

## گسله مشا (Mosha fault)، (بربریان، b و 1976a)

نام‌های دیگر: راندگی اصلی جنوبی (لورنز، 1964). راندگی میگون-مشا (آسرتو، 1966). راندگی اصلی (کارتیر، 1971)؛ مشا-فشم (دلنباخ، 1964؛ چالنگو، 1974).

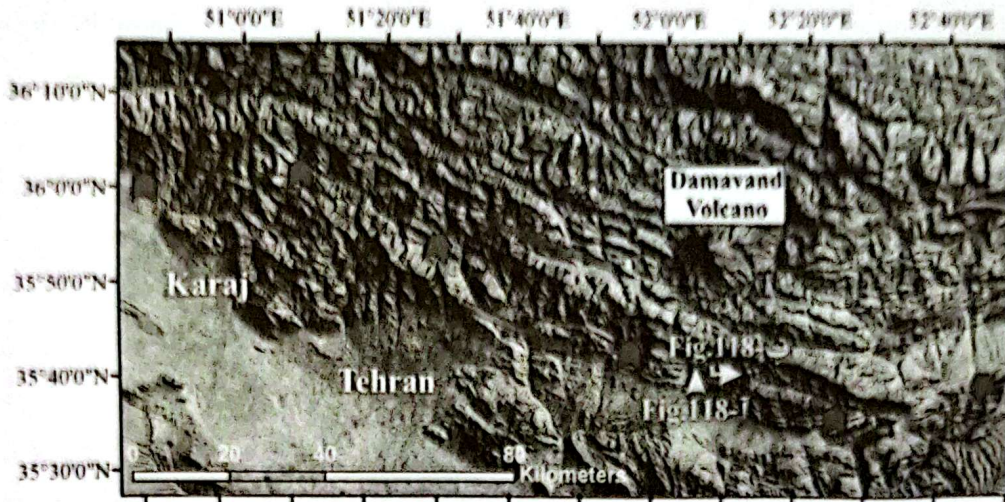
طول: 215 کیلومتر با این حال برای گسله مشا طول‌های مختلفی ذکر شده است. برخی پژوهشگران، گسله فیروزکوه را ادامه باختری گسله مشا می‌دانند که با یک چپ گام به سوی شمال خاور ادامه یافته و انتهای خاوری آن را در نزدیکی گسله فولاد محله تعیین می‌کنند. ادامه آن را نیز تا شمال باختر آبیگ قزوین دنبال می‌کنند که در این صورت طول گسله مزبور به 316 کیلومتر می‌رسد (قاسمی و قرشی، 1383). به گمان بربریان و قرشی (1364) طول گسله 400 کیلومتر است.

سلیمانی و همکاران (1382) گسله مشا را به سه پاره تقسیم کردند که شامل (1) امین‌آباد-فیروزکوه با طول 53 کیلومتر (2) دره مشا-شهرستانک با طول 77 کیلومتر و (3) شهرستانک-ورده با طول 64 کیلومتر است. بر این اساس طول گسله 194 کیلومتر خواهد بود. به گمان ریتز و همکاران (2006) گسله مشا را می‌توان در دو بخش توصیف کرد: یک بخش خطی و شیبدار با طول 100 کیلومتر و با روند خاوری-باختری در خاور از دلیچای (جنوب باختر فیروز کوه) تا فشم (شمال تهران) و یک بخش باختری که با ریخت خمدار از فشم تا هیوا (شمال آبیگ) با طول 120 کیلومتر امتداد دارد و درون واحدهای سنگی سنوزوئیک و پالئوزوئیک یا کامبرین قرار گرفته است.

راستا و شیب صفحه گسله: گسله به صورت یک خط خمدار، در شمال باختری دارای راستای باختر شمال باختری-خاور جنوب خاوری و در بخش مرکزی به تدریج خمیده می‌شود ولی در خاور راستای باختری-خاوری دارد. شیب صفحه گسله متناسب با نوع سنگهای دربردارنده‌اش، بین 35 تا 70 درجه به سمت شمال تغییر می‌کند (چالنگو، 1974). سازوکار گسله: این احتمال وجود دارد که ماهیت اصلی گسله مشا، یک گسله عادی پر شیب پی سنگی باشد که به صورت معکوس دوباره فعال شده است. گسله‌های کششی بزرگ زاویه در برابر جابجایی شیبی معکوس مقاوم هستند، در نتیجه راندگی‌های میانبر (shortcut thrust) از یک گسله دوباره فعال شده اصلی، هم در قسمت فرودپواره و هم فرادپواره گسله گسترش می‌یابند و مقدار به نسبت زیادی از دگرریختی انقباضی را در این نواحی همراهی می‌کنند. با این تفسیر گسله‌های راندگی جوانتر و با شیب‌های ملایم تر در کمر پایین گسله مشا ممکن است از دوباره فعال شدن گسله کششی اولیه نتیجه شده باشد (احتشامی و یساقی، 2007). تحلیل‌های ساختاری مرتبط با گسله مشا همانند تاقدیس بزرگ مقیاس کهر (شامل سازند پرکامبرین کهر) در فرادپواره‌ی گسله و دسته ناودیس‌های فرودپواره (شامل سازند ائوسن کرج) بیانگر آن است که گسله مشا، یک گسله اصلی پی سنگی با چندین کیلومتر جابجایی لغزشی معکوس است (احتشامی و یساقی، 2007). با این حال بررسی‌های پارینه لرزه شناسی جنبش راستالغز چپ بر همراه با مولفه عادی را برای این گسله نشان می‌دهد (ریتز و همکاران، 2006).

میزان جابجایی: جابجایی شاقولی این گسله حدود 4 کیلومتر است (آلنباخ، 1966؛ اشتایگر، 1966؛ چالنگو و همکاران، 1974). بر اساس مقطع بازسازی شده در عرض رشته کوه البرز و عوارض زمین شناسی جابجا شده در امتداد گسله مشا، کوتاه شدگی کلی و راستالغز چپ بر سنوزوئیک به ترتیب در حدود 30 و حدود 30-35 کیلومتر است (آلن و همکاران، 2003). ضمن آنکه جابجایی چپ بر 4 کیلومتری بر روی آبراهه‌ها نیز در بخش خاوری گسله مشاهده می‌شود (آلن و همکاران، 2003).

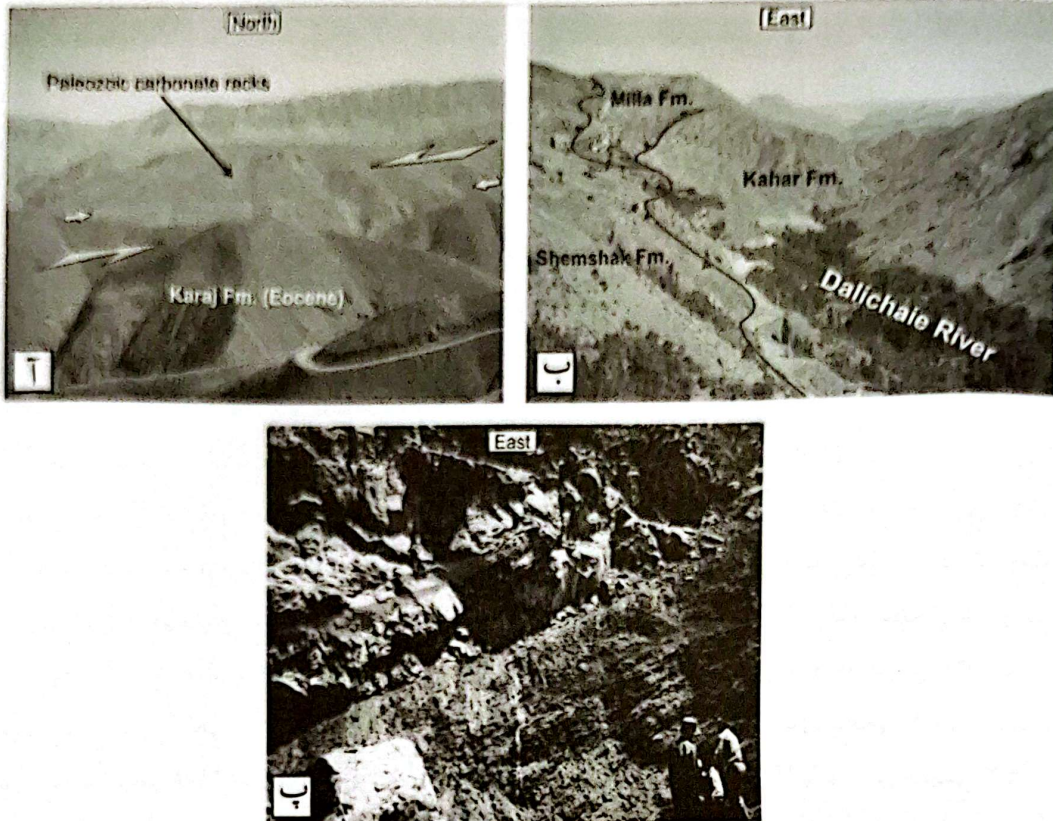
موقعیت جغرافیایی: گسله مشا از دلیچای در خاور تا شمال باختر کرج در باختر و در حاشیه جنوبی البرز مرکزی امتداد دارد (شکل 117).



شکل (۱۱۷): گسله مشا در جنوب قله دماوند و شمال شهرهای تهران و کرج در تصویر همپوشان ماهواره لندست ۷ با مدل ارتفاعی رقومی.

واحدهایی که گسله آن‌ها را قطع کرده است: در راستای این گسله، گستره بلند البرز (High Alborz) از شمال بر روی گستره چین‌های کناری البرز (Alborz Border Folds) در جنوب رانده شده است. در طول رودخانه تار گسله مجموعه کربناته سازندهای پالنوزوئیک و مزوزوئیک را بر روی سازند کرج به سن اتوسن قرار داده است (شکل آ ۱۱۸). ضمن این که در امتداد رودخانه دلچای نیز راندگی نهشته‌های سازند شمشک بر روی سنگ‌های قدیمی سازندهای کهر و میلا را می‌توان مشاهده نمود. (شکل ب ۱۱۸).

در باختر روستای مشا این گسله مرز پادگانه های قدیمی بلند (در شمال) و آبرفت‌های جوان رودخانه‌ای دره مشا (در جنوب) را می‌سازد. در گستره روستاهای لواسان بزرگ، کلان و علاین، گسله مشا با شیب بسیار کم به سوی شمال (راندگی تا سفره رورانده نزدیک به افق) به روشنی دیده می‌شود. در این گستره سازند کرج به سن اتوسن (در شمال) با شیب بسیار کم بر روی مارن، سنگ ماسه و سنگ جوش قرمز نئوزن (در جنوب) رانده شده است (شکل پ ۱۱۸).



شکل (۱۱۸): گسله مشا در مرز سازندهای سنگی گوناگون پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک. (آ) جابجایی چپ بر در آبراهه های بریده شده بواسطه جنبش گسله. (ب) اثر راندگی گسله مشا بین سازندهای شمشک و کهر و فرارگیری سازند میلا بین دو شاخه گسلی در یال شمالی تاقدیس آینه ورزان. بخش مهمی از توالی های سنگی حذف شده است. (پ) راندگی مشا بین واحدهای سنگی سازند کرج در کمر بالا و نهشته های نئوزن در کمر پایین.

ساختارهای همراه: در حوالی لواسان (خاور تهران)، گسله شمال تهران به صورت شاخه ای مجزا از گسله مشا جدا شده و به نظر می رسد که این دو در باختر کرج دوباره به یکدیگر می پیوندند. گسله مشا از سمت باختر نیز به گسله فیروزکوه محدود می شود. گسله های لاسم و لار به موازات بخش خاوری گسله و گسله طالقان به موازات بخش باختری آن قرار دارند. دریاچه تار در ۱۵ کیلومتری خاور شهرستان دماوند در راستای این گسله و در ارتفاع ۳۰۰۰ متری تشکیل شده است. تشکیل این دریاچه نیز به دنبال زمین لغزش روی داده در راستای گسله و درون نهشته های سازند کرج بوده هرچند که آن و همکاران (۲۰۰۳) تشکیل آن را زمین ساختی دانسته و آن را به یک ساختار جدایشی-کششی (pull-apart) ناشی از هم پوشانی پاره های گسلی مشا نسبت می دهند. چنین خوردگی های گوناگونی نیز در راستای گسله دیده می شوند که از آن جمله تاقدیس آینه ورزان و ناودیس زرین کوه در بخش خاوری گسله هستند. بیشتر چین های یاد شده دارای روند موازی با گسله می باشند.

تاثیر گسله بر حوضه رسوبی: گسله مشا مرز جنوبی حوضه رسوبی پالئوزوئیک-مزوزوئیک را در البرز مرکزی تشکیل داده و به نظر می رسد که از زمان پالئوزوئیک به عنوان گسله مرز حوضه (basin-bounding fault) عمل می کرده است. در زمان مزوزوئیک فرادیواره گسله محل مناسبی برای رسوبگذاری در زمان مزوزوئیک بوده است (یسافی و مدنی پور، ۲۰۰۸). کوه های طالقان یک ساختار فراجست (pop-up) از سنگ های پالئوزوئیک-مزوزوئیک را نشان می دهد که به

وسيله گسله‌های مشا با شیب به سوی شمال و طالقان با شیب به سوی جنوب مرزبندی شده‌اند. به نظر می‌رسد که گسله طالقان به عنوان پس راندگی گسله مشا باشد (یساقی و مدنی‌پور، ۲۰۰۸).

تغییر ضخامت رسوبگذاری سازندهای مختلف از جمله سازندهای جیرود، الیکا و شمشک در طرفین گسله و نیز تغییر در رخساره‌های رسوبی این واحدها و نبود برخی از واحدهای رسوبی در یک سو از گسله مانند حذف سازندهای میلا در فرو دیواره، سازند روته در فرادیواره در بخش خاوری آن گویای تاثیر جنبش شیب‌لغز گسله بر الگوی رسوبگذاری و چگونگی قرارگیری توالیهای رسوبی در طول زمان است. این تغییرات به سبب تغییر متناوب سازوکار گسلش از وضعیت شیب لغز عادی به شیب لغز معکوس و برعکس بوده و دست کم از زمان رسوبگذاری سازند میلا قابل مشاهده هستند.

نوع گسله بر اساس توان لرزه خیزی: لرزه زا.

سابقه لرزه خیزی: اشتوکلین (۱۹۶۸) آخرین حرکت این گسله را به سن پلیوسن- پلیستوسن می‌داند ولی (چالنگو، ۱۹۷۴)، این گسله را از نوع لرزه‌زا و زمین لرزه‌های آه- مبارک آباد (۱۹۳۰) و زمین لرزه مشا (۱۹۵۵) را در اثر عملکرد این گسله می‌داند. مهمترین زمین لرزه‌های آن عبارتند از: زمین لرزه ۱۶۶۵ میلادی دماوند (بزرگای سطحی ۶٫۵ و شدت ۸)، زمین لرزه ۱۸۰۲ دماوند، زمین لرزه ۲۰ ژوئن ۱۸۱۱ دماوند، زمین لرزه ۱۸۱۵، زمین لرزه ۲۷ مارس ۱۸۳۰ دماوند- شمیرانات (بزرگای سطحی ۷٫۱ و شدت ۸)، زمین لرزه ۳ اکتبر ۱۹۳۰ آه- مبارک آباد (بزرگای سطحی ۵٫۲ و شدت ۶)، زمین لرزه ۲۴ نوامبر ۱۹۵۵ (بزرگای سطحی ۴ و شدت ۶) و نیز زمین لرزه ۱۰ ژانویه ۱۹۷۴ با بزرگای حجمی ۴٫۳.

به گمان بربریان و یتز (۱۹۹۹) دست کم سه زمین لرزه ویرانگر تاریخی باعث گسیخته شدن سه پاره گسلی مجاور هم در طول ۲۰۰ کیلومتری گسله مشا شده است. زمین لرزه ۹۵۸ میلادی (پاره باختری)، زمین لرزه ۱۶۶۵ میلادی (پاره خاوری) و زمین لرزه ۱۸۳۰ میلادی (پاره مرکزی). به گمان آن‌ها مرز بین پاره گسیخته در سال ۹۵۸ میلادی و پاره گسیخته شده در سال ۱۸۳۰ میلادی منطبق بر تغییر ناگهانی در امتداد گسله مشا می‌باشد، اما مرز گسیختگی‌های ۱۸۳۰ و ۱۶۶۵ میلادی بر یک ناپوستگی زمین شناسی واضح منطبق نبوده و ادامه گسله مشا در خاور گسیختگی ۱۶۶۵ میلادی تاکنون توسط هیچ زمین لرزه تاریخی گسیخته نشده است.

بررسی‌های دیرینه لرزه شناختی: اولین بار بخشی از پهنه گسلی مشا در باختر روستای مشا در خرداد ماه ۱۳۶۴ شمسی بریده شد که بر اساس آن پهنه گسلی بیش از ۱۰ متر پهنای داشته و به شدت بریده (sheared) شده است (قاسمی و قرشی، ۱۳۸۳). انجام مطالعات ریخت زمین‌ساختی و دیرینه لرزه‌شناسی یک مؤلفه کوچک عادی آشکار همراه با جابجایی افقی چپ‌بر را در بخش خاوری گسله به دست داده است. در این ناحیه گسله به سوی شمال باختر خمیده می‌شود و جابجایی راست‌لغز چپ‌بر محض دارد (شکل ۱۱۸). همچنین بر پایه این مطالعات میانگین امتداد، شیب و زاویه میل گسله در بخش خاوری به ترتیب  $N100^{\circ}E, 70^{\circ}N, 20^{\circ}W$  تعیین شده است (ریترز و همکاران، ۲۰۰۶).

مطالعات دیرینه لرزه شناسی در بخش خاوری گسله و در پیرامون دره دریاچه تار نرخ لغزش چپ‌بر کمینه  $\pm 0.5$  تا ۲٫۲ میلی‌متر در سال را نشان می‌دهد. اگر میانگین جابجایی همزمان با جنبش‌های مربوط به رویدادهای ۱۶۶۵ و ۱۸۳۰ (بربریان و بیس، ۲۰۰۱)، به ترتیب ۰٫۳۵ متر (بزرگای گشتاوری ۶٫۵) و ۱/۲ متر (بزرگای گشتاوری ۷٫۱) باشد، با توجه به روابط تجربی ولز و کوپر اسمیت (۱۹۹۴) که بین بزرگای گشتاوری و میانگین جابجایی سطحی برای گسله‌های امتداد لغز تعریف شده است، میانگین دوره بازگشت برای زمین لرزه‌هایی با بزرگای گشتاوری ۶٫۵ و ۷٫۱ بین ۱۶۰ تا ۶۲۰ سال خواهد بود (نظری، ۲۰۰۶).

بزرگترین زمین لرزه‌ها: زمین لرزه ۲۷ مارس ۱۸۳۰ دماوند- شمیرانات (بزرگای سطحی ۷٫۱).

توضیحات: این گسله به صورت موجدار در البرز نمایان است و به نظر می‌رسد که راندگی در راستای گسله مشا پیش از ژوراسیک آغاز شده و تا زمان پلیوسن - پلیستوسن نزدیک به ۴ کیلومتر جابجایی شاقولی در فاز کوهزایی آلپ پایانی به وجود آمده است (اشتاگر، ۱۹۶۶؛ آلباخ، ۱۹۶۶؛ سیبر، ۱۹۷۰). این گسله با خطواره مغناطیسی F-16 همخوانی دارد (یوسفی و فرایدبرگ، ۱۹۷۸) و نشان دهنده ژرف و بنیادی بودن این گسله است.

آسرتو (۱۹۶۶) گسله مشا - فشم را مهم‌ترین گسله البرز مرکزی معرفی می‌کند که آثار آندست کم در حدود ۱۷۰ کیلومتر از آبیگ تا فیروزکوه دیده می‌شود. در این امتداد برخی از نقاط آن را می‌توان بالارانده (upthrust) و برخی نقاط را رورانده (overthrust) در نظر گرفت. در حوالی لواسان (خاور تهران) گسله مزبور دو شاخه می‌شود که شاخه جنوبی آن گسله شمال تهران نامیده می‌شود.

گسله مشا یک عنصر ساختاری اصلی و فعال در حاشیه جنوبی البرز مرکزی است. فرادیواره گسله مشا را سنگ‌هایی با گستره سنی متفاوت از پروتوزوئیک پسین تا ترشیری تشکیل می‌دهند. به نظر می‌رسد که چه از دیدگاه برجستگی و چه از دیدگاه چینه نگاشتی، فرادیواره گسله مشا نسبت به فرادیواره آن دچار بالا آمدگی قابل ملاحظه ای شده باشد (قاسمی و قرشی، ۱۳۸۳).

گسله مشا در بخش خاوری دارای سازوکار غالب راستالغز چپ‌بر و در بخش باختری سازوکار غالب معکوس دارد. شیب گسله در بخش خاوری ۷۰-۵۰ درجه به سمت شمال است. پهنه گسله با چین‌های کوچک و ساختار S-C بیش از ۱۵۰ متر ضخامت دارد. سازوکار معکوس در بخش باختری گسله از زمان مزوزوئیک پسین حاکم بوده است، در حالی که در بخش خاوری تغییر سازوکار گسله از معکوس به راستالغز در میوسن پسین رخ داده است (احتشامی و یساقی، ۲۰۰۷). بخش باختری گسله نسبت به بخش خاوری، رخدادهای لرزه‌ای کمتری را تجربه کرده که بیشتر این وقایع سازوکار راستالغز را در این منطقه تأیید می‌کنند (احتشامی و یساقی، ۲۰۰۷). به گمان ریتز و همکاران (۲۰۰۶) همگرایی مایل در راستای البرز مرکزی - خاوری امروزه به وسیله تراکشن فعال در راستای سامانه گسله‌های آستانه - فیروزکوه - مشا جذب می‌شود. این همگرایی مایل با جابجایی چپ بر حدود ۳۰ کیلومتری در خاور تهران همراه است (آلن و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین گسله‌های مشا و طالقان در البرز باختری مولفه کششی را از زمان پلیستوسن میانی از خود نشان می‌دهند که در ارتباط با جنبش حوضه خزر جنوبی به وجود آمده است (ریتز و همکاران، ۲۰۰۶).

#### گسله مشگاهم (Mashgahem fault)، (مورگان و همکاران، ۱۹۸۳b)

طول: حدود ۲۲ کیلومتر.

راستا و شیب صفحه گسله: راستای شمال باختر - جنوب خاور با شیب به سوی شمال خاور. سازوکار: معکوس.

موقعیت جغرافیایی: این گسله در جنوب باختر ایران شهر در استان سیستان و بلوچستان واقع شده است. واحدهایی که گسله آن‌ها را قطع کرده است: این گسله از میان ترونجمیت‌های مجموعه رمشک به سن کرتاسه بالایی - پالئوسن پایین می‌گذرد.

ساختارهای همراه: گسله‌های ورنج، درانار و بشاگرد از ساختارهای گسلی همراه آن هستند.

#### گسله مظفرآباد (Mozafar Abad fault)، (جعفریان و جلالی، ۱۳۷۷)

طول: ۶۷ کیلومتر.