



نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران

شرح خدمات همسان مطالعات تونل های ترافیک شهری

شماره سند: ۱۵۶-۳-۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران

شرح خدمات همسان مطالعات تونل های ترافیک شهری

شماره سند: ۳-۳-۱۵۶

شرح خدمات همسان مطالعات تونل های ترافیک شهری

شورای فنی شهرداری تهران

تابستان ۱۳۹۹

تصویب: شورای فنی شهرداری تهران

- اکبر ترکان عضو شورای فنی شهرداری تهران
- صفا صبوری دیلمی عضو شورای فنی شهرداری تهران
- محمد علی پنجه فولادگران عضو شورای فنی شهرداری تهران
- مهدی تفضلی عضو شورای فنی شهرداری تهران
- افشین حبیب زاده عضو شورای فنی شهرداری تهران
- پژمان اللهوردیزاده دبیر شورای فنی شهرداری تهران

بررسی و تایید: کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران

- حسن ارباب عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- رضا اسماعیلی فرد عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- پژمان اللهوردیزاده عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- محمد جواد خسروی پور عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- داود تولایی عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- سلطان آقاخان محمدی عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- علی فغانی عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران

بررسی: کارگروه تخصصی

- رضا اسداللهی عضو کمیته خبرگی
- مازیار پاسدار پور عضو کمیته خبرگی
- مسعود پلاسی عضو کمیته خبرگی
- کریم روشن بخت عضو کمیته خبرگی
- غلامرضا شمسی عضو کمیته خبرگی
- زهرا کسرائی عضو کمیته خبرگی
- سید محمد منصورزاده عضو کمیته خبرگی

تهیه کنندگان سند:

- پژمان دلاوری مهندسین مشاور سازیان
- محمد علی غنی زاده مهندسین مشاور سازیان
- محمد حسین زمانی مهندسین مشاور سازیان
- یاشار خوش ولد مهندسین مشاور سازیان
- فرشاد مشکوه السادات مهندسین مشاور سازیان

پیشگفتار

امروزه با توجه به رشد روزافزون حجم سفرهای شهری و افزایش حجم ترافیک معابر، احداث تونل های ترافیک شهری در امتداد معابر پرتردد به عنوان یکی از راهکارهای مؤثر در گشودن گره های ترافیکی شهرهای بزرگ مطرح می باشد. اصولاً هزینه احداث تونل های ترافیک شهری در مقایسه با سایر اجزای معابر بسیار بالا بوده و لذا توجه ویژه به مقوله طراحی صحیح، ایمن و اقتصادی تونل های ترافیک شهری به عنوان بخشی از سرمایه های ملی کشور از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می باشد. تونل های ترافیک شهری به لحاظ وضعیت خاص اجرایی و درگیر بودن آنها با محیط زیرزمینی ناشناخته در زمره پیچیده ترین عناصر شبکه معابر شهری به لحاظ مطالعات و طراحی می باشند. وجود انواع معارضین از قبیل قنوات، مغارها، انواع تأسیسات شهری، تونل ها و ایستگاه های زیرزمینی مترو و سایر سازه های زیرزمینی موجود در زیر سطح شهر، اجرای تونل ها را با مشکلات فراوان و پیش بینی نشده مواجه می نماید.

لذا با توجه به اهمیت موضوع و فقدان مراجع فنی مورد نیاز در مجموعه اسناد نظام فنی و اجرایی کشور و در راستای تأمین اهداف مندرج در سند راهبردی نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران، تهیه شرح خدمات همسان مطالعات تونل های ترافیکی شهری در دستور کار معاونت فنی و عمرانی شهرداری تهران قرار گرفت.

مجموعه حاضر شرح خدمات همسان مطالعات تونل های ترافیک شهری است که با هدف ترسیم چهارچوب کلی فرآیند مطالعات و طراحی و حدود خدمات مهندسین مشاور در پروژه های احداث تونل های ترافیک شهری تدوین گردیده است. امید است استفاده از این شرح خدمات در فرآیند مطالعات و طراحی تونل های ترافیک شهری، گامی مهم به سوی نهادینه کردن الگوی توسعه پایدار در کلان شهر تهران باشد. در پایان به نوبه خود از همه عزیزانی که در تدوین، بررسی و تأیید این سند، شورای فنی شهرداری تهران را همراهی نموده اند، تشکر و قدردانی می نمایم.

صفا صبوری دیلمی

معاون فنی و عمرانی شهرداری تهران

تابستان ۱۳۹۹

فصل ۱- کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- تعاریف	۱
۳-۱- حدود کاربرد	۲
۴-۱- خدمات جنسی	۲
فصل ۲- مطالعات توجیهی	۴
۱-۲- مقدمه	۴
۲-۲- تعیین اهداف طرح و شناخت خواسته های کارفرما	۴
۳-۲- جمع آوری اطلاعات	۴
۴-۲- بررسی جایگاه طرح در برنامه های توسعه شهری	۵
۵-۲- مطالعات حمل و نقل و ترافیک	۵
۶-۲- مطالعه گزینه های مسیر تونل	۶
۷-۲- بررسی وضعیت زمین شناسی، ژئوتکنیک و تأسیسات زیرسطحی	۶
۸-۲- مطالعات جمع آوری و هدایت آب های سطحی	۷
۹-۲- مطالعه مقدماتی روش های ساخت امکان پذیر	۷
۱۰-۲- مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (توجیهی)	۷
۱۱-۲- تأسیسات برقی و مکانیکی	۷
۱۲-۲- برآورد هزینه ساخت هر یک از گزینه ها	۷
۱۳-۲- بررسی مالی - اقتصادی گزینه ها	۸
۱۴-۲- بررسی آثار اجتماعی و زیست محیطی اجرای هر یک از گزینه ها	۸
۱۵-۲- مقایسه فنی - اقتصادی گزینه ها	۸
۱۶-۲- تعیین زمان بندی دوره مطالعات و اجرای طرح	۹
۱۷-۲- فهرست مدارک قابل تحویل در مرحله مطالعات توجیهی	۹
فصل ۳- مطالعات مفهومی	۱۰
۱-۳- مقدمه	۱۰
۲-۳- مطالعات ترافیک محدوده تحت تأثیر طرح و ارائه گزینه های مختلف ترافیک	۱۰
۳-۳- مطالعه گزینه های قابل طرح برای مسیر تونل	۱۰
۴-۳- بررسی وضعیت زمین شناسی، ژئوتکنیک و تأسیسات زیرسطحی	۱۰
۵-۳- مطالعات جمع آوری و هدایت آب های سطحی	۱۱
۶-۳- مطالعه روش های ساخت امکان پذیر	۱۲
۷-۳- مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (مفهومی)	۱۲
۸-۳- مطالعات ریسک های دوره ساخت	۱۲
۹-۳- مطالعات تأسیسات برقی و مکانیکی	۱۳

۱۰-۳	برآورد هزینه ساخت هر یک از گزینه ها	۱۳
۱۱-۳	بررسی آثار اجتماعی و زیست محیطی اجرای هر یک از گزینه ها	۱۴
۱۲-۳	مقایسه فنی - اقتصادی گزینه ها	۱۴
۱۳-۳	انتخاب گزینه برتر	۱۴
۱۴-۳	فهرست مدارک قابل تحویل در مرحله مطالعات مفهومی	۱۵
فصل ۴ - طراحی پایه		
۱-۴	مقدمه	۱۶
۲-۴	تشریح وضعیت موجود محدوده طرح	۱۶
۳-۴	تشریح وضعیت گزینه برتر مطالعات مفهومی	۱۶
۴-۴	مطالعات ترافیک	۱۶
۵-۴	مطالعات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک	۱۷
۶-۴	طرح هندسی و روسازی	۱۷
۷-۴	مطالعات لرزه خیزی و تحلیل خطر وقوع زلزله	۱۸
۸-۴	مطالعات جمع آوری و هدایت آب های سطحی	۱۸
۹-۴	بررسی مشکلات فنی - حقوقی - اجرایی مسیر	۱۹
۱۰-۴	مطالعات و طراحی پایه پوسته طرح	۱۹
۱۱-۴	طراحی پایه سازه تونل	۱۹
۱۲-۴	طراحی پایه دهانه های ورودی و خروجی تونل	۲۰
۱۳-۴	ملاحظات خاص در شرایط استفاده از ماشین های حفاری تمام مقطع (TBM)	۲۰
۱۴-۴	مطالعات معماری تونل	۲۱
۱۵-۴	مطالعه نحوه گشودن جبهه های حفاری	۲۱
۱۶-۴	مطالعات ابزار دقیق و رفتارسنجی	۲۱
۱۷-۴	مطالعات جریان آب های زیرسطحی	۲۱
۱۸-۴	مطالعات آب بندی و زهکشی آب های نفوذی به داخل تونل	۲۱
۱۹-۴	طراحی پایه تأسیسات برقی	۲۲
۲۰-۴	طراحی پایه تأسیسات مکانیکی	۲۳
۲۱-۴	طراحی پایه سازه های جنبی	۲۴
۲۲-۴	مطالعه منابع قرضه و محل دپوی خاک حاصل از حفاری	۲۴
۲۳-۴	برآورد هزینه ساخت و تدقیق ارزیابی های مالی و اقتصادی طرح	۲۴
۲۴-۴	مشخصات فنی و الزامات منضم به قرارداد	۲۵
۲۵-۴	فهرست مدارک قابل تحویل در مرحله طراحی پایه	۲۵
فصل ۵ - طراحی تفصیلی		
۱-۵	مقدمه	۲۶
۲-۵	مطالعه و تکمیل مدارک فنی موجود	۲۶
۳-۵	مطالعات تکمیلی زمین شناسی و لرزه زمین ساخت	۲۷
۴-۵	مطالعات پایداری دهانه های ورودی و خروجی و ترانشه های مجاور	۲۷
۵-۵	طراحی تفصیلی جمع آوری و هدایت آب های سطحی	۲۸
۶-۵	طراحی تفصیلی سازه تونل	۲۸

۳۰	..... تعیین محل گشودن جبهه های حفاری	۷-۵
۳۰	..... تهیه دستورالعمل رفتارسنجی تونل و محیط میزبان آن	۸-۵
۳۰	..... مطالعات و طراحی تفصیلی پوسته طرح	۹-۵
۳۰	..... طراحی تفصیلی سامانه های برقی، مخابراتی و کنترل هوشمند	۱۰-۵
۳۱	..... طراحی تفصیلی سامانه های مکانیکی	۱۱-۵
۳۱	..... مطالعات ایمنی و تجهیزات تونل	۱۲-۵
۳۲	..... مطالعات زیرسازی و روسازی تونل	۱۳-۵
۳۲	..... مطالعات ایمنی و ساماندهی ترافیک	۱۴-۵
۳۲	..... سایر مطالعات تکمیلی مورد نیاز	۱۵-۵
۳۳	..... برآورد هزینه اجرا و تهیه اسناد مناقصه	۱۶-۵
۳۳	..... فهرست مدارک قابل تحویل در مرحله طراحی تفصیلی	۱۷-۵
۳۴	..... پیوست (دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل های شهری و فضاهای زیرسطحی)	



فصل ۱- کلیات

۱-۱- مقدمه

هدف از تهیه و تدوین این سند، ارائه چهارچوب کلی و حدود خدمات مهندسی مشاور در پروژه های طراحی و مطالعات تونل های ترافیک شهری است. مفاد این سند می تواند به عنوان شرح خدمات همسان در قراردادهای خدمات مهندسی مشاور گنجانده شده و به همراه سایر اسناد موافقتنامه مبادله گردد.

ممکن است مهندسی مشاور با هماهنگی کارفرما، بندهایی از این شرح خدمات را به دلیل عدم نیاز حذف نموده و یا بندهایی از آن را با تفصیل بیشتری انجام دهند. در موارد خاص که نیاز به افزودن ردیف های جدید به این شرح خدمات باشد، می توان پیوستی تحت عنوان "خدمات اختصاصی" به این شرح خدمات ضمیمه نمود.

۱-۲- تعاریف

- **تونل**: به هر نوع دالان زیرزمینی محدود به دو دهانه (*Portal*) در طرفین آن، صرفنظر از نوع سازه و روش اجرا، تونل اطلاق می گردد.
- **تونل ترافیک شهری**: تونل ترافیک شهری نوعی از تونل است که برای عبور خودروها و به عنوان بخشی از معابر شهری ساخته می شود.
- **تونل سازی اتریشی موسوم به NATM**: در این روش اجرا با مرحله ای کردن عملیات حفاری تونل سعی می شود از حداکثر مقاومت توده خاک یا سنگ میزبان تونل استفاده گردد.
- **تونل سازی مکانیزه با ماشین های حفاری تمام مقطع (TBM)**: در این روش اجرا کل مقطع تونل توسط ماشین های حفاری تمام مقطع (*TBM*) حفاری و حفاظت شده و عملیات اجرای پوشش داخلی تونل که در صورت نیاز شامل عملیات سگمنت گذاری خواهد بود، نیز توسط ماشین های یاد شده انجام می گردد.
- **تونل سازی به روش کند و پوش (Cut & Cover)**: در این روش اجرا ابتدا حفاری ترانشه از سطح زمین شروع شده و تا عمق مورد نیاز ادامه داده خواهد شد، پس از آن سازه تونل در داخل ترانشه ساخته می شود و در نهایت اطراف و روی سازه تونل تا تراز مورد نیاز پوشانده می شود.
- **تونل سازی به روش بالا به پایین (Top - Down)**: در این روش اجرا ابتدا دیوارهای طرفین تونل ساخته می شود. سپس سقف تونل بر روی سطح زمین اجرا گردیده و با دیوارهای طرفین یکپارچه می گردد و در نهایت با خاکبرداری زیر سقف تونل تا تراز مورد نیاز، مسیر تونل گشوده خواهد شد.
- **زیرگذر**: زیرگذر مسیری است روباز که در محل تقاطع با سایر مسیرهای واقع در تراز همسطح، از زیر آنها عبور نموده و ابتدا و انتهای آن از طریق شیبراهه ها به تراز همسطح اتصال می یابد.
- **مطالعات جامع حمل و نقل**: مطالعات جامع حمل و نقل که به آن طرح جامع حمل و نقل شهری نیز اطلاق می گردد، نوعی برنامه ریزی بلندمدت است که با هدف طراحی و پردازش سامانه حمل و نقل و ایجاد توازن بین همه عناصر حمل و نقل شهر، مطالعه و تدوین می شود. مطالعات یاد شده با هماهنگی کارفرما در اختیار مهندس مشاور قرار خواهد گرفت.
- **طرح تفصیلی**: طرح تفصیلی بخشی از طرح جامع شهری است که در آن بر اساس معیارها و ضوابط کلی طرح جامع شهری و نحوه استفاده از زمین های شهری در سطح محله های مختلف شهر، موقعیت و مساحت دقیق زمین برای کاربری های مختلف، وضع دقیق و تفصیلی شبکه عبور و مرور، میزان تراکم جمعیت و تراکم ساختمانی در واحدهای شهری، اولویت های مربوط به بهسازی، نوسازی، توسعه و حل مشکلات شهری و موقعیت تمامی عوامل مختلف شهری تعیین گردیده و نقشه ها و مشخصات مربوط به مالکیت بر اساس مدارک ثبتی تهیه و تنظیم می گردد. طرح تفصیلی با هماهنگی کارفرما در اختیار مهندس مشاور قرار خواهد گرفت.



- **طرح جامع آب های سطحی**: آخرین نسخه مصوب مطالعات طرح جامع مدیریت آب های سطحی شهر تهران است که با هماهنگی کارفرما در اختیار مهندس مشاور قرار خواهد گرفت.
 - **مطالعات منطقه ای آب های سطحی**: آخرین نسخه مصوب مطالعات عملیاتی کردن طرح جامع مدیریت آب های سطحی در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران (موضوع سند ۳-۳-۳۴ نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران) شامل مطالعات مراحل مفهومی، پایه و تفصیلی است که با هماهنگی کارفرما در اختیار مهندس مشاور قرار خواهد گرفت.
 - **مطالعات فرامنطقه ای آب های سطحی**: آخرین نسخه مصوب مطالعات عملیاتی کردن طرح جامع مدیریت آب های سطحی مربوط به شبکه اصلی جمع آوری و هدایت آب های سطحی شهر تهران (مطالعات فرامنطقه ای) شامل مطالعات مراحل مفهومی، پایه و تفصیلی است که با هماهنگی کارفرما در اختیار مهندس مشاور قرار خواهد گرفت.
 - **خدمات جنبی**: به مجموعه خدمات مهندسی از قبیل نقشه برداری، گمانه زنی، مطالعات ژئوتکنیک، ژئوفیزیک، نمونه گیری از مصالح و انجام آزمایش های مقاومت مصالح که بر حسب مورد، انجام آنها توسط مهندس مشاور اعلام نیاز شده و توسط مهندس مشاور یا پیمانکار ذیصلاح انجام خواهد شد، خدمات جنبی اطلاق می گردد. خدمات مهندسی یاد شده مطابق مفاد ماده ۱۳ شرایط عمومی همسان قراردادهای خدمات مشاوره ارائه خواهد گردید.
- تبصره**: برخی از تعاریف فوق فاقد جنبه عمومی بوده و صرفاً در چهارچوب مبانی شرح خدمات حاضر قابل استفاده خواهند بود.

۳-۱- حدود کاربرد

این شرح خدمات صرفاً به منظور کاربرد در پروژه های طراحی و مطالعات تونل ها و زیر گذرهای ترافیک شهری بوده و در چهار بخش مطالعات توجیهی، مفهومی، پایه و تفصیلی تدوین شده است. یادآور می شود که مطالعات توجیهی تونل های ترافیک شهری، صرفاً با تمرکز بر مسیر تونلی انجام می شود.

به عبارت دیگر در این شرح خدمات فرض بر این است که مسیر تونلی در طرح های بالادست مربوطه (مطالعات جامع حمل و نقل و مطالعات طرح تفصیلی شهر تهران) و پیش از انجام این مطالعات، توجیه شده است و به منظور انجام مطالعات توجیهی تونل های شهری مطابق شرح خدمات حاضر، مهندس مشاور موظف است مطالعات توجیهی مربوط به مسیر تونلی را با اخذ اطلاعات طرح های بالادست، بررسی و تدقیق نماید.

در صورتی که مطالعات توجیهی مسیر تونلی از قبل موجود نباشد، مهندس مشاور می بایست بر اساس اطلاعات موجود در طرح های بالادست یادشده و اخذ خروجی و نتایج شبیه سازی های کلان حمل و نقل و ترافیک انجام شده در حوزه نفوذ طرح، نسبت به انجام مطالعات توجیهی مسیر تونلی در مقایسه با سایر گزینه های قابل طرح برای مسیر مورد نظر با لحاظ نمودن کلیه ملاحظات فنی، اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و پدافند غیر عامل اقدام نماید.

۴-۱- خدمات جنبی

به منظور انجام خدمات جنبی مورد نیاز از قبیل نقشه برداری، مطالعات ژئوتکنیک، ژئوفیزیک، گمانه زنی و نمونه گیری از مصالح و انجام آزمایش های مقاومت مصالح، مهندس مشاور می بایست فهرست خدمات جنبی مورد نیاز را با ذکر کلیه جزئیات مربوطه همراه با برنامه زمان بندی و دستورالعمل انجام خدمات جنبی به کارفرما ارائه نماید.

در صورت نیاز و بنا به تشخیص کارفرما، پس از بررسی و تصویب مدارک ارائه شده از سوی مهندس مشاور، انجام خدمات جنبی مورد نیاز به شرکت یا شرکت های ذیصلاح ارجاع خواهد شد. در چنین شرایطی نظارت بر حسن انجام خدمات جنبی بر عهده مهندس مشاور خواهد بود.

کارفرما می تواند به منظور تسریع در فرآیند مطالعات، در صورت تشخیص صلاحیت و توان فنی و اجرایی مهندس مشاور، انجام خدمات جنبی را مستقیماً به خود مهندس مشاور محول نماید. بدیهی است در چنین شرایطی حق الزحمه خدمات جنبی به طور



جداگانه محاسبه و به مهندس مشاور پرداخت خواهد شد. خدمات جنبی مورد نیاز مطابق مفاد ماده ۱۳ شرایط عمومی همسان قراردادهای خدمات مشاوره ارائه خواهد گردید.



فصل ۲- مطالعات توجیهی

۱-۲- مقدمه

هدف از مطالعات توجیهی که بخش مهمی از مرحله پیدایش طرح های مهندسی می باشد، شناسایی، امکان سنجی و ارزیابی اولیه طرح مهندسی مورد نظر می باشد. از آنجا که اصولاً احداث تونل در امتداد یک معبر شهری به عنوان یک گزینه پرهزینه برای ارتقاء سطح بهره برداری از معبر مورد نظر مطرح می شود، انجام مطالعات توجیهی احداث تونلی که قبلاً در مطالعات جامع حمل و نقل و طرح تفصیلی پیش بینی گردیده، به منظور امکان سنجی و بررسی بازدهی و توجیه فنی و اقتصادی احداث آن ضروری خواهد بود. بدیهی است در هر مقطعی از مطالعات در صورتی که برای مهندس مشاور عدم توجیه اجرای طرح محرز گردد، باید مراتب را به صورت مستند به کارفرما اعلام نماید. در این حالت، ادامه مطالعات، منوط به ابلاغ کارفرما خواهد بود. رئوس اصلی شرح خدمات مطالعات مرحله توجیهی به شرح ذیل است :

۲-۲- تعیین اهداف طرح و شناخت خواسته های کارفرما

مهندس مشاور می بایست با بررسی مطالعات، طرح ها و برنامه های فرادستی مصوب موجود یا دیگر مطالعات انجام شده از سوی معاونت های شهرداری تهران یا سایر دستگاه های ذیربط و برگزاری جلسات هماهنگی با کارفرما، نسبت به تعیین اهداف طرح و شناخت خواسته های کارفرما مبادرت نماید.

۳-۲- جمع آوری اطلاعات

- مطالعات، طرح ها و برنامه های فرادستی مصوب موجود یا دیگر مطالعات انجام شده از سوی معاونت های شهرداری تهران یا سایر دستگاه های ذیربط
- نقشه های توپوگرافی و کاربری اراضی به صورت دیجیتالی با مقیاس حداقل ۱/۱۰۰۰۰ و عکس های هوایی و ماهواره ای منطقه عبور طرح
- مدارک و نقشه های زمین شناسی، نقشه های پهنه بندی خطر زلزله، لرزه زمین ساخت، زمین لغزش، منحنی تراز آب زیرزمینی، روانگرایی و نظایر آن
- اطلاعات هیدرولوژی و هیدرولیکی محدوده مورد مطالعه بر اساس نتایج مطالعات بالادستی شامل مطالعات طرح جامع آب های سطحی و مطالعات عملیاتی کردن طرح جامع آب های سطحی و همچنین جمع آوری اطلاعات قنوات و موقعیت رودخانه ها، مسیل ها و کانال های اصلی شبکه جمع آوری آب های سطحی
- آمار و اطلاعات مربوط به وضعیت شبکه راه های موجود، اطلاعات مربوط به وضعیت کمی و کیفی شبکه در حوزه نفوذ طرح و طرح های در دست اقدام برای توسعه یا بهسازی آنها
- میزان و وضعیت ترافیک راه های موجود در حوزه نفوذ طرح، به همراه جداول کمی و کیفی مشخصات آنها
- گردآوری اطلاعات مربوط به مسائل حقوقی و شناسایی معارضین و دریافت خواسته های کارفرما در این خصوص
- پیگیری برای دریافت مشخصات و موقعیت تأسیسات شهری موجود در محدوده طرح شامل تأسیسات آب و فاضلاب، تأسیسات جمع آوری آب های سطحی، کابل های برق، مخابرات، فیبر نوری، لوله های انتقال نفت و گاز و نظایر آن
- پیگیری برای دریافت اطلاعات طرح های در دست اجرا و طرح های فرادستی تعریف شده در طرح جامع شهری مؤثر در محدوده طرح اعم از تونل ها و خطوط لوله جمع آوری و انتقال آب های سطحی یا فاضلاب، تونل های عبور تأسیسات مخابراتی و نظایر آن
- گردآوری اطلاعات مکان و ظرفیت پست های برق تغذیه کننده برق پروژه
- گردآوری اطلاعات و بررسی محدودیت های زیست محیطی به منظور استفاده از دیزل ژنراتور در مواقع اضطراری و قطع برق در شبکه



۴-۲- بررسی جایگاه طرح در برنامه های توسعه شهری

- تطبیق مسیر تونلی مورد نظر با کریدورهای پیش بینی شده در طرح تفصیلی
- بررسی برنامه های اجرایی و عملیاتی حوزه معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران در کریدور تونلی مورد مطالعه

۵-۲- مطالعات حمل و نقل و ترافیک

۲-۵-۱- برآورد ترافیک آینده

از آنجا که مدل کلان نگر حمل و نقل و ترافیک شهر تهران بر مبنای جمعیت پیش بینی شده در شهر تهران و به عنوان بانک اطلاعاتی منحصر به فرد در اختیار معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران است، لازم است با هماهنگی کارفرما، نتایج مطالعات و داده های بانک اطلاعاتی یاد شده در اختیار مهندس مشاور قرار گیرد.

در این راستا ممکن است سناریوهای مختلفی از لحاظ طول تونل (ابتدا و انتهای آن) و یا دسترسی مناطق مختلف به تونل، گزینه های مختلفی را ایجاد کند که حساسیت تمام این گزینه ها بایستی با استفاده از مدل پیش گفته توسط معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران شبیه سازی شده و نتایج آن در اختیار مهندس مشاور قرار گیرد.

در صورتی که بر اساس برنامه های آتی حوزه معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران، شبیه سازی ترافیک بر اساس مدل های فعالیت پایه در سطوح مختلف انجام پذیرد، این مدل ها علاوه بر جمعیت به نوع کاربری و استراتژی های مدیریتی (مدیریت تقاضای سفر و مدیریت عرضه حمل و نقل) نیز برای بهبود تردد حساس می شود و در این صورت بهتر است بر اساس بندهای ذیل و مفاد بندهای ۲-۴، ۲-۵ و ۲-۶ هماهنگی های لازم با معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران انجام پذیرد.

- بررسی برنامه های توسعه در طرح های جامع و تفصیلی شهری از نظر ایجاد مراکز تجاری و جاذب سفر در حوزه نفوذ طرح و مشخص نمودن آن بر روی نقشه در محدوده مورد مطالعه و برآورد میزان و نوع تقاضای بار ناشی از آنها و سامانه حمل و نقل مورد نیاز

- بررسی برنامه توسعه شهر تهران و یا توسعه مناطق مسکونی موجود در حوزه نفوذ طرح، همراه با تحلیل نوع سفرها و مقاصد آنها

- بررسی نوسان ترافیک (فصلی، روزهای هفته یا ساعات شبانه روز)، به تناسب شرایط طرح و نوع وسیله نقلیه

- جمع آوری، دریافت، بررسی و تحلیل اطلاعات مربوط به ایمنی تردد کاربران مختلف حمل و نقل در حوزه نفوذ طرح

- تعیین میزان رشد ترافیک در حوزه نفوذ طرح در سال های آتی و برآورد میزان ترافیک راه های موجود در این حوزه

- برآورد ترافیک ناشی از مهمترین طرح های توسعه آینده و بررسی تطابق مبادی و مقاصد آنها با راه های موجود در حوزه نفوذ طرح و دیگر عوامل مؤثر بر نوسان های ترافیک این معابر

- برآورد میزان ترافیک آینده راه های موجود و نتایج شبیه سازی کلان نگر سناریوهای مختلف در حوزه نفوذ طرح

۲-۵-۲- بررسی وضعیت شبکه معابر در حالت حفظ وضع موجود (Do nothing)

مطابق با مدل کلان نگر حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، به عنوان یک سند مصوب اولیه، مهندس مشاور تونل ضمن درخواست اطلاعات مورد نیاز از کارفرما، مطالعات به شرح زیر را به انجام خواهد رساند:

- بررسی میزان تطابق ساختار شبکه معابر موجود و ظرفیت آن با حجم ترافیک فعلی و آتی و تعیین تنگناها و گلوگاه های بالفعل و بالقوه در شبکه حمل و نقل محدوده نفوذ طرح و میزان تأثیر طرح های توسعه شبکه به صورت تونلی در رفع آنها همراه با تهیه نقشه شبکه حمل و نقل (فعلی و آتی)، مشخص نمودن مناطق بحرانی و موقعیت مسیر مورد مطالعه بر روی نقشه های مربوطه

- تعیین و بررسی گلوگاه های موجود در محدوده ای از شبکه که بر میزان ترافیک قابل جذب به طرح مورد مطالعه تأثیر گذار هستند همراه با تهیه نقشه و مشخص نمودن نواحی بحرانی



- تحلیل و نتیجه گیری در مورد ادامه وضع موجود یا بهسازی راه های حوزه نفوذ (در صورتی که ادامه وضع موجود، جوابگوی ترافیک برآورده شده برای افق برنامه ریزی شده نباشد، بهسازی راه های حوزه نفوذ با پیشنهاد مهندس مشاور توسط حوزه معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران مورد بررسی قرار می گیرد)

۲-۵-۳- بررسی وضعیت شبکه در حالت بهسازی

- ارائه سناریوهای افزایش ظرفیت شبکه معابر در حوزه نفوذ طرح برای بهسازی شبکه مشتمل بر تغییرات طرح هندسی، تغییر جهات حرکت وسایل نقلیه، تعریض معابر و غیره
- ارائه سناریوهای زمانی مختلف (در صورت امکان) برای شبیه سازی ترافیک سناریوهای ارائه شده در بند قبل توسط حوزه معاونت حمل و نقل و ترافیک
- دریافت نتایج شبیه سازی ترافیک شبکه معابر در حوزه نفوذ در حوزه نفوذ طی دوره های زمانی مورد نظر از حوزه معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران
- مقایسه ترافیک و ظرفیت شبکه در صورت بهسازی آنها در دوره های زمانی مختلف (اجرای سناریوهای بهسازی) و تعیین بازه ای از افق طرح که در بازه زمانی، بهسازی شبکه در حوزه نفوذ جوابگوی ترافیک برآورد شده تا آن زمان خواهد بود.
- در صورتی که بهسازی شبکه در حوزه نفوذ جوابگوی ترافیک برآورد شده تا افق طرح باشد، باید بهسازی راه های حوزه نفوذ براساس سناریوهای بهسازی در دوره های زمانی مختلف به عنوان گزینه مطلوب مورد توجه قرار گیرد.

۲-۵-۴- بررسی وضعیت شبکه در حالت احداث تونل مورد مطالعه

- در صورتی که بهسازی شبکه جوابگوی ترافیک برآورده شده تا افق برنامه ریزی نباشد، باید اجرای طرح به شرح زیر با همکاری حوزه معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران مورد بررسی قرار گیرد.
- شناسایی سناریوهای مختلف ترافیک تونل (مشتمل بر "ابتدا و انتهای تونل" و "دسترسی معابر اطراف به تونل و ساختار شبکه معابر متصل به این دسترسی ها در تراز همسطح")
- دریافت شبیه سازی ترافیک تونل مورد مطالعه در هر یک از سناریوها و تحلیل این نتایج

۲-۶- مطالعه گزینه های مسیر تونل

- تهیه گزینه های قابل طرح برای مسیر تونل (حداقل ۳ گزینه) بر روی نقشه های ۱/۱۰۰۰۰ با توجه به اطلاعات جمع آوری شده و در نظر گرفتن ملاحظات مربوط به پدافند غیر عامل
- طراحی و تهیه نقشه های پلان و پروفیل طولی مسیر تونل با مقیاس مناسب برای هر کدام از گزینه ها
- تهیه مقاطع عرضی تونل و شیب راه های طرفین آن
- بررسی شیب راه های طرفین تونل، ورودی ها و خروجی ها و تقاطع های مربوطه

۲-۷- بررسی وضعیت زمین شناسی، ژئوتکنیک و تأسیسات زیرسطحی

- بررسی ویژگی های زمین شناسی و ژئوتکنیک زمین میزبان تونل با استفاده از مدارک موجود و بازدیدهای میدانی
- مطالعه وضعیت لرزه خیزی محدوده طرح و شناسایی گسل های اصلی و فعال منطقه
- مطالعه وضعیت آب های زیرزمینی و منابع آبی موجود در محدوده مؤثر بر تونل
- شناسایی تأسیسات سطحی و زیرسطحی شهری در طول مسیر هر یک از گزینه ها



۸-۲- مطالعات جمع آوری و هدایت آب های سطحی

- بررسی اجمالی وضعیت موجود محدوده حوزه آبریز ساختگاه پروژه و شناسایی مسیر ها، کانال ها و خط القعرهای طبیعی محدوده طرح و کنترل عدم تعارض طرح با مجاری شبکه اصلی جمع آوری و هدایت آب های سطحی شهر تهران
- بررسی نتایج مطالعات منطقه ای و فرامنطقه ای آب های سطحی در محدوده مورد مطالعه و بررسی تأثیرات احتمالی طرح بر روی شبکه موجود و آبی جمع آوری و هدایت آب های سطحی
- بررسی منابع پذیرنده و نقاط تخلیه گاه مناسب به منظور بررسی امکان اتصال شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل به آن
- تخمین اولیه تعداد آبروها و سازه های وابسته مورد نیاز به منظور جمع آوری و هدایت آبهای سطحی هر یک از گزینه های طرح هندسی بر اساس نتایج مطالعات عملیاتی نمودن طرح جامع مدیریت آبهای سطحی شهر تهران
- ارائه چشم انداز کلی نحوه جمع آوری و هدایت آبهای سطحی محدوده طرح

۹-۲- مطالعه مقدماتی روش های ساخت امکان پذیر

- امکان سنجی روش های مختلف ساخت برای تونل مورد مطالعه به شرح زیر :
 - تونل سازی اتریشی موسوم به *NATM*
 - تونل سازی مکانیزه با ماشین های حفاری تمام مقطع (*TBM*)
 - تونل سازی به روش کند و پوش (*Cut & Cover*)
 - تونل سازی به روش بالا به پایین (*Top - Down*)
 - سایر روش های ساخت قابل طرح
- بررسی مزایا و معایب هر یک از روش های ساخت قابل طرح
- مقایسه فنی - اقتصادی روش های ساخت مورد مطالعه با لحاظ نمودن کلیه شرایط ساختگاه، محدودیت های فنی، اجرایی، مالی، ایمنی و نیز کلیه الزامات طرح

۱۰-۲- مطالعات پدید آوری پوسته طرح (توجیهی)

مهندس مشاور موظف است مطالعات پدید آوری پوسته طرح (توجیهی) را مطابق مفاد سند شماره ۰-۶۳۱-۸-۶ نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران با عنوان دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل های شهری و فضاهای زیرسطحی به انجام رساند.

۱۱-۲- تأسیسات برقی و مکانیکی

نظر به اینکه در تونل برای تأمین شرایط رفت و آمد خودروها، ایمنی و مقابله با بحران نیاز به سامانه های تأسیسات برقی و مکانیکی است، لذا مشاور در این مرحله باید کلیات آنها را در طرح خود لحاظ نموده و هر آنچه الزامات در این بخش مورد نیاز است را در توجیه طرح، مد نظر قرار دهد.

- بررسی کلیات سامانه های تأسیسات برقی مانند روشنایی، کنترل، مخابرات، اعلام حریق و غیره
- بررسی کلیات سامانه های تأسیسات مکانیکی مانند تهویه و اطفای حریق و غیره

۱۲-۲- برآورد هزینه ساخت هر یک از گزینه ها

برآورد هزینه ساخت تونل در هر یک از گزینه ها شامل :

- هزینه تملک اراضی، تخریب مستحدثات و جابجایی تأسیسات موجود در مسیر تونل
- هزینه اجرای تونل و سایر ابنیه فنی
- هزینه روسازی مسیر تونل



- هزینه احداث ساختمان ها و تأسیسات فنی و پشتیبانی مورد نیاز
- هزینه تمهیدات زیست محیطی مورد نیاز در هر یک از گزینه ها
- هزینه اجرای سامانه های تهویه، تخلیه دود، اعلام و اطفای حریق
- هزینه اجرای سامانه های روشنایی و برق رسانی به تونل اعم از سامانه های مکانیکی و دیگر تجهیزات مورد نیاز در طول تونل
- هزینه اجرای سامانه های مخابراتی و رادیویی
- هزینه اجرای سامانه کنترل هوشمند تأسیسات برقی و مکانیکی
- هزینه سایر تجهیزات ایمنی

۲-۱۳-۲- بررسی مالی - اقتصادی گزینه ها

۲-۱۳-۱- بررسی مالی

در صورت درخواست کارفرما، بندهای زیر در قالب خدمات جنبی توسط مهندس مشاور مربوطه مورد مطالعه قرار خواهد گرفت:

- بررسی میزان سرمایه گذاری ثابت
- برآورد هزینه احداث
- برآورد هزینه سالانه بهره برداری در دوره عمر طرح
- برآورد استهلاک سالانه سرمایه گذاری
- برآورد کل سرمایه مورد نیاز طرح
- برآورد قیمت تمام شده تونل
- چگونگی تأمین مالی طرح و برآورد هزینه های آن
- برآورد درآمدهای سالانه در دوره بهره برداری
- تحلیل درآمدها و هزینه های طرح
- تحلیل حساسیت پارامترهای مؤثر بر میزان سود
- تعیین عملکرد سود و زیان طرح برای سرمایه گذاری

۲-۱۳-۲- بررسی اقتصادی

- برآورد هزینه اجرای هر یک از گزینه ها
- برآورد هزینه های مقدماتی تملک اراضی و مستحقات و جابجایی تأسیسات معارض در هر یک از گزینه ها
- برآورد هزینه بهره برداری از هر یک از گزینه ها در طی دوره عمر طرح
- برآورد هزینه تعمیر و نگهداری هر یک از گزینه ها در طی دوره عمر طرح
- برآورد منافع اقتصادی حاصل از اجرای هر گزینه در طی دوره بهره برداری از قبیل کاهش مصرف سوخت و استهلاک وسایط نقلیه، کاهش حجم آلاینده ها، صرفه جویی در وقت شهروندان و نظایر آن
- انجام مطالعات اقتصادی گزینه ها و تحلیل اقتصادی هر گزینه

۲-۱۴- بررسی آثار اجتماعی و زیست محیطی اجرای هر یک از گزینه ها

این بخش از مطالعات مطابق با شرح خدمات "مطالعات زیست محیطی طرح های عمرانی شهری" و "اتاف (ارزیابی تأثیرات اجتماعی و فرهنگی)" توسط مهندس مشاور مربوطه انجام می پذیرد.



۲-۱۵- مقایسه فنی - اقتصادی گزینه ها

پس از تهیه مشخصات اولیه گزینه های مورد مطالعه، عوامل مؤثر در ارزیابی فنی - اقتصادی گزینه ها می بایست تعیین گردیده و هر یک از گزینه ها با لحاظ نمودن کلیه عوامل مؤثر، امتیازدهی شده و گزینه ها با توجه به امتیازهای کسب شده، اولویت بندی شوند. گزینه های دارای امتیاز بیشتر برای انجام مطالعات دقیق تر انتخاب و به کارفرما معرفی می شوند تا پس از هماهنگی و دریافت نظرات کارفرما، مبنای ادامه مطالعات قرار گیرد.

۲-۱۶- تعیین زمان بندی دوره مطالعات و اجرای طرح

- برآورد دوره مطالعات مفهومی، طراحی پایه، طراحی تفصیلی و دوره ساخت طرح با در نظر گرفتن فعالیت های اصلی و بحرانی پروژه در دوره مطالعات و طراحی و نیز دوره عملیات اجرایی

۲-۱۷- فهرست مدارک قابل تحویل در مرحله مطالعات توجیهی

در انتهای مطالعات توجیهی، می بایست اسناد و مدارک زیر به صورت مجلد و فایل الکترونیکی تحویل کارفرما گردد :

- طرح های بالادستی و آمار و اطلاعات اخذ شده از دستگاه های ذیربط
- گزارش شناسایی معارضین
- گزارش مطالعات ترافیک
- گزارش مطالعات زمین شناسی مهندسی و لرزه خیزی ساختگاه طرح
- گزارش اطلاعات جمع آوری شده درباره ژئوتکنیک ساختگاه طرح
- گزارش مطالعات گزینه های مسیر تونل
- گزارش مطالعات روش ساخت تونل
- گزارش مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (توجیهی)
- گزارش مطالعات تأسیسات برقی و مکانیکی
- گزارش مطالعات جمع آوری و هدایت آب های سطحی
- گزارش بررسی مالی - اقتصادی گزینه ها
- گزارش مطالعات اجتماعی و زیست محیطی
- گزارش مقایسه فنی - اقتصادی گزینه ها
- گزارش خلاصه نتایج تحت نرم افزار *Power Point*
- آلبوم کامل نقشه های طرح روی لوح فشرده (CD)

فصل ۳- مطالعات مفهومی

۳-۱- مقدمه

هدف از مطالعات مفهومی که بخش مهمی از مرحله پیدایش طرح های مهندسی می باشد، مکان یابی دقیق طرح و شناسایی کلیه گزینه های قابل مطالعه می باشد. در این بخش از شرح خدمات، تمرکز اصلی بر روی مطالعه گزینه های قابل طرح برای مسیر تونل و نیز روش های ساخت تونل بوده و انتظار می رود که در پایان مرحله مطالعات مفهومی، ضمن جمع آوری اطلاعات کلی مرتبط با طرح، مشخصات کلی مسیر تونل و روش ساخت آن تعیین گردد.

۳-۲- مطالعات ترافیک محدوده تحت تأثیر طرح و ارائه گزینه های مختلف ترافیک

- دریافت خواسته های کارفرما
- بررسی و تحلیل نتایج مطالعات حمل و نقل و ترافیک در مرحله مطالعات توجیهی
- تدقیق حوزه نفوذ تونل بر اساس تحلیل انجام شده
- دریافت و بررسی آخرین طرح تفصیلی مصوب محدوده
- گردآوری آمار و اطلاعات مورد نیاز شامل احجام تردد و جهات حرکت کاربران مختلف حمل و نقل، مشخصات هندسی معابر و دیگر اطلاعات مورد نیاز برای میزان کردن (کالیبراسیون) مدل خردنگر در محدوده حوزه نفوذ طرح
- تحلیل آمار احجام تردد کاربران مختلف حمل و نقل در محدوده حوزه نفوذ طرح
- ارائه گزینه های مختلف طرح هندسی به کارفرما برای شبیه سازی در مدل کلان نگر شهر تهران بر اساس سناریوهای مختلف تقاضا (در صورت نیاز)
- تحلیل و ارزیابی احجام ترافیک و مقادیر شاخص های حمل و نقل و ترافیک هر یک از گزینه ها بر اساس خروجی های شبیه سازی مدل کلان نگر شهر تهران در محدوده حوزه نفوذ طرح، منطقه شهرداری مربوطه و محدوده شهر تهران (در صورت نیاز)
- برآورد ماتریس مبدأ و مقصد بر اساس شبیه سازی کلان نگر برای استفاده در شبیه سازی خردنگر
- شبیه سازی خردنگر ترافیک وضع موجود و گزینه های طرح هندسی در محدوده حوزه نفوذ طرح
- بررسی وضعیت شبکه در حالت ادامه وضع موجود (*Do nothing*)
- تعریف سناریوهای بهسازی شبکه در محدوده حوزه نفوذ طرح (با لحاظ طرح تونل)
- مقایسه گزینه ها و اولویت بندی گزینه ها بر اساس نتایج شبیه سازی های کلان نگر و خردنگر

۳-۳- مطالعه گزینه های قابل طرح برای مسیر تونل

- تهیه گزینه های قابل طرح برای مسیر تونل (حداقل ۳ گزینه) بر روی نقشه های ۱/۲۰۰۰ با توجه به اطلاعات جمع آوری شده و در نظر گرفتن ملاحظات مربوط به پدافند غیر عامل
- طراحی و تهیه نقشه پلان مسیر و پروفیل طولی با مقیاس افقی ۱/۱۰۰۰ و قائم ۱/۱۰۰ برای هر کدام از گزینه ها
- تهیه مقاطع عرضی تونل و شیببراهه های طرفین آن
- بررسی شیببراهه های طرفین تونل، ورودی ها و خروجی ها و تقاطع های مربوطه

۳-۴- بررسی وضعیت زمین شناسی، ژئوتکنیک و تأسیسات زیرسطحی

- بررسی ویژگی های زمین شناسی و ژئوتکنیک زمین میزبان تونل با استفاده از مدارک موجود و بازدیدهای میدانی
- بررسی ویژگی های ژئوتکنیک زمین محل عبور تونل در هر یک از گزینه ها و تهیه خلاصه نتایج به منظور به کارگیری در طراحی تونل



- بررسی شرایط ژئوتکنیک دهانه های ورودی و خروجی تونل در هر یک از گزینه ها و شناسایی مشکلات و محدودیت های موجود
- چنانچه اطلاعات موجود از وضعیت ژئوتکنیک ساختگاه تونل، به منظور انجام مطالعات مفهومی کافی نباشد، لازم است مهندسین مشاور بر حسب نیاز، نسبت به ارائه موقعیت و مشخصات گمانه های اکتشافی و نیز شرح خدمات مطالعات ژئوتکنیک مورد نیاز در مرحله مطالعات مفهومی اقدام نماید.
- مهندس مشاور می بایست در این مرحله از مطالعات، درخواست انجام مطالعات ژئوتکنیک مورد نیاز در مرحله مطالعات پایه را به کارفرما ارائه نماید. در خواست ارائه شده باید حداقل شامل تعداد، موقعیت و عمق گمانه های اکتشافی مورد نیاز، مشخصات آزمون های صحرایی و آزمایشگاهی و شرح خدمات مطالعات مکانیک خاک و مهندسی پی مورد نیاز باشد.
- مطالعه وضعیت لرزه خیزی محدوده طرح و شناسایی عوارض مختلف زمین شناسی منطقه از قبیل چین خوردگی ها و گسل ها
- مطالعه آب های زیرزمینی و منابع آبی موجود در محدوده مؤثر بر تونل
- تعیین مناطق دارای پتانسیل لغزش، ریزش، روانگرایی، مناطق باتلاقی یا پهنه های متشکل از ماسه های روان قابل شناسایی با عکس های هوایی یا بر اساس نقشه های پهنه بندی موجود و یا بازدیدهای محلی از مسیر گزینه های مورد مطالعه
- شناسایی تأسیسات سطحی و زیرسطحی شهری در طول مسیر هر یک از گزینه ها
- بررسی ویژگی های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و آب های زیرزمینی در هر یک از گزینه های مورد مطالعه با استفاده از مدارک موجود و بازدیدهای اولیه
- بررسی تأثیر آب های زیرزمینی و نیز جریان های زیرسطحی بر تونل در هر یک از گزینه های مورد مطالعه
- بررسی روش های آب بندی و جمع آوری و هدایت آب های نفوذی به داخل تونل در هر یک از گزینه های مورد مطالعه

۳-۵- مطالعات جمع آوری و هدایت آب های سطحی

- برگزاری جلسه هماهنگی با کارفرما و برنامه ریزی انجام مطالعات شامل جمع آوری مستندات، آمار و اطلاعات شبکه موجود و آتی جمع آوری آب های سطحی در محدوده مورد مطالعه براساس مطالعات بالادستی به منظور شناسایی وضعیت موجود شبکه اصلی و فرعی جمع آوری آب های سطحی در محدوده طرح
- انجام بازدید میدانی به منظور بررسی و تدقیق اطلاعات وضعیت موجود شبکه جمع آوری آبهای سطحی همراه با ارائه گزارش مصور و پلان شبکه موجود آبروهای محدوده ساختگاه طرح
- پیاده سازی پلان و نیمرخ طولی گزینه های اولیه طرح هندسی بر روی نقشه شبکه جمع آوری آب های سطحی محدوده مورد مطالعه و بررسی اثرات متقابل آن بر روی شبکه موجود آب های سطحی
- بررسی تغییرات احتمالی بر روی شبکه اصلی و فرعی جمع آوری و هدایت آب های سطحی ناشی از احداث تونل در محدوده مورد مطالعه و بین مرز زیر حوزه های جدید (احتمالی) ناشی از اثرات احداث تونل و تدقیق حوزه آبریز در محدوده تحت تأثیر طرح و استخراج رواناب منتهی به مجاری محدوده طرح
- ارائه راهکارهای اولیه به منظور بازنگری و اصلاح شبکه موجود جمع آوری و هدایت آب های سطحی در محدوده مورد مطالعه با توجه به ایجاد تغییرات احتمالی در ارتباطات هیدرولیکی شبکه وضع موجود و تغییرات ایجاد شده در دبی رواناب مجاری وضع موجود
- بررسی و امکان سنجی قابلیت نفوذ رواناب و استفاده از راهکارهای جذبی و روش های نوین مدیریت آبهای سطحی.
- بررسی و ارائه راهکارهای فنی و اصولی زهکشی زیرسطحی تونل و طرح سامانه زهکشی دیواره های تونل با رعایت ضوابط و معیارهای فنی مربوطه و متناسب با ساختگاه پروژه
- انتخاب نقاط تخلیه گاهی مناسب و شناسایی و کنترل خط القعرهای موجود در محدوده طرح و بررسی امکان هدایت رواناب آنها به تخلیه گاه های مناسب



- تخمین دبی مجاری شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل با در نظر گرفتن موارد فوق و همچنین نتایج مطالعات سایر بخش های مطالعاتی مانند رواناب ناشی از سامانه اطفاء حریق تونل، رواناب زهکش های آب های زیرسطحی اطراف تونل و موارد مشابه
- انجام محاسبات هیدرولیکی و تعیین ابعاد اولیه مقاطع مورد نیاز در گزینه های مختلف طراحی
- ارائه گزینه های مختلف طرح اولیه شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل و مقایسه گزینه های مذکور براساس معیارهای فنی، اقتصادی، زیست محیطی، منظر شهری و سایر ملاحظات مربوطه و انتخاب گزینه برتر
- تهیه پلان مقدماتی شبکه جمع آوری و هدایت آبهای سطحی و زیر سطحی گزینه منتخب در مقیاس ۱/۲۰۰۰ همراه با مقاطع تیپ کلی جزئیات اجرایی آبروها و سایر سازه ها و ابنیه فنی وابسته و در صورت نیاز تهیه نیمرخهای طولی مربوطه
- ارائه گزارش و نقشه های مطالعات مرحله مفهومی شبکه جمع آوری و هدایت آبهای سطحی و زیر سطحی

۳-۶- مطالعه روش های ساخت امکان پذیر

- بررسی امکان به کارگیری روش های مختلف ساخت برای تونل مورد مطالعه به شرح زیر :
 - تونل سازی اتریشی موسوم به *NATM*
 - تونل سازی مکانیزه با ماشین های حفاری تمام مقطع (*TBM*)
 - تونل سازی به روش کند و پوش (*Cut & Cover*)
 - تونل سازی به روش بالا به پایین (*Top - Down*)
 - سایر روش های ساخت قابل طرح
- بررسی مزایا و معایب هر یک از روش های ساخت قابل طرح
- تحلیل و طراحی اولیه مقاطع تونل در هر یک از روش های ساخت مورد مطالعه به منظور حصول اطمینان از امکان پذیر بودن روش ساخت مورد نظر، تهیه شمای کلی طرح و تهیه برآورد اولیه هزینه ساخت در هر یک از روش های ساخت قابل طرح
- مقایسه فنی - اقتصادی روش های ساخت مورد مطالعه با لحاظ نمودن کلیه شرایط ساختگاه، محدودیت های فنی، اجرایی، مالی، ایمنی و نیز کلیه الزامات طرح
- انتخاب و معرفی مناسب ترین روش ساخت در هر یک از گزینه های مورد مطالعه

۳-۷- مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (مفهومی)

مهندس مشاور موظف است مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (مفهومی) را مطابق مفاد سند شماره ۰-۶۳۱-۸-۶ نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران با عنوان دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل های شهری و فضاهای زیرسطحی به انجام رساند.

۳-۸- مطالعه ریسک های دوره ساخت

- شناسایی ریسک های موجود در دوره ساخت از قبیل برخورد به لایه های سست، ریزشی یا آبدار ناشناخته، عبور از زیر معابر دارای ترافیک با ضخامت سربار کم، عبور از زیر مستحذات با اهمیت زیاد یا ابنیه تاریخی و نظایر آن
- ارائه برنامه پیش و مدیریت ریسک
- ارزیابی و تحلیل ریسک های شناسایی شده
- بررسی تأثیرات ریسک ها بر برنامه زمان بندی اجرای پروژه
- ارائه برنامه واکنش به ریسک ها



۳-۹- مطالعات تأسیسات برقی و مکانیکی

۳-۹-۱- تأسیسات برقی

- مطالعه روش تأمین توان مورد نیاز و شبکه انتقال زمینی و هوایی
- ارائه اطلاعات مربوط به مکان استقرار اتاق تابلوهای برق و کنترل
- ارائه اطلاعات مربوط به مکان استقرار دیزل ژنراتور
- ارائه اطلاعات و الزامات مربوط به شبکه کنترل هوشمند

۳-۹-۲- تأسیسات مکانیکی

- طبقه بندی تونل، تعیین اهداف و سطح ایمن سازی
- تعریف حداقل تجهیزات ایمنی تونل های راه و مشخصه های ایمنی و معرفی ضوابط و استانداردها
- مطالعه روش های کنترل ایمنی، تجهیزات امدادی و خروجی های اضطراری
- بررسی اولیه طرح های هندسی پیشنهادی و مشخصات تونل و تشریح روند طراحی
-
- معرفی روش های تهویه تونل و بررسی نیاز به تهویه مکانیکی در شرایط عادی و اضطراری
- تهیه سناریوی مقابله با حریق و معرفی روش های اطفای حریق قابل استفاده در طرح (دستی، خودکار، آبی، گازی و غیره)
- مطالعه نحوه خدمت رسانی سازمان آتش نشانی و بررسی فاصله ایستگاه های آتش نشان تا محل احداث تونل
- مطالعه نیاز یا عدم نیاز به سامانه جمع آوری آب ناشی از شستشو، اطفای حریق و رواناب ورودی به تونل

۳-۱۰- برآورد هزینه ساخت هر یک از گزینه ها

برآورد هزینه های ساخت تونل در هر یک از گزینه های مورد مطالعه شامل :

- هزینه تملک اراضی، تخریب مستحدثات و جابجایی تأسیسات موجود در مسیر تونل
- هزینه اجرای تونل و سایر ابنیه فنی
- هزینه روسازی مسیر تونل
- هزینه احداث شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل و هزینه بهسازی شبکه آب های سطحی وضع موجود در محدوده متأثر از طرح
- هزینه احداث ساختمان ها و تأسیسات فنی و پشتیبانی مورد نیاز
- هزینه تجهیزات ایمنی
- هزینه تمهیدات زیست محیطی مورد نیاز در هر یک از گزینه ها
- هزینه اجرای سامانه اعلام و اطفای حریق
- هزینه اجرای سامانه تهویه و تخلیه دود
- هزینه اجرای سامانه روشنایی در طول مسیر تونل
- هزینه اجرای برق رسانی به سامانه های مکانیکی
- هزینه اجرای سامانه کنترل هوشمند تأسیسات برقی و مکانیکی
- هزینه تهیه و راه اندازی دیزل ژنراتور
- هزینه اجرای سامانه های مخابراتی و رادیویی

۳-۱۱- بررسی آثار اجتماعی و زیست محیطی اجرای هر یک از گزینه ها

این بخش از مطالعات مطابق با شرح خدمات "مطالعات زیست محیطی طرح های عمرانی شهری" و "اتاف (ارزیابی تأثیرات اجتماعی و فرهنگی)" توسط مهندس مشاور مربوطه انجام می پذیرد.

۳-۱۲- مقایسه فنی - اقتصادی گزینه ها

پس از تهیه مشخصات گزینه های مورد مطالعه، عوامل مؤثر در ارزیابی فنی و اقتصادی گزینه ها می بایست تعیین گردیده و هر یک از گزینه ها با لحاظ نمودن کلیه عوامل مؤثر، امتیازدهی شده و گزینه ها با توجه به امتیازهای فنی کسب شده، اولویت بندی شوند. در این بخش از مطالعات لازم است حداقل موارد زیر، درباره هر یک از گزینه ها مشخص شده باشد:

- طول تقریبی تونل و سازه های جانبی آن
- مشخصات هندسی تونل شامل پلان، پروفیل طولی و مقاطع عرضی
- وضعیت دسترسی ها در طول مسیر
- وضعیت تداخل با شبکه وضع موجود و آتی جمع آوری و هدایت آب های سطحی در محدوده در دست مطالعه و بررسی امکان اتصال شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل به تخلیه گاه مناسب در گزینه های مختلف
- مشخصات کلی روسازی در قطعات مختلف مسیر
- تعیین نوع و سطوح تقریبی اراضی مورد نیاز برای تملک، تأسیسات عمده و مراکز مسکونی واقع در حریم تونل و میزان عبور از مناطق تحت پوشش ارگان های مختلف به ویژه ارگان های نظامی، اداری و منابع طبیعی و نحوه حفاظت محیط زیست
- روش ساخت تونل
- برآورد هزینه ساخت تونل در هر یک از گزینه ها
- برآورد هزینه بهره برداری از تونل در طی دوره عمر طرح برای هر یک از گزینه ها
- برآورد هزینه تعمیر و نگهداری تونل در طی دوره عمر طرح برای هر یک از گزینه ها
- تحلیل فایده به هزینه در هر یک از گزینه ها
- بررسی عوامل مؤثر در مقایسه فنی - اقتصادی گزینه ها، امتیاز دهی و اولویت بندی گزینه ها

۳-۱۳- انتخاب گزینه برتر

در انتهای مرحله مطالعات مفهومی، مهندس مشاور می بایست با جمع بندی و نتیجه گیری از ارزیابی های فنی و اقتصادی انجام شده بر روی گزینه های مورد مطالعه، با بهره گیری از روش های تصمیم گیری چند معیاره، گزینه برتر را انتخاب نموده و به کارفرما اعلام نماید.

۳-۱۴- فهرست مدارک قابل تحویل در مرحله مطالعات مفهومی

در پایان مطالعات مفهومی، می بایست اسناد و مدارک زیر به صورت مجلد و فایل های الکترونیکی تحویل کارفرما گردد :

- گزارش طرح های بالادست و آمار و اطلاعات اخذ شده از دستگاه های ذیربط
- گزارش شناسایی معارضین
- گزارش مقدماتی مطالعات ترافیک تونل
- گزارش مطالعات زمین شناسی مهندسی و لرزه خیزی ساختگاه طرح
- گزارش اطلاعات جمع آوری شده درباره ژئوتکنیک ساختگاه طرح
- گزارش مطالعات گزینه های مسیر تونل
- گزارش مطالعات روش ساخت تونل
- گزارش مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (مفهومی)
- گزارش وضعیت آب های زیرزمینی
- گزارش مطالعات جمع آوری و هدایت آب های سطحی و زیر سطحی
- گزارش مطالعات اجتماعی و زیست محیطی
- گزارش مطالعات تأسیسات برقی
- گزارش مطالعات تأسیسات مکانیکی
- گزارش مقایسه فنی - اقتصادی گزینه ها و انتخاب گزینه برتر
- گزارش خلاصه نتایج تحت نرم افزار *Power Point*



فصل ۴- طراحی پایه

۴-۱- مقدمه

هدف از طراحی پایه، طراحی و تهیه مشخصات فنی گزینه برتر حاصل از نتایج مطالعات مفهومی است و مهندس مشاور در مرحله طراحی پایه می بایست با تقسیم بندی مسیر تونل از لحاظ ویژگی های مهندسی زمین میزبان تونل و مقادیر بارهای وارده به تونل و نیز در نظر گرفتن روش ساخت تونل در هر بخش از طول آن، نسبت به تحلیل و طراحی اولیه مقاطع تونل در شرایط مختلف اقدام نموده و درباره مراحل ساخت تونل و نیز پوشش های موقت و دائمی تصمیم گیری نماید.

۴-۲- تشریح وضعیت موجود محدوده طرح

- تعریف محدوده طرح
- بررسی کیفیت هوا
- بررسی منابع آلاینده هوا
- بررسی خصوصیات باد (جهت و سرعت وزش باد)
- بررسی وضعیت موجود آلودگی صوتی و ارتعاشات
- شناسایی منابع عمده تولید صدا و ارتعاشات
- شناسایی منابع آب های سطحی (مسیل و رودخانه)
- بررسی کیفیت فیزیکی - شیمیایی و بیولوژیکی منابع آب های سطحی
- شناسایی منابع آب زیرزمینی (قنات، چاه، چشمه، سفره های آب زیرزمینی)
- بررسی کیفیت منابع آب های زیرزمینی
- شناسایی منابع آلاینده آب های زیرزمینی
- بررسی لرزه خیزی محدوده طرح
- بررسی لغزش، رانش و جابجایی های زمین
- شناسایی منابع آلاینده خاک و میزان آلودگی آنها
- بررسی باغات و فضاهای سبز موجود در محدوده طرح
- بررسی جوامع و تیپ های گیاهی موجود
- بررسی شرایط زیست جانوران خصوصاً پرندگان

۴-۳- تشریح وضعیت گزینه برتر مطالعات مفهومی

- تشریح موقعیت، وسعت، محدوده و ابعاد طرح
- تشریح نحوه و مراحل ساخت تونل
- مطالعه زیرساخت های مورد نیاز
- تشریح ظرفیت خدمت رسانی و عمر مفید طرح

۴-۴- مطالعات ترافیک

- بررسی و تحلیل نتایج مطالعات حمل و نقل و ترافیک در مرحله مطالعات مفهومی
- بررسی مجدد و تدقیق محدوده مورد مطالعه (حوزه نفوذ طرح)



- دریافت اطلاعات مربوط به تخصیص ترافیک در معابر محدوده مطالعات، از مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران برای افق های زمانی مختلف (آمار شبیه سازی های موجود یا مورد نیاز به هزینه کارفرما از معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران دریافت خواهد شد)
- ارائه نتایج و سناریوهای ترافیک به معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران برای اعمال تغییرات در شبکه پایه طرح جامع حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، با در نظر گیری معابری که در گزینه انتخابی اجرا خواهند شد و دریافت نتایج مربوطه
- درخواست اجرای فرآیند تخصیص ترافیک بر روی شبکه جدید در افق های زمانی مختلف، توسط معاونت حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران (به هزینه کارفرما)
- دریافت خروجی های بند قبل و ارزیابی ترافیک تغییرات حاصل شده
- بررسی و تحلیل مجدد تردد کاربران مختلف حمل و نقل در شبکه معابر حوزه نفوذ طرح با تکیه بر شبیه سازی های خردنگر ترافیک انجام شده در مرحله مطالعات مفهومی با بهنگام سازی اطلاعات و متغیرهای مهم وابسته به طرح هندسی منتخب
- بازنگری در جانمایی ایستگاههای اتوبوس با تکیه بر برنامه های بالادست حمل و نقل همگانی در منطقه در حوزه نفوذ طرح
- شناسایی مسیرهای پیوسته و ایمن برای تردد عابر پیاده، معلولین جسمی و حرکتی و دوچرخه در در محدوده دهانه های تونل
- تحلیل ایمنی شبکه معابر حوزه نفوذ مستقیم تونل پس از بهره برداری آن و ارائه راهکار در حوزه نفوذ طرح
- مرحله بندی اجرا و انحراف ترافیک در زمان اجرا بویژه در محدوده دهانه های تونل

۴-۵- مطالعات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک

- دریافت و بررسی گزارش مطالعات زمین شناسی و ژئوتکنیک انجام شده برای ساختگاه تونل و اعلام اشکالات و کمبودهای احتمالی مطالعات انجام شده
- انجام بازدیدهای میدانی تکمیلی از مسیر تونل
- تهیه پروفیل های طولی و مقاطع عرضی زمین شناسی و ژئوتکنیک بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات زمین شناسی و ژئوتکنیک انجام شده برای ساختگاه تونل
- تهیه گزارش انتخاب پارامترهای مقاومت و تغییر شکل پذیری زمین میزبان تونل به منظور استفاده در فرآیند تحلیل و طراحی مقاطع تونل
- مهندس مشاور می بایست در این مرحله از مطالعات، درخواست انجام مطالعات ژئوتکنیک مورد نیاز در مرحله طراحی تفصیلی را به کارفرما ارائه نماید. در خواست ارائه شده باید حداقل شامل تعداد، موقعیت و عمق گمانه های اکتشافی مورد نیاز، مشخصات آزمون های صحرایی و آزمایشگاهی و شرح خدمات مطالعات مکانیک خاک و مهندسی پی مورد نیاز باشد.

۴-۶- طرح هندسی و روسازی

- ارائه گزارش مبانی طراحی مسیر شامل تعیین استانداردها و آئین نامه های طراحی مورد استفاده و ارائه ضوابط و معیارهای طرح هندسی
- تعیین محدودیت ها و الزامات طراحی مسیر
- تعیین مقاطع عرضی مسیرهای اصلی و شیبراهه های دسترسی، مشخصات هندسی قوس های افقی و قائم، شیب های طولی و عرضی، فواصل دید در محل قوس ها، طول حرکات ضربدری در محل ورودی ها و خروجی ها، عرض مناسب در طول مسیرهای اصلی و شیبراهه های دسترسی و اضافه عرض مورد نیاز در محل قوس های افقی
- ارائه طرح هندسی مسیر تونل و شیبراهه های طرفین آن در مقیاس ۱/۱۰۰۰ (تهیه پلان، پروفیل طولی و مقاطع عرضی)



- ارائه طرح هندسی و پلان تراز همسطح شامل نحوه اتصال شیبراهه ها و تقاطع های موجود در محدوده مورد مطالعه
- ارائه طرح هندسی و تعیین مشخصات کلی سازه های ایمنی داخل تونل (پارکینگ های اضطراری، فضای تجهیزات، گالری های فرار، مسیره های ارتباطی، دستک های اتصال و نظایر آن)
- ارائه گزینه های مختلف روسازی به همراه تعیین ضخامت قشرهای مختلف برای هر گزینه با استفاده از نتایج آزمایش های انجام شده که کارفرما در اختیار مشاور می گذارد (ملاحظه عمق یخبندان و تورم خاک بستر)
- ارائه مشخصات هندسی مقاطع عرضی تونل با توجه به گاباری موردنیاز برای تردد وسایط نقلیه، فضای پیاده رو، فضای سامانه زهکشی، فضای نصب علائم جاده ای و تجهیزات ایمنی، فضای لازم برای تأسیسات و تجهیزات تهویه، روشنایی و ایمنی

۷-۴- مطالعات لرزه خیزی و تحلیل خطر وقوع زلزله

- مطالعه و بررسی زمین شناسی و لرزه زمین ساخت گستره طرح
- تخمین و برآورد پارامترهای لرزه خیزی
- تحلیل خطر وقوع زلزله
- معرفی بیشینه شتاب جنبش زمین برای سطوح مختلف طراحی لرزه ای
- محاسبه طیف پاسخ جنبش نیرومند زمین و یا استفاده از نتایج کارهای قبلی انجام شده مناسب برای ساختگاه مورد مطالعه

۸-۴- مطالعات جمع آوری و هدایت آب های سطحی

- جمع آوری آخرین مستندات، آمار و اطلاعات مؤثر در ارائه طرح شبکه جمع آوری آب های سطحی براساس نتایج مطالعات منطقه ای و فرمانطقه ای آب های سطحی و همچنین آخرین تغییرات در پلان کلی و طرح هندسی معابر منتهی به تونل و سایر اطلاعات مورد نیاز
- پیاده سازی پلان و نیمرخ طولی گزینه منتخب طرح هندسی در مطالعات مرحله مفهومی بر روی نقشه شبکه موجود جمع آوری و هدایت آب های سطحی در محدوده طرح و بررسی اثرات متقابل آن بر روی شبکه موجود
- بررسی نتایج و تدقیق محاسبات هیدرولوژیکی انجام شده مرحله مفهومی و انجام محاسبات هیدرولیکی براساس مدل سازی تدقیق شده شبکه تحت تأثیر تغییرات اعمال شده و تعیین ابعاد نهایی مقاطع مورد نیاز
- انتخاب نقاط تخلیه گاهی مناسب در گزینه های مختلف طراحی و شناسایی خط القعرهای موجود و بررسی نحوه هدایت رواناب آنها به تخلیه گاه های مناسب
- محاسبه دبی رواناب ورودی به مجاری شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل با در نظر گرفتن رواناب ناشی بارش و همچنین رواناب ناشی از سامانه اطفاء حریق تونل، رواناب زهکش های آب های زیرسطحی اطراف تونل و سایر موارد
- انجام محاسبات هیدرولیکی براساس دبی محاسبه شده و تعیین ابعاد نهایی مقاطع مورد نیاز شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل در گزینه های مختلف طراحی تا تخلیه در نقطه تخلیه گاهی مناسب
- انجام مدلسازی و طراحی سازه های خاص هیدرولیکی مورد نیاز از قبیل سامانه های سپتیک پمپاژ، شفت ها، گالری هدایت رواناب و تأسیسات وابسته بر اساس ضوابط و معیارهای فنی مربوطه در صورت نیاز
- ارائه پلان گزینه های مختلف شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل و گزینه های مختلف طرح بهسازی و اصلاح شبکه وضع موجود جمع آوری آب های سطحی در محدوده مورد مطالعه
- غربالگری اولیه گزینه های ممکن و انتخاب گزینه های قابل رقابت
- مقایسه فنی و اقتصادی بین گزینه های مختلف شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی تونل و گزینه های اجرایی و اصلاح شبکه موجود جمع آوری و هدایت آب های سطحی مورد مطالعه شامل معرفی معیارهای مقایسه بین



- گزینه ها، تعیین وزن آنها و تعیین امتیاز هر گزینه در معیارهای مقایسه‌ای و در نهایت اولویت‌بندی گزینه‌ها و انتخاب گزینه برتر
- بررسی و ارزیابی سازه ای و امکان سنجی روش های مختلف اجرایی با لحاظ نمودن معارضین و سایر محدودیت های اجرایی و انتخاب روش بهینه اجرایی
 - ارائه راهکارهای مختلف زهکشی زیرسطحی و طرح مناسب مربوطه
 - ارائه مقاطع تیپ جزئیات اجرایی آبروها و سایر تأسیسات و ابنیه فنی وابسته و مورد نیاز با عنایت به مفاد آخرین ویرایش نشریه ۶-۸-۶۱ نظام فنی شهرداری تهران و سایر استانداردهای اجرایی معتبر
 - ارائه طرح انحراف رواناب در حین عملیات اجرایی احداث تونل و احداث شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی
 - بررسی شرایط اجرایی با توجه به شبکه جمع آوری آب های سطحی در محدوده ساختگاه طرح و ارائه گزینه‌های موقت اجرایی برای جلوگیری از ورود رواناب های سطحی به محوطه کارگاهی با توجه به دوره بازگشت مناسب
 - تهیه نقشه های پلان و پروفیل شبکه جمع آوری و هدایت آبهای سطحی با مقیاس ۱/۱۰۰۰
 - ارائه گزارش و نقشه های مطالعات پایه.

۹-۴- بررسی مشکلات فنی - حقوقی - اجرایی مسیر

- بررسی مسائل تملک و مشکلات فنی - حقوقی - اجرایی مسیر، قوانین، تأسیسات، سازه های موجود، عوارض سطحی و زیرسطحی

۱۰-۴- مطالعات و طراحی پایه پوسته طرح

- مهندس مشاور موظف است مطالعات و طراحی پایه پوسته طرح را مطابق مفاد سند شماره ۰-۶۳۱-۸-۶ نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران با عنوان دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل های شهری و فضاهای زیرسطحی به انجام رساند.

۱۱-۴- طراحی پایه سازه تونل

۱-۱۱-۴- تونل سازی اتریشی موسوم به NATM

- تحلیل پایداری، تعیین گام های حفاری و طراحی اولیه پوشش موقت در بخش های مختلف مسیر تونل
- تحلیل اولیه اثر اعوجاج پوشش دائمی تونل در اثر وقوع زلزله مبتنی بر حداکثر کرنش برشی میدان آزاد زمین و لحاظ نمودن اندرکنش پوشش تونل و خاک اطراف
- مطالعه اولیه اندرکنش بین تونل های دوقلو یا بین تونل و سازه های مجاور آن و تعیین فاصله بهینه بین آنها
- تحلیل و طراحی اولیه پوشش دائمی در بخش های مختلف مسیر تونل

۲-۱۱-۴- تونل سازی مکانیزه با ماشین های حفاری تمام مقطع (TBM)

- انتخاب هندسه، تعداد، چیدمان و نوع اتصالات قطعات بتنی پیش ساخته (Segment) پوشش داخلی تونل
- طراحی قطعات بتنی پیش ساخته با در نظر گرفتن شرایط بند فوق و نیز شرایط مربوط به بلند کردن، حمل و نصب قطعات و نیز فشارهای وارده از سوی جک ماشین حفار (TBM)
- تحلیل اولیه اثر اعوجاج پوشش تونل در اثر وقوع زلزله مبتنی بر حداکثر کرنش برشی میدان آزاد زمین و لحاظ نمودن اندرکنش پوشش تونل و خاک اطراف
- مطالعه اولیه اندرکنش بین تونل های دوقلو یا بین تونل و سازه های مجاور آن و تعیین فاصله بهینه بین آنها
- تحلیل و طراحی اولیه پوشش تونل در بخش های مختلف مسیر تونل



۴-۱۱-۳- تونل سازی به روش کند و پوش (Cut & Cover)

- بررسی اولیه شیب پایدار جداره های حاصل از خاکبرداری
- چنانچه به دلیل محدودیت های ناشی از وجود مستحذات در بالای جداره های حاصل از خاکبرداری، امکان اجرایی شیب پایدار وجود نداشته باشد، لازم است روش های مختلف پایدارسازی موقت گود از طریق احداث سازه نگهدارنده، دوزش خاک (Soil Nailing) و نظایر آن مورد مطالعه قرار گیرد.
- مقایسه فنی - اقتصادی گزینه های مختلف پایدارسازی موقت گود و انتخاب گزینه برتر
- تعیین بارهای ثقلی و جانبی وارد بر گالری و تخمین ضخامت مورد نیاز برای دال کف، دیوارها و دال سقف
- تحلیل اولیه اثر اعوجاج گالری در اثر وقوع زلزله مبتنی بر حداکثر کرنش برشی میدان آزاد زمین و لحاظ نمودن اندرکنش گالری و خاک اطراف
- تیپ بندی مقاطع گالری با توجه به ضخامت خاکریزی از روی دال سقف تا سطح زمین طبیعی
- طراحی اولیه تیپ های مختلف مقاطع گالری تحت کلیه حالات بارگذاری محتمل

۴-۱۱-۴- تونل سازی به روش بالا به پایین (Top-Down)

- بررسی اولیه ظرفیت باربری ثقلی و جانبی شمع های بتنی مجاور هم (Soldier Piles) مورد نیاز در طرفین گالری
- تخمین قطر، طول و فاصله شمع های بتنی مجاور هم با توجه به ملاحظات ژئوتکنیک و سازه ای
- تعیین بارهای ثقلی و جانبی وارد بر گالری و تخمین ضخامت مورد نیاز برای دال سقف با توجه به طول دهانه آن
- تحلیل اولیه اثر اعوجاج گالری در اثر وقوع زلزله مبتنی بر حداکثر کرنش برشی میدان آزاد زمین و لحاظ نمودن اندرکنش گالری و خاک اطراف
- طراحی اولیه شمع ها و دال سقف تحت کلیه حالات بارگذاری محتمل
- طراحی اولیه دیوارهای نما (Facing) مورد نیاز در طرفین گالری و بررسی نحوه اتصال آنها به شمع ها
- بررسی نیاز یا عدم نیاز به اجرایی دال کف
- بررسی نیاز یا عدم نیاز به یکپارچه نمودن کلیه اتصالات به دلیل الزامات مرتبط با آب بندی گالری

۴-۱۲- طراحی پایه دهانه های ورودی و خروجی تونل

- تحلیل پایداری و طراحی اولیه سامانه پایدارسازی موقت و دائمی شیبراهه های ورودی و خروجی
- طراحی اولیه سازه دهانه های ورودی و خروجی تونل
- تحلیل پایداری ترانشه های ایجاد شده در دهانه های ورودی و خروجی تونل و مطالعه روش های پایدارسازی شیب های خاکی
- طراحی اولیه سازه دیوارهای حائل مورد نیاز در شیبراهه های ورودی و خروجی

۴-۱۳- ملاحظات خاص در شرایط استفاده از ماشین های حفاری تمام مقطع (TBM)

- چنانچه ساخت تونل به صورت مکانیزه با ماشین های حفاری تمام مقطع در دستور کار قرار گیرد، لازم است موارد زیر مورد بررسی قرار گیرد:
- ارائه داده های مورد نیاز جهت انتخاب ماشین حفاری تمام مقطع
- بررسی مخاطرات پیش روی ماشین
- پیشنهاد نوع ماشین مناسب
- بررسی مشخصات فنی، الزامات، امکانات ویژه و محدودیت های به کارگیری ماشین
- تعیین موقعیت شفت های ورود و خروج ماشین حفاری تمام مقطع بر اساس محدودیت های اجرایی محدوده طرح



- ارائه طرح اولیه شفت های ورود و خروج ماشین حفاری تمام مقطع
- تهیه گزارش اطلاعات مورد نیاز سازندگان یا تأمین کنندگان دستگاه های حفاری

۴-۱۴- مطالعات معماری تونل

- طراحی معماری پوشش داخلی تونل
- طراحی معماری دهانه های ورودی و خروجی تونل
- طراحی معماری دیوارهای حائل مورد نیاز در شیبراهه های ورودی و خروجی

۴-۱۵- مطالعه نحوه گشودن جبهه های حفاری

- بررسی و مطالعه مناطقی که در آنها امکان احداث شفت ها و رمپ های دسترسی و پس از آن امکان گشودن جبهه های حفاری وجود دارد.
- تعیین محل گشودن جبهه های حفاری با لحاظ نمودن کلیه محدودیت های ترافیکی، فنی، اجرایی، رعایت مسائل ایمنی
- بررسی تأثیر انتخاب موقعیت و تعداد جبهه های حفاری در سرعت و سهولت اجرای تونل و نیز کاهش هزینه حمل مصالح
- طراحی اولیه شفت ها و رمپ های دسترسی به جبهه های حفاری

۴-۱۶- مطالعات ابزار دقیق و رفتار سنجی

- بررسی نیازها و طراحی سامانه ابزار دقیق و رفتارسنجی
- بررسی روش های اندازه گیری حرکات خاک در مجاورت پوشش تونل به منظور انجام تحلیل های برگشتی و اصلاح فرآیند مراحل ساخت تونل
- بررسی روش های تعیین مقادیر و نحوه توزیع جابجایی های جانبی و قائم خاک در مناطقی که امکان وارد آمدن خسارت به مستحذات اطراف وجود داشته باشد و بررسی تأسیسات شهری و مشخص نمودن محدودیتهای ناشی از حفاری و اجرا و ارائه نقشه پهنه بندی خطر نشست
- تعیین نوع، موقعیت، فاصله، تعداد و چگونگی نصب ابزارهای دقیق مورد نیاز و نیز توالی قرائت آنها
- ارائه روش مطالعه پروفیل نشست های ایجاد شده در سطح زمین در اثر حفاری تونل
- ارزیابی خطر وقوع نشست در سطح زمین و بررسی روش های کنترل آن

۴-۱۷- مطالعات جریان آب های زیرسطحی

- شناسایی ویژگی های آب زمین شناسی (Hydrogeology) زمین میزبان تونل
- شناسایی منابع آب (چشمه ها، قنوت و چاه ها)
- بررسی نوسانات فصلی و سالانه سطح آب زیرزمینی (در صورت لزوم)
- ارزیابی جهت و میزان جریان های ورودی و خروجی و مناطق تغذیه و تخلیه
- تخمین میزان آب ورودی به تونل براساس اطلاعات به دست آمده از ویژگی های آب زمین شناسی

۴-۱۸- مطالعات آب بندی و زهکشی آب های نفوذی به داخل تونل

- چنانچه شرایط آب های زیرسطحی در زمین میزبان تونل به گونه ای باشد که امکان نفوذ آب به داخل تونل محتمل باشد، لازم است مطالعات آب بندی بدنه تونل به شرح زیر در دستور کار قرار گیرد :
- مطالعه و بررسی روش های مختلف آب بندی بدنه تونل با در نظر گرفتن موارد زیر :



- روش اجرایی تونل (روش اتریشی موسوم به *NATM*، روش مکانیزه با ماشین های *TBM*، روش کند و پوش (*Cut & Cover*) و روش بالا به پایین (*Top-Down*)
- عمق استقرار تونل نسبت به سطح زمین
- بالاترین تراز ممکن برای سطح آب های زیرزمینی
- شرایط محیطی مانند *PH* آب، وجود مواد شیمیایی مضر و آلاینده ها در آب و خاک
- هزینه تمام شده طرح در روش های مختلف آب بندی
- سهولت ساخت
- پایایی و دوام طرح
- امکان ترمیم بخش های آسیب دیده عایق در طی دوره بهره برداری تونل
- مقایسه فنی و اقتصادی روش های مختلف آب بندی
- انتخاب و معرفی مناسب ترین روش آب بندی
- تهیه و ارائه گزارش مطالعات آب بندی
- تخمین میزان نشت آب از سامانه آب بندی انتخاب شده
- ارائه طرح زهکشی آب های نفوذی به داخل تونل

۴-۱۹-۱۹-۴ طراحی پایه تأسیسات برقی

۴-۱۹-۱۹-۴-۱ مطالعه و طراحی سامانه روشنایی

- معرفی الزامات طراحی و مبانی محاسبات عددی و نرم افزاری
- تعیین کلاس بندی روشنایی تونل براساس حجم ترافیک و نوع ترافیک
- ارائه طرح های اولیه روشنایی، درخشندگی مسیر در طول روز و نتایج شبیه سازی های انجام شده با نرم افزار مناسب
- محاسبه مقدار روشنایی مورد نیاز و پیشنهاد سامانه روشنایی
- طرح اولیه جانمایی روشنایی (چراغ ها، تابلو ها و روشنایی اضطراری)
- تهیه فهرست اولیه تجهیزات مورد نیاز سامانه روشنایی

۴-۱۹-۱۹-۴-۲ مطالعه و طراحی شبکه تأمین و توزیع برق

- معرفی الزامات و استاندارد شرکت توزیع برق منطقه ای
- برآورد توان الکتریکی مورد نیاز و برق اضطراری
- جانمایی اولیه شبکه برق رسانی داخل و بیرون تونل
- مطالعه نحوه تغذیه برق تونل
- طراحی شبکه انتقال و توزیع برق تونل

۴-۱۹-۱۹-۴-۳ مطالعه و طراحی سامانه مدیریت هوشمند تونل

- طراحی اولیه سامانه های ارتباطی و رادیویی
- طراحی اولیه دوربین های مدار بسته و کنترل ترافیک
- طراحی اولیه سامانه شمارش تردد خودرو
- طراحی اولیه تابلوهای پیام متغیر
- تهیه اولیه فهرست تجهیزات مورد نیاز سامانه مخابراتی - کنترلی
- طراحی سامانه مدیریت هوشمند تجهیزات الکتریکی تونل



۴-۱۹-۴- مطالعه و طراحی سامانه اعلام حریق

- طراحی اولیه سامانه اعلام حریق شامل حسگرهای مربوطه و نظایر آن
- ارائه سناریوهای ایمنی مربوط به فعال سازی سامانه های تأسیساتی در هنگام آتش سوزی
- تهیه اولیه فهرست تجهیزات مورد نیاز سامانه اعلام حریق

۴-۱۹-۵- مطالعه و طراحی سامانه های صوتی

- طراحی سامانه های اعلام خطر (آژیر هشدار دهنده)
- طراحی سامانه های اعلان (بلندگو)
- تهیه اولیه فهرست تجهیزات مورد نیاز سامانه صوتی

۴-۱۹-۶- مطالعه و طراحی سامانه اتصال زمین

- ارائه طرح سامانه اتصال زمین تابلوها و پست های برق
- ارائه طرح سامانه اتصال زمین تجهیزات مخابراتی

۴-۱۹-۷- مطالعه و طراحی سامانه پست های تخلیه آب

- ارائه طرح اولیه مدار فرمان تابلو برق
- ارائه طرح مربوط به نحوه ارتباط تابلو برق با اتاق کنترل در هنگام کارکرد الکتروموتورها و همچنین سرریز شدن آب مخزن در مواقع اضطراری

۴-۲۰-۴- طراحی پایه تأسیسات مکانیکی

۴-۲۰-۱- مطالعه و طراحی سامانه تهویه

- معرفی شرایط، الزامات طراحی، مبانی محاسبات عددی و نرم افزاری و بررسی شرایط اقلیمی محل احداث تونل
- مطالعه میزان آلاینده های خودروها براساس حجم ترافیک، نوع خودرو و تعیین حد مجاز آلاینده های ناشی از احتراق موتورهای درونسوز
- تعیین مقدار آلاینده ها، حجم هوای مورد نیاز در شرایط عادی ترافیک، راه بندان و شرایط بحرانی ناشی از بروز حریق
- بررسی شرایط نرمال و اضطراری براساس روش های تهویه تونل (عرضی و طولی)
- بررسی اثرات شکل سطح مقطع تونل، حرکت پیستونی و حرکت دو جهته خودروها در انتخاب نوع و ظرفیت سامانه تهویه تونل
- تعیین فواصل بین فن ها (محوری یا جت فن) و مشخصات اولیه فن ها، گالری ها و هواکش ها
- شبیه سازی و مدلسازی تونل برای بررسی سناریوهای تهویه و تخلیه دود (توان حریق باید قبل از انجام شبیه سازی مورد تایید قرار گیرد)
- بررسی حالت های مختلف حریق و همسان سازی آن با سناریوی ایمنی
- مقایسه فنی و مالی روش های منتخب و پیشنهاد روش تهویه برتر
- طراحی اولیه سامانه تهویه و تخلیه دود تونل برای انتخاب روش تخلیه آلاینده های خروجی از وسایل نقلیه
- مطالعات تهیه فهرست اولیه تجهیزات مورد نیاز سامانه تهویه و تخلیه دود



۴-۲۰-۲- مطالعه و طراحی سامانه اطفای حریق

- معرفی شرایط و الزامات طراحی و روش های اطفای حریق آبی و گازی (بصورت دستی و خودکار)
- بررسی و انتخاب طبقه بندی خطر مطابق ضوابط و آیین نامه های معتبر و انتخاب کلاس حریق متناسب با آن
- طراحی سامانه اطفای حریق برای زمان بهره برداری مطابق کلاس خطر انتخاب شده
- بررسی و طراحی مقدماتی تلمبه خانه (بوستر پمپ) و مخزن ذخیره آب در صورت نیاز (روش خشک، تر یا ترکیبی)
- طراحی مقدماتی سامانه اطفای حریق برای اتاق های برقی و کنترلی و تجهیزات اطفای حریق دستی و قابل حمل
- تهیه فهرست اولیه تجهیزات مورد نیاز اطفای حریق

۴-۲۰-۳- مطالعه و طراحی پست های تخلیه آب

- طراحی ایستگاه جمع آوری آب های سطحی حاصل از اطفای حریق یا شستشو و استفاده از پمپ های مستغرق (خشک یا تر)
- مطالعه تعبیه تلمبه خانه برای پست زهکش در صورت نیاز

۴-۲۱- طراحی پایه سازه های جانبی

- جانمایی فضاهای جانبی مورد نیاز با توجه به نوع روش ساخت
- طراحی خروجی های اضطراری
- طراحی مخازن تخلیه آب
- طراحی اتاق های کنترل و مانیتورینگ
- طراحی اتاق های مخازن آتش نشانی
- طراحی اتاق های پست برق و دیزل ژنراتور

۴-۲۲- مطالعه منابع قرضه و محل دپوی خاک حاصل از حفاری

- بررسی اطلاعات و گزارش های موجود در زمینه طرح های انجام شده پیشین
- شناسایی نواحی دارای پتانسیل خوب برای انتخاب به عنوان منابع قرضه در نزدیکی محل احداث تونل
- تعیین ویژگی های منابع قرضه از قبیل حجم منابع، سهولت دسترسی و استخراج و نیز ارزیابی مشخصات فنی سنگدانه های موجود مانند دانه بندی، مقاومت و دوام سنگدانه ها
- تحلیل وضعیت هر یک از منابع قرضه براساس داده ها و اطلاعات بدست آمده
- اولویت بندی منابع قرضه
- تهیه دستورالعمل نمونه برداری و آزمایش های آزمایشگاهی و صحرایی در هر یک از منابع قرضه برای زمان ساخت
- شناسایی موقعیت های مناسب برای دپوی خاک حاصل از حفاری

۴-۲۳- برآورد هزینه ساخت و تدقیق ارزیابی های مالی و اقتصادی طرح

- برآورد احجام و مقادیر بر اساس طراحی پایه
- برآورد هزینه ساخت بر اساس فهرس بهای مربوطه
- تدقیق تحلیل های فایده به هزینه



۲۴-۴- مشخصات فنی و الزامات منضم به قرارداد

- دفترچه معیارها، استانداردها و مراجع مورد قبول برای استفاده در طراحی تفصیلی
- شرح خدمات طراحی تفصیلی تونل
- شرح خدمات مطالعات ژئوتکنیک و سایر اندازه گیری های میدانی
- مشخصات فنی عمومی و خصوصی و روش ساخت تونل
- آلبوم نقشه ها

۲۵-۴- فهرست مدارک قابل تحویل در مرحله طراحی پایه

در انتهای طراحی پایه، می بایست اسناد و مدارک زیر به صورت مجلد و فایل الکترونیکی تحویل کارفرما گردد :

- گزارش انتخاب پارامترهای مقاومت و تغییر شکل پذیری زمین میزبان تونل به منظور استفاده در فرآیند تحلیل و طراحی مقاطع تونل
- گزارش طراحی پایه مسیر تونل (تهیه پلان، پروفیل طولی، مقاطع عرضی و طرح روسازی)
- گزارش مطالعات لرزه خیزی و تحلیل خطر
- گزارش مطالعات طراحی پایه شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی به همراه مستندات فنی شامل مدل سازی های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی
- گزارش مطالعات و طراحی پایه پوسته طرح
- گزارش طراحی پایه سازه تونل
- گزارش طراحی پایه معماری تونل
- گزارش مطالعات ابزار دقیق و رفتارسنجی حین ساخت
- گزارش مطالعات جریان آب های زیرسطحی
- گزارش مطالعات آب بندی و زهکشی آب های نفوذی به داخل تونل
- گزارش طراحی پایه تأسیسات مکانیکی و الکتریکی و سامانه ایمنی و اطفای حریق تونل
- گزارش طراحی پایه سامانه تهویه تونل
- گزارش مطالعات ریسک در دوره ساخت
- گزارش ارزیابی مالی و اقتصادی تدقیق شده طرح



فصل ۵- طراحی تفصیلی

۵-۱- مقدمه

هدف از طراحی تفصیلی که مرحله پایانی از فرآیند مطالعات و طراحی پروژه های مهندسی می باشد، تهیه نقشه های اجرایی کامل همراه با کلیه جزئیات مورد نیاز و نیز مشخصات فنی کامل طرح بوده به گونه ای که اجرای پروژه بر اساس نقشه های اجرایی مصوب همراه با کمترین میزان تغییرات مورد نیاز به دلیل برخورد با شرایط پیش بینی نشده، میسر گردد.

۵-۲- مطالعه و تکمیل مدارک فنی موجود

۵-۲-۱- مطالعه و بررسی مدارک فنی تهیه شده در مرحله مطالعات پایه

- بهنگام نمودن مطالعات پایه در صورت لزوم
- شناسائی نواقص احتمالی مطالعات پایه و تکمیل آن

۵-۲-۲- تدقیق و بهنگام نمودن نقشه های طرح هندسی تونل و شیبراهه های طرفین

- مرور مطالعات و طراحی انجام شده در مرحله پایه
- بازدید میدانی و بررسی تغییرات احتمالی ایجاد شده در محدوده مؤثر بر طرح
- تشکیل جلسات هماهنگی با کارفرما به منظور تبادل نظر و حصول اطمینان از وجود درک مشترک از نتایج مطالعات و طراحی انجام شده در مراحل قبلی
- اخذ مجوزهای لازم و هماهنگی با ذریبطان پروژه
- تدقیق مطالعات و طراحی مرحله پایه با توجه به اخذ اطلاعات تکمیلی و هماهنگی های بعمل آمده با کارفرما و سایر ذریبطان پروژه
- تهیه نقشه های طرح هندسی تونل و شیبراهه های طرفین آن در مقیاس ۱/۵۰۰ برای گزینه مصوب
- تهیه نقشه های پروفیل های طولی و مقاطع عرضی با مقیاس ۱/۱۰۰۰ افقی و ۱/۱۰۰ قائم
- تهیه نقشه معارضین ملکی و تأسیساتی موجود در محدوده طرح و بهنگام نمودن برآورد هزینه رفع معارض
- تهیه نقشه نهایی پوسته اجرایی طرح
- تهیه نقشه های پلان و پروفیل طولی دیوارهای حائل مورد نیاز در محدوده طرح با مقیاس مناسب
- تعیین مشخصات هندسی کلیه ابنیه فنی مورد نیاز در محدوده طرح
- تهیه نقشه های اجرایی تیپ مورد نیاز در بخش های مختلف طرح
- تهیه نقشه های محوطه سازی و فضای سبز مورد نیاز با درج جزئیات مورد نیاز
- تهیه نقشه های موقعیت و جزئیات اجرایی نرده ها و حفاظ های ایمنی مورد نیاز
- تهیه نقشه های پلان خط کشی معابر، چشم گربه ای ها و جزیره های میانی با درج جزئیات مورد نیاز
- ارائه جزئیات حریم مورد نیاز معابر و تقاطع ها با درج نوع کاربری موجود آن
- تهیه نقشه های اجرایی خاکریزها و ترانشه ها
- تهیه نقشه های اجرایی پیاده روها
- تهیه و ارائه نقشه های اجرایی تابلوهای هدایت مسیر، علائم افقی و عمودی معابر همسطح و داخل تونل مطابق آخرین ضوابط فنی ابلاغی سازمان ها و ارگان های ذریبط^۱
- تهیه جزئیات لایه های روسازی و نحوه اتصال لایه های روسازی وضع موجود به طرح روسازی جدید
- تهیه نقشه پوسته طرح جهت اعمال در طرح تفصیلی شهری

^۱مهندس مشاور می بایست نقشه های مربوطه را به گونه ای تهیه نماید تا اخذ کلیه تأییدات مورد نیاز از ارگان های ذریبط میسر باشد.



۳-۵- مطالعات تکمیلی زمین شناسی و لرزه زمین ساخت

مطالعات تکمیلی زمین شناسی با هدف تکمیل گزارش و تنظیم نقشه های پلان و مقاطع زمین شناسی در مقیاس مناسب و انجام موارد زیر صورت می گیرد:

- تشریح وضعیت لایه های خاک در مناطق مختلف تونل و تهیه یک یا چند مقطع زمین شناسی در بخش هایی که معرف تغییرات شرایط زمین باشد.
- تشریح وضعیت خاک در دهانه های ورودی و خروجی تونل و تهیه مقاطع زمین شناسی در دهانه ها
- تعیین طبقه بندی لایه های خاک بر اساس نتایج حاصل از مطالعات ژئوتکنیک انجام شده
- تعیین اطلاعات زمین آب شناسی (Geohydrology) تونل و توصیف رفتار مصالح جداره تونل در حضور آب
- مطالعات تحلیل خطر زمین لرزه و برآورد پارامترهای طراحی لرزه ای
- دریافت اطلاعات اولیه، بر اساس داده های زمین لرزه های تاریخی و دستگامی در گستره ای دست کم به شعاع ۲۰۰ کیلومتر نسبت به ناحیه مورد نظر
- بررسی داده های اصلی زمین لرزه ها با حذف پیش و پس لرزه ها، بر پایه آخرین اطلاعات زمین لرزه ها
- تهیه مدل لرزه زمین ساخت گستره طرح و بررسی آن
- تشخیص گسل های فعال منطقه به کمک نقشه های موجود، بازدید محلی و سالیابی آخرین جنبش های روی داده بر روی نزدیکترین آنها به نقطه مورد نظر، بر اساس آخرین آمارهای موجود تا زمان تهیه گزارش
- بررسی ساز و کار گسل های شناسایی شده و برآورد فعالیت آنها
- تعیین میزان وابستگی زلزله ها به گسل های شناسایی شده
- بررسی و گزینش منطقی رابطه کاهندگی و برآورد شتاب، سرعت و تغییر مکان افقی و قائم منطقه در دست مطالعه بر اساس سطوح عملکرد به روش های احتمالاتی و تهیه نقشه های هم شتاب، هم سرعت و هم تغییر مکان در گستره ۱۰ کیلومتری از هر سمت محور (مجموعاً ۲۰ کیلومتر) به مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰
- برآورد میزان شتاب، سرعت و تغییر مکان افقی و قائم به روش تعیینی
- تهیه طیف افقی و قائم شتاب مربوط به شرایط ساختگاهی به تفکیک هر ساختگاه
- تهیه شتابنگاشت سه مؤلفه ای مربوط برای هر ساختگاه
- تهیه گزارش کامل لرزه زمین ساخت، تحلیل خطر زمین لرزه و برآورد پارامترهای طرح لرزه ای

۴-۵- مطالعات پایداری دهانه های ورودی و خروجی و ترانشه های مجاور

دهانه های ورودی و خروجی تونل به همراه ترانشه های مجاور آن باید در شرایط استاتیکی و لرزه ای با حداقل ضرایب اطمینان لازم به تناسب حالت بارگذاری پایدار باشند، در این راستا لازم است مطالعات در بخش های زیر انجام شود:

- برآورد پارامترهای مقاومت برشی لایه های خاک موجود در دهانه های ورودی و خروجی تونل
- انجام تحلیل پایداری سه بعدی ترانشه های مجاور دهانه های تونل و محاسبات مربوط در شرایط استاتیکی و دینامیکی با نگرش به انواع مکانیزم های لغزش محتمل و تهیه طرح پایداری ترانشه ها
- مطالعه توپوگرافی دهانه های تونل و انتخاب محل بهینه سازه دهانه تونل و بررسی نیاز به احداث گالری با توجه به مسائل پایداری دهانه تونل، نوع زمین، احجام برش در ترانشه ها و تخمین صعوبت ساخت و انتخاب محل قرارگیری سازه ورودی تونل به گونه ای که مسائل ایمنی، مالی و زیست محیطی در آن در نظر گرفته شود.
- تهیه طرح اجرایی سازه ورودی و خروجی تونل و مقاطع عرضی ترانشه های مجاور بر اساس مطالعات انجام شده
- طراحی دیوارهای حائل مورد نیاز در شیبراهه های ورودی و خروجی و تهیه نقشه های اجرایی مربوطه



۵-۵- طراحی تفصیلی جمع آوری و هدایت آب های سطحی

- تدقیق محاسبات هیدرولوژی و هیدرولیکی گزینه منتخب در مرحله مطالعات طراحی پایه در صورت لزوم
- تدقیق ابعاد مقاطع مورد نیاز شبکه جمع آوری آب های سطحی تونل و ارائه طرح هیدرولیکی اجزا و تأسیسات وابسته شامل اتصالات، شیب سکن ها، آدم روها، دریچه های ریزش، سازه های کنترل رسوب و آشغالگیر و سایر موارد
- تدقیق مقاطع اجرایی و سایر جزئیات اجرایی اجزای شبکه آب های سطحی (مانند آشغالگیر، آدم روها و دریچه های ریزش) براساس ضوابط نظام فنی و اجرایی شهرداری و سایر استانداردهای معتبر مربوطه
- انجام محاسبات سازه ای و تهیه دفترچه محاسبات مربوطه برای کلیه اجزا شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی در زمان اجرا و طرح نهایی
- تهیه نقشه های اجرایی بر اساس مقاطع همسان و در صورت نیاز استفاده از مقاطع سازه های غیر همسان و انجام محاسبات سازه ای مربوطه
- ارائه جزئیات اجرایی هرگونه طرح انحرافی و اجرایی مورد نیاز جهت امکان پذیری اجرا و تامین ایمنی پروژه در حین اجرا (در صورت وجود)
- تهیه و ارائه نقشه های پلان و پروفیل طولی شبکه جمع آوری آب های سطحی و زیر سطحی با مقیاس ۱/۵۰۰
- تهیه آلبوم نقشه های جزئیات اجرایی کلیه اجزای شبکه جمع آوری آب های سطحی و زیر سطحی و اتصالات و تأسیسات وابسته به منظور امکان پذیری بهره برداری کامل از شبکه یاد شده با مقیاس مناسب
- تهیه دستورالعمل بهره برداری و نگهداری و سرویس های دوره ای شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی
- تهیه دفترچه برآورد هزینه عملیات اجرایی شبکه جمع آوری و هدایت آب های سطحی

۵-۶- طراحی تفصیلی سازه تونل

بسته به روش ساخت تعیین شده برای تونل در طی مراحل قبلی مطالعات، طراحی تفصیلی سازه تونل می بایست مطابق یکی از بندهای ۵-۶-۱ تا ۵-۶-۴ انجام گردد.

۵-۶-۱- تونل سازی اتریشی موسوم به NATM

- تعیین مشخصات کلی طراحی، فرضیات محاسبات، حالات بارگذاری، مشخصات مصالح مصرفی
- انتخاب پارامترهای مقاومت و تغییر شکل پذیری زمین میزبان تونل به منظور استفاده در فرآیند تحلیل و طراحی
- تعیین مقادیر بارهای وارده و حالات بارگذاری مربوط به طراحی سازه تونل
- تحلیل دو بعدی و سه بعدی مقاطع تونل بسته به مورد
- تحلیل پایداری، تعیین گام های حفاری و طراحی پوشش موقت در بخش های مختلف مسیر تونل
- تحلیل اثر اعوجاج پوشش دائمی تونل در اثر وقوع زلزله مبتنی بر حداکثر کرنش برشی میدان آزاد زمین و لحاظ نمودن اندرکنش پوشش تونل و خاک اطراف
- تحلیل اندرکنش بین تونل های دوقلو یا بین تونل و سازه های مهم مجاور آن و تعیین فاصله بهینه بین آنها
- تحلیل و طراحی پوشش دائمی در بخش های مختلف مسیر تونل
- ارائه کلیه نقشه های اجرایی مربوطه



۵-۶-۲- تونل سازی مکانیزه با ماشین های حفاری تمام مقطع (TBM)

- تعیین مشخصات کلی طراحی، فرضیات محاسبات، حالات بارگذاری، مشخصات مصالح مصرفی
- انتخاب پارامترهای مقاومت و تغییر شکل پذیری زمین میزبان تونل به منظور استفاده در فرآیند تحلیل و طراحی
- تعیین مقادیر بارهای وارده و حالات بارگذاری مربوط به طراحی سازه تونل
- تحلیل دو بعدی و سه بعدی مقاطع تونل بسته به مورد
- طراحی قطعات بتنی پیش ساخته با در نظر گرفتن شرایط مربوط به بلند کردن، حمل و نصب قطعات و نیز فشارهای وارده از سوی جک ماشین حفار (TBM)
- تحلیل اثر اعوجاج پوشش تونل در اثر وقوع زلزله مبتنی بر حداکثر کرنش برشی میدان آزاد زمین و لحاظ نمودن اندرکنش پوشش تونل و خاک اطراف
- تحلیل اندرکنش بین تونل های دوقلو یا بین تونل و سازه های مهم مجاور آن و تعیین فاصله بهینه بین آنها
- تحلیل و طراحی پوشش تونل در بخش های مختلف مسیر تونل
- ارائه کلیه نقشه های اجرایی مربوطه

۵-۶-۳- تونل سازی به روش کند و پوش (Cut & Cover)

- تعیین مشخصات کلی طراحی، فرضیات محاسبات، حالات بارگذاری، مشخصات مصالح مصرفی
- انتخاب پارامترهای مقاومت و تغییر شکل پذیری زمین میزبان گالری به منظور استفاده در فرآیند تحلیل و طراحی
- تحلیل پایداری شیب جداره های حاصل از خاکبرداری و تعیین شیب پایدار جداره های خاکی
- چنانچه به دلیل محدودیت های ناشی از وجود مستحذات در بالای جداره های حاصل از خاکبرداری، امکان اجرای شیب پایدار وجود نداشته باشد، لازم است طراحی تفصیلی پایداری موقت گود انجام گردیده و نقشه های اجرایی به همراه کلیه جزئیات مربوطه ارائه گردد.
- تعیین مقادیر کلیه بارهای ثقلی و جانبی وارد بر گالری
- تحلیل اثر اعوجاج گالری در اثر وقوع زلزله مبتنی بر حداکثر کرنش برشی میدان آزاد زمین و لحاظ نمودن اندرکنش گالری و خاک اطراف
- تیپ بندی دقیق مقاطع گالری با توجه به ضخامت خاکریزی از روی دال سقف تا سطح زمین طبیعی
- تحلیل مقاطع مختلف گالری تحت کلیه حالات بارگذاری محتمل
- طرح خمشی و برشی کلیه اجزای گالری (دال کف، دیوارها و دال سقف) با توجه به نیروهای داخلی ایجاد شده و ارائه مقاطع آرماتوربندی مورد نیاز
- ارائه کلیه نقشه های اجرایی مربوطه

۵-۶-۴- تونل سازی به روش بالا به پایین (Top-Down)

- تعیین مشخصات کلی طراحی، فرضیات محاسبات، حالات بارگذاری، مشخصات مصالح مصرفی
- انتخاب پارامترهای مقاومت و تغییر شکل پذیری زمین میزبان گالری به منظور استفاده در فرآیند تحلیل و طراحی
- محاسبه ظرفیت باربری ثقلی و جانبی شمع های بتنی مجاور هم (Soldier Piles) مورد نیاز در طرفین گالری
- تعیین قطر، طول و فاصله شمع های بتنی مجاور هم با توجه به ملاحظات ژئوتکنیک و سازه ای
- تعیین مقادیر کلیه بارهای ثقلی و جانبی وارد بر گالری
- تحلیل اثر اعوجاج گالری در اثر وقوع زلزله مبتنی بر حداکثر کرنش برشی میدان آزاد زمین و لحاظ نمودن اندرکنش گالری و خاک اطراف
- طرح خمشی و برشی مقاطع شمع ها و دال سقف تحت کلیه حالات بارگذاری محتمل

- طرح خمشی و برشی دیوارهای نما (*Facing*) مورد نیاز در طرفین گالری و بررسی نحوه اتصال آنها به شمع ها
- ارائه کلیه نقشه های اجرایی مربوطه

۷-۵- تعیین محل گشودن جبهه های حفاری

- تدقیق محل گشودن جبهه های حفاری با لحاظ نمودن کلیه محدودیت های ترافیکی، فنی، اجرایی، رعایت مسائل ایمنی
- طراحی تفصیلی و تهیه نقشه های اجرایی شفت ها و رمپ های دسترسی به جبهه های حفاری

۸-۵- تهیه دستورالعمل رفتارسنجی تونل و محیط میزبان آن

به منظور کنترل صحت محاسبات، انجام تحلیل های برگشتی و اصلاح طرح پوشش یا روش ساخت لازم است، رفتار تونل و محیط میزبان آن و نیز مستحذات موجود بر روی سطح زمین در محدوده حوزه تأثیر تونل مورد مطالعه قرار گیرد. برای این منظور ضروری است طرح مناسب نصب ابزار دقیق برای مطالعه رفتار تونل از جمله همگرایی سنج ها، کشیدگی سنج ها و محل های نصب آنها با جزئیات و دستورالعمل ساخت و قرائت آنها تهیه گردد. رفتارسنجی تونل در مصالح خاکی و توده های سنگی خرد شده الزامی است و در سایر موارد بسته به نیاز انجام می شود.

۹-۵- مطالعات و طراحی تفصیلی پوسته طرح

مهندس مشاور موظف است مطالعات و طراحی تفصیلی پوسته طرح را مطابق مفاد سند شماره ۰-۶۳۱-۸-۶ نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران با عنوان دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل های شهری و فضاهای زیرسطحی به انجام رساند.

۱۰-۵- طراحی تفصیلی سامانه های برقی، مخابراتی و کنترل هوشمند

- طراحی سامانه روشنایی و ارائه محاسبات روشنایی
- طراحی سامانه اعلام حریق
- طراحی سامانه صوتی
- طراحی سامانه های مخابراتی و رادیویی
- طراحی سامانه های کنترل هوشمند
- تعیین بار الکتریکی مصرفی تأسیسات برقی و مکانیکی و نحوه تأمین آن
- طراحی دیاگرام تک خطی تابلوهای برق و ارائه محاسبات مربوطه
- تعیین سطح مقطع کابل های برق و ارائه محاسبات مربوطه
- تعیین ظرفیت ترانسفورماتور و پست برق اختصاصی تونل
- طراحی پست های برق طبق ضوابط شرکت توزیع برق منطقه ای
- تعیین ظرفیت دیزل ژنراتور
- تهیه جداول مشخصات فنی تجهیزات
- برآورد هزینه های ساخت و بهره برداری از تأسیسات برقی
- تهیه دستورالعمل نگهداری و بهره برداری از تأسیسات برقی

**۵-۱۱- طراحی تفصیلی سامانه های مکانیکی****۵-۱۱-۱- طراحی سامانه تهویه**

- محاسبه افت های ناشی از اجزای داخل تونل، هوای تازه مورد نیاز برای رقیق سازی، تأمین طول دید متصرفان و بررسی لایه برگشتی
- طراحی سامانه تهویه براساس روش برگزیده در مطالعات پایه (طولی، عرضی، مختلط) و ارائه دفترچه محاسبات مربوطه
- جانمایی تجهیزات در مقطع تونل، تعبیه تأسیسات تهویه، نحوه جمع آوری هوای آلوده، ورود هوای تازه و هماهنگی با سایر بخش ها
- تهیه نقشه اجرایی تجهیزات سامانه تهویه و تعیین مشخصات فنی و ابعاد قسمت های مختلف آن
- تعیین الزامات و استانداردهایی که باید در زمان تهیه و نصب تجهیزات رعایت گردد
- تعیین روش های آزمایش در زمان تولید تجهیزات و عملکرد آنها پس از نصب
- تهیه جداول مشخصات فنی تجهیزات

۵-۱۱-۲- طراحی سامانه اطفای حریق

- دسته بندی فضاها و انتخاب روش اطفای حریق متناسب با کلاس خطر
- محاسبه و طراحی سامانه های لوله کشی اطفای حریق
- تهیه نقشه های اطفای حریق آبی، دستی، گازی و قابل حمل متناسب با بررسی ها و گزارش ها
- تهیه گزارش، دفترچه محاسبات اطفای حریق و طراحی سامانه های اطفای حریق اتاق های برق و کنترل
- تعیین الزامات و استانداردها و روش های آزمایش
- تهیه جداول مشخصات فنی تجهیزات
- برآورد هزینه های ساخت و بهره برداری از تأسیسات
- تهیه دستورالعمل نگهداری و بهره برداری از تأسیسات

۵-۱۱-۳- طراحی پست های تخلیه آب

- محاسبه و طراحی ایستگاه جمع آوری آبهای سطحی و پمپ های مستغرق یا زمینی
- تهیه نقشه های جانمایی و جزئیات اجرایی
- تهیه جداول مشخصات فنی تجهیزات

۵-۱۲- مطالعات ایمنی و تجهیزات تونل

- مسائل ایمنی زیر باید با توجه به ارتباط سطح ایمنی تونل با نوع بهره برداری از آن، اهمیت تونل و طول آن مورد مطالعه قرار گیرد:
- مدل کمی برآورد ریسک و تمهیدات ویژه کاهش ریسک مانند مقاطع عرضی تونل، طراحی بر اساس دید، مشخصات هندسی مسیر، یکنواختی سطح جاده، سرعت مجاز، ممنوعیت سبقت، دوربین مدار بسته، کنترل دود و مدیریت اجرایی در بحران
 - بررسی نکات ایمنی در حفاری
 - پیش بینی موقعیت خروجی های اضطراری برای تونل های با طول بیش از ۳۰۰ متر
 - پیش بینی سامانه اطفاء حریق و تابلوهای مربوطه
 - سامانه هوشمند علائم
 - پیش بینی سامانه برق اضطراری

- تابلوهای هشدار دهنده در داخل و دو سر تونل
- طرح محل های ساختمان نگهبانی و کنترل تأسیسات
- پیش بینی تأسیسات ایمنی مخابراتی مانند دوربین های مدار بسته، پست های تقویت تلفن همراه، اتصال علائم اضطراری رادیویی و بی سیم
- تهیه دستورالعمل عبور بارهای خطرناک از داخل تونل

۵-۱۳- مطالعات زیرسازی و روسازی تونل

بسته به نوع بهره برداری از تونل، سامانه زهکشی آن و جنس مصالح کف تونل، لازم است گزینه های مختلف زیرسازی و روسازی تونل مورد مطالعه قرار گرفته و مقطع تیپ مناسب به همراه نقشه های اجرایی زیرسازی و روسازی تونل تهیه گردد. لازم است علاوه بر تعیین ضخامت لایه های زیرسازی و روسازی بر اساس آئین نامه های مربوطه، مهندس مشاور با ساخت مدل اجزاء محدود از زیرسازی و روسازی مسیر و اعمال بارهای وارده بر مدل ساخته شده، کفایت باربری لایه ها، تغییر شکل ها و نحوه اندرکنش آنها با یکدیگر را مورد مطالعه قرار دهد.

۵-۱۴- مطالعات ایمنی و ساماندهی ترافیک

- بررسی و تحلیل نتایج مطالعات حمل و نقل و ترافیک در مرحله مطالعات پایه
- بهنگام سازی مطالعات ایمنی تردد عابرین پیاده در محدوده دهانه های تونل
- ارائه نقشه های تجهیزات و علائم ایمنی و تعیین محل نصب آنها در داخل تونل و محدوده حوزه نفوذ طرح
- ارائه نقشه های کلیه علائم عمودی و افقی مورد نیاز در داخل تونل و محدوده حوزه نفوذ طرح
- ارائه نقشه های مسیر عبور عابرین پیاده، معلولین و دوچرخه سواران
- تعیین محل ایستگاه های اتوبوس و پل های روگذر یا زیرگذر مورد نیاز برای عبور عابرین پیاده در محدوده حوزه نفوذ طرح
- بویژه محدوده دهانه های تونل
- بررسی وضعیت ترافیک در محدوده و محل اجرای پروژه و تعیین مسیرهای جایگزین در صورت لزوم و ارائه گزارش مرحله بندی اجرا و ارائه نقشه انحراف ترافیک برای اجرای طرح و برآورد هزینه های آن

۵-۱۵- سایر مطالعات تکمیلی مورد نیاز

- مطالعات معماری و منظرسازی نمای داخلی و خارجی
- مطالعات راه های دسترسی و کنارگذر تونل
- مطالعات زهکشی، عایق کاری، آب بندی و تعبیه لایه های ایزولاسیون
- مطالعات عوامل محیطی و خوردگی و در صورت لزوم اضافه نمودن مواد افزودنی به مصالح پوشش
- تعیین موقعیت درزهای انبساط و انقباض و ارائه جزئیات مربوطه
- تهیه دستورالعمل بازرسی های دوره ای و تعمیر و نگهداری تونل شامل جداول و چک لیست های بازرسی اجزای مختلف تونل، شرح معایب محتمل و ارائه راهکارهای تعمیراتی مناسب برای رفع معایب

<p>فصل پنجم: طراحی تفصیلی صفحه: ۳۳</p>	 <p>شورای فنی شهرداری تهران</p>	<p>شرح خدمات همسان مطالعات تونل های ترافیک شهری سند شماره: ۱۵۶-۳-۳</p>
--	--	--

۵-۱۶- برآورد هزینه اجرا و تهیه اسناد مناقصه

- تهیه متره، فهرست بها و مقادیر اقلام کار و برآورد هزینه اجرایی تونل بر اساس آخرین فهرس بهای منتشر شده از سوی سازمان برنامه و بودجه
- تهیه اسناد مناقصه مطابق آخرین دستورالعمل ها و بخشنامه های نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران

۵-۱۷- فهرست مدارک قابل تحویل در مرحله طراحی تفصیلی

در انتهای طراحی تفصیلی، می بایست اسناد و مدارک زیر به صورت مجلد و فایل الکترونیکی تحویل کارفرما گردد :

- گزارش طراحی تفصیلی مسیر تونل به همراه کلیه نقشه های پلان طرح هندسی، پروفیل طولی و مقاطع عرضی مربوطه با مقیاس مناسب
- گزارش مطالعات زمین شناسی مهندسی
- نقشه پلان زمین شناسی مهندسی منطقه در مقیاس ۱/۱۰۰۰ تا ۱/۵۰۰ و با عرض حدود ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر
- نقشه های مقاطع طولی و عرضی زمین شناسی منطقه
- گزارش مطالعات لرزه خیزی و لرزه زمین ساخت
- گزارش مطالعات آب زمین شناسی
- گزارش مطالعات تحلیل پایداری دهانه های ورودی و خروجی تونل
- گزارش طراحی تفصیلی پوشش موقت (پوشش اولیه حین ساخت) و پوشش دائمی تونل
- نقشه های مراحل حفاری، جزئیات پوشش های موقت و دائمی
- گزارش روش اجرا (تعیین محل گشودن جبهه های حفاری)
- گزارش مطالعات و طراحی تفصیلی پوسته طرح
- گزارش طراحی تفصیلی سامانه تهویه تونل به همراه نقشه ها و جزئیات اجرایی مربوطه
- گزارش طراحی تفصیلی سامانه اطفای حریق تونل به همراه نقشه ها و جزئیات اجرایی مربوطه
- گزارش طراحی تفصیلی تأسیسات برقی، مخابراتی و کنترل هوشمند به همراه نقشه ها و جزئیات اجرایی مربوطه
- گزارش مطالعات ایمنی و تجهیزات به همراه مشخصات فنی تجهیزات مورد نیاز
- دستورالعمل ابزاربندی و رفتارسنجی تونل در حین ساخت و در زمان بهره برداری
- گزارش طراحی تفصیلی زیرسازی و روسازی به همراه نقشه ها و جزئیات اجرایی مربوطه
- گزارش طراحی تفصیلی شبکه جمع آوری و هدایت آبهای سطحی به همراه نقشه ها و جزئیات اجرایی مربوطه
- گزارش طراحی تفصیلی سامانه آب بندی تونل
- گزارش مطالعات حمل و نقل و ترافیک
- دستورالعمل بازرسی های دوره ای تونل
- دستورالعمل تعمیر و نگهداری تونل
- گزارش متره و برآورد هزینه اجرای تونل با کلیه متعلقات مربوطه
- برنامه زمان بندی پیشنهادی اجرای تونل
- آلبوم کامل نقشه های تونل
- تهیه اسناد مناقصه



(پیوست)

دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل های شهری و فضاهای زیرسطحی

سند شماره ۰-۶۳۱-۸-۶ نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران

نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران

دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی

۰-۶۳۱-۸-۶

دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری

و فضاهای زیرسطحی

شورای فنی شهرداری تهران

بهار ۹۹

تصویب: شورای فنی شهرداری تهران

- اکبر ترکان عضو شورای فنی شهرداری تهران
- صفا صبوری دیلمی عضو شورای فنی شهرداری تهران
- محمد علی پنجه فولادگران عضو شورای فنی شهرداری تهران
- مهدی تفضلی عضو شورای فنی شهرداری تهران
- افشین حبیب زاده عضو شورای فنی شهرداری تهران
- پژمان اللهوردیزاده عضو شورای فنی شهرداری تهران

بررسی و تایید: کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران

- حسن ارباب عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- رضا اسماعیلی فرد عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- پژمان اللهوردیزاده عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- محمد جواد خسروی پور عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- سلطان آقاخان محمدی عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- محمد اسماعیل علیخانی عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران
- علی فغانی عضو کمیته مشورتی شورای فنی شهرداری تهران

بررسی: کارگروه تخصصی

- آرش عظیم زاده مدیر پروژه‌های تونلی شرکت مهندسیین مشاور پژوهش عمران راهوار
- انوشیروان سلیمانی راد کارشناس سیویل، مهندسیین مشاور کلات راه پارس
- احسان صدوقی معاون فنی، مهندسیین مشاور نقشه‌پرداز رایانه
- سید محمد منصورزاده عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
- کریم روشنیخت رئیس دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران
- پوریا قاسمی کارشناس دفتر تدوین ضوابط و معیارهای فنی سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران

تهیه‌کنندگان سند:

- شهرام بیگ‌زاده مهندسیین مشاور آبسان پارس
- مهدی امامی مهندسیین مشاور آبسان پارس
- محبوبه بغدادی مهندسیین مشاور آبسان پارس
- فرهاد بابایی مهندسیین مشاور آبسان پارس

پیشگفتار

با گسترش ساخت و بهره‌برداری از فضاهای زیرسطحی، تداخل آنها با سازه‌ها و برنامه‌های توسعه شهری نمایان‌تر گردیده است. این تداخل در شرایطی که تونل از زیر و یا با فاصله اندکی از بافت متراکم شهری عبور می‌کند، یکی از چالش‌های مهم در مدیریت شهری را شکل داده است. این چالش که در مراحل طراحی و احداث فضاهای زیرسطحی نیازمند توجه ویژه است، تعیین پوسته یا حریم و حقوق مکتسبه املاک شهری است که باید با در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی، مدیریت خطر و آسیب‌های احتمالی برای تونل‌ها و اراضی و سازه‌های مجاور و با ارایه راهکارها و متدولوژی مناسب مرتفع گردد. در این راستا، دستورالعملی برای تعریف حریم و پوسته این فضاها امری ضروری می‌باشد.

با توجه به این که طرح پوسته فضاهای زیرسطحی موضوعی گسترده و با پیچیدگی‌های خاص می‌باشد، ضروری است ضوابط لازم در مراحل مطالعات، طراحی، اجرا و بهره‌برداری جهت برنامه‌ریزی تملک اراضی و ساخت و سازه‌های آتی، تهیه شود. علاوه بر این، نظر به عدم تهیه پوسته برای عمده‌ی تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی ساخته شده در شهر، ضرورت جدی برای تدوین دستورالعملی جامع و کامل برای تهیه پوسته طرح تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی احساس می‌گردد.

لذا دستورالعمل حاضر با هدف ارائه ضوابط لازم برای تهیه پوسته تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی تدوین شده است. امید است استفاده از این دستورالعمل، گامی مهم در راستای حل معضلات و تسهیل مدیریت نگهداری تونل‌ها باشد. در پایان به نوبه خود از همه عزیزانی که در تدوین، بررسی و تایید این سند، شورای فنی شهرداری تهران را همراهی نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

صفا صبوری دیلمی

معاون فنی و عمرانی شهرداری تهران

بهار ۱۳۹۹

ب.....	فهرست جدول‌ها
ج.....	فهرست شکل‌ها
۱.....	فصل ۱- کلیات.....
۱.....	مقدمه
۲.....	۱-۱- هدف و دامنه کاربرد.....
۲.....	۲-۱- ضوابط حاکم بر طرح پوسته تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی.....
۲.....	۳-۱- طرح هندسی و طراحی مقطع عرضی و ابعاد تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی.....
۲.....	۴-۱- طرح سازه‌ای تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی.....
۳.....	۵-۱- مطالعات ژئوتکنیک.....
۳.....	۶-۱- معماری و شهرسازی.....
۳.....	۷-۱- حقوقی و مالکیتی.....
۳.....	۸-۱- تعاریف اصلی.....
۶.....	فصل ۲- استانداردها، دستورالعمل‌ها و ضوابط لازم‌الاجرا.....
۶.....	۱-۲- طرح هندسی و طراحی مقطع عرضی و ابعاد تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی.....
۶.....	۲-۲- طرح سازه‌ای تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی.....
۶.....	۳-۲- مطالعات ژئوتکنیک.....
۶.....	۴-۲- معماری و شهرسازی.....
۷.....	۵-۲- حقوقی و مالکیتی.....
۸.....	فصل ۳- مطالعات تهیه پوسته طرح.....
۸.....	۱-۳- مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (توجیهی).....
۱۰.....	۲-۳- مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (مفهومی).....
۱۰.....	۳-۳- مطالعات و طراحی پایه.....
۱۳.....	۴-۳- مطالعات و طراحی تفصیلی.....
۱۷.....	۵-۳- مطالعات مرحله اجرا.....
۱۸.....	۶-۳- مطالعات مرحله بهره‌برداری.....

فهرست جدول‌ها

عنوان

صفحه

جدول ۱- مشخصات ترسیمی اطلاعات مندرج بر روی نقشه طرح پوسته تونل‌ها و فضاهاى زیرسطحی	۱۵
جدول ۲- میزان انحراف مجاز زاویه‌ای	۲۱

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

-
- شکل ۱- تصویر شماتیک تعیین نواحی محدودیت ساخت و ساز ۱۶
- شکل ۲- نمایش تغییرات نشست سطحی با حفر تونل ۲۰



فصل ۱- کلیات

مقدمه

حفر فضاهای زیرسطحی در اشکال مختلف و با کاربردهای گوناگون از دیرباز تاکنون مورد توجه جوامع بشری بوده است، به گونه‌ای که بشر در دوره‌های مختلف تاریخی برای مقابله با خطرهای محیطی، فضاهای زیر سطح زمین را محلی امن دانسته و به آن پناه می‌برده است. امروزه با پیشرفت جوامع و توسعه و گسترش شهرهای پرجمعیت، با کاهش شدید اراضی رو سطحی در بدنه‌ی شهرها مواجه شده‌ایم که این امر در کنار رشد قابل توجه تکنولوژی و بهره‌مندی از ابزارآلات حفاری، سبب روی آوردن کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به استفاده‌ی بیشتر از فضاهای زیرسطحی برای ارائه خدمات شهری شده است.

حال فضاهای زیرسطحی به دلیل فراگیری در زیر بافت متراکم شهری، در کنار مزایای فراوانی که دارند، خود به عاملی برای ایجاد خطر برای اراضی مجاور رو سطحی و ساکنان آن‌ها بدل گشته‌اند، بنابراین یکی از چالش‌های مهم در مدیریت شهری و به خصوص در بخش طراحی و احداث فضاهای زیرسطحی، تعیین پوسته یا حریم با ملاحظات مترتب بر آن و به خصوص با در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی و مدیریت خطر و آسیب‌های احتمالی برای اراضی و سازه‌های مجاور است که این چالش و راهکارهای گذر از آن محور اصلی دستورالعمل حاضر خواهد بود.

ساختار کلی این دستورالعمل دارای دو بخش است که بخش اول ضوابط حاکم بر طرح و بخش دوم الزامات طراحی فضاهای زیرسطحی است.

از آنجا که طرح پوسته فضاهای زیرسطحی موضوعی گسترده، چند وجهی و دارای ضوابط مختلفی است، لازم بود تا این ضوابط جمع‌آوری و در قالب یک دستورالعمل در اختیار طراحان و سایر ذی‌نفعان قرار گیرد، لذا ابتدا ضوابط حاکم بر طراحی پوسته که مبنای تهیه دستورالعمل نیز بوده ارائه گردیده است سپس به تفکیک، هدف و دامنه کاربرد، استانداردها و دستورالعمل‌های لازم‌الاجرا و تعاریف مرتبط با هر ضابطه ارائه شده است.

در قسمت بعدی دستورالعمل، طراحی فضای زیرسطحی در شش بخش مطالعات توجیهی، مفهومی، پایه، تفصیلی، مرحله اجرا و مرحله بهره‌برداری ارائه گردیده است. در هر بخش از مطالعات نیز به اطلاعات و مدارک مورد نیاز، تجزیه و تحلیل اطلاعات، انعکاس اطلاعات بر روی نقشه‌ها، شیوه ارائه طراحی پوسته و گزارش مطالعات اشاره شده است.



۱-۱- هدف و دامنه کاربرد

با توجه به رشد روز افزون جمعیت، محدودیت فضاهای روسطحی و افزایش قیمت زمین در شهرها و نیز افزایش نیازهای جامعه در حوزه‌های مختلف خدمات شهری، توجه مدیریت شهری به استفاده از فضاهای زیر سطح زمین برای ساماندهی شهر توجیه‌پذیر و الزام‌آور خواهد بود، بنابراین یکی از مهم‌ترین پروژه‌های عمرانی در شهرها به‌خصوص شهرهای پرجمعیت نظیر تهران، طراحی و اجرای فضاهای زیرسطحی است. بدیهی است به جهت جانمایی این سازه‌ها در زیر بافت متراکم شهری، جابجایی زمین در اثر حفاری و ایجاد خطر برای اراضی و سازه‌های مجاور آن، تدوین دستورالعمل طراحی پوسته این سازه‌ها با در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی، فنی و اجرایی، اقتصادی و اجتماعی، شهرسازی، حقوقی و مالکیتی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. به طور عمومی عنوان پوسته و حریم در طرح فضاهای زیرسطحی به یک معنا به کار می‌رود اما در دستورالعمل حاضر منظور از طراحی پوسته، مطالعات تعیین حریم و ناحیه تأثیر فضاهای زیرسطحی بر روی سازه‌ها و اراضی مجاور رو سطحی است. لازم است در تمام پروژه‌های زیرسطحی در هر شرایط و عمقی و با هر خطر نسبی مطالعات پوسته انجام شود و پس از آن با توجه به مسائل سازه‌ای و تأثیرات و خطرات ناشی از احداث فضاهای زیرسطحی برای سازه‌ها و اراضی مجاور، نسبت به لزوم تملک و آزادسازی تعیین تکلیف شود. بدیهی است انجام مطالعات پوسته برای پروژه‌های زیرسطحی موجود و جدید الاحداث نیز بر مبنای این دستورالعمل الزامی است. هم‌چنین انجام این مطالعات در پروژه‌های زیرسطحی که به‌صورت طرح و ساخت باشد، بایستی در شرح خدمات مشاور طرح و یا مشاور همکار پیمانکار لحاظ گردد.

لازم به ذکر است این دستورالعمل فقط در مورد تونل‌های ترافیکی شهری و فضاهای زیرسطحی عمومی (به غیر از مستحذات مترو) است که تمام و یا قسمت عمده‌ای از آن به صورت سرپوشیده، به شکل فضایی بسته و محصور در خاک طراحی و اجرا شود و البته برای اجرای آن از مقاومت بسیج شده یا ظرفیت خود نگه‌دارنده توده خاک یا سنگ استفاده گردد.

۱-۲- ضوابط حاکم بر طرح پوسته تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی

ضوابط حاکم بر طرح پوسته تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی در پنج بخش به شرح زیر بوده که در هر بخش هدف و دامنه کاربرد، استانداردها و تعاریف اختصاصی مرتبط ارائه شده است.

۱-۳- طرح هندسی و طراحی مقطع عرضی و ابعاد تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی

طرح پوسته در وهله اول ماهیت هندسی دارد و به طور مستقیم به جانمایی فضای زیرسطحی، طرح هندسی محور تونل، نیمرخ طولی، مقطع عرضی، عمق و ابعاد آن وابسته است بنابراین لازم است شعاع تأثیر و حریم تونل و فضای زیرسطحی و در نهایت مطالعات پوسته، با بررسی این پارامترها و آیین‌نامه‌های مرتبط با آن‌ها به‌عنوان ضوابط حاکم بر طراحی تعیین گردد.

۱-۴- طرح سازه‌ای تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی

از موارد مهم اشاره شده و تأثیرگذار که حتماً باید در زمان طراحی پوسته مدنظر قرار گیرد می‌توان به مشخصات سازه‌ای، پوشش و سیستم نگهداری فضای زیرسطحی و روش اجرا اشاره نمود.

<p>فصل اول: کلیات صفحه: ۳</p>	 <p>شورای فنی شهرداری تهران</p>	<p>دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶</p>
-----------------------------------	--	---

۱-۵- مطالعات ژئوتکنیک

از موارد تأثیرگذار که باید در زمان طراحی پوسته مدنظر قرار گیرد می‌توان به رفتار خاک، روبره‌ی تونل، شناخت وضعیت زیر سطح زمین، جنبه‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی، شرایط آب‌های زیرزمینی و تراز آن‌ها، وجود گسل و پتانسیل زلزله اشاره نمود.

۱-۶- معماری و شهرسازی

از آنجا که مهم‌ترین هدف طرح پوسته‌ی فضاهای زیرسطحی مدیریت خطر و آسیب‌های احتمالی و نیز ایجاد شرایط ایمن و عاری از خطر برای بافت‌های مختلف شهری روسطحی مجاور آن‌ها است، لذا بررسی طرح‌های بالادستی شهری نظیر طرح تفصیلی ملاک عمل، طرح‌های اجرایی و حرایم شهری و ضوابط حاکم بر آن‌ها توسط مشاور، پیمانکار و بهره‌بردار پروژه ضروری و اجتناب ناپذیر است.

۱-۷- حقوقی و مالکیتی

یکی از چالش‌های مهم در زمان طراحی پوسته و نیز اجرای فضای زیرسطحی، مسائل حقوقی و دعاوی احتمالی مترتب بر معارضات ملکی مجاور در مواردی نظیر حقوق مکتسبه، خرابی و آسیب‌های احتمالی و تملک و آزادسازی این اراضی است. بدیهی است بررسی و رعایت ملاحظات قانونی و ضوابط حقوقی حاکم بر موضوعات مذکور توسط مشاور، پیمانکار و بهره‌بردار ضروری است.

۱-۸- تعاریف اصلی

- ۱-۸-۱- طرح پوسته: مطالعات تعیین حریم و ناحیه تأثیر عملیات حفاری و احداث فضای زیرسطحی بر اراضی سطحی مجاور
- ۲-۸-۱- فضای زیرسطحی شهری: هر فضای زیرزمینی عمومی که تمام و یا قسمت عمده‌ای از آن به صورت سرپوشیده اجرا شود به‌عنوان فضای زیرسطحی تلقی می‌گردد.
- ۳-۸-۱- تونل‌ها: یکی از انواع فضاهای زیرسطحی می‌باشند که نسبت طول به قطر آن‌ها قابل ملاحظه بوده (حداقل پنج برابر عرض سواره‌رو) و به روش‌های معمول تونل زنی حفر می‌شوند.
- ۴-۸-۱- مسیر ترافیکی زیرسطحی: مسیرهایی هستند که وسیله نقلیه غیر ریلی داشته، در امتداد مسیر ترافیکی بوده و با استفاده از روش‌های تونل زنی و کند و پوش (cut and cover) اجرا شده باشند.
- ۵-۸-۱- طرح هندسی: طرح بخش‌های قابل‌رؤیت مانند مسیر افقی، نیمرخ طولی، فاصله‌های دید، شیب‌ها و نیمرخ عرضی است.
- ۶-۸-۱- طرح اجرایی: نقشه‌های پوسته اجرایی اجزاء شهری (گذرها، مسیل‌ها،...)
- ۷-۸-۱- شعاع تأثیر: شعاعی که به ازای آن نشست سطحی اراضی مجاور به صفر می‌رسد.
- ۸-۸-۱- نقشه مرزی نشست: نقشه محدوده شعاع تأثیر فضای زیرسطحی در زمین‌های مجاور

<p>فصل اول: کلیات صفحه: ۴</p>	 <p>شورای فنی شهرداری تهران</p>	<p>دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶</p>
-----------------------------------	--	---

- ۹-۸-۱- نشست (Settlement): تغییر مکان قائم ایجاد شده در محیط است.
- ۱۰-۸-۱- آسیب: در این دستورالعمل، خرابی‌های ایجاد شده در سازه‌های سطحی بر اثر حفر و احداث تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی، آسیب گفته می‌شود.
- ۱۱-۸-۱- پوسته راه (Right of way): برابر است با مجموع پهنای بدنه راه و حریم دو طرف آن. می‌توان گفت پوسته تونل در وهله اول از راه اصلی تبعیت می‌کند سپس با توجه به شعاع تأثیر تونل در سطح گسترش می‌یابد.
- ۱۲-۸-۱- حریم راه: حریم راه عبارت است از زمین‌های بین حد نهایی بدنه راه تا خطی به فاصله مشخص از محور راه، به قسمی که مجموع پهنای بدنه راه و حریم دو طرف آن برابر با مقادیر مصوب باشد. (در شهرسازی محدوده‌ای را که ساخت‌وسازها در آن کنترل می‌شود حریم می‌نامند)
- ۱۳-۸-۱- حریم حفاظتی: زمینی است که در تصرف راه نبوده و در تملک و تحت اختیار صاحب راه نیست، ولی استفاده از آن به منظور رعایت منافع و حقوق عمومی به طور دائم یا موقت تنظیم می‌شود.
- ۱۴-۸-۱- حریم مصوب: محدوده‌ای است که در طرح‌های تفصیلی شهرها در اطراف مسیر راه‌های پیشنهادی این طرح‌ها تعیین می‌شود و ساخت و سازها تا قطعی شدن مسیر راه پیشنهادی، در داخل این محدوده کنترل می‌گردد. این محدوده یک نوع حریم حفاظتی است که در عرف آن را حریم مصوب (به معنای حریم در نظر گرفته شده در طرح‌های مصوب) و پوسته مصوب می‌گویند.
- ۱۵-۸-۱- طرح تفصیلی: عبارت از طرحی است که بر اساس معیارها و ضوابط کلی طرح جامع شهر نحوه استفاده از زمین‌های شهری در سطح محلات مختلف شهر و موقعیت و مساحت دقیق زمین برای هر یک از آن‌ها و وضع دقیق و تفصیلی شبکه عبور و مرور و میزان تراکم جمعیت و تراکم ساختمانی در واحدهای شهری و اولویت‌های مربوط به مناطق بهسازی و نوسازی و توسعه و حل مشکلات شهری و موقعیت کلیه عوامل مختلف شهری در آن تعیین می‌شود و نقشه‌ها و مشخصات مربوط به مالکیت بر اساس مدارک ثبتی تهیه و تنظیم می‌گردد.
- ۱۶-۸-۱- حرایم: وضعیت حرایم عوارض مصنوعی و طبیعی، فضای سبز و حفاظتی، مسیل‌ها و قنوات، اماکن نظامی و انتظامی، میراث فرهنگی و سایر موارد.
- ۱۷-۸-۱- کاربری اراضی: کاربری اراضی حاشیه مسیر مورد مطالعه، مشخص کننده نحوه استفاده از زمین است.
- ۱۸-۸-۱- حقوق مکتسبه: حقوق مکتسبه شامل کلیه مجوزهای دریافت شده در رابطه با حدود اربعه ملک توسط مالک است که از طریق شهرداری منطقه متبوع دریافت شده و پروانه ساختمانی، گواهی پایان کار، عدم خلاف و غیره را شامل می‌گردد.
- ۱۹-۸-۱- سیستم نگهداری تونل‌ها: کنترل پایداری تونل‌ها جهت تأمین ایمنی لازم در زمان حفاری و همین طور پایداری بلند مدت آن‌ها است.
- ۲۰-۸-۱- بار خاک: این بار برابر است با وزن ارتفاعی از خاک که پس از احداث تونل تمایل به ریزش دارد.
- ۲۱-۸-۱- پایش یا رفتار سنجی (Monitoring): مشاهده، ثبت و بررسی سیستماتیک وضعیت تغییرات کمی و کیفی یک پارامتر در یک دوره زمانی معین برای یک سازه خاص است.
- ۲۲-۸-۱- روباره تونل: فاصله ارتفاعی سقف تونل تا سطح زمین
- ۲۳-۸-۱- مقاومت برشی توده خاک: مقاومت داخلی واحد سطح آن خاک است که می‌تواند برای مقابله با گسیختگی یا لغزش در امتداد هر صفحه داخلی بروز دهد.
- ۲۴-۸-۱- Right of way (ROW) manual: دستورالعمل پوسته
- ۲۵-۸-۱- Constraction constrain: محدودیت ساخت و ساز



- ۱-۸-۲۶- حقوق مالکانه (Acquisition): عبارت است از حقوقی که طبق قوانین و مقررات موجود و نیز عقود که بین افراد منعقد می‌شوند، به هر مالک تعلق می‌گیرد.
- ۱-۸-۲۷- حقوق عمومی: عبارت است از آن دسته از حقوقی که بر طبق قوانین و مقررات جهت انتفاع شهروندان و مراجعه کنندگان از این فضاها تدوین می‌شود و به صورت عرفی به رسمیت شناخته می‌شود.



فصل ۲- استانداردها، دستورالعمل‌ها و ضوابط لازم‌الاجرا

استانداردها و دستورالعمل‌ها و ضوابط لازم‌الاجرای طراحی پوسته عبارت‌اند از:

۱-۲- طرح هندسی و طراحی مقطع عرضی و ابعاد تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی

- آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران (نشریه ۴۱۵) - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور - ۱۳۹۱
- طراحی مقطع عرضی تونل‌ها - وزارت راه و ترابری - معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، مجمع جهانی راه (پی‌ارک) - ۱۳۸۹
- AASHTO manual- guide for highway right of way
- FHWA Road Tunnel manual
- AASHTO T-20 Tunnels

۲-۲- طرح سازه‌ای تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی

- راهنمای طراحی و اجرای پوشش داخلی تونل‌های راه و راه آهن (ضابطه ۶۸۴) - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - ۱۳۹۴
- FHWA Road Tunnel manual
- نشریه ۱۰۱- مشخصات فنی عمومی راه - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - ۱۳۹۴
- ضوابط عمومی موجود برای طراحی سازه‌ها (نظیر آیین‌نامه آبا و غیره)

۳-۲- مطالعات ژئوتکنیک

- Subsurface_Investigations_AASHTO_1988
- FHWA Road Tunnel manual
- مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان - پی و پی سازی
- خطرهای محتمل بر تونل‌های درون شهری - دانش شهر شماره ۱۰۹ - مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران - بهار ۱۳۹۱
- دستورالعمل پایش تونل‌های شهر تهران در زمان ساخت - مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران - تابستان ۱۳۹۳
- روش‌های اجرای تونل‌های شهری و چالش‌های مرتبط - مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران - بهمن‌ماه ۱۳۹۳
- دستورالعمل رفتار سنجی فضاهای زیرزمینی در حین اجرا (نشریه ۲۵۲) - سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - ۱۳۸۱

۴-۲- معماری و شهرسازی

- دستورالعمل تهیه طرح‌های اجرایی شبکه معابر شهر تهران - اداره کل شهرسازی و طرح‌های شهری - معاونت معماری و شهرسازی شهرداری تهران - اردیبهشت ۱۳۹۲
- طرح تفصیلی ملاک عمل



- آیین‌نامه طراحی راه شهری- نشریه ۴۱۵ - وزارت مسکن و شهرسازی-۱۳۷۴
- مصوبات شورای عالی شهرسازی

۲-۵- حقوقی و مالکیتی

- ماده ۳۰، ۳۸ و ۳۹ قانون مدنی جمهوری اسلامی ایران
- قانون تعیین وضعیت املاک واقع در طرح‌های دولتی و شهرداری‌ها ۱۳۶۷/۹/۲
- لایحه قانونی نحوه خرید و تملک اراضی و املاک برای اجرای برنامه‌های عمومی، عمرانی و نظامی دولت مصوب ۱۳۵۸/۱۱/۱۷
- قانون نحوه تقویم ابنیه، املاک و اراضی مورد نیاز شهرداری‌ها مصوب ۱۳۷۰/۸/۲۸
- قانون تأسیس شرکت قطار شهری تهران حومه مصوب ۱۳۵۴/۲/۱۶
- ماده ۱۷۵ قانون برنامه پنجم توسعه
- ماده ۱۳۶ قانون مدنی (حرایم)



فصل ۳ - مطالعات تهیه پوسته طرح

در این قسمت به معرفی و توضیح مدارک و اطلاعات لازم و همچنین اقدامات مورد نیاز برای طراحی پوسته پرداخته می‌شود. با توجه به تأثیر مطالعات پوسته بر شرایط اقتصادی پروژه، اولویت زمانی انجام آن در مطالعات توجیهی پروژه و پس از مطالعات مقدماتی طرح هندسی و سازه‌ای تونل و فضای زیرسطحی است تا با تهیه گزارش توجیهی، لزوم احداث تونل و فضای زیرسطحی بررسی گردد. سپس در مطالعات مفهومی کلیات و داده‌های طرح به دست آمده از مطالعات توجیهی بررسی و گزینه برتر انتخاب می‌گردد.

بدیهی است پس از انجام مطالعات مفهومی پوسته‌ی سازه زیرسطحی، حریم حفاظتی تعیین شده و محدوده مورد مطالعه موقتاً به جهت فعالیت‌های شهرسازی فریز شده (توقف فعالیت به‌طور موقت) و اخذ هرگونه جواز ساخت و ساز بر مبنای خروجی مطالعات مفهومی خواهد بود.

در بخش طراحی پایه و تفصیلی، پوسته‌ی تونل و فضای زیرسطحی طراحی دقیق شده و اجرایی می‌گردد. پس از نهایی شدن مطالعات تفصیلی پوسته، محدوده فریز شده به دست آمده از مطالعات مفهومی تدقیق و اجرایی شده و از این پس مبنای تعیین محدودیت ساخت و ساز، استعلام، صدور جواز و حقوق مکتسبه و هرگونه تغییر در عرصه و اعیان شهری در محدوده پوسته، خروجی مطالعات تفصیلی است. همچنین در مرحله احداث و بهره‌برداری بسته به شرایط پروژه، پوسته‌ی طرح بازنگری و اصلاح می‌گردد؛ بنابراین الزامات طراحی پوسته تونل‌ها در شش بخش به شرح زیر است:

۳-۱- مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (توجیهی)

با توجه به تأثیر مطالعات پوسته طرح بر شرایط اقتصادی پروژه، اولویت زمانی انجام آن توسط مشاور طرح در مقطع مطالعات توجیهی پروژه و هم زمان با مطالعات مقدماتی طرح هندسی و سازه‌ای تونل و فضای زیرسطحی است. ضروری است تا با تهیه گزارش توجیهی، لزوم احداث تونل و فضای زیرسطحی و به خصوص جانمایی آن با توجه به محدودیت‌های روسطحی شهری بررسی گردد.

- لازم است تا موارد تأثیرگذار در تعیین محدوده تأثیر فضای زیرسطحی نظیر پلان هندسی، جانمایی، پروفیل طولی و عرضی، عمق و ابعاد طرح تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی و مطالعات ژئوتکنیک توسط تیم طراحی پوسته با هماهنگی گروه طرح هندسی و سازه در محدوده مورد مطالعه بررسی شود و تأثیرات مربوطه در پوسته تونل مد نظر قرار گیرد.
- مشاور طرح می‌بایست با توجه به ارتباط طرح پوسته تونل و فضای زیرسطحی با اطلاعات شهرسازی روسطحی و به‌منظور بررسی دقیق‌تر، نقشه پلان مسیر و جانمایی تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی را بر روی نقشه‌های اطلاعات مکانی جانمایی نماید (با توجه به کمبود اطلاعات در مرحله مطالعات مقدماتی، در صورت نبود اطلاعات مکانی، جانمایی بر روی تصاویر هوایی بزرگ مقیاس (با دقت بالا) انجام شود).
- مشاور طرح موظف است جهت تعیین شعاع تأثیر، میزان نشست سطحی ناشی از عملیات حفاری و یا فروکشی سطح آب زیرزمینی (در صورت وجود) و نیز برآورد جابجایی‌های زمین، از توصیه‌های ارائه شده توسط آخرین دستورالعمل FHWA Road Tunnel (پیوست ۱)، دستورالعمل‌های پایش، مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، مدل‌سازی نرم‌افزار مورد تأیید، از شیوه‌های تجربی، تحلیلی یا عددی استفاده نموده و نقشه مرزی نشست و جابجایی احتمالی را در مسیر و محدوده فضای زیرسطحی تهیه نماید (در صورت نیاز از نرم‌افزار GIS استفاده گردد).

فصل سوم: مطالعات تهیه پوسته طرح صفحه: ۹	 شورای فنی شهرداری تهران	دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶
--	--	--

- مشاور طرح موظف است جهت تعیین شعاع تأثیر فضای زیرسطحی و در نهایت طراحی پوسته، شیوه اجرا و سطح اشغال، عمق، جنبه‌های زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی و نوع خاک، تراز آب زیرزمینی، عملکرد سازه‌ای، وجود گسل و پتانسیل زلزله و معارضات تأسیساتی (که بسته به شرایط هر پروژه اولویت آن‌ها تغییر می‌کند) را بررسی نماید.
- با توجه به محدودیت اطلاعات زمین‌شناختی و ژئوتکنیکی توده خاک در برگیرنده سازه زیرسطحی در مرحله مطالعات مقدماتی و توجیهی، لازم است تا محدوده عمق بحرانی تونل بر اساس اطلاعات موجود زمین‌شناسی توسط کارشناس راه و سازه تعیین و مبنای طرح پوسته قرار گیرد.
- از آنجا که مهم‌ترین هدف از طرح پوسته‌ی فضاهای زیرسطحی ایجاد شرایط ایمن و عاری از خطر برای بافت‌های مختلف شهری روسطحی مجاور آن‌ها است، لذا در این مرحله بررسی کلی طرح‌های بالادستی شهری نظیر طرح تفصیلی ملاک عمل، طرح اجرایی و حرایم شهری محدوده مورد مطالعه توسط کارشناس راه و شهرسازی ضروری است.
- از آنجا که نوع کاربری اراضی واقع در محدوده تأثیر سازه زیرسطحی نقش مهمی در تحلیل مسائل اقتصادی و حقوقی طرح دارد لازم است تا این مهم بر روی نقشه‌های پهنه‌بندی بررسی و در گزارش مطالعات گنجانده شود.
- لازم است تا کاربری‌های مختلف مجاور سازه زیرسطحی بررسی و به خصوص سازه‌های استراتژیک و با درجه اهمیت بالا (پدافند غیرعامل، مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان) در طرح پوسته مدنظر قرار گیرد.
- دریافت نقطه نظرات سازمان‌ها و ارگان‌های ذی‌ربط و ذینفع مانند شهرداری منطقه مورد مطالعه، در خصوص مسائل و محدودیت‌های فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و حقوقی طرح پوسته سازه زیرسطحی، ضروری است.
- جانمایی سازه زیرسطحی در بافت متراکم شهری و مجاورت آن با تأسیسات زیربنایی شهر از چالش‌های مهم پیش روی احداث این سازه‌هاست، لذا ضروری است نقشه معارضات تأسیساتی موجود و آتی مجاور طرح با هماهنگی سازمان‌های ذی‌ربط تهیه و با طرح پوسته هماهنگ گردد.
- در صورت وجود احتمال آسیب و ایجاد خرابی و به تبع آن ریسک بالای خطر برای سازه‌ها و اراضی روسطحی مجاور در محدوده پوسته سازه زیرسطحی، بایستی تأثیرات زیست‌محیطی، اجتماعی، اقتصادی (منطقه‌ای و فرا منطقه‌ای) تملک و آزادسازی و یا تغییر کاربری محدوده پوسته توسط مشاور در گزارش توجیهی لحاظ گردد تا مبانی دقیق‌تری برای تصمیم‌گیری در اختیار باشد.
- مشاور بایستی با بررسی پارامترهای مذکور در فوق و با توجه به محور مسیر تونل و یا جانمایی سازه زیرسطحی و شعاع تأثیر به دست آمده از نقشه مرزی نشست، پوسته طرح را در هر طرف نسبت به مرکز یا محور سازه زیرسطحی و در طول مسیر آن تعیین و بر روی نقشه‌های شهری ترسیم نماید، سپس با رویکرد تحلیلی میزان ریسک و آسیب‌های احتمالی به اراضی و سازه‌های مجاور طرح را بررسی و لزوم تملک و آزادسازی و یا تغییر کاربری محدوده پوسته سازه زیرسطحی را تعیین نماید.
- گروه طراحی پوسته سازه زیرسطحی (مشاور طرح) موظف است کلیه مدارک و اطلاعات مذکور و تجزیه و تحلیل آن‌ها به همراه نقشه مقدماتی و نیز برآورد تقریبی هزینه و برنامه زمان‌بندی آزادسازی و تملک محدوده پوسته را در گزینه‌های مختلف در غالب گزارش توجیهی فنی، اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی تهیه و ارائه نماید. همچنین موظف است ضوابط ارائه پیشنهاد، منطبق بر دستورالعمل تهیه طرح‌های اجرایی معابر شهر تهران (اداره کل شهرسازی و طرح‌های شهری) را رعایت نماید.

فصل سوم: مطالعات تهیه پوسته طرح صفحه: ۱۰	 شورای فنی شهرداری تهران	دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶
---	--	--

۲-۲- مطالعات پدیدآوری پوسته طرح (مفهومی)

پس از تصمیم‌گیری در خصوص ضرورت احداث سازه زیرسطحی در بخش مطالعات مفهومی، کلیات و داده‌های طرح به دست آمده از مطالعات توجیهی بررسی و گزینه برتر انتخاب می‌گردد و سپس با تعیین حریم حفاظتی، محدوده پوسته مورد مطالعه فریز شده (توقف فعالیت به طور موقت) و اخذ هر گونه جواز شهرسازی در این محدوده منوط به انجام استعلام بر اساس خروجی مطالعات مفهومی شود.

- در این بخش کلیه اطلاعات و مدارک، شعاع تأثیر سازه زیرسطحی و دیگر ملزومات مطالعات توجیهی، تدقیق و به‌روزرسانی شده و چارچوب ادامه مطالعات و گزینه‌های نهایی توسط مشاور طرح تعیین می‌گردد.
- لازم است تا نقشه مقدماتی پلان هندسی پوسته طرح در مقیاس ۱/۲۰۰۰ در گزینه‌های نهایی تهیه و پس از تدقیق و به‌روزرسانی برآورد در گزینه‌های نهایی، گزینه برتر انتخاب گردد. (به جهت برآورد هزینه تملک، قیمت خرید و فروش یک مترمربع عرصه و اعیان املاک مجاور مسیر طرح توسط مشاور تهیه کننده طرح تعیین می‌گردد)
- گروه طراحی پوسته سازه زیرسطحی موظف است کلیه مدارک و اطلاعات مذکور و تجزیه و تحلیل آن‌ها به همراه نقشه مقدماتی پوسته طرح در هر طرف نسبت به مرکز یا محور سازه زیرسطحی و در طول مسیر آن در مقیاس ۱/۲۰۰۰ و نیز برنامه زمان‌بندی و برآورد تقریبی هزینه آزادسازی و تملک محدوده پوسته را در گزینه نهایی، در غالب گزارش مفهومی تهیه و ارائه نماید.
- لازم است در این مرحله به منظور پیشگیری از بروز دعاوی و مشکلات حقوقی در خصوص تملک و آزادسازی محدوده پوسته سازه زیرسطحی، محدوده مذکور فریز شده و مطالعات توجیهی و مفهومی پوسته به عنوان مبنای تعیین محدودیت ساخت و ساز، استعلام، صدور جواز و حقوق مکتسبه و هرگونه تغییر در عرصه و اعیان شهری در محدوده مذکور قرار گیرد.

۳-۳- مطالعات و طراحی پایه

- طراحی پایه مجموعه اطلاعات و داده‌های تخصصی است که نحوه اجرا و تحقق طراحی مفهومی را بیان می‌کند.
- لازم است اطلاعات، نتایج و گزینه نهایی طرح پوسته در مطالعات توجیهی - مفهومی تدقیق و به‌روزرسانی شود تا در صورت مغایرت با وضع موجود نسبت به بازنگری آن اقدام گردد.
 - با توجه به اهمیت مشخصاتی نظیر پلان هندسی، جانمایی، پروفیل طولی و عرضی، عمق و ابعاد طرح سازه زیرسطحی، مشاور طرح موظف است، کلیه نقشه‌های طرح پایه تونل و فضای زیرسطحی را در بخش‌های مختلف بررسی و سپس بر مبنای آن اقدام به تهیه طرح پوسته می‌نماید.
 - به‌منظور کاهش خطر و آسیب‌پذیری سازه‌های مجاور و طراحی پوسته ایمن، لازم است با انجام عملیات پایش، صحت فرضیات انجام شده در خصوص مسائلی نظیر فشار آب زیرزمینی، تنش‌های برجا و تغییر شکل‌پذیری زمین (که اطلاعات اولیه و اصلی مطالعه و طراحی تونل را تشکیل می‌دهند) بررسی و تدقیق گردد. بدیهی است ضوابط دستورالعمل‌های پایش در این خصوص حاکم خواهند بود.
 - کارشناس سازه مشاور طرح موظف است جهت تعیین شعاع تأثیر، میزان نشست سطحی ناشی از عملیات حفاری و یا فروکشی سطح آب زیرزمینی (در صورت وجود) و نیز برآورد جابجایی‌های زمین، از توصیه‌های ارائه شده توسط آخرین

فصل سوم: مطالعات تهیه پوسته طرح صفحه: ۱۱	 شورای فنی شهرداری تهران	دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶
---	--	--

دستورالعمل FHWA Road Tunnel (پیوست ۱)، دستورالعمل‌های پایش، مبحث هفتم مقررات ملی ساختمان، مدل‌سازی نرم‌افزار مورد تأیید، از شیوه‌های تجربی، تحلیلی یا عددی استفاده نموده و نقشه مرزی نشست و جابجایی احتمالی را در مسیر و محدوده فضای زیرسطحی تهیه نماید (در صورت نیاز از نرم‌افزار GIS استفاده گردد).

- شعاع تأثیر سازه زیرسطحی بر مبنای مطالعات ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی و با استفاده از اطلاعات گمانه‌های اکتشافی موجود در مسیر مورد مطالعه توسط مشاور طرح تهیه می‌گردد. مطالعات انجام شده بر روی گمانه‌ها شامل دانه‌بندی، سطح آب زیرزمینی و پارامترهای مکانیکی و مقاومتی خاک (آزمایش SPT، حدود اتربرگ، ضریب چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی) است. واضح است در صورتی که مشخصات موجود برای تصمیم‌گیری در خصوص رفتار خاک کافی نباشد انجام مطالعات و آزمایش‌های تکمیلی الزامی است.

- روش ساخت و جزئیات شیوه حفاری، عمق و قطر سازه زیرسطحی، جنبه‌های زمین‌شناسی و رفتار تنش-کرنش-مقاومت خاک، تراز آب زیرزمینی و عملکرد سازه زیرسطحی، وجود گسل و پتانسیل زلزله و معارضات تأسیساتی از مهم‌ترین پارامترهای تعیین‌کننده تأثیر سازه زیرسطحی و در نهایت طراحی پوسته هستند که بسته به شرایط هر پروژه اولویت آن‌ها تغییر می‌کنند، لذا لازم است کارشناس سازه مشاور طرح موارد فوق را جهت تعیین محدوده تأثیر سازه زیرسطحی، مورد بررسی، آنالیز و مطالعه قرار دهد.

- مشاور موظف است پس از بررسی شیوه اجرای سازه زیرسطحی و تعیین تقریبی مساحت مورد نیاز و جانمایی تقریبی تجهیز کارگاه و تأسیسات پشتیبانی عملیات تونل‌سازی، نظیر کارخانه سگمنت، شفت خروج دستگاه حفار، شفت‌های تهویه و فرار میانی در مسیر تونل و دسترسی‌های میانی، حریم حفاظتی تعیین نماید و این سطوح را در طرح پایه پوسته منعکس نماید.

- ترسیم و بررسی خطوط شبکه معابر آخرین نقشه طرح تفصیلی ملاک عمل و خطوط طرح‌های اجرایی مصوب در طرح پوسته سازه زیرسطحی بخش عمده‌ای از مسائل فنی و حقوقی مالکان عمومی و خصوصی را در آتیه طرح مرتفع خواهد ساخت بنابراین لازم است تا توسط کارشناس راه و شهرسازی مشاور طرح این مهم به انجام برسد.

- کاربری اراضی حاشیه مسیر مورد مطالعه، مشخص‌کننده نحوه استفاده از زمین است. لازم است این اطلاعات توسط کارشناس شهرسازی مشاور با استناد به نقشه‌های پهنه‌بندی بالادست به صورت پلاک به پلاک کسب گردد تا جهت تعیین نحوه دسترسی‌ها و سایر بررسی‌های فنی و حقوقی مورد استفاده قرار گیرد.

- اطلاعات حقوق مکتسبه املاک مجاور طرح به عنوان یکی از پارامترهای تعیین‌کننده در تحلیل مسائل مالی و مدیریت مسائل حقوقی قابل بررسی است. این اطلاعات شامل شماره مشخصه، شماره پلاک ثبتی، نوع گواهی، شماره و تاریخ صدور گواهی، حدود اربعه طبق سند، حدود اربعه پس از اصلاحی و سایر توضیحات مورد نیاز خواهد بود که باید توسط کارشناس راه و شهرسازی مشاور طرح بررسی و جمع‌آوری گردد.

- مشاور طرح موظف است با بررسی وضع موجود سازه‌های مجاور پس از تعیین شعاع تأثیر سازه زیرسطحی و ترسیم پوسته بر روی نقشه پایه، جهت کاهش ریسک و خطرپذیری، کنترل خرابی‌های احتمالی و مستندسازی جهت حل مسائل حقوقی احتمالی، با هماهنگی تیم پایش و تیم طراح پوسته، نسبت به انجام مطالعات پهنه‌بندی، رفتار سنجی، پایش و بررسی شرایط سازه‌ای و ژئوتکنیکی سازه‌های مجاور موجود اقدام نموده و اطلاعات مذکور را بر روی نقشه پایه طرح پوسته منعکس نماید، سپس با توجه به مطالعات رفتار سنجی، تأثیر متقابل سازه زیرسطحی و سازه‌های مجاور رو سطحی موجود را بررسی کرده تا بر این اساس و با در نظر گرفتن میزان ایجاد خطر در محدوده تأثیر از سوی هرکدام، لزوم تملک و آزادسازی محدوده پوسته سازه زیرسطحی تعیین گردد.



- به‌طور کلی از عوامل مؤثر در تأثیرپذیری ساختمان‌ها (و سازه‌های دیگر) در زمان احداث و بهره‌برداری سازه زیرزمینی می‌توان به مشخصات ساختمان، مشخصات زمین در برگیرنده سازه زیرسطحی، موقعیت و مشخصات سازه زیرسطحی، نوع حفاری اشاره نمود.

مشخصات ساختمان‌های مجاور موجود که لازم است جهت تهیه پهنه‌بندی مدنظر قرار گیرد عبارت‌اند از:

- کاربری ساختمان

- نوع ساختمان از لحاظ سازه‌ای (فولادی، بتنی و بنایی)

- نوع پی (بدون پی، پی منفرد، نواری، گسترده و عمیق)

- نشست زمین اطراف سازه

- نشست در محل پی هر سازه

- عمر ساختمان

- ابعاد هندسی ساختمان (طول، عرض و ارتفاع)

- وجود ترک و مشخصات آن در نمای ساختمان

- وجود استخر در ساختمان‌ها

- نوع دیوارهای غیر باربر داخلی (آجری، چوبی، پنل‌های پیش‌ساخته، آلومینیوم و شیشه‌ای)

- تاریخچه بازسازی‌های صورت گرفته و ثبت نوع کارهای تعمیراتی انجام شده

- تاریخچه نشست‌ها یا فرو ریزش‌های اتفاق افتاده در محدوده ساختمان

- نوع ساختمان به لحاظ اهمیت آن (تاریخی، دولتی و غیره)

- پارامترهای مقاومتی خاک

- ضخامت روباره آبرفتی و یا خاک دستی بر روی سازه زیرسطحی

- چاه‌ها و انباره‌های آب و فاضلاب (محل، جهت، ابعاد، عمق و فاصله از سازه زیرسطحی) و موقعیت احتمالی رشته قنات و

تونل‌های هدایت فاضلاب یا جمع‌آوری آب‌های سطحی نسبت به ساختمان‌ها

- فاصله افقی بر ساختمان‌ها تا مرکز سازه زیرسطحی یا جدار گودبرداری

- فاصله قائم پی ساختمان‌ها تا سقف سازه زیرسطحی

به‌منظور تحلیل میزان ریسک و آسیب‌های احتمالی به سازه‌های مجاور موجود لازم است تا با تعیین شاخص آسیب‌پذیری سازه‌ها

یا شدت اثر (کلاس ساختمان) و رده آسیب (آسیب احتمالی) نسبت به تعیین رده ریسک اقدام شود. جهت بررسی دقیق‌تر،

استفاده از دستورالعمل‌های پایش و ارزیابی ریسک به‌روز شده و مورد تأیید مراجع ذیصلاح الزامی است.

لازم است با توجه به اطلاعات مذکور در فوق و با رویکرد تحلیلی میزان ریسک و آسیب‌های احتمالی به اراضی و سازه‌های مجاور

موجود برآورد شده و رده ریسک بر روی سازه‌های مجاور در محدوده پوسته‌ی سازه زیرسطحی درج شود تا مبنای تهیه مستندات

حقوقی و تعیین لزوم تملک و آزادسازی املاک و اراضی مجاور قرار گیرد.

• وضعیت حریم‌ها (ماده ۱۳۶ قانون مدنی)، عوارض مصنوعی و طبیعی، فضای سبز و حفاظتی، مسیل‌ها و قنات، اماکن

نظامی و انتظامی، میراث فرهنگی و سایر موارد می‌بایست از طریق استعلام از مراجع ذی‌ربط و یا تهیه مستندات مربوطه

توسط مشاور طرح مشخص گردد.

بررسی سوابق و نقشه‌های ثبتی گذر و درج آن بر روی نقشه پایه به تثبیت و استمرار حقوق و مالکیت مشروع آحاد جامعه و

تنظیم روابط مادی و در صورت بروز اختلاف به ختم دعاوی به دلیل رسمیت و اعتبار اسناد تنظیمی کمک می‌نماید.

فصل سوم: مطالعات تهیه پوسته طرح صفحه: ۱۳	 شورای فنی شهرداری تهران	دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶
---	--	--

- تیم مشاور طرح می‌بایست با توجه به موارد مذکور در فوق از جمله شعاع تأثیر و نقشه مرزی نشست، مطالعات سازه‌ای و ژئوتکنیکی و طرح هندسی مسیر و اطلاعات شهرسازی محدوده تأثیر، پوسته طرح را در هر طرف نسبت به مرکز یا محور سازه زیرسطحی و در طول مسیر آن تعیین و در مقیاس ۱/۲۰۰۰ بر روی نقشه پایه ترسیم نماید.
- با توجه به تغییر مشخصات پارامترهای تأثیرگذار در طرح پوسته، به خصوص رفتار و پروفیل متغیر خاک در طول مسیر سازه زیرسطحی و با در نظر گرفتن تأثیر آزادسازی اراضی روسطحی مجاور سازه زیرسطحی در بافت و منظر شهری و تبعات مالی این اقدام، طرح غیریکنواخت پوسته بر اساس پارامترهای مذکور در فوق در صورتی که اختلال جدی در نمای شهر ایجاد ننماید، اقتصادی و قابل بررسی است.
- مشاور طرح موظف است کلیه مدارک و اطلاعات مذکور و تجزیه و تحلیل آن‌ها به همراه نقشه پلان هندسی پوسته طرح سازه زیرسطحی در مقیاس ۱/۲۰۰۰، برآورد تقریبی هزینه و برنامه زمان‌بندی تملک و آزادسازی پوسته طرح سازه زیرزمینی را در قالب گزارش مطالعات پایه طرح پوسته تهیه و ارائه نماید.

۳-۴ - مطالعات و طراحی تفصیلی

- طراحی تفصیلی عبارت است از فرآیندی که در آن جزئیات ساختارهای طرح، طراحی و مستند سازی می‌شود.
- لازم است اطلاعات و نتایج طرح پوسته در بخش مطالعات پایه تدقیق و به‌روزرسانی شود تا در صورت مغایرت با وضع موجود نسبت به بازنگری آن اقدام گردد.
 - لازم است گروه طراحی پوسته کلیه نقشه‌های طرح تفصیلی سازه زیرسطحی را در بخش‌های مختلف بررسی و سپس بر مبنای آن اقدام به تهیه پوسته طرح نماید.
 - لازم است تا کلیه مطالعات ژئوتکنیکی مطالعات پایه طرح بررسی و در صورت نیاز تدقیق و به‌روزرسانی شود. واضح است در صورتی که مشخصات موجود برای تصمیم‌گیری در خصوص رفتار خاک کافی نباشد انجام مطالعات و آزمایش‌های تکمیلی الزامی است.
 - تهیه نقشه مبنا به عنوان بستری برای درج اطلاعات و داده‌ها و یکپارچه‌سازی آن‌ها ضروری است، بنابراین لازم است وضع موجود اراضی و سازه‌های مجاور در محدوده تأثیر به دست آمده در بخش مطالعات پایه، به موازات مسیر تونل یا به مرکزیت سازه زیرسطحی در مقیاس ۱:۵۰۰ به صورت مستقیم زمینی نقشه‌برداری شده و بر اساس محاسبات مربوطه در سیستم تصویر U.T.M و سیستم مختصات بیضوی WGS84 به همراه کدهای ارتفاعی، به صورت فایل رقومی تهیه گردد.
 - کارشناس سازه مشاور طرح موظف است شعاع تأثیر، نقشه مرزی نشست، برآورد نشست سطحی و جابجایی زمین را بر اساس مطالعات پایه طرح بررسی، تدقیق و بروز آوری نماید و اطلاعات مذکور را با مقیاس ۱:۵۰۰ بر روی نقشه مبنا درج نماید.
 - لازم است کلیه اطلاعات مربوط به پهنه‌بندی و رفتارشناسی سازه‌های مجاور موجود و مطالعات مدیریت ریسک که در بخش مطالعات پایه تهیه گردیده، تدقیق و به‌روزرسانی شود و بر مبنای آن لزوم تملک و آزادسازی در مسیر تونل تعیین و بر روی نقشه مبنا منعکس گردد.
 - جهت کاهش هزینه‌های تملک و آزادسازی محدوده پوسته، امکان طراحی غیریکنواخت پوسته بررسی گردد.



• پس از جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل مطالعات پایه پوسته‌ی طرح و تدقیق آن در مرحله تفصیلی، لازم است تاب جهت یکپارچگی مطالعات، کلیه مدارک و اسناد و اطلاعات بر روی نقشه مبنا (فایل نقشه‌برداری مقیاس ۱:۵۰۰) منعکس گردد.

به این منظور درج اطلاعات زیر به صورت تفصیلی و با مشخصات جدول (۱) الزامی است:

- پوسته طرح تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی
- خطوط طرح تفصیلی ملاک عمل
- خطوط طرح اجرایی مصوب
- نتایج استعلام حرایم (ماده ۱۳۶ قانون مدنی)
- پلان هندسی و محور مسیر و یا جانمایی تونل و فضای زیرسطحی در مقیاس ۱:۵۰۰
- عمق و ابعاد تونل و فضای زیرسطحی در مقاطع مختلف
- خط انتهایی سازه‌ای در راست و چپ و به موازات مسیر یا نسبت به مرکز سازه
- رده ریسک سازه‌های مجاور موجود
- جانمایی حدود محدودیت ساخت و ساز در مسیر سازه زیرسطحی (محدوده توسط هاشور مشخص شود)
- جانمایی سازه‌های مهم و استراتژیک و با درجه اهمیت بالا (محدوده توسط هاشور مشخص شود)
- جانمایی معارضات تأسیساتی و زیربنایی شهری موجود و نیز آتی مجاور طرح (شبکه‌ها توسط خطوط و جانمایی توسط هاشور تفکیک شود)
- جانمایی و تعیین مساحت تجهیز کارگاه و تأسیسات پشتیبانی عملیات تونل با توجه به شیوه اجرا (محدوده توسط هاشور تفکیک شود)
- سوابق و نقشه‌های ثبتی گذرهای روسطحی
- اطلاعات کاربری اراضی مجاور به صورت متنی داخل نقشه وضع موجود و در بلوک مورد نظر
- اطلاعات حقوق مکتسبه به صورت جدول در کنار پلاک‌ها (با شماره‌گذاری بر روی هر پلاک تفکیک شود)

فصل سوم: مطالعات تهیه پوسته طرح صفحه: ۱۵	 شورای فنی شهرداری تهران	دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶
---	--	--

در جدول ۱ مشخصات لازم برای ارائه در نقشه پوسته طرح آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات ترسیمی اطلاعات مندرج بر روی نقشه طرح پوسته تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی

ردیف	عنوان	رنگ ترسیم	نوع خط ترسیم	رنگ متن
۱	پوسته تونل و فضای زیرسطحی	سبز	ممتد	سبز
۲	خطوط طرح تفصیلی ملاک عمل	قرمز	ممتد	قرمز
۳	خطوط طرح اجرایی مصوب	آبی	ممتد	آبی
۴	خطوط طرح اجرایی انشعایی	قهوه‌ای	خط چین	قهوه‌ای
۵	خطوط حرایم	خاکستری	خط نقطه	خاکستری
۶	خطوط محور تونل و جانمایی فضای زیرسطحی	قرمز	خط نقطه	-
۷	اطلاعات عمق و ابعاد فضای زیرسطحی	-	-	سیاه
۸	خطوط انتهایی سازه	بنفش	ممتد	-
۹	جانمایی سازه‌های مهم	نارنجی	-	قرمز
۱۰	معارضات تأسیساتی شهری	نارنجی	خط چین	قرمز
۱۱	جانمایی تجهیز کارگاه تونل سازی	بنفش	-	قرمز
۱۲	خطوط نقشه ثبتی گذر	صورتی	ممتد	صورتی
۱۳	اطلاعات کاربری اراضی	-	-	قرمز
۱۴	اطلاعات حقوق مکتسبه	-	-	قرمز
۱۵	رده ریسک سازه‌های مجاور موجود	-	-	نارنجی
۱۶	جانمایی محدوده سه‌گانه بر اساس میزان خطر	-	هاشور	قرمز، زرد، سبز

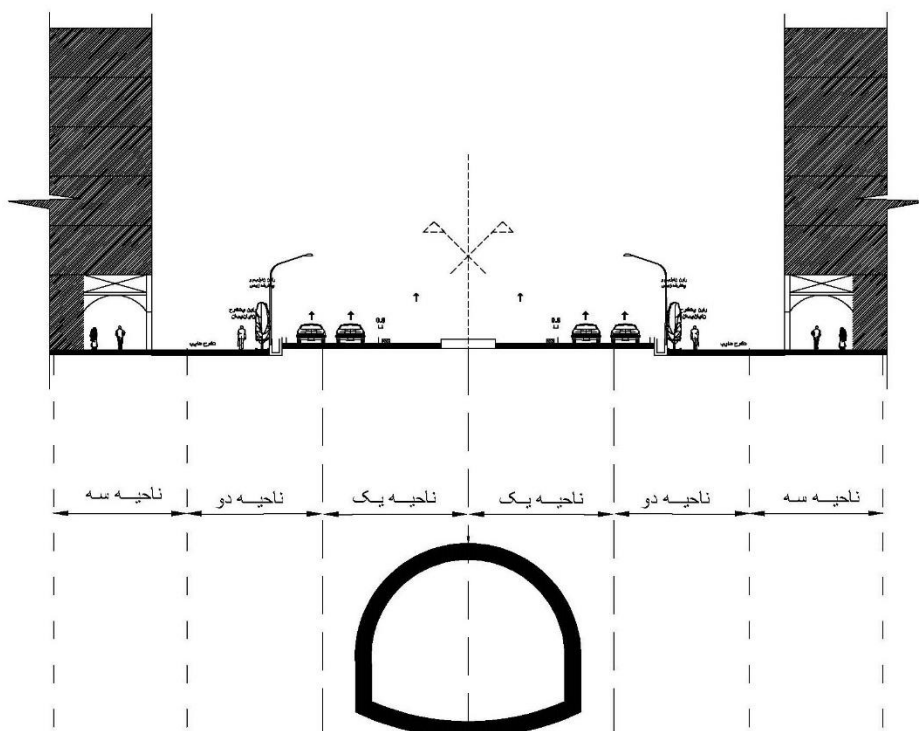
- تیم طراحی موظف است در تهیه نقشه اجرایی پوسته سازه زیرسطحی و شیوه ارائه اسناد و مدارک، ضوابط و معیارهای دستورالعمل تهیه طرح‌های اجرایی شبکه معابر تهران (اداره کل شهرسازی و طرح‌های شهری) را رعایت نماید.
- تیم طراحی پوسته سازه زیرسطحی موظف است کلیه مدارک و اطلاعات مذکور و تجزیه و تحلیل آن‌ها به همراه نقشه اجرایی پوسته طرح سازه زیرسطحی را در دو طرف نسبت به مرکز یا محور سازه زیرسطحی و در طول مسیر آن در مقیاس ۱:۵۰۰ به همراه برآورد تفصیلی هزینه و برنامه زمان‌بندی تملک و آزاد سازی پوسته طرح سازه زیرسطحی را، در قالب گزارش مطالعات تفصیلی طرح پوسته تهیه و ارائه نماید. همچنین موظف است ضوابط ارائه پیشنهاد را منطبق دستورالعمل تهیه طرح‌های اجرایی معابر شهر تهران (اداره کل شهرسازی و طرح‌های شهری) رعایت نموده و از طرح پیشنهادی در مراجع ذیصلاح دفاع نماید.
- مشاور موظف است بر مبنای نقشه‌ها و اسناد و مدارک طرح که مورد تأیید کمیسیون رسیدگی به طرح‌ها قرار گرفته، اقدام به تهیه نقشه مادر (اورجینال) طبق ضوابط دستورالعمل تهیه طرح‌های اجرایی معابر شهر تهران (اداره کل شهرسازی و طرح‌های شهری) نماید.



- مشاور موظف است با توجه به طرح پوسته سازه زیرسطحی نسبت به تهیه پیوست‌های مطالعات پوسته طرح به شرح زیر اقدام نماید:

الف) راهنمای کاربردی محدودیت ساخت و ساز در محدوده پوسته طرح

با توجه به تأثیر متقابل سازه‌های زیرسطحی و روسطحی بر روی هم و احتمال ایجاد خرابی و خطر برای هرکدام و نیز به منظور پیشگیری از این آسیب‌ها و خطرات احتمالی، لازم است تا مشاور طرح با توجه به طرح پوسته‌ی تهیه شده، شعاع تأثیر (نقشه مرزی نشست) و نیز عمق سازه زیرسطحی، راهنمای کاربردی محدودیت‌های ساخت‌وساز آبی را (اعم از ساخت، نوسازی و بازسازی) در محدوده پوسته طرح و حداقل در سه ناحیه نسبت به مرکز یا محور سازه زیرسطحی تهیه نماید تا مبنای استعلام و صدور مجوز توسط سازمان‌های ذی‌ربط گردد.



شکل ۱- تصویر شماتیک تعیین نواحی محدودیت ساخت و ساز

شکل ۱، این محدودیت‌ها برای سازه‌هایی که در حین اجرا یا پس از اجرای سازه زیرسطحی و در مجاورت آن احداث می‌شوند، قابل اجراست.

-بدیهی است نوع محدودیت‌ها و میزان آن‌ها در هر ناحیه، اهمیت و میزان تأثیرگذاری هر محدودیت و هم چنین حد مرزی هر ناحیه نسبت به محور سازه زیرسطحی، با در نظر گرفتن مشخصات و شرایط سازه‌ای، عمق و شرایط ژئوتکنیکی و رفتار خاک دربرگیرنده سازه زیرسطحی، توسط مشاور پوسته طرح تعیین می‌گردد.

-بدیهی است بافاصله گرفتن از محور سازه زیرسطحی و نزدیک شدن به حد شعاع تأثیر (مرز نشست صفر)، محدودیت ساخت و ساز به حداقل می‌رسد.

این محدودیت‌ها و عناوین آن‌ها به شرح زیر است:

- احداث یا نوسازی ساختمان‌ها، تعبیه زیرزمین و تعداد طبقات آن‌ها
- حفر چاه‌های فاضلاب

- تعیین سیستم انتقال بار ساختمان به شالوده (نوع شالوده)
- ملاحظات خاک‌برداری و گودبرداری
- محدودیت اجرای سازه نگهبان اعم از شمع، نیلینگ و انکراژ
- محدودیت عبور کانال‌ها، قنوت و تونل‌های آب‌رسانی و زهکشی با توجه به نوع خاک اطراف سازه زیرزمینی

لازم به ذکر است علاوه بر موارد فوق بسته به شرایط خاص هر پروژه لازم است تا با هماهنگی تیم طراح سازه نسبت به بررسی دیگر پارامترهای محدودکننده تصمیم‌گیری شود.

-فواصل طولی تعیین نواحی محدودکننده در مسیر طولی سازه زیرسطحی، با توجه به شرایط خاص هر پروژه و تغییر رفتار و پروفیل طولی خاک با نظر مشاور طرح و بر اساس دستورالعمل‌های مرتبط تعیین می‌گردد.
-بدیهی است در صورت اقدام به ساخت و ساز در محدوده پوسته طرح سازه زیرسطحی، تعیین این محدودیت‌ها بر مبنای مطالعات پوسته‌ی طرح و پیوست مذکور و با توجه به جانمایی، شرایط سازه‌ای، عمق و فاصله جانبی و عمودی سازه‌ی روسطحی نسبت به سازه زیرسطحی، توسط مشاور ذی‌صلاح انجام گردیده و این محدودیت‌ها مبنای صدور مجوز توسط سازمان‌های ذی‌ربط خواهد بود.

ب) ارائه طرح پیشنهادی تغییر کاربری اراضی در توسعه‌های آتی در محدوده پوسته طرح
ج) راهنمای شیوه و اولویت‌بندی زمانی آزادسازی و تملک اراضی رو سطحی در محدوده پوسته طرح

۳-۵- مطالعات مرحله اجرا

به دلیل پیچیدگی و تغییرات اطلاعات زمین‌شناختی و ژئوتکنیکی محدوده‌ی مورد مطالعه و نیز رفتار خاک در زمان حفر سازه‌های زیرسطحی و همچنین احتمال تغییرات طرح‌های شهری بالادستی و ساخت و سازهای جدید نسبت به زمان طراحی، لازم است اقدامات زیر جهت به‌روزرسانی مطالعات طرح پوسته‌ی سازه‌های زیرسطحی انجام گردد:

- تطبیق مطالعات تفصیلی پوسته طرح با وضع موجود
- بازنگری مطالعات ژئوتکنیکی در حین اجرا
- هماهنگی با تیم پایش برای به‌روزرسانی رفتار سنجی سازه‌های مجاور طبق دستورالعمل‌های رفتار سنجی فضاهای زیرزمینی در حین اجرا
- تدقیق جانمایی تجهیز کارگاه و تأسیسات پشتیبانی عملیات تونل‌سازی در زمان اجرا
- تدقیق شعاع تأثیر تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی در صورت لزوم
- به‌روزرسانی اطلاعات املاک و اراضی مجاور طرح در مقطع زمانی اجرا
- تهیه مدارک قانونی در خصوص تأثیر عملیات حفاری بر سازه‌های مجاور
- بازنگری مطالعات پوسته در صورت لزوم
- انجام مطالعات پوسته طرح برای فضاهای زیرسطحی در حال احداث که فاقد طرح پوسته می‌باشند و قبل از ابلاغ دستورالعمل حاضر طراحی گردیده‌اند.



۳-۶- مطالعات مرحله بهره‌برداری

به دلیل پیچیدگی و تغییرات اطلاعات زمین‌شناختی و ژئوتکنیکی محدوده مورد مطالعه و نیز رفتار خاک پس از احداث سازه‌های زیرسطحی و همچنین احتمال تغییرات طرح‌های شهری بالادستی و ساخت‌وسازهای جدید نسبت به زمان طراحی و اجرا، لازم است تا اقدامات زیر جهت به‌روزرسانی مطالعات طرح پوسته‌ی سازه‌های زیرسطحی انجام گردد:

- بررسی نقشه‌های اجرایی و چون ساخت فضاهای زیرسطحی

- هماهنگی با گروه پایش برای به‌روزرسانی رفتار سنجی سازه‌های مجاور

- هماهنگی با گروه پایش برای به‌روزرسانی رفتار خاک

- تدقیق شعاع تأثیر سازه‌های زیرسطحی در صورت لزوم

- بازنگری مطالعات پوسته در صورت لزوم

انجام مطالعات پوسته طرح برای سازه‌های زیرسطحی بهره‌برداری شده که فاقد طرح پوسته بوده و قبل از ابلاغ دستورالعمل حاضر احداث گردیده‌اند الزامی است. این مطالعات بر اساس نقشه‌های اجرایی و چون ساخت پروژه یا لحاظ نمودن تمامی الزامات بخش مطالعات تفصیلی و مطالعات مرحله بهره‌برداری طرح پوسته فضاهای زیرسطحی مذکور در فوق انجام گیرد.

<p>ضمائم صفحه: ۱۹</p>	 <p>شورای فنی شهرداری تهران</p>	<p>دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶</p>
---------------------------	--	---

پیوست:
دستورالعمل FHWA محاسبه نشست

ضمائم صفحه: ۲۰	 شورای فنی شهرداری تهران	دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶
-------------------	--	--

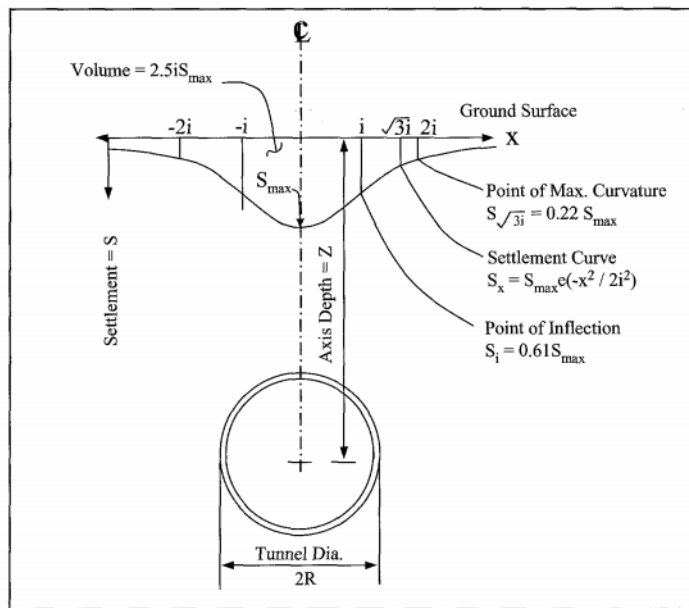
دستورالعمل FHWA، با ارزیابی تغییرات نشست سطحی روابطی جهت محاسبه نشست در سطح زمین و در عمق بر اساس مطالعات پک ارائه داده است که به شرح زیر می‌باشند:

$$\text{Settlement Curve: } s = s_{\max} e^{-x^2/2i^2} \quad (۱)$$

$$\text{Point of Max. Curvature: } S_{\sqrt{3}i} = 0.22 s_{\max} \quad (۲)$$

$$\text{Point of Inflection: } S_i = 0.61 s_{\max} \quad (۳)$$

شکل ۲ نحوه استفاده از این فرمول و موقعیت هر یک را نشان می‌دهد. در این روابط، s_{\max} نشست ماکزیم ناشی از حفاری تونل است که عموماً طراحان در محاسبات خود به دست می‌آورند. لذا با داشتن فرمول (۱)، طراح قادر خواهد بود در فواصل بیشتر از محور تونل، به ارزیابی مقدار نشست بپردازد و بر اساس مقدار نشست سازه با توجه به نوع و کاربری سازه، فاصله مناسب تونل از سازه را محاسبه نماید.



شکل ۲ - نمایش تغییرات نشست سطحی با حفر تونل

همچنین در این دستورالعمل، میزان انحراف زاویه‌ای برای حالات مختلف خرابی ارائه شده است (جدول ۲). این جدول می‌تواند در کنترل تغییر مکان‌های سازه‌های مجاور مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲ - میزان انحراف مجاز زاویه‌ای

Table 4-5 (i) Limiting Angular Distortion, Wahls, 1981	
Category of Potential Damage	Angular Distortion
Damage to machinery sensitive to settlement	1.750
Danger to frames with diagonals	1.600
Safe limit for no cracking of building ^a	1.500
First cracking of panel walls	1.300
Difficulties with overhead cranes	1.300
Tilting of high rigid building becomes visible	1.250
Considerable cracking of panel and brick walls	1.150
Danger of structural damage to general building	1.150
Safe limit for flexible brick walls ^a	1.150

^aSafe limit includes a factor of safety

<p>فهرست مراجع صفحه: ۲۲</p>	 <p>شورای فنی شهرداری تهران</p>	<p>دستورالعمل تهیه پوسته طرح برای تونل‌های شهری و فضاهای زیرسطحی سند شماره: ۰-۶۳۱-۸-۶</p>
---------------------------------	--	---

فهرست مراجع

۱. دستورالعمل تهیه طرح‌های اجرایی شبکه معابر شهر تهران اداره کل شهرسازی و طرح‌های شهری، معاونت معماری و شهرسازی شهرداری تهران، اردیبهشت ۱۳۹۲
۲. طراحی مقطع عرضی تونل‌های دوطرفه راه، وزارت راه و ترابری، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، مجمع جهانی راه (پی‌آرک)، پاییز ۱۳۸۹
۳. آیین‌نامه طرح هندسی راه‌های ایران، نشریه شماره ۴۱۵، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور ۱۳۹۱
۴. آیین‌نامه طراحی راه شهری، وزارت مسکن و شهرسازی ۱۳۷۴
۵. خطرهای محتمل بر تونل‌های درون‌شهری، دانش شهر شماره ۱۰۹، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، بهار ۱۳۹۱
۶. دستورالعمل پایش تونل‌های شهر تهران در زمان ساخت، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران تابستان ۱۳۹۳
۷. روش‌های اجرای تونل‌های شهری و چالش‌های مرتبط، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۳۹۳
۸. مقاله مهندسی تونل و فضاهای زیرزمینی، شماره ۲ (دوره ۳)، بررسی تحلیلی و تطبیقی ملاحظات برنامه‌ریزی، حقوقی و مالکیتی در فرآیند، زمستان ۱۳۹۳
۹. تحلیلی و تطبیقی ملاحظات برنامه‌ریزی، حقوقی و مالکیتی در فرآیند احداث فضاهای زیرزمینی شهری
۱۰. ضوابط احداث تونل مشترک تأسیسات شهری، نشریه شماره ۳۶۹، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۵
۱۱. معیارهای طرح هندسی راه‌ها و تقاطع‌ها، نشریه شماره ۸۸، وزارت برنامه‌ریزی و بودجه، ۱۳۶۴
۱۲. تقاطع‌های هم‌سطح شهری، نشریه شماره ۱-۱۴۵، سازمان برنامه‌و بودجه، ۱۳۷۶
۱۳. مشخصات فنی و عمومی راه - نشریه ۱۰۱، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۸۲
۱۴. ضابطه شمار ۶۸۴، راهنمای طراحی و اجرای پوشش داخلی تونل‌های راه و راه‌آهن، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۹۴

نظرات و پیشنهادات

خواننده گرامی

دفتر نظام فنی و اجرایی شهرداری تهران با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه ان دستورالعمل کرده و آن را برای استفاده، به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، بی تردید این اثر نیازمند بهبود و ارتقای کیفی است.

از این رو، از خوانندگان گرامی انتظار دارد که با ارائه نقدها و پیشنهادهای خود، ما را در تکمیل مقررات و دستورالعمل‌های نظام فنی و اجرایی یاری رسانند.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر شما قدردانی می‌کنیم.

نشانی برای مکاتبه: تهران- خیابان حافظ شمالی - روبروی پارک بهجت‌آباد - پلاک ۵۵۹

ساختمان معاونت فنی و عمرانی شهرداری تهران؛

کدپستی: ۱۵۹۷۶۱۴۴۱۳

Email: Technical-council@Tehran.ir



Technical & Executive Regulations of Tehran Municipality

Terms of Reference of Urban Road Tunnel Design

Code No: 3-3-156