مطالعات پارینه‌لرزه‌شناسی روی گسلهٔ پیشوا
(جنوب خاوری تهران)

طاهره مجیدی‌نیری*، حمید نظری، منوچهر قرشی**، مرتضی طالبیان**، آمنه کاوه‌فیروز***
* دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
** پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

درامد

گسلهٔ پیشوا با درازایی حدود ۳۵ کیلومتر در جنوب خاوری ورامین، در مرز بین ایالتهای ساختاری البرز و ایران مرکزی قرار گرفته است. روند کلی گسله، شمال باختری- جنوب خاوری (N۳۳E و N۳۸W) و دارای سازوکار معکوس همراه با مؤلفهٔ چپ‌بر است. «پیچ و خم پیشانی کوهستان»[1] برای پرتگاه پیشوا عدد ۱/۱۲، و میزان «مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان»[2] ۸۱ درصد محاسبه شده است. بنابراین براساس نشانه‌های پیچ و خم، و مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان و انحراف آبراهه‌ها، گسلهٔ پیشوا از لحاظ ریخت زمین‌ساختی فعال در نظر گرفته می‌شود. نقطهٔ مطالعاتی با مختصات ۵۶۶۸۵۲-۳۹۰۶۴۳۷ (UTM)، به دلیل انحراف مشخص آبراهه‌ها، برش واضح گسله و وجود رسوبات ریزدانه، برای حفر ترانشهٔ دیرینه لرزه‌شناسی مناسب به‌نظر می‌رسد.

کلیدواژه‌ها: پارینه لرزه‌شناسی، ترانشه، نشانه‌های زمین ریخت‌شناسی، گسلهٔ پیشوا.

مقدمه

گسلهٔ پیشوا در جنوب خاور شهر پیشوا واقع است. پیشوا یکی از شهرهای شهرستان ورامین، و ورامین یکی از شهرستانهای جنوب خاور استان تهران است. گسلهٔ پیشوا بین طول جغرافیایی ´۴۳ °۵۱ و ´۰ °۵۲ و عرض جغرافیایی ´۱۸ °۳۵ و ´۶ °۳۵ قرار گرفته است. جادهٔ تهران- ورامین و پس از آن پیشوا برای دست‌رسی محلی به منطقه قابل استفاده‌است.

به‌طور کلی، منطقه از دو بخش هموار و کوهستانی پدید آمده است. کوهها درنتیجهٔ فرایندهای ساختاری، به‌ویژه چین‌خوردگی رسوبات ترسیر به‌وجود آمده‌اند [Berberian & King, ۱۹۸۱]. گسلهای پرشمار در جهت‌های متفاوت موجب جابه‌جایی واحدهای گوناگون در منطقه شده‌اند که از میان مهم‌ترین آنها می‌توان به راندگی «تاقدیس کوه سرخ» با طول ۲۰ کیلومتر و امتداد N۵۰W و «تاقدیس کوه گچ» در جنوب تاقدیس کوه سرخ با طول بیش از ۴۰ کیلومتر و امتداد N۳۰W در نزدیکی گسلهٔ پیشوا اشاره کرد. محدودهٔ مورد مطالعه از نظر تقسیمات ساختاری در پهنهٔ ایران مرکزی (نبوی، ۱۳۵۵) قرار گرفته است.

گسترهٔ گسلهٔ پیشوا در شمالی‌ترین بخش ایالت ساختاری و ایران مرکزی و در همسایگی لبهٔ جنوبی ایالت البرز قرار دارد. مرز میان این دو ایالت کاملاً آشکار و ناگهانی نیست و به این خاطر، منطقه را به‌طور قطعی به یک

ایالت مشخص نمی‌توان نسبت داد. چرا که هم از دیدگاه رسوبی و هم از نظر ویژگیهای ساختاری، از هر دو ایالت تأثیر پذیرفته است.

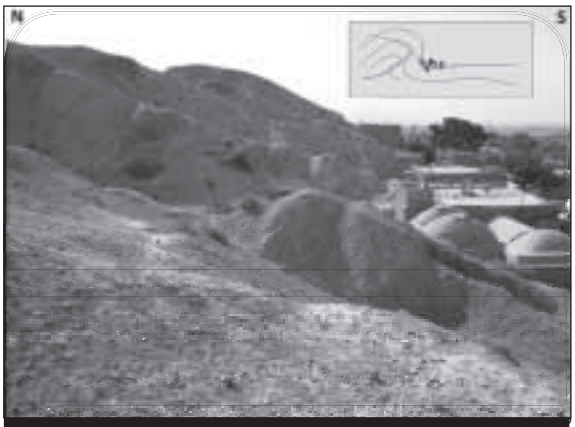
منطقهٔ مورد بررسی از نظر جغرافیایی به البرز جنوبی تعلق دارد، درحالی‌که در پهنه‌بندی زمین‌ساختی، جغرافیای دیرینه و سنگ‌شناسی، گاهی به ایران مرکزی (Berberian & King, ۱۹۸۱؛ Schroder, ۱۹۴۴) و شمال ایران مرکزی (نبوی، ۱۳۵۵) و گاهی به پهنهٔ البرز (افتخارنژاد، ۱۳۵۹؛ Stocklin, ۱۹۶۸) و حتی زیرزون ماگمایی (نوگل سادات، ۱۹۹۲)، زون ترشیر جنوبی (Delenbach) ۱۹۶۴؛ Engalenc, ۱۹۶۹)، حوضهٔ مرکزی و رود شور (Berberian, ۱۹۷۴؛ Tchalenco, ۱۹۷۴) و مرز ایران مرکزی و زون ترشیر جنوبی (Stocklin, ۱۹۷۴) نسبت داده شده است. صفایی (۱۳۶۸) روند عمومی و سبک ساختاری آن را همانند البرز مرکزی دانسته و حوضهٔ رسوبی، رخساره‌ها و سازندهای آن را به‌طور کامل همانند ایران مرکزی در نظر گرفته است.

با توجه به طویل بودن گسلهٔ پیشوا، برای تعیین محل ترانشه، ابتدا بررسی دقیقی روی تصاویر ماهواره‌ای با دقتهای متفاوت (از جمله تصاویر ETM، SPOT و...) و تصاویر SRTM و DEM برای محاسبهٔ میزان و نحوهٔ جابه‌جاییها انجام شد. پس از براورد میزان جابه‌جاییهای به‌دست آمده از آبراهه‌ها، مطالعات صحرایی وسیع برای یافتن محل مناسب برای حفر ترانشه انجام شد.

گسلهٔ پیشوا

گسلی است با درازی ۳۴ کیلومتر و راستای چیرهٔ شمال باختری- جنوب خاوری که از جنوب خاوری ورامین آغاز می‌شود و تا میل جنوب خاوری تاقدیس کوه گچ ادامه می‌یابد. سازوکار این گسله، فشاری با شیب به سمت شمال خاوری است که به روشنی انباشته‌های کواترنر را بریده است و مرز میان کوه و دشت را در پیشوا تشکیل می‌دهد. در حال حاضر، شماری از خانه‌های پیشوا روی این گسله ساخته شده‌اند. بربریان و همکارانش (۱۳۶۴) سراسر طول گسله را به‌صورت یک خط پیوسته در نظر گرفته‌اند، آن را بر پایهٔ سیمای ظاهری گسله واژگونه معرفی کرده‌اند که در بخش جنوب خاوری به یک گسلهٔ راندگی تبدیل می‌شود.

از نظر هندسی می‌توان گسلهٔ پیشوا را به دو بخش شمال باختری و جنوب خاوری تقسیم کرد و در حد فاصل آنها، یک گسلهٔ برنده از نوع انتقالی چپ‌گرد را در نظر گرفت. از دیدگاه ساختاری نیز می‌توان گسلهٔ پیشوا را به‌عنوان گسلی در یال جنوب باختری تاقدیس کوه گچ و به موازات آن به حساب آورد که سبب فرازگیری تاقدیس نسبت به دشت ورامین شده‌است. برش زمین‌ساختی زیبایی از زون گسلهٔ پیشوا در شمال خاوری مسجد و پارک پیشوا در خرداد ۱۳۶۴ به‌دست آمد. در این برش، شیب لایه‌های برگشتهٔ نئوژن در نزدیکی گسله بسیار زیاد (پیرامون ۸۰ درجه) است که به سوی شمال خاوری (با دور شدن از گسله) کاستی می‌گیرد. محور تاقدیس رسوبات نئوژن بسیار نزدیک به گسلهٔ پیشوا و موازی آن است [بربریان و قرشی، ۱۳۶۴] (تصویر ۱).

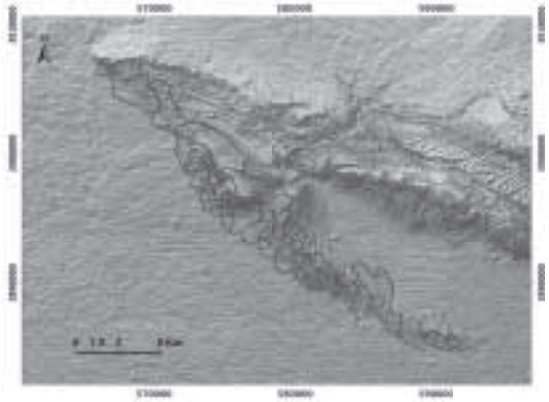


تصویر ۱. نمایی از پرتگاه پیشوا و لایه‌های برگشتهٔ آن بر روی گسلهٔ پیشوا، همراه با وضعیت شماتیک از تأثیر گسله بر واحدهای زمین‌شناسی و برگشتگی لایه‌ها. عکس‌برداری از نقطه‌ای با مختصات ۵۶۶۸۱۲، ۳۹۰۶۵۱۳ (با تغییر از: نظری، ۲۰۰۶)

بررسی نشانه‌های زمین ریخت‌شناسی

از آن جا که گسلهٔ پیشوا جزو نواحی کوهستانی محدودشده به‌وسیلهٔ گسلها به حساب می‌آید، بررسی مورفولوژی ناحیه روش مناسبی برای ارزیابی تکتونیک فعال به‌شمار می‌رود. از این‌رو، برای محاسبهٔ نشانه‌های زمین ریخت‌شناسی، آبراهه‌های اصلی با استفاده

تصویر ۲. نقشهٔ زمین‌شناسی ساختاری پهنهٔ پیشوا- کوه سرخ (Abbasi et al, ۲۰۰۵)، وضعیت گسلهٔ پیشوا با توجه به تکه‌بندی انجام‌شده توسط شبانیان و همکارانش (۱۳۷۷)، و برشهای ساختاری موجود در منطقه (پژوهشگاه بین‌المللی زلزله و مهندسی زلزله، ۱۳۸۵)



تصویر ۳. نمایش وضعیت آبراهه‌ها و حوضه‌های آبریز جدا شده در پرتگاه پیشوا. تصویر زمینه، مدل ارتفاعی دیجیتال (DEM) تهیه شده از نقشهٔ توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ (سازمان نقشه‌برداری کشور) است. خطوط سفیدرنگ نشانگر آبراهه‌های اصلی، خط سیاه‌رنگ نشان‌دهندهٔ (با فلشهایی به سمت شمال خاور) گسلهٔ پیشوا، و خطوط خط‌چین زردرنگ مشخص‌کنندهٔ مرز حوضه‌های آبریز در محدودهٔ پرتگاه و گسلهٔ پیشواست.

از تصویر DEM به‌دست آمده از نقشهٔ توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ ترسیم شد و محدودهٔ حوضه‌های آبریز مشخص گردید (تصویر ۳).

اولین عامل مورفولوژیکی به‌دست آمده برای پرتگاه پیشوا، «پیچ و خم پیشانی کوهستان» است. این نشانه بیانگر توازن بین شدت و تمایل رودها برای ایجاد یک پیشانی نامنظم و فعالیت تکتونیکی قائم برای ایجاد یک پیشانی مستقیم برای کوه است [Stewart, Hancock, ۱۹۹۴]. میزان پیچ و خم پیشانی پرتگاه پیشوا عدد ۱/۱۲ محاسبه شد.

طبق بررسیهای کلر[۳] و پینتر[۴] (۲۰۰۲)، پیشانی کوهستانهای فعال (همراه با فعالیت و رشته‌کوه‌های محدود شده توسط گسلها) معمولاً دارای Smf بین ۱ تا ۱/۶، و پیشانی کوهستانهای دارای فعالیت کمتر که هنوز نشانه‌های تکتونیکی را نشان می‌دهند، دارای ضریب پیچ و خم پیشانی کوهستان بین ۱/۴ تا ۳ است. پیشانی کوهستانهای غیرفعال نیز دارای ضریب Smf در حدود ۱/۸ تا بزرگ‌تر از ۵ است. به‌طور کلی، ضریب پیچ و خم بزرگ‌تر از ۳ در کوهستانهای بسیار فرسایش‌یافته و محدودشده، بیشتر از پیشانی کوهستانهای توپوگرافیک که منطبق با ساختارهای زمین‌شناسی فعال هستند و طول بیش از یک کیلومتر دارند، دیده می‌شود. لذا منطقهٔ پیشانی گسلهٔ پیشوا از لحاظ تکتونیکی جزو مناطق فعال به‌شمار می‌رود.

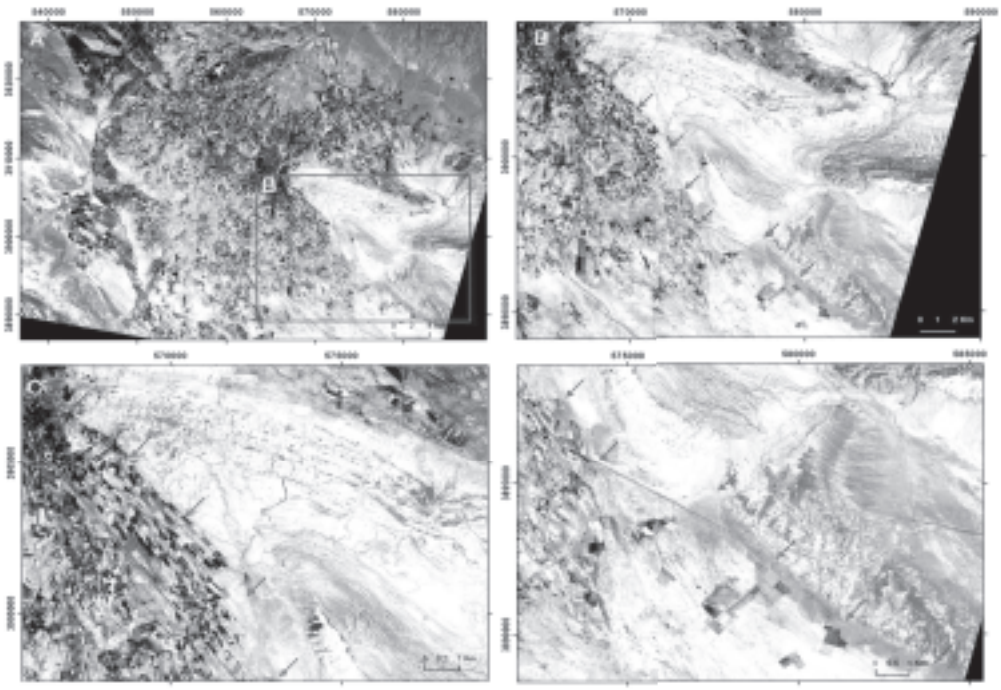
نشانهٔ مورفوتکتونیکی دیگر، «مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان» است. این نشانه که توسط ولز[۵] و همکارانش (۱۹۸۸) ارائه شده است، درصد طول سطح در پیشانی به طول خط مستقیم پیشانی کوهستان را نشان می‌دهد. درصدهای بالا نشانگر فعال بودن پیشانی کوهستان هستند. درصد مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان در پیشوا میزان ۸۱ درصد به‌دست آمد که با توجه به عوامل ذکر شده، نشانهٔ فعال بودن پیشانی کوهستانی پیشواست.

روش پژوهش

ابتدا برای محاسبهٔ میزان و نحوهٔ جابه‌جاییها، بررسی دقیقی روی تصاویر ماهواره‌ای با دقتهای متفاوت (از جمله تصاویر SPOT ETM، و...) و تصاویر SRTM و DEM انجام شد. به‌این ترتیب که روی تصویر «Landsat» با ترکیب باندی ۱-۴-۷ و با دقت ۹۰ متر، بررسیهای مورفوتکتونیکی انجام گرفت و گسلهٔ رسم‌شده در نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ و ۱:۲۵۰/۰۰۰ ویرایش شد. سپس با تصاویر دقیق‌تر SPOT و با دقت ۱۰ متر و DEM (به‌دست آمده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵/۰۰۰)، بررسیهای دقیق‌تری صورت پذیرفت و موقعیت ترسیم‌شدهٔ گسلهٔ پیشوا اصلاح شد.

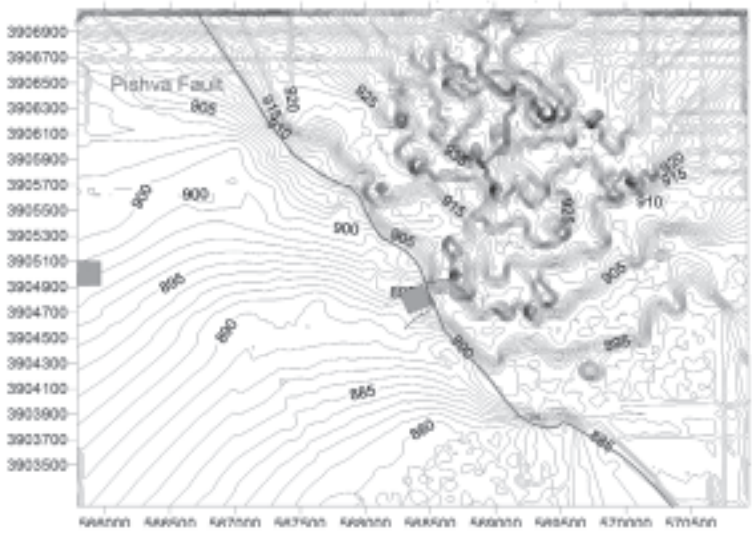
برای براورد جابه‌جاییها، dem (مدل ارتفاعی دیجیتال) تهیه شده از نقشهٔ توپوگرافی ۱:۲۵۰/۰۰۰ مورد استفاده قرار گرفت و توپوگرافی منطقه با فواصل بسیار کم (در حدود ۱ متر) و دقت بالا آماده شد. سپس گسلهٔ روی آن رسم شد و با توجه به عملکرد و تأثیر گسله روی توپوگرافی منطقه، آبراهه‌ها و نقاط ارتفاعی، جابه‌جاییها استخراج شده و میزان آنها محاسبه گردید (محاسبات با استفاده از نرم‌افزار Surfer انجام شد).

پس از براورد میزان جابه‌جاییهای به دست آمده از آبراهه‌ها و خطوط توپوگرافی، مطالعات صحرایی وسیعی برای یافتن محل مناسب برای حفر ترانشه انجام پذیرفت.



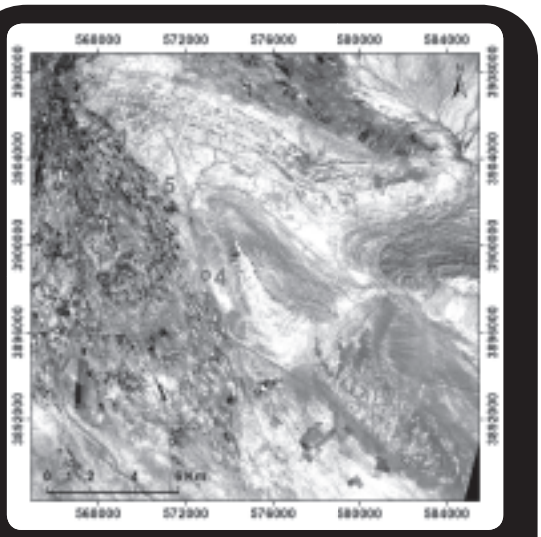
جدول ۱. میزان جابه‌جاییهای به‌دست آمده از عوارض متأثر از گسلهٔ پیشوا

شماره	مختصات نقطه	نوع عارضه	جابه‌جایی افقی (متر)
۱	۳۸۹۸۱۹۸–۵۷۳۴۲۰	آبراهه	۳۳
۲	۳۸۹۶۱۴۹–۵۷۴۱۴۳	آبراهه	۲۷
۳	۳۹۰۴۸۵۵–۵۶۸۵۱۰	آبراهه	۱۸۵
۴	۳۸۸۷۳۱۸–۵۸۶۶۷۰	آبراهه	۲۹
۵	۳۸۸۶۸۰۰–۵۸۷۱۹۷	آبراهه	۳۵
۶	۳۹۰۶۰۲۳–۵۶۶۰۹۹	توپوگرافی	۱۰
۷	۳۹۰۵۴۵۶–۵۶۷۹۸۸	توپوگرافی	۳۴
۸	۳۹۰۳۸۷۶–۵۶۸۹۴۴	توپوگرافی	۶۸



بحث

با بررسی‌های انجام شده روی توپوگرافیهای به‌دست آمده از منطقه، میزان جابه‌جاییها مطابق آن‌چه در تصویر ۵ نشان داده شده است، به‌دست آمد. همان‌طور که در این تصویر مشاهده می‌شود، ابتدا محل دقیق گسله با توجه به تغییرات توپوگرافیک و جابه‌جاییها ترسیم می‌شود و سپس با رسم خط در قسمت جابه‌جا شده و اندازه‌گیری، مقدار آن را به‌دست می‌آوریم.



تصویر ۶. نمایش نقاط دارای شرایط مناسب برای حفر ترانشهٔ پارلینه لرزه‌شناسی روی زمینه‌ای از تصویر ماهوارهٔ SPOT (Scene۸) ، با دقت ۱۰ متر

بنابراین، نقاط ۱ تا ۵ به‌ترتیب با مختصات ۵۶۸۵۱۰-۳۹۰۴۸۵۵، ۵۸۲۱۶۸ - ۳۸۹۰۱۴۲، ۵۶۶۸۵۲ - ۳۹۰۶۴۳۷، ۵۷۲۸۵۳-۳۸۹۸۶۸۸ و ۳۹۰۳۰۷۰-۴۱۳۵۷۰ (UTM) (تصویر ۶)، با شرایط مناسب، از جمله برش مشخص گسله، جابه‌جایی افقی[6] (حداکثر حدود ۱۸۰ سانتی‌متر)، دور بودن از محور رودخانه و وجود رسوبات نرم که از شرایط به تله افتادن حوضه هستند، برای حفر ترانشه انتخاب شدند. از میان این نقاط، نقطهٔ شمارهٔ ۳ با مختصات ۵۶۶۸۵۲-۳۹۰۶۴۳۷ (UTM)، به دلیل نزدیکی به منطقهٔ مسکونی، دارای شرایط مناسب‌تری برای حفر ترانشه بود و برای مطالعات دیرینه لرزه‌شناسی گسلهٔ پیشوا انتخاب شد.

نتیجه‌گیری

براساس بررسیهای انجام شده، گسلهٔ پیشوا دارای روند کلی شمال باختری- جنوب خاوری (N۳۸W ،۳۳NE) و سازوکار معکوس است. جابه‌جاییهای سطحی محاسبه شده در طول گسله پیشوا، فعال بودن گسله پیشوا را تأیید می‌نماید. همچنین نشانه‌های مورفوتکتونیکی محاسبه شده برای گسله نشانگر فعال بودن گسلهٔ پیشوا است، که بر این اساس میزان پیچ و خم پیشانی کوهستان (Mountain Front Sinuosity) بر پایهٔ محاسبات (Stewart, Hancock, ۱۹۹۴) عدد ۱/۱۲ و میزان مسطح‌شدگی پیشانی کوهستان (Mountain front faceting) ارائه شده توسط Wells et al, ۱۹۸۸ میزان ۸۱ درصد برآورد گردید. بنابراین براساس برش مشخص گسله، جابه‌جاییهای افقی (Horizontal) (حداکثر حدود ۱۸۰ سانتی‌متر) و رسوبات نرم که از شرایط به تله افتادن حوضه می‌باشد، نقطه‌ای با مختصات ۳۹۰۶۴۳۷، ۵۶۶۸۵۲ (UTM) برای حفر ترانشه دیرینه لرزه‌شناسی انتخاب گردید.

پی‌نوشت

1. Mountain Front Sinuosity
2. Mountain front faceting
3. Keller
4. Pinter
5. Wells
6. Horizontal

منابع

۱. آقانباتی، ع (۱۳۸۳). زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. تهران.

۲. شبانیان، ع (۱۳۷۷). بررسی الگوی دگریختی در ساختارهای گستره کوه سرخ ورامین (جنوب خاوری تهران) با نگرشی بر لرزه‌خیزی گستره مورد نظر، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. تهران

۳. کاوه فیروز، آ (۱۳۸۸). بررسیهای پارینه لرزه‌شناسی روی پهنهٔ گسلی شمال تهران (پاره گسله چیتگر). پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. تهران.

۴. بربریان، م؛ قرشی، م؛ ارژنگ روش، ب؛ مهاجر اشجعی، ا (۱۳۶۴). پژوهش و بررسی ژرف نو زمین‌ساخت، لرزه زمین‌ساخت و خطر زمین‌لرزه، گسلش در گسترهٔ تهران و پیرامون (پژوهش و بررسی لرزه زمین‌ساخت ایران زمین). سازمان زمین‌شناسی کشور. تهران.

۵. عباسی، م (۱۳۸۱). وضعیت تنش نوزمین‌ساختی در لبهٔ جنوبی البرز مرکزی. پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

۶. پورکرمانی، م. آرین، م (۱۳۷۷). لرزه‌خیزی ایران. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. تهران.

۷. ـــــــــ (۱۳۸۶). سایز موتکتونیک (لرزه زمین‌ساخت). شرکت مهندسی مشاور دزآب.

8. McCalpin, J. P. Nelson, A. R. (1996). Paleoseismology, New York, Academic Press.

9. Nazari, H. (2006). Anales de la tectonique recente et active dans I'Alborz Central et la region de Tehran: Approche morphotectonique et paleoseismologique. Science de la terre et de I'eat. Montpllier.

10.Abbassi,M.R.,Shabanian,E.,Farbod,Y.(2005).Geometry andKinematicofthePishva-Kuhsorkhfaultsandneotectonics movementalongthem(inpersian).Tehran,IIEES.