بررسی نوزمین ساختی مخروط افکنه‌های گسل کوهبنان

شهباز رادفر: دانشگاه شهید باهنر کرمان
محسن پورکرمانی: دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

گسل کوهبنان در حاشیه جنوب‌غربی کوچک قاره ایران مرکزی در بین بلوک طبس و بلوک یزد از شمال‌غربی کرمان تا شمال‌غربی بهاباد واقع در شرق بافق با طول ۳۰۰ کیلومتر و امتداد شمال‌غربی-جنوب‌شرقی ادامه دارد. این گسل یکی از لرزه خیزترین روندهای ساختاری در استان کرمان وشرق بافق یزد به شمار می‌آید. آخرین فعالیت لرزه‌ای مهم آن درتاریخ ۸۱/۱/۱۲ با Ms=٤/٣ درقطعه شمال‌غربی ده زوئیه این گسل اتفاق افتاد گسل فعال کوهبنان به صورت قطعات جدا از هم شکل گرفته است که حرکت در قطعات جنوب‌شرقی و میانی ان راستا لغز راست‌بُر با مؤلفه معکوس و در قطعات شمال‌غربی ان راستا لغز راست‌بر با مؤلفه عادی در پلیو- کواترنری بوده است. مطا لعة مخروط افکنه ها در دشت زرند، 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. درحاشیه شرقی دشت زرند 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 تنگل، ده زوئیه و شمال‌غربی 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 وغیرفعال و گاهاً بریدگی عمیق ایجاد شده است. نیمرخ طولی قطعه‌ای و گاهی با شیب کاهش یابنده، نیمرخ عمقی گوه‌ای با حداکثر ضخامت مخروط در مجا ورت قطعات گسلی و یا عدسی شکل، ساختمان داخلی غالباً دفن شده و کمتر فلسی و گاهی متداخلی، مجرای اصلی و کناری و حاشیه ای، 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 شمال‌غربی 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 می شود. 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 حسین‌آباد

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

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

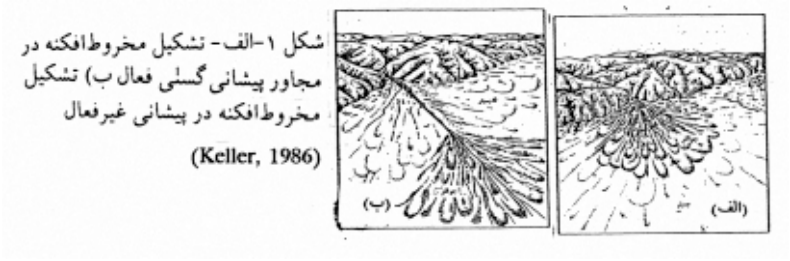
۱) در اثر فعالیت نوزمین ساختی قطعات گسلی کوهبنان واقع درحد کوه و دشت درحین تشکیل مخروط افکنه‌ها، پیشانی کوهستان به طور متناوب بالا رفته است و یا محدوده کوهپایه پائین رفته است وتوأماً با آن کوهستان یک جابه‌جائی راست بُر نیز نسبت به دشت داشته است.

۲) قطعات گسلی خانوک، ریگ آباد، گیسک، درتنگل، 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 ساختی

تشکیل مخروط افکنه در مجاور گسل پیشانی کوه: تشکیل و گسترش مخروط افکنه‌ها در مجاورت حد کوه و دشت‌های گسلی‌معمولاً با فعالیت‌های نوزمین‌ساختی‌گسل در ارتباط‌است و در مناطقی که میزان بالا آمدگی کوه‌ها در اثر فعالیت نوزمین ساختی 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 مخروط‌افکنه در مجاور پیشانی گسلی فعال ب) تشکیل مخروط‌افکنه در پیشانی غیرفعال (Keller, 1986)

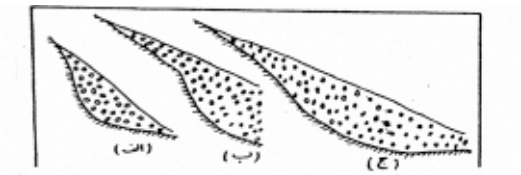
تغییر در ضخامت مخروط افکنه: بول (Bull,1979) رابطه بین نیمرخ عمقی مخروط افکنه‌ها و فعالیت نوزمین ساخت گسل‌ها را به شرح زیر تو صیف می‌کند:

- 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 گوه‌ای 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.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

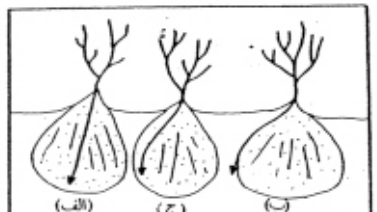
- مخروط افکنه به صورت عدسی شکل است و هم به سمت کوهستان و هم در جهت دور شدن از آن نازک می‌شود (شکل۲-ج). این نیمرخ در شرایطی دیده می‌شود که در حین تشکیل مخروط افکنه بالا آمدگی زمین‌ساختی کوهستان نیز ادامه داشته باشد.



شکل ۲- گوناگونی نیمرخ عمقی مخروط‌افکنه‌ها: الف) مخروط‌افکنه گوه‌ای با حداکثر ضخامت در مجاور جبهه کوهستان، ب) مخروط‌افکنه گوه‌ای 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 رأس مخروط به داخل جبهه کوهستان ظاهر می‌شوند.

موقعیت مجرای اصلی و مناطق فعال و غیرفعال در سطح مخروط افکنه: سطح مخروطه افکنه‌ها اغلب دارای یک مجرای اصلی است که این مجرای اصلی ممکن است در قسمت میانی، کناری و حاشیه‌ای مخروط باشد (شکل۳). 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 درطی زمان نسبتاً طولانی و کاهش شیب سطح مخروط افکنه در بخش میانی، ایجاد می‌شود [۱٤].



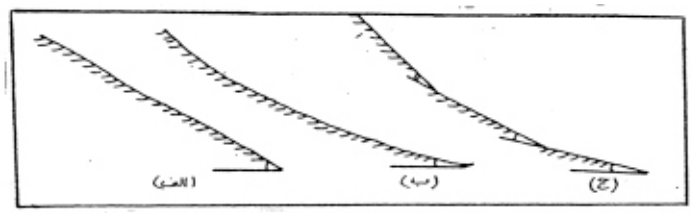
شکل ۳- انواع مخروط‌افکنه از نظر موقعیت مجرای اصلی: الف) با مجرای میانی ب) با مجرای کناری ج) با مجرای حاشیه‌ای

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. معمولا درشت‌شدن به‌طرف‌بالا در اثر زمین‌ساخت فعال در ضخامت‌های قابل ملاحظه‌ای ظاهر می‌گردد (Bull,1979).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

نیمرخ طولی مخروط افکنه‌ها: نیمرخ طولی مخروط افکنه‌ها ممکن است به صورت‌های زیردیده شود[۸].

- مخروط افکنه‌های با شیب نسبتاً ثابت: این مخروط افکنه‌ها اغلب تحت تأثیر فرآیند جریان‌های آبی تشکیل می‌شوند و کاهش قابل ملاحظه‌ای دراندازه ذرات آنها از رأس به طرف قاعده دیده نمی‌شود (شکل ٤-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 ٤-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 ٤-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].



شکل ۲- انواع نیمرخ طولی مخروط‌افکنه‌ها: الف) با شیب نسبتاً ثابت، ب) با شیب کاهش یابنده، ج) نیمرخ قطعه‌ای
(عباس‌نژاد، ۱۳۷۶)

بریدگی مخروط افکنه‌ها: بریدگی مخروط افکنه‌ها می تواند دراثر عوامل تغییر در آبدهی رودخانه [۲۲]، کاهش میزان ورود رسوب به سطح مخروط و عوامل زمین‌ساختی 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 مخروط‌افکنه درمجاورت 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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

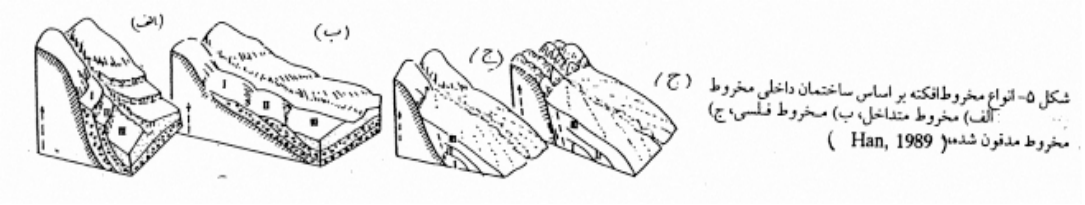
داشته باشد، زمین ساخت فعال عامل مهم و اصلی در ایجاد بریدگی های مخروط افکنه‌ها می‌باشد.

ساختمان داخلی مخروط‌ها: هان[1] [۱۵] ارتباط ساختمان داخلی مخروط افکنه‌ها را با فعالیت‌های نوزمین‌ساختی، به صورت زیر تفسیر می‌کند:

- مخروط متداخل[2]: 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 شدیدا و متناوبا بالا رونده و یک دشت یا حوضه شدیدا پائین رونده تشکیل می‌شوند (شکل ٥-الف).

- مخروط فلسی[3]: 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 نسبتا دوری که فرو نشسته است، قرار گیرد، این نوع ساختمان داخلی‌مخروط تشکیل می‌گردد(شکل ٥-ب).

- مخروط دفن شده[4]: در این نوع ساختمان، هر مخروط مسن تر توسط مخروط جوان تر پوشیده شده است. این نوع ساختمان در مناطقی تشکیل می شود که محدود کوهپایه به طور متناوب توسط گسل پائین رود (شکل ٥-ج).



شکل ٥- انواع مخروط‌افکنه بر اساس ساختمان داخلی مخروط (الف) مخروط متداخل، ب) مخروط فلسی، ج) مخروط مدفون شده(Han, 1989)

مشخصات دره حفر شده در سطح مخروط افکنه‌ها: در مناطقی که برپایی نوزمین ساختی 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 درمی آیند.

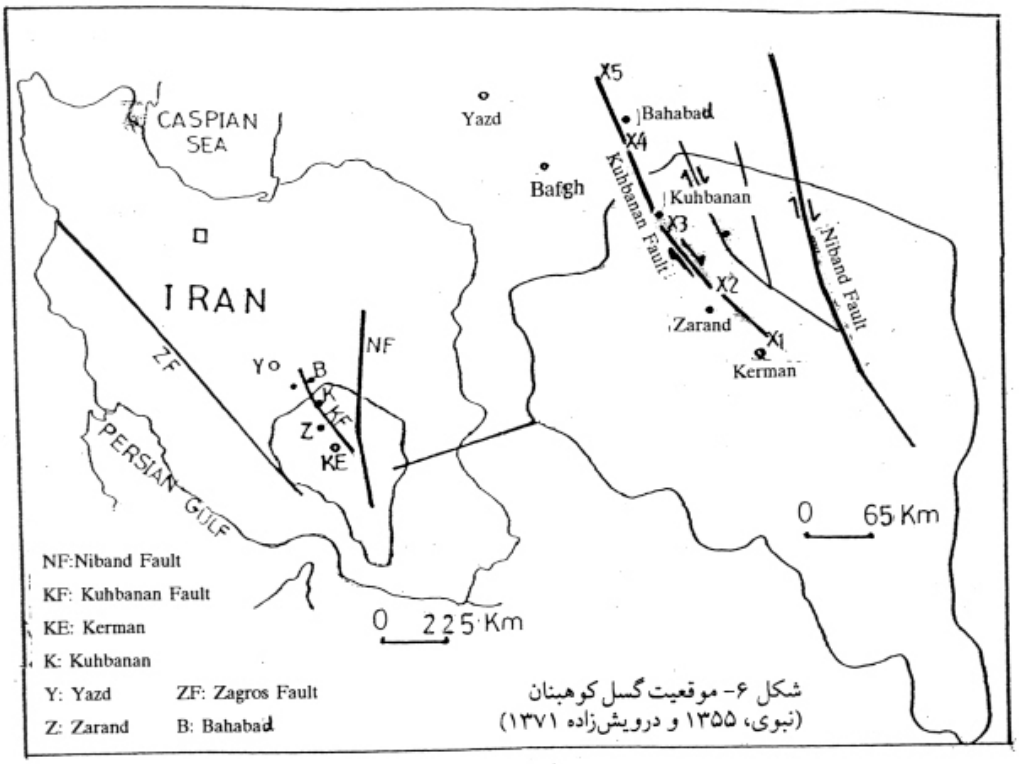
وجود شکستگی و گسل در رسوبات مخروط افکنه: اثرات فعالیت‌های نو زمین ساختی در رسوبات سخت نشده مخروط افکنه‌ها به زودی محو و ناپدید می‌گردد. البته گاهی در رسوبات نیم سخت شده مخروط افکنه شکستگی‌ها و گسل‌های نوزمین ساخت دیده می‌شود که این نوع ساختارها جوان فعالیت نوزمین ساخت جوان و لرزه خیزی منطقه باشد.

۱-Han ۲- Insetfan ۳- Imbricated Fan ٤- Burried Fan

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

گسل کوهبنان

گسل کوهبنان برای اولین بار توسط هکریدر[1] 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 زلزه خیز ایران مرکزی به شمار می رود (شکل ٦). نام این گسل از شهر کوهبنان در شمال غربی کرمان گرفته شده است. گسل کوهبنان از ۱۰ و۵۷ طول شرقی و٤٥ و۳۰ 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 .



شکل ۶- موقعیت گسل کوهبنان
(نبوی، ۱۳۵۵ و درویش‌زاده ۱۳۷۱)

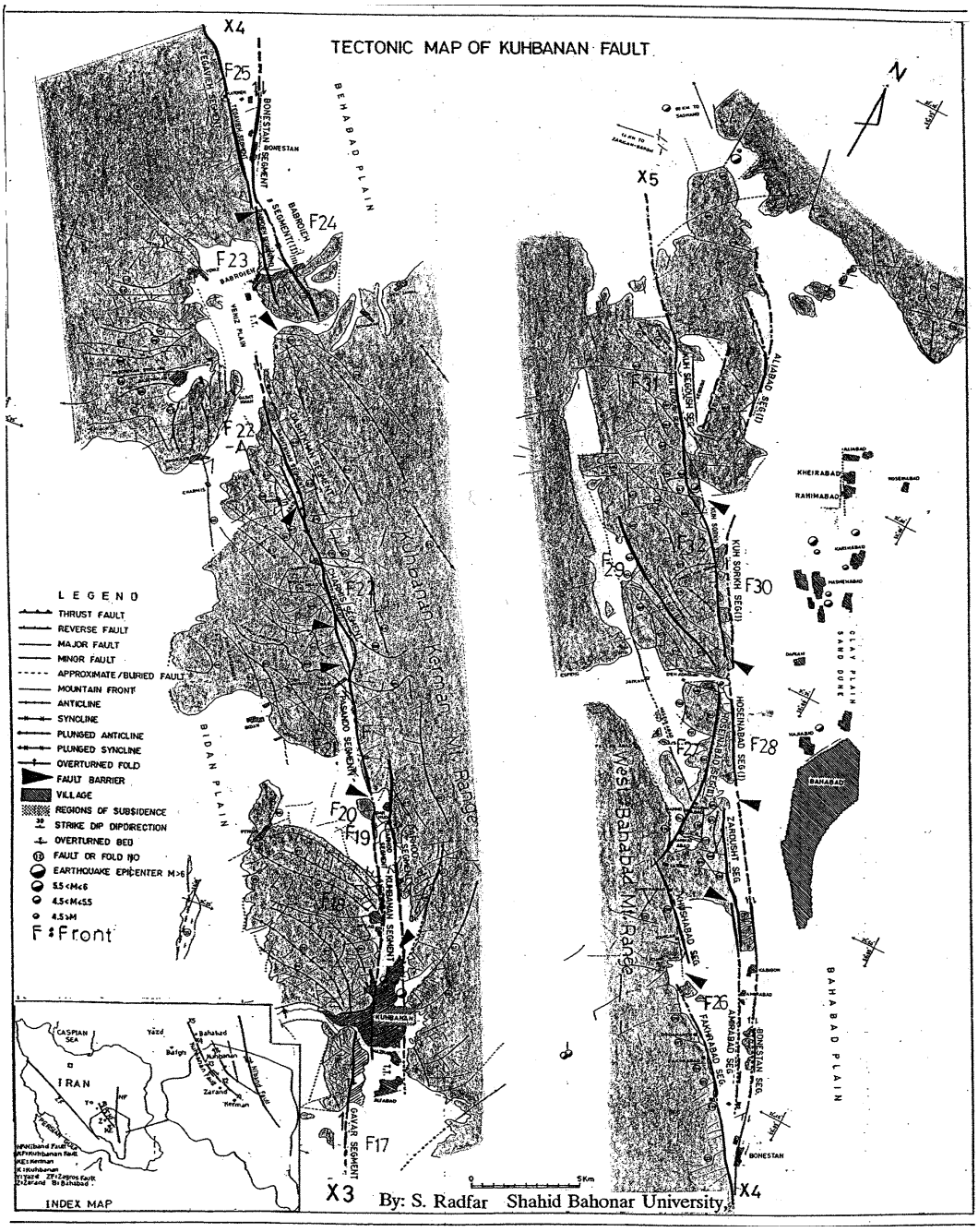
به طور کلی ساختارها در مجاورت گسل کوهبنان تحت تأثیرتنش برشی در امتداد تقریباً شمال غرب – جنوب شرق وجهت عقربه‌های ساعت و دیگری تنش فشارشی وارد بر حوضه‌های حاشیه این گسل با روند تقریبی N2O شکل گرفته اند[۱]،[۷]،[۱۷].

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

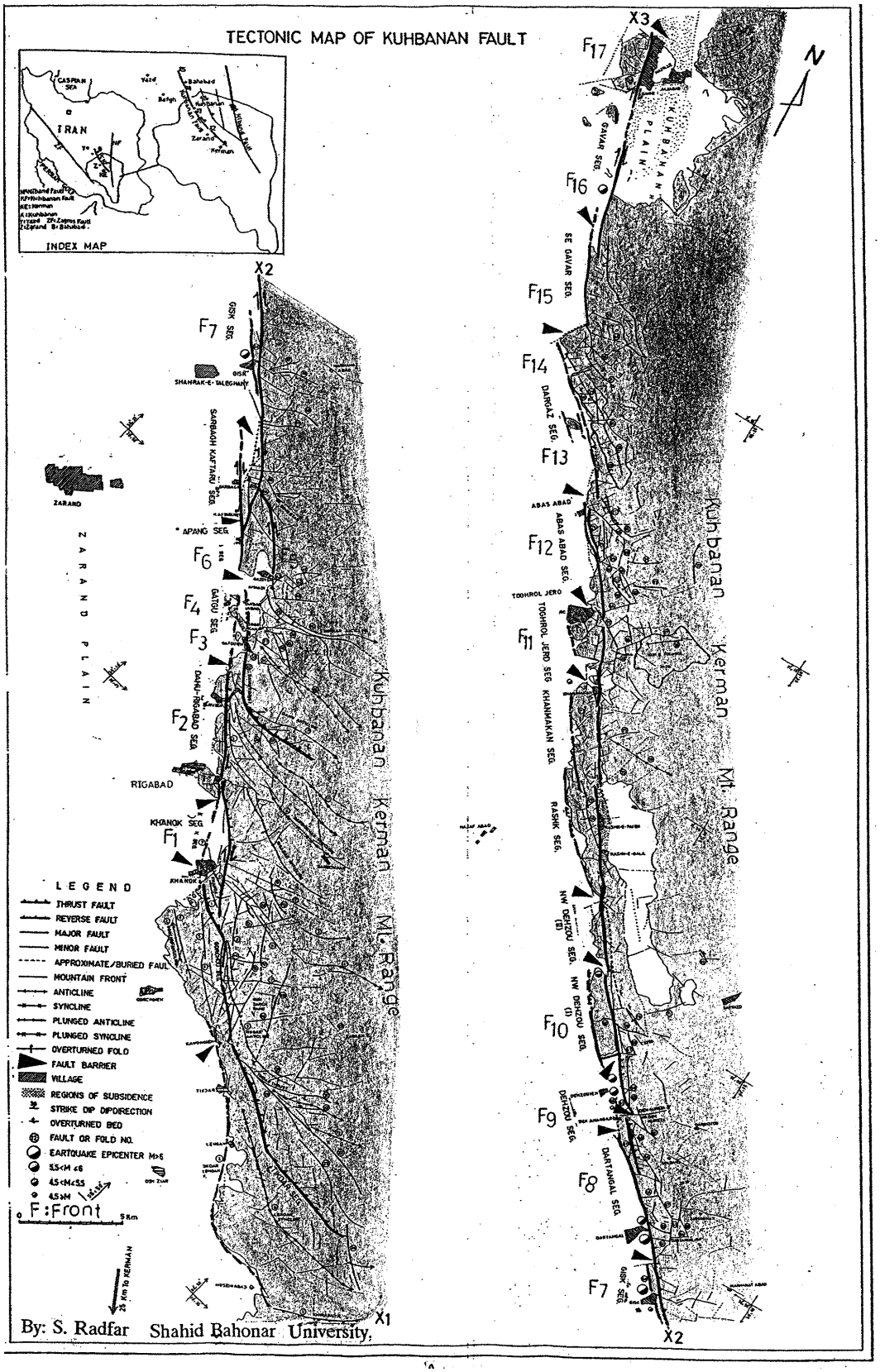
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

مشخص گردید. که این گسل از ٤٠ قطعه گسلی جدا از هم شکل گرفته که به وسیله سدهای گسلی از هم جدا شده‌اند. قطعات گسل کوهبنان و سدهای گسلی درنقشه زمین ساخت گسل کوهبنان شکل۷ نشان داده شده است[۱]. سدهای گسلی در طول گسل مناطقی بوده که در آنها انرژی ارزه‌ای مستهلک می‌گردد. خنثی شدن و از بین رفتن انرژی لرزه‌ای باعث شده که درهر 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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]



(ادامه شکل ۷)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

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 بربا مؤلفه معکوس و ساز و کار فشارشی در طول زمان کرتاسه تا عهد حاضرعنوان شده است[٦]،[٧]، [١٧]، اما با مشاهده زاویه ریک[1] سطح گسل در ٢١ 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 مثلثی 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 بهاباد 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[١].

گسل کوهبنان از سال ١٣٠٢ تاکنون با ٩ زلزله با بزرگی متوسط Ms=٥/٥ 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 [٦] آخرین فعالیت لرزه‌ای آن زلزله جنوب شرق کوهبنان در قطعه شمال غربی ده زوئیه این گسل در تاریخ ٨١/١/١٢ با Ms= ٤/٣ می‌باشد.

مطالعات قبلی

بررسی فعالیت‌های نو زمین ساخت گسل‌های حد کوه و دشت براساس مطالعه ریخت‌شناسی سطحی و تغییرات عمقی مخروط افکنه‌ها مورد توجه محقیقین بسیاری بوده است و در این زمینه تحقیقات بسیار شده است از جمله می‌توان به کارهای بوربنک و آندرسون، روشوکی، بول، بلیر[2] اشاره کرد.

پیشینه تحقیق در منطقه گسل کوهبنان عمدتا چینه شناسی و تهیه نقش زمین شناسی، بررسی مقدماتی و موضعی و آماری زلزله‌های اتفاق افتاده است، و هیچکدام از مطالعات فعالیت قطعات این گسل را با تاکید بر مطالعه ریخت شناسی مخروط افکنه‌های منطقه مورد مطالعه قرار نداده است. اولین بررسی‌های زمین‌شناسی و چینه شناسی و ساختمانی زون گسلی کوهبنان توسط هوکریده و همکاران در سال ١٩٦٢ به انجام رسیده که حاصل آن تهیه نقشه زمین شناسی کرمان-ساغند به مقیاس ١:/٢٥٠/٠٠٠ و یک نقشه ساختمانی با مقیاس ٥٠٠٠٠٠ : ١ و یک گزارش به زبان آلمانی بوده است.(DimitrijevicM.P.,1973) نقشه زمین‌شناسی منطقه کرمان و در سال ١٣٧٠ سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین‌شناسی منطقه زرند را با مقیاس ١:١٠٠/٠٠٠ تهیه کرده‌اند.

١-Rake ٢-Bull, 1964, 1972, Rochocki, 1981, Rochwell and Keller, 1985 :Blair, 1995, Burbank and Anderson 2001

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

در مورد زلزله خیزی زون گسلی کوهبنان تحقیقات بیشتر شامل: بررسی زلزله‌های اتفاق افتاده و تحلیل ساختاری منطقه با تأکید برشدت و آمار و زلزله‌ها و بدون در نظر گرفتن عوارض ریخت زمین ساخت انجام شده است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد: بربریان (۱۹۷۹) بررسی شکستگی سطحی و مکانیزم زلزله باب تنگل درسال ۱۹۷۷، امیرسیزوآرسوسکی[۱] بررسی زلزله گیسک در سال ۱۹۷۷ و لرزه‌خیزی کلی گسل کوهبنان براساس زلزله‌های اتفاق افتاده در منطقه، ظهوریان (۱۹۷۷) توزیع خسارت و پس لرزه‌های زلزله زرند، عکاشه (۱۹۷۹) زلزله باب تنگل شمال غربی کرمان درسال ۱۹۷۷، قاسمی(۱۳۷۱) بررسی زمین‌شناسی ساختمانی وارائه یک الگوی زمین ساختی درمنطقه زرند، شاه پسندراده و حیدری (۱۳۷۵) بررسی مقدماتی لرزه خیزی، ارزه 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 زرند شاخص شیب رودخانه‌ها را جهت دستیابی به میزان فعالیت در این قطعات مطالعه نموده‌اند.

مشخصات مخروط افکنه‌ها مجاور قطعات گسلی کوهبنان

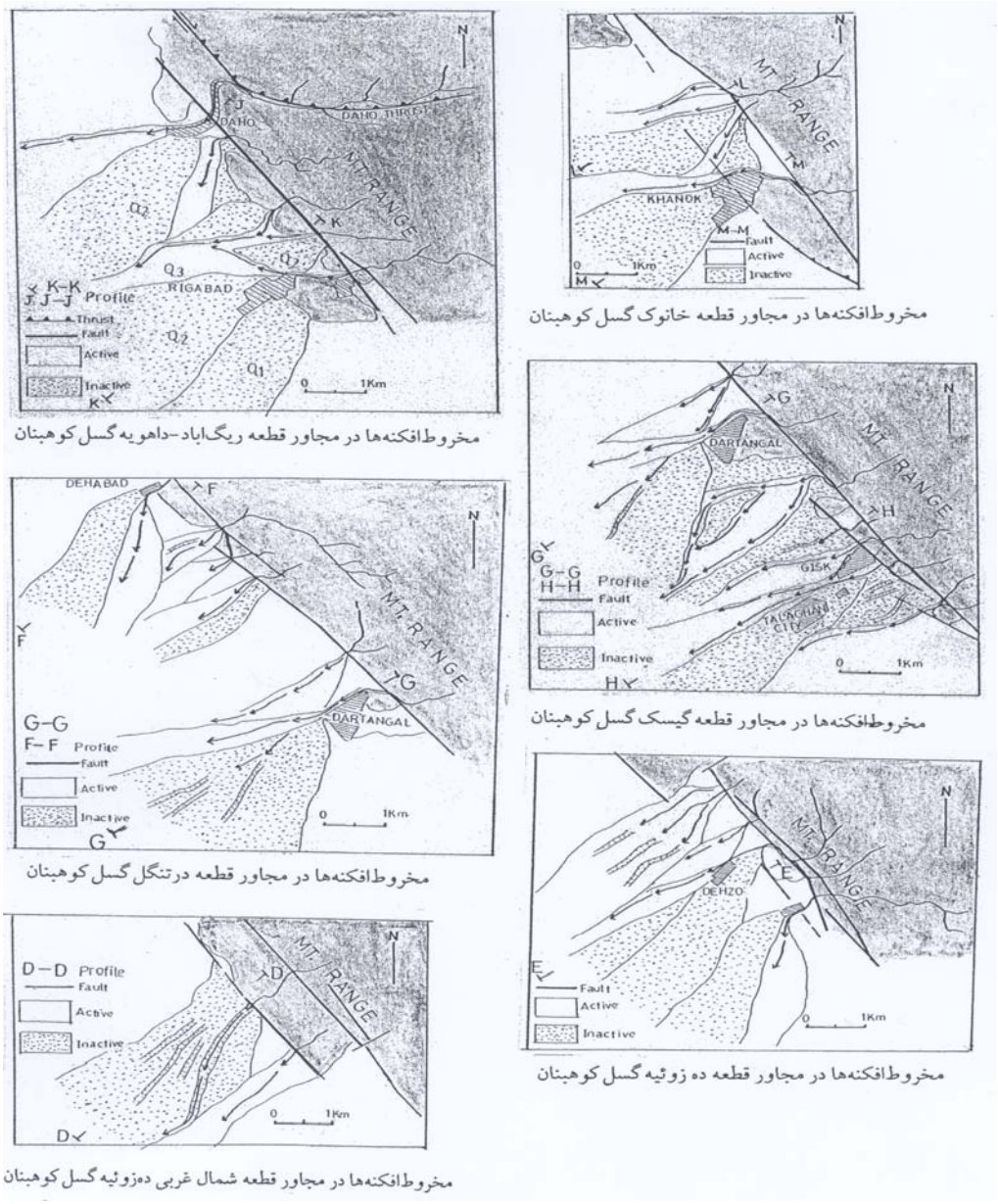
در حاشیه شرقی دشت زرند چندین مخروط افکنه در کنار هم، به صورت پیوسته به هم و با همپوشانی جانبی در مجاور قطعات گسلی حد کوه و دشت تیکدر-گوچوئیه، خانوک، ریگ آباد-داهویه، اپانگ-سرباغ، گیسک، درتنگل، ده زوئیه و شمال غربی ده زوئیه تشکیل شده است (شکل ۸).

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، درتنگل، ده زوئیه و شمال غربی ده زوئیه بریدگی‌های عمیق زیاد ایجاد شده ات (شکل ۸) اطلاعات عمقی از مخروط افکنه‌ها براساس مقاطع ژئوالکتریک انجام شده در دشت زرند توسط زرند سهامی آب منطقه‌ای کرمان، ترانشه‌های 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 زوئیه گوه‌ای و حداکثر ضخا مت رسوبات در مجا ورت قطعات گسلی است. حداکثر ضخامت رسوبات مخروط افکنه در مجاور گسل خانوک ۸۰۰ متر، در مجاور گسل ریگ آباد ۱۰۰۰متر، در مجاور گسل ده زوئیه به ۳۰۰ متر می‌رسد. نیمرخ عمقی مخروط افکنه داهویه، گیسک، ده آباد، ده زوئیه شکل است(شکل ۹).

۱-Ambraseys, Arsovski (1979)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]



شکل ۸- الف) مخروط افکنه‌های حاشیه شرقی دشت زرند

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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

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

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

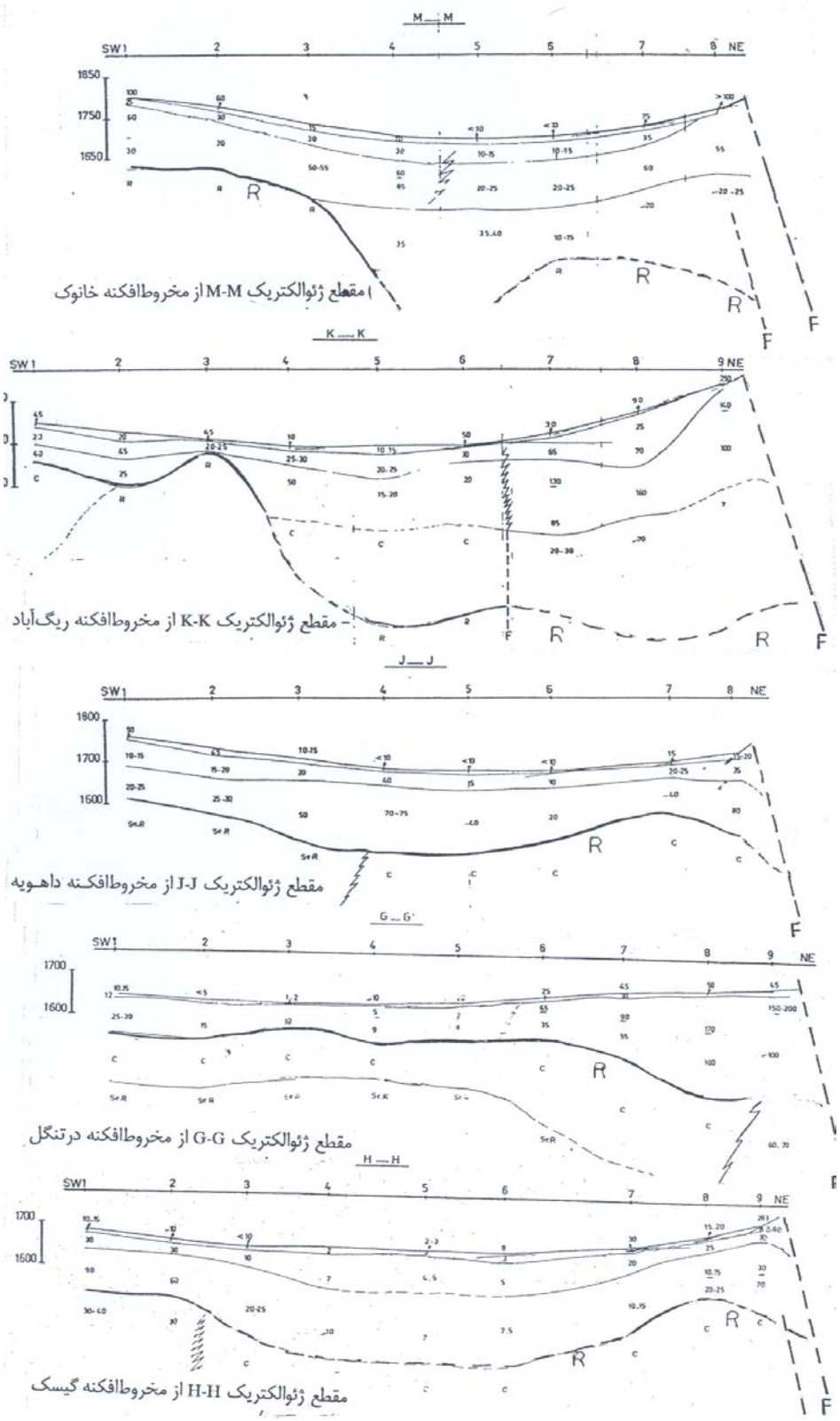
نیمرخ طولی رسوبات مخروط افکنه‌های تیکدر، خانوک، ریگ‌آباد، گیسک قطعه‌ای و نیمرخ طولی مخروط افکنه‌های اپانگ-سرباغ، درتنگل با شیب کاهش یابنده می‌باشد (شکل ۹).

ساختمان داخلی مخروط افکنه‌های تیکدر، شمال غربی خانوک، ریگ آباد، اپانگ-سرباغ، گسیک، درتنگل از نوع دفن شده، ساختمان داخلی مخروط افکنه‌های خانوک، ده زوئیه از نوع فلسی و ساختمان داخلی مخروطافکنه شمال غربی ده زوئیه از نوع متداخلی است (شکل ۱۰ الف).

شکستگی‌های نوزمین‌ساخت دررسوبات نیمه‌سخت مخروط افکنه‌های اپانگ-سرباغ، باوضعیتE-W/٦٠/N (شکل ۱۰-الف) در تنگل و خانوک با وضعیت N ٤٥ E و همچنین گسلش جوان با وضعیت N ٦٠ W/٨٠/ NE و زاویه ریک NW ٤٥ N٨٠ W/٥٠/SW و زاویه ریک NW ٥٠ در رسوبات نیمه سخت شده مخروط افکنه شمال غربی ده زوئیه به طور واضح مشاهده می‌گردد (شکل ۱۰-ب و ج).

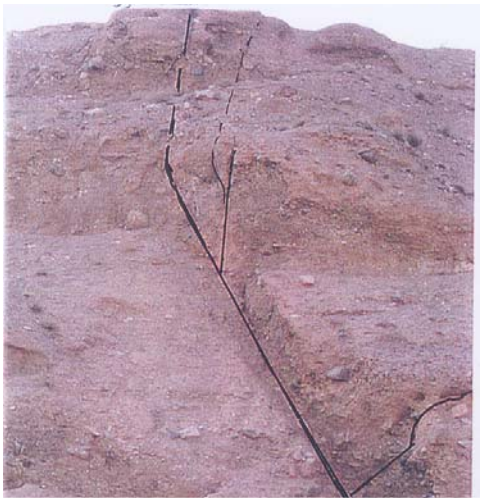
تشکیل مخروط افکنه‌ها در مجاور قطعات گسلی واقع در حد کوه و دشت مستقیم شرق دشت زرند با مشخصات ریخت شناسی نیمرخ عمقی گوه‌ای با حداکثر ضخامت رسوبات مخروط افکنه در مجاور قطعات گسلی و عدسی شکل، نیمرخ طولی قطعه‌ای و با شیب کاهش یابنده، ساختمتن داخلی دفن شده و فلسی و متداخلی، مجرای اصلی حاشیه ای و کناری، مناطق 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، ریگ اباد، داهویه، اپانگ-سرباغ، گیسک، درتنگل، ده زوئیه و شمال غربی ده زوئیه واقع در حد کوه و دشت شرقی زرند می‌باشد حرکت راستالغز با مؤلفه معکوس در روی این قطعات گسلی در حین تشکیل و بعد از تشکیل مخروطافکنه‌ها باعث فراز شدن پیشانی کوهستان و یا پائین رفتن محدوده کوهپایه به طور متناوب و همچنین جابه جایی راست گرد کوستان نسبت به دشت، شده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]



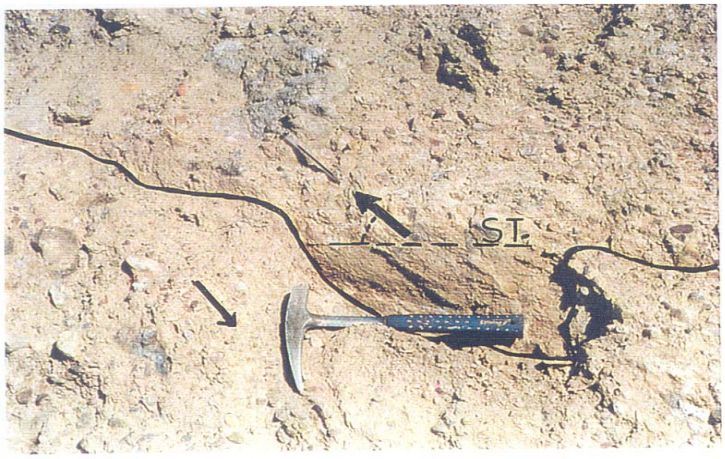
شکل ۹- مقاطع ژئوالکتریک از مخروط افکنه‌های دشت زرند

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]



شکل ۱۰- الف) شکستگی با موقعیت E-W /۶۰/N در رسوبات نیمه سخت شده مخروط‌افکنه سرباغ، جورشدگی ضعیف رسوبات

ب) شکستگی با موقعیت N ۳۰ W در رسوبات مخروط افکنه شمال غربی ده زوئیه



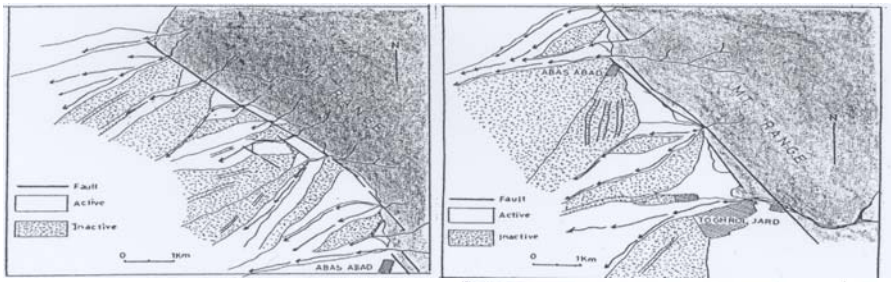
شکل ۱۰- ج) گسل جوان با موقعیت N۶۰W/۸۰/NE و زاویه ریک ۴۵NW(Rake) در بین رسوبات نیمه سخت شده واریزه و مخروط افکنه - ST : امتداد سطح گسل : جهت حرکت

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، حسین‌آباد و کوه سرخ تشکیل شده است (شکل ۱۱ و۱۲). 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.

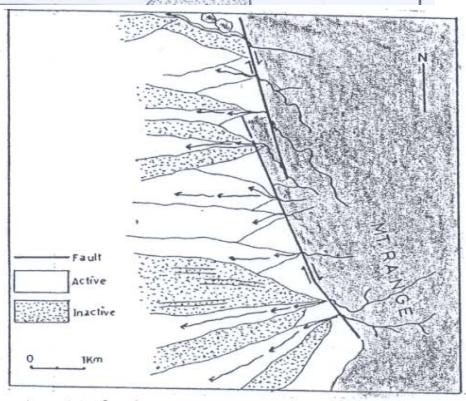
در مخروط افکنه دشت طغرل جرد، عباس آباد و دشت بهاباد جوان‌ترین بخش مخروطها نزدیک به رأس آنها تشکیل شده و این رأس هیچ پیشرفتگی به ست جبهه کوهستان نشان نمی‌دهد و یک آبراهه اصلی به سطح آنها وارد می شود. مجرای اصلی به صورت حاشیه‌ای و کناری و کمتر میانی بوده و مناطق فعال و غیر فعال در

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

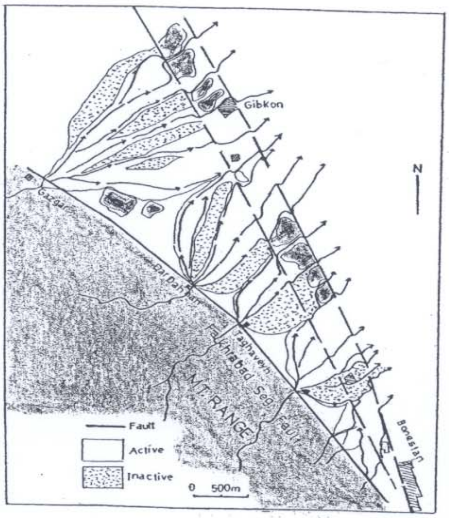
سطح مخروط افکنه‌ها تشکیل شده است. در سطح مخروط افکنه‌های طغرل جرد، عباس آباد، درگز، گودکز، جنوب شرق گوار و حسین آباد بریدگی‌های عمیق ایجاد شده است (شکل ۱۱ و ۱۲).



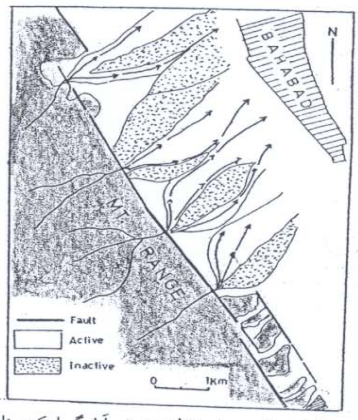
شکل ۱۱- مخروط‌افکنه‌ها در حاشیه شرقی دشت، ابتدای دشت کوهبنان



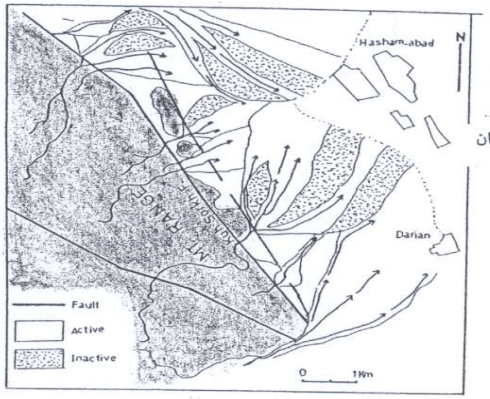
مخروط‌افکنه‌ها در مجاور قطعه جنوب شرق گوار گسل کوهبنان



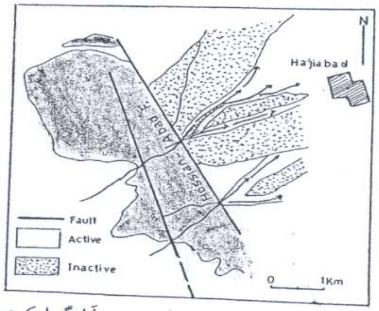
مخروط‌افکنه‌ها در مجاور قطعه فخرآباد گسل کوهبنان



مخروط‌افکنه‌ها در مجاور قطعه خوش آباد گسل کوهبنان



مخروط‌افکنه‌ها در مجاور قطعه کوه سرخ گسل کوهبنان



مخروط‌افکنه‌ها در مجاور قطعه حسین آباد گسل کوهبنان

شکل ۱۲- مخروط‌افکنه‌ها در حاشیه غربی دشت بهاباد

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

در رسوبات مخروط افکنه فخرآباد شکستگی‌های نوزمین ساخت متقاطع با وضعیت N۷۰ W و N ۸۰E به طور واضح حفظ شده‌اند(شکل۱۳).

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 زرند، طغرل جرد و عباس آباد و حاشیه غربی و دشت بهاباد، چنین به نظر می رسد 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 N۷۰W و N۸۰E در رسوبات مخروطافکنه فخرآباد(دید به سمت NW)

نتیجه گیری

براساس آنچه که توضیح داده شد چنین نتیجه‌گیری می‌شود که: ۱- ریخت شناسی سطحی، نیمرخ عمقی و طولی، ساختمان داخلی مخروط افکنه‌های حاشیه شرقی دشت زرند، 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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

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، شهباز، تحلیل ساختاری و قطعات گسل کوهبنان، منتشر شده(۱۳۸۱).

۲- عباس نژاد، احمد، پژوهشهای ژئوموفولوژی در دشت رفسنجان، دانشگاه تبریز، پایان نامه دوره دکترا(۱۳٦٥).

۳- عباس نژاد، احمد، بررسی نوزمین ساختی مخروط افکنه های ناحیه کرمان، فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور شماره ۲٥-۲٦،(۱۳۷٦) صفحه ٤۷-۳۸

٤- ناظم زاده شجاعی، حبیب الله عزیزان، گزارش مقدماتی زمین شناسی رسوبات دوران چهارم دشت زرند، مدیریت زمین شناسی منطقه جنوب خاوری (کرمان)(۱۳۷۰).

٥- مطالعات ژئوالکترک دشت زرند، 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.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]

12. W.B. Bull, Recognition of alluvial fan deposits in the stratigraphic record, in: Recognition of Ancient sedmentary Environments, ed. By: W.K. Hamblin and J.K. Rigby, society of Economic paleonotologists 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, Geomorphic 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 Approcach, 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.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-07-02]