

بررسی نوزمین ساختی مخروط افکنه‌های گسل کوهبنان

شهباز رادفر: دانشگاه شهید باهنر کرمان

محسن پورکرمانی: دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

گسل کوهبنان در حاشیه جنوب غربی کوچک قاره ایران مرکزی در بین بلوک طبس و بلوک یزد از شمال غربی کرمان تا شمال غربی بهاباد واقع در شرق بافق با طول ۳۰۰ کیلومتر و امتداد شمال غربی-جنوب شرقی ادامه دارد. این گسل یکی از لرزه خیزترین روندهای ساختاری در استان کرمان و شرق بافق یزد به شمار می‌آید. آخرین فعالیت لرزه‌ای مهم آن در تاریخ ۸۱/۱/۱۲ با $M_s=4/3$ در قطعه شمال غربی ده زوئیه این گسل اتفاق افتاد گسل فعال کوهبنان به صورت قطعات جدا از هم شکل گرفته است که حرکت در قطعات جنوب شرقی و میانی آن راستا لغز راست‌بُر با مؤلفه معکوس و در قطعات شمال غربی آن راستا لغز راست‌بُر با مؤلفه عادی در پلیو-کواترنری بوده است. مطالعه مخروط افکنه‌ها در دشت زرنند، طغرل جرد و بها باد نشان می‌دهد که تشکیل، توسعه و ریخت‌شناسی این مخروط‌افکنه‌ها تحت تاثیر فعالیت زمین‌ساختی قطعات گسل کوهبنان واقع در پیشانی رشته کوه‌های کرمان-کوهبنان و رشته کوه‌های غربی دشت بهاباد بوده است. در حاشیه شرقی دشت زرنند چندین مخروط‌افکنه در کنار هم به صورت پیوسته به هم و با هم‌پوشانی جانبی در مجاور قطعات گسلی تیکدر-گور چوئیه، خانوک، ریگ آباد-داهویه، اپانک-سرباغ، گیسک، در تتگل، ده زوئیه و شمال غربی ده زوئیه تشکیل شده است. راس مخروط‌ها هیچ پیشرفتگی به سمت جبهه کوهستان نشان نمی‌دهد و جوان‌ترین بخش مخروط‌ها نزدیک به راس آنها می‌باشد. در سطح مخروط‌ها مناطق فعال و غیرفعال و گاه‌ها بریدگی عمیق ایجاد شده است. نیمرخ طولی قطعه‌ای و گاهی با شیب کاهش یابنده، نیمرخ عمقی گوه‌ای با حداکثر ضخامت مخروط در مجاورت قطعات گسلی و یا عدسی شکل، ساختمان داخلی غالباً دفن شده و کمتر فلسی و گاهی متداخلی، مجرای اصلی و کناری و حاشیه‌ای، جورشدگی ضعیف، درشت شدن رسوبات به طرف بالا در مقطع قائم از مشخصات دیگر این مخروط افکنه‌ها می‌باشد. در رسوبات نیمه سخت شده مخروط افکنه‌های خانوک، سرباغ، ده زوئیه شمال غربی ده زوئیه شکستگی‌های نوزمین ساختی آشکار مشاهده می‌شود. در حاشیه شرقی شهر دشت طغرل جرد و حاشیه غربی دشت بهاباد در مجاورت قطعات گسلی طغرل جرد، عباس آباد، درگز-گودگز، جنوب شرق گوار، فخر آباد، حسین آباد و کوه سرخ نیز چندین مخروط افکنه در کنار هم، به صورت پیوسته و با هم‌پوشانی جانبی تشکیل شده است که در رأس آنها هیچ پیشرفتگی به سمت جبهه کوهستان ندارد و یک آبراهه اصلی به سطح آنها وارد می‌شود. مجرای اصلی آنها حاشیه‌ای و کناری بوده و فعال و غیرفعال و بریدگی‌های عمیق در سطح مخروط‌ها ایجاد شده است. در رسوبات مخروط افکنه‌های فخرآباد، خوش آباد و حسین آباد

شکستگی‌های نوزمین ساخت آشکار مشاهده می‌شود. بر اساس ریخت‌شناسی سطحی، تغییرات عمقی و ساختمان داخلی مخروط افکنه‌ها نتیجه می‌شود که:

(۱) در اثر فعالیت نوزمین ساختمی قطعات گسلی کوهبنان واقع در حد کوه و دشت در حین تشکیل مخروط افکنه‌ها، پیشانی کوهستان به طور متناوب بالا رفته است و یا محدوده کوهپایه پائین رفته است و تماماً با آن کوهستان یک جابه‌جائی راست بُر نیز نسبت به دشت داشته است.

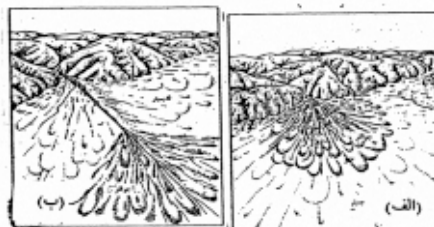
(۲) قطعات گسلی خانوک، ریگ آباد، گیسک، درتگل، اپانگ- سرباغ، شمال‌غربی ده زوئیه و فخرآباد فعال‌ترین قطعات در زمان تشکیل مخروط افکنه‌ها و بعد از آن بوده‌اند.

مقدمه

معیارهای مطالعه مخروط افکنه‌ها در بررسی‌های نوزمین ساختمی

تشکیل مخروط افکنه در مجاور گسل پیشانی کوه: تشکیل و گسترش مخروط افکنه‌ها در مجاورت حد کوه و دشت‌های گسلی معمولاً با فعالیت‌های نوزمین‌ساختی گسل در ارتباط است و در مناطقی که میزان بالا آمدگی کوه‌ها در اثر فعالیت نوزمین ساختمی گسل حد کوه و دشت نسبت به میزان حفر شدگی به سمت پائین رود و رسوبگذاری در مخروط زیاد باشد، رسوبگذاری در راس مخروط افکنه‌ها صورت می‌گیرد، به طوری که تشکیل و توسعه مخروط افکنه‌ها نزدیک و در مجاورت گسل حد کوه و دشت است (شکل ۱) [۱۶]، [۲۱].

شکل ۱-الف- تشکیل مخروط افکنه در مجاور پیشانی گسلی فعال (ب) تشکیل مخروط افکنه در پیشانی غیرفعال (Keller, 1986)

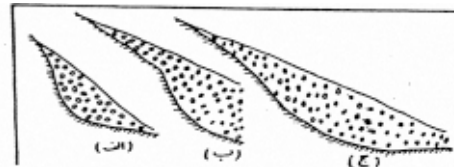


تغییر در ضخامت مخروط افکنه: بول (Bull, 1979) رابطه بین نیمرخ عمقی مخروط افکنه‌ها و فعالیت نوزمین ساخت گسل‌ها را به شرح زیر توضیح می‌دهد:

- مخروط افکنه دارای یک نیمرخ گوه ای است و حداکثر ضخامت آن در مجاورت جبهه کوهستان دیده می‌شود، به طوری که با دور شدن از کوهستان نازک می‌گردد (شکل ۲-الف) این حالت نشانگر بالا آمدگی زمین‌ساختی کوهستان قبل از رسوب گذاری و تشکیل مخروط افکنه است.

- مخروط افکنه دارای نیمرخ گوه ای است، ولی حداکثر ضخامت آن دور از حد کوه و دشت است به طوری که با نزدیک شدن به حد کوه و دشت به تدریج نازک‌تر می‌شود (شکل ۲-ب). این نیمرخ حاصل توقف فعالیت زمین‌ساختی در یک زمان نسبتاً طولانی است.

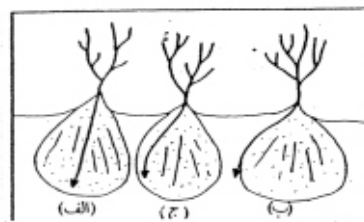
- مخروط افکنه به صورت عدسی شکل است و هم به سمت کوهستان و هم در جهت دور شدن از آن نازک می‌شود (شکل ۲-ج). این نیمرخ در شرایطی دیده می‌شود که در حین تشکیل مخروط افکنه بالا آمدگی زمین ساختی کوهستان نیز ادامه داشته باشد.



شکل ۲- گوناگونی نیمرخ عمقی مخروط افکنه‌ها: الف) مخروط افکنه گومای با حداکثر ضخامت در مجاور جبهه کوهستان، ب) مخروط افکنه گومای با حداکثر ضخامت دور از جبهه کوهستان، ج) مخروط عدسی شکل

پیشرفتگی راس مخروط به سمت جبهه کوهستان: میزان پیشرفتگی راس مخروط به داخل جبهه کوهستان در حد کوه و دشت‌های گسلی متأثر از حالت نوزمین ساختی گسل‌های حد کوه و دشت است. بنابراین حد کوه و دشت‌های گسلی فعال در اواخر کواترنری، به صورت مستقیم با درصد مسطح شدگی بالا، بدون پیشرفتگی راس مخروط به داخل جبهه کوهستان ظاهر می‌شوند.

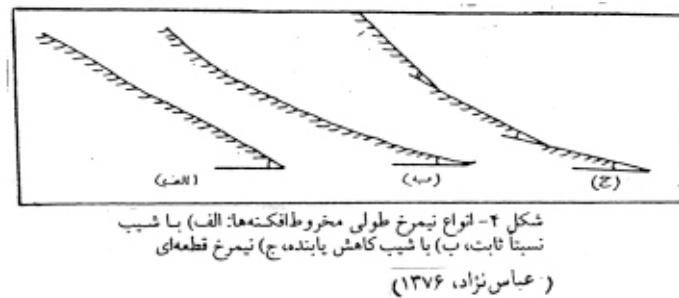
موقعیت مجرای اصلی و مناطق فعال و غیرفعال در سطح مخروط افکنه: سطح مخروط افکنه‌ها اغلب دارای یک مجرای اصلی است که این مجرای اصلی ممکن است در قسمت میانی، کناری و حاشیه‌ای مخروط باشد (شکل ۳). با تغییر محل مجرای اصلی، مناطق فعال و غیرفعال در سطح مخروطها تشکیل می‌گردد. تغییر موقعیت مجرای اصلی از نوع میانی به حاشیه‌ای و کناری و همچنین ایجاد مناطق فعال و غیرفعال در سطح مخروط افکنه‌ها می‌تواند در اثر عوامل: ۱) کج شدگی بلوکی که مخروط افکنه روی آن تشکیل شده است ۲) حرکت راستا لغز جوان روی گسل حد کوه و دشت جابجایی کوهستان نسبت به مخروط افکنه، ۳) رسوب گذاری در طی زمان نسبتاً طولانی و کاهش شیب سطح مخروط افکنه در بخش میانی، ایجاد می‌شود [۱۴].



شکل ۳- انواع مخروط افکنه از نظر موقعیت مجرای اصلی: الف) با مجرای میانی ب) با مجرای کناری ج) با مجرای حاشیه‌ای

تغییرات عمودی اندازه ذرات رسوب: تغییر اندازه ذرات رسوبی در جهت قائم در روی یک مخروط افکنه می‌تواند در اثر عواملی نظیر زمین ساخت، تغییرات آب و هوایی و روند تکاملی مخروط افکنه‌ها باشد. معمولاً درشت شدن به طرف بالا در اثر زمین ساخت فعال در ضخامت‌های قابل ملاحظه‌ای ظاهر می‌گردد (Bull, 1979).

- نیمرخ طولی مخروط افکنه‌ها: نیمرخ طولی مخروط افکنه‌ها ممکن است به صورت‌های زیر دیده شود [۸].
- مخروط افکنه‌های با شیب نسبتاً ثابت: این مخروط افکنه‌ها اغلب تحت تأثیر فرآیند جریان‌های آبی تشکیل می‌شوند و کاهش قابل ملاحظه‌ای در اندازه ذرات آنها از رأس به طرف قاعده دیده نمی‌شود (شکل ۴-الف).
 - مخروط افکنه‌های با شیب کاهش یابنده: شیب نیمرخ این مخروط‌ها همچنین قطر ذرات به سوی قاعده به طور واضح کاهش می‌یابد. به گونه‌ای که نیمرخ آنها به شکل هذلولی و در رأس قطعات درشت‌تر قطعه سنگ قلوه سنگ و در قاعده ذرات ریز در حد ماسه ته نشین شده‌اند (شکل ۴-ب).
 - مخروط افکنه‌های قطعه‌ای: نیمرخ طولی این مخروط افکنه‌ها متشکل از قطعات با شیب‌های مختلف است، ولی در هر قطعه شیب ثابت است. تعداد قطعه‌ها ۲ یا بیشتر و شیب آنها به طرف پایین دست کاهش می‌یابد (شکل ۴-ج). مهمترین عواملی که می‌توانند موجب قطعه‌ای شدن نیمرخ طولی مخروط‌ها شود عبارتند از: تغییر شیب مجرا به علت بالا آمدگی زمین ساختی در حوضه آبگیر (Bullm, 1962)، کج شدگی مخروط در اثر نیروی زمین ساختی [۱۸].



بریدگی مخروط افکنه‌ها: بریدگی مخروط افکنه‌ها می‌تواند در اثر عوامل تغییر در آبدی رودخانه [۲۲]، کاهش میزان ورود رسوب به سطح مخروط و عوامل زمین ساختی باشد (achocki, 1981).

بول^۱ [۱۳] بریدگی‌های سطح مخروط افکنه‌ها را در قالب یک فرضیه زمین ساختی چنین تحلیل نموده است که اگر ΔU سرعت برپایی کوهستان، Δe سرعت فرسایش سطح مخروط افکنه در مجاورت کوهستان، Δw سرعت حفر بستر توسط رودخانه باشد. برای اینکه رودخانه سطح مخروط را ببرد باید وضعیت زیر حاکم باشد.

$$\frac{\Delta u}{\Delta t} < \frac{\Delta w}{\Delta t} > \frac{\Delta e}{\Delta t}$$

البته باید توجه داشت که بریدگی سطح مخروط افکنه‌ها در مجاورت حد کوه و دشت‌های گسلی تنها در اثر حرکات زمین ساختی گسل و بالا آمدگی کوهستان صورت نمی‌گیرد ولی در شرایطی که میزان بریدگی زیاد است و سایر شواهد نوزمین ساختی و ریخت زمین ساخت برای اثبات فعالیت گسل و بالا آمدگی کوهستان وجود

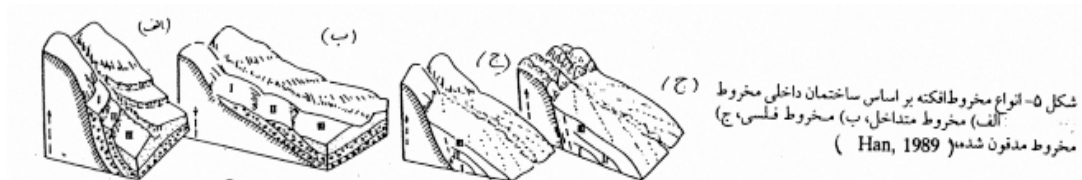
^۱-Bull

داشته باشد، زمین ساخت فعال عامل مهم و اصلی در ایجاد بریدگی های مخروط افکنه‌ها می‌باشد. ساختمان داخلی مخروط‌ها: هان^۱ [۱۵] ارتباط ساختمان داخلی مخروط افکنه‌ها را با فعالیت‌های نوزمین‌ساختی، به صورت زیر تفسیر می‌کند:

- مخروط متداخل^۲: در این نوع مخروط هر قسمت جوانتر در داخل فضای فرسایشی مخروط قبلی قرار می‌گیرد. این باعث شده که مرز قبلی به صورت واضح دیده شود. این نوع مخروط افکنه اغلب در یک محدوده کوهپایه باریک بین قسمت کوهستانی شدیداً و متناوباً بالا رونده و یک دشت یا حوضه شدیداً پائین رونده تشکیل می‌شوند (شکل ۵-الف).

- مخروط فلسی^۳: در انواع فلسی هر مخروط جوانتر روی قسمت میانی تا تحتانی مخروط افکنه قدیمی و مرتفع قبلی قرار می‌گیرد. اگر یک پهنه کوهپایه وسیع بین کوهستانی که به شدت بالا رفته و یک دشت نسبتاً دوری که فرو نشسته است، قرار گیرد، این نوع ساختمان داخلی مخروط تشکیل می‌گردد (شکل ۵-ب).

- مخروط دفن شده^۴: در این نوع ساختمان، هر مخروط مسن تر توسط مخروط جوان تر پوشیده شده است. این نوع ساختمان در مناطقی تشکیل می‌شود که محدود کوهپایه به طور متناوب توسط گسل پائین رود (شکل ۵-ج).



مشخصات دره حفر شده در سطح مخروط افکنه‌ها: در مناطقی که برپایی نوزمین ساختمی جوان و شدید باشد، دره حفر شده در سطح مخروط افکنه‌ها تنگ و عمیق و نامتقارن با دیواره‌های عمودی خواهد بود که با گذشت زمان به صورت دره وسیع و کم عمق تر درمی‌آیند.

وجود شکستگی و گسل در رسوبات مخروط افکنه: اثرات فعالیت‌های نوزمین ساختمی در رسوبات سخت نشده مخروط افکنه‌ها به زودی محو و ناپدید می‌گردد. البته گاهی در رسوبات نیم سخت شده مخروط افکنه شکستگی‌ها و گسل‌های نوزمین ساخت دیده می‌شود که این نوع ساختارها جوان فعالیت نوزمین ساخت جوان و لرزه خیزی منطقه باشد.

۱-Han

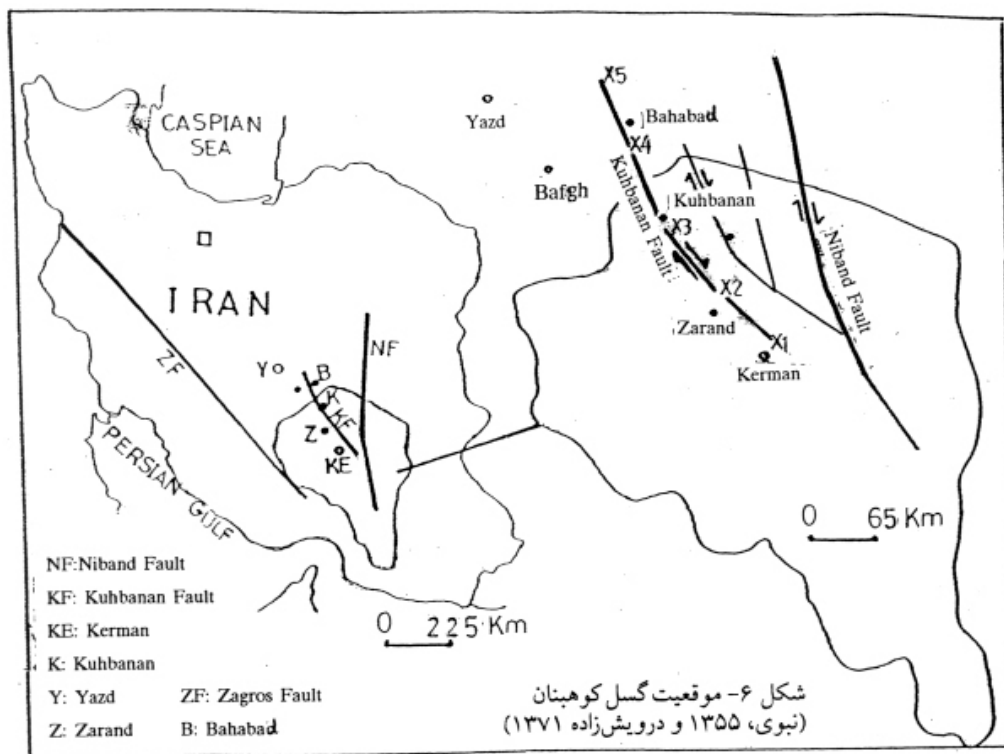
۲- Insetfan

۳- Imbricated Fan

۴- Burried Fan

گسل کوهبنان

گسل کوهبنان برای اولین بار توسط هکریدر^۱ و همکاران [۱۷] نقشه برداری شد این گسل با یک راستای شمال غربی- جنوب شرقی یکی از فرمهای اصلی ساختمانی در حاشیه جنوب غربی بلوک ایران مرکزی و بین بلوک طبس و یزد است و از دیرباز یکی از مناطق پر تحرک و زلزله خیز ایران مرکزی به شمار می رود (شکل ۶). نام این گسل از شهر کوهبنان در شمال غربی کرمان گرفته شده است. گسل کوهبنان از ۱۰ و ۵۷ طول شرقی و ۴۵ و ۳۰ عرضی شمالی، از شرق دهکده تیکدر در ۲۵ کیلومتری شمال غربی کرمان به فرم قطعات جدا از هم با طول حدود ۳۰۰ کیلومتر تا ۵۵ و ۵۰ طول شرقی و عرض ۳۰ و ۳۲ عرض شمالی و انتهای شمال غربی دشت بهاباد ادامه دارد. راستای گسل کوهبنان با خطواره مغناطیسی F522 در نقشه‌های ژئو مغناطیسی هوایی منطقه تطبیق دارد.

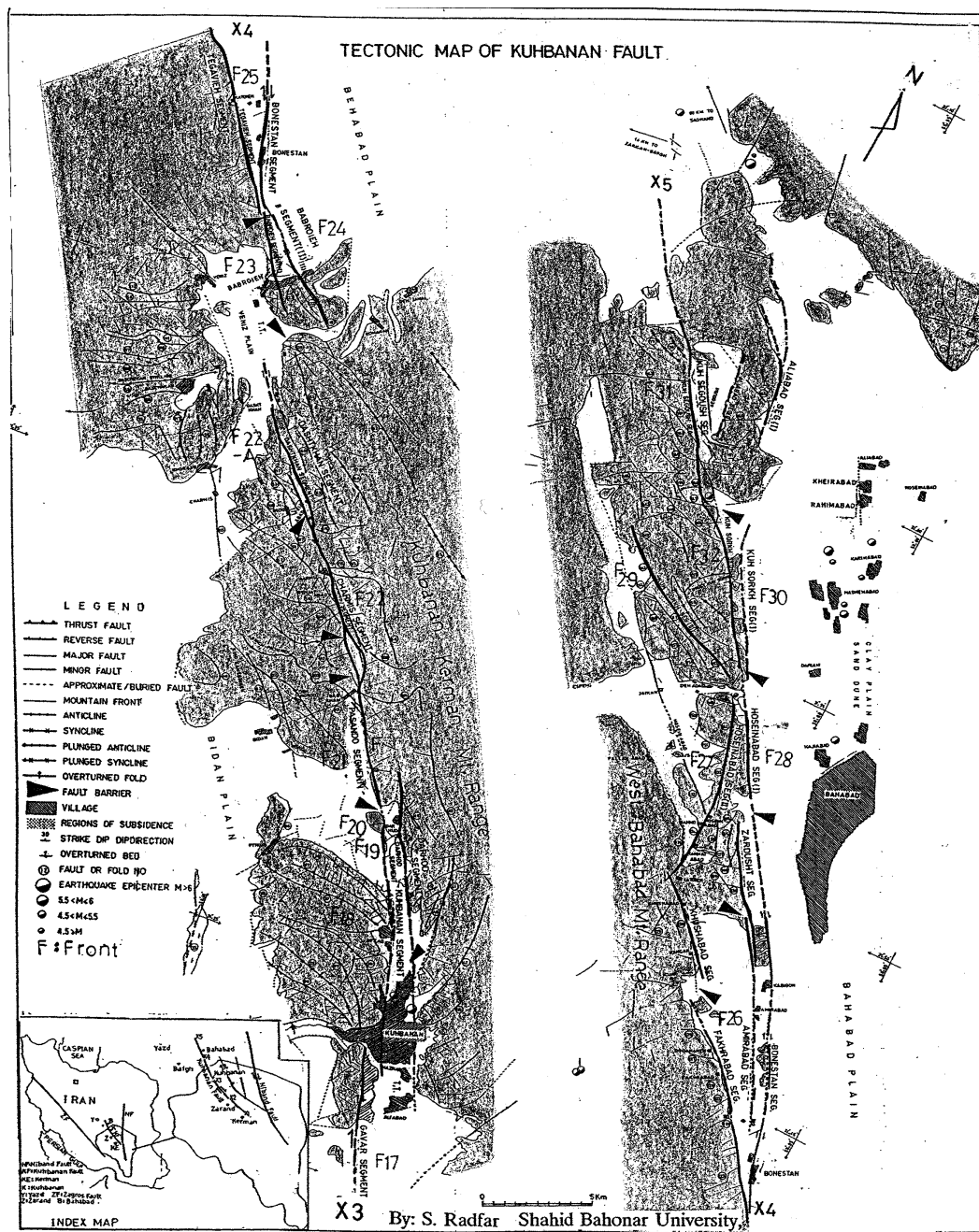


به طور کلی ساختارها در مجاورت گسل کوهبنان تحت تأثیر تنش برشی در امتداد تقریباً شمال غرب - جنوب شرق و جهت عقربه‌های ساعت و دیگری تنش فشارشی وارد بر حوضه‌های حاشیه این گسل با روند تقریبی N20O شکل گرفته اند [۱]، [۷]، [۱۷].

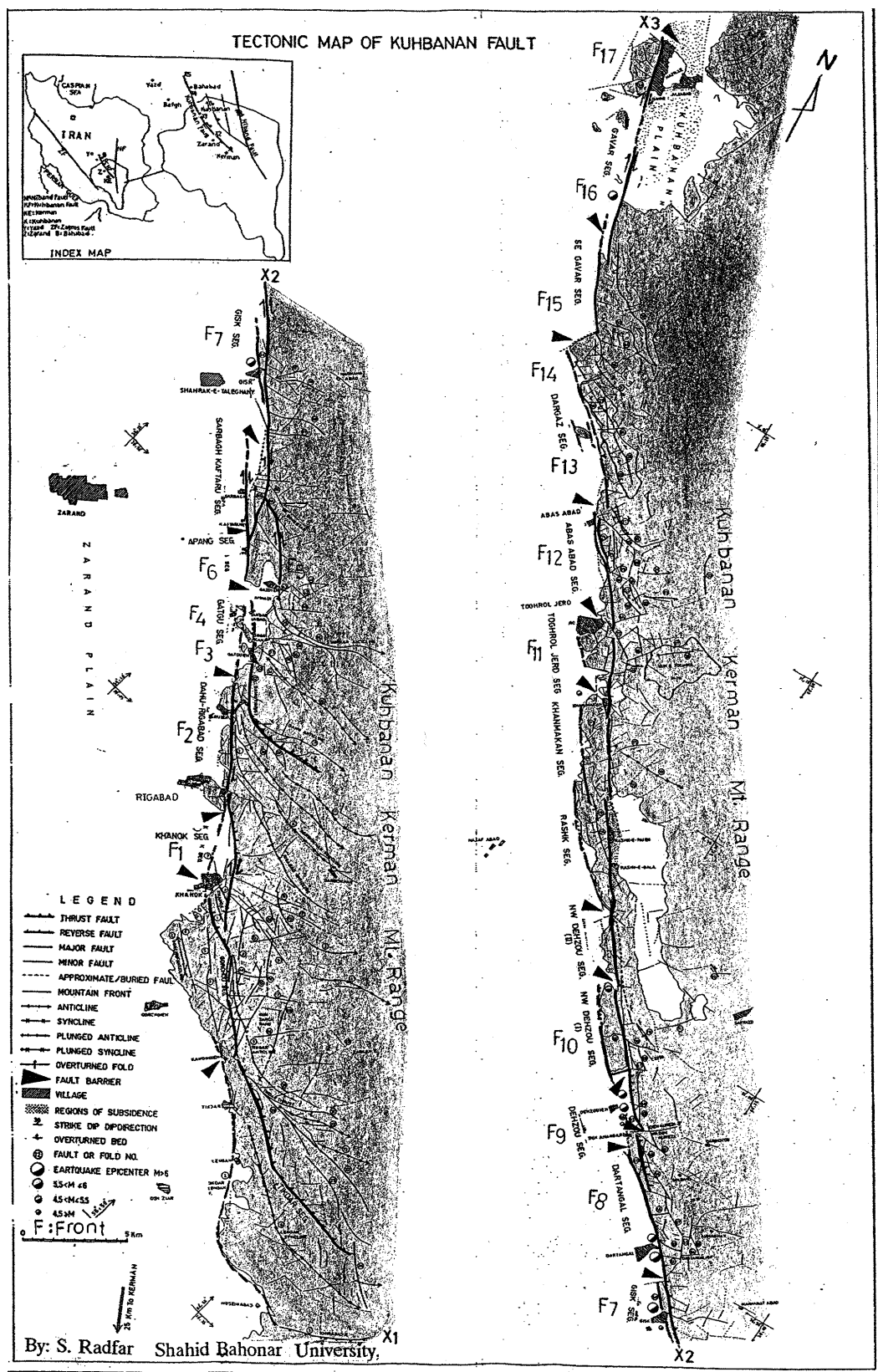
براساس مطالعه عکس‌های هوایی، انجام عملیات صحرایی، تعقیب امتداد گسل و بررسی تغییرات در امتداد آن، تحلیل ساختاری، بررسی لندفرم‌ها و محاسبه شاخص‌های زمین‌ریخت در طول گسل کوهبنان

^۱-Huckride

مشخص گردید. که این گسل از ۴۰ قطعه گسلی جدا از هم شکل گرفته که به وسیله سدهای گسلی از هم جدا شده‌اند. قطعات گسل کوهبنان و سدهای گسلی در نقشه زمین ساخت گسل کوهبنان شکل ۷ نشان داده شده است [۱]. سدهای گسلی در طول گسل مناطقی بوده که در آنها انرژی ارزشی از گسل می‌گردد. خنثی شدن و از بین رفتن انرژی لرزه‌ای باعث شده که در هر حادثه لرزه‌ای فقط تعدادی از این قطعات فعال و گسیخته شده و حرکت در هر قطعه مستقل از قطعه دیگر باشد (Scholz, 1990).



شکل ۷- نقشه زمین ساخت گسل کوهبنان



(ادامه شکل ۷)

برای گسل کوهبنان یا راستای شمال غربی-جنوب شرقی، زاویه شیب زیاد به سمت شمال شرقی، حرکت راستالغز راست بر درطول تریاس فوقانی- ژوراسیک و حرکت راستالغز راست برپا مؤلفه معکوس و ساز و کار فشارشی در طول زمان کرتاسه تا عهد حاضر عنوان شده است [۶]، [۷]، [۱۷]، اما با مشاهده زاویه ریک^۱ سطح گسل در ۲۱ قطعه از گسل، اندازه گیری زاویه ریک، تعیین جهت لغزش، جابجایی غالب، جابجایی و انحراف راست بر رودخانه‌ها و آبراهه‌ها، نحوه عملکرد برش در پشته‌های فشارشی و پشته‌های مسدود کننده، اشکال مثلی در حد کوه و دشت و تحلیل دره‌ها نتیجه شده است که در بخش جنوب شرقی و میانی گسل حرکت راستالغز راست بر با مؤلفه معکوس در بخش شمال غربی در حاشیه دشت بهباد حرکت راستالغز راست بر با مؤلفه عادی حکمفرما بوده و همچنین نسبت حرکت راستالغز راست بر و حرکت معکوس یا عادی در قطعات مختلف آن در یک قطعه نسبت این دو حرکت در زمان‌های مختلف بوده است [۱].

گسل کوهبنان از سال ۱۳۰۲ تاکنون با ۹ زلزله با بزرگی متوسط $M_s=5/5$ همراه بوده و یکی از لرزه خیز ترین روندهای ساختاری در استان کرمان و شرق بافق به شمار می‌آید. مراکز زلزله‌ها در مناطق مختلف گسل واقع بوده که می‌تواند نشانگر مناطق فعال لرزه‌ای و غیر لرزه‌ای در روی گسل باشد [۶] آخرین فعالیت لرزه‌ای آن زلزله جنوب شرق کوهبنان در قطعه شمال غربی ده زوئیه این گسل در تاریخ ۸۱/۱/۱۲ با $M_s=4/3$ می‌باشد.

مطالعات قبلی

بررسی فعالیت‌های نو زمین ساخت گسل‌های حد کوه و دشت براساس مطالعه ریخت‌شناسی سطحی و تغییرات عمقی مخروط افکنه‌ها مورد توجه محققین بسیاری بوده است و در این زمینه تحقیقات بسیار شده است از جمله می‌توان به کارهای بوربنک و آندرسون، روشوکی، بول، بلیر^۲ اشاره کرد.

پیشینه تحقیق در منطقه گسل کوهبنان عمدتاً چینه‌شناسی و تهیه نقش زمین‌شناسی، بررسی مقدماتی و موضعی و آماری زلزله‌های اتفاق افتاده است، و هیچکدام از مطالعات فعالیت قطعات این گسل را با تاکید بر مطالعه ریخت‌شناسی مخروط افکنه‌های منطقه مورد مطالعه قرار نداده است. اولین بررسی‌های زمین‌شناسی و چینه‌شناسی و ساختمانی زون گسلی کوهبنان توسط هوکریده و همکاران در سال ۱۹۶۲ به انجام رسیده که حاصل آن تهیه نقشه زمین‌شناسی کرمان-ساغند به مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ و یک نقشه ساختمانی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و یک گزارش به زبان آلمانی بوده است. (Dimitrijevic M.P., 1973) نقشه زمین‌شناسی منطقه کرمان و در سال ۱۳۷۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، نقشه زمین‌شناسی منطقه زرنند را با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ تهیه کرده‌اند.

^۱-Rake ^۲-Bull, 1964, 1972, Rochocki, 1981, Rochwell and Keller, 1985 :Blair, 1995, Burbank and Anderson 2001

در مورد زلزله خیزی زون گسلی کوهبنان تحقیقات بیشتر شامل: بررسی زلزله‌های اتفاق افتاده و تحلیل ساختاری منطقه با تأکید بر شدت و آمار و زلزله‌ها و بدون در نظر گرفتن عوارض ریخت زمین ساخت انجام شده است که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: بربریان (۱۹۷۹) بررسی شکستگی سطحی و مکانیزم زلزله باب تنگل در سال ۱۹۷۷، امیرسیزوآرسوسکی^۱ بررسی زلزله گیسک در سال ۱۹۷۷ و لرزمخیزی کلی گسل کوهبنان براساس زلزله‌های اتفاق افتاده در منطقه، ظهوریان (۱۹۷۷) توزیع خسارت و پس لرزه‌های زلزله زرنده، عکاشه (۱۹۷۹) زلزله باب تنگل شمال غربی کرمان در سال ۱۹۷۷، قاسمی (۱۳۷۱) بررسی زمین‌شناسی ساختمانی و ارائه یک الگوی زمین ساختمی در منطقه زرنده، شاه پسندراده و حیدری (۱۳۷۵) بررسی مقدماتی لرزه خیزی، لرزه زمین ساخت و خطر رویداد زمین لرزه، گسلش در پهنه استان کرمان می‌باشد. شرکتی و بابک آل طه (۱۳۷۵) در طرح تحقیقاتی مطالعه لرزه خیزی و لرزه زمین ساخت شهر کرمان در چند قطعه از گسل واقع در شرق دشت زرنده شاخص شیب رودخانه‌ها را جهت دستیابی به میزان فعالیت در این قطعات مطالعه نموده‌اند.

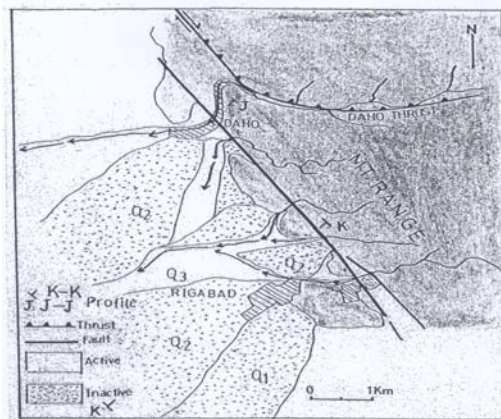
مشخصات مخروط افکنه‌ها مجاور قطعات گسلی کوهبنان

در حاشیه شرقی دشت زرنده چندین مخروط افکنه در کنار هم، به صورت پیوسته به هم و با همپوشانی جانبی در مجاور قطعات گسلی حد کوه و دشت تیکدر-گوچونیه، خانوک، ریگ آباد-داهویه، اپانگ-سرباغ، گیسک، در تنگل، ده زونیه و شمال غربی ده زونیه تشکیل شده است (شکل ۸).

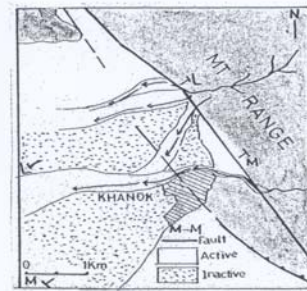
در این مخروط افکنه‌ها جوان ترین بخش مخروط نزدیک به راس آنها تشکیل شده و رأس مخروط‌ها هیچ پیشرفتگی به سمت جبهه کوهستان نشان نمی‌دهد. مجرای اصلی به صورت کناری و حاشیه‌ای و کمتر میانی و مناطق فعال و غیر فعال در سطح مخروط افکنه‌ها تشکیل شده است. در سطح مخروط افکنه گیسک، در تنگل، ده زونیه و شمال غربی ده زونیه بریدگی‌های عمیق زیاد ایجاد شده است (شکل ۸) اطلاعات عمقی از مخروط افکنه‌ها براساس مقاطع ژئوالکتریک انجام شده در دشت زرنده توسط زرنده سهای آب منطقه‌ای کرمان، ترائشه‌های ایجاد شده در مسیر جاده‌های شرکت ذغال سنگ و گاهی مقاطع قائم ایجاد شده در سطح بعضی از مخروط در نتیجه فرسایش به دست آمده است.

نیمرخ عمقی مخروط افکنه‌ها تیکدر، خانوک، ریگ آباد، شمال غربی ده زونیه گوه‌ای و حداکثر ضخامت رسوبات در مجاورت قطعات گسلی است. حداکثر ضخامت رسوبات مخروط افکنه در مجاور گسل خانوک ۸۰۰ متر، در مجاور گسل ریگ آباد ۱۰۰۰ متر، در مجاور گسل ده زونیه به ۳۰۰ متر می‌رسد. نیمرخ عمقی مخروط افکنه داهویه، گیسک، ده آباد، ده زونیه شکل است (شکل ۹).

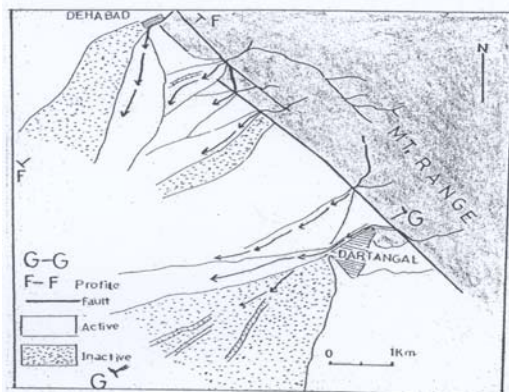
^۱-Ambraseys, Arsovski (1979)



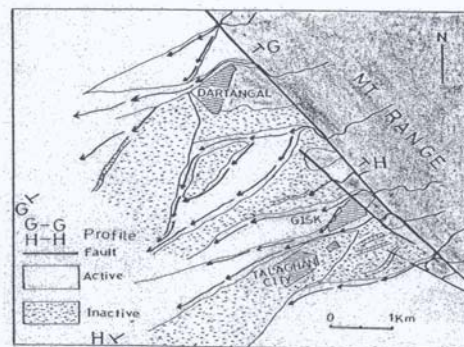
مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه ریگ‌آباد-داهویه گسل کوهبنان



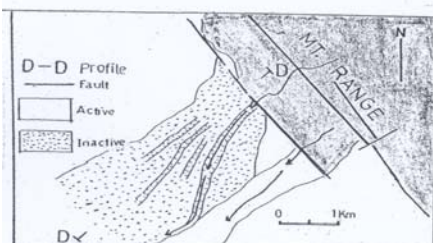
مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه خانوک گسل کوهبنان



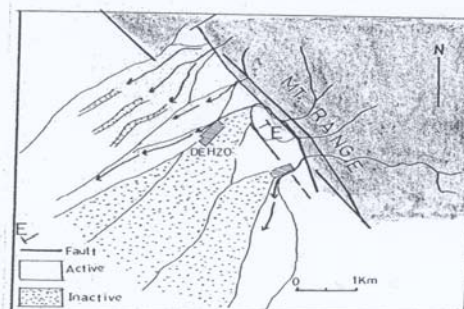
مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه درتنگل گسل کوهبنان



مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه گیسک گسل کوهبنان



مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه شمال غربی ده‌زویه گسل کوهبنان



مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه ده‌زویه گسل کوهبنان

شکل ۸- الف) مخروط افکنه‌های حاشیه شرقی دشت زرد



شکل ۸- ب) مخروط افکنه نزدیک و در مجاور قطعه خانوک گسل کوهبنان، AII.F: مخروط افکنه
ج) مخروط افکنه نزدیک و در مجاور قطعه ریگ‌آباد گسل کوهبنان با نیم‌رخ گوه‌ای، حداکثر ضخامت مخروط
افکنه در مجاورت پیشانی گسلی کوهستان، AII.F: مخروط افکنه



شکل ۸-د) مخروط افکنه نزدیک و در مجاور قطعه گسیک گسل کوهبنان (All.F) مخروط افکنه دید به سمت NW)

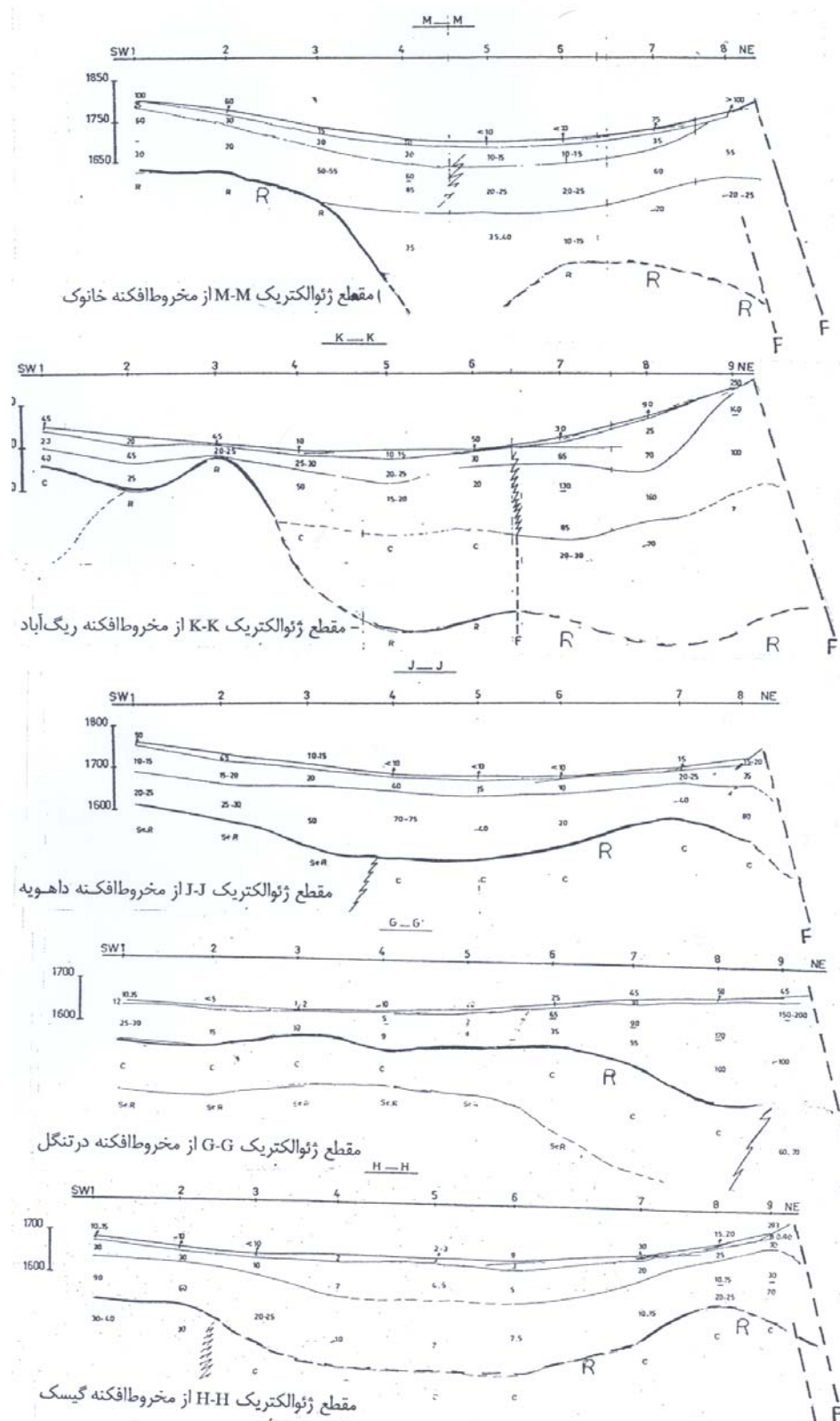
رسوبات مخروط افکنه‌ها دارای جورشدگی ضعیف بوده و در مقاطع قائمی از رسوبات مخروط افکنه ریگ‌آباد، در تنگ حالت درشت به طرف بالا در قابل ملاحظه مشاهده می‌گردد.

نیمرخ طولی رسوبات مخروط افکنه‌های تیکدر، خانوک، ریگ‌آباد، گیسک قطعه‌ای و نیمرخ طولی مخروط افکنه‌های اپانگ-سرباغ، در تنگ با شیب کاهش یابنده می‌باشد (شکل ۹).

ساختمان داخلی مخروط افکنه‌های تیکدر، شمال غربی خانوک، ریگ‌آباد، اپانگ-سرباغ، گیسک، در تنگ از نوع دفن شده، ساختمان داخلی مخروط افکنه‌های خانوک، ده زوئیه از نوع فلسی و ساختمان داخلی مخروط افکنه شمال غربی ده زوئیه از نوع متداخلی است (شکل ۱۰ الف).

شکستگی‌های نوزمین ساخت در رسوبات نیمه‌سخت مخروط افکنه‌های اپانگ-سرباغ، با وضعیت $E-W/60^{\circ}/N$ (شکل ۱۰-الف) در تنگ و خانوک با وضعیت $E 45^{\circ} N$ و همچنین گسلش جوان با وضعیت $NE/80^{\circ} W/60^{\circ} N$ و زاویه ریک $NW 45^{\circ} W/50^{\circ} N$ و زاویه ریک $NW 50^{\circ}$ در رسوبات نیمه سخت شده مخروط افکنه شمال غربی ده زوئیه به طور واضح مشاهده می‌گردد (شکل ۱۰-ب و ج).

تشکیل مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعات گسلی واقع در حد کوه و دشت مستقیم شرق دشت زرنند با مشخصات ریخت‌شناسی نیمرخ عمقی گوه‌ای با حداکثر ضخامت رسوبات مخروط افکنه در مجاور قطعات گسلی و عدسی شکل، نیمرخ طولی قطعه‌ای و با شیب کاهش یابنده، ساختمان داخلی دفن شده و فلسی و متداخلی، مجرای اصلی حاشیه‌ای و کناری، مناطق فعال و غیر فعال در سطح مخروط‌ها، بدون پیشرفتگی راس مخروط‌ها به داخل جبهه مستقیم کوهستانی، شکستگی‌ها و گسلش نوزمین ساخت در رسوبات نیمه سخت شده مخروط افکنه‌ها نشانگر فعالیت نوزمین ساخت جوان قطعات گسلی تیکدر-گورچوئیه، خانوک، ریگ‌آباد، داهویه، اپانگ-سرباغ، گیسک، در تنگ، ده زوئیه و شمال غربی ده زوئیه واقع در حد کوه و دشت شرقی زرنند می‌باشد حرکت راستالغز با مؤلفه معکوس در روی این قطعات گسلی در حین تشکیل و بعد از تشکیل مخروط افکنه‌ها باعث فراز شدن پیشانی کوهستان و یا پائین رفتن محدوده کوهپایه به طور متناوب و همچنین جابه‌جایی راست گرد کوهستان نسبت به دشت، شده است.



شکل ۹- مقاطع ژئوالکتریک از مخروط افکنه‌های دشت زرنده



ب) شکستگی با موقعیت $N 30^{\circ} W$ در رسوبات مخروط افکنه شمال غربی ده زونیه



شکل ۱۰- الف) شکستگی با موقعیت $E-W / 60^{\circ} N$ در رسوبات نیمه سخت شده مخروط افکنه سرباغ، جورشدگی ضعیف رسوبات

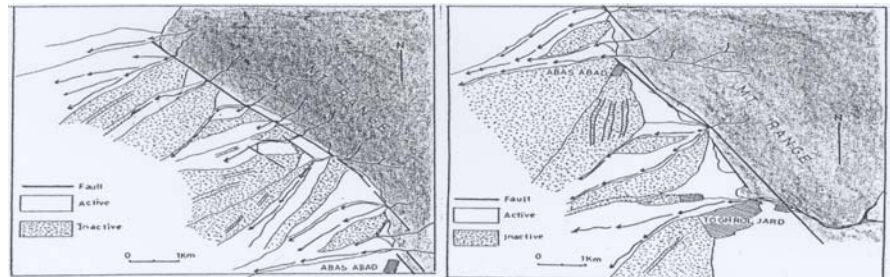


شکل ۱۰- ج) گسل جوان با موقعیت $N 60^{\circ} W / 80^{\circ} NE$ و زاویه ریک (Rake) $45^{\circ} NW$ در بین رسوبات نیمه سخت شده واریزه و مخروط افکنه - ST : امتداد سطح گسل : جهت حرکت

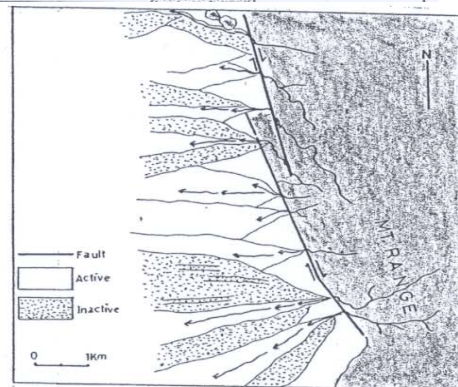
درحاشیه شرقی دشت طغرل جرد و عباس آباد تا ابتدای دشت کوهبنان و درحاشیه غربی دشت بهاباد چندین مخروط افکنه جوان در کنار هم، به صورت پیوسته به هم و با هم پوشانی جانبی در مجاور قطعات گسلی حد کوه و دشت طغرل جرد، عباس آباد، درگز، گودگز، جنوب شرق گوار، فخرآباد، خوشآباد، حسین آباد و کوه سرخ تشکیل شده است (شکل ۱۱ و ۱۲). در مطالعه این مخروط افکنه‌ها به علت فقدان اطلاعات کافی از ساختمان عمقی و داخلی آنها، بیشتر وضعیت ریخت شناسی سطحی مورد مطالعه قرار گرفته است.

در مخروط افکنه دشت طغرل جرد، عباس آباد و دشت بهاباد جوان‌ترین بخش مخروط‌ها نزدیک به رأس آنها تشکیل شده و این رأس هیچ پیشرفتگی به ست جبهه کوهستان نشان نمی‌دهد و یک آبراهه اصلی به سطح آنها وارد می‌شود. مجرای اصلی به صورت حاشیه‌ای و کناری و کمتر میانی بوده و مناطق فعال و غیر فعال در

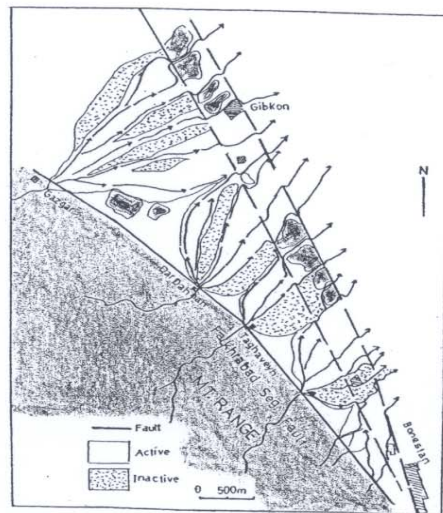
سطح مخروط افکنه‌ها تشکیل شده است. در سطح مخروط افکنه‌های طغرل جرد، عباس آباد، درگز، گودکز، جنوب شرق گوار و حسین آباد بریدگی‌های عمیق ایجاد شده است (شکل ۱۱ و ۱۲).



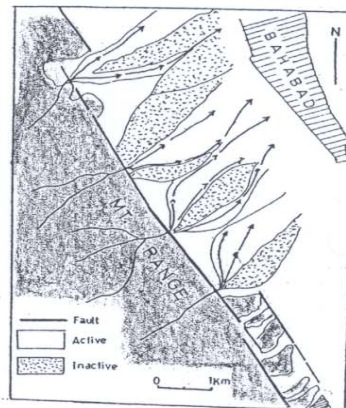
شکل ۱۱- مخروط افکنه‌ها در حاشیه شرقی دشت، ابتدای دشت کوهبنان



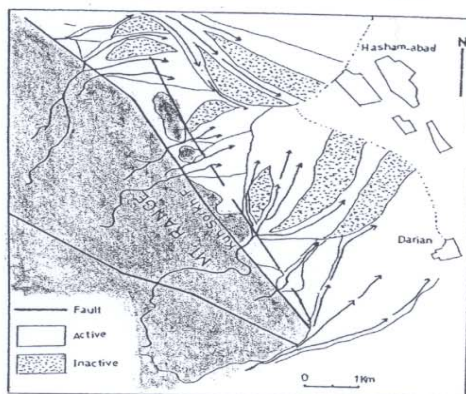
مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه جنوب شرق گوار گسل کوهبنان



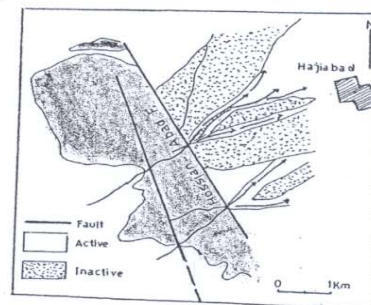
مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه فخرآباد گسل کوهبنان



مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه خوش آباد گسل کوهبنان



مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه کوه سرخ گسل کوهبنان



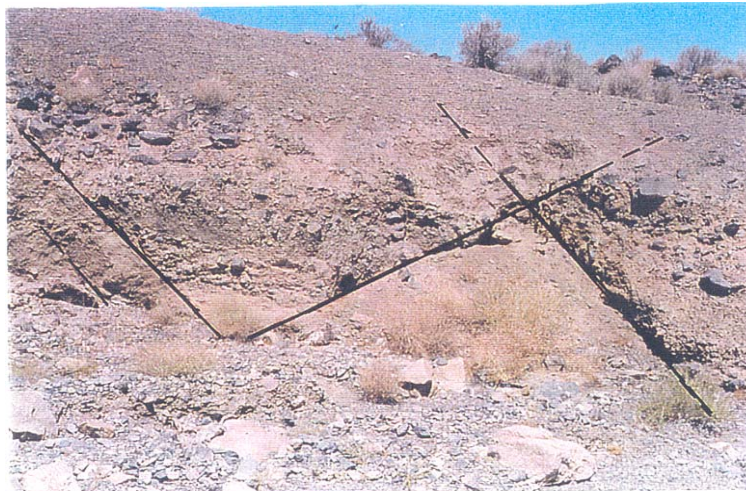
مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعه حسین آباد گسل کوهبنان

شکل ۱۲- مخروط افکنه‌ها در حاشیه غربی دشت بهاباد

در رسوبات مخروط افکنه فخرآباد شکستگی‌های نوزمین ساخت متقاطع با وضعیت $N 80^{\circ} E$ و $N 70^{\circ} W$ به طور واضح حفظ شده‌اند (شکل ۱۳).

تشکیل مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعات گسلی واقع در حد کوه و دشت طغرل جرد تا کوهبنان و در مجاور قطعات گسلی حد کوه و دشت مستقیم حاشیه غربی دشت مهاباد با مشخصات ریخت شناسی. مجرای اصلی به صورت حاشیه‌ای و کناری، مناطق فعال و غیر فعال بریدگی‌های عمیق در سطح مخروط‌ها، بدون پیشرفتگی راس مخروط‌ها به داخل جبهه مستقیم کوهستانی، شکستگی‌های نوزمین ساخت در رسوبات بعضی از مخروط‌افکنه‌ها می‌تواند نشانگر فعالیت نوزمین ساختی قطعات گسلی طغرل جرد، عباس آباد، درگز، گودگز، جنوب شرق گوار، فخرآباد، خوش آباد، حسین آباد و کوه سرخ واقع در حد کوه و دشت باشد.

بر اساس مشخصات ریخت شناسی سطحی و تغییرات عمقی و ساختمان داخلی مخروط افکنه‌های حاشیه شرقی دشت زرنند، طغرل جرد و عباس آباد و حاشیه غربی و دشت بهاباد، چنین به نظر می‌رسد که قطعات گسلی خانوک، ریگ آباد، گیسک، درتنگل، اپانگ-سرباغ، شمال غربی ده زوئیه و فخرآباد نسبت به قطعات دیگر در زمان تشکیل مخروط افکنه‌ها و بعد از آن فعال تر بوده‌اند.



شکل ۱۳- شکستگی‌های متقاطع با موقعیت $N 80^{\circ} E$ و $N 70^{\circ} W$ در رسوبات مخروط افکنه فخرآباد (دید به سمت NW)

نتیجه گیری

بر اساس آنچه که توضیح داده شد چنین نتیجه‌گیری می‌شود که: ۱- ریخت شناسی سطحی، نیمرخ عمقی و طولی، ساختمان داخلی مخروط افکنه‌های حاشیه شرقی دشت زرنند، دشت طغرل جرد-عباس آباد و حاشیه غربی دشت بهاباد نشانگر فعالیت نوزمین ساخت قطعات گسلی کوهبنان واقع در حد کوه دشت می‌باشد. ۲- قطعات گسلی خانوک، ریگ آباد، گیسک، درتنگل، اپانگ-سرباغ، شمال غربی ده زوئیه و فخرآباد نسبت به

قطعات دیگر در کوارترنر فعال‌تر بوده‌اند. ۳- این مطالعه می‌تواند مکملی و تاییدی بر میزان فعالیت به دست آمده بر اساس مطالعات ریخت زمین ساخت در هر یک از قطعات گسلی باشد.

منابع

- ۱- رادفر، شهپاز، تحلیل ساختاری و قطعات گسل کوهبنان، منتشر شده (۱۳۸۱).
- ۲- عباس نژاد، احمد، پژوهشهای ژئومورفولوژی در دشت رفسنجان، دانشگاه تبریز، پایان نامه دوره دکترا (۱۳۶۵).
- ۳- عباس نژاد، احمد، بررسی نوزمین ساختمی مخروط افکنه های ناحیه کرمان، فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور شماره ۲۵-۲۶، (۱۳۷۶) صفحه ۴۷-۳۸.
- ۴- ناظم زاده شجاعی، حبیب الله عزیزان، گزارش مقدماتی زمین شناسی رسوبات دوران چهارم دشت زرنند، مدیریت زمین شناسی منطقه جنوب خاوری (کرمان) (۱۳۷۰).
- ۵- مطالعات ژئوالکتریک دشت زرنند، گزارش وزارت نیرو (۱۳۷۱).
6. N.N. Ambraseys, M. Arsovski, and A.A. Moinfar, The Gisk Earthquake of 19 December 1977 and the seismicity of the Kuhbanan fault zone UNESCO publ, No. FMR/SC/GEO /79/ 192 Paris 47(1979).
7. M. Berberian, and I. Asudeh. Surface rupture and mechanism of the Bob-tangal (South-Eastern Iran) Earthquake of 19 December 1977 Earth and planetary science letters P.(1979) 456-462.
8. T.C. Blair, and J.G Mcpherson, Alluvial fan processes and forms in: Geomorphology of Desrt EnVironments, ed by: A.D. Abrahams and A.J. parsons chapman and Hall, London. (1994)345-402.
9. T.C Blair, Sedimentary processes, vertical stratification sequences, and geomorphology of the Roaring River alluvial fan, Rocky Mountains National park, colorado, jurnal of sedimentary petrology(1987) 57 1-18.
10. W.B. Bull, Relations of alluvial fan size and slope to drainage basin size and lithology in western fresno county, California, U.S. Geological survey professional paper(1962) 450-B.
11. W.B. Bull, Geomorphology of segments alluvial fans in western fresno county California, U.S. Geological survey professional paper(1964) 352-E.

12. W.B. Bull, Recognition of alluvial fan deposits in the stratigraphic record, in: Recognition of Ancient sedimentary Environments, ed. By: W.K. Hamblin and J.K. Rigby, society of Economic paleontologists and Minerallagists special publication(1972)19 63-83.
13. W.B. Bull, and McFadden, L.D. Tectonic geomorphology North and South of the Garlock Fault California. Proceeding of the 8th Annual geomorphology symposium, New-York. (1977).
14. D.W. Burbank, and R.S. Anderson, Tectonic Geomorphology Blackwell science(2001).
15. M. Han, Tectonic geomorphology and its application to earthquake prediction in China in: Tectonic geomorphology, ed. By: M. Morisawa and J.T. Hack, Unwin Hyman Boston, (1989)367 – 368.
16. A.M. Harvey, The occurrence and role of arid zone alluvial fans, in: Arid zone Geomorphology ed. By: D.S.G. Thomas Belhaven press. London(1989)136 -158.
17. Huckride, R. Kursten, M. and Venzlaff, H. Zur Geologic des Gebietes Zwischen Kerman un sagand (Iran) Hannover Bundesan stact fur, Boden Forschung (1962)197.
18. R.L. Hooke, Geomorphie evidence for late wisconsin and Holocene tectonic deformation, Death Valley California Bulletin of Geological society of American, 83 (1972) 2073–2078.
19. A.H. Rochocki, Alluvial fans: An Attempt at an Empirical Approach, John wiley and sons, New York (1981) 391.
20. T.K. Rochwell, E.A. Keller and D.L. Johnson, Tectonic geomorphology of alluvial fans and Mountain fronts near ventura California in: Tectonic geomorphology. Allen and Uniwin Boston (1985)183-208.
21. E.A. Keller, Investigation of active tectonics: use of surficial earth processes. Active tectonics national Academy press washington, D.C.(1986).
22. S.A. Lecce, The alluvial fan problem, in alluvial fans Afield Approach, ed by: A. H. Rochocki and church, John wiley and sons, chichester (1990) 3-24.