پژوهشهای جغرافیائی ـ شماره ۴۴، بهار ۱۳۸۲
صص ۱۰ـ۱

ارزیابی عملکرد فعالیتهای تکتونیکی براساس مرفولوژی مخروط‌افکنه‌ها

(مورد نمونه: مخروط‌افکنه‌های دامنهٔ شمالی میشو داغ)

دکتر مقصود خیام ـ استادگروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز
دکتر داود مختاری کشکی ـ استادیارگروه پژوهشهای جغرافیایی، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۸۱/۷/۲۲

چکیده

تودهٔ کوهستانی میشوداغ در شمالغرب ایران و در ضلع شمالی دریاچهٔ ارومیه واقع است. این کوهستان در ضلع شمالی خود، به دشت مرند که در جهت شرقی - غربی کشیده شده است، منتهی می‌شود. گسل مورّب لغز شمال میشو و شاخه‌های فرعی آن، مهمترین نقش را در مرفولوژی دامنهٔ شمالی میشوداغ و جبههٔ 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 مخروط‌افکنه‌ها تأثیر عمده‌ای داشته‌اند. بوجود آمدن مخروط‌افکنه‌های چند بخشی در منطقه، نتیجهٔ عملکرد گسلهای منطقه بوده است. اثر فعالیتهای تکتونیکی، حتی رسوبات کواترنر آغازین را نیز خمیده کرده و موجب بوجود آمدن مخروط‌افکنه‌های تو در تو (تلسکوپی) در منطقه شده است. قسمت فعّال 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 دامنهٔ شمالی میشو می باشد. شکل منحنی‌های میزان سطح مخروط‌افکنه‌ها در میشو شرقی و برخی مخروط‌افکنه‌های 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 مخروط‌افکنه‌ها بر مرکز دایره منطبق است. در بقیهٔ مخروط‌افکنه‌های میشوغربی، 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 جبههٔ کوهستانی و در بخش غربی در سطح مخروط‌افکنه‌ها بیشتر مشهود است و لذا می‌توان مرفولوژی مخروط‌افکنه‌ها را به عنوان شاخصی برای ارزیابی فعالیتهای تکتونیکی بکار برد.

واژگان کلیدی: *تکتونیک، مورفولوژی، مخروط‌افکنه، میشوداغ*

مقدمه

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

می‌توان نواحیی راکه درگذشته فعالیتهای سریع و یا حتی کند تکتونیکی را پشت سر گذاشته‌اند، به راحتی شناسایی نمود (رامیرز ـ هررا، ۱۹۹۸، ص ۳۱۷). مخروط‌افکنه‌ها از جملهٔ این اشکال ژئومرفولوژیکی هستند که فعالیتهای تکتونیکی درکنار تغییرات آب و هوایی مهمترین عامل کنترل کنندهٔ آنها می‌باشد (لی و همکاران، ۱۹۹۹ ، ص ۲۹۹). حرکات تکتونیکی، سطح اساس فرسایشی را تغییر داده و فرآیندهای فعّال در سطح مخروط‌افکنه‌ها و تکامل آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. بر این اساس می توان سطوح مخروط‌افکنه‌ای 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 مختاری‌کشکی، 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 (مختاری‌کشکی، ۱۳۷۹، ص ۷۳ و ۱۳۸۰، ص ۸۰۳). این مقاله در برگیرندهٔ نتایج مطالعات ژئومرفیکی مخروط افکنه‌های منطقه به منظور ارزیابی عملکرد فعالیتهای تکتونیکی بویژه در کواترنر است.

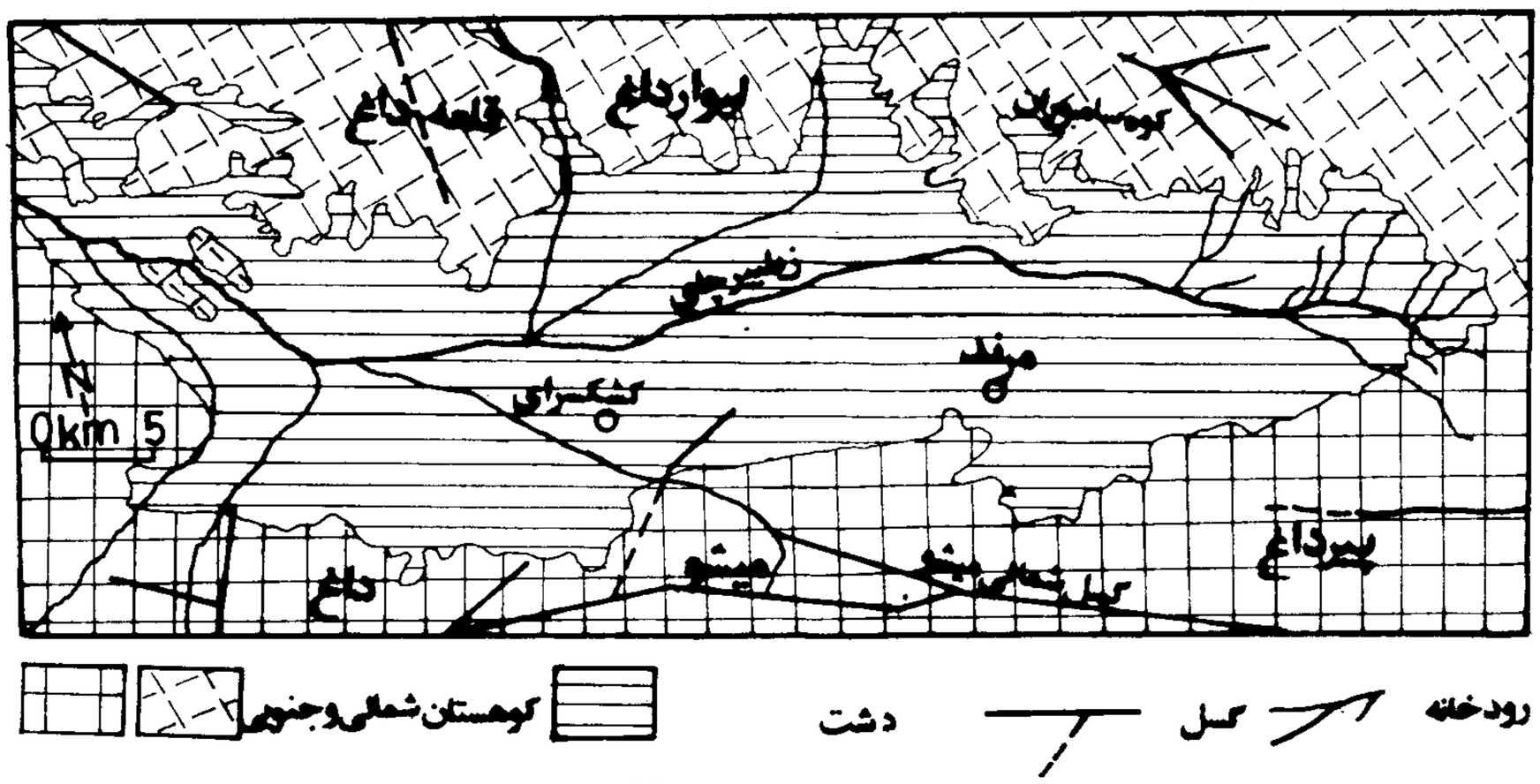
دامنهٔ شمالی تودهٔ کوهستانی میشو (واقع در شمالغرب ایران) از نظر ناهمواری بسیار متنوع بوده و قسمتی از جبههٔ کوهستانی آن که مشرف به دشت مرند است، در اثر فعالیت فرسایشی رودخانه‌ها پیوستگی خود را از دست داده است. تاکنون نگارنده در مقالاتی (۱۳۷۹، ص ۷۰-۳ و ۱۳۸۰، ص ۸۱۳-۸۰۱) به ارزیابی عملکرد فعالیّتهای تکتونیکی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

زمین‌شناسی

تودهٔ کوهستانی میشوداغ در شمالغرب ایران و در ضلع شمالی حاشیهٔ دریاچهٔ ارومیه در جهت شرقی ـ غربی کشیده شده است. دشت مرند به دنبال بالا آمدگی کوهستان میشو در اثر کوهزائیهای کیمیری پیشین به صورت چاله‌ای تکتونیکی درآمده (شکل ۱) و طی دوران سوم نیز تحت تأثیر 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 (مختاری‌کشکی، ۱۳۷۶، ص ۲۵). مهمترین گسل فعّال در دامنهٔ شمالی میشوداغ، گسل میشو می باشد که با شاخه‌های فرعی خود، تأثیر بسیار مهمّی در مرفولوژی این دامنه گذاشته است. مکانیسم کلّی این گسل احتمالا بصورت مورب‌لغز[1] است که دارای مؤلّفهٔ راندگی[2] و مؤلّفهٔ افقی راست رو[3] می‌باشد (جعفر خانی، ۱۳۷۴، ص ۵۱). امتداد گسل شمالی میشو نیز در جهت شرقی ـ غربی است. گسل شمالی میشو یک گسل فعّال است و امروزه شواهد فعالیت این گسل را در مناطق واقع در مسیر آن می‌توان به خوبی مشاهده نمود (مختاری‌کشکی، 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. حاشیهٔ این دشت به طرف کوهستان، محل تشکیل مخروط‌افکنه‌هائی است که در محل خروج رودخانه‌های جاری از دامنه‌های شمالی میشوداغ ایجاد شده‌اند(شکل ۲).

1- Oblique Fault
2- Thrust Fault
3- Right Lateral

شکل ۱ـ موقعیت چاله تکتونیکی مرند و ناهمواریهای اطراف آن



مخروط‌افکنه‌ها و فعالیتهای تکتونیکی جبههٔ 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 جبههٔ کوهستانی می‌توان فعالیتهای تکتونیکی آن ناحیه را ارزیابی نمود (کلروپینتر، ۱۹۹۶، ص ۱۳۶). تشکیل مخروط افکنه‌ها در جبهه‌های کوهستانی مناطق آب و هوایی خشک و نیمه خشک از بارزترین نمونه‌های اشکال ژئومرفولوژیکی است.

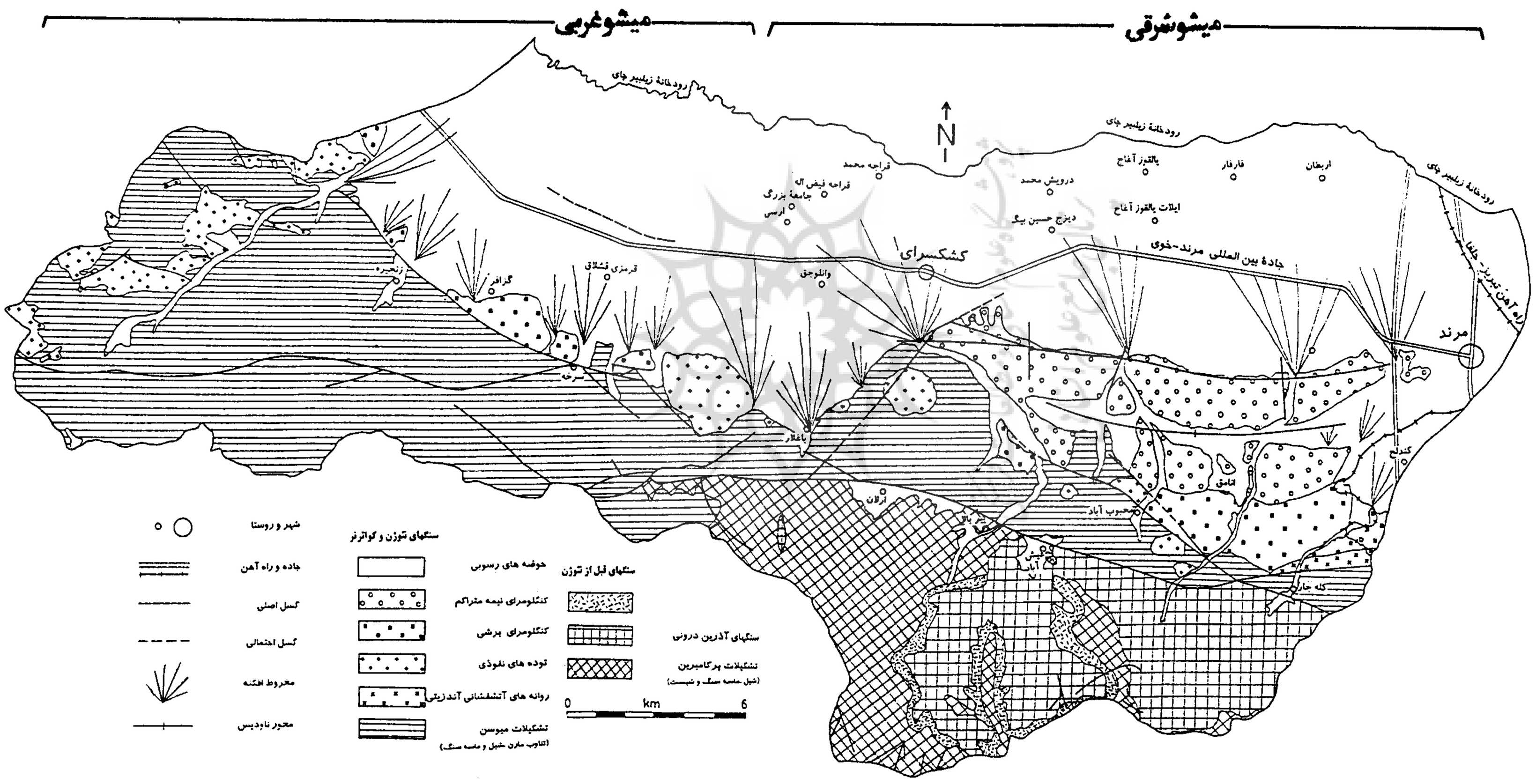
یک مخروط‌افکنه را شاید بتوان نقطهٔ پایانی یک سیستم فرسایش و نهشته گذاری تلقی نمود (ریتر و همکاران، ۱۹۹۵، صَ ۲۴۷) که در آن عناصر فرسایش یافته از یک منبع کوهستانی به جبههٔ کوهستان حمل می‌شوند. در جبههٔ کوهستانی این مواد به صورت یک باد بزن (بخشی از یک مخروط) انباشته می‌شوند که نهشته‌های آن یا آبرفتی بوده و یا بوسیله روانه‌های خرده سنگی[1] و یا مخلوطی از هر دوی آنها تأمین شده‌اند (لک، ۱۹۹۰، ص ۴، فیما، ۱۹۹۶، ص ۲). در چنین سیستمی «فرسایشی ـ انباشتی»، رودخانه نقش یک رابط بین قسمتهای مختلف سیستم را بازی می‌کند (ریتر و همکاران، ۱۹۹۵، ص ۲۴۷). مرفولوژی یک مخروط‌افکنه تابعی از متغیّرهایی از قبیل اندازه، زمین‌شناسی، ناهمواری، آب و هوا، پوشش گیاهی و فعالیتهای تکتونیکی حوضهٔ تأمین کنندهٔ رسوب برای مخروط‌افکنه است.

نیمرخ شعاعی مخروط‌افکنه‌ها معمولاً مقعّر می‌باشند، ولی در اغلب موارد شکستگی‌هایی در امتداد این نیمرخ دیده می‌شود که در واقع همان مرز بین قسمتهای مختلف مخروط‌افکنه‌ها است. در واقع می‌توان گفت که اکثر مخروط‌افکنه‌ها و بویژه مخروط‌افکنه‌های دامنهٔ شمالی میشو داغ از نوع چند بخشی[2] هستند.

1- Debris flows

2- Segmented

شکل ۲ـ ویژگیهای زمین‌شناسی دامنهٔ شمالی میشوداغ و موقعیت مخروط افکنه‌ها

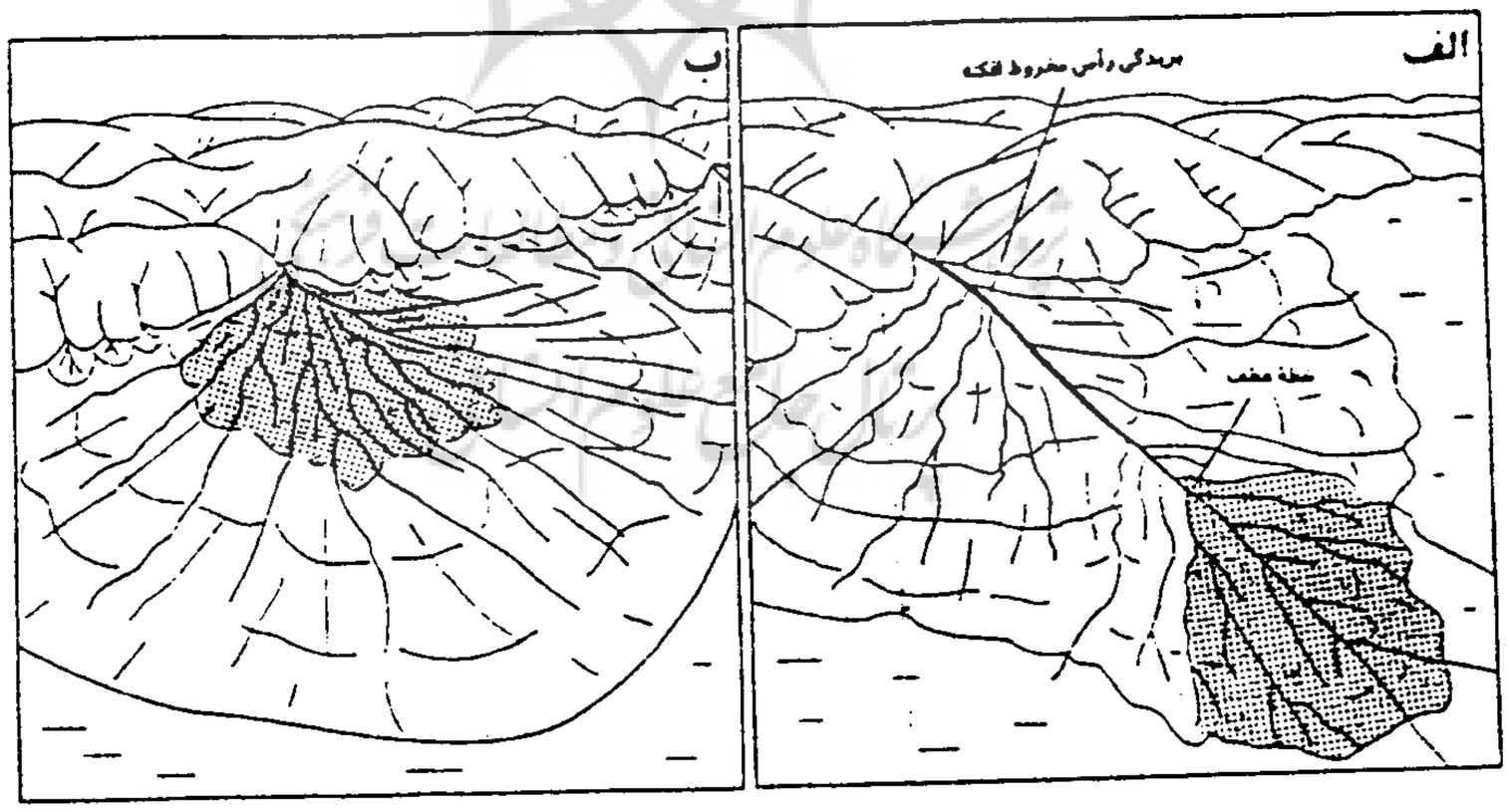


ارزیابی فعالیتهای تکتونیکی در جبههٔ کوهستانی

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، بالاآمدگی، خمیدگی و چین خوردگی در امتداد جبههٔ کوهستانی اتفاق می‌افتد، پی برد (کلروپینتر، ۱۹۹۶، ص ۲۹۹).

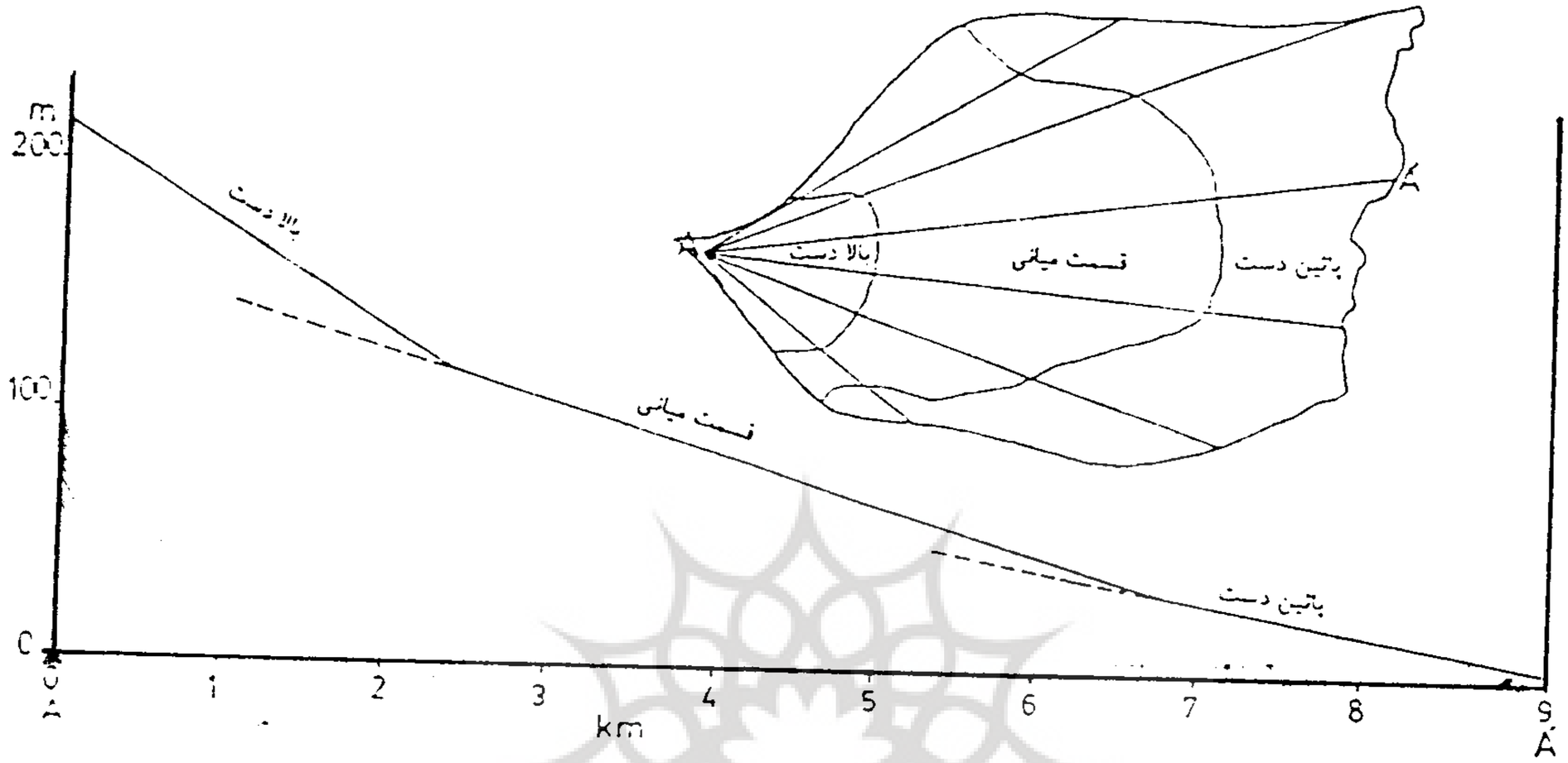
در ساده‌ترین حالت، بالا آمدگی کوهستان موجب افزایش و بعمق رفتن بستر رودخانه‌ها در داخل کوهستان و در نتیجهٔ انباشت مواد در قسمت رأس مخروط‌افکنه می‌شود. جوانترین قسمت مخروط‌افکنه در چنین وضعیتی در رأس آن قرار می‌گیرد (شکل ۳ ـ الف). مطالعات انجام شده در ارتباط با شکل مخروط‌افکنه‌های دامنهٔ شمالی میشو نشان می‌دهد که مخروط‌افکنه‌های واقع در میشوشرقی (شکل ۲) تماماً از این دسته از مخروط‌افکنه‌ها هستند. جبههٔ کوهستانی این بخش از میشو متشکّل 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[1] دیده می‌شود. این رسوبات در اثر فعالیتهای تکتونیکی در کواترنر بالا آمده و در نتیجهٔ آن، محل مخروط‌افکنه‌ها به موضعی پایین‌تر و به طرف رودخانه زیلبیرچای (وسط چالهٔ تکتونیکی) منتقل شده است. شکل شمارهٔ (۴) نیمرخ مخروط‌افکنه «فار فار» را نشان می‌دهد که قسمت فعّال آن در رأس قرار گرفته است. وجود چنین وضعیتی نشانه‌ای از تداوم فعالیتهای تکتونیکی در میشوشرقی است.

شکل ۳ـ چند بخش شدگی مخروط‌افکنه (قسمتهای سایه‌دار، بخش فعّال مخروط‌افکنه‌ها را نشان می‌دهد)



1- Telescopic

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



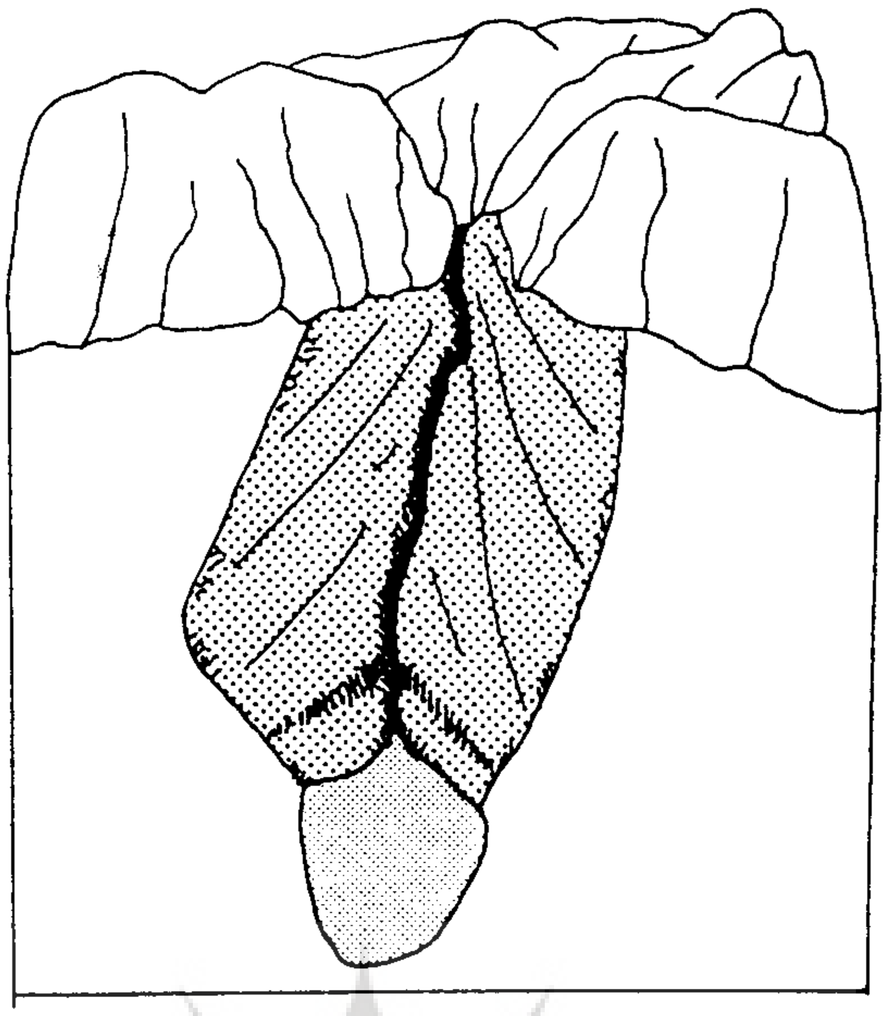
فعّال بودن گسلهای منطقه در این بخش از کوههای میشو بوسیلهٔ شاخصهای دیگر نیز به اثبات رسیده است. مقادیر شاخصهای تضاریس جبههٔ کوهستانی (Sm_f) برای میشو شرقی ۱/۲ و نسبت عرض کف درّه به ارتفاع عوارض کنارهٔ درّه (ضریب V_f) بین ۰/۱۷ تا ۰/۵۶ متغیّر است (مختاری‌کشکی، ۱۳۸۱، ص ۵۱) که تأییدی بر ادامهٔ فعالیتهای تکتونیکی در منطقه می‌باشد.

عکس این قضیه نیز ممکن است اتفاق بیافتد؛ 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 ـ 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 شمارهٔ (۵) شماتیک مخروط‌افکنهٔ زنجیره واقع در بخش غربی میشو نشان داده شده که قسمت فعّال 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 S_{mf} و V_f (به ترتیب ۱/۹ و بین ۰/۸ تا ۳) نیز این مسئله را تأیید می‌کند.

ارزیابی فعالیتهای تکتونیکی در مجاورت جبههٔ کوهستانی

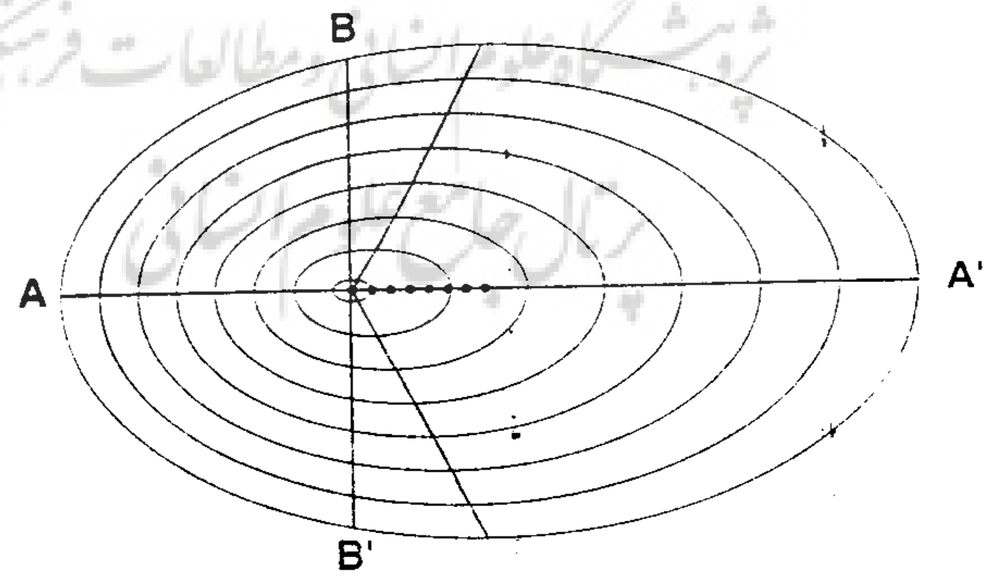
بر اساس شکل یک مخروط‌افکنه می‌توان نوع فعالیت تکتونیکی را در مجاورت جبههٔ کوهستانی تشخیص داد. از

شکل ۵ـ نقشهٔ موقعیت و شماتیک مخروط‌افکنه زنجیره



آنجاکه مخروط‌افکنه‌ها شکل مخروطی دارند؛ منحنی‌های میزان روی مخروط‌افکنه‌های ساده تقریباً حالت قوس مانند پیداکرده و بخشی از یک دایره را تشکیل می‌دهند. در مخروط‌افکنه‌های غیرساده که تحت تأثیر فعالیتهای تکتونیکی بوده‌اند، منحنی‌های میزان سطح مخروط‌افکنه بجای دایره، بخشی از یک بیضی را تشکیل می‌دهند (شکل ٦).

شکل ۶ـ 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 مخروط‌افکنه) را نشان می‌دهند. قابل توجه است که منحنی‌های میزان روی نقشه، هر کدام تشکیل یک بیضی را می دهند.



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) اندازه گیری می‌شود. در این صورت مقدار خمیدگی مخروط‌افکنه‌ها عبارت خواهد بود از :

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

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 مخروط‌افکنهٔ 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 فعالتیهای 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 نتیجهٔ فعالیت گسلی فرعی است، که به موازات جادهٔ مرند خوی و به صورت عمود بر شعاع مخروط‌افکنه‌های میشو غربی کشیده شده است (شکل ۲).

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

نام مخروط‌افکنه	شکل	تطبیق یا عدم تطبیق	β
کله جار	دایره	منطبق	
حسن بیگ گلی	دایره	منطبق	
سد خاکی	دایره	منطبق	
دیزج یکان	دایره	منطبق	
فارفار	دایره	منطبق	
دیزج حسین بیگلو	دایره	منطبق	
کشکسرای	دایره	منطبق	
شوره‌دره	دایره	منطبق	
باغلار	دایره	منطبق	
نمرچین	بیضی		۴/۶
جولملکی دره	بیضی		۶/۴
کردچای	بیضی		۶/۸
سرخه	بیضی		۳/۵
قره‌آغاج چای	بیضی		۳/۶۵
گزافر	دایره	منطبق	
زنجیره	بیضی		۴
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

جبههٔ کوهستانی است (کلر وپینتر، ۱۹۹۶، ص ۳۰۱). در مخروط‌افکنه‌های منطقهٔ مورد مطالعه، رأس اکثر مخروط‌افکنه‌ها با جبههٔ کوهستانی مجاور آنها منطبق می باشد (جدول ۱ وشکل 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 می توان چنین نتیجه گرفت که حوضه‌های تغذیه کنندهٔ مخروط‌افکنه‌های منطقه در دوره‌های رسوبگذاری از فعالیتهای تکتونیکی متأثر بوده‌اند. شکل مخروط‌افکنه‌های میشوغربی گوه مانند و قسمت ضخیم آنها در مجاورت جبههٔ کوهستانی و قسمت نازک آنها در فاصله‌های دورتر از جبههٔ 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، محاسبهٔ ضریب V_f و Sm_f و ضریب شکل حوضهٔ آبریز (B_s) از جملهٔ این شواهد هستند (مختاری‌کشکی، ۱۳۷۹، ص ۷۱ و ۱۳۸۰، ص ۸۱۰ و ۱۳۸۱، ص ۶۱). ولی همانطور که ملاحظه می‌شود، تمامی این شواهد از داخل ناهمواریهای دامنهٔ 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 جبههٔ 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 فعّال مخروط‌افکنه‌ها در رأس و شکل عدسی مانند آنها، نشان از این مسئله دارد. در حالیکه اثر این فعالیتها در جبههٔ کوهستانی میشو غربی به اندازهٔ میشوشرقی 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 میشوشرقی نشانگر تداوم بالا آمدگی تکتونیکی در طول نهشته گذاری مخروط‌افکنه‌ها و شکل گوه مانند مقاطع مخروط‌افکنه‌های میشوغربی نشانگر وقوع یک بالا آمدگی شدید قبل از شروع نهشته گذاری در منطقه می‌باشد.

منابع و مآخذ

۱ـ جعفر خانی، علی، ۱۳۷۴، بررسی پترولوژی و ژئوشیمی توده‌های گرانیتوئیدی جنوبغرب مرند و سنگهای مجاور با نگرش به پتانسیل کانی سازی آن (در محدودهٔ روستاهای محبوب آباد، پیربالا و عیش آباد). پایان نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشکدهٔ علوم، دانشگاه تبریز.

۲ـ مختاری‌کشکی، داود. ۱۳۷۶. تحلیل برخی از مسائل مورفودینامیک دامنهٔ شمالی میشو و دشت سیلابی کشکسرای، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشکدهٔ علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز.

۳ـ 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.

۴ـ مختاری‌کشکی، داود. ۱۳۸۰. گسل شمالی میشو و نقش آن در مورفولوژی دامنهٔ شمالی میشوداغ (آذربایجان- ایران) مجموعه مقالات دومین کنفرانس زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، جلد دوم، صفحه ۸۱۳-۸۰۱. دانشگاه تربیت مدرس.

۵ـ مختاری کشکی، داود. ۱۳۸۱. عوامل مؤثر در گسترش و تکامل مخروط‌افکنه‌های کواترنری دامنهٔ شمالی میشوداغ (آذربایجان- ایران) و ارزیابی توانهای محیطی آن. پایان نامهٔ دکتری. دانشکدهٔ 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.