستگاه شیر قطع و وصل دستی در مسیر انشعاب نصب شیر هواگیری بر روی خط لوله باید نصب شود.

پیوست شماره یک

جدول ۴-۲-۱۱ : استانداردهای ساخت شیر هواگیری (شکل ۴-۲-۴۲)

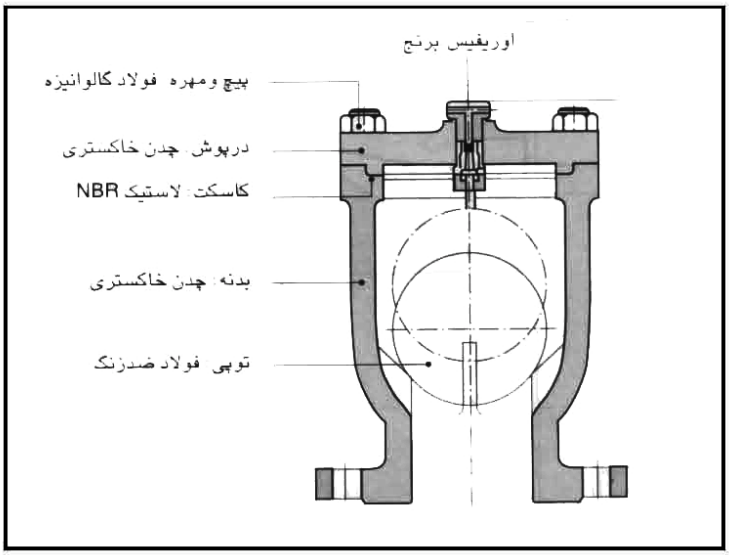
شماره قطعه	نام قطعه / قطعات	استاندارد BS 5153	استاندارد DIN	استاندارد AWWA C508
۱	بدنه (Body)	چدن داکتیل SG 400-15	چدن داکتیل GGG-50 مطابق DIN 1693	چدن خاکستری مطابق ASTM A126 Class B یا چدن داکتیل مطابق ASTM A536 Grade 64-45-12
۲ ۳ ۱۴	کلاهک گاز زدایی (Degassing Bonnet) کلاهک پرکن و تخلیه (Fill/Empt. Bonnet) کلاهک مرکزی (Central Bonnet)	چدن داکتیل SG 400-15 یا چدن خاکستری مطابق BS 1452	چدن خاکستری GG – 25 مطابق DIN 1691 یا چدن داکتیل GGG – 50 DIN 1693	چدن خاکستری ASTM A126,ClassB یا چدن داکتیل مطابق ASTM A536, Grade 65-45-12
۴ ۵ ۱۵ ۲۲	درپوش روزنه کوچک (Cover Small Orifice) درپوش روزنه بزرگ (Cover Large Orifice) جعبه آب‌بند (Bushing Box) پایه شافت (Shutter)	چدن خاکستری BS 1452	چدن خاکستری GG-25 مطابق DIN 1691	چدن خاکستری مطابق ASTM B126, Class B
۶ ۷ ۸ ۱۷ ۲۱	شناور گاز زدایی (Degassing Float) شناور پرکن و تخلیه (Fill/Empt. Float) راهنمای شناور (Float Drive) ساقه شیر (Stem) نوار نگهدارنده (Step Ring)	فولاد ضد زنگ 13% Chrome Stainless Steel برای شناور می‌تواند فولاد با پوشش تفلون باشد EPDM Rubber Encapsulated Steel	فولاد ضد زنگ مطابق DIN 17440 X 5 CRNI 189 (or SS 1-4501)	فولاد ضد زنگ قابلیت تقلیل فشار 1000 PSIG

ادامه جدول ۴-۲-۱۱ : استانداردهای ساخت شیر هواگیری (شکل ۴-۲-۴۲)

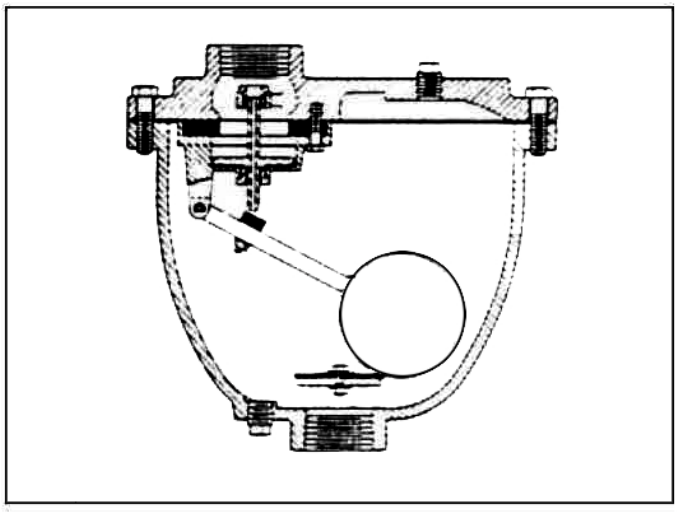
شماره قطعه	نام قطعه / قطعات	استاندارد BS 5153	استاندارد DIN	استاندارد AWWA C508
۹	روزنه خروج گاز (Degassing Nozzle) آلیاژ مس (Copper Alloy)	برنج (Brass)	Viton or Buna – N	Viton or Buna – N
۱۶	بوش با رینگ (Bushing) with O-ring			
۲۰	بوش دنده‌ای (Threaded Bush)			
۲۳	رینگ نشیمنگاه بدنه (Body Seat Ring)			
۱۰	رینگ آببند (O-Ring)	لاستیک (EPDM Rubber)	لاستیک (EPDM Rubber)	مواد لاستیکی عاری از آزبست (Rubber Composition asbestos free)
۱۱	آببند روزنه خروج گاز (Degassing Gasket)			
۱۲	آببندروزنه تخلیه یا پرشدن (Fill/Empt. Gasket)			
۱۸	گردگیر (Dust Retainer)			
۲۴	آببند نشیمنگاه (Gasket)			
۱۳	پیچ (Stud)	فولاد با پوشش روی Class 8-8 Steel Zinc Coated	فولاد گالوانیزه Galvanized Steel	براساس ASTM A307
۱۹	مهره ساقه (Stem Nut)	آلیاژ برنز (Bronze)	آلیاژ مس Copper Alloy	براساس ASTM A307

پیوست شماره دو

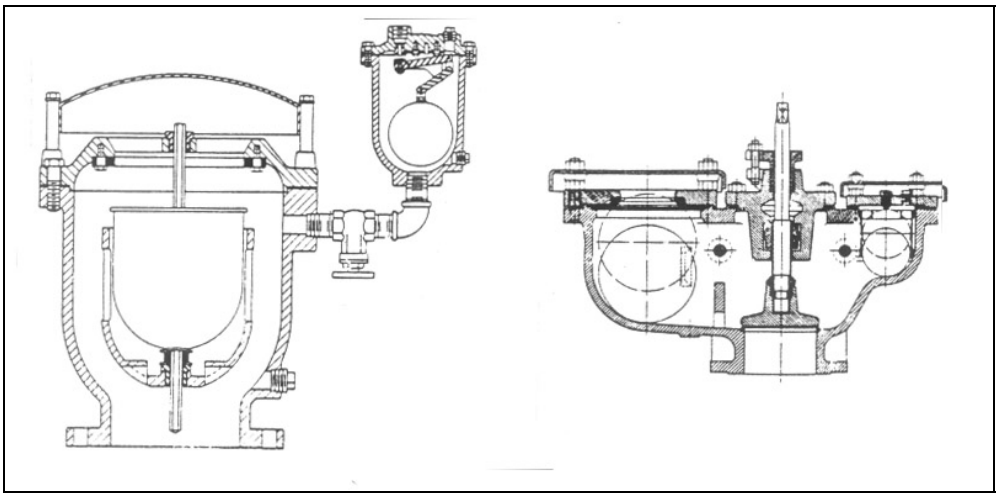
اشکال و جداول



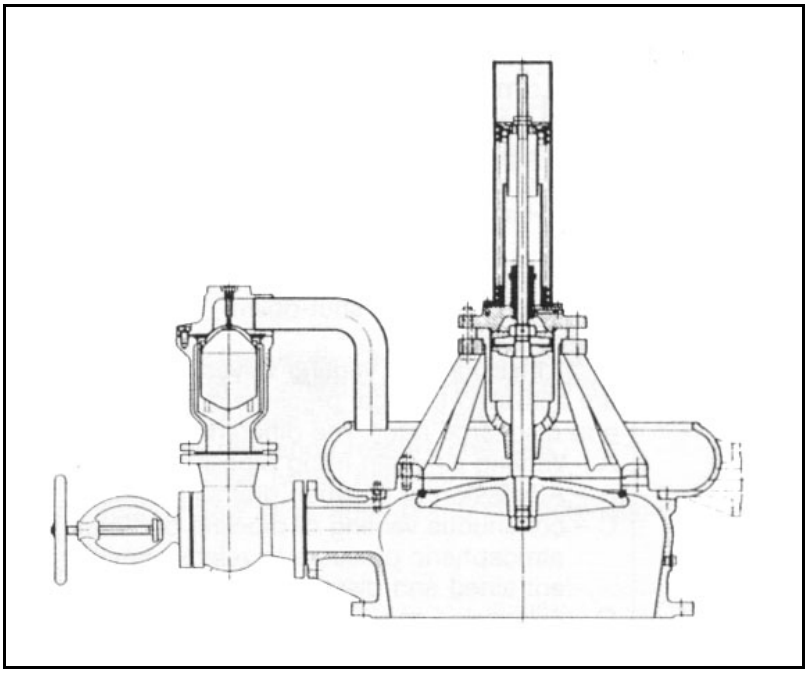
شکل ۴-۲-۳۷ : شیر تخلیه هوای یک روزنه (با روزنه کوچک)



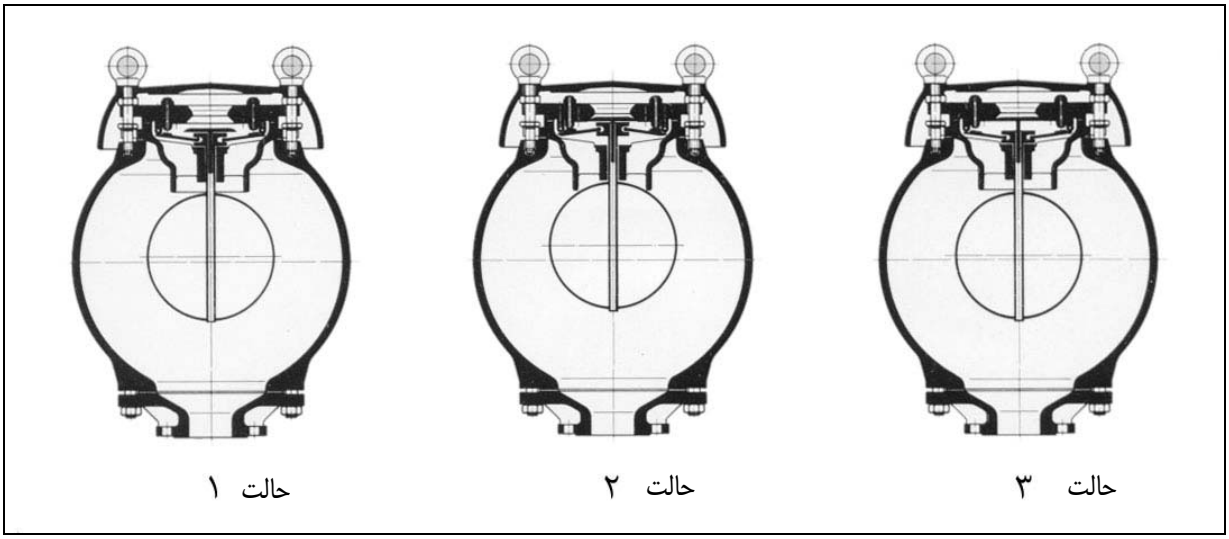
شکل ۴-۲-۳۸ : شیر تخلیه هوای یک روزنه (با روزنه بزرگ)



شکل ۴-۲-۳۹ : شیر تخلیه هوای دو روزنه



شکل ۴-۲-۴۰ : شیر خلأ شکن

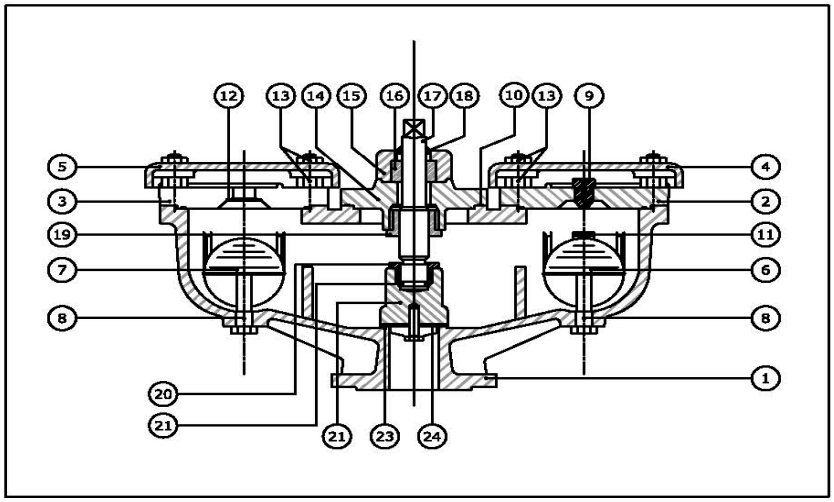


شکل ۴-۲-۴۱ : شیر تخلیه هوای خطوط فاضلاب

حالت ۱- در این حالت گوی شناور بر اثر کاهش سطح آب داخل محفظه در وضعیت پایین قرار دارد و دریچه عبور هوا باز می‌باشد و هوا از طریق روزنه خارج می‌شود.

حالت ۲- پس از خروج هوا، آب وارد محفظه می‌شود و گوی شناور به سمت بالا حرکت می‌کند و با حرکت گوی به سمت بالا دریچه عبور هوا بسته می‌شود تا از خروج آب جلوگیری کند.

حالت ۳- پس از گذشت زمان به تدریج میزان هوای جمع شده در داخل محفظه افزایش می‌یابد و گوی شناور به طرف پایین حرکت می‌کند. در این حالت دریچه عبور هوا همچنان بسته باقی می‌ماند تا زمانی که گوی به منتهی علیه وضعیت پایین برسد و در این حالت مجدداً دریچه هوا باز می‌شود و به شکل حالت ۱ در می‌آید.



شکل ۴-۲-۴۲ : اجزای شیر هواگیری

شماره قطعه	نام قطعه / قطعات	شماره قطعه	نام قطعه / قطعات
۱	بدنه (Body)	۱۳	پیچ (Stud)
۲	کلاهک گاز زدایی (Degassing Bonnet)	۱۴	کلاهک مرکزی (Central Bonnet)
۳	کلاهک پرکن و تخلیه (Fill/Empt. Bonnet)	۱۵	جعبه آب‌بند (Bushing Box)
۴	درپوش روزنه کوچک (Cover Small Orifice)	۱۶	بوش با رینگ (Bushing with O-ring)
۵	درپوش روزنه بزرگ (Cover Large Orifice)	۱۷	ساقه شیر (Stem)
۶	شناور گاز زدایی (Degassing Float)	۱۸	گردگیر (Dust Retainer)
۷	شناور پرکن و تخلیه (Fill/Empty Float)	۱۹	مهره ساقه (Stem Nut)
۸	راهنمای شناور (Float Drive)	۲۰	بوش دنده‌ای (Threaded Bush)
۹	روزنه خروج گاز (Degassing Nozzle)	۲۱	نوار نگهدارنده (Step Ring)
۱۰	رینگ آببند (O-Ring)	۲۲	پایه شافت (Shutter)
۱۱	آببند روزنه خروج گاز (Degassing Gasket)	۲۳	رینگ نشیمنگاه بدنه (Body Seat Ring)
۱۲	آببندروزنه تخلیه یا پرشدن (Fill/Empt. Gasket)	۲۴	آببند نشیمنگاه (Gasket)

۴-۲-۵ شیر آتش‌نشانی[1]

۴-۲-۵-۱ کلیات

این مشخصات فنی در بر گیرنده اطلاعات فنی عمومی برای نصب شیرهای آتش‌نشانی مورد استفاده در شبکه توزیع آب است.

در این مشخصات فنی ضمن ارائه توضیحات عمومی در مورد استانداردها و دستورالعمل‌های ساخت شیر آتش‌نشانی به روشهای اجرای کار، تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی توسط پیمانکار پرداخته می‌شود.

آنچه در این مشخصات به عنوان استانداردهای تولید و ساخت شیر (قبل از تحویل به پیمانکار) ارائه شده به منظور توجیه و راهنمایی دستگاه اجرایی و کارفرما به هنگام تهیه این شیرها بوده و ارتباطی به عملیات نصب و سایر مندرجات این مشخصات فنی نداشته و منضم به اسناد پیمان تلقی نمی‌شود. مشخصات فنی تکمیلی اضافی به منظور تحویل بارگیری و نصب، آزمایش و راه‌اندازی صحیح توسط پیمانکار حسب مورد در مشخصات طرح درج شده است. علاوه بر آن، اشکال و مشخصات ارائه شده در قسمتهای مختلف این مشخصات فنی تنها به عنوان راهنما ارائه و اطلاعات مورد لزوم برای اجرای کامل عملیات توسط مهندس مشاور در مشخصات طرح داده شده است.

۴-۲-۵-۲ تعاریف

برای تعاریف و اصطلاحات متداول در معرفی و شناسایی شیرها به بند (۴-۲-۱-۱-۲) تعاریف شیر قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

۴-۲-۵-۳ تقسیم‌بندی شیر آتش‌نشانی

شیرهای آتش‌نشانی با توجه به محل نصب و نوع شیر به انواع مختلف به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌گردند :

۴-۲-۵-۳-۱ شیر آتش‌نشانی ایستاده با محفظه خشک[2]

این نوع شیر دارای بخش فوقانی خارج از سطح زمین محل نصب است و امکان اتصال مستقیم شیلنگ آتش‌نشانی به خروجی‌های[3] ۲/۵ اینچ یا خروجی ۴ اینچ آن وجود دارد.

محفظه فوقانی این نوع شیر در حالت عادی خشک است و تنها پس از بازکردن شیراصلی در هنگام استفاده از محفظه پر از آب می‌شود. این شیر مجهز به سیستم تخلیه خودکار محفظه است که پس از بستن شیر اصلی عمل تخلیه را انجام می‌دهد. این نوع شیر برای مناطق سرد که امکان یخزدگی آب وجود دارد مناسب است. همچنین این شیر مجهز به مکانیزم ضربه‌گیر[4] بوده و در تصادم وسایل نقلیه مانع خروج آب می‌شود (شکل شماره ۴-۲-۴۳).

---

[1] Fire Hydrant
[2] Standing Post-Dry Barrel Fire Hydrant
[3] Fire Hose
[4] Break away Mechanism

۴-۲-۵-۳-۲ شیر آتش‌نشانی ایستاده با محفظه تر[1]

این نوع شیر همانند شیر قبلی دارای محفظه فوقانی خارج از سطح زمین محل نصب است ولی کل محفظه آن همواره پر از آب است. این نوع شیر آتش‌نشانی دارای شیر اصلی[2] نیست و به جای آن هر کدام از خروجی‌ها[3] دارای شیر جداگانه‌ای هستند.

این شیر نباید در مناطقی که امکان یخ‌زدگی آب وجود دارد نصب شود. همچنین این شیر دارای سیستم محافظت در مقابل ضربه در اثر تصادم وسایل نقلیه را ندارد (شکل شماره ۴-۲-۴۴).

شیرهای آتش‌نشانی ایستاده دارای اتصال نوع فلنجی (DN100) برای ارتباط به شبکه هستند.

۴-۲-۵-۳-۳ شیر آتش‌نشانی زمینی[4]

این نوع شیر به صورت کامل در زیر سطح زمین و در داخل محفظه خاص خود نصب می‌شود. این شیر دارای یک محل اتصال مستقیم شیلنگ آتش‌نشانی و یا پایه شیلنگ[5] (شکل شماره ۴-۲-۴۹) است. همچنین مجهز به شیر قطع و وصل جریان متصل به مجموعه شیر است (شکل شماره ۴-۲-۴۵).

شیرهای آتش‌نشانی زمینی دارای اتصال نوع فلنجی (DN80) برای ارتباط با شبکه هستند.

۴-۲-۵-۴ استانداردها

این مشخصات فنی شامل تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی است. فهرست استانداردهای معتبر که در ساخت و مصالح شیرهای آتش‌نشانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، در جداول شماره (۴-۲-۱۲) و (۴-۲-۱۳) پیوست شماره یک این بخش آورده می‌شود.

استانداردهای مربوط به ساخت شیرهای آتش‌نشانی تنها به عنوان راهنما در این مشخصات آورده می‌شود. چنانچه در پاره‌ای از موارد این مشخصات فنی کفایت ننماید، حسب مورد می‌توان به استانداردهای معتبر اشاره شده به ترتیب استاندارد DIN, BSI, ISO و ANSI / AWWA مندرج در جداول مذکور مراجعه نمود.

۴-۲-۵-۵ سایر موارد

برای موارد کلی تحویل مصالح، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و راه‌اندازی شیرهای آتش‌نشانی به بندهای (۴-۲-۱-۱-۵) الی (۴-۲-۱-۱-۸) شیرهای قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

همچنین موارد زیر در خصوص شیر آتش‌نشانی باید مورد توجه قرار گیرد:

- کلیه شیرهای آتش‌نشانی اعم از زمینی یا ایستاده علاوه بر شیر قطع و وصل اصلی متصل به شیر باید دارای یک شیر قطع و وصل[6] جداگانه باشد تا هنگام نیاز به تعمیرات و یا تعویض شیر آتش‌نشانی امکان قطع جریان وجود داشته باشد (شکل شماره ۴-۲-۴۶).

---

[1] Standing Post-Wet Barrel Fire Hydrant
[2] Main Valve
[3] Nozzle
[4] Under Group (Flushing) Hydrant
[5] Stand Pipe
[6] Additional Hydrant Shut off (Auxiliary Valve)

- توصیه می‌شود شیر قطع و وصل جداگانه یا بلافاصله پس از فلنج شیر آتش‌نشانی متصل شود و یا در فاصله یکسان و از پیش تعیین شده‌ای نسبت به شیر آتش‌نشانی متصل شود تا در مواقع اضطراری امکان دسترسی سریع به شیر وجود داشته باشد.
- محل نصب شیر آتش‌نشانی باید دارای زیرسازی مناسبی باشد تا از نشست شیر جلوگیری شود. استفاده از بلوک بتنی (شکل شماره ۴-۲-۴۷) برای این منظور مناسب است.
- در هنگام اجرای زیرسازی باید در محل تخلیه محفظه شیر مقداری مصالح سنگی درشت‌دانه ریخته شود تا امکان زهکشی وجود داشته باشد.
- در مناطقی که سطح آب زیرزمینی بالاتر از محل تخلیه محفظه شیر آتش‌نشانی ایستاده است از شیر با تخلیه خودکار استفاده می‌شود و تخلیه محفظه شیر پس از هر بار استفاده توسط پمپ دستی صورت می‌پذیرد.
- رنگ‌آمیزی خارجی شیر آتش‌نشانی ایستاده باید به یکی از رنگهای زرد، نارنجی و یا قرمز باشد که هم در روز و هم در شب قابل رؤیت باشد. در استاندارد ایران رنگ قرمز توصیه می‌شود.
- شیر آتش‌نشانی در هنگام آزمایش خط لوله جدید نباید تحت فشار تست خط لوله قرار گیرد و در هنگام تست خط لوله باید توسط شیر قطع و وصل اضافی جریان ورودی به شیر آتش‌نشانی قطع باشد.
- پس از تکمیل آزمایش خط لوله و قبل از خاکریزی باید شیر آتش‌نشانی به شرح زیر مورد تست قرار گیرد.

الف – شیر قطع و وصل باز شود.

ب – شیر اصلی آتش‌نشانی باز شود و پس از پر از آب شدن مجدداً کلیه ورودی و خروجی‌ها بسته شوند.

پ – یکی از درپوشهای اتصال شلنگ برای هواگیری کمی باز شود و سپس بسته شود.

ت – توسط یک پمپ فشار تست لازم (BSI: 16bar, AWWA:1000hpa) با اتصال به یکی از محلهای اتصال شیلنگ به شیرآتش‌نشانی اعمال شود.

ث – در هنگام تست هیدرواستاتیک کلیه درپوشها، فلنجها و بدنه شیراصلی از نظر آب‌بندی بازرسی شود و در صورت وجود نشتی قطعه مورد نظر ترمیم یا تعویض شود.

ج – به منظور بازرسی عملکرد شیر تخلیه باید کف یک دست را بر روی یکی از محلهای اتصال شیلنگ قرار داد و در صورت احساس مکش (خلأ) ناشی از تخلیه آب می‌توان از عملکرد صحیح شیر تخلیه اطمینان حاصل کرد.

پس از تکمیل مرحله نشت، خاکریزی انجام می‌شود و مجدداً شیر آتش‌نشانی باید به آب خط لوله متصل شود تا در صورت وجود مواد خارجی در محفظه با جریان آب تخلیه شود.

- درپوشهای اتصال شیلنگ باید در حدی محکم گردند که امکان باز کردن مجدد آنها به وسیله دست و بدون ابزار وجود داشته باشد.

پیوست شماره یک

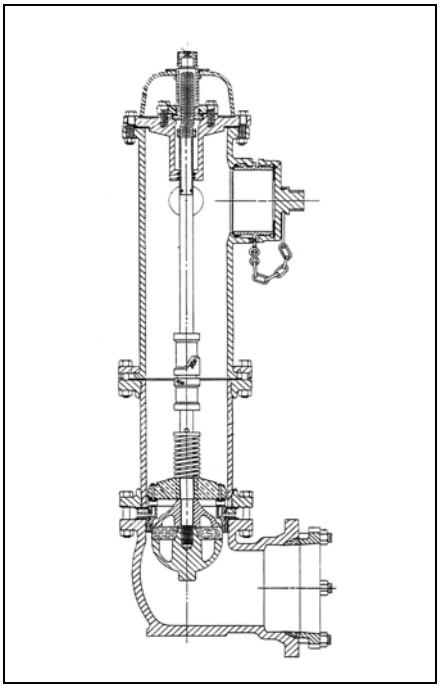
جدول ۴-۲-۱۲ : فهرست استانداردهای مورد استفاده در ساخت شیرهای آتش‌نشانی

ردیف	نام و شماره استاندارد	عنوان استاندارد
1	BS750	Under ground fire hydrant and surface box and covers
2	AWWA C502	Dry – Barrel Fire Hydrant
3	AWWA C503	Wet – Barrel Fire Hydrant
4	AWWA M17	Installation, field testing and Maintenance of Fire Hydrant
5	NFPA 194	Screw Threads and Gaskets for Fire Hose Connections
6	DIN 3221	Underground Hydrant PN16
7	DIN 3222	Stand post Hydrant PN16
8	DIN 4055	Surface Boxes for Underground Hydrants
9	DIN 4056	Instruction Plates for Water for Fire-Fighting and for Fire-Fighting Devices
10	DVGW-Worksheet W331	Hydrants
11	DVGW-Worksheet W405	Provision of Water for Fire Fighting Through the Public Drinking – Water Supply
12	DIN 14375	Stand Pipe PN16

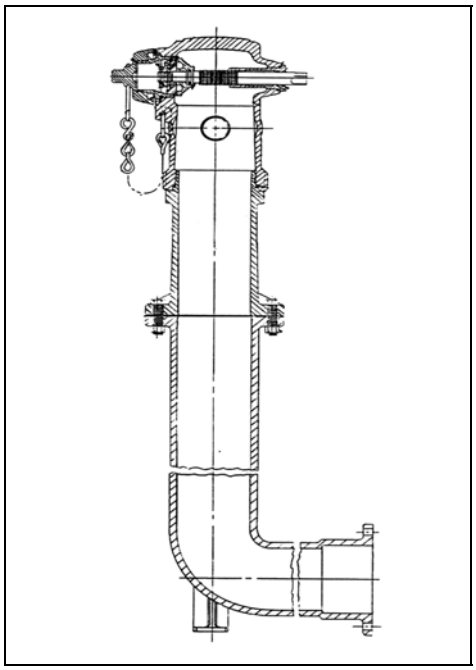
جدول ۴-۲-۱۳ : فهرست استانداردهای مورد استفاده مصالح شیرهای آتش‌نشانی

ردیف	نام قطعه / قطعات	استاندارد BS 750	استاندارد AWWA C502
۱	بدنه، درپوش، شیرداخلی Body, Cover, Internal Valve, Cap	چدن خاکستری یا چدن نشکن BS 2789	چدن خاکستری مطابق ANSI/AWWA C110 یا چدن داکتیل مطابق ANSI/AWWA C110
۲	محور Spindle (Stem)	فولاد مطابق SS BS 970 : 431529	فولاد مطابق ASTM A 575/576
۳	نوار نشیمنگاه و مهره شیر (Seat Ring & Valve nut)	GM 1400 L62C	برنز براساس ASTM یا CDA
۴	اتصال خروجی شیلنگ Outlet Piece (Nozzle)	برنز	برنز ASTM B154
۵	آب‌بند شیر (Valve Face)	لاستیک Nitrite Rubber Moulded to internal Valve	لاستیک، چرم یا Balata
۶	درپوش شیر Outlet Cap & Strap	پلاستیک Polypropylene	جنس مناسب با اتصال خروجی شلنگ
۷	آب‌بند محور Stem Seal	O – Ring	ASTM D2000
۸	فلنج اتصال ورودی Inlet Flange	DN 80/DN100 BS 4772	AWWA Flange

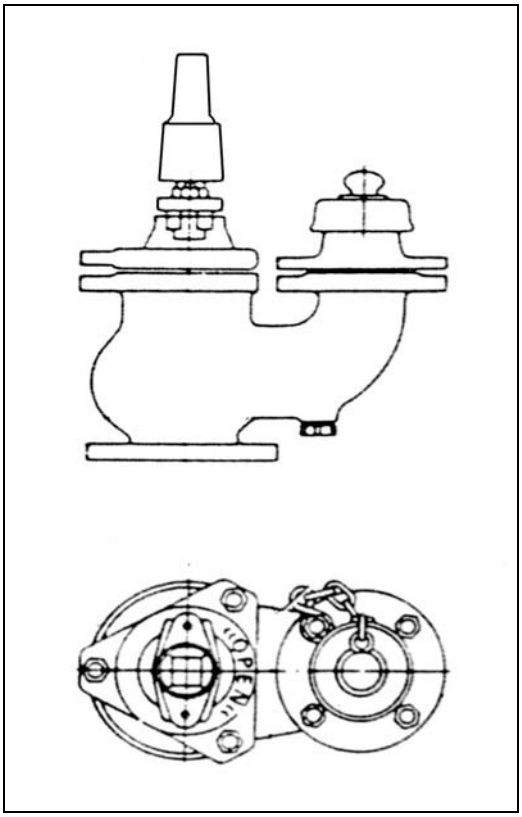
پیوست شماره دو
اشکال و جداول



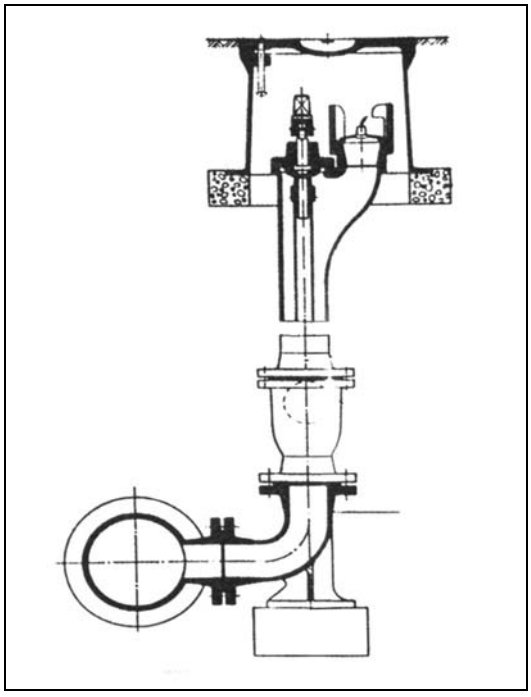
شکل ۴-۲-۴۳ : شیر آتش‌نشانی ایستاده با محفظه خشک



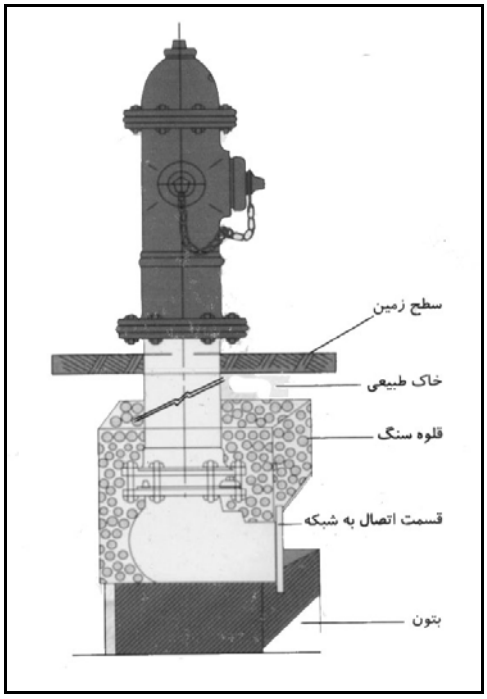
شکل ۴-۲-۴۴ : شیر آتش‌نشانی ایستاده با محفظه تر



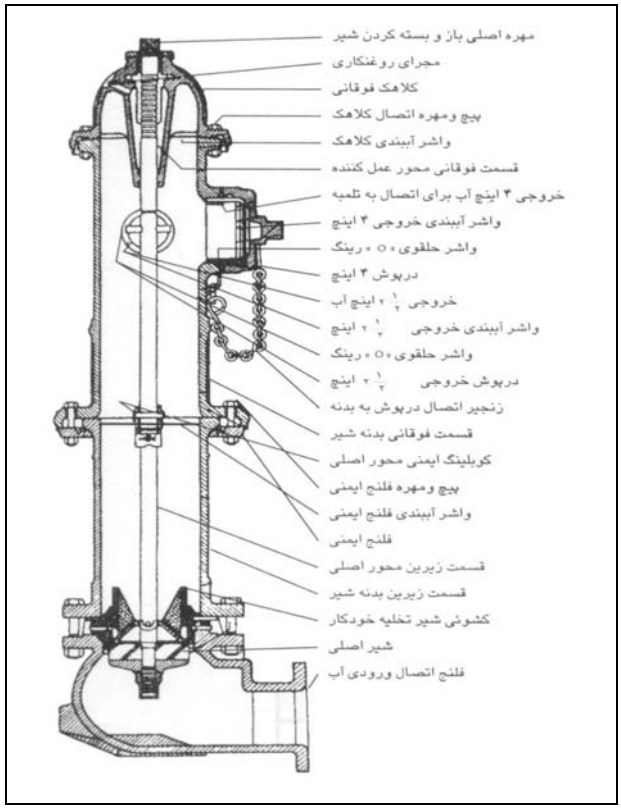
شکل ۴-۲-۴۵ : شیر آتش‌نشانی زمینی



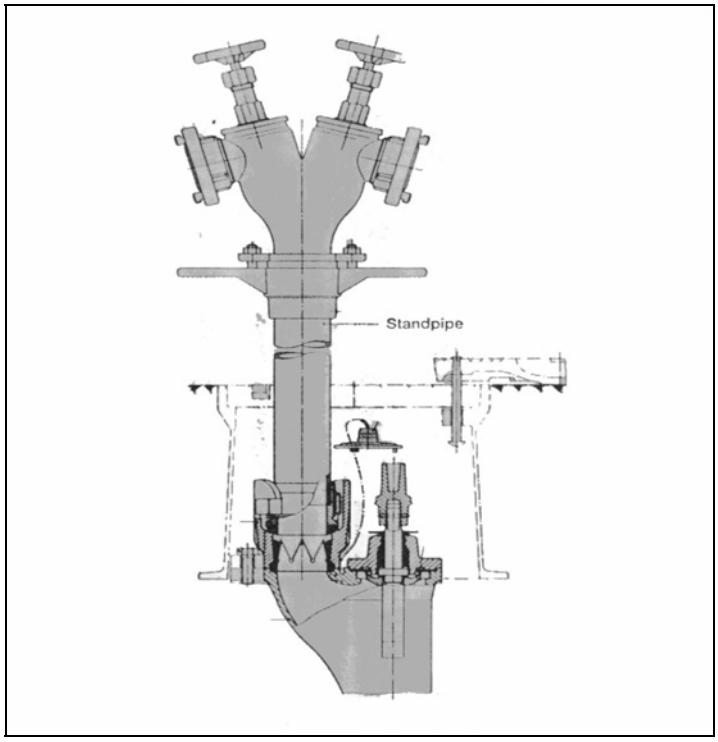
شکل ۴-۲-۴۶ : شمای نصب شیر آتش‌نشانی زمینی



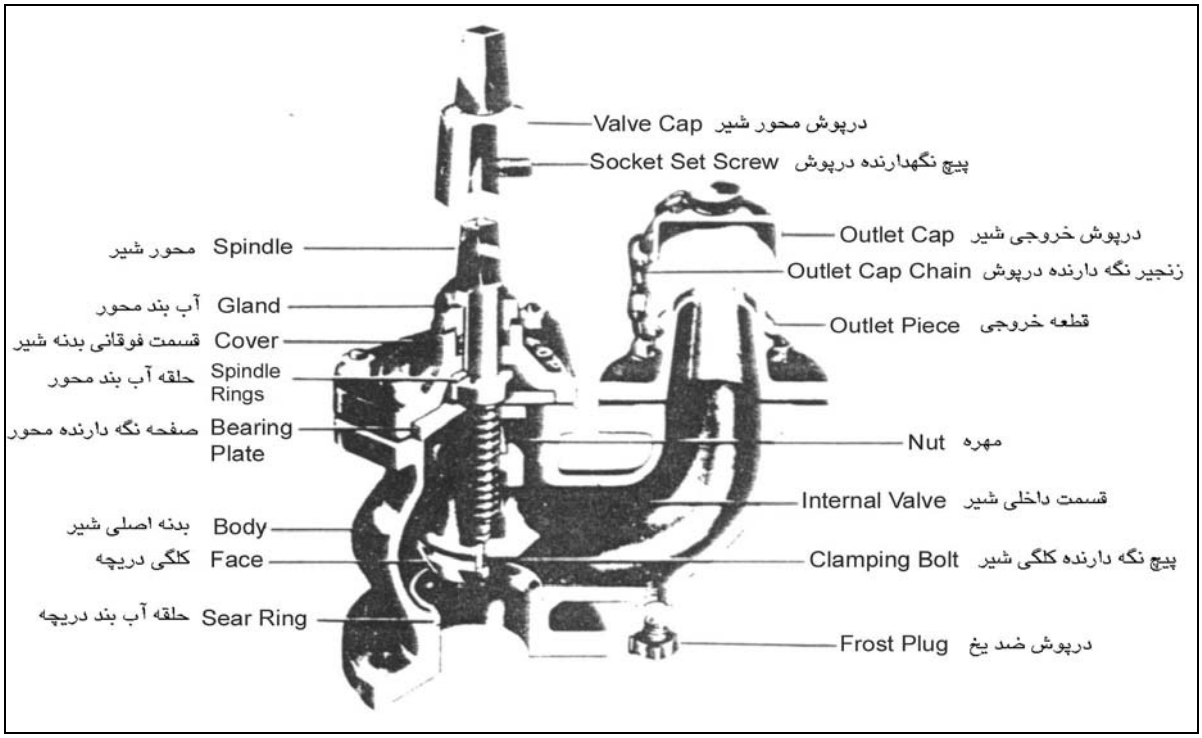
شکل ۴-۲-۴۷ : شمای نصب شیر آتش‌نشانی ایستاده



شکل ۴-۲-۴۸ : اجزای شیر آتش‌نشانی ایستاده



شکل ۴-۲-۴۹ : پایه اتصال شیلنگ به شیر آتش‌نشانی زمینی



شکل ۴-۲-۵۰ : اجزای شیر آتش‌نشانی زمینی

۴-۲-۶ اندازه‌گیرهای جریان[1]

۴-۲-۶-۱ کلیات

این مشخصات فنی در برگیرنده اطلاعات فنی عمومی برای نصب اندازه‌گیرهای جریان مورد استفاده در خطوط انتقال آب، شبکه توزیع تلمبه‌خانه‌ها و تصفیه‌خانه‌های آب است.

در این مشخصات فنی ضمن ارائه توضیحات عمومی در مورد استانداردها و دستورالعمل‌های ساخت اندازه‌گیرهای جریان به روشهای اجرای کار، تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی توسط پیمانکار پرداخته می‌شود.

آنچه در این مشخصات به عنوان استانداردهای تولید و ساخت اندازه‌گیرهای جریان (قبل از تحویل به پیمانکار) مندرج شده به منظور توجیه و راهنمایی دستگاه اجرایی و کارفرما به هنگام تهیه این شیرها بوده و ارتباطی به عملیات نصب و سایر مندرجات این مشخصات فنی نداشته و منضم به اسناد پیمان تلقی نمی‌شود. مشخصات فنی تکمیلی اضافی به منظور تحویل بارگیری و نصب، آزمایش و راه‌اندازی صحیح توسط پیمانکار حسب مورد در مشخصات طرح درج شده است. علاوه بر آن، اشکال و مشخصات ارائه شده در قسمتهای مختلف این مشخصات فنی تنها به عنوان راهنما ارائه و اطلاعات مورد لزوم برای اجرای کامل عملیات توسط پیمانکار در مشخصات طرح داده شده‌است.

۴-۲-۶-۲ تعاریف

برای تعاریف و اصطلاحات متداول در معرفی و شناسایی اندازه‌گیرهای جریان به بند (۴-۲-۱-۱-۲) تعاریف شیر قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

۴-۲-۶-۳ تقسیم‌بندی اندازه‌گیرهای جریان

هر دستگاه اندازه‌گیر از دو قسمت مجزا تشکیل می‌شود. یک قسمت به عنوان بخش اصلی، اندازه گیری سرعت، بده، حجم یا مقدار سیال را عهده‌دار است و دیگری شماره و یا اندازه را که از روی شاخص‌های سرعت، بده، حجم یا مقدار سیال در حال گذر اندازه‌گیری می‌نماید. اندازه‌گیرهای جریان با توجه به نحوه عملکرد و ساختمان آن براساس استانداردهای (AWWA M6.M33)، به انواع زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

روش دیگر تقسیم‌بندی متداول برای اطلاع در پیوست شماره سه این قسمت ارائه می‌شود.

۴-۲-۶-۳-۱ اندازه‌گیرهای با جابجایی مثبت[2] (کنتور حجمی)[3]

این نوع اندازه‌گیر جریان متداول‌ترین نوع برای نصب در انشعاب مشترکین است. این نوع اندازه‌گیرها شامل یک محفظه اندازه‌گیری با حجم مشخص است که حجم آب عبوری را به وسیله یک پیستون (شکل شماره ۴-۲-۵۱) یا دیسک اندازه‌گیری می‌نماید (شکل شماره ۴-۲-۵۲).

---

[1] Flow Meters
[2] Positive Displacement Meter
[3] Bulk Meter

کنتورهای حجمی در محدوده قطر نامی $\frac{5}{8}$ تا 2 اینچ و برای نصب به روی انشعابات مصارف خانگی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع کنتورها نسبت به کنتورهای سرعتی از دقت بیشتری برخوردارند، ولی نسبت به املاح موجود در آب حساس‌تـــرند و امکان توقف کنتور بر اثر وجود املاح است.

مزیت این نوع کنتور حساسیت بالا در جریانهای کم و دقت بالا در مقابل تغییرات جریان است.

۴-۲-۶-۳-۲ اندازه‌گیرهای جریان مرکب[1]

کنتورهای مرکب برای اقطار بزرگتر از کنتورهای حجمی و برای مصارف تجاری که تغییرات جریان زیاد دارند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این نوع کنتورها شامل سه بخش، اندازه‌گیر توربینی[2]، اندازه‌گیر با جابجایی مثبت و شیر خودکار است که همگی در یک بدنه قرار دارند (شکل شماره ۴-۲-۵۳). در زمانی که جریان زیادی از کنتور عبور می‌نماید شیر خودکار باز است و جریان از بخش توربینی کنتور عبور می‌نماید. در زمانی که مصرف کم است شیر خودکار بسته می‌شود و جریان از بخش با جابجایی مثبت عبور می‌نماید. بدین ترتیب امکان اندازه‌گیری دقیق جریان‌های زیاد و کم وجود دارد.

کنتورهای مرکب می‌تواند دارای یک نشانگر[3] یا دو نشانگر مجزا برای دو کنتور باشد.

۴-۲-۶-۳-۳ کنتور نوع جریانی[4]

این نوع کنتور برای مصرف کنندگان بزرگ مانند کارخانجات که در کلیه زمانها حداقل مصرفی دارند و این حداقل مصرف در دقت حد پایین دستگاه قرار دارد، قابل استفاده است. این نوع کنتورها که به کنتورهای اندازه‌گیری سرعت جریان معروف هستند، عموماً برای خطوط لوله DN80 و یا بزرگتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و عموماً به سه نوع توربینی، افشانکی[5] و پروانه‌ای[6] تقسیم‌بندی می‌شود.

۴-۲-۶-۳-۴ کنتور مصارف آتش‌نشانی[7]

این نوع کنتور برای مصرف کنندگانی که علاوه بر مصرف عادی دارای مصارف ناگهانی بالا برای اطفای حریق است مورد مصرف قرار می‌گیرد. کنتور شامل یک شیر یکطرفه وزنه‌ای در خط اصلی است که در حالت مصرف عادی بسته است. در مسیر کنارگذر یک کنتور حجمی نصب شده که مصارف عادی را اندازه‌گیری می‌نماید. در زمانی که مصرف اطفای حریق مورد نیاز می‌شود، شیر یکطرفه براثر افت فشار خط کاملاً باز می‌شود و جریان از خط اصلی عبور نموده و اندازه‌گیری می‌شود (شکل شماره ۴-۲-۵۴).

---

[1] Compound Meter
[2] Turbine Meter
[3] Register
[4] Current Meters
[5] Multi-Jet Meter
[6] Propeller Meter
[7] Fire-Service (Detector-Check) Meter

۴-۲-۶-۳-۵ کنتور تناسبی[1]

این نوع کنتور در خط اصلی دارای روزنه‌ای برای ایجاد مانع[2] به منظور انحراف بخشی از آب به یک خط کنارگذر که در آن کنتور توربینی و یا با جابجایی مثبت نصب شده، می‌باشد. میزان جریان منحرف شده به خط کنارگذر متناسب با جریان خط اصلی است (شکل شماره ۴-۲-۵۵).

۴-۲-۶-۳-۶ اندازه‌گیر جریان وانتوری[3]

این نوع اندازه‌گیرها شامل لوله‌ای هستند که در میان آن گلوگاهی[4] تعبیه شده و براثر افزایش سرعت براساس قانون برنولی فشار در گلوگاه کاهش یافته که متناسب با مجذور سرعت است. با استفاده از ابزار دقیق مکانیکی و یا الکترونیکی اختلاف فشار گلوگاه و خط لوله اندازه‌گیری شده و از این اختلاف فشار سرعت و در نتیجه جریان قابل اندازه‌گیـــری است (شکل شماره ۴-۲-۵۶).

۴-۲-۶-۳-۷ اندازه‌گیر جریان روزنه‌ای[5]

عملکرد این نوع اندازه‌گیر مشابه اندازه‌گیر وانتوری است ولی به جای گلوگاه از یک تیغه که در مرکز آن روزنه‌ای تعبیه شده، استفـــاده می‌شود (شکل شـــــماره ۴-۲-۵۷).

۴-۲-۶-۳-۸ اندازه‌گیر جریان مغناطیسی[6]

این نوع اندازه‌گیرها به وسیله جریان الکتریکی القایی[7] ایجاد شده براثر عبور جریان آب از میدان آهن‌ربایی داخل اندازه‌گیر که میزان جریان الکتریکی القایی متناسب با جریان آب عبوری است، عمل می‌نماید. از مزایای این سیستم عدم وجود اجزای متحرک[8] در تماس با جریان و نیز دقت بالای اندازه‌گیری جریان است.

کنتورهای الکترومغناطیس نوع فلنجی برای اقطار متوسط خط لوله و نیز نوع قلمی (میله‌ای)[9] برای اقطار متوسط یا اقطار بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل شماره۴-۲-۵۸).

۴-۲-۶-۳-۹ اندازه‌گیر جریان فراصوتی[10]

در این نوع اندازه‌گیر در اطراف لوله فرستنده و گیرنده‌های صوتی قرار دارند که به صورت متمایل نسبت به یکدیگر نصب می‌گردند و با ارسال پالس صوتی براثر پدیده دوپلر[11] فرکانس صوت دریافتی توسط دریافت کننده با تغییرات سرعت جریان آب تغییر می‌نماید و حس کننـــــده صوتی میزان جریان آب را از تغییرات فرکانس صوت اندازه‌گیر می‌نماید (شکل شماره ۴-۲-۵۹).

---

[1] Proportional Meters
[2] Restriction Orifice
[3] Ventury Meters
[4] Throat
[5] Orifice Meter
[6] Magnetic Meters
[7] Induced Current
[8] Moving (Dynamic) Ports
[9] Insertion Type
[10] Ultra Sonic Meters
[11] Doppler Effect

۴-۲-۶-۴ استانداردها

این مشخصات فنی شامل تحویل، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و آزمایش‌های پس از نصب و راه‌اندازی است. فهرست استانداردهای معتبر که در ساخت شیرهای کنترل جریان و فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند، در جدول شماره (۴-۲-۱۴) پیوست شماره یک این بخش آورده می‌شود.

استانداردهای مربوط به ساخت شیرهای آتش‌نشانی تنها به عنوان راهنما در این مشخصات آورده می‌شود. چنانچه در پاره‌ای از موارد این مشخصات فنی کفایت ننماید، حسب مورد می‌توان به استانداردهای معتبر اشاره شده به ترتیب استاندارد DIN, BSI, ISO و ANSI / AWWA مندرج در جداول مذکور مراجعه نمود.

۴-۲-۶-۵ سایر موارد

به منظور موارد کلی تحویل مصالح، حمل، نگهداری، نصب، بازرسی و راه‌اندازی شیرهای آتش‌نشانی به بندهای ۴-۲-۱-۱-۵ الی ۴-۲-۱-۱-۸ شیرهای قطع و وصل پروانه‌ای مراجعه شود.

در خصوص روش نصب و راه‌اندازی و تست شیرهای کنترل فشار و جریان پیمانکار موظف است براساس دستورالعمل سازنده شیر و مندرجات مشخصات طرح عملیات مذکور را به انجام رساند.

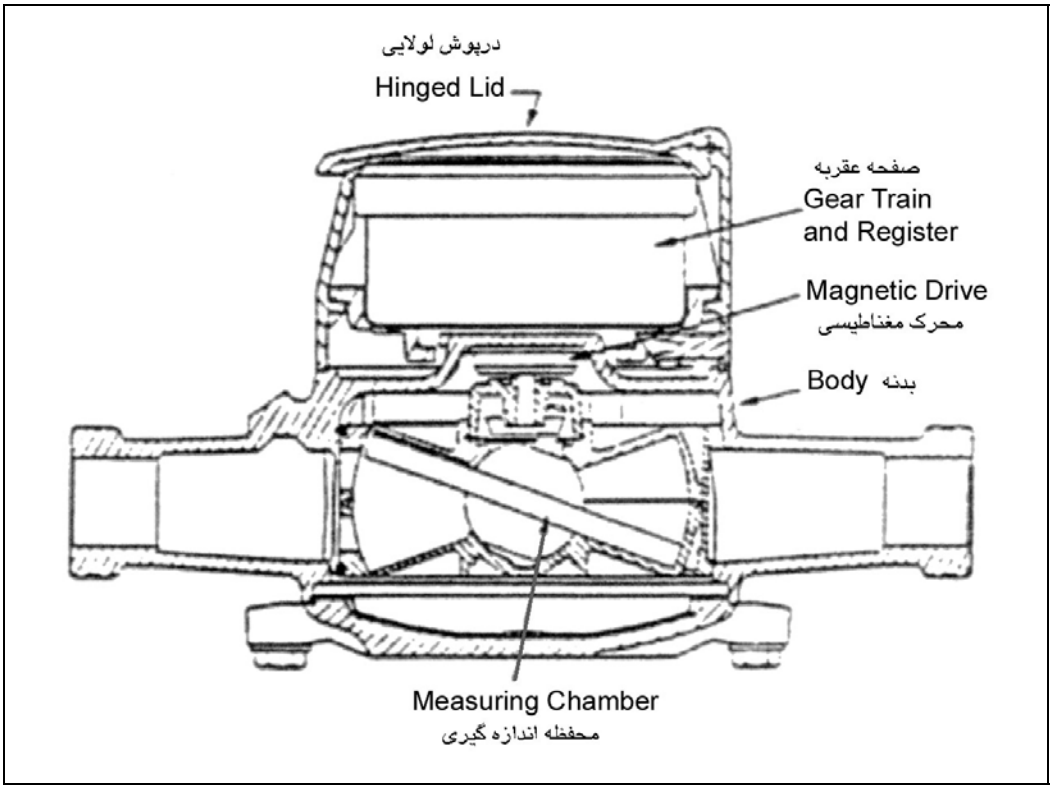
پیوست شماره یک

جدول ۴-۲-۱۴ : فهرست استانداردهای ساخت اندازه‌گیرهای جریان

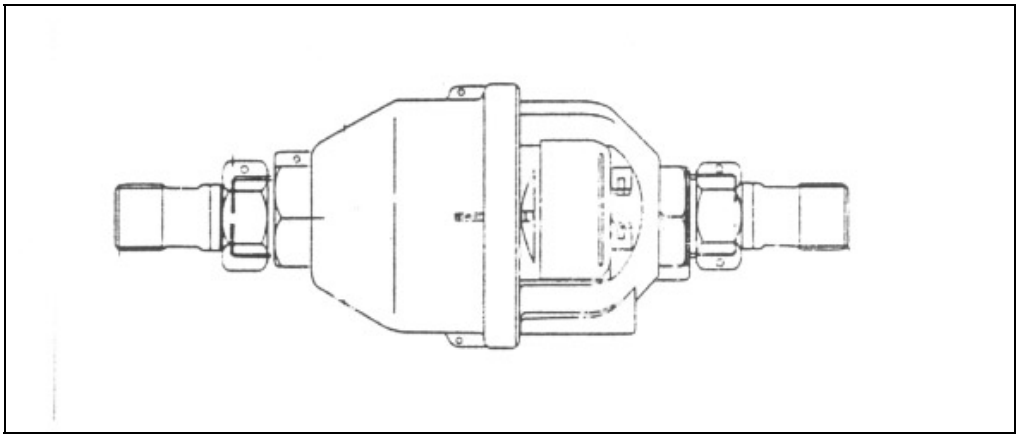
ردیف	نام و شماره استاندارد	عنوان استاندارد
1	BS 1042	Measurement of Fluid Flow in Closed Conduits
2	BS 2789	Spheroid Graphite or Nodular Graphite Cast Iron
3	BS 5728	Measurement of Flow of Cold Water-Potable Water in Closed Circuit
4	ISO 4064	Bulk Flow Meter
5	EEC 75/33	Bulk Flow Meter Test
6	ANSI-AWWA C700	Cold-Water Meters-Displacement Type
7	ANSI-AWWA C701	Cold-Water Meters-Turbine Type for Customer Service
8	ANSI-AWWA C702	Cold-Water Meters – Compound Type
9	ANSI-AWWA C703	Cold –Water Meters-Fire-Service Type
10	ANSI-AWWA C704	Cold-Water Meters-Propeller Type for Main Line Applications
11	ANSI-AWWA C706	Direct-Reading Remote – Registration Systems for Cold-Water Meters
12	ANSI-AWWA C707	Encoder- Type Remote- Registration Systems for Cold-Water Meters
13	ANSI-AWWA C710	Cold-Water Meters-Displacement Type, Plastic Main Case
14	AWWA MANUAL M6	Water Meters-Selection, Installation, Testing and Maintenance
15	AWWA MANUAL M33	Flow meter in Water Supply

پیوست شماره دو

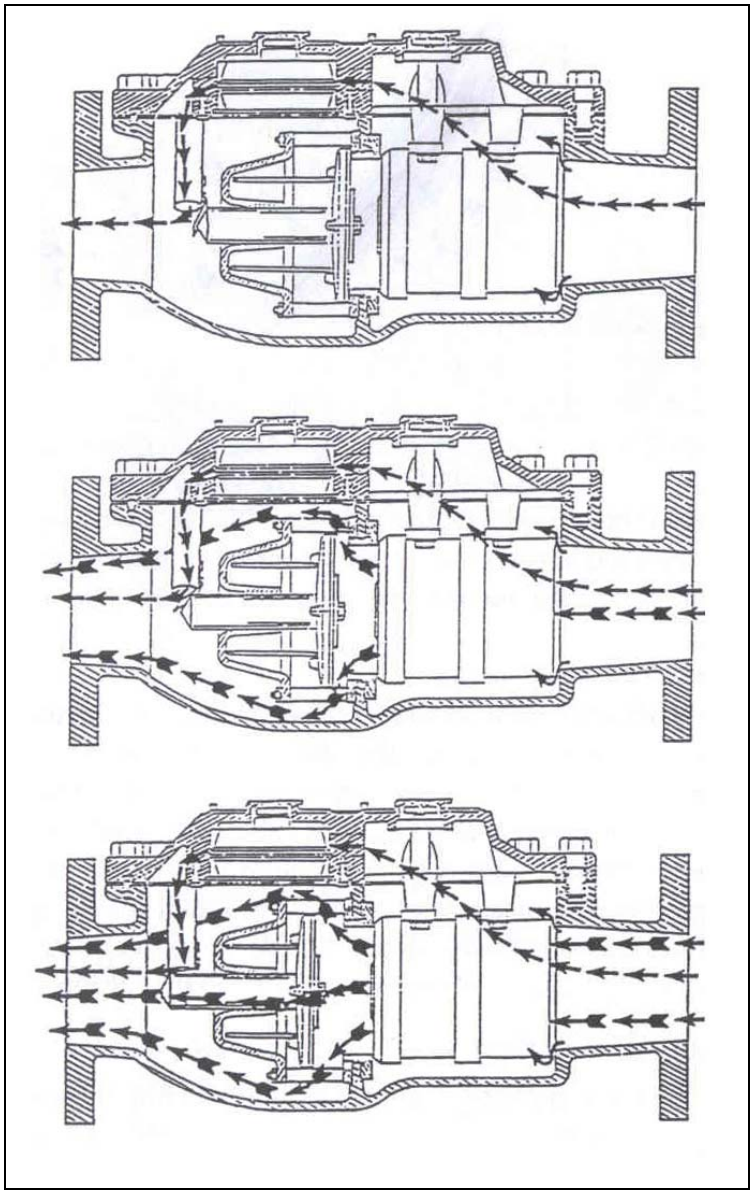
اشکال و جداول



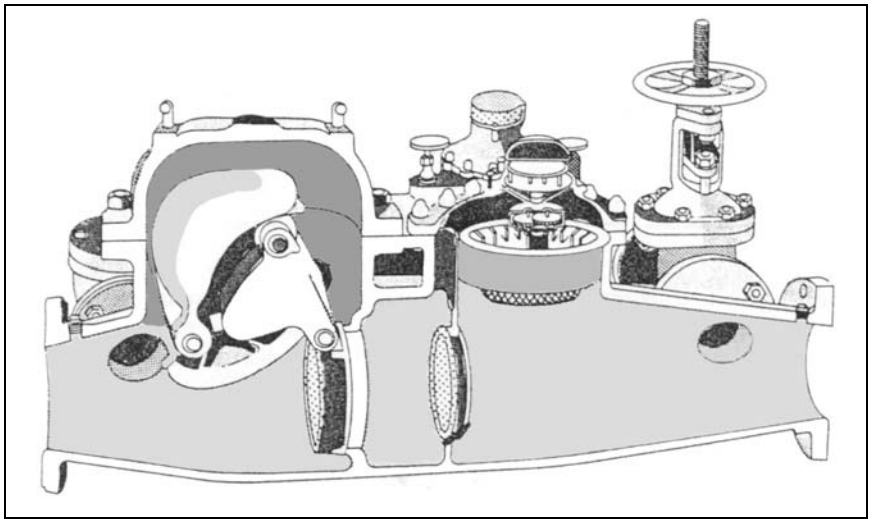
شکل ۴-۲-۵۱ : اندازه‌گیر جریان حجمی نوع پیستونی



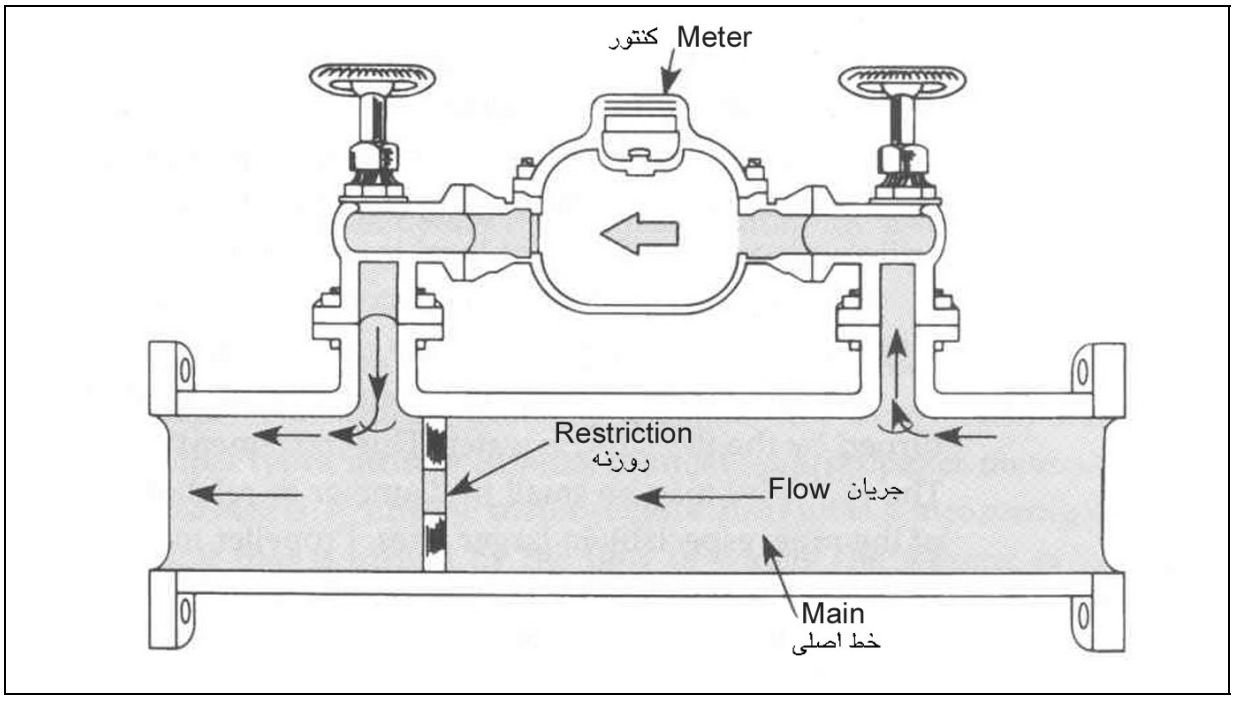
شکل ۴-۲-۵۲ : اندازه‌گیر جریان حجمی نوع دیسکی



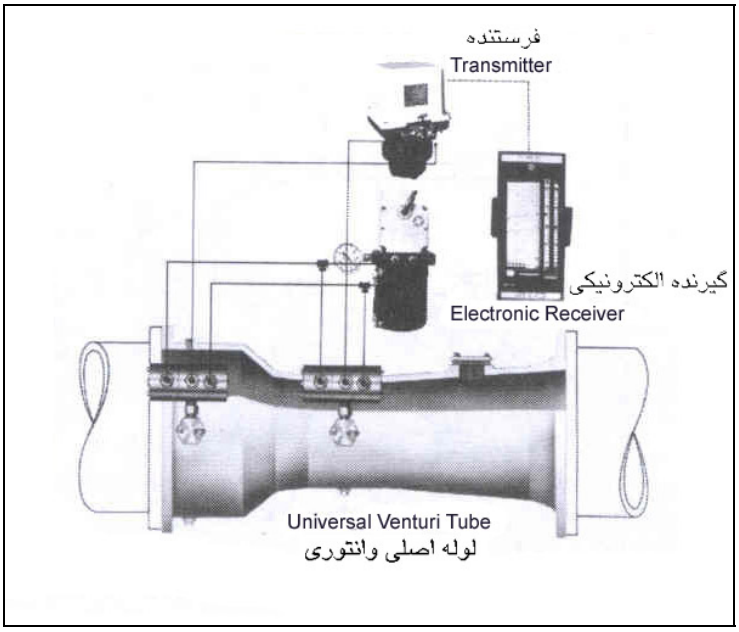
شکل ۴-۲-۵۳ : اندازه‌گیرهای جریان حجمی نوع مرکب



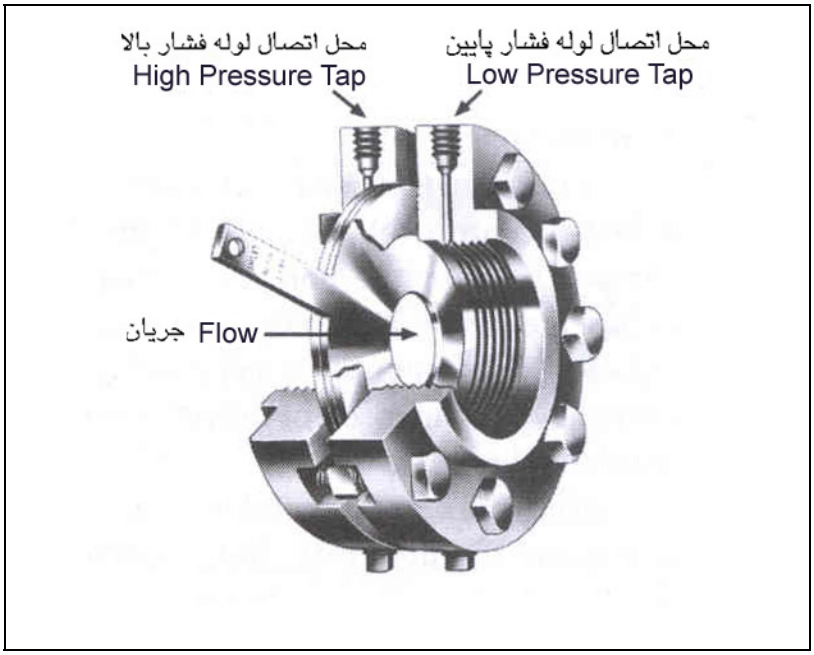
شکل ۴-۲-۵۴ : کنتور مصارف آتش‌نشانی



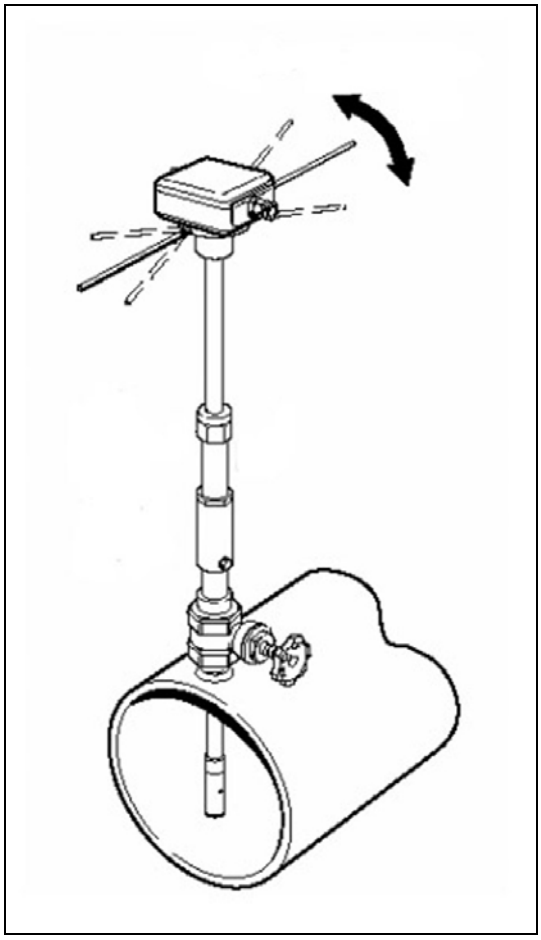
شکل ۴-۲-۵۵ : کنتور تناسبی



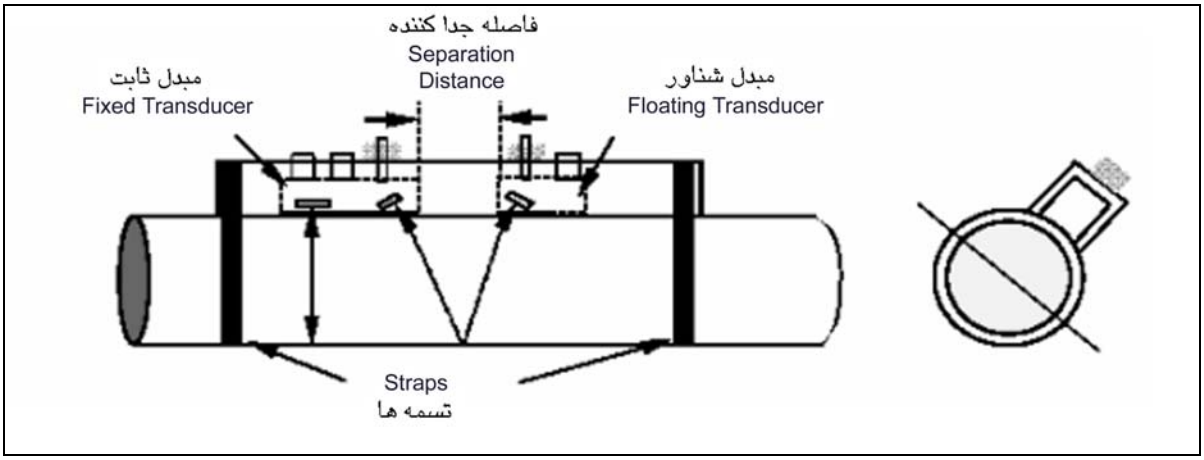
شکل ۴-۲-۵۶ : اندازه‌گیر جریان وانتوری



شکل ۴-۲-۵۷ : اندازه‌گیر جریان روزنه‌ای



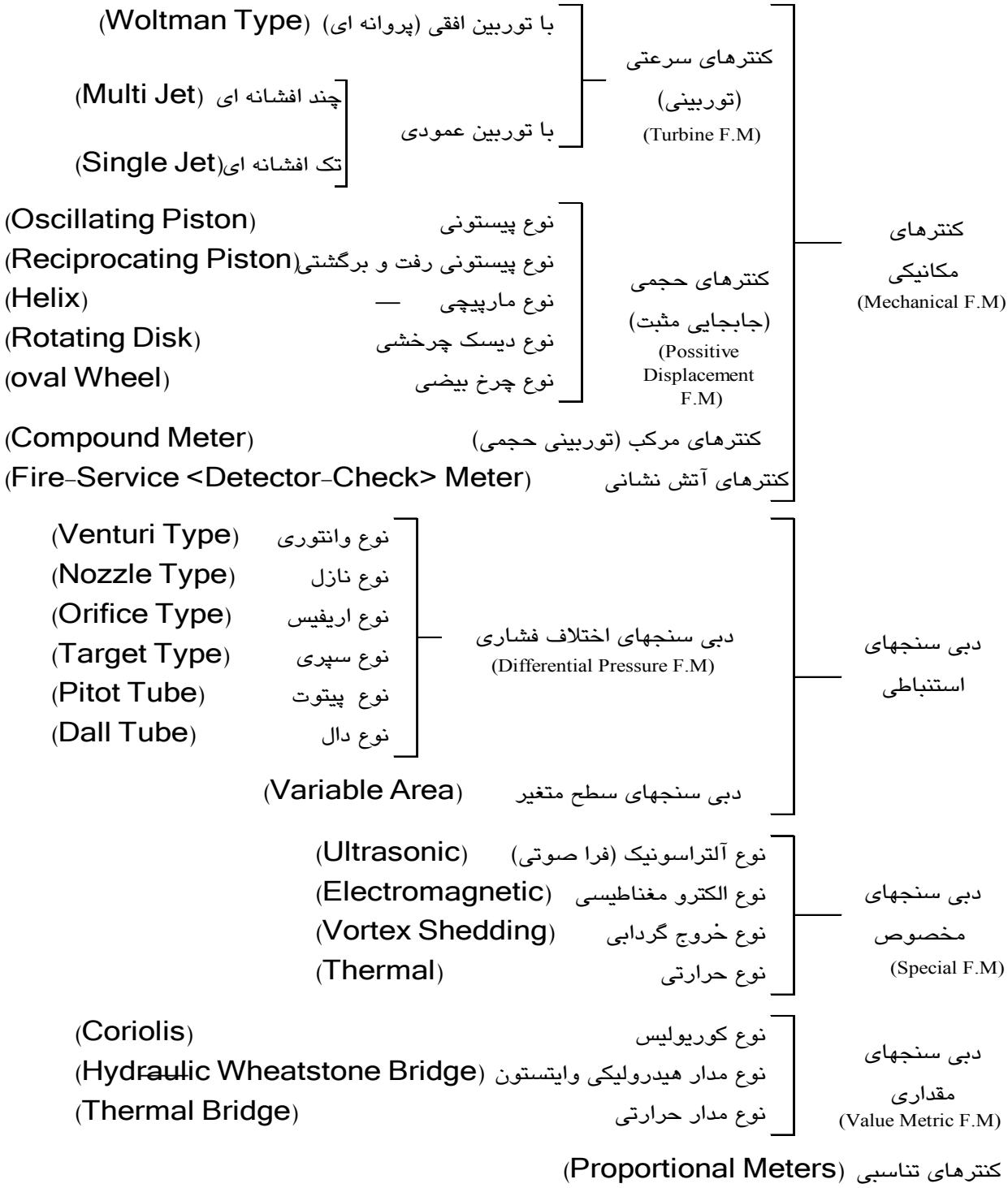
شکل ۴-۲-۵۸ : اندازه‌گیر جریان الکترومغناطیسی میله‌ای



شکل ۴-۲-۵۹ : اندازه‌گیر جریان فراصوتی

پیوست شماره سه

نمودار انواع اندازه‌گیرهای جریان



۵

پوشش‌های حفاظتی و کارهای تکمیلی

۵-۱ اندود داخلی لوله‌های فولادی با ملات ماسه سیمان

۵-۱-۱ کلیات

مشخصات فنی این بخش در خصوص اندود جدار داخل لوله‌های فولادی به قطر بیش از ۱۰۰ میلیمتر با ملات ماسه سیمان می‌باشد. اندود سیمانی به منظور جلوگیری از زنگ‌زدگی و خوردگی سطح داخل لوله، اجرا میشود. زنگ‌زدگی لوله از یک طرف باعث پائین آوردن کیفیت آب انتقال یافته می‌شود (مانند ایجاد ناخالصی در آب، تغییر رنگ و تیرگی) و از طرف دیگر موجب زبری جدار داخلی و در نتیجه کاهش ظرفیت انتقال آب و بالاخره کاهش عمر مفید لوله می‌گردد.

اندود سیمانی اساساً سطح فلز لوله را با ایجاد محیط قلیائی در مجاورت سطح لوله از خوردگی محافظت می‌نماید. این محیط قلیائی از ترکیب آهک آزاد داخل سیمان با آب و رطوبت و تولید هیدرواکسید کلسیم به وجود می‌آید. بعلاوه این اندود، سطحی صاف و هموار در داخل لوله ایجاد کرده و در نتیجه ضریب زبری جدار داخلی لوله را کاهش می‌دهد. همچنین از افزایش ضریب زبری در طول دوره بهره‌برداری جلوگیری می‌شود.

مشخصات فنی ارائه شده در این بخش قابل استفاده در لوله‌های چدن داکتیل نیز می‌باشد.

اندود سیمانی لوله‌های فولادی ممکن است در کارگاه مرکزی محل انبار لوله‌ها و قبل از نصب لوله (به صورت شاخه‌ای) اجرا گردد، یا اینکه اندود می‌تواند در طول خط و پس از نصب لوله (به صورت درجا) انجام شود.

ماشین‌آلات مورد نیاز، روش اجرا و عمل‌آوری اندود داخلی و نصب لوله‌ها بسته به محل اجرا متفاوت می‌باشد، بنابراین پیمانکار باید قبل از شروع عملیات اندود، روش اجرای کار، ماشین‌آلات و مصالح را به تصویب مهندس مشاور برساند.

برای اجرای اندود سیمانی لوله‌ها و زانوئی‌های با شعاع بزرگ، ماشین در داخل لوله حرکت کرده و ملات را به سطح داخلی لوله می‌پاشد و ماله‌کشی با وسائل مکانیکی صورت می‌گیرد. تجهیزات مورد نظر باید از نوعی باشد که بتواند با نیروی گریز از مرکز، ملات سیمانی را به طور یکنواخت در طول لوله بپاشد. ضخامت لایه پوشش، با سرعت حرکت افقی دستگاه کنترل می‌شود. سطح ملات اندود سپس با ماله‌کشی مکانیکی صاف می‌گردد. سطح ملات را در لوله‌های با قطر کوچک می‌توان با ماله مخروطی صاف نمود.

برای انتخاب نوع ماشین‌آلات، توجه به نکات زیر توسط پیمانکار الزامی است :

الف – ماشین و تجهیزات اندود سیمانی مناسب برای قطر داخلی لوله باشد.

ب – قسمتی از ماشین که ملات را ضمن حرکت دورانی در جهت شعاع لوله به جدار لوله می‌پاشد باید بتواند داخل لوله حرکت طولی داشته و مجهز به الکتروموتور و وسائل چرخنده‌ای باشد که با حرکت سریع دورانی بتواند ملات سیمانی را که به آن رسیده به اطراف خود بپاشد.

پ – ملات مورد نظر دارای دانه‌بندی و عیار سیمان و غلظت مناسب باشد به طوری که بتواند به راحتی توسط ماشین مورد نظر به جدار داخلی لوله پاشیده شده و به آن بچسبد و قشر اندود با ضخامت مورد نظر را ایجاد کند.

اندود سیمانی را می‌توان به روش گریز از مرکز نیز انجام داد. بدین ترتیب که هم‌زمان با چرخش لوله توسط ماشین‌آلات مربوط، ملات از طریق دهانه یک لوله تغذیه کننده متحرک به طور یکنواخت به داخل لوله مورد نظر ریخته شده، سپس لوله تغذیه کننده

خارج گشته و لوله برای مدتی چرخانده می‌شود تا ملات متراکم گردد. سپس لوله از روی دستگاه چرخاننده خارج شده و به صورت ملایم کج می‌گردد تا آب اضافی آن خارج شود.

جدار داخلی زانویی‌ها، سه‌راهی‌ها، تبدیل‌ها و سایر اتصالات و متعلقات باید با پاشیدن ملات به وسیله ماشین‌آلات و ماله‌کشی دستی و یا در صورتی که پاشیدن ملات به وسیله ماشین‌آلات امکان‌پذیر نباشد، با روش دستی مورد تأیید مهندس مشاور اندود شوند.

در صورتی که لوله‌های تحویلی به پیمانکار دارای پوشش خارجی باشد، برای جلوگیری از وارد شدن آسیب احتمالی به پوشش خارجی، استفاده از ماشین‌آلاتی که با چرخاندن لوله و ریختن یکنواخت ملات در داخل لوله، عملیات اندود داخلی را انجام می‌دهند، مجاز نمی‌باشد. بعلاوه پیمانکار موظف است در هنگام نقل و انتقال و جابجا کردن لوله‌های دارای پوشش خارجی، تمهیدات لازم را به گونه‌ای فراهم نماید که از صدمه دیدن پوشش خارجی جلوگیری به عمل آید.

مصالح به کار رفته برای تهیه ملات اندود سیمانی باید با مشخصات ارائه شده در این بخش مطابقت داشته و کارها به طور کامل و توسط افراد آموزش دیده زیر نظر و سرپرستی افراد با تجربه انجام گردد. کلیه ماشین‌آلات مورد نیاز برای تمیزکاری لوله، اجرای اندود و ماله‌کشی باید به نحوی طراحی و ساخته شده باشند که کارها، مطابق مندرجات این مشخصات فنی به اجرا در آید. مهندس مشاور همواره اختیار دارد قبل از تصویب اجرای اندود، عملیات یا مصالحی را که با این مشخصات مطابقت نداشته باشد، مردود اعلام کند.

۵-۱-۲ محوطه کار

لوله‌هایی که به صورت شاخه‌ای جدار داخلی آنها اندود می‌شود باید در محوطه‌ای مناسب چیده شوند. لوله‌های با قطر اسمی بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر نباید به منظور اندودکاری روی هم چیده شوند. لوله‌های با قطر اسمی۴۰۰ تا۶۰۰ میلیمتر نباید بیشتر از دو ردیف و لوله‌های با قطر کوچکتراز ۴۰۰ میلیمتر نباید بیشتر از سه ردیف رویهم چیده شوند.

سطح محوطه مورد نظر برای چیدن لوله‌ها برای اجرای اندود باید به اندازه‌ای بالا آورده شود تا از نفوذ آبهای سطحی جلوگیری شود. بعلاوه این سطح باید با شن و مخلوطی از قیر یا مواد دیگر پوشانده شود تا از ایجاد گرد و خاک جلوگیری به عمل آید. بعد از آماده‌شدن محوطه مزبور، پیمانکار می‌تواند نسبت به تمیزکردن لوله‌ها و اندود کردن آنها، طبق مفاد این بخش اقدام نماید.

پیمانکار موظف به تأمین و تدارک ماشین‌آلات، ابزار کار و کارگران به میزان کافی بوده و باید برنامه اجرای کار را به نحوی تنظیم نماید که عملیات اندود لوله‌ها حتی‌الامکان متناسب با سرعت پیش‌بینی شده عملیات لوله‌گذاری صورت گرفته و مدت نگهداری لوله‌ها در محوطه به حداقل ممکن کاهش یافته و تعداد شاخه‌های اندود شده و آماده به کار لوله در روز به حداکثر مطلوب افزایش یابد.

پس از اتمام اندود هر دسته از لوله‌ها و آماده شدن آنها برای حمل به محل لوله‌گذاری، پیمانکار موظف است گواهی مبنی بر تکمیل عملیات اندود و آماده بودن لوله‌ها برای نصب را از مهندس مشاور دریافت نماید.

۵-۱-۳ مصالح

مصالح مصرفی برای تهیه ملات ماسه سیمان نباید حاوی موادی باشد که قابل آزاد شدن در آب هستند، به جز در مواردی که مواد آزاد شده برای سلامتی زیان‌آور نبوده و رنگ، طعم و بوی آب را عوض نکند.

۵-۱-۳-۱ سیمان

سیمان مورد استفاده در ساخت ملات باید مطابق مشخصات سیمان پرتلند (د ت ۱۰۱) از سیمان نوع ۱ و یا سیمان نوع ۲ باشد، مگر این که سیمان نوع دیگری توسط مهندس مشاور تعیین گردیده باشد.

۵-۱-۳-۲ ماسه

ماسه مورد استفاده در ملات باید از مصالح دانه‌ای خنثی تشکیل شده باشد. توصیه می‌شود جنس ماسه از سنگهای سیلیسی باشد. ماسه باید تمیز، سخت، با دوام بوده و فقط دارای درصد ناچیزی از کلوخه‌های رسی، مواد سنگی سست یا پوسته‌ای، میکا، خاک پوسیده، روغن، قلیا و... باشد.

نسبت وزنی این‌گونه مواد به کل نمونه باید کمتر از ۳ درصد باشد. بعلاوه محدودیت‌های جدول ۵-۱-۱ نیز باید رعایت شود.

جدول ۵-۱-۱ : حداکثر مقادیر مجاز برای مواد زیان‌آور ماسه[1]

نوع مواد زیان‌آور	حداکثر درصد وزنی در کل نمونه	ملاحظات
کلوخه‌های رسی و دانه‌های شکننده	۳	شیست‌های در حال متلاشی شدن و تبدیل به خاک رسی مشمول این محدودیت هستند
دانه‌های گذشته از الک شماره ۲۰۰ (۰،۰۷۵ میلیمتر)	۳	مشروط بر اینکه دانه‌های رسی نباشد
ذغال سنگ، لیگنیت یا سایر مصالح سبک	۱	مواد ذغالی با وزن مخصوص نسبی کمتر از ۲ و رنگ قهوه‌ای تیره میباشند.
میکـــــا	۱	درهرحال مجموع کلوخه‌های رسی و میکا نباید از ۳ درصد بیشتر باشد.
سولفاتها بر حسب SO3--	۰/۴	–
کلرورها بر حسب Cl-	۰،۰۴	–

همچنین برای کنترل میزان آلودگیهای آلی، عدد رنگ ماسه نباید تیره‌تر از محلول رنگ مبنا که در ASTM C40 تعریف شده است، را داشته باشد. دانه‌بندی ماسه مورد استفاده در ملات باید به تصویب مهندس مشاور برسد و باید ۱۰۰ درصد آن از الک نمره ۱۶ (۱/۱۸ میلیمتر) بگذرد و نباید بیشتر از ۵ درصد آن از الک شـــماره ۱۰۰ (۰/۱۵ میلیمتر) بگذرد. شـــماره الک‌ها بـــر اساس ASTM E11 می‌باشند.

۵-۱-۳-۳ آب

آب مصرفی در ساخت ملات ماسه سیمان باید تمیز و صاف باشد. مقادیر مواد آلی نمکها و یا ناخالصی‌های دیگر که می‌توانند باعث کاهش مقاومت، استحکام و دیگر کیفیت‌های نامطلوب ملات گردند، باید در حد مجاز باشد. آب مصرفی باید قابل آشامیدن بوده و یا کیفیت آن با آب آشامیدنی قابل مقایسه باشد. هدایت الکتریکی آب باید از ۲۰۰۰ μS/cm و عدد مصرف پرمنگنات پتاسیم آن از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر کمتر باشد.

[1] روش آزمایش مطابق مندرجات آیین‌نامه بتن ایران خواهد بود. مأخذ : نشریه شماره ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

۵-۱-۳-۴ مواد افزودنی[1]

استفاده از مواد افزودنی مجاز نمی‌باشد مگر این که پیمانکار قبلاً نوع و مشخصات مواد افزودنی پیشنهادی خود را به مهندس مشاور ارائه نموده و تأیید وی را دریافت نمـــاید، ولی در هر حال مسئولیت نهایی استفاده از مواد افزودنی به عهده پیمانکار است.

۵-۱-۳-۵ ترکیبات عمل‌آوری ملات[2]

منظور از ترکیبات عمل‌آوری ملات، مواد مناسبی است که با پاشیدن آن بر روی قشر اندود، از تبخیر آب ملات جلوگیری می‌شود. مشخصات این مواد در صورت استفاده از آن باید مطابق استاندارد ASTM C309 یا استاندارد مشابه باشد.

◄ ۵-۱-۴ آماده‌سازی سطح لوله فولادی

به منظور چسبندگی کافی اندود به سطح داخلی لوله فولادی، تمام سطح فولاد باید از ناخالصی‌ها و مواد سست مانند روغن، گریس، زنگ آهن سست، گرد و غبار، خرده مصالح ساختمانی دانه‌های سست جوش و امثال آن زدوده و تمیز شود. برای تمیز کردن سطح لوله، استفاده از برس‌های مکانیکی بلامانع می‌باشد و نیازی به عملیات شن‌پاشی و یا ماسه‌پاشی نمی‌باشد.

آماده‌سازی سطح فولاد تا درجه Sa2 مطابق استاندارد DIN 55928 Part 4 و یا استاندارد سوئدی SIS 055900 و یا مشابه آن کافی نمی‌باشد. زنگ‌زدگی ملایم که در اثر آزمایش هیدرواستاتیک و امثال آن به وجود می‌آید، مجاز بوده و نیازی به زدودن آن نمی‌باشد.

◄ ۵-۱-۵ اجرای اندود با ملات ماسه سیمان

۵-۱-۵-۱ ملات ماسه سیمان

ملات ماسه سیمان متشکل از سیمان، ماسه و آب می‌باشد که باید با نسبت اختلاط مناسب به خوبی مخلوط شود و به حداکثر قوام خود برسد تا بتوان اندودی متراکم و یکنواخت پدید آورد که به خوبی به سطح لوله بچسبد.

نسبت اختلاط تقریبی ماسه و سیمان بین یک قسمت حجمی سیمان به یک تا یک و نیم قسمت حجمی ماسه می‌باشد. نسبت اختلاط دقیق با توجه به دانه‌بندی و مشخصات ماسه مصرفی تعیین می‌گردد و باید به تصویب مهندس مشاور برسد.

در صورتی که عملیات اندودکاری در کارگاه مرکزی انجام می‌شود، مقدار ماسه و سیمان باید به صورت وزنی اندازه گیری شود و در سایر موارد با نظر مهندس مشاور می‌توان این نسبت را به طور حجمی اندازه‌گیری کرد. مقدار سیمان مصرفی در هر مترمکعب ملات نباید کمتر از ۸۰۰ کیلوگرم باشد.

درجه تراکم اندود بستگی به روش اجرای اندود دارد و نسبت آب به سیمان یکی از عوامل اصلی در میزان تراکم است. نسبت وزنی آب به سیمان باید بین ۰/۳۰ تا ۰/۴۵ تعیین گردد. مقدار آب باید حداقل ممکن برای کارآیی مناسب ملات باشد.

آزمایش روانی[3] باید به طور متناوب بر روی ملات تازه مخلوط شده و بلافاصله قبل از این که ملات به ماشین تغذیه گردد، به عمل آید. آزمایش باید مطابق روش استاندارد ASTM C143 انجام شود.

---

[1] Admixture
[2] Curing Compound
[3] Slump

حداکثر مقدار اسلامپ نباید از مقادیر مندرج در نمودارهای شماره ۵-۱-۱ و ۵-۱-۲ برای مواردی که تغذیه توسط پمپ بتن و یا تغذیه توسط وسایل مکانیکی انجام می‌شود، حسب مورد تجاوز کند.

میزان یون کلر قابل حل، در مخلوط ملات سیمانی نباید از ۰/۱۵ درصد وزن سیمان بیشتر باشد.

برای اطمینان از اختلاط کامل ملات، عمل مخلوط کردن باید در مخلوط‌کن موتوردار (میکسر) انجام شود و مدت اختلاط ملات پس از اضافه کردن آب نباید کمتر از ۱/۵ دقیقه باشد. ملات سیمانی که گیرش اولیه آن انجام شده باشد، کاملاً مردود است و تحت هیچ شرایطی نباید در اندود لوله‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۱-۵-۲ ضخامت اندود

اندود سیمانی لوله‌ها باید از نظر ضخامت یکنواخت بوده و رواداری آن در حد مجاز باشد. ضخامت اندود باید مطابق جدول ۵-۱-۲ بوده، به جز در مواردی که ضخامت دیگری توسط مهندس مشاور تعیین گردیده باشد.

در صورتی که ضخامت اندود بیشتر از ۱۳ میلیمتر تعیین شده باشد، با تأیید مهندس مشاور، پیمانکار می‌تواند آنرا در دو لایه اجرا نماید. رواداری ضخامت، ۱/۵- میلیمتر و ۳+ میلیمتر است.

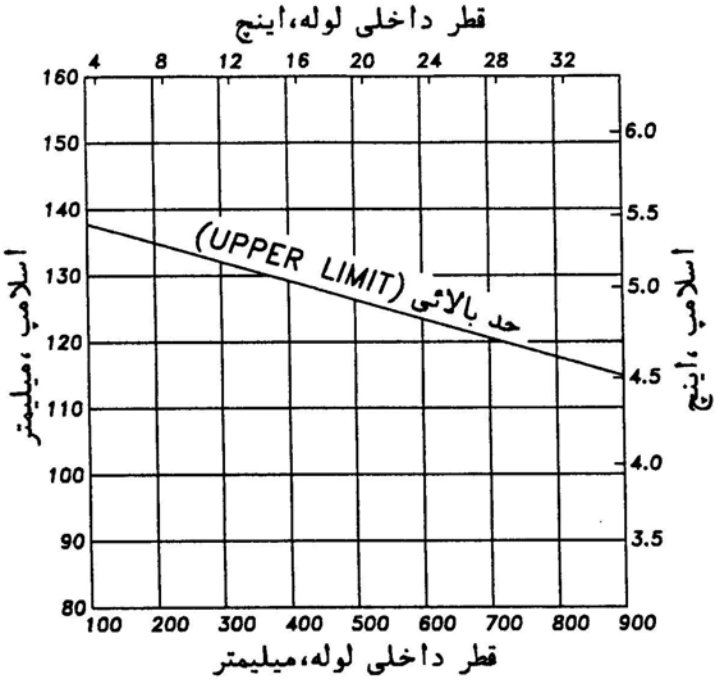
انتهای اندود باید یکنواخت و نسبت به محور طولی لوله قائم باشد. مقدار عقب‌نشینی اندود از انتهای لوله توسط مهندس مشاور تعیین می‌گردد.

جدول ۵-۱-۲ : ضخامت اندود سیمانی

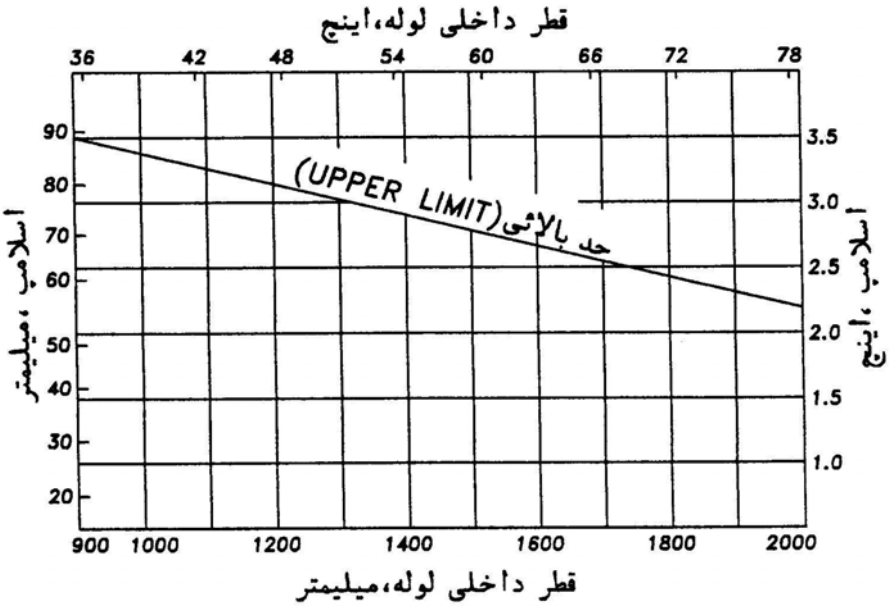
قطر لوله (میلیمتر)	ضخامت اندود (میلیمتر)	
	لوله فولادی	لوله چدن داکتیل
۱۰۰ تا ۲۵۰	۶	۵
۲۸۰ تا ۵۸۰	۸	۶
۶۰۰ تا ۹۰۰	۱۰	۸
بزرگتر از ۹۰۰	۱۳	۸

ضخامت اندود تازه اجرا شده به وسیله یک تیغه فولادی سخت، مدرج شده که در اندود فرو برده می‌شود و اندازه‌گیری می‌گردد. ضخامت اندود عمل‌آورده شده به وسیله ابزار الکترومغناطیسی و یا مغناطیسی و یا کولیس اندازه‌گیری می‌شود (روش غیرمخرب N.D.T). ضخامت اندود باید در چهار نقطه با زاویه ۹۰ درجه از همدیگر در یک مقطع که حداقل ۲۰ سانتیمتر از انتهای لوله فاصله داشته باشد، اندازه‌گیری شود. متوسط چهار اندازه‌گیری به عنوان ضخامت تعیین می‌شود.

اندود باید در هر دو انتها حداقل ۲۰ سانتیمتر از سر لوله فاصله داشته باشد و حداقل در یک مقطع عمود بر محور لوله اندازه‌گیری شود.



نمودار ۵-۱-۱ : حد بالایی اسلامپ ملات سیمانی مورد استفاده برای اندود لوله‌های فولادی در حالتی که از پمپ برای انتقال ملات استفاده می‌شود



نمودار ۵-۱-۲ : حد بالایی اسلامپ ملات سیمانی مورد استفاده برای اندود لوله‌های فولادی در حالتی که از وسایل مکانیکی برای انتقال ملات استفاده می‌شود

۵-۱-۵-۳ روش اجرای اندود

در صورتی که اندود لوله در طول خط لوله و به صورت درجا اجرا می‌شود، به منظور انتقال ماشین‌آلات اندودکاری و مصالح اندود به داخل لوله، لازم است ورودی‌هایی در طول خط لوله در نظر گرفته شود.

نظر به این که طولی که دستگاه مخصوص اندود می‌تواند عمل کند محدود است، لذا اولاً باید طول مانور ماشین با توجه به خصوصیات دستگاه و توصیه‌های سازنده آن انتخاب شود و ثانیاً با توجه به این طول و سایر عوامل، خط لوله نصب شده به قطعاتی تقسیم شود که در ابتدا و انتهای هر قطعه یک محل ورودی برای دسترسی به داخل خط لوله پیش‌بینی گردد، بنابراین طول هر قطعه باید برابر و یا کمتر از دو برابر طول مانور دستگاه انتخاب گردد، به طوری که ماشین بتواند از هر ورودی به خط لوله، نیمی از دو قطعه منتهی به آن ورودی را اندود کند. در صورتی که در طول خط لوله، زانوهایی وجود داشته باشد که ماشین نتواند از آن عبور کند، لازم است قطعات خط لوله به نحوی تعیین شود که این زانویی‌ها در ابتدا یا انتهای یک قطعه قرار گیرد. همچنین محل شیرآلات خط لوله نیز می‌تواند به عنوان ورودی به داخل خط، در ابتدا و یا انتهای یک قطعه قرار گیرد.

برای اینکه بتوان ماشین و مصالح اندود را به قطعه مورد نظر وارد کرد، باید ابتدا و انتهای آن باز باشد. بنابراین می‌توان با ایجاد دیوارهای موقت و برداشتن خاک بین دیوارها، عملاً اتاقچه‌ای (فضایی) با ابعاد کافی در ابتدا و انتهای قطعه مورد نظر ایجاد کرد، به طوری که کارگران فضای کافی برای کار داشته باشند.

برای دسترسی به داخل لوله، می‌توان از نصب لوله در قسمت اتاقچه موقتاً خودداری کرد و یا این که با بریدن قسمت بالایی لوله نصب شده، فضای لازم برای ورود ماشین به داخل لوله را ایجاد کرد.

در صورتی که اندود در کارگاه مرکزی انجام می‌شود، همانطوری که در بنـــد ۵-۱-۲ آمده است، لوله‌ها در محوطه اندودکاری چیده می‌شوند.

بلافاصله قبل از حرکت ماشین برای اندودکاری، تمام مواد خارجی مانند خاک، ماسه، ملات سست و دیگر ناخالصی‌ها باید از داخل لوله جمع‌آوری شود و سطح داخل لوله همانطوری که در بند ۵-۱-۴ بیان شده است، برای اندود آماده‌سازی گردد. لوله‌ها و زانویی‌ها با شعاع بزرگ که برای اندود نمودن آنها، ماشین در داخل لوله حرکت می‌کند و ملات را به سطح داخلی لوله می‌پاشد، در یک قشر و با یک بار حرکت و در صورتی که ضخامت قشر اندود بیشتر از ۱۳ میلیمتر باشد، با تأیید مهندس مشاور، در دو قشر اندود می‌گردد. محلهایی که قبلاً ملات بر روی آن قرار گرفته، باید قبل از اجرای لایه دوم ملات، با آب یا دوغاب سیمان مرطوب گردد. دمای سطح فولاد هنگام اجرای اندود باید بیش از ۵ درجه سانتیگراد باشد. ضخامت لایه اندود با سرعت حرکت افقی دستگاه و میزان پاشش ملات کنترل می‌شود. سطح اندود سپس با ماله مکانیکی ماله کشی می‌شود. در لوله‌های با قطر کوچک می‌توان از ماله (شمشه) مخروطی استفاده نمود. ماله باید با فشار یکنواخت بر روی ملات، اندودی با ضخامت یکسان و سطحی صاف و عاری از ناهمواری خطوط ماله و شیار به وجود آورد. باید دقت شود که ماله، سطح اندود را نشکافد و در آن ناهمواری ایجاد نکند.

از نظر خلل و فرج، سطح اندود در حد پوست پرتقالی مجاز است ولی سطح اندود نباید کرمو باشد.

۵-۱-۵-۴ اجرای اندود اتصالات و متعلقات

اندود داخل کلیه زانویی‌ها، سه‌راهی‌ها، تبدیل‌ها و سایر اتصالات و متعلقات خط لوله که اجرای اندود آن با ماشین میسر نباشد، با روشهای دستی مورد تأیید مهندس مشاور اندود شده و سطح آن متراکم و صاف گردد.

مصالح مورد استفاده برای تهیه ملات، عیناً دارای مشخصات ملات ماسه سیمان در اندود لوله می‌باشد. تمیزکاری سطح مورد اندود باید مطابق بند ۵-۱-۴ (آماده‌سازی سطح لوله فولادی) صورت پذیرد.

در صورت لزوم، سطوح مورد نظر باید قبل از اجرای اندود با آب یا دوغاب سیمان مرطوب شوند. ضخامت اندود داخل متعلقات و اتصالات مانند ضخامت اندود قطعات لوله مستقیم می‌باشد. برای اندود اتصالات و متعلقات و اتصالات با قطر بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر، در صورتی که مهندس مشاور لازم بداند، دستور مسلح‌سازی اندود با توری سیمی را صادر می‌نماید. توری سیمی را می‌توان به وسیله جوش نقطه‌ای و یا سیم فلزی در اتصالات مهار نمود.

۵-۱-۵-۵ اجرای اندود محل اتصالی‌ها

برای اجرای اندود محل اتصالی لوله‌هایی که در کارگاه مرکزی اندود شده و اتصال آنها به وسیله جوشکاری صورت می‌گیرد، باید مطابق مفاد نشریه شماره ۱۷۳ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، استاندارد AWWA C205 و یا استانداردهای مشابه به ترتیب زیر عمل شود :

۵-۱-۵-۵-۱ مصالح اندود محل اتصالی‌ها

ماسه و سیمان مصرفی باید به نسبت وزنی ۲ به ۱ ماسه به سیمان به صورت مخلوط خشک تهیه شود و سپس با مقدار کافی آب مرطوب گردد تا بتوان محل اتصالی‌های جوشی را بدون مشکل ریختن، با ملات پر کرده، متراکم و ماله‌کشی نمود.

ماسه مورد استفاده می‌تواند دارای دانه‌بندی مناسب برای کارهای اندودکاری مطابق نشریه مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی (نشریه شماره ۵۵ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور) و یا استاندارد ASTM C35 باشد. آب مصرفی باید دارای کیفیت آب مورد استفاده در اندود لوله‌ها باشد.

۵-۱-۵-۵-۲ اجرای اندود محل اتصالی‌ها

قبل از اجرای اندود، باید سطوح مورد نظر به دقت تمیز شده و کلیه زایده‌های آن پاک و سپس مرطوب گردد تا بین ملات اندود لوله و ملات اندود اتصالی، پیوستگی خوب ایجاد گردد. سپس سطح داخلی اتصالی‌ها با ملات پر شده، با ماله‌کشی و یا وسیله مورد تأیید دیگر، هم تراز با سطح اندود داخل لوله صاف گردد.

اندود اتصالی‌ها قبل از این که خط لوله مورد استفاده قرار گیرد، باید حداقل به مدت ۲۴ ساعت عمل‌آوری گردد.

۵-۱-۵-۶ عمل‌آوری اندود در کارگاه مرکزی

بلافاصله پس از پایان عملیات اندود لوله، باید عمل‌آوری آن شروع شود. در صورتی که لوله به طریقه چرخاندن در ماشین مخصوص اندود شده است، در موقع حمل آن به محل عمل‌آوری، باید نهایت سعی و دقت مبذول گردد تا از آسیب دیدن اندود جلوگیری به عمل آید.

تاریخ اجرای اندود باید بر روی لوله درج شود. پیمانکار می‌تواند عمل‌آوری رطوبتی (با آب) و یا عمل‌آوری سریع را به کار گیرد. این دو روش با نسبت یک ساعت عمل‌آوری سریع معادل ۵/۳۳ ساعت عمل‌آوری رطوبتی قابل جایگزینی هستند. در تمام مدت زمان عمل‌آوری رطوبتی دمای سطح فولاد باید بیشتر از ۵ درجه سانتیگراد باشد.

۵-۱-۵-۶-۱ عمل‌آوری رطوبتی

پس از انجام عملیات اندود لوله و حداکثر ۳۰ دقیقه پس از تکمیل آن، باید دو انتهای لوله را با پلاستیک و یـــا پارچه مرطوب پوشاند. قبل از حمل و جابجایی لوله‌ها، باید با پاشیدن پیوست یا متناوب آب به مدت چهار روز، اندود در شرایط مرطوب نگهداشته شود تا عمل‌آوری آن تکمیل گردد. در صورتی که شرایط کاملاً مناسب نباشد (به عنوان مثال، دمای محیط کار بین ۵ تا ۱۵ درجه سانتیگراد باشد)، زمان عمل‌آوری ممکن است با نظر مهندس مشاور افزایش یابد.

در شرایط مناطق گرمسیر، باید دمای لوله با پوشاندن سطح خارجی لوله با گونی، حصیر و نظیر آنها و پاشیدن آب بر روی آن، پایین نگهداشته شود تا از جمع شدن اندود و ترک خوردن آن جلوگیری به عمل آید.

دو انتهای لوله‌ها باید در دوره عمل‌آوری، با درپوش بسته نگهداشته شود، مگر هنگام آب‌پاشی اندود یا زمانی که عمل‌آوری سریع جایگزین عمل‌آوری رطوبتی می‌گردد. از این درپوش‌ها می‌توان در هنگام جابجایی و حمل لوله به محل نصب برای جلوگیری از آلودگی‌های احتمالی و یا ورود اجسام خارجی به داخل لوله نیز استفاده کرد.

۵-۱-۵-۶-۲ عمل‌آوری سریع

عمل‌آوری سریع با بخار را می‌توان یک ساعت پس از اجرای اندود آغاز کرد. دمای لوله برای سه ساعت اولیه پس از اجرای اندود و یا طول مدت گیرش ملات (هرکدام کمتر باشد) نباید از ۳۲ درجه سانتیگـــراد تجاوز نماید. دمـــای بخار در محیط عمل‌آوری باید حداقل برای ۱۸ ساعت بین ۴۳ تا ۶۶ درجه سانتیگراد حفظ شود و رطوبت نسبی باید بیشتر از ۸۵ درصد باشد.

حمل و نقل و جابجایی لوله‌ها بعد از حداقل ۱۸ ساعت عمل‌آوری سریع مجاز می‌باشد.

۵-۱-۵-۶-۳ سایر روش‌های عمل‌آوری

روش‌های دیگر عمل‌آوری پیشنهادی پیمانکار که به تأیید مهندس مشاور رسیده باشد و اندود با مشخصات خواسته شده حاصل شود، نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۱-۵-۷ عمل‌آوری اندود در طول خط لوله

هنگامی که عملیات اندود به صورت درجا در طول خط لوله اجرا می‌گردد، بلافاصله پس از اجرای هر قطعه، تمام ورودی‌ها، روزنه‌ها و بازشوها باید بسته شود تا از خشک شدن سریع اندود و ترک خوردن آن جلوگیری به عمل آید. پس از گذشتن مدت زمان کافی از اجرای اندود، به طوری که اندود صدمه نبیند، می‌توان با ایجاد پشته در ورودی‌های هر قطعه و ریختن آب به داخل لوله، شرایط محیط مرطوب در داخل لوله ایجاد کرد.

برای جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب به بدنه خط لوله و بالا رفتن دمای لوله، بهتر است اندود داخلی پس از خاکریزی روی لوله انجام شود. در غیر این صورت و در شرایط مناطق گرمسیر، باید دمای لوله با پاشیدن آب بر روی سطح خارجی لوله پایین نگهداشته شود تا از جمع شدن اندود و ترک خوردن آن جلوگیری گردد.

تا زمانی که لوله از آب پر نشده و یا دستگاه نظارت اجازه نـــداده، باید درپوش ورودی‌ها و بازشوها در جای خود باقی بماند و رطوبت داخل لوله حفظ گردیده و عملیات عمل‌آوری به مدت حداقل ۴ روز ادامه یابد.

۵-۱-۵-۸ نمونه‌گیری و آزمایش ملات اندود

برای آزمایش ملات اندود باید حداقل ۲ عدد نمونه استوانه‌ای به قطر ۱۵ سانتیمتر و طول ۳۰ سانتیمتر از هر شیفت کاری در هر روز تهیه نمود تا آزمایش مقاومت فشاری ۷ روزه و ۲۸ روزه بر روی آنها انجام شود. نمونه‌ها باید مطابق استاندارد ASTM C172 برداشته شوند.

نمونه‌های استوانه‌ای برای آزمایش ملات باید مطابق استاندارد ASTM C31 ساخته شوند و از نظر دما و نحوه عمل‌آوری مطابق اندود داخلی لوله‌ها عمل‌آوری گردند.

کلیه نمونه‌های استوانه‌ای باید مطابق با استاندارد ACTM C39 توسط آزمایشگاه معتبر و مورد تأیید مهندس مشاور آزمایش شوند.

حداقل مقاومت فشاری ۷ روزه و ۲۸ روزه به دست آمده از آزمایش نمونه‌های استوانه‌ای باید به ترتیب ۱۸ مگاپاسکال (۱۸۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) و ۳۱ مگاپاسکال (۳۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) باشد. اگر در آزمایش ۷ روزه، مقاومت لازم برای آزمایش ۲۸ روزه به دست آید، می‌توان از آزمایش ۲۸ روزه صرف‌نظر نمود.

میانگین مقاومت فشاری اندازه‌گیری شده در هر ده نمونه استوانه‌ای متوالی برداشته شده، باید مساوی و یا بیشتر از مقاومت فشاری مشخص شده در بالا باشد.

حداکثر ۲۰ درصد از نمونه‌ها می‌توانند مقاومتی کمتر از مقاومت ذکر شده را دارا باشند. هیچ نمونه‌ای نباید دارای مقاومتی کمتر از ۸۰ درصد مقاومت مشخص شده در فوق باشد.

◄ ۵-۱-۶ نواقص اندود

کلیه نواقص اندود لوله، نظیر حفره‌های خالی، برآمدگی‌ها، بادکردگی‌ها، مناطق اشباع شده از ماسه، شکستگی ناشی از ضربه، باید کنده شده و دوباره با ملات ماسه سیمان به همان ضخامت اولیه، با روش دستی و یا روش اسپری بادی و نظایر آن اندود گردد.

در صورتی که پیمانکار اثبات نماید[1] که ترک‌های با عرض بیشتر از ۱/۶ میلیمتر با ترمیم خود به خودی ملات هنگام پر شدن لوله از آب ترمیم خواهند شد، این‌گونه ترک‌ها نیز نیازی به تعمیر ندارند. قطعه لوله‌ای که برای این منظور مورد آزمایش قرار می‌گیرد، باید نمونه کامل و واقعی از لوله‌های طرح بوده و آبی که برای پر کردن آن به کار می‌رود، باید دارای همان مشخصات آبی باشد که در لوله جاری خواهد شد.

◄ ۵-۱-۷ کنترل و نظارت

تمام مراحل اجرای اندود باید تحت نظارت کامل و مداوم مهندس مشاور باشد. بدیهی است این نظارت رافع مسئولیت‌های پیمانکار برای تهیه مصالح و انجام کار مطابق این مشخصات فنی نمی‌باشد. مهندس مشاور باید امکان بازدید از کلیه مراحل کار و مواد و مصالح مصرفی را داشته باشد.

---

[1] در صورتی که با خیساندن مداوم لوله در آب، ترکها خودبخود ترمیم شوند، نیازی به تعمیر و اصلاح ندارند. ترمیم خودبخود ترکها را با هر روش مناسب که بتوان با خیس کردن و مرطوب نگهداشتن دائم پوشش داخلی لوله اجرا کرد، می‌توان ملاک قرار داد.

هر یک از لوله‌ها پس از خشک شدن اندود، مورد بازدید قرار خواهند گرفت و در صورت لزوم، چراغ مخصوص برای بازدید و دستگاه حامل چراغ باید توسط پیمانکار تهیه گردد. پس از انجام اندود هر دسته از لوله‌ها و آماده بودن آنها برای حمل و نصب، پیمانکار باید گواهی دال بر تکمیل اندود لوله‌ها و آماده بودن آنها برای نصب را از مهندس مشاور دریافت نماید.

۵-۱-۸ جابجا کردن لوله‌ها

۵-۱-۸-۱ جابجا کردن هنگام ساخت اندود

در تمام مدت اجرای اندود سیمانی و عمل‌آوری آن، لوله مورد نظر باید با دقت بر روی پایه‌های نگهدارنده قرار داده شود.

اگر قرار است لوله به محل دیگری منتقل شود، این کار باید با احتیاط انجام شود تا از وارد آمدن هرگونه آسیب به اندود جلوگیری به عمل آید. قسمتهای صدمه دیده اندود باید کنده شده و تعمیر شوند.

۵-۱-۸-۲ جابجا کردن هنگام تحویل

در هنگام بارگیری، حمل و باراندازی لوله‌های اندود شده، باید این کار با احتیاط انجام شود تا از صدمه دیدن اندود جلوگیری گردد. بعلاوه باید کلیه موارد مندرج در فصل حمل و نقل و نگهداری لوله رعایت گردد. مسئولیت هر گونه آسیب وارده به لوله و اندود آن به عهده پیمانکار می‌باشد.

۵-۲ پوشش لوله‌های فولادی با مواد قیری یا قطرانی به طریق گرم

۵-۲-۱ کلیات

این مشخصات فنی شامل عملیاتی است که مربوط به پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله‌های فولادی با مواد قیر نفتی و یا قطران ذغال سنگی و اندود داخلی لوله‌های فولادی با مواد قیری (به جز لوله‌های فولادی برای انتقال آب آشامیدنی) می‌باشد.

پیمانکار موظف است کلیه ماشین‌آلات، ابزار کار و نیروی انسانی مورد نیاز را فراهم آورده و عملیات ذکر شده را مطابق این مشخصات اجرا نماید.

این نوع پوشش از قدیم برای حفاظت جدار داخلی و خارجی لوله‌های فولادی به کار می‌رفته و در طول زمان از نظر نارسائی‌ها و معایب تکمیل شده است. اجرای پوشش هم در کارخانه و هم کارگاه انجام می‌شود.

لازم به توضیح است که در اجرای پوشش با قطران ذغال سنگی، به علت تأثیرات نامطلوب در ریه و پوست کارگرانی که با آن کار می‌کنند، باید ضوابط بهداشتی و موارد ایمنی کاملاً رعایت گردد.

برای اجرای پوشش، ابتدا سطح لولـــه به وسیله عملیات ماسه‌پاشی و یا ساچمه‌زنی (بلاستینگ)[1] تا درجه مورد نظر کاملاً تمیزکاری می‌گردد تا سطح فلز لوله به رنگ خاکستری مات در آید.

پس از تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله، لایه آستری[2] مناسب بر روی لوله پاشیده می‌شود و مدتی برای خشک شدن، نگهداری می‌شود.

سپس لوله روی غلطک‌هائی با حرکت دورانی به جلو رانده می‌شود و در همین حال، از دهانه قیرریز، قیر و یا قطران مذاب بر روی سطح لوله ریخته می‌شود. ضخامت لایه قیر با تنظیم حرکت دورانی و محوری لوله و مقدار قیرریزی کنترل می‌گردد.

همزمان با قیرریزی، یک یا دو لایه نوار تقویت کننده از جنس الیاف شیشه (نوار داخلی)[3] به صورت مارپیچی به دور لوله پیچیده می‌شود. این نوار با میزان کشش مناسب طوری پیچیده می‌شود که درون قیر قرار می‌گیرد. با توجه به جنس نوار متخلخل، قیر از درون منافذ آن عبور کرده و نوار کاملاً آغشته به قیر می‌شود. همزمان یک لایه نوار آغشته به قیر (نوار خارجی)[4] با میزان کشش مناسب به دور آن پیچیده می‌شود.

هنگام اجرای پوشش، وجود دو عدد چشمه قیر یکی قبل از نوار داخلی و یکی قبل از نوار خارجی ضروری است.

پس از اتمام عایقکاری، سرتاسر لوله با پاشیدن آب سرد کاملاً خنک شده و در صورت نیاز با محلول مخصوص (آب آهک) سفیدشوئی می‌گردد تا بدین وسیله پوشش لوله در مقابل تابش نور خورشید و جذب حرارت حفاظت گردد.

برای اجرای اندود داخل لوله‌ها، پس از تمیزکاری سطوح داخل لوله (مشابه سطوح خارجی لوله)، قشر پرایمر مناسب بر روی لوله زده می‌شود. در مرحله اجرای اندود، در حالی که لوله می‌چرخد، مواد قیری از طریق یک لوله انتقال دهنده به سطح داخل لوله پاشیده

---

[1] Sand Blasting – Shot Blasting
[2] Primer
[3] Inner Wrap
[4] OuterWrap

می‌شود. برای اندود داخلی لوله‌ها، از نوارهای تقویت‌کننده استفاده نمی‌شود و ضخامت لایه اندود با تنظیم مقدار قیرریزی و حرکت طولی لوله انتقال دهنده، کنترل می‌گردد.

۵-۲-۲ استانداردها و مراجع

مشخصات فنی حاضر برای اجرای پوشش خارجی و اندود داخلی لوله‌های آبرسانی فولادی زیرزمینی با مواد قیری یا قطرانی به طریقه گرم تهیه گردیده است و شامل تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله، اجرای آستری برروی سطح لوله، آماده کردن مواد قیری یا قطرانی، اجرای پوشش خارجی و یا اندود داخلی لوله، تعمیر پوشش و آزمایشهای مورد نیاز پوشش می‌باشد.

چنانچه در مواردی این مشخصات فنی کامل نبوده و یا در زمینه مورد نظر مسکوت باشد، باید در وهله اول، به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور یا بخشهای مرتبط آخرین ویرایش و تجدید نظر استانداردهای بین‌المللی JIS, DIN, BS, AWWA, ISO به شرح زیر مراجعه نمود :

الف – ISO 5256

پوشش قیری یا قطرانی برای حفاظت خارجی وداخلی لوله‌های فولادی زیرزمینی.

ب – AWWA C203

پوشش قطران ذغال سنگی برای حفاظت خارجی و داخلی لوله‌های آبرسانی فولادی.

پ – BS 4147

پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح فلزی

ت – DIN 30673

پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح خارجی و داخلی لوله‌های فولادی.

ث – JIS G 3491

پوشش قیر نفتی برای حفاظت سطوح داخلی و خارجی لوله‌های آبرسانی فولادی.

مصالح مورد نیاز پوشش، شامل قیر یا قطران، پرایمر، نوار تقویت کننده داخلی از جنس الیاف شیشه و نوار حفاظت مکانیکی خارجی از جنس الیاف شیشه و یا انواع دیگر که آغشته به قیر یا قطران است، می‌باشد.

برای تهیه مصالح، توصیه می‌شود در وهله اول به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور مراجعه نموده و پس از آن به استانداردهای بین‌المللی فوق‌الذکر مراجعه گردد.

۵-۲-۳ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله

۵-۲-۳-۱ حالت کلی

قبل از اجرای پوشش خارجی و داخلی، سطح لوله باید کاملاً تمیز بوده و از هر گونه مواد خارجی مانند رنگ، روغن، گریس، پوسته، زنگ و دیگر ناخالصی‌ها که مانع چسبندگی پوشش به سطح لوله می‌شوند، عاری باشد.

برای تمیزکاری سطح لوله با روش ماسه‌پاشی یا ساچمه‌زنی، ابتدا لوله باید مورد بازرسی چشمی قرار گیرد و کلیه مواد روغنی، گریس و نظیر آن با استفاده از حلال مناسب (مانند تری کلرواتان ۱۰۱۰) و پارچه یا گونی تمیز و از سطح فلز پاک شود.

به منظور تسهیل تمیزکاری، می‌توان مرحله پیش‌گرمی[1] را انجام داد. پیش‌گرمی به وسیله جریان برق و یا با شعله صورت می‌گیرد. در این مرحله، لوله باید بین ۳۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد گرم شود.

برای تمیزکاری سطح لوله با روش ماسه‌پاشی[2]، باید دیگ ماسه‌پاشی، کمپرسور هوا و سایر تجهیزات و امکانات لازم توسط پیمانکار تهیه شود. ماسه با فشار زیاد توسط هوای فشرده به وسیله یک لوله و سپس نازل به طرف سطح فلز پرتاب می‌گردد و در اثر برخورد این مواد، سطح فلز تمیز و سائیده می‌شود. جنس ماسه باید از نوع سیلیس و فاقد خاک باشد. به منظور جلوگیری از ورود ذرات ماسه به داخل لوله، می‌توان دو سر لوله را با بالشتک مسدود نمود.

درجه تمیزی سطح لوله باید حداقل مطابق درجه Sa2 استاندارد ISO8501-1 (یا استاندارد سوئدی SIS 055900 و یا مشابه آن) باشد. پس از اتمام ماسه‌پاشی، باید سطح آماده شده با جریان هوای فشرده از گرد و غبار تمیزگردد.

برای تمیزکاری سطح لوله به روش ساچمه‌زنی[3]، لوله از داخل دستگاه پاششی عبور داده می‌شود. دستگاه پاششی باید بتواند زنگ، پوسته و رسوبات را از سطح لوله پاک نموده و زمینه خاکستری فلزی را نمایان سازد. میزان تمیزی سطح لوله در این روش نیز باید حداقل مطابق درجه Sa2 استانداردهای فوق‌الذکر باشد.

برای تمیزکردن غبار و سایر ذرات باقیمانده روی لوله، با تعبیه دستگاه مکنده غبار و عبوردادن لوله از داخل آن، می‌توان لوله را تمیز نمود.

سطوح لوله پس از تمیز شدن، باید در مقابل گرد و غبار و آلوده شدن به چربی، روغن و دیگر مواد و همچنین در مقابل زنگ‌زدگی مجدد حفاظت شود.

در هنگام تمیزکاری و زنگ‌زدائی لوله، چنانچه حفره و یا نقائص دیگری در سطح لوله مشاهده شود، لوله برای انجام بازرسی دقیق این موارد و رد یا قبول آن کنار گذارده می‌شود.

۵-۲-۳-۲ تمیزکاری موضعی

چنانچه تمیزکاری سطح محدودی از لوله مد نظر باشد، می‌توان از برس سیمی برقی قابل حمل، سنگ سمباده و یا امکانات دیگر که سطح لوله را تا حد مورد نیاز Sa3 استاندارد بین‌المللی ISO 8501-1 (یا استاندارد سوئدی) تمیز می‌کند، استفاده نمود.

◄ ۵-۲-۴ آسترزنی

آستری[4] مایع سیاه رنگ چسبنده‌ای است که در یک لایه بر روی سطح فلز تمیز شده، زده می‌شود تا چسبندگی بین فلز و لایه پوشش را تأمین نماید.

آستری باید بر روی سطح تمیز و خشک همان‌گونه که در بند فوق بیان شد، اجرا گردد. در زمان اجرا وقتی که دمای هوا کمتر از ۷ درجه سانتیگراد و یا زمانی که رطوبت محیط، زیاد (بیشتر از ۸۵ درصد) و سطح لوله مرطوب باشد، اجرای آستری مجاز نمی‌باشد،

[1] Preheating
[2] Sand Blast
[3] Shot Blast
[4] Primer

مگر این که سطح لوله تا دمای۳۰ تا۴۰ درجه سانتیگراد گرم شود. این عملیات نباید به تمیزی سطح فلز برای اجرای آستری لطمه وارد سازد.

در مواقعی که هوا بارانی یا مه‌آلود است، نباید آستری زده شود، مگر آن که از محیط سرپوشیده و مناسبی استفاده شود. قشر آستری باید به ضخامت تعیین شده توسط سازنده آستری و حداقل به ضخامت ۲۰ میکرون به طور یکنواخت و پیوسته اجرا گردد. اجرای آستری معمولاً به صورت پاششی[1] صورت می‌گیرد. آستری را می‌توان با فرچه (برس دستی)، غلتک و یا هر وسیله مناسب مورد تأیید مهندس مشاور اجرا کرد. دمای سطح لوله در زمان اجرای آستری، باید بر طبق توصیه سازنده آن باشد. آستری را باید بتوان به راحتی و با کیفیت خوب بر روی سطح لوله اجرا نمود، به طوری که حین اجرای آستری، حباب روی سطح لوله تشکیل نشود. آستری و مواد پوشش باید از یک کارخانه سازنده سفارش داده شود و باید با یکدیگر سازگار[2] باشند. قبل از استفاده از آستری، بشکه‌های حاوی آستری را باید چندین مرتبه غلطاند تا محتویات داخل آن کاملاً مخلوط و یکنواخت شود.

آستری که در معرض هوا قرار می‌گیرد، فقط برای یک مرتبه آستری‌زنی قابل استفاده می‌باشد. استفاده از آستری‌های غلیظ شده که ممکن است مایع حلال آنها بخار شده باشد، مجاز نمی‌باشد. برای سهولت اجرای آستری، می‌توان در زمان اجرا، آن را تا دمای مجاز طبق دستورالعمل سازنده گرم نگهداشت.

برای حفاظت آستری خیس در مقابل تماس احتمالی با گردوغبار، مه، باران و یا هر ماده خارجی دیگر و تا زمانی که آستری کاملاً خشک شده و پوشش روی آن اجرا گردیده باشد، باید اقدامات لازم صورت پذیرد.

حداقل و حداکثر زمان خشک شدن برای لایه آستری و فاصله زمانی بین زدن آستری و اجرای پوشش، با توجه به نوع آستری و دستورالعمل سازنده آن تعیین می‌شود. خشک شدن آستری را می‌توان با لمس کردن آزمایش نمود. لایه آستری باید سخت و خشک بوده و اثر انگشت بر روی آن باقی نماند.

چنانچه فاصله زمانی بین زدن آستری و اجرای پوشش بیشتر از مدت زمان تعیین شده توسط سازنده بطول انجامد، سطح آستری خورده باید مجدداً تمیز کاری شده و آستری زده شود مگر اینکه سازنده آستری، دستورالعمل مشخص و خاصی در این مورد ارائه داده باشد.

سطح آستری خورده باید کاملاً صاف و عاری از هر گونه منفذ، شره و یا ناصافی‌های دیگر باشد. محل منفذها باید مجدداً آستری خورده و محل شره‌ها و ناصافی‌ها با برس سیمی برداشته شده و سطح فلز مجدداً تمیزکاری گردیده، آستری زده شود.

لوله‌ها را باید پس از آسترزنی بر روی چهارتراش‌های تخته‌ای آغشته به همان نوع آستری به نحوی نگهداری نمود که به یکدیگر نچسبند. پس از خشک شدن آستری روی لوله‌ها و انجام بازرسی‌های لازم، لوله‌ها بر روی سیستم انتقال دهنده به قسمت پوشش قرار داده می‌شوند.

◄ ۵-۲-۵ آماده کردن مواد قیری یا قطرانی

قیر و یا قطران جامد باید در یک سکوی تمیز که عاری از گرد و خاک و مواد زاید باشد شکسته شده و ابتدا به صورت قطعات کوچک (حدود ۲ کیلوئی) در دیگ‌های ذوب قرار داده شود. حدود نیم ساعت به دیگ حرارت ملایم داده شود تا مقداری از مواد ذوب

[1] Spray
[2] Compatible

شده در ته دیگ جمع گشته و از گرم شدن موضعی دیگ جلوگیری به عمل آید. بعد از آن حرارت را زیاد کرده و قطعات بزرگ ۵ تا ۱۰ کیلوئی به داخل آن اضافه می‌کنند.

دیگ‌های مصرف و یا ذخیره باید به اندازه و به تعداد کافی تدارک دیده شود تا اجرای پوشش لوله‌ها طبق برنامه و بدون وقفه ادامه پیدا کند.

دیگ‌های مصرف نباید در طول مدت مصرف به طور مستمر با قیر و یا قطران جامد پر شوند، بلکه باید هر بار قبل از اضافه نمودن قیر و یا قطران جامد بعدی، به طور کامل از مواد تخلیه و تمیز شوند.

قیر یا قطران باید پس از ذوب شدن، تا دمای مناسب برای مصرف (که معمولاً ۱۰۰ تا۱۱۰ درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه نرم شدن آن است و توسط سازنده تعیین می‌شود)، حرارت داده شود. از حرارت دادن اضافی به جدار دیگ که موجب صدمه‌زدن به مواد قیری یا قطرانی می‌شود، باید خودداری نمود.

دیگ‌ها باید مجهز به دماسنج با ثبات دقیق که به آسانی قابل رؤیت است، باشند تا مهندس ناظر بتواند آن را کنترل نموده و در صورت نیاز حرارت آن تنظیم گردد.

دیگ‌ها باید دارای درپوش لولائی باشند به طوری که بتوان دیگ را هنگام حرارت‌دهی و مصرف، بسته نگهداشت و فقط برای ریختن قطعات قیر یا قطران باز نمود. تعبیه صافی توری با چشمه‌های ۱/۵ میلیمتری که به آسانی قابل تمیزکردن باشد، در قسمت خروجی دیگ ضروری است تا ذرات مواد اضافی و ناخالصی‌ها که باعث ایجاد نقص در پوشش می‌شود، جدا گردیده و به داخل پوشش وارد نشود.

دیگ‌ها باید دارای همزن بوده و قیر یا قطران مذاب هر ۱۵ دقیقه یک بار به طور کامل هم‌زده شود. برای هم‌زدن باید از همزن‌های آهنی استفاده شود و استفاده از همزن چوبی مجاز نمی‌باشد.

حداکثر دمای مجاز و نیز حداکثر زمانی که قیر تحت دمای مصرف در دیگ‌ها نگهداشته می‌شود، باید مطابق دستورالعمل سازنده مواد باشد.

قیر یا قطرانی که از حداکثر دمای مجاز بیشتر گرم شده باشد و یا برای مدتی بیش از حد تعیین شده تحت دمای مصرف در داخل دیگ باقی مانده باشد، غیرقابل مصرف بوده و باید دور ریخته شود.

قیر یا قطران اضافی باقیمانده در ته دیگ برای ذوب مجدد نباید از ۱۰ درصد ظرفیت دیگ تجاوز کند. دیگ‌ها باید به طور مرتب بر اساس نیاز تخلیه و تمیز گردند و از قیر تخلیه شده نباید برای تهیه قیر بعدی استفاده و با آن مخلوط گردد.

۵-۲-۶ اجرای پوشش خارجی

۵-۲-۶-۱ اجرای پوشش خارجی لوله‌ها همراه با نوار داخلی و خارجی

پوشش خارجی متشکل است از لایه قیر یا قطران به ضخامت تعیین شده، یک یا دو لایه نوار داخلی از جنس الیاف شیشه‌ای به عنوان تقویت کننده پوشش و یک لایه نوار خارجی (بیرونی) که آغشته به قیر و یا قطران بوده و به عنوان حفاظت لایه پوشش بر روی آن پیچیده می‌شود.

سطوح لوله که قرار است پوشش شود، باید تمیز و خشک بوده و هر گونه عیب و نقصی که در سطح آستری خورده لوله مشاهده شود، باید قبل از اجرای پوشش ترمیم گردد.

هنگام اجرای پوشش، دمای لوله باید بالاتر از ۳۰ درجه و کمتر از ۵۰ درجه سانتیگراد باشد. با توجه به شرایط آب و هوائی منطقه و رطوبت موجود در هوا و با تشخیص مهندس مشاور، لوله‌های آستری‌خورده باید تا دمای مطلوب گرم شوند.

عملیات حرارت‌دهی باید به نحوی باشد که سطح لوله به طور یکنواخت گرم شده و دمای آن از ۷۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز ننماید. در صورتی که دمای محیط و شرایط آب و هوائی مناسب نبوده و گرم کردن لوله امکان‌پذیر نباشد، اجرای عملیات پوشش به تشخیص مهندس مشاور و تا فراهم شدن شرایط مناسب، باید به تعویق افتد.

مواد قیری یا قطرانی که برای پوشش به کار می‌روند، باید در حالی که لوله می‌چرخد و به جلو رانده می‌شود، بر روی سطح لوله ریخته شود به نحوی که ضخامت مورد نظر حاصل گردد. این کار باید به گونه‌ای صورت گیرد که با چرخش لوله، هر لایه حلزونی قیر یا قطران با لایه قبلی هم‌پوشانی[1] داشته و لایه قیر یا قطران به صورت یکپارچه و همگن، عاری از فضای خالی پوشش نشده، حفره یا منفذ و با ضخامت تعیین شده، ایجاد شود.

همزمان با عملیات قیرپاشی، یک یا دو لایه نوار داخلی از جنس الیاف شیشه‌ای به صورت مارپیچی با هم‌پوشانی ۱۵ تا ۵۰ میلیمتر (متناسب با قطر لوله)، به عنوان تقویت کننده با میزان کشش مناسب دور لوله پیچیده می‌شود و داخل لایه پوشش قیری قرار می‌گیرد. نباید نوار با سطح لوله تماس حاصل نماید و یا از لایه پوشش قیر بیرون‌زدگی داشته باشد، بلکه نوار باید در فاصله حدود یک میلیمتری از جدار لوله در داخل قیر قرار گیرد.

بلافاصله بعد از این که پوشش و نوار (نوارهای) داخلی با ضخامت مورد نظر اجرا شد نوار خارجی (بیرونی)، که قبلاً آغشته به قیر یا قطران شده است، به صورت مارپیچ با هم‌پوشانی ۱۵ تا ۵۰ میلیمتر (متناسب با قطر لوله) با میزان کشش مناسب دور پوشش پیچیده می‌شود.

پوشش حاصل باید از چین و چروک، ترک یا مواد زاید عاری بوده و به طور کامل و یکنواخت، روی سطح لوله را پوشش دهد.

دو سر لوله (برای عملیات جوشکاری و یا نصب اتصال مکانیکی) معمولاً به طول ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر پوشش داده نمی‌شود، ولی به لحاظ پیوستگی در عملیات، پوشش لوله و نوار پیچی به صورت یکپارچه بوده و حد فاصل دو شاخه لوله که به صورت چسبیده به هم قرار دارند را می‌پوشاند و لذا انتهای لوله‌ها به ناچار پوشش داده می‌شود. بنابراین قبل از وارد شدن لوله به سیستم پوشش‌کاری، فاصله ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتری دو انتهای لوله با آب و صابون آغشته می‌گردد تا پس از اتمام عملیات پوشش، به راحتی پوشش در انتهای لوله جدا گردد.

لوله‌های پوشش شده را باید بلافاصله پس از نوارپیچی خارجی وارد سیستم دوش آب خنک کننده نموده با آب تمیز و سرد آب‌پاشی نمود، تا سرد شدن لوله تسریع گردد.

پس از سرد شدن پوشش، طول مورد نظر از عایق دو سر لوله برداشته می‌شود و دو لبه برای عملیات جوشکاری تمیز می‌گردد.

در این مرحله، باید دقت شود که به خاطر گرم بودن پوشش، لوله‌ها بر روی تکیه‌گاه‌های (سکوهای) مناسب (مثلاً ۴ سکوی ۳۰ سانتیمتری و یا ۳ سکوی ۴۰ سانتیمتری) قرار داده شوند تا از فرورفتگی و آسیب دیدن عایق لوله‌ها جلوگیری به عمل آید.

---

[1] Overlap

۵-۲-۶-۲ ضخامت پوشش

ضخامت پوشش باید مطابق مقادیر زیر باشد، مگر آن که توسط مهندس مشاور ضخامت‌های دیگری تعیین شده باشد.

- حداقل ۳ میلیمتر بدون احتساب ضخامت نوار خارجی، در مواردی که یک لایه نوار داخلی به کار رفته باشد.
- حداقل ۴ میلیمتر بدون احتساب ضخامت نوار خارجی، در مواردی که دو لایه نوار داخلی به کار رفته باشد.

در مواردی که برجستگی خط جوش موجب می‌شود که ضخامت‌های مطلوب به دست نیاید، ضخامت مورد نظر پوشش در بالای خط جوش باید معادل حداقل مقادیر خواسته شده باشد.

۵-۲-۶-۳ سفیدشوئی[1]

در مواردی که پوشش خارجی در معرض نور مستقیم خورشید قرار می‌گیرد، در صورت نیاز و به دستور مهندس مشاور، باید سطح خارجی پوشش با محلول سفید پوشش حفاظت گردد. سفیدکننده‌ها معمولاً ترکیبی از ۳۵ کیلوگرم آهک، ۲/۴ کیلوگرم نمک، ۲ کیلوگرم روغن بزرک در ۱۰۰ لیتر آب می‌باشند. برای تهیه این محلول، باید ابتدا نمک را به آب اضافه نمود، سپس آهک و روغن را به آرامی در حالی که محلول همزده می‌شود به آن اضافه کرد. مخلوط آماده شده را پس از ۳ روز می‌توان استفاده نمود.

◄ ۵-۲-۷ اجرای اندود داخلی لوله‌ها

اندود داخل لوله‌های فولادی با مواد قیری، در کارخانه و یا کارگاه اندودکاری انجام می‌شود. استفاده از لوله‌های با اندود داخلی قیری برای انتقال آب شرب مجاز نمی‌باشد.

برای اجرای اندود داخل لوله‌ها با مواد قیری پس از تمیزکاری سطوح داخلی لوله (مطابق بند ۵-۲-۳ این بخش از مشخصات فنی)، مشابه سطوح خارجی لوله، قشر آستری مناسب مطابق بند ۵-۲-۴ بر روی لوله زده می‌شود.

در مرحله اجرای اندود، در حالی که لوله می‌چرخد، مواد قیری از طریق ناودانی و یا خط تغذیه کننده رفت و برگشتی به سطح داخل لوله پاشیده می‌شود. ضخامت لایه اندود با تنظیم مقدار قیرریزی و حرکت طولی دستگاه تغذیه کننده رفت و برگشتی کنترل می‌گردد.

در هنگام اجرای اندود، سطح آستر خورده باید تمیز و خشک باشد. اندود نباید درهوای سرد یا مه‌آلود اجرا شود، مگر آن که لوله قبلاً گرم شده و یا این که لوله در فضای بسته حفاظت شده باشد.

سطح اندود باید عاری از چین و چروک، شره، بادکردگی، طبله و یا حباب باشد. ضخامت اندود باید با توجه به شرایط کاری، حسب مورد انتخاب گردد.

قسمتهایی از لوله که توسط مهندس مشاور در آنها سطح اندود زبری و ناهمواری زیاد تشخیص داده شود، باید از اندود پاک شده و دوباره مطابق این مشخصات اندود گردد.

پاشیدن آب برروی اندود برای سردکردن آن باید زمانی انجام شود که اندود به اندازه کافی سخت شده باشد و اثر پاشیدن آب بر روی سطح آن باقی نماند.

---

[1] White Wash

۵-۲-۷-۱ اجرای اندود با استفاده از ناودانی

لوله‌ای که قرار است اندود شود، بر روی غلطکهای لاستیکی یا فولادی مجهز به حفاظ یا چرخهای نگهدارنده مناسب، که از خارج شدن لوله از خط جلوگیری می‌کند چرخانده می‌شود.

سپس قیر مذاب توسط ناودانی که در تمام طول داخل لوله ادامه دارد، بر روی جدار داخلی لوله ریخته می‌شود. ناودانی باید کاملاً تراز بوده و دارای لبه‌های مستقیم و هموار باشد.

ناودانی را ممکن است به وسیله المان الکتریکی و یا شعله گاز به اندازه‌ای که مناسب تجهیزات میباشد گرم نمود.

انتقال قیر مذاب از دیگ تا محل ریختن به داخل ناودانی، باید به نحوی صورت پذیرد که از اتلاف حرارت بیش از اندازه جلوگیری شود.

قیر داغ، از زمان پرکردن ناودانی تا ریختن بر روی لوله، نباید بیشتر از یک دقیقه نگهداشته شود. قبل از این که سرعت چرخش لوله به حداکثر خود برسد، قیر نباید بر روی جدار داخل لوله ریخته شود. قیر سپس از طریق برگرداندن ناودانی با سرعت یکنواخت، در تمام طول لوله ریخته می‌شود. این کار باید به نحوی صورت گیرد که مواد قیری به طور مساوی در تمام طول لوله ریخته شود. پس از ریختن قیر، ناودانی به حالت اولیه برگردانده شده و از لوله خارج می‌گردد. در صورت لزوم، قیر اضافی باقیمانده در ناودانی، باید تمیز گردد. این قیر را در صورتی که عاری از گرد و خاک و آشغال باشد، می‌توان دوباره استفاده کرد، مشروط بر آنکه مقدار آن کمتر از ۱۰ درصد قیر تازه باشد.

۵-۲-۷-۲ اجرای اندود به وسیله خط تغذیه کننده

لوله‌ای که قرار است اندود شود بر روی غلطک‌های لاستیکی یا فولادی مجهز به حفاظ یا چرخهای نگهدارنده مناسب که از خارج شدن لوله از خط جلوگیری می‌کند، چرخانده می‌شود.

قیر مذاب به وسیله لوله، از مخزن به خط تغذیه‌کننده رفت و برگشتی رسانده می‌شود. با پوشش کردن لوله‌ها به وسیله عایق حرارتی مناسب و یا گرم کردن لوله‌ها و سیستم انتقال، باید دمای کاربرد[1] قیر که توسط سازنده مواد تعیین می‌شود، حفظ گردد.

قیر داغ باید به وسیله خط تغذیه کننده رفت و برگشتی به داخل لوله که درحال چرخش می‌باشد، ریخته شود. عضو قیرپاش سیستم تغذیه کننده باید بتواند در سرتاسر طول لوله حرکت کرده و سرعت حرکت با سرعت چرخش لوله هماهنگ بوده، به طوری که قیر، به صورت کاملاً یکنواخت و با ضخامت مورد نظر بر روی سطح لوله ریخته شده و پخش گردد.

۵-۲-۸ پوشش خارجی و اندود داخلی متعلقات

۵-۲-۸-۱ تمیزکاری، آسترزنی و اجرای پوشش

تمیزکاری، اجرای لایه آستری و پوشش خارجی و اندود داخلی متعلقات خط لوله فولادی باید به نحوی انجام شود که نتایج حاصل از آن، معادل پوشش خارجی و اندود داخلی لوله‌ها باشد.

[1] Application Temperature

روشهایی که برای اجرای پوشش و اندود متعلقات به کار می‌رود و با دستورالعمل‌های مندرج در این مشخصات فنی مغایرت دارند، باید قبلاً به تأیید مهندس مشاور برسد.

چنانچه به دلیل شکل خاص متعلقات، امکان چرخاندن آنها میسر نمی‌باشد، عملیات پوشش و اندودکاری را می‌توان با استفاده از برسهای دستی و دیگر تجهیزات که ذیلاً درج شده، و یا با سایر روشهای مناسب انجام داد.

۵-۲-۸-۲ اجرای پوشش

تمام سطوح آستری خورده باید با استفاده از برسهای دستی با دولایه قیر یا قطران پوشش شوند. حرکت برسها باید با یکدیگر هم‌پوشانی داشته و در نهایت پوششی یکپارچه و یکنواخت ایجاد کند.

اجرای پوشش می‌تواند با روش رفت و برگشتی و یا تخته ماله‌ای صورت پذیرد. این کار باید با دقت و مهارت انجام شود.

در مورد خط جوش‌ها، باید دقت شود که هرگونه ناهمواری و لبه‌های تیز ناشی از جوشکاری، با یکی از روشهای سوهان‌کاری، سنگ‌زدن و یا هر روش مناسب دیگر قبلاً برطرف شده باشد و اولین برس آغشته به قیر یا قطران، باید در امتداد جوش و بر روی آن کشیده شود.

◄ ۵-۲-۹ پوشش و اندود محل اتصالی‌ها

۵-۲-۹-۱ کلیات

مواد پوششی مورد استفاده برای محل اتصالی‌ها، باید با مواد مصرفی در پوشش اجرا شده قبلی سازگار باشد.

شرایط اجرای آستری و پوشش باید مطابق شرایط مندرج در ردیفهای ۵-۲-۳ تا ۵-۲-۷ این مشخصات فنی باشد.

پوشش و اندود محل اتصالی‌ها باید به اندازه کافی روی پوشش و اندود لوله ادامه یافته تا یک پوشش یکپارچه و بدون عیب و نقص تشکیل شود.

۵-۲-۹-۲ پوشش خارجی محل اتصالی‌های جوشی

سطح لوله در محل اتصال جوشی باید به خوبی تمیزکاری شود. هرگونه ناهمواری و لبه‌های تیز ناشی از جوشکاری، باید با یکی از روشهای سوهان‌کاری، سنگ‌زدن و یا هر روش مناسب دیگر برطرف گردد. پوشش ضدآفتاب (سفیدشوئی) و دیگر مواد زاید که از چسبیدن کامل پوشش جلوگیری می‌کنند، باید در محل اتصالی از روی لوله کاملاً پاک شوند.

پس از این کار، لایه آستری اجرا می‌گردد و اجازه داده می‌شود آستری بر طبق دستورالعمل کارخانه سازنده خشک شود. هنگامی که آستری خشک شد، محل اتصالی به طور دستی و به ضخامت مشخص شده با لایه قیر یا قطران داغ همراه با نوارهای داخلی و خارجی پوشش می‌گردد.

در مواردی که پوشش محل اتصالی با استفاده از قالب[1] یا روش مشابه آن اجرا می‌شود، با موافقت مهندس مشاور، می‌توان نوارهای داخلی و خارجی را حذف کرد.

[1] Mould

انواع نوارهای پوشش که توسط سازندگان برای این منظور تهیه شده است و به طریق گرم یا سرد به کار می‌رود، با تأیید مهندس مشاور، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۲-۹-۳ اندود محل اتصالی‌های جوشی

برای اندود داخلی محل اتصالی‌های جوشی، ابتدا باید قسمتهای اندود نشده به خوبی تمیزکاری شده و سپس لایه آستری اجرا گردد و بر طبق دستورالعمل کارخانه سازنده، اجازه داده شود تا آستری خشک گردد.

پس از خشک شدن آستری، قیر داغ به طریق دستی، با اندودگر یا هر روش مناسب دیگر[1] و به ضخامت مشخص شده، اجرا می‌گردد.

اندود داخلی محل اتصالی باید به خوبی به سطح لوله و اندود لوله بچسبد و سطح اندود در محل اتصالی باید صاف بوده و با سطح اندود لوله هم‌تراز گردد.

برای رساندن قیر به داخل خط لوله، می‌توان سوراخهایی در طول خط لوله پیش‌بینی و تعبیه کرد تا از آن طریق، قیر مذاب به داخل سطل مخصوص قیر ریخته شود.

◄ ۵-۲-۱۰ اندازه‌گیری ضخامت پوشش

ضخامت پوشش باید به وسیله ضخامت‌سنج مغناطیسی (آزمایش غیرمخرب)، اندازه‌گیری و کنترل شود.

کنترل ضخامت به وسیله ضخامت‌سنج مکانیکی (آزمایش مخرب)، توصیه نمی‌شود، ولی چنانچه از این روش استفاده شود، باید سوزن دستگاه به صورت قائم نسبت به سطح پوشش نفوذ کرده و نقطه انتهای آن به سطح فلز برسد. بعد از هر آزمایش باید بلافاصله محل صدمه دیده پوشش را تعمیر کرده و از نظر پیوستگی، مورد آزمایش الکتریکی قرار داد.

◄ ۵-۲-۱۱ تعمیر پوشش

تمام پوشش‌های آسیب دیده، محلهای آزمایش چسبندگی، نمونه‌گیری‌ها و نقاطی که با دستگاه منفذیاب الکتریکی علامت‌گذاری شده است، باید تعمیر شوند و پس از تعمیرات، ناحیه‌های تعمیر شده، با دستگاه منفذیاب بازرسی گردند.

محلهایی که صدمات وارده به عمق پوشش و به فلز لوله رسیده و یا چسبندگی پوشش آن از بین رفته است، را نباید با افزودن قیر تعمیر نمود.

نواحی صدمه دیده، عموماً به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف – صدمات جزئی، شامل حفره‌های سوزنی یا حبابی

ب – صدمات عمقی، به طوری که قسمت کوچکی از فلز لوله مشخص باشد.

پ – صدمات کلی که در آن آسیب‌ها گسترده بوده و سطح زیادی را می‌پوشاند و یا حفره‌های زیاد و یا ضخامت پوشش کم می‌باشد.

[1] روش ماله‌کشی و یا استفاده از گونی آغشته به قیر و با گرمایش موضعی یک نوار پیش‌ساخته از مواد پوشش که بر روی سطح آستری‌خورده اجرا می‌شوند

الف – تعمیر صدمات جزئی :

برای تعمیر حفره یا حبابهای ریز، می‌باید با یک کاردک تیز و با دقت، گرد و غبار و مواد زائد و پوشش خارجی قسمت آسیب دیده را برداشته، به طوری که به پوشش اطراف آن صدمه وارد نشود. سپس قیر داغ روی قسمت آماده شده تا ضخامت معین ریخته شود و با یک تکه وصله از نوار خارجی، پوشانده شود. در صورتی که حفره در حد دید غیرمسلح نباشد و با دستگاه منفذیاب مشخص شده باشد، گرم کردن پوشش با شعله و کشیدن کاردک آغشته به قیر روی محل آسیب دیده، می‌تواند عیب را برطرف نماید.

ب - تعمیر صدمات عمقی :

در مواقعی که صدمه عمقی بوده و سطح فلز بدون پوشش و نمایان باشد، مانند محلهای نمونه‌برداریها، محل آزمایشهای چسبندگی و غیره، باید تمامی قسمتهای پوشش جدا شده، از روی لوله برداشته شود و لبه‌ها با کاردک پخ زده شوند و در صورت نیاز، سطح فلز به وسیله برس سیمی با دقت تمیز شده و سطح نمایان، آستری زده شود.

پس از خشک شدن آستری، یک لایه قیر داغ در محل آسیب دیده ریخته شود و بلافاصله با یک لایه از نوار خارجی پوشانده شود.

پ - تعمیر صدمات کلی :

این نوع صدمات شامل نواقصی از قبیل پوشش نشدن قسمتی از لوله، طبله و جداشدن پوشش، ترک‌های شدید، حفره‌ها و منفذهای متعدد و یا ضخامت کم‌پوشش می‌باشد. لوله‌های پوشش شده که در این شرایط باشند، باید تمیز شده و مجدداً پوشش گردند.

◄ ۵-۲-۱۲ آزمایش‌های پوشش

پس از اجرای پوشش روی لوله‌ها، آزمایشهای زیر بر روی آن انجام خواهد شد.

۵-۲-۱۲-۱ آزمایش با دستگاه منفذیاب الکتریکی

این آزمایش، برای اطمینان از عدم وجود حفره، حباب و یا نواقصی که با چشم قابل رؤیت نمی‌باشد، در سطح تمام شده پوشش صورت می‌گیرد.

میزان ولتاژ دستگاه منفذیاب با توجه به ضخامت پوشش تنظیم می‌شود. میزان ولتاژ برای پوشش با یک لایه نوار داخلی حدود ۱۰ کیلوولت و برای پوشش با دو لایه نوار داخلی حدود ۱۵ کیلوولت می‌باشد. در تنظیم ولتاژ دستگاه، باید پیشنهاد سازنده نوار خارجی در مورد مقاومت دی الکتریک[1] این نوار کاملاً مورد توجه قرار گیرد.

سرعت حرکت الکترود دستگاه منفذیاب بر روی لوله، نباید از ۱۸ متر در دقیقه تجاوز کند (این سرعت معمولاً بین ۹ تا ۱۸ متر در دقیقه می‌باشد).

محلهای معیوب و یا بدون پوشش، از طریق جرقه الکتریکی تولید شده بین الکترود دستگاه و سطح نمایان فلز و یا بوق‌زدن دستگاه مشخص می‌گردد، که باید با گچ یا رنگ علامت‌گذاری شده و برای انجام تعمیرات از ردیف لوله‌های سالم کنار گذارده شود.

پس از تعمیر محلهای معیوب پوشش، محلهای مذکور باید مجدداً با دستگاه منفذیاب آزمایش گردد.

---

[1] Dielectric

۵-۲-۱۲-۲ آزمایش چسبندگی

آزمایش میزان چسبندگی پوشش باید در دمای بین ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد بر روی پوشش لوله‌ها انجام شود. اگر دمای پوشش، که با دماسنج اندازه‌گیری می‌شود بالاتر از ۳۰ درجه و یا پائین‌تر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، برای تنظیم درجه حرارت در محدوده مذکور، باید مقداری آب سرد و یا گرم، حسب مورد بر روی سطح مورد نظر آزمایش ریخته شود.

این آزمایش، هم برای پوشش خارجی و هم اندود داخلی لوله‌های آب، دو روز پس از اجرای پوشش انجام می‌شود و تناوب آن در هر شیفت کاری ۸ ساعته، دو آزمایش می‌باشد.

برای جلوگیری از صدمه به پوشش، ابتدا کاردک کمی‌گرم می‌شود، سپس دو شیار عمقی و موازی با فاصله ۲ سانتیمتر و طول حدود ۱۰ سانتیمتر و سپس یک برش عمود بر شیارهای موازی، با کاردک بر روی پوشش ایجاد می‌گردد. شیارها باید تا سطح لوله عمق داشته باشند.

سپس، پوشش تحت آزمایش را در تمام عرض شیار شل کرده و به آرامی آن را به طرف بالا و در جهت عمود به سطح پوشش با نیروی یکنواخت کشیده تا پوشش از سطح لوله جدا شود.

اگر پوشش به طور کامل و به آسانی جدا نشود و وسعت گودی ایجاد شده کمتر از عرض شیار (۲ سانتیمتر) باشد، چسبندگی پوشش خوب و قابل قبول است.

در نقاطی که آزمایش چسبندگی انجام می‌شود، پیمانکار باید به هزینه خود، عملیات مرمت پوشش را انجام دهد.

اگر نتیجه آزمایش چسبندگی قابل قبول نباشد، در دو محل دیگر روی همان لوله، باید آزمایش تکرار گردد. اگر هر دو آزمایش تأیید شد، پوشش انجام شده قابل قبول است، ولی اگر حتی یکی از دو آزمایش مردود شود، چسبندگی پوشش مردود و غیر قابل قبول شناخته شده و پیمانکار موظف است پوشش را برداشته و طبق روش گفته شده لوله را مجدداً تمیز و پوشش نماید.

◄ ۵-۲-۱۳ جابجایی و حمل و نقل لوله‌های پوشش شده

۵-۲-۱۳-۱ جابجایی

لوله‌های پوشش شده باید به نحوی جابجا شوند که پوشش آنها صدمه نبیند. برای این منظور در هنگام جابجایی آنها باید از تسمه‌های عریض و پهن از نوع لاستیکی یا برزنتی و یا چرمی استفاده شود و از استفاده و تماس سیم بکسل، زنجیر و قلاب با سطح پوشش لوله جلوگیری گردد. زیرسری لوله‌ها نیز باید به پوشش نرم مجهز شده باشند.

دمای مناسب برای جابجایی لوله‌های پوشش شده بنا به توصیه سازنده مواد پوششی تعیین می‌شود. در فصل گرما یا مناطق گرمسیر، حتی‌الامکان باید سعی شود هنگام صبح یا غروب و زمانی که تابش مستقیم نور خورشید روی پوشش نباشد، جابجایی صورت گیرد.

۵-۲-۱۳-۲ حمل و نقل توسط کامیون

در موقع حمل لوله‌های پوشش شده توسط کامیون، باید لوله برروی زیرسری‌های عریض از الوار که در سطح تکیه‌گاه لوله به شکل انحنا لوله بریده شده و از نمد و یا مواد نرم مشابه پوشانده شده، استفاده گردد. سیم بکسل‌ها که برای بستن لوله استفاده

می‌شوند، باید با دقت با پارچه نرم پوشانده شوند و حتی‌الامکان برای بستن لوله‌ها از تسمه‌های چرمی و یا برزنتی مقاوم استفاده گردد.

تعداد لوله‌ها برروی کامیون باید با توجه به قطر لوله انتخاب شود و طوری باشد که در هنگام حمل و نقل به پوشش لوله صدمه وارد نیاید.

۵-۲-۱۴ عملیات کارگاهی

۵-۲-۱۴-۱ ریسه‌کردن لوله در کنار ترانشه

لوله‌ها باید به طور مناسب برروی تکیه‌گاه‌هایی قرار گرفته و در طول ترانشه ریسه شوند به طوری که لوله از زمین فاصله داشته باشد تا از زخمی‌شدن پوشش لوله جلوگیری گردد. تکیه‌گاه‌ها، باید از کیسه ماسه باشند تا یک بستر نرم ایجاد نمایند.

۵-۲-۱۴-۲ بلند کردن لوله

لوله از کنار ترانشه باید توسط یک تسمه پهن بلند شده، به داخل ترانشه برده شود. استفاده از سیم بکسل، زنجیر و یا وسائل دیگری که در تماس با آنها احتمال زخمی‌شدن پوشش وجود دارد، مجاز نمی‌باشد.

غلطاندن لوله به داخل ترانشه مجاز نمی‌باشد. قبل از خواباندن لوله در ترانشه، باید زیر لوله هنگام آویزان بودن آن، بازرسی شود تا از سالم بودن پوشش حفاظتی لوله اطمینان حاصل گردد.

۵-۲-۱۴-۳ بستر لوله

هنگامی که ترانشه در زمینهای سنگی و یا زمینهائی که دارای اجسام سخت است ایجاد می‌شود و احتمال صدمه دیدن پوشش لوله در تماس با بستر وجود دارد، برای جلوگیری از زخمی‌شدن پوشش، یک لایه خاک سرند شده یا ماسه به ضخامت حداقل ۱۰ سانتیمتر باید قبل از نصب لوله در کف ترانشه ریخته شود. البته بسترسازی یاد شده عام بوده و در اینجا به عنوان تأکید مجدد ذکر گردیده است.

۵-۲-۱۴-۴ سایر ملاحظات

در هنگام اجرای عملیات لوله‌گذاری، باید کلیه احتیاطات لازم برای جلوگیری از زخمی‌شدن پوشش لـــولـــه به کار گرفته شود. هیچ‌گونه ابزار یا جسم فلزی سنگین نباید با پوشش تماس پیدا کنند.

کارگران هنگامی که ضروری است، مجاز به راه رفتن بر روی لوله می‌باشند و در این صورت باید از کفش‌های با پاشنه و کف لاستیکی استفاده نمایند.

هرگونه صدمه‌ای که به پوشش حفاظتی هنگام نصب لوله وارد آید، باید قبل از خاکریزی، به نحو مناسب تعمیر گردد.

۵-۳ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله‌های فولادی با نوارپیچی به طریق سرد

۵-۳-۱ کلیات

این بخش از مشخصات فنی در برگیرنده عملیاتی است که مربوط به پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله‌های فولادی آبرسانی با نوارپیچی به طریق سرد می‌باشد.

پیمانکار موظف است کلیه وسائل، ابزار کار و نیروی انسانی لازم برای انجام کار را فراهم نموده و عملیات ذکر شده را مطابق این مشخصات فنی به نحو احسن اجرا نماید.

اجرای پوشش حفاظتی با نوارپیچی، به صورت عملیات پیوسته بوده و پس از آماده‌سازی سطح خارجی لوله، شروع شده و یکی پس از دیگری در سه مرحله به شرح زیر می‌باشد:

الف – آستری که قبل از اجرای نوار زیری بر روی سطح لوله زده می‌شود و هدف آن ایجاد لایه چسبنده بین لوله و نوار می‌باشد.

ب – نوار زیری که برای حفاظت لوله در مقابل خوردگی و زنگ‌زدگی، مستقیماً بر روی سطح آستری خورده لوله پیچیده می‌شود.

پ – نوار پوشش رویی که برای حفاظت در مقابل صدمات مکانیکی، مستقیماً بر روی نوار زیری پیچیده می‌شود.

اغلب نوارهای پلاستیکی، خاصیت ارتجاعی خود را در دمای کمتر از ۷ درجه سانتیگراد از دست می‌دهند و نوارپیچی در این دما و کمتر از آن دچار اشکال می‌شود، لذا عملیات فوق باید در دمای بالاتر از ۷ درجه سانتیگراد صورت پذیرد.

همچنین حرارت و تابش مستقیم نور خورشید در فصل گرما، موجب بادکردن و ایجاد چین و چروک نوارها می‌شود. بنابراین باید در این مواقع از نوارپیچی خودداری گردد و نوارپیچی در ساعات اولیه صبح انجام پذیرد و یا اینکه نوارپیچی در محوطه سرپوشیده انجام شده و لوله‌ها پس از نوارپیچی و آزمایش الکتریکی، در خاک دفن گردند.

در هوای بارانی و مه سنگین که رطوبت بر روی لوله جمع می‌شود، باید کار نوارپیچی را متوقف نمود. شبنم صبحگاهی نیز باید از روی لوله پاک گردد.

برای تهیه مصالح، توصیه می‌شود در وهله اول، به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و پس از آن به استانداردهای بین‌المللی مانند BS, AWWA, ISO و DIN مراجعه گردد.

آستری و نوارهای مصرفی، باید از یک سازنده خریداری شده و با یکدیگر سازگار باشند.

۵-۳-۲ استانداردها و مراجع

مشخصات فنی حاضر برای اجرای پوشش خارجی لوله‌های فولادی زیرزمینی با نوارپیچی به طریق سرد تهیه گردیده و شامل تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله، اجرای لایه آستری بر روی سطح لوله و نوارپیچی با نوارهای زیری و رویی، تعمیر پوشش و آزمایشهای مورد نیاز پوشش می‌باشد.

چنانچه در مواردی این مشخصات فنی کامل نبوده و یا در زمینه موردنظر مسکوت باشد، باید در وهله اول به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور یا بخشهای مرتبط با آخرین ویرایش و تجدید نظر استانداردهای بین‌المللی DIN, BS, AWWA, ISO مراجعه شود.

برای تهیه مصالح نیز، همان طوری که قبلاً گفته شد، توصیه می‌شود به استانداردهای فوق‌الذکر مراجعه گردد.

۵-۳-۳ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله

سطح خارجی لوله باید از هرگونه روغن، چربی، گریس و یا ناخالصی‌های دیگر با استفاده از حلال مناسب پاک شود و سپس با یکی از روشهای ماسه‌پاشی یا ساچمه‌زنی، همان‌گونه که در بند ۵-۲-۳ این مشخصات فنی تشریح گردیده است، سطح خارجی لوله تمیزکاری و آماده‌سازی شود.

صرف نظر از وضع اولیه لوله، سطح تمیز شده لوله باید با درجه تمیزی Sa2 استاندارد بین‌المللی ISO 8501-1 (یا استاندارد سوئدی SIS 055900) مطابقت نماید. نمونه‌ای از لوله تمیز شده برای مقایسه‌های بعدی باید در جای خشک نگهداری شود.

۵-۳-۴ اجرای لایه آستری

لایه آستری باید بلافاصله پس از تمیزکاری سطح لوله و پس از گردگیری ناشی از ماسه‌پاشی، مطابق با مفاد مندرج در بند ۵-۲-۴ این مشخصات فنی اجرا گردد. ضخامت لایه آستری طبق توصیه سازنده آن تعیین می‌گردد، ولی این ضخامت نباید از ۲۵ میکرون کمتر باشد.

قبل از پیچیدن نوار بر روی سطح آستری خورده، باید طبق توصیه سازنده، اجازه داده شود تا لایه آستری به اندازه کافی خشک گردد.

۵-۳-۵ اجرای نوار زیری

نوار زیری باید مستقیماً برروی سطح آستری خورده به وسیله دستگاه نوارپیچی به دور لوله پیچیده شود. نوار باید دارای هم‌پوشانی بوده و کاملاً کشیده شود، به طوری که آثار چین و چروک برروی لوله باقی نماند.

تنش وارده به نوار باید ثابت بوده و میزان آن طوری تنظیم گردد که حداکثر نیم درصد از عرض نوار در اثر کش آمدن کاسته شود. تنظیم کشش نوار در کیفیت نوارپیچی دارای اهمیت می‌باشد.

وقتی نوار بر روی لوله‌های فولادی با جوش اسپیرال پیچیده می‌شود، برای نوارپیچی باید معمولاً با جهت جوش اسپیرال موازی باشد.

میزان هم‌پوشانی نوار باید حداقل ۲۵ میلیمترباشد. هم‌پوشانی باید صاف و یکنواخت بوده، به طوری که پیوستگی لایه نوار حفاظتی را تأمین نماید.

در ضمن نوارپیچی، نوار حلقه جدید باید حداقل ۱۵۰ میلیمتر روی قسمت نوارپیچی شده لوله پوشانده شود. برای جلوگیری از لغزش و جابجایی نوار جدید، می‌توان با دست نوار را بر روی نوار قدیمی فشرد.

زاویه نوارپیچی باید ثابت مانده و با تغییر حلقه‌های نوار، نباید در زاویه نوارپیچی و کشش آن تغییری داده شود.

۵-۳-۶ اجرای نوار رویی

نـــوار رویی به وسیله همـان دستگاهی که برای پیچیدن نوار زیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، بر روی نوار زیری پیچیده می‌شود. قسمت هم‌پوشانی نوار رویی نباید بر روی قسمت هم‌پوشانی نوار زیری قرار گیرد.

حداقل میزان هم‌پوشانی نوار رویی و همچنین میزان هم‌پوشانی نوار جدید با نوار قدیمی، مطابق آنچه برای نوار زیـــــــری (بند ۵-۳-۵) ذکر شده است، می‌باشد.

۵-۳-۷ پوشش متعلقات و قسمتهای نامنظم

برای اجرای پوشش متعلقات و قسمتهای نامنظم که در آنها استفاده از ماشین میسر نیست، نوارپیچی با دست انجام خواهد شد.

در جایی که نوارپیچی با دست انجام می‌شود، باید سعی نمود که سطح نوارپیچی شده یکنواخت بوده و چین و چروک بر روی لوله باقی نماند.

کلیه عملیات پوشش متعلقات، شامل آماده‌سازی سطح، اجرای لایه آستری و اجرای نوار زیری و نوار رویی مانند عملیات پوشش لوله می‌باشد، مگر این که در مشخصات طرح به نحو دیگری مشخص شده باشد.

پوشش متعلقات و قسمتهای نامنظم، مانند سه‌راهی، زانویی، درپوش انتهایی و غیره را می‌توان با نوارهای نـــرم و مخصوص کـــه قابلیت شکل‌پذیری داشته و کشش آن زیاد می‌باشد و با حلقه‌های کم‌قطر و نوار کم‌عرض که برای کاربرد با دست مناسب است انجام داد. نوارهای مزبور دارای آستری مخصوص به خود می‌باشند.

۵-۳-۸ پوشش اتصالی‌های انعطاف‌پذیر

برای پوشش اتصالی‌های انعطاف‌پذیر، معمولاً از نوارهای نرم و مخصوص که قابلیت شکل‌پذیری دارد و خمیر مخصوص استفاده می‌شود. مصالح پوشش محل اتصالی، باید با مصالح پوشش لوله سازگار باشد. برای اجرای پوشش محل اتصالی، باید دستورالعمل سازنده مصالح پوشش با دقت رعایت گردد.

به طور معمول، نحوه اجرا به این ترتیب است که پس از تمیزکردن اتصالی و اطراف آن، بلافاصله لایه آستری زده می‌شود. پس از خشک شدن آستری، اتصالی انعطاف‌پذیر با خمیر مخصوص کاملاً پوشانده می‌شود، به طوری که حلقه میانی و رینگ‌ها، پیچ و مهره‌ها، کاملاً پوشیده شوند. خمیر به صورت شیب‌دار تا سطح لوله ادامه داده می‌شود. سپـس یک لایه نوار زیری بر روی اتصالی آغشته به خمیر پیچیده می‌شود و دور تا دور آن، یـک لایه نوار مخصوص رویی پیچیده می‌شود و اطراف نوار رویی، در دو طرف اتصالی، با نوار چسب‌دار مخصوص محکم می‌گردد.

۵-۳-۹ پوشش اتصالی‌های جوشی

محل اتصالی‌های جوشی، پس از پایان جوشکاری، به طور دستی پوشش خواهند شد. ابتـــدا محل اتصالی از هرگونه روغن، گریس و سایر ناخالصی‌ها با حلال مناسب پاک می‌گردد، سپس محل اتصالی، با برس سیمی از سرباره جوش، زنگار و پوسته کاملاً تمیز می‌شود. لبه‌های تیز که ممکن است به نوارپیچی صدمه بزنند، باید به طریـــق سنگ‌زنی اصلاح گردند.

پوشش روی لوله در اطراف محل اتصالی، باید حداقل به اندازه ۵ سانتیمتر از لبه آن، از مواد ناخالصی کاملاً پاک شود.

پس از آن که محل اتصالی به طریق فوق‌الذکر تمیز گردید، لایه آستری زده می‌شود و پس از خشک شدن آستری، نوار زیری و نوار رویی پیچیده می‌شود، به طوری که به اندازه ۵ سانتیمتر از هر طرف روی پوشش قبلی لوله را بگیرد و هیچ‌گونه نقص و منفذی نداشته باشد.

برای نوارپیچی دستی محل اتصالی، باید از حلقه‌های کم‌قطر و نوار کم‌عرض که برای کاربرد دستی مناسب است، استفاده کرد.

در هنگام نوارپیچی با دست، باید سعی و کوشش شود که سطح نوارپیچی شده یکنواخت و صاف بوده و چین و چروک بر روی لوله باقی نماند.

۵-۳-۱۰ تعمیر پوشش لوله

نقاط معیوب در پوشش لوله به طریق زیر تعمیر می‌گردند.

ابتدا نوار قسمت آسیب دیده پوشش لوله کاملاً برداشته می‌شود و کناره‌های آن به صورت مضرس درآمده تا از چسبندگی بهتر بین نواری که در تعمیر به کار می‌رود و نوار اصلی اطمینان حاصل گردد. هرگاه مساحت قسمت معیوب، بیشتر از ۲ اینچ مربع (۱۲/۵ سانتیمترمربع) باشد، سطح لوله تا نمایان شدن فلز آن با استفاده از برس سیمی تمیز خواهد شد. سطح تمیز شده، آستری خورده و پس از خشک شدن آستری، نوار سرد زیری به روش معمول اجرا خواهد گردید.

نواری که برای تعمیر قسمت معیوب به کار می‌رود، باید حداقل ۱۵ سانتیمتری اطراف قسمت آسیب دیده را پوشش دهد، سپس نوار رویی اجرا خواهد گردید، به طوری که ۱۰ سانتیمتر اطراف نوار زیری را بپوشاند.

اگر سطح قسمت آسیب دیده، کمتر از ۲ اینچ مربع (۱۲/۵ سانتیمترمربع) باشد، نیاز به آسترزنی مجدد نمی‌باشد، اما نوارهای زیری و رویی به نحوی که قبلاً ذکر شد، باید اجرا گردند.

در مورد حباب هوا، دو برش به صورت عمود بر یکدیگر (+) در مرکز حباب با حداقل اندازه لازم ایجاد نموده و پس از خارج ساختن هوا، قسمتی از نوار که از لوله جدا شده است، از آن برداشته و سپس با زدن آستری، مطابق روش فوق‌الذکر، نوارپیچی خواهد شد.

در صورت امکان بهتر است پس از تعمیر قسمتهای آسیب دیده و قبل از اجرای نوار رویی، آزمایش الکتریکی با دستگاه منفذیاب انجام شود. پس از گذراندن آزمایش، قسمت تعمیر شده با نوار رویی که حداقل ۱۰ سانتیمتری اطراف نوار زیری قسمت تعمیر شده را پوشش دهد، نوارپیچی گردد.

اگر سطح محلهای آسیب دیده قابل ملاحظه باشند، به تشخیص مهندس مشاور، ممکن است اجرای پوشش مجدد به طور کامل ضروری گردد.

استفاده از نوار نرم مخصوص اتصالات و متعلقات و پرایمر آن نیز کاربرد دارد. چنانچه آسیب وارده فقط به نوار خارجی باشد، دیگر لزومی به کندن نوار زیرین نبوده و فقط کافی است قسمت آسیب دیده با همان نوار خارجی تعمیر گردد. آزمایش مجدد پوشش تعویض شده با دستگاه منفذیاب ضروری می‌باشد.

۵-۳-۱۱ آزمایشات

۵-۳-۱۱-۱ آزمایش چسبندگی

پس از گذشتن مدت زمان لازم از اجرای پوشش خارجی لوله (این مدت توسط سازنده مصالح پوشش تعیین می‌گردد) و در حالی که درجه حرارت لوله بین ۷ تا ۲۵ درجه سانتیگراد می‌باشد، آزمایش چسبندگی حداقل یک بار در هر کیلومتر انجام خواهد شد. حداقل فوق می‌تواند به تشخیص مهندس مشاور افزایش یابد.

برای این منظور باید به وسیله کارد تیز، دو شیار عمقی موازی و عمود بر محور لوله به وجود آورد. شیارهای به وجود آمده، باید ۴ سانتیمتر فاصله داشته و تا سطح لوله عمق داشته باشند. سپس باید ابتدای شیارها را با یک برش عمود بر آنها بر هم متصل کرد و به وسیله یک کاردک، پوشش میان شیارها را جدا نموده و با زاویه عمود بر سطح لوله، سعی نمود پوشش میان دو شیار موازی را از سطح لوله جدا کرد.

اگر پوشش به طور کامل و به آسانی جدا نشود و قسمتی از آن به لوله بچسبد، پوشش قابل قبول خواهد بود.

در نقاطی که آزمایش چسبندگی انجام می‌شود، پیمانکار موظف است عملیات مرمت پوشش را انجام دهد.

در صورت عدم قبولی چسبندگی، پیمانکار موظف است پوشش لوله را برداشته و لوله را دوباره تمیز کرده و پوشش نماید.

۵-۳-۱۱-۲ آزمایش الکتریکی با دستگاه منفذیاب

تمام قسمتهای لوله پس از نوارپیچی باید به وسیله دستگاه منفذیاب آزمایش شود[1]. سرعت حرکت الکترود دستگاه بر روی لوله نباید بیشتر از ۱۸ متر در دقیقه باشد. برای جلوگیری از آسیب دیدن پوشش لوله، الکترود دستگاه نباید بر روی هیچ یک از قسمتهای لوله توقف نماید.

برای تعیین مقدار ولتاژ مورد نیاز برای آزمایش، ابتدا باید قسمتی از لوله را با نوار زیری با پنجاه درصد هم‌پوشانی پوشش نمود. سپس با نوک یک سوزن، سوراخی در آن ایجاد کرد، به طوری که سوزن پس از عبور از لایه پوشش، به سطح لوله برسد.

پس از ایجاد سوراخ، باید الکترود دستگاه منفذیاب را در نقطه سوراخ شده نگهداشت و ولتاژ دستگاه را به تدریج بالا برد تا این که بین لوله در محل پوشش سوراخ شده و الکترود دستگاه جرقه ایجاد شود.

به علت تغییر شرایط محیط، مانند درجه حرارت و رطوبت، این آزمایش باید حداقل دو بار در روز تکرار شده و دستگاه تنظیم گردد.

۵-۳-۱۲ جابجا کردن و انبار کردن مصالح پوششی

جابجائی مصالح پوششی (شامل آستری، نوار رویی و نوار زیری)، باید به نحوی صورت گیرد که از زخمی‌شدن و آسیب دیدن آنها جلوگیری به عمل آید. درحمل و نقل بشکه‌های آستری نیز باید نهایت دقت به عمل آید تا از سوراخ شدن بشکه‌ها جلوگیری شود.

[1] دستگاه منفذیاب برای نشان دادن سوراخ، نازکی پوشش، ترک‌خوردگی، نقص و عیب از این قبیل به کار می‌رود. پس از مشاهده عیوب پوشش، محل عیب به وسیله رنگ ضد آب مشخص می‌گردد تا دوباره تعمیر شود.

تمام مصالح پوششی باید در بسته‌بندی‌های اولیه و دور از تابش خورشید، گرد و خاک و رطوبت در انبار سرپوشیده نگهداری شوند. این مصالح نباید با زمین تماس مستقیم داشته باشند.

در صورت چیدن نوارها بر روی هم، ارتفاع حلقه‌ها در یک ستون نباید بیشتر از ۲ متر باشد. در مورد نگهداری و انبارکردن مصالح پوششی باید دستورالعمل سازنده مصالح رعایت گردد.

۵-۴ حفاظت کاتدی لوله‌های فولادی

۵-۴-۱ کلیات

این مشخصات فنی در برگیرنده حداقل خواسته‌های فنی لازم برای نصب تجهیزات حفاظت کاتدی لوله‌های فولادی می‌باشد.

مصالح و تجهیزات مورد نیاز حفاظت کاتدی می‌توانند از طرف کارفرما تهیه و برای اجرا تحویل پیمانکار گردند. در این صورت عملیات حمل تجهیزات از محل انبار کارفرما تا پای کار، بارانداری در محل نصب و جابجایی‌های لازم، به عهده پیمانکار می‌باشد. پیمانکار موظف است مواد و مصالح را مطابق دستورالعمل‌های سازنده، نگهداری، حمل و اجرا نماید.

پیمانکار موظف است کلیه ابزار و لوازم مورد نیاز نصب مصالح و تجهیزات حفاظت کاتدی را فراهم نموده و عملیات نصب تجهیزات را با کیفیت مطلوب، مطابق این مشخصات فنی و دستورات مهندس مشاور و دستورالعمل‌های نصب سازندگان تجهیزات که در اختیار وی گذارده می‌شود، به انجام رساند.

چنانچه نواقصی در کار نصب تجهیزات وجود داشته باشد، پیمانکار باید این نواقص را بر طرف نماید.

۵-۴-۲ نصب مصالح و تجهیزات سیستم حفاظت کاتدی با جریان تزریقی

در این روش یک دستگاه ترانس رکتیفایر به کار گرفته می‌شود که شامل یک دستگاه یکسوکننده است که برق متناوب را تبدیل به برق یکسو می‌نماید و به منظور احتراز از کار با اختلاف پتانسیل بالا، قبل از یکسوسازی، جریان الکتریکی ابتدا توسط یک دستگاه ترانسفورمر کاهنده، اختلاف پتانسیل الکتریکی به حد پائین تبدیل می‌گردد. مجموعه این دو دستگاه و سایر تجهیزات حفاظتی و اندازه‌گیری، تشکیل یک دستگاه را می‌دهد که به عنوان ترانس رکتیفایر نامیده می‌شود.

۵-۴-۲-۱ نصب دستگاه ترانس رکتیفایر

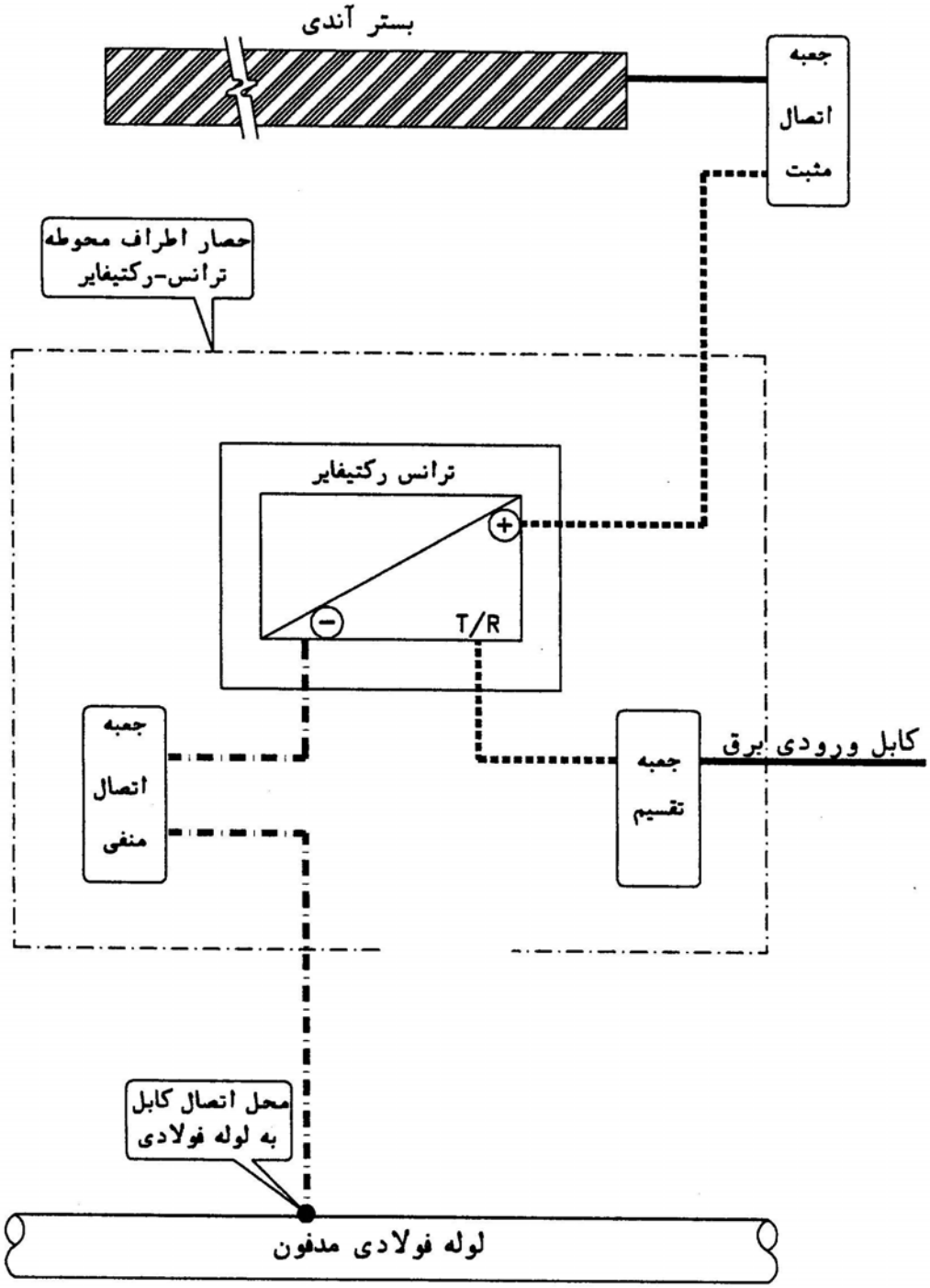
نصب دستگاه ترانس رکتیفایر شامل موارد زیر است:

الف – احداث فونداسیون و پایه‌های دستگاه بر طبق نقشه‌های اجرائی

ب – تهیه و نصب حصار ایستگاه ترانس رکتیفایر بر طبق نقشه‌ها و جزئیات اجرائی

پ – احداث سیستم اتصال زمین دستگاه، به جز در مواردی که دستگاه در داخل محوطه سایر تأسیسات که دارای سیستم اتصال زمین هستند، نصب می‌شود، که در این صورت نیاز به تهیه و نصب سیستم اتصال زمین جداگانه نمی‌باشد و اتصال زمین دستگاه به سیستم اتصال زمین موجود وصل می‌گردد (مشخصات نصب سیستم اتصال زمین در بند ۵-۴-۲-۳ تشریح گردیده است).

ت – اتصال کابل برق متناوب به ورودی دستگاه ترانس رکتیفایر و کابل جریان یکسو از خروجی منفی دستگاه به جعبه اتصال منفی و از آنجا به خط لوله. همچنین اتصال کابل خروجی مثبت دستگاه به جعبه اتصال مثبت و از آنجا به بستر آندی ضروری است. کابل‌کشی‌ها باید مطابق نقشه‌ها و دستورالعمل‌های مهندس مشاور و همچنین مندرجات بند ۵-۴-۴ این بخش از مشخصات فنی انجام شود (به شکل ۵-۴-۱ رجوع شود).



شکل ۵-۴-۱ : آرایش سیستم حفاظت کاتدی با جریان تزریقی

۵-۴-۲-۲-۲ بستر آندی

۵-۴-۲-۲-۱ بستر آندی افقی

در ایـــن نوع بستر، آندها به صورت افقی به فواصل معینی از یکدیگر در امتداد هم قرار می‌گیرند، به طوری که امتداد آند به صورت موازی با امتداد خط لوله اصلی قرار گیرد.

بستر آندی باید مطابق نقشه‌های اجرائی حفر شود و کف آن شیب‌بندی گردد، سپس نرمه ذغال کک در کف بستر ریخته و کوبیده شود. آندها در فواصل معینی از یکدیگر بر روی بستر آماده شده فوق‌الذکر نصب می‌گردد. کانال مخصوص کابل و مفصل‌ها، باید به فاصله معینی بالاتر از کانال مخصوص آندها آماده شود و کابل‌ها و مفصل‌های عایق در این کانال اجرا شوند. پس از اجرای کابل‌کشی، باید اطراف و روی آندها و همچنین فاصله بین آنها، نرمه ذغال کک تا تراز مشخص شده در نقشه‌های اجرائی، به صورت لایه لایه ریخته شده و متراکم گردد.

برای برقراری جریان، باید کک کاملاً بر روی آندها کوبیده شود. در عین حال، باید دقت شود که به آندها صدمه وارد نگردد.

فضای بالای نرمه ذغال تا سطح زمین، با خاک مناسب خاکریزی می‌شود. به منظور خروج گازهای حاصل از فعل و انفعالات شیمیائی مطابق آنچه در نقشه‌های اجرائی مشخص شده است، لوله‌های سیمانی به عنوان هواکش برای خروج گاز برای هر یک از آندها در نظر گرفته می‌شود که باید قبل از پرکردن بستر آندی، نصب گردند. درون این لوله‌ها، با قلوه سنگ رودخانه‌ای پر می‌شود.

برای مشخص شدن محل و مسیر بستر آندی، روی سطح زمین، از علایمی که با کلمات «بسترآندی» مشخص گردیده‌اند، استفاده می‌شود. این علایم در ابتدا و انتهای بستر آندی، مطابق نقشه‌های اجرائی نصب می‌شود.

۵-۴-۲-۲-۲ بستر آندی عمودی

در این نوع بستر، برای هر آند، یک چاله به ابعاد مشخص شده در نقشه‌های اجرائی حفر می‌گردد و پس از ریختن ذغال کک در کف چاله و قراردادن آندها، اطراف چاله نیز از ذغال کک پر می‌شود. سپس لـولـه‌هـــای هواکش بـــه ازای هر آند اجرا شده و کابل‌کشی و مفصل‌بندی مطابق نقشه‌های اجرائی انجام خواهد شد.

۵-۴-۲-۲-۳ بستر آندی چاهی

علاوه بر بستر آندی که به طور عمودی یا افقی طراحی و اجرا می‌شوند، نوع دیگری هم به صورت چاه عمیق می‌باشد که بنا به دلیل و موقعیت مکانی انتخاب می‌شود و با دستگاه حفاری، تا عمق مورد نظر، بر طبق شرح کار و نقشه‌های اجرائی حفر می‌گردد.

غلاف‌گذاری داخل چاه، نصب آندها درون چاه و کابل‌کشی‌های مربوط، باید بر طبق نقشه‌های اجرائی و دستورات مهندس مشاور صورت گیرد.

طریقه اتصال کابل مانند بستر آندی است، یعنی کابل مثبت ترانس رکتیفایر به جعبه اتصال مثبت و از آنجا به آندهای چاهی که در اعماق مختلف درون چاه با آرایش خاصی آویزان شده‌اند، متصل می‌گردد.

در چاه‌های آندی خشک، پس از حفر چاه و غلاف‌گذاری و نصب آندها و کابل‌کشی‌های مربوط، اطراف آندها را به طور کامل با نرمه ذغال کک در قشرهای مختلف پر کرده و به کمک آب دادن، پس از نشست کامل قشر ریخته شده، قشر بعدی ریخته می‌شود.

این عمل موجب کاهش مقاومت الکتریکی بین آند و خاک شده، میزان مصرف آند کاهش یافته و محصولات گازی نیز به سهولت آزاد می‌گردند.

۵-۴-۲-۳ سیستم اتصال زمین

در صورتی که الکترودهای سیستم اتصال زمین از نوع میله مسی مغز فولادی و یا از نوع لوله قابل کوبیدن به کمک کلاهک مخصوص باشد، الکترودها مستقیماً در زمین کوبیده می‌شود.

در صورتی که الکترودهای سیستم اتصال زمین از نوع لوله‌ای ساده و یا صفحه مسی تخت مشبک باشد، باید چاهی با عمق لازم تا رسیدن به رطوبت طبیعی زمین کنده و سپس ته چاه تا ارتفاع ۱۵ الی ۲۰ سانتیمتر، با مخلوطی از نمک و خاک ذغال پر و تسطیح شود. سپس الکترود در داخل چاه قرار داده شده و در اطراف و روی آن تا ارتفاع دو متر و یا تا ارتفاع مشخص شده در نقشه‌های اجرائی، با مخلوطی از نمک و خاکه ذغال پر و ارتفاع باقی مانده چاه با خاک حاصله از کندن آن مجدداً پر شود.

ریختن مخلوط نمک و خاکه ذغال در چاه و پرکردن آن با خاک، باید در قشرهای مختلف (هر قشر حداکثر ۵۰ سانتیمتر) ریخته شده و به کمک آب دادن، پس از نشست کامل قشر ریخته شده، قشر بعدی اجرا شود.

به منظور سهولت در امر آزمایش مقاومت الکتریکی الکترود اتصال زمین، جعبه اتصال آزمایش در نظر گرفته می‌شود که باید مطابق نقشه‌های اجرائی، در روی سطح نزدیک‌ترین دیوار به الکترود مربوط در ارتفاع حداقل ۱/۵۰ متری از کف تمام شده زمین نصب شود، و یا اینکه مطابق نقشه‌های اجرائی، در روی سطح زمین و به ازای هر میله یک حوضچه اتصال زمین درب‌دار تعبیه می‌شود، به طوری که با برداشتن درب حوضچه، میله ارت و سیم رابط قابل دسترسی و اندازه‌گیری باشد.

◄ ۵-۴-۳ جعبه‌های اتصال

۵-۴-۳-۱ جعبه اتصال مثبت

از قطب مثبت دستگاه ترانس رکتیفایر یک کابل خارج شده و به جعبه اتصال مثبت وصل می‌گردد (به شکل ۵-۴-۱ رجوع شود).

از جعبه اتصال مثبت نیز یک کابل خارج گردیده و به کابل آندها متصل می‌شود. جعبه اتصال مثبت برای چاههای آندی در کنار چاه و برای بسترهای آندی، در یکی از دو انتهای بستر پیش‌بینی و نصب می‌شود. نکته مهم در مورد اتصال آندها، این است که آندها باید تک تک و یک درمیان به کابل اصلی خروجی از جعبه اتصال مثبت که به صورت U از محل آند اول تا آخر کشیده شده است، متصل شوند و تا قطع احتمالی کابل اصلی در هر نقطه، موجب قطع جریان اصلی نشود و آندها از سمت دیگر تغذیه شوند.

پیمانکار موظف است جعبه اتصال و کابل‌کشی‌ها را مطابق شرح کار و نقشه‌های اجرایی و با رعایت مفاد این بخش از مشخصات فنی نصب و اجرا نماید.

۵-۴-۳-۲ جعبه اتصال منفی

از قطب منفی دستگاه ترانس رکتیفایر یک کابل خارج شده و به جعبه اتصال منفی در نزدیکی دستگاه وصل می‌گردد (به شکل ۵-۴-۱ رجوع شود).

از جعبه اتصال منفی نیز یک یا چند کابل به لوله فولادی انتقال آب، به وسیله جوش احتراقی، متصل می‌شود.

پیمانکار موظف است جعبه اتصال و کابل‌کشی و اتصال کابل به لوله را مطابق شرح کار و نقشه‌های اجرایی و مفاد بندهـــــای ۵-۴-۴ و ۵-۴-۵ این مشخصات فنی نصب و اجرا نماید.

۵-۴-۴ کابل‌کشی

یکی از مصالح مورد مصرف در تاسیسات حفاظت کاتدی، به ویژه در بسترهای آندی، کابلها می‌باشند. معمولاً، آندها توسط کابلهای مسی با دو روکش پی وی سی و یا روکش اول پلی‌اتیلن و روکش دوم پی.وی.سی، به یکدیگر اتصال داده می‌شوند.

کلیه کابلها باید در کانال قرار گیرند. برای باز کردن کابل از روی قرقره، باید قرقره کابل را بر روی سه پایه قرار داد و کابل را کشید، به طوری که قرقره چرخیده و کابل باز شود.

برای نصب کابلها در داخل کانال خاکی، ابتدا باید کانال مورد نظر به ابعاد مشخص شده در نقشه‌های اجرائی حفر و کف آن به ضخامت ۱۰ سانتیمتر ماسه‌ریزی شده و کابلها بر روی آن خوابانده شود. آنگاه روی کابلها را نیز با ۱۰ سانتیمتر ماسه نرم پوشانیده و سپس به منظور محافظت کابل، یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتیمتر یا یک ردیف بلوک سیمانی بر روی آن چیده و روی آن خاکریزی شده و کوبیده شود.

یکی از مهمترین مسائل در استفاده از کابلها، مطمئن بودن از عدم زخمی‌شدن کابلها است. هرگونه خسارت به عایق کابل، آن بخش از کابل را غیر قابل استفاده می‌نماید.

برای اتصال کابلها به یکدیگر، از مفصل (جعبه تقسیم) استفاده می‌شود. توجه شود که مفصل باید از جنس پلاستیکی و ضد زنگ بوده و داخل آن را باید با مواد رزین مقاوم پر نمود.

محل اتصال کابلها باید کاملاً محکم گردد و از قبول و نصب هرگونه اتصال شل به منظور جلوگیری از نشت جریان، خودداری شود. سپس محل اتصال، با استفاده از رزین مربوط کاملاً محصور و محفوظ و از نفوذ رطوبت جلوگیری شود. مفصل‌بندی و جزئیات اتصال باید مطابق شرح کار و نقشه‌های اجرائی مربوط به دقت اجرا گردد.

هیچ مفصل کابل اضافی، به جز آنچه در نقشه‌های اجرایی نشان داده شده، نباید وجود داشته باشد. چنانچه مفصل اضافی مورد نیاز باشد، باید درخواست انجام مفصل بیشتر به مهندس مشاور ارائه، و فقط پس از تأیید وی اجرا گردد.

کلیه کابلها پس از کارگذاری باید به فواصل ۳۰ متر و همچنین در محل تغییر مسیر علامت‌گذاری شوند (مگر اینکه ترتیبات دیگری در مشخصات فنی خصوصی و یا نقشه‌های اجرایی معین شده باشد). صفحات علامت‌گذاری[1]، باید مطابق نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل مهندس مشاور تهیه و نصب گردند.

۵-۴-۵ اتصال کابل به لوله فولادی انتقال آب

اتصال کابلها به لوله فولادی انتقال آب، معمولاً به وسیله جوش احتراقی[2] انجام می‌شود. در کلیه نقاط اتصال کابل به لوله، باید پوشش لوله به طور کامل و به نحو مطلوب ترمیم گردد. نحوه اتصال به لوله و ترتیبات آن به شرح زیر است.

[1] Marker
[2] Thermit Weld

الف – ابتدا پوشش لوله در محل نصب کابل بریده شده و برداشته می‌شود. سپس سطح زیر آن با وسایل دستی، مانند برس سیمی، پاک شده و صیقل داده می‌شود. در این عملیات، باید دقت شود که آسیب به حداقل سطح پوشش لوله حداقل باشد.

ب – کابل را به لوله، از طریق نوار نگهدارنده[1] در محل مورد نظر ثابت می‌کنیم، به طوری که قسمت لخت کابل، روی سطح تمیز شده قرار گیرد.

پ – کابل را مطابق دستورالعمل و با رعایت نکات ایمنی، به لوله جوش احتراقی می‌دهیم.

ت – پوشش محل اتصال کابل به لوله، با استفاده از نوار پوشش و پرایمر مربوط که سازگار با پوشش اولیه باشد، ترمیم و تکمیل می‌گردد.

◄ ۵-۴-۶ نصب تجهیزات سیستم حفاظت کاتدی با آندهای فدا شونده

برای حفاظت کاتدی لوله‌های فولادی، می‌توان از سیستم آندهای فداشونده استفاده نمود. آند فدا شونده، الکترودی است که در خاک اطراف لوله (الکترولیت محیط) نصب می‌گردد و توسط سیم هادی، به لوله فولادی متصل می‌شود. پتانسیل فلز آند فداشونده منفی‌تر از لوله فولادی است و در نتیجه جریان الکتریکی را در مدار تخلیه می‌نماید و آند خورده شده و فلز لوله فولادی سالم می‌ماند.

نصب سیستم آندهای فدا شونده شامل موارد زیر می‌باشد:

الف – اجرای حفره آند به صورت چاهک عمودی ویا بستر افقی مطابق نقشه‌های اجرایی.

ب – نصب آندها در داخل حفره به طور جداگانه و اتصال مستقیم به لوله، و یا حفر بستر آندی و اتصال آندها به یکدیگر و سپس از طریق جعبه اتصال به لوله، مطابق نقشه‌های اجرایی انجام می‌شود (روش کلاستر).

پ – در مورد سیستم آندهای فدا شونده، معمولاً از مخلوط کم مقاومت از مواد مخصوص برای پرکردن اطراف و روی آند استفاده می‌شود تا مقاومت بین آند و خاک کاهش یابد. این پرکننده، باید یک نوع الکترولیت با مقاومت مناسب بوده و نسبت به جنس آند خورنده نباشد (یک نوع معمول این پرکننده شامل ۷۰ درصد پودر گچ ۲۵ درصد بنتونیت و ۵ درصد سولفات سدیم می‌باشد). در مورد آندهای کیسه‌ای، ریختن مخلوط کم مقاومت در اطراف آند لازم نمی‌باشد.

مخلوط کم مقاومت باید در اطراف و روی آند یا آندها و همچنین در فاصله بین آنها تا تراز مشخص شده در نقشه اجرایی، لایه لایه ریخته شده و متراکم گردد.

پیمانکار باید نهایت دقت را مبذول دارد تا از وارد آمدن صدمه به آندها جلوگیری گردد.

ت – نصب جعبه اتصال مطابق نقشه‌های اجرایی

ث – کابل‌کشی از آند با استفاده از کابل سر آند یا کابل اصلی آندها تا داخل جعبه اتصال. کابل‌کشی‌ها باید مطابق نقشه‌های اجرایی و دستورات مهندس مشاور و با رعایت مفاد بند ۵-۴-۴ این مشخصات فنی انجام شود.

ج – کابل‌کشی از جعبه اتصال تا لوله انتقال آب و جوش دادن آن به لوله به طریق جوش احتراقی، با رعایت دستورالعمل‌های سازنده و مفاد بند ۵-۴-۵ این مشخصات فنی.

---

[1] Strap

۵-۴-۷ نقاط اندازه‌گیری

به منظور اندازه‌گیری پتانسیل لوله حفاظت شده نسبت به زمین اطراف خود، لازم است نقاط اندازه‌گیری در طول خط لوله پیش‌بینی گردد.

نقطه اندازه‌گیری با شماره‌ای که روی محفظه آن نوشته می‌شود مشخص می‌گردد. از محفظه اندازه‌گیری، یک رشته کابل تا لوله مدفون ادامه می‌یابد که به وسیله جوش احتراقی به لوله متصل می‌شود (به بند ۵-۴-۵ مراجعه شود).

پیمانکار موظف است کلیه عملیات لازم، شامل حفر گود تا عمق مورد نظر برای رسیدن به محل اتصال کابل به لوله، بریدن و برداشتن پوشش روی لوله، تمیز کردن محل اتصال و جوش دادن کابل به لوله و ترمیم پوشش لوله را مطابق مفاد بند ۵-۴-۵ این بخش از مشخصات فنی و شرح کار و نقشه‌های اجرایی انجام دهد.

پس از تکمیل کارهای فوق و آزمایش عایق در محل اتصال به وسیله دستگاه منفذیاب و تأیید مهندس مشاور، پیمانکار باید اطراف و روی لوله را باخاک سرندی، حداقل تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتری بالای تاج لوله، به صورت لایه لایه پر کرده و با وسایل دستی، تا تراکم مورد لزوم، متراکم نماید. بقیه ارتفاع گود تا سطح زمین، را مطابق نقشه‌ها و دستورات مهندس مشاور، با خاک مناسب خاکریزی گردد.

۵-۴-۸ اتصالی عایق (قطعه ایزوله کننده)

به منظور جلوگیری از مداومت جریان الکتریکی حفاظت کاتدی لوله فولادی، از اتصالی عایق استفاده می‌شود. این اتصالی شامل دو فلنج متقابل، واشر عایق کننده، مهره‌ها، میله‌های دوسر دنده، غلاف‌ها و واشرهای مربوط می‌باشد.

پیمانکار موظف است قطعات مختلف اتصالی عایق را مطابق جزئیات نقشه اجرایی در محلهای پیش‌بینی شده در طول خط لوله، نصب نماید.

برای حصول اطمینان از سالم بودن قطعات، باید قبل از نصب، بازدید عینی شود. پیمانکار باید نهایت دقت را حین نصب این قطعات، برای جلوگیری از صدمه دیدن آنها، به عمل آورد.

اتصالی‌های عایق که به طور مدفون نصب می‌شوند، باید پس از نصب و آزمایش عایق الکتریکی، با برس تمیزکاری شده و با نوار مخصوص و پرایمر مربوط، مطابق دستورالعمل سازنده پوشش شود تا از نفوذ خاک و رطوبت، که می‌تواند اتصال کوتاه بین فلنج‌ها برقرار کند، جلوگیری گردد.

۵-۴-۹ پیوستگی الکتریکی خط لوله در محل اتصالی‌های انعطاف‌پذیر و شیرها

خطوط لوله فولادی با اتصال جوشی، از نظر الکتریکی پیوسته می‌باشند، در حالی که، خط لوله با اتصال انعطاف‌پذیر پیوستگی الکتریکی نداشته و اتصالات انعطاف‌پذیر بکار برده شده، مانع عبور جریان الکتریسیته در محل اتصال می‌باشند.

پیوستگی را می‌توان با جوش دادن یا لحیم کردن یک قطعه مسی، که دو طرف محل اتصال را به یکدیگر وصل می‌کند، تأمین کرد. اتصال تسمه مسی باید مطابق نقشه‌ها و با توجه به مطالب زیر تعبیه شود.

الف – پیوستگی الکتریکی، باید به وسیله بریدن و خم کردن تسمه‌های مسی به ابعاد و جزئیات نشان داده شده در نقشه‌ها، تأمین گردد.

ب – در محل جوش تسمه، حداقل یک سطح به ابعاد ۱۰ سانتیمتر در ۱۰ سانتیمتر از پوشش خارجی باید برداشته شود و این محل، برای جوشکاری تمیز و آماده گردد، به طوری که سطح صیقلی و براق داشته باشد.

پ – تسمه مسی باید در دو طرف کوپلینگ به لوله فولادی جوش گردد.

ت – علاوه بر آن، تسمه‌ها باید یک بار به هر یک از فلنج‌ها و دو بار به رینگ میانی اتصالی، در محلهایی که قبلاً تمیز و آماده شده است، جوش شوند.

به منظور حصول اطمینان از پیوستگی خط لوله در محل شیرهای قطع و وصل در طول خط لوله، چنانچه در نقشه‌های اجرایی مشخص شده باشد، پیمانکار موظف است مطابق آنچه که تشریح گردید، بین خط لوله در دو طرف شیر و یا بین تبدیل‌های فولادی دو طرف شیر، اتصال تسمه مسی را اجرا نماید.

۵-۵ رنگ‌آمیزی جدار خارجی لوله‌های فولادی

۵-۵-۱ کلیات

این بخش از مشخصات فنی عمومی، در برگیرنده پوشش جدار خارجی لوله‌های فولادی به روش رنگ‌آمیزی برای عبور از رودخانه‌ها و معابر و یا نصب روی پایه و به صورت غیر دفنی است.

پوشش رنگ‌آمیزی ارائه شده در این بخش، برای لوله‌های مدفون در زمین و یا سطوح لوله که در تماس با آب آشامیدنی است، کاربرد ندارد.

پیمانکار باید مصالح مصرفی را مطابق توصیه‌ها و دستورالعمل‌های سازنده، حمل نموده و آنها را تا زمان مصرف، در انبارهای مناسب نگهداری نماید.

رنگ‌آمیزی لوله‌ها، چه از نظر انتخاب رنگ و چه از لحاظ مشخصات رنگ، باید مطابق مشخصات طرح باشد. در صورتی که در مشخصات طرح، نوع رنگ‌آمیزی مشخص نشده و یا در مورد آن ابهام وجود داشته باشد، پیمانکار باید مراتب را کتباً به مهندس مشاور اطلاع داده و برابر دستورات کتبی وی عمل نماید.

۵-۵-۲ استانداردها و مراجع

این بخش مشخصات فنی، برای اجرای رنگ‌آمیزی جدار خارجی لوله‌های فولادی آبرسانی که به صورت غیردفنی و بر روی پایه نصب می‌شوند، تهیه شده است و شامل آماده‌سازی سطح لوله، آماده کردن مواد رنگی، اجرای آستری و لایه‌های رنگ میانی و نهائی بر روی سطح لوله می‌باشد.

چنانچه در مواردی این مشخصات فنی کامل نبوده و یا در زمینه مورد نظر مسکوت باشد، باید در وهله اول به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و یا بخشهای مرتبط آخرین ویرایش و تجدید نظر استانداردهای DIN, BS, ISO, AWWA مراجعه شود.

۵-۵-۳ اطلاعات لازم در مورد مواد و مصالح

ظروف محتوی مواد رنگی، باید دارای برچسب، حاوی نام تولیدکننده رنگ، نام و یا شماره مشخصه تولید، تمهیدات ایمنی و اطلاعات مورد نیاز دیگر باشد.

اطلاعات محصول باید توسط تولیدکننده، تهیه و بر روی برگه‌های فنی ارائه شود. این اطلاعات باید شامل موارد ذیل باشد.

الف – دستورالعمل کامل مخلوط نمودن و مشخصه اجزای مختلف که در ظرفهای جداگانه حمل می‌گردند.

ب – اطلاعات لازم در مورد رقیق کردن رنگ، مانند نوع تینر برای هر روش اجرا، توصیه در مورد رقیق کردن، دامنه درجه حرارت مجاز اجرا و همچنین روان‌گرایی[1] مواد مایع هنگام اجرا (بر حسب واحد مناسب که قابل کنترل در کارگاه باشد).

[1] Viscosity

پ – سطح پوشش[1]، یعنی مقدار سطحـــی که به ازای هر لیتـر مواد رنگی پوشش داده می‌شود برحسب مترمربع در هر لیتر، حسب ضخامت لایه رنگ خشک شده.

ت – زمان خشک شدن و زمان عمل‌آوری لایه رنگ، باید بر مبنای دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد درج شود.

ث – حدود بالائی و پائینی درجه حرارتهای اجرا.

ج – مدت زمان نگهداری رنگ پس از اختلاط اجزا چند قسمتی در ظرف و همچنین، تغییرات این زمان با توجه به نوسانات درجه حرارت محیط.

چ – دوره دوام در انبار[2] برای مواد رنگی (تاریخ مصرف با ذکر نحوه انبارداری).

خ – نکات ایمنی، مانند قابلیت اشتعال، سمی‌بودن، خواص آلرژی‌زا و دیگر مشخصه‌های لازم ایمنی، و همچنین تمهیدات کارگاهی و اقدامات ایمن‌سازی که باید توسط پیمانکار اتخاذ گردد.

۵-۵-۴ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح لوله

عملیات تمیزکاری و آماده‌سازی سطح خارجی لوله‌های فولادی، در بند ۵-۲-۳ به صورت مشروح بیان شده است.

درجه تمیزی سطح خارجی لوله برای رنگ‌آمیزی، باید حداقل مطابق درجه Sa (2 1/2) استاندارد ISO 8501-1 (یا استاندارد سوئدی SIS 055900، یا مشابه آن) باشد.

۵-۵-۵ اجرای رنگ‌آمیزی

کلیه رنگ‌آمیزی‌ها باید در شرائط مساعد و توسط کارگر ماهر انجام شود، به طوری که سطح رنگ شده صاف، یک‌دست و بدون شره بدست آید. هر لایه رنگی که اجرا می‌شود، باید قبل از اجرای لایه بعدی، کاملاً خشک شود. سطوح رنگ شده باید از هر لحاظ مورد تأیید مهندس مشاور باشد.

رنگ‌آمیزی باید به نحوی اجرا گردد که سطح رنگ‌آمیزی شده با توجه به میزان رنگ مصرفی، از سطحی که کارخانه سازنده رنگ تعیین کرده است، بیشتر نشود. پیمانکار باید مقادیر رنگی را که در قسمتهای مختلف کار برای لایه‌های متوالی مصرف شده است، به مهندس مشاور گزارش نماید.

هرگاه رنگ را به منظور اسپری (پاشاندن) رقیق کرده باشند، ضخامت لایه رنگ پس از رنگ‌پاشی، باید به همان میزان تعیین شده باشد. به عبارت دیگر، رقیق کردن رنگ نباید باعث گسترش سطح رنگ‌کاری شود.

۵-۵-۵-۱ آماده‌سازی مواد رنگ‌آمیزی

هر جزء از سیستم رنگ، باید پیش از مخلوط کردن کاملاً هم زده شود. اگر اجزای رنگ، متناسب با نسبت اختلاط آنها بسته‌بندی شده باشند، کل محتویات ظرف کوچکتر به ظرف بزرگتر اضافه می‌شود، ولی اگر به تناسب بسته‌بندی نشده باشند، باید به نسبت‌های تعیین شده توسط سازنده مخلوط گردند.

---

[1] Coverage
[2] Shelf life

رنگ را باید با استفاده از هم‌زن موتوری به مدت حداقل ۲ دقیقه (یا مدت زمان طولانی‌تر، اگر توسط سازنده توصیه شده باشد) مخلوط کرد.

مقدار رنگ را باید به اندازه مصرف مخلوط نمود، یعنی به اندازه‌ای که در زمان مجاز نگهداری رنگ، که توسط سازنده تعیین شده، مصرف گردد.

۵-۵-۵-۲ انتهای لوله

قسمت انتهایی لوله‌هایی که با جوشکاری به هم متصل می‌شوند، نباید تا فاصله ۵ تا ۱۵ سانتیمتری از لبه لوله رنگ‌آمیزی شوند.

در صورتی که اتصال لوله‌ها به یکدیگر از نوع اتصالات مکانیکی و یا اتصال نر و ماده با واشر لاستیکی باشد، می‌توان رنگ‌آمیزی را تا انتهای لوله ادامه داد، اما ضخامت لایه رنگ روی سطح خارجی لوله که واشر لاستیکی آب‌بندی در آن قسمت قرار می‌گیرد، نباید از مقادیر توصیه شده توسط سازندگان اتصالی تجاوز کند.

۵-۵-۵-۳ شرایط محیط در زمان اجرای رنگ‌آمیزی

در زمان اجرای رنگ‌آمیزی، درجه حرارت مواد مصرفی نباید کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد و درجه حرارت لوله کمتر از حدود سه درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه شبنم باشد، مگر این که توسط سازنده، مجاز شده باشد.

وقتی دمای محیط بیشتر از ۵۰ درجه سانتیگراد و یا دمای سطح لوله بیشتر از ۶۰ درجه سانتیگراد و یا بیش از دمای تعیین شده توسط سازنده باشد، رنگ‌آمیزی نباید انجام شود.

در هوای گرم، باید دقت شود که ضخامت مورد نظر به دست آید. در هوای بارانی، مه‌آلود و برفی و زمانی که رطوبت بیشتر از ۸۵ درصد باشد، رنگ‌آمیزی مجاز نمی‌باشد.

رنگ، قبل از خشک شدن نباید در معرض یخبندان قرار گیرد. در صورتی که رنگ در معرض یخبندان قرار گرفت، باید صبر نمود تا رنگ خشک شود و سپس قسمتهای فاسد شده و آسیب دیده را پاک کرده، پس از آماده‌سازی و تمیزکردن سطح لوله، آن را مجدداً رنگ‌آمیزی نمود.

۵-۵-۵-۴ لایه آستری

بلافاصله بعد از آماده‌سازی سطح لوله و قبل از آنکه این سطح به گرد و غبار و نظایر آن آلوده شده یا زنگ‌زدگی بر روی آن ایجاد شود، لایه رنگ آستری باید بر روی سطح لوله اجرا گردد.

لایه پوشش آستری را که در کارخانه انجام می‌شود، می‌توان با هر روش که یک پوشش مورد قبول را ایجاد نماید، اجرا کرد.

پوشش آستری که در کارگاه انجام می‌شود، می‌توان با قلم مو، غلطک و یا اسپری اجرا کرد.

پیمانکار موظف است برای رنگ‌آمیزی، اعم از رنگ آستری و سایر لایه‌های رنگ‌آمیزی، از تجهیزات مناسب و استاندارد استفاده نماید. در صورت توصیه کارخانه سازنده رنگ مبنی بر استفاده از تجهیزات خاص، مانند اسپری معمولی و یا اسپری بدون هوا، استفاده از سیستم توصیه شده الزامی است.

هنگامی که لوله در کارخانه و یا کارگاه آستری زده می‌شود و بعداً در محل اجرا و نصب جوشکاری می‌شود، تمام نواحی که بعداً جوش می‌شود و یا نواحی که آستری آن صدمه دیده است، باید دوباره تمیز شده و با همان آستری و یا آستری سازگار با آن، به ضخامت مشخص شده، آستری زده شود.

۵-۵-۵-۵ رنگ‌آمیزی لایه میانی و لایه نهایی

برای رنگ‌آمیزی لایه میانی و لایه نهایی، باید از روش اسپری معمولی و یا اسپری بدون هوا، هر کدام توسط سازنده توصیه شده است، استفاده کرد.

رنگ‌آمیزی با قلم مو، اگر توسط سازنده توصیه شده باشد، مجاز می‌باشد. مصالح رنگ برای لایه آستری، رنگ میانی و رنگ نهائی هر سیستم رنگ‌آمیزی، باید از یک سازنده تهیه شده باشد.

هنگام اجرای لایه‌های رنگ، باید دقت شود، پس از اجرای لایه اول، لایه بعدی در محدوده زمانی مشخص شده توسط سازنده اجرا شود. چنانچه فاصله زمانی زدن رنگ بین لایه‌های رنگ‌آمیزی از مدت زمان مشخص شده تجاوز کند، رنگ‌آمیزی باید طبق دستورالعمل سازنده تعمیر شود.

هریک از لایه‌های رنگ‌آمیزی، باید قبل از اجرای لایه بعدی، خشک شده و سفت گردد.

ضخامت لایه خشک شده رنگ[1] در سیستم رنگ‌آمیزی، نباید از ضخامت تعیین شده در مشخصات طرح و یا توصیه‌های سازنده، کمتر باشد.

۵-۵-۵-۶ تعمیر رنگ‌آمیزی

قسمتهایی از رنگ‌آمیزی لوله که به دلیل کنده شدن، پوسته‌شدن، طبله‌کردن، ترک‌خوردن و سایر عیوب که به تشخیص مهندس مشاور نیاز به تعمیر دارند، باید ابتدا از تمام رنگ‌آمیزی‌های معیوب، گردوغبار، چربی و سایر ناخالصی‌ها، پاک شود.

برای تمیزکردن سطوح رنگ‌آمیزی معیوب، می‌توان از برس سیمی برقی که دارای برسهای دوار به اشکال و اندازه‌های مختلف و متناسب با سطح کار می‌باشند و یا روشهای دیگر استفاده کرد، به طوری که بتوان تمام قسمتهای مورد نظر، اتصالات و گوشه‌ها، تمیز شوند.

سیم‌های برس، باید به اندازه کافی سخت و تمیز باشند، برسهایی که کارآیی لازم را ندارند، کنار گذارده شوند.

قسمتهایی که تمیزکردن آن با وسائل برقی امکان‌پذیر نباشد، باید با وسائل دستی تمیز شوند.

پوشش رنگ مجاور قسمتهای تمیز شده، باید با سنگ‌زدن یا سمباده‌زدن تمیز و زبر شود. پس از تمیزکاری سطوح تعمیری و زدودن گرد و غبار و مواد دیگر از روی سطح، باید آن را با پارچه تمیز پاک کرد. این قسمتها باید مانند آنچه برای رنگ‌آمیزی سطوح لوله بیان شده است، رنگ‌آمیزی گردند.

[1] Dry film thickness

۵-۵-۵-۷ رنگ‌آمیزی اتصالات جوشکاری شده در کارگاه

برای لوله‌ها با اتصالات جوشی، همان طوری که قبلاً بیان شد، انتهای لوله از هر طرف به اندازه ۵ تا ۱۵ سانتیمتر رنگ‌آمیزی نمی‌شود[1]. این محلها، باید پس از جوشکاری لوله‌ها به یکدیگر، رنگ‌آمیزی گردند.

محل اتصالات جوش شده، ابتدا باید از سرباره جوش، جرقه‌های ناشی از الکترود، روغن، گریس و هر نوع آلودگی دیگر پاک و تمیز شود. تمیزکاری این محلها، با سنگ زدن، برس دستی یا برقی و یا ماسه‌پاشی و نظایر آن صورت می‌گیرد، تا سطح فلز تا درجه Sa (2 1/2) استاندارد ISO 8501-1 (استاندارد سوئدی SIS 055900) کاملاً تمیز شود.

پوشش رنگ مجاور نیز، باید با سنگ‌زدن و یا سمباده‌زدن به اندازه ۲۵ میلیمتر، تمیز و زبر شود.

پس از آماده‌سازی سطح محل اتصالی‌های جوشی، رنگ‌آمیزی سطوح مذکور، مطابق آنچه قبلاً ذکر شده است، انجام می‌پذیرد.

۵-۵-۵-۸ رنگ‌آمیزی متعلقات و قطعات خاص

برای رنگ‌آمیزی متعلقات و اتصالات و قطعات خاص، ابتدا باید سطح خارجی آنها مطابق مفاد بند ۵-۵-۴ آماده‌سازی و تمیزکاری شود و سپس مطابق روش رنگ‌آمیزی جدار خارجی لوله که در این مشخصات فنی بیان شده است، رنگ‌آمیزی شود.

اتصالی‌های رزوه‌ای (دنده‌ای)، که در کارگاه بسته می‌شوند، باید بدون پوشش باشند. در صورت دستور مهندس مشاور، رزوه‌ها را می‌توان فقط با روغن مخصوص ضد زنگ پوشش نمود. قبل از بستن اتصالی‌های مذکور در کارگاه، این روغن، به وسیله حلال تمیز کننده، برطرف و تمیز شده، و پس از بستن اتصالی رزوه‌ای، قسمتهای باقیمانده دنده‌ها در محل اتصالی که رنگ نشده است، مطابق روشهای ذکر شده در قسمتهای قبلی این مشخصات فنی، رنگ‌آمیزی می‌گردد.

◄ ۵-۵-۶ ملاحظات ایمنی

در هنگام رنگ‌آمیزی، خطرات زیادی وجود دارد که یکی از آنها، خطر ناشی از اشتعال رنگ می‌باشد. همچنین در موقع تمیزکردن سطح خارجی لوله، ممکن است صدماتی به افراد وارد آید. بنابراین لازم است هنگام رنگ‌آمیزی، به نکات ذیل توجه شود:

الف – در موقع رنگ‌آمیزی و یا آماده نمودن رنگ در محیطهای بسته، از کشیدن سیگار و ایجاد آتش احتراز گردد.

ب – کپسولهای آتش‌نشانی و دیگر وسایل اطفای حریق، باید در محل موجود و در دسترس باشند.

پ – هنگام استفاده از رنگ در فضای بسته، باید هواکش مناسب و قوی پیش‌بینی گردد.

ت – اشخاصی که در فضای سرپوشیده و بسته، رنگ‌آمیزی می‌کنند و یا با وسائل مختلف مبادرت به تمیزکردن سطح لوله می‌نمایند، باید همواره از ماسکهای مخصوص دهان و بینی استفاده نمایند تا از ورود مواد گازی و گرد و غبار به وجود آمده، به ریه آنان جلوگیری شود.

ت – افرادی که با استفاده از مواد شیمیائی یا وسائل مکانیکی مبادرت به تمیزکردن لوله و قطعات می‌نمایند، باید مجهز به لباس و دستکش مخصوص باشند تا از اثر مواد شیمیائی و یا ذرات رنگ بر روی پوست بدن خود جلوگیری نمایند.

ج – تمام کسانی که در مجاورت محل تمیزکاری رفت و آمد می‌کنند، باید دارای عینک ایمنی باشند.

چ – در موقع جابجائی رنگها، حلالها و غیره، رعایت نکات ایمنی باید به عمل آید.

---

[1] Cut-Back

ح – شیلنگ متصل به نازل دستگاه ماسه‌پاش، باید برای تخلیه الکتریسیته ساکن، اتصال به زمین داشته باشد.

۵-۵-۷ بازرسی

یک روش مداوم بازرسی باید در کلیه مراحل رنگ‌آمیزی، توسط مهندس مشاور به کار برده شود و مواردی که به دلیل عدم تطابق با مشخصات فنی مردود شناخته می‌شود، باید توسط پیمانکار اصلاح و جایگزین گردد. نکات مهمی که به وسیله آن، عموماً کیفیت کار رنگ‌آمیزی را می‌توان ارزیابی کرد، ذیلاً درج شده است:

الف – یکنواختی ظاهری و رنگ آن

ب – نداشتن عیوبی نظیر موج، چین و چروک، تاول، شره کردن، طبله کردن، تکه‌های بدون رنگ، درز، شیار و ترک

پ – چسبناک نبودن سطح رنگ شده

ت – عاری بودن سطح از اثرات برس نقاشی

ث – تمیز بودن و یکپارچگی سطح تمام شده

پیمانکار باید تسهیلات لازم برای بازرسی، آزمایش و کسب اطلاعات مورد نظر در مورد مواد مصرفی، نحوه اجرای کار، پیشرفت آن و نتایج حاصله را برای مهندس مشاور فراهم نماید. بدیهی است، بازرسی و نظارت مهندس مشاور رافع مسئولیت‌های پیمانکار در اجرای صحیح کار و تطابق آن با مشخصات فنی حاضر، مشخصات طرح و دستورات مهندس مشاور نخواهد بود.

۵-۵-۸ جابجایی و انبار کردن

برای جابجایی و انبارکردن لوله‌ها، اتصالات و قطعات مخصوص که رنگ‌آمیزی شده‌اند، باید پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید، به نحوی که صدمات احتمالی به پوشش رنگ، حتی‌الامکان کاهش یابد و در نتیجه تمیزکردن و ترمیم نقاط معیوب، قبل از نصب لوله نیز کاهش یابد. در این ارتباط، نکات زیر باید مورد توجه قرار گرفته و رعایت گردد.

الف – پس از رنگ کردن، زمان کافی مطابق دستورالعمل سازنده، برای خشک شدن رنگ در نظر گرفته شود تا رنگ سخت شده و مقاومت بیشتری پیدا کند.

ب – در بارگیری و تخلیه لوله‌ها، اتصالات و قطعات مخصوص در کارگاه، از تسمه‌های پهن چرمی، برزنتی، لاستیکی و وسایل مناسب دیگر استفاده شود. استفاده از سیم بکسل، زنجیر یا وسایل دیگری که در تماس با آنها، احتمال زخمی‌شدن و صدمه رنگ وجود دارد، مجاز نمی‌باشد.

پ – برای جلوگیری از صدمه دیدن و پوسته شدن رنگ، در روی وسایل نقلیه، از تکیه‌گاه‌ها و تسمه‌های مخصوص استفاده شود.

ت – برای چیدن لوله‌ها روی هم، نکات ایمنی رعایت گردد و برای جلوگیری از خسارت دیدن قشر رنگ، از زیرسری مناسب و لایی‌های کافی استفاده شود.

۵-۵-۹ سایر ملاحظات

برای جوشکاری اتصالی‌های جوشی، لازم است نوار از جنس مقاوم در مقابل حرارت، به عرض حدود ۵۰ سانتیمتر، در طرفین اتصالی جوشی برروی قسمت رنگ شده انتهای لوله پیچیده شود تا هنگام جوشکاری، از خراب شدن و صدمه دیدن پوشش رنگ، به دلیل پاشیدگی جرقه‌های جوشکاری، جلوگیری شود. هیچ‌گونه کابل اتصال جوشکاری نباید به قسمت رنگ شده لوله متصل گردد.

در هنگام اجرای عملیات لوله‌گذاری، باید کلیه تمهیدات لازم برای جلوگیری از زخمی‌شدن رنگ‌آمیزی لوله به کار گرفته شود. هیچ‌گونه ابزار یا جسم فلزی سنگین نباید به طور غیرضروری، با پوشش رنگ تماس پیدا کند.

کارگران در صورت ضرورت، مجاز به راه رفتن بر روی لوله می‌باشند و در این صورت باید از کفش‌های با پاشنه و کف لاستیکی استفاده نمایند.

هرگونه صدمه‌ای که به پوشش رنگ‌آمیزی هنگام نصب لوله وارد آید، باید توسط پیمانکار، به نحو قابل قبول تعمیر گردد.

۵-۶ رنگ‌آمیزی جدار داخلی لوله‌های فولادی با اپوکسی مایع

۵-۶-۱ کلیات

این بخش از مشخصات فنی عمومی، در برگیرنده پوشش جدار داخلی لوله‌های فولادی به روش رنگ‌آمیزی با اپوکسی مایع برای نصب به صورت روکار و یا دفنی می‌باشد.

پوشش رنگ‌آمیزی با اپوکسی مایع ارائه شده در این بخش، باید کاملاً مناسب و سازگار برای تماس با آب آشامیدنی باشد و در آب غیرحلال[1] بوده و به تأیید مقامات مسئول برسد.

پیمانکار باید مصالح مصرفی را مطابق توصیه‌ها و دستورالعمل‌های سازنده، حمل نموده و آنها را تا زمان مصرف، در انبارهای مناسب نگهداری نماید.

رنگ‌آمیزی جدار داخلی لوله‌ها با اپوکسی مایع، چه از نظر انتخاب رنگ و چه از لحاظ مشخصات رنگ، باید مطابق مشخصات طرح باشد. در صورتی که در مشخصات طرح، نوع رنگ‌آمیزی مشخص نشده و یا در مورد آن ابهام وجود داشته باشد، پیمانکار مراتب را کتباً به مهندس مشاور اطلاع داده و برابر دستورات کتبی وی عمل نماید.

۵-۶-۲ استانداردها و مراجع

این بخش از مشخصات فنی، برای اجرای رنگ‌آمیزی جدار داخلی لوله‌های فولادی آبرسانی با رنگ اپوکسی مایع تهیه شده است و شامل آماده‌سازی سطح داخلی لوله، آماده‌کردن مواد رنگی، اجرای آستری و لایه‌های رنگ میانی و نهایی روی سطح لوله می‌باشد.

چنانچه در مواردی این مشخصات فنی کامل نبوده و یا در زمینه مورد نظر مسکوت باشد، باید در وهله اول به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و یا بخشهای مرتبط آخرین ویرایش و تجدیدنظر استانداردهای DIN, BSI, ISO, AWWA مراجعه شود. در این بخش، عمدتاً و مشخصاً به مندرجات استاندارد AWWA C210 استناد گردیده است.

۵-۶-۳ اطلاعات لازم در مورد مواد و مصالح

ظروف محتوی رنگ اپوکسی، باید دارای برچسب، حاوی نام تولیدکننده رنگ، نام و یا شماره مشخصه تولید، تمهیدات ایمنی و اطلاعات مورد نیاز دیگر باشد.

اطلاعات محصول باید توسط تولیدکننده تهیه و بر روی برگه‌های فنی ارائه شود. این اطلاعات باید شامل موارد ذیل باشد.

الف – دستورالعمل کامل مخلوط نمودن و مشخصه اجزای مختلف که در ظرفهای جداگانه حمل می‌گردند.

ب – اطلاعات لازم در مورد رقیق کردن احتمالی رنگ، دامنه درجه حرارت مجاز اجرا و همچنین روان‌گرایی[2] مواد مایع هنگام اجرا (بر حسب واحد مناسب) که قابل کنترل در کارگاه باشد.

---

[1] Solvent Free
[2] Viscosity

پ – سطح پوشش[1]، یعنی مقدار سطحـــی که به ازای هر لیتـر مواد رنگی پوشش داده می‌شود، بر حسب مترمربع در هر لیتر بر حسب ضخامت لایه رنگ خشک شده.

ت – زمان خشک شدن و زمان عمل‌آوری لایه رنگ.

ث – مدت زمان نگهداری رنگ پس از اختلاط اجزا چند قسمتی در ظرف و همچنین تغییرات این زمان با توجه به نوسانات درجه حرارت محیط.

ج – دوره دوام در انبار[2] برای مواد رنگی (تاریخ مصرف با ذکر نحوه انبارداری).

چ – نکات ایمنی و تمهیدات کارگاهی که باید توسط پیمانکار اتخاذ گردد.

◄ ۵-۶-۴ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح داخلی

عملیات تمیزکاری و آماده‌سازی سطح داخلی لوله‌های فولادی، ماننـــد سطح خارجی لوله‌ها بوده که در بند ۵-۲-۳ به صورت مشروح بیان شده است.

درجه تمیزی سطح داخلی لوله برای رنگ‌آمیزی اپوکسی، باید حداقل مطابق درجه (Sa 2 1/2) استاندارد ISO 8501-1 (یا استاندارد سوئدی SIS 055900، یا مشابه آن) باشد.

قبل از شروع تمیزکاری و آماده‌سازی سطح داخلی لوله و در صورت ضرورت باید کلیه آلودگی‌ها نظیر روغن، گریس و نظایر آن با مواد شوینده مورد تأیید کاملاً تمیز شوند. فقط استفاده از مواد شوینده و پاک کننده مورد تأیید که هیچ‌گونه باقی مانده حلال از خود باقی نمی‌گذارند، مجاز است. عملیات تمیزکاری فقط در مواقعی انجام شود و مجاز است که درجه حرارت سطح فولاد، سه درجه سانتیگراد بیشتر از نقطه شبنم باشد.

◄ ۵-۶-۵ اجرای رنگ‌آمیزی

کلیه رنگ‌آمیزی‌ها باید در شرایط مساعد و توسط تجهیزات مخصوص و به کارگیری کارگران و استادکاران ماهر انجام شود، به طوری که سطح رنگ شده صاف، یک‌دست و بدون شره به دست آید. در صورت مجاز بودن رنگ‌آمیزی در چند لایه، هر لایه رنگی که اجرا می‌شود، باید قبل از اجرای لایه بعدی، کاملاً خشک شود. سطوح رنگ شده باید از هر لحاظ مورد تأیید مهندس مشاور باشد. در صورت اجرای رنگ در چند لایه، فاصله زمانی رنگ‌آمیزی هر لایه باید براساس دستورالعمل سازنده رعایت شود.

رنگ‌آمیزی باید به نحوی اجرا گردد که سطح رنگ‌آمیزی شده، با توجه به میزان رنگ مصرفی، از سطحی که کارخانه سازنده رنگ تعیین کرده است، بیشتر نشود.

هرگاه رنگ را به منظور اسپری (پاشاندن) و براساس مجوز و دستورالعمل سازنده رنگ رقیق کرده باشند، ضخامت لایه رنگ پس از رنگ‌پاشی، باید به همان میزان تعیین شده باشد. به عبارت دیگر، رقیق کردن رنگ نباید باعث گسترش سطح رنگ‌کاری شود.

۵-۶-۵-۱ آماده‌سازی مواد رنگ‌آمیزی

آماده‌سازی رنگ باید دقیقاً براساس دستورالعمل و توصیه‌های سازنده رنگ باشد.

---

[1] Coverage
[2] Shelf Life

مقدار رنگ را باید به اندازه مصرف مخلوط نمود، یعنی به اندازه‌ای که در زمان مجاز نگهداری رنگ، که توسط سـازنده تعیین شده، مصرف گردد.

۵-۶-۵-۲ انتهای لوله

برای جوشکاری لوله‌ها به یکدیگر و قبل از شروع رنگ‌آمیزی سطح داخلی لوله، هر سر لوله از داخل به عرض حدود ۲۰ میلیمتر، و یا عرض تعیین شده توسط سازنده، با نوارچسب پوشانده شود، تا این قسمت عاری از پوشش باشد. قبل از شروع جوشکاری نوار چسب برداشته شده و اتصال جوشی برقرار می‌گردد. برای جلوگیری از آلودگی و زنگ‌زدگی محل‌های جوشکاری، توصیه می‌شود که از نوار چسب‌های با دوام استفاده شده و تا زمان جوشکاری در محل خود حفظ و در صورت لزوم، در حین انبارداری نیز مرمت گردند. بدین ترتیب و پس از اتمام جوشکاری، سطح فلزی کاملاً تمیز و آماده ترمیم و رنگ‌آمیزی وجود داشته و نیاز کمتری به زنگ‌زدایی محلهای جوشکاری خواهد بود. در صورتی که از اتصالات با واشر لاستیکی و یا اتصالات مکانیکی استفاده می‌شود، رنگ‌آمیزی سطح داخلی باید تا انتهای لوله ادامه و اجرا گردد.

در حالت استفاده از اتصالات با واشر لاستیکی و در صورتی که پوشش خارجی لوله‌ها رنگ‌آمیزی نمی‌باشد، پوشش اپوکسی داخل لوله باید در سطح خارجی لوله و تا حدود ۱۰ سانتیمتر بیش از محل قرارگیری واشر لاستیکی ادامه یابد.

ضخامت لایه رنگ روی سطح خارجی لوله که واشر لاستیکی آب‌بندی در آن قسمت قرار می‌گیرد، نباید از مقادیر توصیه شده توسط سازنده اتصالی تجاوز نماید. در هر صورت ضخامت لایه رنگ خشک شده در داخل لوله و سایر قسمتها نباید از ۴۰۰ میکرون کمتر باشد.

۵-۶-۵-۳ شرایط محیط در زمان اجرای رنگ‌آمیزی

در زمان اجرای رنگ‌آمیزی، درجه حرارت مواد مصرفی باید بیش از ۱۰ درجه سانتیگراد و درجه حرارت لوله بیش از حدود سه درجه سانتیگراد بالاتر از نقطه شبنم باشد. گرم کردن لوله و مواد مصرفی با توجه و رعایت دستورالعمل سازنده رنگ مجاز است.

وقتی دمای محیط بیشتر از ۵۰ درجه سانتیگراد و یا دمای سطح لوله بیشتر از ۶۰ درجه سانتیگراد و یا بیش از دمای تعیین شده توسط سازنده باشد، رنگ‌آمیزی نباید انجام شود.

در هوای گرم باید دقت شود که ضخامت مورد نظر به دست آید. در هوای بارانی، مه‌آلود و برفی و زمانی که رطوبت بیشتر از ۸۵ درصد است، رنگ‌آمیزی مجاز نمی‌باشد.

رنگ، قبل از خشک شدن، نباید در معرض یخبندان قرار گیرد. در صورتی که رنگ در معرض یخبندان قرار گرفت، باید صبر نمود تا رنگ خشک شود و سپس قسمتهای فاسد شده و آسیب دیده را پاک کرده، پس از آماده‌سازی و تمیزکردن سطح لوله، آن را مجدداً رنگ‌آمیزی نمود.

◄ ۵-۶-۶ تعمیر رنگ‌آمیزی

قسمتهای صدمه دیده رنگ‌آمیزی باید با توجه به نکات زیر، تعمیر و مرمت گردند.

الف : رنگ‌آمیزی قسمتهای قابل دسترسی لوله که رنگ آنها پوسته شده و طبله کرده و یا به هر نحو صدمه دیده است، توسط برس سیمی و یا وسایل مناسب دیگر پاک شود. پوشش رنگ در قسمتهای مجاور بخش صدمه دیده توسط ماسه‌پاشی و یا برس

سیمی زبـــر شده و مواد باقیمانده به وسیله هوای عاری از روغن و یا پارچه تمیز پاک شود. رنگ‌آمیزی قسمتهای آماده شده فوق طبق روش‌های ذکر شده برای رنگ‌آمیزی سطح داخلی لوله انجام پذیرد.

ب : سطح قسمتهایی که دسترسی به آنها برای تعمیر رنگ‌آمیزی ممکن نیست، مانند لوله‌های با قطر کوچک، کاملاً تمیز و رنگ‌آمیزی کامل به صورتی که قبلاً ذکر گردید، تجدید شود.

۵-۶-۷ رنگ‌آمیزی اتصالات جوشکاری شده در کارگاه

برای لوله‌ها با اتصالات جوشی، همان طوری که قبلاً بیان شد، انتهای سطح داخلی لوله از هر طرف به اندازه حدود ۲۰ میلیمتر با نوار چسب پوشانده شده و رنگ‌آمیزی نمی‌شود. این محلها باید پس از جوشکاری لوله‌ها به یکدیگر، رنگ‌آمیزی گردند.

محل اتصالات جوش شده، ابتدا باید از سرباره جوش، جرقه‌های ناشی از الکترود، روغن، گریس و هر نوع آلودگی دیگر پاک و تمیز شود. تمیزکاری این محلها، با سنگ زدن، برس دستی یا برقی و یا ماسه‌پاشی و نظایر آن صورت می‌گیرد، تا سطح فلز تا درجه (Sa 2 1/2) استاندارد ISO 8501-1 (استاندارد سوئدی SIS 055900) کاملاً تمیز شـــود.

پوشش رنگ مجاور نیز، باید با سنگ زدن و یا سمباده زدن به اندازه ۲۵ میلیمتر، تمیز و زبر شود.

پس از آماده‌سازی سطح محل اتصالی‌های جوشی، رنگ‌آمیزی سطوح مذکور، مطابق آنچه قبلاً ذکر شده است انجام می‌پذیرد.

۵-۶-۸ رنگ‌آمیزی متعلقات و قطعات خاص

برای رنگ‌آمیزی متعلقات و اتصالات و قطعات خاص، مانند اتصالات مکانیکی، فلنج‌ها، پیچ و مهره‌ها و سایر متعلقات مشابه، ابتدا باید سطح خارجی آنها مطابق شرایط پیش گفته آماده‌سازی و تمیزکاری شود و سپس، مطابق روش رنگ‌آمیزی جدار داخلی لوله با اپوکسی مایع که در این مشخصات فنی بیان شده است، رنگ‌آمیزی شود.

۵-۶-۹ سایر ملاحظات

سایر ملاحظات از قبیل حمل و نقل، جابجایی، انبار کردن، بازرسی، ایمنی، جوشکاری و نظایر آن مانند موارد ذکر شده در خصوص رنگ‌آمیزی جدار خارجی لوله‌های فولادی است که در بخش پنجم فصل پنجم بحث شده است.

۵-۷ پوشش خارجی لوله‌ها و اتصالات فولادی با پلی‌اتیلن

۵-۷-۱ کلیات

این بخش از مشخصات فنی عمومی، در برگیرنده پوشش جدار خارجی لوله‌ها و اتصالات فولادی با پلی‌اتیلن مذاب[1] می‌باشد.

پوشش لوله و اتصالات فولادی توسط پلی‌اتیلن مذاب عموماً در کارخانه سازنده انجام می‌شود و اعمال این پوشش و کنترل آنها در کارگاه، با توجه به شرایط و نیازهای فنی، به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

لوله‌های پوشش شده با پلی‌اتیلن مذاب می‌توانند در صورتی که دارای پوشش معمولی[2] باشند، به صورت مداوم برای کارکرد در محیط تا ۵۰ درجه سانتیگراد و در صورت پوشش خاص[3]، تا ۷۰ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار گیرند.

لوله‌های پوشش شده طبق این مشخصات می‌توانند در تماس دائم با خاک و یا آب باشند. این لوله‌ها معمولاً به صورت مدفون مورد استفاده بوده، ولی در شرایط خاص و برای عبور از موانع و با در نظر داشتن وضعیت اقلیمی منطقه، می‌توانند به صورت روکار نیز نصب گردند.

۵-۷-۲ استانداردها و مراجع

استانداردها و مراجع مربوط به پوشش لوله‌های فولادی با پلی‌اتیلن مذاب، شامل آماده‌سازی سطح خارجی، اجرای پوشش، نگهداری، آزمایش چسبندگی و سایر کنترل‌ها می‌باشند. در این مشخصات فنی عمدتاً از استاندارد DIN 30670 استفاده گردیده است.

چنانچه در مواردی این مشخصات فنی کامل نبوده و یا در زمینه مورد نظر مسکوت باشد، باید در وهله اول به استانداردهای مصوب مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و یا آخرین ویرایش استاندارد DIN و سایر استانداردهای معتبر دنیا مراجعه گردد.

۵-۷-۳ ضوابط مربوط به پوشش

۵-۷-۳-۱ تمیزکاری و آماده‌سازی سطح

قبل از اجرای پوشش، سطح خارجی لوله باید از کلیه آلودگی‌ها و مواد اضافی نظیر گرد و غبار، روغن، گریس، سرباره جوش، رطوبت و نظایر آن پاک شود. سپس و بلافاصله، آماده‌سازی سطح توسط ماسه و یا ساچمه‌پاشی انجام تا حداقل مطابق درجه (S a 2 1/2) استاندارد ISO 8501 – 1 یا DIN 55928 – 4 یا استاندارد سوئدی SIS 055900 و یا مشابه باشد.

۵-۷-۳-۲ حداقل ضخامت پوشش

ضخامت پوشش نباید از مقادیر زیر کمتر باشد.

---

[1] Fused
[2] Normal
[3] Special

قطر اسمی لوله	حداقل ضخامت پوشش معمولی
تا ۱۰۰ میلیمتر	۱/۸ میلیمتر
بیش از ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلیمتر	۲ میلیمتر
بیش از ۲۵۰ تا کوچکتر از ۵۰۰ میلیمتر	۲/۲ میلیمتر
بیش از ۵۰۰ تا کوچکتر از ۸۰۰ میلیمتر	۲/۵ میلیمتر
بیش از ۸۰۰ میلیمتر	۳ میلیمتر

در صورتی که پوشش لوله تحت تأثیر تنش‌های مکانیکی قرار گیرد، حداقل ضخامت باید ۰/۷ میلیمتر بیش از ارقام بالا باشد.

حداقل ضخامت پوشش در هر متر طول لوله می‌تواند تا ده درصد کمتر از مقادیر حداقل ذکر شده باشد، مشروط بر این که مساحت قسمت موضعی با ضخامت کمتر بیش از پنج سانتیمتر مربع نباشد.

۵-۷-۳-۳ انتهای لوله

در حالت معمول، ۵۰ میلیمتر هر سر لوله‌های فولادی تا قطر۵۰۰ میلیمتر و ۱۰۰ میلیمتر هر سر لوله‌های به قطر بیش از ۵۰۰ میلیمتر نباید پوشش شوند، مگر این که خریدار ارقام دیگری را تعیین کرده باشد.

طول قسمت پوشش نشده هر سر لوله نباید از ۵۰۰ میلیمتر تجاوز نماید، مگر این که خریدار ارقام دیگری را تعیین کرده باشد.

۵-۷-۳-۴ پیوستگی

پوشش پلی‌اتیلن روی لوله باید کاملاً پیوسته و عاری از منفذ و سوراخهای ریز باشد. آزمایش پیوستگی بر اساس استانداردها انجام می‌شود.

۵-۷-۳-۵ سایر موارد

سایر موارد از قبیل مقاومت چسبندگی، ضربه‌پذیری، مقاومت در مقابل فرورفتگی، درصد ازدیاد طول در هنگام پارگی، مقاومت ویژه پوشش و غیره براساس استانداردها انجام می‌پذیرد.

از آنجائی که پوشش پلی‌اتیلن لولـــه در کارخانه انجام می‌شود، لذا انجام تمام این آزمایشها براساس دستورالعمل استانداردها ضروری بوده و ارائه گواهی انجام آزمایشها به خریدار، بنا به توافق طرفین ضروری است.

◄ ۵-۷-۴ پوشش اتصالات جوشکاری شده در کارگاه

همانطور که اشاره شد، دو سر لوله برای ایجاد اتصال به مقدار تعیین شده پوشش نمی‌گردند. پس از انجام جوشکاری، محل‌های فوق باید کاملاً و با وسایل مناسب و ترجیحاً برس سیمی برقی، زنگ‌زدایی شده و عاری از هر گونه آلودگی، زنگ، سرباره جوش و مواد اضافی گردد.

پوشش محلها و اتصالات جوشکاری در کارگاه توسط پلی‌اتیلن مذاب امکان‌پذیر نمی‌باشد. لذا محل اتصالات باید با پوشش‌های مناسب و سازگار با پوشش پلی‌اتیلن بدنه لوله، پوشش شوند، به نحوی که چسبندگی کافی بین دو نوع پوشش ایجاد گردد.

مواد و مصالح مصرفی برای پوشش اتصالات جوشکاری شده و سایر متعلقات فولادی همراه با دستورالعمل اجرا در کارگاه باید توسط کارخانه پوشش دهنده بدنه لوله تهیه و تحویل و یا مشخصات کامل و محل‌های تهیه آنها به خریدار اعلام شود.

۵-۷-۵ تعمیر پوشش

قسمتهای صدمه دیده پوشش باید کاملاً تمیز و پوشش اطراف آن زبر شده و سپس مرمت گردند. مواد و مصالح مصرفی برای تعمیر پوشش باید سازگار با پوشش اصلی بوده و چسبندگی کامل بین دو پوشش ایجاد گردد. تعمیر قسمتهای صدمه دیده پوشش باید طبق دستورالعمل مجری پوشش اصلی و با همان مواد و مصالحی که برای پوشش اتصالات جوشکاری مصرف می‌شود، انجام پذیرد، مگر این که کارخانه مجری پوشش اصلی، مصالح دیگری را توصیه نماید.

۵-۷-۶ جابجایی و حمل و نقل لوله‌های پوشش شده

۵-۷-۶-۱ جابجایی

لوله‌های پوشش شده باید به نحوی جابجا شوند که پوشش آنها صدمه نبیند. برای این منظور در هنگام جابجایی آنها باید از تسمه‌های عریض و پهن از نوع لاستیکی یا برزنتی و یا چرمی و یا سیم بکسل و زنجیر پوشش شده استفاده شود و از تماس مستقیم سیم بکسل، زنجیر و قلاب بدون محافظ با سطح پوشش لوله جلوگیری گردد. زیرسری لوله‌ها نیز باید به پوشش نرم مجهز شده باشند.

۵-۷-۶-۲ حمل و نقل توسط کامیون

در موقع حمل لوله‌های پوشش شده توسط کامیون، باید لوله در کف کامیون بر روی زیرسری‌هایی عریض از الوار که در سطح تکیه‌گاه لوله به شکل انحنا لوله بریده شده و از نمد و یا مواد نرم مشابه پوشانده شده، استفاده گردد. بین ردیفهای لوله‌ها نیز بالشتک‌های نرم قرار گیرد. سیم بکسل‌ها که برای بستن لوله استفاده می‌شوند، باید با دقت با پارچه نرم پوشانده شوند و حتی‌الامکان برای بستن لوله‌ها از تسمه‌های چرمی و یا برزنتی مقاوم استفاده گردد.

تعداد لوله‌ها بر روی کامیون باید با توجه به قطر لوله انتخاب شود و طوری باشد که در هنگام حمل و نقل به پوشش لوله صدمه وارد نیاید.

۵-۷-۷ عملیات کارگاهی

۵-۷-۷-۱ ریسه کردن لوله در کنار ترانشه

لوله‌ها باید به طور مناسب بر روی تکیه‌گاه‌هایی قرار گرفته و در طول ترانشه ریسه شوند، به طوری که لوله از زمین فاصله داشته باشد تا از زخمی‌شدن پوشش لوله جلوگیری گردد. تکیه‌گاه‌ها، باید از کیسه ماسه باشند تا یک بستر نرم ایجاد نمایند.

۵-۷-۷-۲ بلند کردن لوله

لوله از کنار ترانشه باید توسط یک تسمه پهن بلند شده و به داخل ترانشه برده شود. استفاده از سیم بکسل، زنجیر و یا وسایل دیگر بدون محافظ که در تماس با آنها، احتمال زخمی‌شدن پوشش وجود دارد، مجاز نمی‌باشد.

غلطاندن لوله به داخل ترانشه مجاز نمی‌باشد. قبل از خواباندن لوله در ترانشه، باید زیر لوله هنگام آویزان بودن آن، بازرسی شود تا از سالم بودن پوشش حفاظتی لوله اطمینان حاصل گردد.

۵-۷-۷-۳ بستر لوله

هنگامی که ترانشه در زمین‌های سنگی و یا زمین‌هایی که دارای اجسام سخت است ایجاد می‌شـــود و احتمال صدمه دیدن پوشش لوله در تماس با بستر وجود دارد، برای جلوگیری از زخمی‌شدن پوشش، یک لایه خاک سرند شده یا ماسه به ضخامت حداقل ۱۰ سانتیمتر باید قبل از نصب لوله در کف ترانشه ریخته شود.

۵-۷-۷-۴ سایر ملاحظات

در هنگام اجرای عملیات لوله‌گذاری، باید کلیه احتیاطات لازم برای جلوگیری از زخمی‌شدن پوشش لوله به کار گرفته شود. هیچ‌گونه ابزار یا جسم فلزی سنگین نباید با پوشش تماس پیدا کنند.

٦

لوله‌رانی

۶ لوله‌رانی[1]

۶-۱ مقدمه

لوله‌رانی به روش‌های حفاری و لوله‌گذاری ماشینی، بدون حفر ترانشه اتلاق می‌شود. این روش در سالهای اخیر در سطح دنیا، خصوصاً برای موارد خاص مرسوم گشته و در ایران نیز در چند سال گذشته، در موارد متعدد مورد استفاده قرار گرفته است.

در ایـــن بخش از مشخصات فنی، موارد عمدتاً عمومی مربوط به لوله‌رانی مورد بحث قرار می‌گیرد. جزئیات مربوط به این روش کار، در هر مورد و با توجه به ماشین‌آلات و نوع لوله مورد استفاده، توسط مهندس مشاور و سازنده ماشین‌آلات و لوله‌ها تعیین می‌گردد.

۶-۲ روش‌های لوله‌رانی

لوله‌رانی به دو روش کلی زیر انجام می‌شود.

۶-۲-۱ روش اول

در روش اول و با کمک دستگاه حفاری، ابتدا مسیر لوله به صورت تونل حفاری شده و متوالیاً غلاف‌گذاری[2] می‌گردد. سپس لوله در داخل غلاف نصب و پس از استقرار لوله، غلافها خارج می‌شـــوند. در این روش لوله‌گذاری، فشار زیـــادی به لوله وارد نشده و می‌توان از لوله‌های معمولی، مانند پلی‌اتیلن، استفاده کرد. با توجه به محدودیت‌های قطر غلاف، حداکثر قطر لوله‌گذاری به روش اول معادل ۴۰۰ میلیمتر است.

۶-۲-۲ روش دوم

در روش دوم و با کمک دستگاه‌های حفاری و جک، همزمان با عملیات حفاری، لوله نیز با جک‌زنی به جلو رانده می‌شود. در این روش، محدودیت قطر، به مانند روش اول، وجود نداشته ولی لوله‌های مصرفی از نوع خاص می‌باشند. با توجه به اهمیت و گستردگی اجرا به روش دوم، در این مشخصات فنی، عمدتاً این روش مورد بحث قرار می‌گیرد.

۶-۳ مزایا و کاربرد

نصب لوله به روش لوله‌رانی، در مواردی از قبیل، عبور از زیر جاده‌ها و بزرگ‌راه‌ها، راه‌آهن، کانال‌ها، رودخانه‌ها و ابنیه تاریخی، به صورت موضعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، روش لوله‌رانی در طول‌های زیادتر، در مناطقی از شهرها که به واسطه تراکم ساختمانها، تأسیسات زیربنایی، ترافیک و نظایر آن، امکان حفر ترانشه وجود نداشته و یا لوله‌گذاری به روش ترانشه باز، باعث اختلال در فعالیتهای شهری می‌گردد، نیز کاربرد زیاد دارد. همچنین در مناطقی که به واسطه ریزشی بودن خاک و یا بالا بودن سطح

[1] Micro Tunneling & Pipe Jacking
[2] Casing

آبهای زیرزمینی، عملیات اجرایی و نصب لوله به روش ترانشه باز، بسیار پرهزینه و طولانی می‌شود، استفاده از روش لوله‌رانی، از نظر کوتاه‌تر نمودن زمان اجرا و کاهش هزینه‌ها، مفید می‌باشد.

مهمترین مزایای استفاده از روش لوله‌رانی در مقایسه با ترانشه باز عبارت است از :

الف : آسیب کمتر به محیط زیست، جریان عبور و مرور، تأسیسات زیربنایی و عمومی

ب : سرعت بیشتر اجرا در مناطق پرتراکم و یا دارای صعوبت اجرا

پ : آسیب کمتر به فعالیتهای اقتصادی و خدماتی در مناطق پرتراکم و حفاظت بهتر ابنیه مجاور

ت : صدمه کمتر به جاده و مسیر لوله‌گذاری، آسفالت، روسازی‌ها و بافت طبیعی زمین

مجموعه عوامل بالا باعث می‌شود که استفاده از روش لوله‌رانی در برخی مواقع کم هزینه‌تر از نصب لوله با روش ترانشه باز باشد.

۶-۴ مراحل اجرا

هر قطعه از عملیات لوله‌رانی، از یک شفت، که به عنوان شفت ارسال[1] نامیده می‌شود، شروع و به شفت بعدی، که به عنوان شفت دریافت[2] است، ختم می‌گردد. لوله‌رانی از محل شفت ارسال به دو طرف انجام می‌پذیرد. بدین ترتیب، شفت‌های ارسال و دریافت در مسیر لوله‌رانی به صورت یک در میـــان قرار می‌گیرند. شفت‌های ارسال و دریافت، در مراحل بعدی تبدیل به آدم‌رو می‌شوند.

طول هر قطعه از لوله‌رانی، و یا به عبارت دیگر، فاصله شفت‌های دریافت و ارسال، با توجه به امکانات اجرایی و جنس زمین و لوله و سایر عوامل مؤثر، متغیر می‌باشد. در کشورهای صنعتی، قطعات لوله‌رانی تا نزدیک به ۵۰۰ متر نیز اجرا گردیده است. در ایران و با توجه به محدودیت‌های ذکر شده، حداکثر طول لوله‌رانی حدود ۱۰۰ متر می‌باشد که طول حدود ۸۰ متر، کاملاً معمول است.

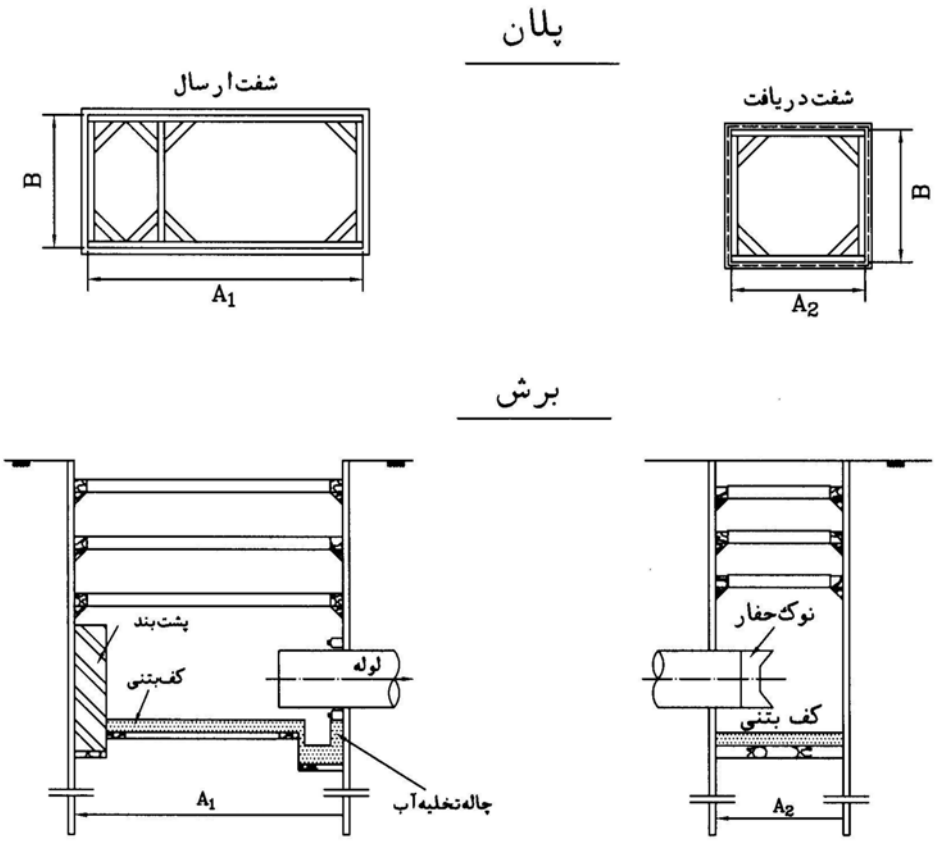
در حال حاضر اشکال مختلفی از شفت با دیواره‌های متفاوت، از قبیل شفت مستطیل، دایره و یا چند وجهی با دیواره‌های بتن درجا، بتن پیش ساخته، سپر و چوب بست، با ابعاد متفاوت اجرا گردیده است.

ابعاد، شکل و نحوه حفاظت دیواره شفت کاملاً به شرایط محلی، مانند جنس زمین، سطح آبهای زیرزمینی، وضعیت ترافیکی و تراکم منطقه و نظایر آن و همچنین امکانات اجرایی بستگی دارد.

در شکل شماره ۶-۱ و صرفاً به عنوان یک دیدگاه اولیه، شکل و ابعاد شفتهای مستطیل شکل ارسال و دریافت نشان داده شده است. ابعاد نهایی باید با توجه به جمیع شرایط توسط پیمانکار تعیین و پس از تأیید مهندس مشاور، اجرا گردد.

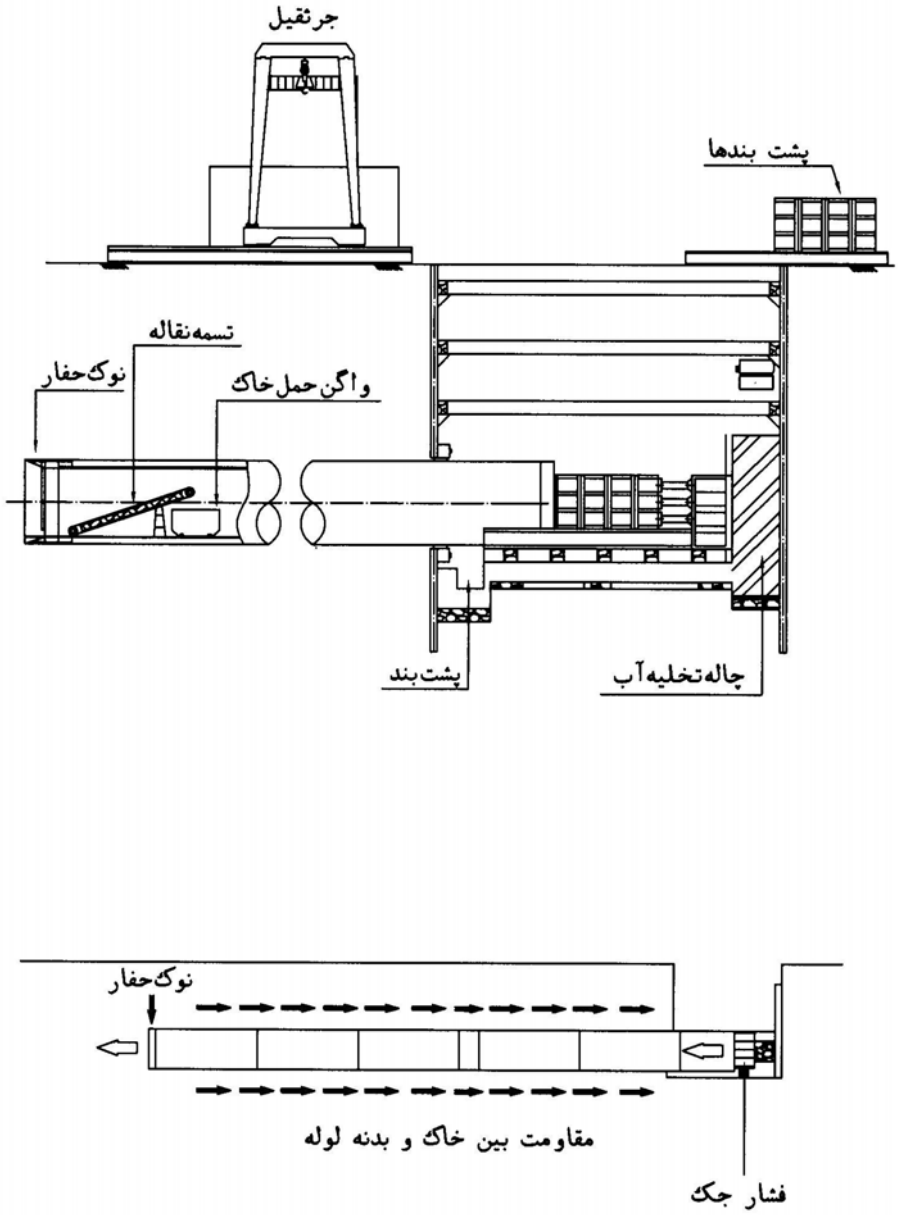
در شکل شماره ۶-۲، شمای کلی عملیات لوله‌رانی نشان داده شده است.

[1] Launcher Shaft
[2] Receiving Shaft



قطر لوله (میلیمتر)	ابعاد شفت (متر)		
DN	A_1	A_2	B
۷۰۰	۸٫۰۰	۳٫۰۰	۳٫۰۰
۸۰۰	۸٫۰۰	۳٫۰۰	۳٫۰۰
۹۰۰	۸٫۰۰	۳٫۰۰	۳٫۰۰
۱۰۰۰	۸٫۰۰	۳٫۰۰	۳٫۰۰
۱۱۰۰	۸٫۰۰	۳٫۰۰	۳٫۱۰
۱۲۰۰	۸٫۰۰	۳٫۵۰	۳٫۲۰
۱۳۵۰	۸٫۰۰	۳٫۵۰	۳٫۴۰
۱۵۰۰	۸٫۰۰	۳٫۵۰	۳٫۵۰
۱۶۰۰	۸٫۰۰	۴٫۰۰	۳٫۶۰
۱۸۰۰	۸٫۰۰	۴٫۰۰	۳٫۸۰
۲۰۰۰	۸٫۰۰	۴٫۰۰	۴٫۰۰
۲۲۰۰	۸٫۰۰	۴٫۰۰	۴٫۲۰
۲۴۰۰	۸٫۰۰	۴٫۰۰	۴٫۴۰
۲۶۰۰	۸٫۰۰	۴٫۰۰	۴٫۶۰

شکل ۶-۱ : ابعاد و مشخصات تیپ شفت‌های ارسال و دریافت



شکل ۶-۲ : شمای کلی لوله‌رانی

۶-۵ مطالعات قبل از اجرا

برای اجرای موفق لوله‌رانی، مطالعات پایه قبل از اجرا ضروری است. برای این منظور مهندس مشاور باید ضمن بررسی و تعیین موقعیت تأسیسات زیرزمینی، نحوه حمل و دفع خاک، دوغاب، آبهای زیرزمینی و موقعیت تأسیسات و ابنیه حساس و همچنین نحوه تأمین انرژی را دقیقاً بررسی نموده و موقعیت تقریبی شفتها را مشخص نماید.

پس از بررسی و تعیین مسیر و موقعیت تقریبی شفتها، باید مطالعات مکانیک خاک کامل و یا تکمیلی، که نقش تعیین کننده‌ای در اجرای کار دارد، انجام پذیرد. ارائه اطلاعات زیر در مطالعات مکانیک خاک برای تعیین نیروی لازم جک، مشخصات پشت‌بندها، اثرات زیست‌محیطی، تجهیـزات لازم تخلیــه آب و دوغاب، نحوه روان‌سازی، مشخصات نوک حفار (لوله جلو رونده) و ماشین‌آلات مورد لزوم ضروری است.

- ترکیب و دانه‌بندی و وزن مخصوص خاک و رطوبت خاک، قطر دانه‌ها و سایر نکات مربوط به نوع خاک
- چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی و مقاومت برشی خاک، آزمایش نفوذ استاندارد و سایر موارد مربوط به مقاومت خاک
- ضریب تحکیم، تغییر شکل‌پذیری و حد روانی و خمیری (حدود آتربرگ)
- ضریب نفوذپذیری، نسبت تخلخل و موارد مرتبط با نفوذپذیری
- سطح آبهای زیرزمینی و نوسانات آن
- وضعیت زلزله‌خیزی منطقه

به منظور افزایش موفقیت و تسریع در عملیات، توصیه می‌شود که در مجاورت هر یک از شفتهای ارسال و دریافت، یک گمانه حفر شود. در صورتی که فاصله شفتها زیادتر از معمول باشد، به تعداد لازم گمانه در مسیر نیز باید حفر گردد.

با دریافت و جمع‌آوری اطلاعات پایه فوق، موقعیت شفتها و مسیر لوله‌رانی به صورت نهایی تعیین می‌شود.

۶-۶ لوله‌های مصرفی

با توجه به امکانات محدود و مشکلات فراوان تعویض لوله‌های صدمه دیده در حین اجرای لوله‌رانی، انتخاب لوله‌های مناسب لوله‌رانی از نظر جنس، کلاس و سایر مشخصات مرتبط از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

جنس لوله‌های مصرفی برای لوله‌رانی در کشورهای غربی عمدتاً لوله‌های سفالی لعاب‌دار[1] مخصوص لوله‌رانی می‌باشد. این نوع لوله فعلاً در ایران تولید نمی‌شود.

صرف‌نظر از امکانات تولید داخل کشور، جنس لوله‌هایی که می‌توانند برای لوله‌رانی مورد استفاده قرار گیرند به شرح زیر است.

- لوله‌های بتنی
- لوله‌های فایبرگلاس G.R.P
- لوله‌های سفالی لعاب‌دار
- لوله‌های چدن نشکن
- لوله‌های پلی‌اتیلن (با روش ذکر شده استفاده از غلاف)
- لوله‌های پلی‌اتیلن (در طول‌های کوتاه)

متذکر می‌شود که لوله‌های مصرفی برای لوله‌رانی به روش جک‌زنی، باید خاص این عملیات تولید شوند و لوله‌های معمولی از جنس‌های نام برده شده، برای این کار مناسب نیست.

[1] Vitrified Clay Pipes

۶-۷ محاسبه نیروی جک برای لوله‌رانی

محاسبه نیروی مورد نیاز جک در لوله‌رانی برای پیش‌بینی و تهیه تجهیزات لازم و احداث شفتهای ارسال و دریافت در فواصل مناسب و همچنین، مقاومت پشت‌بندها و دیواره‌ها در شفت ارسال کاملاً ضروری است. نیروی مورد نیاز جک‌زنی از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$P = P1 + P2 + P3$$

که در آن :

P = نیروی جک‌زنی (تن)

P1 = نیروی مقاوم در برابر حرکت به جلوی لوله[1] (تن)

P2 = نیروی مقاوم در اثر اصطکاک بین لوله و خاک (تن)

P3 = نیروی مقاوم ناشی از وزن لوله (تن)

نیروی مقاوم در برابر نفوذ و حرکت به جلوی لوله، از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$P1 = \pi . D . t . \gamma \quad (H + \frac{D}{2}) \tan^2(45^\circ + \Phi/2)$$

که در آن :

D = قطر خارجی نوک حفار یا لوله جلو رونده اولیه[2] به متر

t = ضخامت جداره لوله جلو رونده به متر

γ = وزن مخصوص خاک (تن در مترمکعب)

H = ارتفاع خاک روی لوله (متر)

Φ = زاویه اصطکاک داخلی خاک (درجه)

نیروی مقاوم ناشی از اصطکاک بین لوله و خاک از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$P2 = 0.5 . \pi . D . \mu . L [W + 0.5 (W1 + W2)]$$

که در آن :

μ = ضریب اصطکاک بین لوله و خاک

L = طول جک زنی (متر)

W = فشار خاک عمودی (تن بر مترمربع)

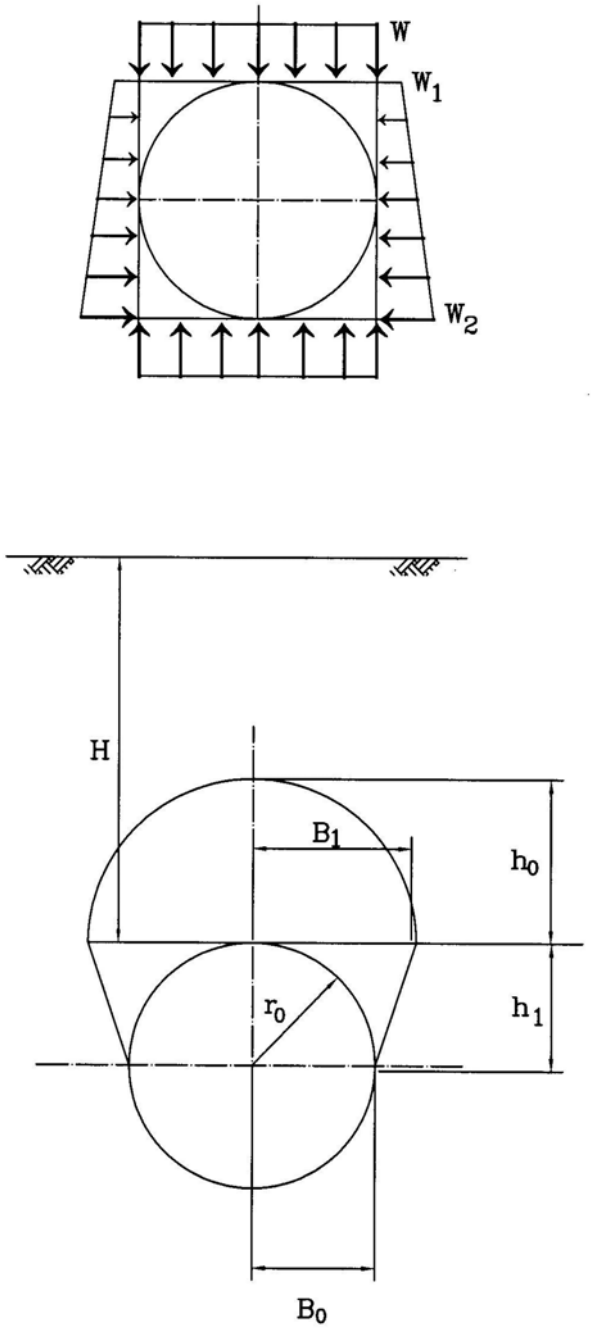
W1 + W2 = فشار جانبی خاک در بالا و پائین لوله (تن بر مترمربع) مطابق شکل شماره ۶-۳

D = قطر خارجی لوله (متر)

---

[1] Intrusive Resistance Force

[2] Lead Pipe



شکل ۶-۳ : فشارهای وارد بر لوله در حین جک‌زنی

با توجه به شکل شماره ۶-۳ :

$$W = \gamma.h_{\circ}$$

$$h_{\circ} = \frac{B_1}{K.\tan\Phi}(1 + e^{-k\tan\Phi\frac{H}{B_1}})$$

$$W_1 = C_e.\gamma.h_{\circ}$$

$$W_2 = C_e.\gamma.(h_{\circ} + D)$$

$$B_{\circ} = r_{\circ}Cos(45^{\circ} - \Phi/2)$$

$$h_1 = r_{\circ}[1 + Sin(45^{\circ} - \Phi/2)$$

$$B_1 = B_{\circ} + h_1\tan(45^{\circ} - \Phi/2)$$

$$C_e = \tan^2(45^{\circ} - \Phi/2)$$

که در اینجا با توجه به شکل شماره ۶-۳ :

h° = ارتفاع خاک آزاد قوسی بالای لوله

K = ضریب ترزاقی (معادل یک)

نیروی مقاوم ناشی از وزن لوله از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$P_3 = \pi/4(W_p.\mu.L)$$

که در آن :

Wp – وزن یک متر لوله (تن)

خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی دو سال اخیر به چاپ رسیده است، به اطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی http://tec.mporg.ir مراجعه نمائید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

Islamic Republic of Iran
Management and Planning Organization

General Technical Specification for Urban Water Pipelines and Sewage Systems

No: 303

Office of the Deputy for Technical Affairs
Technical Affairs, Criteria Codification and Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau

2005/1384