

ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی بر اساس مرفولوژی مخروط افکنه‌ها

(مورد نمونه: مخروط افکنه‌های دامنه شمالی میشو داغ)

دکتر مقصود خیام - استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

دکتر داود مختاری کشکی - استادیار گروه پژوهش‌های جغرافیایی، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۸۱/۷/۲۲

چکیده

توده کوهستانی میشوداغ در شمالغرب ایران و در ضلع شمالی دریاچه ارومیه واقع است. این کوهستان در ضلع شمالی خود، به دشت مرند که در جهت شرقی - غربی کشیده شده است، منتهی می‌شود. گسل مورب لغز شمال میشو و شاخه‌های فرعی آن، مهمترین نقش را در مرفولوژی دامنه شمالی میشوداغ و جبهه کوهستانی مشرف به دشت مرند ایفا نموده‌اند. حرکات عمودی گسل‌های منطقه علاوه بر آثار خود آنها در داخل کوهستان، در پراکندگی، تکامل و مرفولوژی سطح مخروط افکنه‌ها تأثیر عمده‌ای داشته‌اند. بوجود آمدن مخروط افکنه‌های چند بخشی در منطقه، نتیجه عملکرد گسل‌های منطقه بوده است. اثر فعالیت‌های تکتونیکی، حتی رسوبات کواترنر آغازین را نیز خمیده کرده و موجب بوجود آمدن مخروط افکنه‌های تو در تو (تلسکوپی) در منطقه شده است. قسمت فعال مخروط افکنه‌ها در میشو شرقی در رأس و در میشو غربی در حاشیه یا پائین دست آنها قرار گرفته که نشانگر عملکرد متفاوت تکتونیک در دو بخش دامنه شمالی میشو می‌باشد. شکل منحنی‌های میزان سطح مخروط افکنه‌ها در میشو شرقی و برخی مخروط افکنه‌های میشو غربی هیچ گونه اثری از عمل فعالیت‌های تکتونیکی را نشان نمی‌دهد و منحنی‌های میزان آنها بخشی از یک دایره را تشکیل داده که رأس مخروط افکنه‌ها بر مرکز دایره منطبق است. در بقیه مخروط افکنه‌های میشو غربی، منحنی‌های میزان بخشی از یک بیضی را تشکیل می‌دهند که نوعی کشیدگی در سطح مخروط افکنه در اثر فعالیت‌های تکتونیکی را نشان می‌دهد. بدین ترتیب اثرات عملکرد تکتونیک در میشو شرقی در جبهه کوهستانی و در بخش غربی در سطح مخروط افکنه‌ها بیشتر مشهود است و لذا می‌توان مرفولوژی مخروط افکنه‌ها را به عنوان شاخصی برای ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی بکار برد.

واژگان کلیدی: تکتونیک، مرفولوژی، مخروط افکنه، میشوداغ

مقدمه

شاخص‌های ژئومرفیکی در ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی ابزاری مفید و قابل اطمینان هستند؛ زیرا از روی آنها

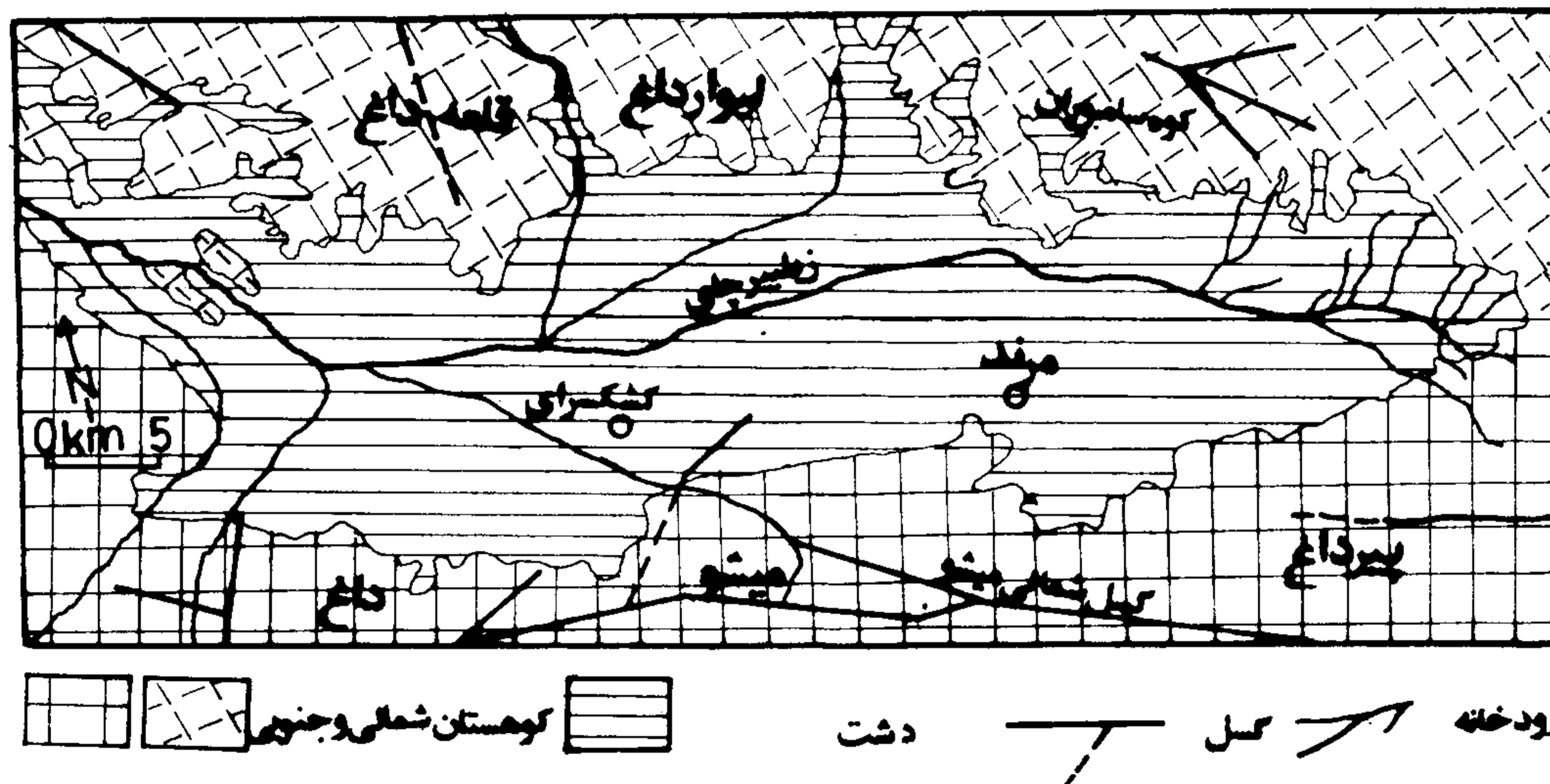
می‌توان نواحی را که در گذشته فعالیت‌های سریع و یا حتی کند تکتونیکی را پشت سر گذاشته‌اند، به راحتی شناسایی نمود (رامیرز - هررا، ۱۹۹۸، ص ۳۱۷). مخروط افکنه‌ها از جمله این اشکال ژئومرفولوژیکی هستند که فعالیت‌های تکتونیکی در کنار تغییرات آب و هوایی مهمترین عامل کنترل کننده آنها می‌باشد (لی و همکاران، ۱۹۹۹، ص ۲۹۹). حرکات تکتونیکی، سطح اساس فرسایشی را تغییر داده و فرآیندهای فعال در سطح مخروط افکنه‌ها و تکامل آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. بر این اساس می‌توان سطوح مخروط افکنه‌ای را به عنوان خطوط همزمان برای بررسی تاریخ و حرکات گسلها و وقوع زلزله‌ها بکار گرفت (یانگ، ۱۹۸۵، ص ۱۰). چاله تکتونیکی مرند (جعفری، ۱۳۷۶، ص ۵۶ و مختاری کشکی، ۱۳۷۶، ص ۷۹) یکی از مناطق مناسب برای چنین مطالعه‌ای است؛ زیرا طی دورانهای زمین‌شناسی از فعالیت‌های تکتونیکی متأثر شده و این روند حتی در کواترنر نیز ادامه داشته است (مختاری کشکی، ۱۳۷۹، ص ۷۳ و ۱۳۸۰، ص ۸۰۳). این مقاله در برگیرنده نتایج مطالعات ژئومرفیکی مخروط افکنه‌های منطقه به منظور ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی بویژه در کواترنر است.

دامنه شمالی توده کوهستانی میشو (واقع در شمالغرب ایران) از نظر ناهمواری بسیار متنوع بوده و قسمتی از جبهه کوهستانی آن که مشرف به دشت مرند است، در اثر فعالیت فرسایشی رودخانه‌ها پیوستگی خود را از دست داده است. تاکنون نگارنده در مقالاتی (۱۳۷۹، ص ۷۰-۳ و ۱۳۸۰، ص ۸۱۳-۸۰۱) به ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تکتونیکی در مرفولوژی دامنه شمالی میشوداغ پرداخته، ولی در هیچکدام از این مقالات مخروط افکنه‌ها به عنوان شاهدی برای ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی، مورد بررسی قرار نگرفته است.

زمین‌شناسی

توده کوهستانی میشوداغ در شمالغرب ایران و در ضلع شمالی حاشیه دریاچه ارومیه در جهت شرقی - غربی کشیده شده است. دشت مرند به دنبال بالا آمدگی کوهستان میشو در اثر کوهزاییهای کیمیری پیشین به صورت چاله‌ای تکتونیکی درآمده (شکل ۱) و طی دوران سوم نیز تحت تاثیر فازهای کوهزایی این دوره قرار گرفته، بطوریکه آخرین فاز کوهزایی شناخته شده در منطقه (فاز کوهزایی پاسادانین) موجبات چین خوردگی رسوبات کواترنر آغازین را نیز فراهم نموده است (مختاری کشکی، ۱۳۷۶، ص ۲۵). مهمترین گسل فعال در دامنه شمالی میشوداغ، گسل میشو می‌باشد که با شاخه‌های فرعی خود، تأثیر بسیار مهمی در مرفولوژی این دامنه گذاشته است. مکانیسم کلی این گسل احتمالاً بصورت مورب لغز^(۱) است که دارای مؤلفه راندگی^(۲) و مؤلفه افقی راست رو^(۳) می‌باشد (جعفر خانی، ۱۳۷۴، ص ۵۱). امتداد گسل شمالی میشو نیز در جهت شرقی - غربی است. گسل شمالی میشو یک گسل فعال است و امروزه شواهد فعالیت این گسل را در مناطق واقع در مسیر آن می‌توان به خوبی مشاهده نمود (مختاری کشکی، ۱۳۷۹، ص ۷۳ و ۱۳۸۰، ص ۸۰۳). دشت مرند با ارتفاعی حدود ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ متر در امتداد ضلع شمالی کوهستان میشو کشیده شده است. حاشیه این دشت به طرف کوهستان، محل تشکیل مخروط افکنه‌هایی است که در محل خروج رودخانه‌های جاری از دامنه‌های شمالی میشوداغ ایجاد شده‌اند (شکل ۲).

شکل ۱- موقعیت چاله تکتونیکی مرند و ناهمواریهای اطراف آن



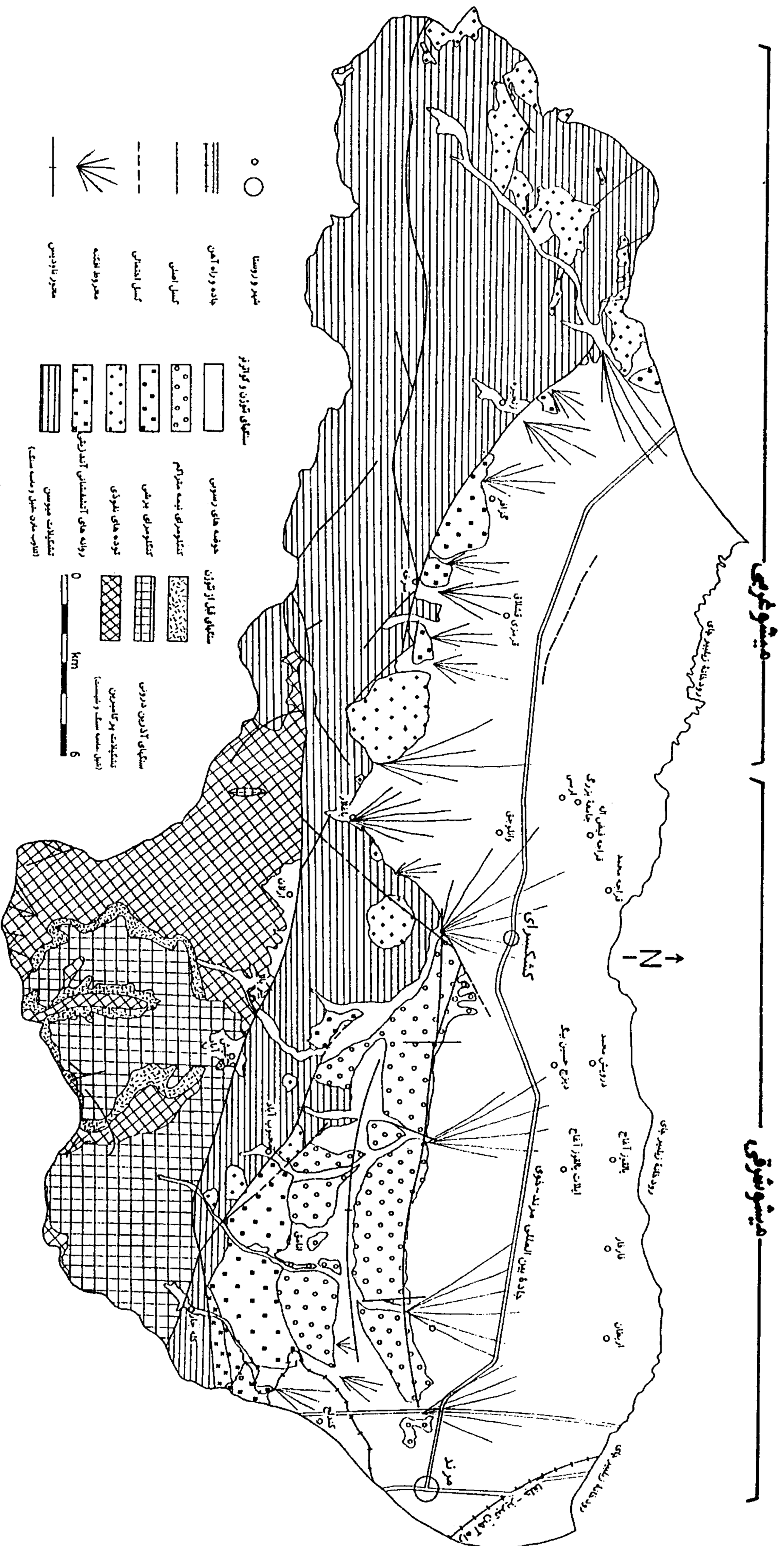
مخروط افکنه‌ها و فعالیت‌های تکتونیکی جبهه کوهستانی

نیروهای زمین‌شناسی موجبات بالا آمدن زمین و تشکیل کوهستانها را در منطقه‌ای وسیع فراهم می‌آورند. ولی تأثیر آنها در تغییر مرفولوژی زمین در برخی از نواحی بیش از جاهای دیگر ظاهر می‌شود. جبهه‌های کوهستانی یکی از مشخص‌ترین این نواحی بحساب می‌آیند و از روی شاخصهای ژئومرفولوژیکی جبهه کوهستانی می‌توان فعالیت‌های تکتونیکی آن ناحیه را ارزیابی نمود (کلروپیتر، ۱۹۹۶، ص ۱۳۶). تشکیل مخروط افکنه‌ها در جبهه‌های کوهستانی مناطق آب و هوایی خشک و نیمه خشک از بارزترین نمونه‌های اشکال ژئومرفولوژیکی است.

یک مخروط افکنه را شاید بتوان نقطه پایانی یک سیستم فرسایش و نهشته‌گذاری تلقی نمود (ریتر و همکاران، ۱۹۹۵، ص ۲۴۷) که در آن عناصر فرسایش یافته از یک منبع کوهستانی به جبهه کوهستان حمل می‌شوند. در جبهه کوهستانی این مواد به صورت یک باد بزن (بخشی از یک مخروط) انباشته می‌شوند که نهشته‌های آن یا آبرفتی بوده و یا بوسیله روانه‌های خرده سنگی^(۱) و یا مخلوطی از هر دوی آنها تأمین شده‌اند (لک، ۱۹۹۰، ص ۴، فیما، ۱۹۹۶، ص ۲). در چنین سیستمی «فرسایشی - انباشتی»، رودخانه نقش یک رابط بین قسمت‌های مختلف سیستم را بازی می‌کند (ریتر و همکاران، ۱۹۹۵، ص ۲۴۷). مرفولوژی یک مخروط افکنه تابعی از متغیرهایی از قبیل اندازه، زمین‌شناسی، ناهمواری، آب و هوا، پوشش گیاهی و فعالیت‌های تکتونیکی حوضه تأمین‌کننده رسوب برای مخروط افکنه است.

نیمرخ شعاعی مخروط افکنه‌ها معمولاً مقعر می‌باشند، ولی در اغلب موارد شکستگی‌هایی در امتداد این نیمرخ دیده می‌شود که در واقع همان مرز بین قسمت‌های مختلف مخروط افکنه‌ها است. در واقع می‌توان گفت که اکثر مخروط افکنه‌ها و بویژه مخروط افکنه‌های دامنه شمالی میشو داغ از نوع چند بخشی^(۲) هستند.

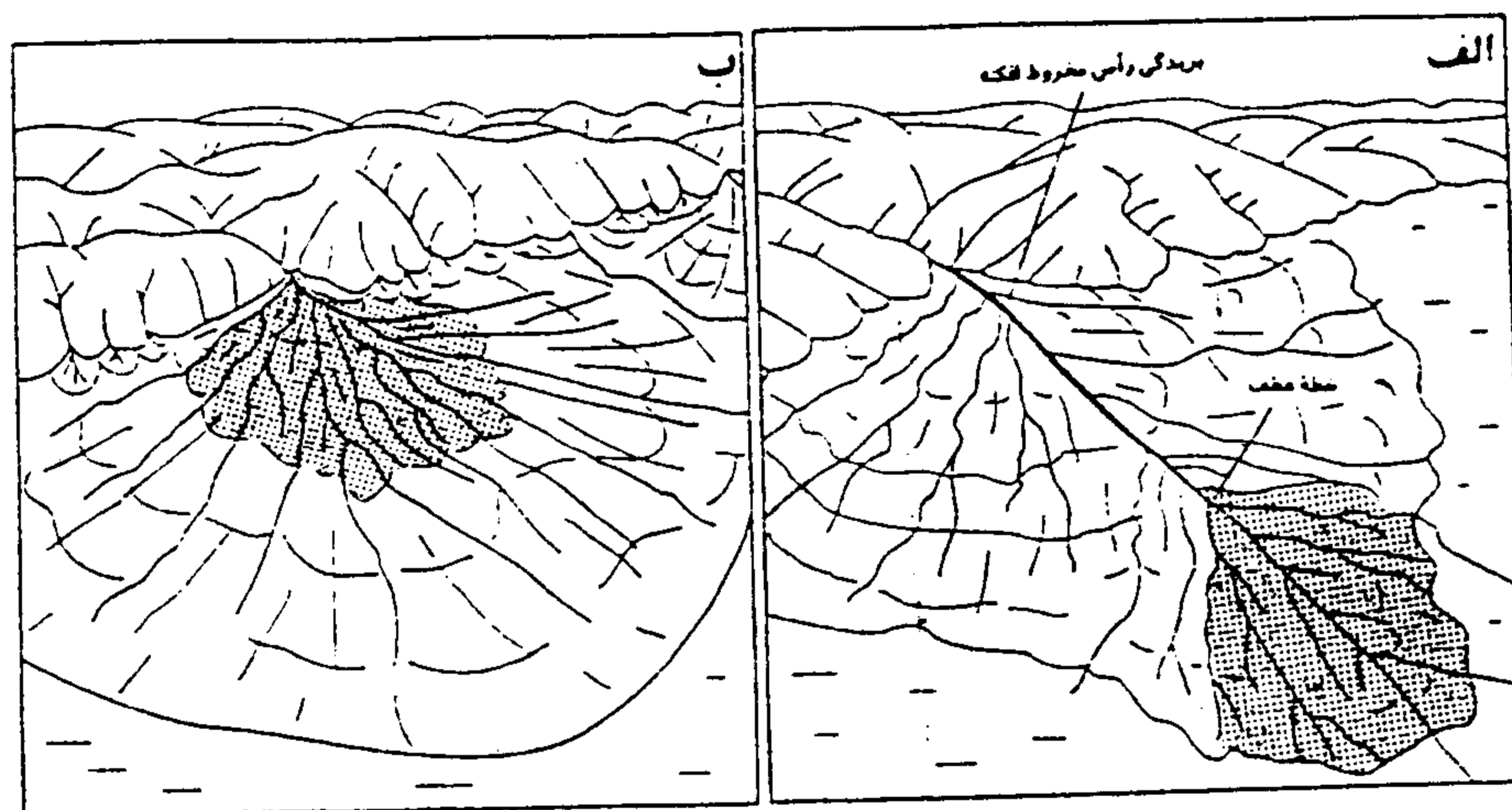
شکل ۲- ویژگیهای زمین شناسی دامنه شمالی میشو داغ و موقعیت مخروط افکنه ها



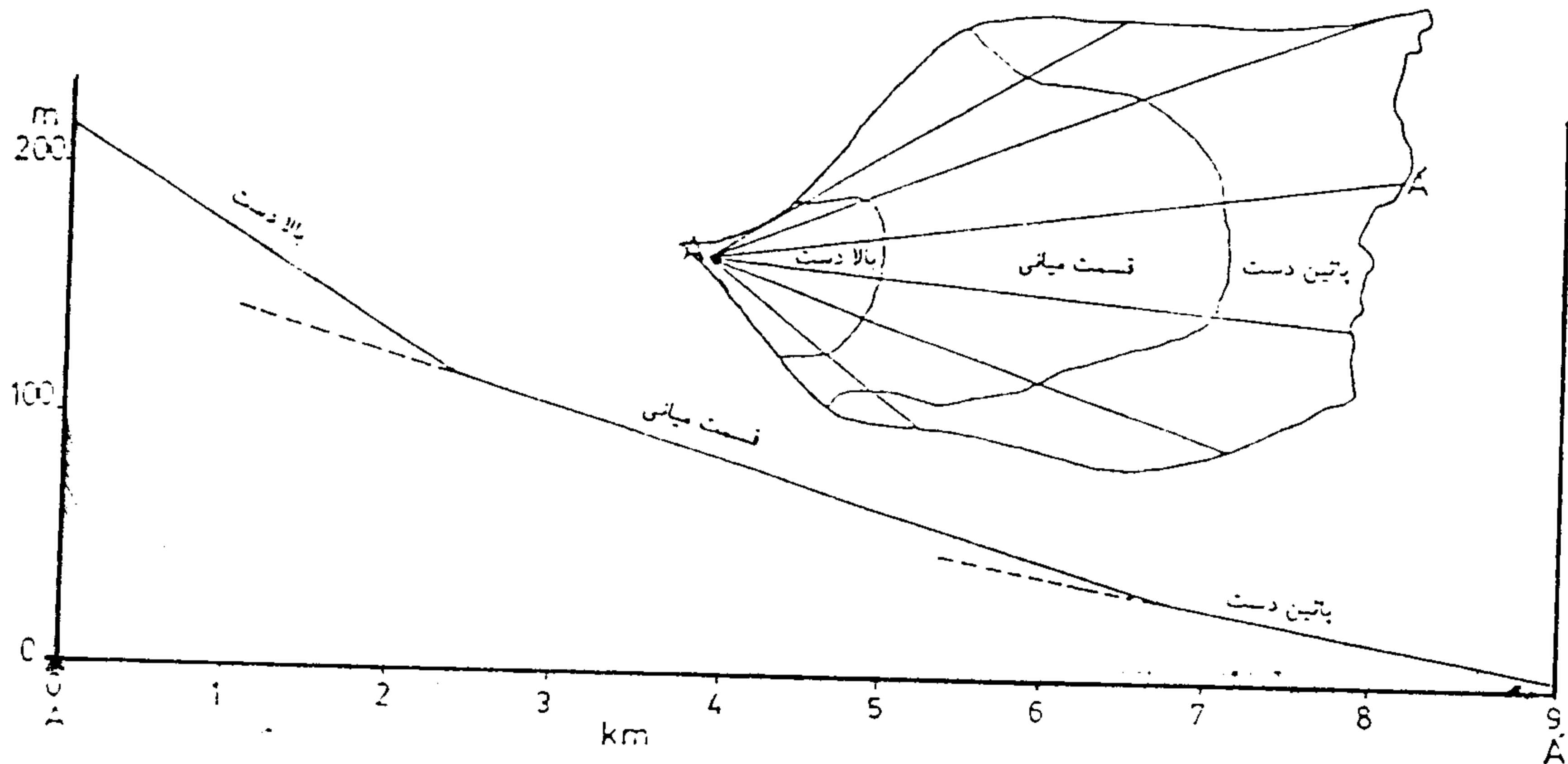
ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی در جبهه کوهستانی

توپوگرافی مخروط‌افکنه‌های چند بخشی ممکن است به عنوان شاخصی برای ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی بکار برده شود؛ زیرا از روی شکل مخروط‌افکنه‌ها می‌توان به میزان تغییراتی که در فرآیندهای تکتونیکی از قبیل ایجاد گسل، بالا آمدگی، خمیدگی و چین خوردگی در امتداد جبهه کوهستانی اتفاق می‌افتد، پی برد (کلروپیتتر، ۱۹۹۶، ص ۲۹۹). در ساده‌ترین حالت، بالا آمدگی کوهستان موجب افزایش و بعمق رفتن بستر رودخانه‌ها در داخل کوهستان و در نتیجه انباشت مواد در قسمت رأس مخروط‌افکنه می‌شود. جوانترین قسمت مخروط‌افکنه در چنین وضعیتی در رأس آن قرار می‌گیرد (شکل ۳- الف). مطالعات انجام شده در ارتباط با شکل مخروط‌افکنه‌های دامنه شمالی میشو نشان می‌دهد که مخروط‌افکنه‌های واقع در میشو شرقی (شکل ۲) تماماً از این دسته از مخروط‌افکنه‌ها هستند. جبهه کوهستانی این بخش از میشو متشکل از رسوبات مربوط به کواترنر آغازین (کنگلومرای نیمه متراکم) است (شکل ۲) که در واقع مخروط‌افکنه‌های منطقه در آن دوره را بوجود می‌آوردند و امروزه به صورت مخروط‌افکنه‌های تودرتو^(۱) دیده می‌شود. این رسوبات در اثر فعالیت‌های تکتونیکی در کواترنر بالا آمده و در نتیجه آن، محل مخروط‌افکنه‌ها به موضعی پایین‌تر و به طرف رودخانه زیلیرچای (وسط چاله تکتونیکی) منتقل شده است. شکل شماره (۴) نیمرخ مخروط‌افکنه «فار فار» را نشان می‌دهد که قسمت فعال آن در رأس قرار گرفته است. وجود چنین وضعیتی نشانه‌ای از تداوم فعالیت‌های تکتونیکی در میشو شرقی است.

شکل ۳- چند بخش شدگی مخروط‌افکنه (قسمتهای سایه‌دار، بخش فعال مخروط‌افکنه‌ها را نشان می‌دهد)



شکل ۴- چند بخش شدگی مخروط‌افکنه فار فار، هر یک از شش نیمرخ شعاعی از سه بخش مجزا تشکیل شده‌اند. متحدالمرکز بودن مرز بخش‌های مخروط‌افکنه‌ها نسبت به منحنی میزانها حاکی از آن است که مخروط‌افکنه‌ها بیشتر اشکالی انباشتی هستند تا تکتونیکی (لک، ۱۹۹۰، ص ۱۲).



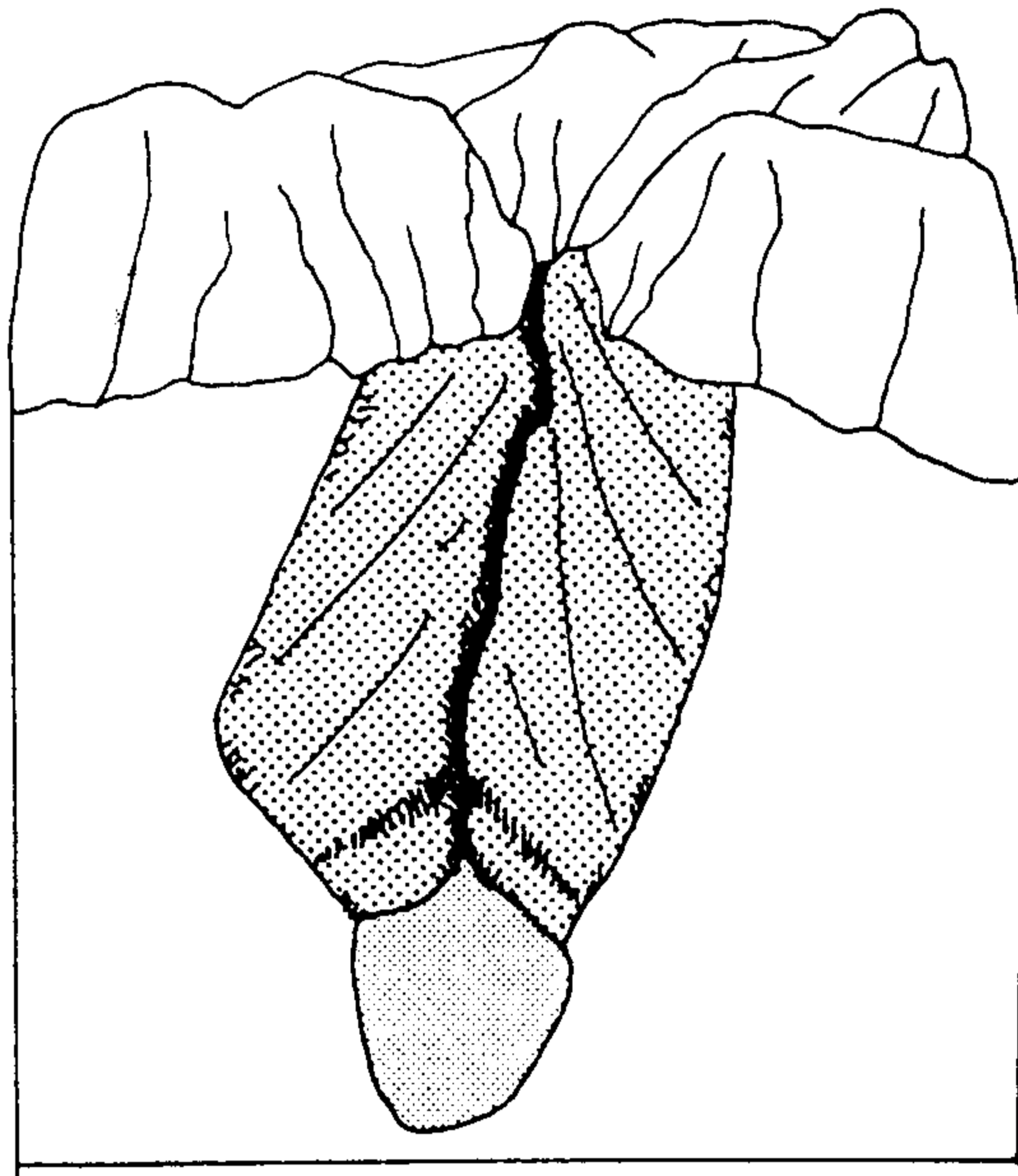
فعال بودن گسل‌های منطقه در این بخش از کوه‌های میشو بوسیله شاخص‌های دیگر نیز به اثبات رسیده است. مقادیر شاخص‌های تضاریس جبهه کوهستانی (S_{mf}) برای میشو شرقی $1/2$ و نسبت عرض کف درّه به ارتفاع عوارض کناره درّه (ضریب V_f) بین $0/17$ تا $0/56$ متغیر است (مختاری کشکی، ۱۳۸۱، ص ۵۱) که تأییدی بر ادامه فعالیت‌های تکتونیکی در منطقه می‌باشد.

عکس این قضیه نیز ممکن است اتفاق بیفتد؛ یعنی زمانی که مقدار بالا آمدگی کمتر و یا مساوی مقدار نیروی فرسایشی رودخانه باشد، در این صورت در رأس مخروط‌افکنه بریدگی اتفاق می‌افتد و محل نهشته گذاری به پائین دست منتقل می‌شود. در چنین حالتی قسمت جوانتر مخروط‌افکنه در پائین دست آن قرار می‌گیرد (شکل ۳ - ب). مطالعات انجام شده بر روی مخروط‌افکنه‌های میشو غربی (شکل ۲) نشان می‌دهد که اکثر مخروط‌افکنه‌های این قسمت از این نوع می‌باشند و قسمت فعال آنها نه در راس، بلکه در حاشیه و یا پائین دست مخروط‌افکنه قرار گرفته‌اند. در شکل شماره (۵) شماتیک مخروط‌افکنه زنجیره واقع در بخش غربی میشو نشان داده شده که قسمت فعال آن در پائین دست قرار گرفته است. همانطور که این شاخص حکایت از کمی فعالیت‌های تکتونیکی در میشو غربی نسبت به میشو شرقی دارد، شاخص‌های V_f و S_{mf} (به ترتیب $1/9$ و بین $0/8$ تا 3) نیز این مسئله را تأیید می‌کند.

ارزیابی فعالیت‌های تکتونیکی در مجاورت جبهه کوهستانی

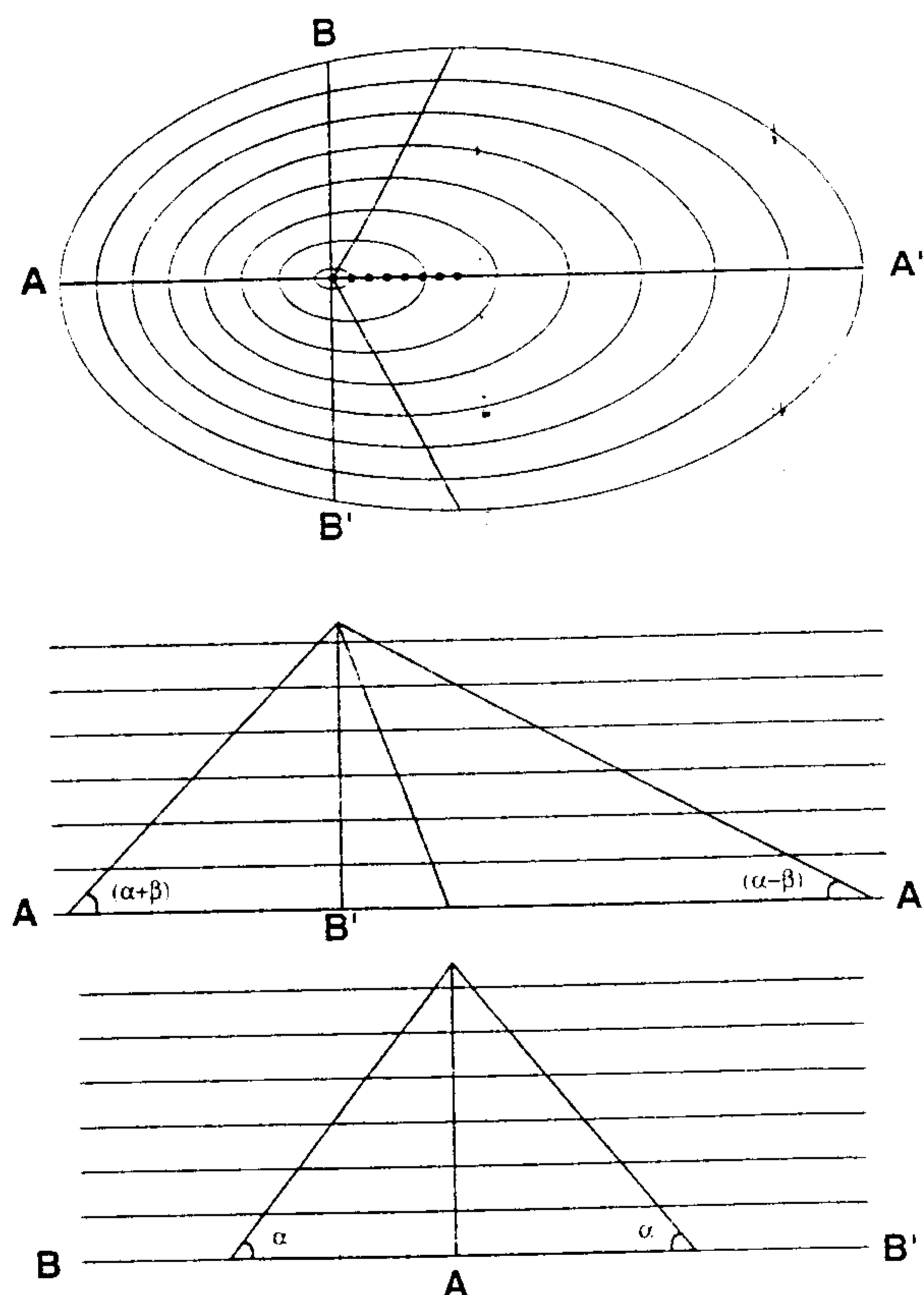
بر اساس شکل یک مخروط‌افکنه می‌توان نوع فعالیت تکتونیکی را در مجاورت جبهه کوهستانی تشخیص داد. از

شکل ۵- نقشه موقعیت و شماتیک مخروط افکنه زنجیره



آنجا که مخروط افکنه‌ها شکل مخروطی دارند؛ منحنی‌های میزان روی مخروط افکنه‌های ساده تقریباً حالت قوس مانند پیدا کرده و بخشی از یک دایره را تشکیل می‌دهند. در مخروط افکنه‌های غیر ساده که تحت تأثیر فعالیت‌های تکتونیکی بوده‌اند، منحنی‌های میزان سطح مخروط افکنه بجای دایره، بخشی از یک بیضی را تشکیل می‌دهند (شکل ۶).

شکل ۶- مدل ژئومتریکی از یک مخروط خمیده شده با دید از بالا (شکل بالا) و طرفین (شکل وسطی و پایین). خطوط نازک، منحنی‌های میزان توپوگرافی (خطوط هم ارتفاع سطح مخروط افکنه) را نشان می‌دهند. قابل توجه است که منحنی‌های میزان روی نقشه، هر کدام تشکیل یک بیضی را می‌دهند.



مقدار خمیدگی مخروط‌افکنه‌ها را می‌توان از طریق بیضی‌های منطبق با منحنی‌های میزان تعیین نمود. برای این منظور، طول قطر بزرگ (a) و قطر کوچک (b) اندازه‌گیری می‌شود. در این صورت مقدار خمیدگی مخروط‌افکنه‌ها عبارت خواهد بود از:

$$\beta = \arccos((b/a)^2 \sin^2 a + \cos^2 a)^{0.5}$$

که در آن (α) شیب مخروط‌افکنه در قطر کوچک بیضی می‌باشد. با توجه به اینکه منحنی‌های میزان اکثر مخروط‌افکنه‌ها بویژه در میشو شرقی، بخشی از دایره را تشکیل می‌دهند (جدول ۱)؛ لذا می‌توان گفت که سطح فعلی مخروط‌افکنه‌ها (دایره‌ای شکل)، نشان از اثر فعالیت‌های تکتونیکی را ندارند، ولی مخروط‌افکنه‌های میشو غربی غیر از سه مخروط‌افکنه شکر چمن، گزافو و شور چای، دارای منحنی‌هایی هستند که هر یک بخشی از یک بیضی را تشکیل می‌دهند. در این مخروط‌افکنه‌ها هر چه خمیدگی مخروط‌افکنه در اثر فعالیت‌های تکتونیکی زیاد باشد، ضریب محتسب (β) عدد کوچکی را نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین خمیدگی مربوط به سرخه و کمترین آن مربوط به کردچایی است (جدول ۱). این وضعیت بیش از هر چیز نتیجه فعالیت گسلی فرعی است، که به موازات جاده مرند خوی و به صورت عمود بر شعاع مخروط‌افکنه‌های میشو غربی کشیده شده است (شکل ۲).

جدول ۱- نتایج حاصل از تطبیق منحنی‌های میزان سطح مخروط‌افکنه‌های منطقه با دایره و بیضی و محاسبه ضریب (β)

نام مخروط‌افکنه	شکل	تطبیق یا عدم تطبیق
کله چار	دایره	منطبق
حسن بیگ گلی	دایره	منطبق
سد خاکی	دایره	منطبق
دیزج یکان	دایره	منطبق
فارفار	دایره	منطبق
دیزج حسین بیگ	دایره	منطبق
کشکسرای	دایره	منطبق
شوره‌دره	دایره	منطبق
باغلاز	دایره	منطبق
نمرچین	بیضی	
چولملکی دره	بیضی	
کردچای	بیضی	
سرخه	بیضی	
قره آغاج چای	بیضی	
گزافو	دایره	منطبق
زنجیره	بیضی	
شکرچمن	دایره	منطبق
شورچای	دایره	منطبق

به احتمال زیاد تأمین رسوب زیاد در مخروط‌افکنه‌های شکر چمن، گزافو و شورچای آثار این فعالیت‌های تکتونیکی را از بین برده و به عبارت دیگر، سرعت بالا آمدگی کندتر از سرعت رسوبگذاری است و لذا مخروط‌افکنه‌های مذکور بدون اینکه بریدگی در سطح آنها صورت گیرد، منطبق با گسل شمالی میشو بوده و در پایین دست آن به رسوبگذاری خود ادامه داده، در حالیکه در سایر مخروط‌افکنه‌های میشو غربی آثار این بالا آمدگی بیشتر مشهود است.

منحنی‌های میزان توپوگرافی تغییرات فعالیت‌های تکتونیکی در جبهه‌های مختلف کوهستانی را نیز نشان می‌دهند. بدین ترتیب که در مخروط‌افکنه‌هایی که منحنی‌های میزان آن بخشی از دایره را تشکیل می‌دهند، مرکز دایره منطبق با

جبهه کوهستانی است (کلر و پیتر، ۱۹۹۶، ص ۳۰۱). در مخروط‌افکنه‌های منطقه مورد مطالعه، رأس اکثر مخروط‌افکنه‌ها با جبهه کوهستانی مجاور آنها منطبق می‌باشد (جدول ۱ و شکل ۲).

مقاطع ژئوالکتریکی تهیه شده از مخروط‌افکنه‌های میشو شرقی نشان می‌دهد که مخروط‌افکنه‌های این بخش دارای شکل عدسی مانند هستند. تفسیری که از نظر تکتونیکی برای این نوع اشکال عدسی شکل شده است، آن است که در این مناطق، بالا آمدگی تکتونیکی در طول نهشته گذاری مخروط‌افکنه همچنان ادامه داشته است (لک، ۱۹۹۰، ص ۱۴) بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که حوضه‌های تغذیه کننده مخروط‌افکنه‌های منطقه در دوره‌های رسوبگذاری از فعالیت‌های تکتونیکی متأثر بوده‌اند. شکل مخروط‌افکنه‌های میشو غربی گوه مانند و قسمت ضخیم آنها در مجاورت جبهه کوهستانی و قسمت نازک آنها در فاصله‌های دورتر از جبهه کوهستانی قرار گرفته است. وجود چنین وضعی نشانگر آن است که این بخش قبل از نهشته گذاری در مخروط‌افکنه‌ها، یک بالا آمدگی شدید را تجربه کرده است.

نتیجه‌گیری

مخروط‌افکنه‌ها از جمله اشکال ژئومرفولوژیکی هستند که به فعالیت‌های تکتونیکی حساس بوده و از روی آنها می‌توان اطلاعات مهمی را در مورد تجدید جوانی یک منطقه و نوع حرکات تکتونیکی بدست آورد و این یکی از نکات مثبت و امتیاز مطالعات مخروط‌افکنه‌ای است.

تاکنون شواهد مختلفی برای ارزیابی فعالیت گسل شمالی میشو و گسل‌های مجاور آن ارائه شده است. انحراف رودخانه‌ها از مسیر اصلی خود، تمرکز حرکات توده‌ای در امتداد مسیر گسل، گسل‌های کوچک موجود در مجاورت گسل اصلی و در داخل رسوبات نئوژن، بی‌نظمی نیمرخ طولی رودخانه‌ها، محاسبه ضریب V_f و Sm_f و ضریب شکل حوضه آبریز (B_s) از جمله این شواهد هستند (مختاری کشکی، ۱۳۷۹، ص ۷۱ و ۱۳۸۰، ص ۸۱۰ و ۱۳۸۱، ص ۶۱). ولی همانطور که ملاحظه می‌شود، تمامی این شواهد از داخل ناهمواری‌های دامنه شمالی میشو می‌باشند. با مطالعات انجام شده در این مقاله، ارزیابی فعالیت گسل شمالی میشو بر شکل مخروط‌افکنه‌ها استوار بوده و از طریق یافته‌های آن، کیفیت این فعالیتها در جبهه کوهستانی و در مجاورت آن مورد بررسی قرار گرفته است. براساس نتایج این مقاله، فعالیت‌های تکتونیکی در بخش شرقی میشو در دوره‌های اخیر زمین شناسی و حتی در کواترنر نیز تداوم داشته است و قرار گرفتن قسمت فعال مخروط‌افکنه‌ها در رأس و شکل عدسی مانند آنها، نشان از این مسئله دارد. در حالیکه اثر این فعالیتها در جبهه کوهستانی میشو غربی به اندازه میشو شرقی نیست.

بررسی منحنی‌های میزان سطح مخروط‌افکنه‌ها نشان می‌دهد که در سطح مخروط‌افکنه‌های میشو شرقی و حتی در برخی مخروط‌افکنه‌های میشو غربی اثری از فعالیت‌های تکتونیکی دیده نمی‌شود و مخروط‌افکنه‌هایی که سطح آنها تحت تأثیر فعالیت‌های تکتونیکی قرار گرفته‌اند، نوعی کشیدگی را در سطح خود نشان می‌دهند.

شکل عدسی مانند مقاطع طولی ژئوالکتریکی مخروط‌افکنه‌ها در میشو شرقی نشانگر تداوم بالا آمدگی تکتونیکی در طول نهشته گذاری مخروط‌افکنه‌ها و شکل گوه مانند مقاطع مخروط‌افکنه‌های میشو غربی نشانگر وقوع یک بالا آمدگی شدید قبل از شروع نهشته گذاری در منطقه می‌باشد.

منابع و مآخذ

- ۱- جعفر خانی، علی، ۱۳۷۴، بررسی پترولوژی و ژئوشیمی توده‌های گرانیتوئیدی جنوبغرب مرند و سنگهای مجاور با نگرش به پتانسیل کانی سازی آن (در محدوده روستاهای محبوب آباد، پیربالا و عیش آباد). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم، دانشگاه تبریز.
- ۲- مختاری کشکی، داود. ۱۳۷۶. تحلیل برخی از مسائل مورفودینامیک دامنه شمالی میشو و دشت سیلابی کشکسرای، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- ۳- مختاری کشکی، داود. ۱۳۷۹. آسیب پذیری سکونتگاههای واقع در مسیر خطوط گسل و عمران روستایی، مجله مسکن و انقلاب (پائیز و زمستان)، صفحه ۷۴-۷۰.
- ۴- مختاری کشکی، داود. ۱۳۸۰. گسل شمالی میشو و نقش آن در مورفولوژی دامنه شمالی میشوداغ (آذربایجان- ایران) مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، جلد دوم، صفحه ۸۱۳-۸۰۱. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵- مختاری کشکی، داود. ۱۳۸۱. عوامل مؤثر در گسترش و تکامل مخروط افکنه‌های کواترنری دامنه شمالی میشوداغ (آذربایجان- ایران) و ارزیابی توانهای محیطی آن. پایان نامه دکتری. دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.
- 6- FEMA (Federal Emergency Management Agency). 1996. Alluvial fan flooding. Nat'l Academy Press.
- 7- Keller, E. A., Pinter, N. 1996. Active tectonics: Earthquakes, Uplift. And Landscape. Prentice Hall, Pub.
- 8- Lecce, S. A. 1990. The alluvial fan problem. In: A. H. Rachocki and M. Church (eds.) Alluvial fans : A field approach. John Wiley & sons. PP. 3-24.
- 9- Li, Y., Yang, J., Tan, L. and Duan, F. 1999. Impact of tectonics on allvial landforms in the Hexi Corridor. Northwest China. Geomorphology 28. PP. 299-308.
- 10- Ramirez- Herrera, M. T. 1998. Geomorphic assessment of active tectonics in the Acambay graben, Mexican Volcanic belt. Earth surface processes and land froms. Vol. 23, 317-322.
- 11- Ritter. D. F., Kochel. R. C. and Miller J, R. 1995. Process geomorphology. Wm. C. Brown Pub.
- 12- Yang, J.C. 1985. Geomorphogy (in Chinese). High Education Press. Beijing, 320 PP.