



ریخت زمین ساخت گسل کوهبنان

نوشته: دکتر شهباز رادفر* و دکتر محسن پورکرمانی**

Morphotectonic of Kuhbanan Fault

By: Dr. S. Radfar* & Dr. M. Pourkermani**

چکیده

گسل کوهبنان در حاشیه جنوب خاوری خرد قاره ایران مرکزی در بین بلوک طیس و بلوک یزد از شمال باختری کرمان تا شمال باختری بهاباد واقع در خاور بافق با طول 300 کیلومتر و امتداد شمال باختری- جنوب خاوری ادامه دارد. این گسل یکی از لرزه خیزترین روندهای ساختاری در استان کرمان و خاور بافق یزد به شمار می‌آید. آخرین فعالیت لرزه‌ای ثبت شده آن در تاریخ 82/7/15 با زلزله‌هایی با شدت 3/8 در مقیاس ریشتر در قطعه کوهبنان این گسل اتفاق افتاد، گسل فعال کوهبنان به صورت قطعات جدا از هم شکل گرفته است. حرکت در قطعات جنوب خاوری و میانی آن راستالغز راستگرد با مؤلفه معکوس و در قطعات شمال باختری آن راستالغز راستگرد با مؤلفه عادی در پلیو-کواترنری بوده است.

اثرات ریخت زمین ساخت گسل کوهبنان در جبهه رشته کوه‌های کرمان- کوهبنان و در جبهه رشته کوه‌های باختر دشت بهاباد، به صورت افزایش گسلی جوان، سطوح مثلثی شکل در حد کوه و دشت، حد کوه و دشت مستقیم، دره‌های V شکل و باریک، شیب تند دره‌ها و کوه‌ها، رودخانه‌های منحرف و جابه جا شده، پشته‌های فشاری، پشته‌های مسدود کننده، پشته‌های خطی، دره‌های خطی، چشمه‌ها، حوضه‌های آبراهه کشیده، استخرهای فرونشستگی و حوضه‌های کشیده شدگی کوچک و جوان در طول گسل است. با توجه به تنوع و فراوانی زمین ریختها در قطعات این گسل، منطقه گسل کوهبنان به عنوان الگو و رده‌ای از زمین ریختهای زمین ساخت معرفی می‌شود.

مطالعات زمین ریختهای ریخت زمین ساختی و محاسبه شاخصهای زمین ریختی Smf % Facet, V, SL, K, HY در 32 جبهه و 33 رودخانه با سنگهایی با مقاومت تقریباً یکسان در قطعات مختلف گسل، نمایانگر این است که میزان فعالیت زمین ساختی در این قطعات در پلیو-کواترنری متفاوت بوده و به صورت خیلی فعال، فعال، نسبتاً فعال و با فعالیت کم معرفی می‌شوند.

براساس زمین ریختهای ایجاد شده و شاخصهای زمین ریختی به دست آمده در طول گسل کوهبنان، قطعات گسلی به صورت زیر دسته بندی شده‌اند.

دسته اول: قطعات گیسک، در تنگل، شمال باختری ده زوئیه، خان مکان- طغرل جرد و چرمیز که دارای بیشترین فعالیت زمین ساختی بوده‌اند.

دسته دوم: قطعات خانوک، ریگ آباد، داهویه، کتگوئیه، گزئویه، اپانگ سرباغ، ده زوئیه، جنوب خاور گوار، درجزری- درهود، پسندو- باب خام و فخرآباد، بنستان، خوش آباد، حسین آباد I و II کوه سرخ I و II و III و کوه سه گوش که دارای زمین ساخت فعال بوده‌اند.

دسته سوم: قطعات باختری کتگوئیه، عباس آباد، بخش جنوب خاوری درگز- گودگز، گوار و کوهبنان دارای زمین ساخت نسبتاً فعال بوده‌اند.

دسته چهارم: قطعات رشک، دشت خان، بیروئیه و اسدآباد دارای کمترین فعالیت زمین ساختی بوده‌اند.

نکته قابل توجه این است که قطعات خیلی فعال و فعال براساس شاخصهای زمین ریخت و زمین ریختها بیشتر قطعانی بوده که در آنها زلزله‌های تاریخی و دستگاهی گزارش شده است که این خود هماهنگی مطالعات ریخت زمین ساخت را با فعالیت لرزه‌ای قطعات گسلی نشان می‌دهد. اما قطعات فعالی بوده که تاکنون هیچ فعالیت لرزه‌ای دستگاهی نداشته‌اند. این موضوع به دو صورت قابل توجه است. نخست اینکه در آینده احتمال رویداد زمین لرزه روی این قطعات وجود دارد و دوم تا حدی هماهنگی احتمالی را بین مطالعات ریخت زمین ساخت با فعالیت لرزه‌ای قطعات گسلی نشان می‌دهد. بنابراین باید شاخصهای ریخت زمین ساخت را در ارزیابی سطح فعالیت لرزه‌ای جوان گسلها با احتیاط کامل به کار برد.

کلید واژه‌ها: کوهبنان، ریخت زمین ساخت، گسل راستالغز راستگرد، کرمان، بهاباد، شاخصهای زمین ریختی، فعالیت لرزه‌ای





Abstract

Kuhbanan fault is located between Tabas and Yazd blocks in the southeast margin of Central Iran microplate, extending from the northwest of Kerman to the east of Bafgh, with 300 km length and NW-SE strike. The fault is one of the most seismic structural trends in the region. The latest seismic activity of the fault occurred on the seventh of October, 2003 with earthquakes of magnitude of 3.8 on Richter scale over the Kuhbanan segment of the fault. Kuhbanan earthquake fault consists of several segments. Movement in the southeast and central segments has been dextral strike-slip with a large reverse component and in the northwest segments dextral strike-slip with a large normal component during Plio-Quaternary.

Morphotectonic effects of the active kuhbanan fault in mountain fronts of Kerman-Kuhbanan range and west Bahabad mountain range are landform features such as young and prominent fault scarps, linear mountain fronts, well – defined triangular facets, narrow V-shape valleys with steep longitudinal profiles, steep slopes of valleys and mountains, long drainage basins, deflected and offset streams, pressure ridges, shutter ridges, linear ridges, linear valleys, springs, sag ponds, young and small pull-apart basins along the fault. Therefore, with respect to the variety and numerous landform features, kuhbanan fault is introduced as a special model of morphotectonic landforms in Iran.

Study of morphotectonic landforms and calculation of geomorphic indices such as, SmF, Facet%, VF V, SL, K and HY in the 32 fronts and 33 rivers with similar rock resistance along the fault segments, indicate that the degree of tectonic activity has been different in the fault segments during the Plio-Quaternary times. Therefore, the fault segments can be classified as very active, active, moderately active and with low tectonic activity.

Based on the landforms and morphometric indices obtained along the Kuhbanan fault, the fault segments are classified as follows:

1) The first class segments: Gisk Dartangel, NW-Dehzou, Khan-Makan Toghroljard, Charmis segments that have the highest tectonic activity. 2) the second class segments: Khanok, Rigabad, Dahou, Katgouyh, Gazouyh, Apang-Sarbagh, Dezouyh, SE Gavar, Dargazri-Darhod, Pasando-Babkham, Fakhrabad, Bonestan, Khoshabad, Hossianabad I., II, Kuh-e-Sorkh I, II, III, Kuh-e-segoush, segments have been active. 3) The third class segments: West Katgo, Abbasabad, south-east part of Dargas=Godgas, Gavar and Kuhbanan segments have low activity. 4) The fourth class segments: Rushk, Dasht-e-Khan, Babrouyeh and Asadabad segments have the lowest tectonic activity.

It should be noted that based on morphotectonic data the most active and active segments are coincided with earthquake fault segments. However, earthquakes have not occurred over some active segments. It seems that earthquakes might occur over these segments in the future, or active morphotectonic data might not match the seismic activity of fault segments. Nevertheless, it is obvious that an appraisal of seismic activity of faults, based on the geomorphic indices and landforms features, must be taken into account with care.

Keywords: Kuhbanan, Morphotectonic, Dextral strike-slip fault, Kerman, Bahabad, Geomorphic indices, Seismic activity.

مقدمه

خاور است. گسل کوهبنان با خطواره مغناطیسی F522 در نقشه‌های ژئومغناطیس هوایی منطقه تطبیق دارد (Freidberg & Yousefi, 1978).

به طور کلی، ساختارها در مجاورت گسل کوهبنان دچار برش راستگرد همگرا یا ترافشاری شده‌اند. شرایط کرنش صفحه‌ای (plane-strain) حکمفرما نبوده و کوتاه شدگی در نتیجه ترافشارش با نازک شدگی یا ضخیم شدگی قائم همراه بوده است. وضعیت همزمان عملکرد تنش فشارشی و برشی در منطقه راستالغز راستگرد همگرای گسل کوهبنان باعث پدیدار شدن ساختارها فراهم شده است. وجود مؤلفه فشارشی با امتداد N20E از سوی صفحه عربی می‌تواند با تجزیه به مؤلفه‌های مماسی و عمود بر گسل کوهبنان، در ایجاد مؤلفه‌های راستگرد و معکوس در این گسل (با توجه به امتداد گسل کوهبنان) مؤثر باشد. بیضی کرنش حاصل از عملکرد ترافشارش در منطقه گسل کوهبنان به شکلی است که محور بلند آن زاویه کوچکی با حاشیه منطقه برشی

گسل کوهبنان برای نخستین بار توسط Huckride et al. (1962) نقشه برداری شد که با روند شمال باختری- جنوب خاوری یکی از شکلهای اصلی ساختاری در حاشیه جنوب خاوری خرد قاره ایران مرکزی و بین بلوک طیس و بلوک یزد بوده و از دیرباز یکی از مناطق پر تحرک و زلزله خیز ایران مرکزی به شمار می‌رود (شکل 1). نام این گسل از شهر کوهبنان در 200 کیلومتری شمال باختر کرمان گرفته شده است. با توجه به شکل 2، گسل کوهبنان آشکارا از 25 کیلومتری شمال باختری کرمان و خاور دهکده تیکدر در عرض جغرافیایی 45° و 30° و طول جغرافیایی 10' و 57° شروع شد و با یک جهت شمال باختری و به شکل قطعات جدا از هم در حاشیه دشت زرد و دشت طغرل جرد تا کوهبنان، از کوهبنان در یک مسیر کوهستانی تا ابتدای دشت بهاباد و در حاشیه باختری دشت بهاباد تا انتهای این دشت و عرض جغرافیایی 30° و 32° و طول جغرافیایی 55° و 50° ادامه دارد. طول گسل کوهبنان 300 کیلومتر و دارای یک تقعر به سمت شمال





فعالیت لرزه‌ای این گسل، زمین لرزه‌های کوهبنان در تاریخ 82/7/15 با شدت 3/8 در مقیاس ریشتر است.

2-1-2 سیماهای ریخت زمین ساخت گسلهای فعال راستالغز

عوارض و سیماهای خاصی که در اثر گسلش فعال در سطح زمین ایجاد شده‌اند، طیف گسترده‌ای از شکلهای توپوگرافی، پستی و بلندی و کج شدگی سطح زمین بوده که به عنوان شاخص می‌توانند برای ارزیابی نوع، بزرگی و زمان رخداد حرکات زمین ساخت به کار روند.

1-2-1-1 زمین ریختهای اولیه

افرازهای گسلی منطبق یا تقریباً منطبق بر سطوح گسلی، در یک منطقه نمادی از گسلش فعال را به نمایش می‌گذارد. به هر حال، مشخصات افرازهای گسلی، با مقدار جابه جایی روی گسل، نوع و زمان گسلش، مقاومت و طبیعت سنگ و رسوب سطحی زمین تغییر می‌کند. برای مثال افرازهای گسلی همراه با گسلش راستالغز یا گسلش در رسوبات منفصل سخت نشده معمولاً "بی‌دوام و با ارتفاع چندین سانتی متر است، ولی اگر گسل راستالغز درحد کوه و دشت، دارای شکل دره و جبهه (Sinuosity) واقع شده باشد، با بریدگیها در جبهه حد کوه و دشت و جابه جایی قابل ملاحظه روی گسل، ایجاد افرازهای نسبتاً کم ارتفاع تا متوسط به شکلهای مثلثی، به طور متناوب در جهت امتداد گسل می‌نماید. بلندی این افرازها به شیب سطح زمین در نواحی جبهه کوهستان بستگی دارد. به هر حال، وجود افرازهای گسلی مشخص و بلند با سطح فرسایش نیافته، حاوی آثار تازه سطح گسل، نشانه گسلش فعال پلیو-کواترنری می‌باشد.

1-2-2-2 زمین ریختهای ثانویه

انواع زمین ریختهای ثانویه را می‌توان در مطالعه زمین ساخت فعال یک منطقه گسلی به کار برد. هر شکل و عارضه زمین ریختی سطح زمین، در اول دارای یک شکل خاص منظم با معماری، وضعیت هندسی معین و شیب مشخصی بوده که این مشخصات بعداً در اثر چین خوردگی، گسلش و فرسایش تغییر می‌کند، به گونه‌ای که آن عارضه معماری، شکل و شیب مشخصی پیدا کرده و به عنوان یک زمین ریخت ثانویه در مطالعه گسلها و چین خوردگیهای فعال و نحوه فرسایش به کار می‌رود (Rockwell & Keller, 1987).

حرکات افقی و قائم جوان زمین، می‌تواند از جابه جایی عرضی و ارتفاعی، کج شدگی و تغییر در شکلهای زمین ریخت سطح زمین مانند کانال رودخانه‌ها و آبراهه، ستیغ پشته‌های

می‌سازد و چینها و گسلهای معکوس نیز با زاویه کوچک‌تری نسبت به این منطقه قرار می‌گیرند. در حالی که شکستگیهای کششی و گسلهای عادی، زاویه بزرگ‌تری نسبت به این پهنه برشی دارند. بیشتر چینها به صورت پلکانی و راستگرا با زاویه محوری 30-45 درجه نسبت به امتداد اصلی منطقه برشی همگرای گسل کوهبنان قرار گرفته‌اند.

براساس مطالعه عکسهای هوایی، انجام عملیات صحرایی، تعقیب امتداد گسل و بررسی تغییرات در امتداد آن، تحلیل ساختاری در طول گسل کوهبنان مشخص گردید گسل راستالغز و لرزه خیز کوهبنان مانند اغلب گسلهای فعال به صورت قطعات جدا از هم شکل گرفته است. در طول گسل کوهبنان 40 قطعه گسلی تشخیص داده شده که به وسیله سدهای گسلی (Fault Barrier) از هم جدا شده‌اند. سدهای گسلی در طول گسلها، از دیدگاه لرزه‌ای مناطقی هستند که در آنها انرژی لرزه‌ای مستهک می‌گردد. خنثی شدن و از بین رفتن انرژی لرزه‌ای باعث شده تا در هر رویداد لرزه‌ای اتفاق افتاده بر روی گسل، فقط تعدادی از این قطعات فعال، گسیخته شده و حرکت در هر قطعه مستقل از قطعه دیگر باشد (Scholz, 1990).

براساس شواهد چینه‌ای در مقاطع زمین شناسی، تحلیل ساختاری موضعی قبلی، مشاهدات صحرایی و بررسی هندسه سطح گسل در قطعات مختلف آن و زلزله‌های دستگاهی در منطقه، برای گسل کوهبنان امتداد شمال باختر- جنوب خاور با زاویه شیب زیاد به سمت شمال خاور، حرکت راستالغز راستگرد در طول تریاس پسین- ژوراسیک و حرکت راستالغز راستگرد با مؤلفه معکوس و سازوکار فشارشی در طول زمان کرتاسه تا عهد حاضر عنوان شده است (Ambraseys & Arsovski, 1979).

(Berberian, et al., 1979 ; Huckride, et.al., 1962). اما با مشاهده زاویه یک سطح گسل در سنگهای با سن مختلف و تحلیل درزه‌ها نتیجه شده است که در بخش شمال باختری آن در حاشیه دشت بهاباد، حرکت راستالغز راستگرد با مؤلفه عادی حکمفرما بوده و همچنین نسبت حرکت راستالغز راستگرد و حرکت معکوس یا عادی در قطعات مختلف آن و همچنین در یک قطعه نسبت به این دو حرکت در زمانهای مختلف متفاوت بوده است (تحلیل ساختاری گسل کوهبنان، رادفر، 1381). گسل کوهبنان از سال 1302 تاکنون با 13 زمین لرزه با مراکز مختلف با بزرگای متوسط $M_s = 5/5$ و هزارها پس لرزه همراه بوده است که یکی از خیزترین روندهای ساختاری در استان کرمان و خاور بافق یزد به شمار می‌آید. کانون زمین لرزه‌ها در مناطق مختلف گسل واقع بوده که می‌تواند نشانگر مناطق فعال لرزه‌ای و نالرزه‌ای در روی گسل باشد (Ambraseys et al., 1979). آخرین





موضعی و آماری زمین لرزه‌های اتفاق افتاده بوده، و هیچ یک از مطالعات فعالیت این گسل، بر تحلیل ریخت زمین ساخت و نوزمین ساخت منطقه مورد مطالعه تأکید نداشته است. اولین بررسی‌های زمین شناسی، چینه شناسی و ساختاری منطقه گسلی کوهینان توسط Huckride et al. (1962) به انجام رسیده که حاصل آن تهیه نقشه زمین شناسی کرمان- ساغند به مقیاس 1:250000 و یک نقشه ساختاری با مقیاس 1:500000 و یک گزارش به زبان آلمانی بوده است. Dimitrijevic (1973) نقشه زمین شناسی منطقه کرمان و در سال 1370 سازمان زمین شناسی کشور نقشه زمین شناسی منطقه زرنند را با مقیاس 1:100000 تهیه کرده‌اند. درمورد زلزله خیزی منطقه گسلی کوهینان تحقیقات بیشتر شامل: بررسی زمین لرزه‌های اتفاق افتاده و تحلیل ساختاری منطقه با تأکید بر شدت و آمار زلزله‌ها و بدون در نظر گرفتن عوارض ریخت زمین ساخت و داده‌های نوزمین ساخت انجام شده است از جمله: Berberian (1979) : شکستگی سطحی و ساز و کار زلزله باب تنگل در سال 1977، Arsofski & Ambraseys (1979) زلزله گل‌سک در سال 1977 و لرزه خیزی کلی گسل کوهینان براساس زلزله‌های اتفاق افتاده در منطقه، ظهوریان (1977) توزیع خسارت و پس لرزه‌های زلزله زرنند، Akasheh (1979) زلزله باب تنگل شمال باختر کرمان در سال 1977، قاسمی (1371) بررسی زمین شناسی ساختاری و ارائه الگوی زمین ساختی در منطقه زرنند، شاه پسند زاده و حیدری (1375) بررسی مقدماتی لرزه خیزی، لرزه زمین ساخت و خطر رویداد زمین لرزه، گسلش در پهنه استان کرمان. شرکتی و آل طه (1375) در طرح تحقیقاتی مطالعه لرزه خیزی و لرزه زمین ساخت شهر کرمان در چند قطعه از گسل واقع در خاور دشت زرنند، شاخص شیب رودخانه‌ها را برای دستیابی به میزان فعالیت در این قطعات مطالعه کرده‌اند.

2- ریخت زمین ساخت گسل کوهینان

با مطالعه عکسهای هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و انجام عملیات صحرایی در طول گسل کوهینان و تحلیل شکلها و ناهمواریها، تمامی زمین ریختهای اولیه و ثانویه ریخت زمین ساختی خاص گسلهای فعال راستالغز در قطعات مختلف این گسل تشکیل شده است. (شکل‌های 1 تا 15) اثرات ریخت زمین ساختی این گسل در جبهه رشته کوه‌های کرمان- کوهینان و رشته کوه‌های باختر دشت بهاباد که بیشتر از سنگ آهک، دولومیت، سنگ آهک دولومیتی، ماسه سنگ و سنگ آهک ماسه‌ای و از نظر مقاومت درمقابل فرسایش تقریباً یکسان هستند، به صورت

فشاری، افرازا، پادگانه رودخانه‌ای، ستیغ مخروط افکنه آبرفتی و همچنین تشکیل زمین ریخت‌هایی مانند پشته‌های سدی، پشته‌های فشاری، پشته‌های خطی، دره‌های خطی، چشمه‌ها، سکوه‌های گسلی و استخرهای فرونشسته به دست آید.

1-3- شاخص های زمین ریختی زمین ساخت فعال

اندازه گیری اندازه، ارتفاع و شیب شکلها و ناهمواریهای سطح زمین در مجاور گسلها، یکی از روشهای ممکن برای ارزیابی زمین ساخت فعال منطقه حاوی گسلها بویژه گسلهای واقع در حد کوه و دشت بوده است. مهم‌ترین هدف از مطالعه کمی شکلها و ناهمواریهای ایجاد شده در مجاورت گسلها، ارائه روش کمی در کنار روشهای توصیفی و کیفی زمین ریختها، برای تشریح سطح زمین ساخت فعال یک گسل یا منطقه است. داده‌های لازم برای مطالعات ریخت سنجی را می‌توان به آسانی از نقشه‌های توپوگرافی، عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به دست آورد. در مطالعات و اندازه گیریهای ریخت سنجی در ریخت زمین ساخت، باید مقاومت سنگهای سطح زمین، شدت و چگونگی فرسایش و روند ساختارهای زمین ساختی منطقه را در نظر گرفت.

شاخصهای زمین ریختی که در ارزیابی فعالیت زمین ساخت یک منطقه و یا گسل مورد استفاده قرار می‌گیرد، در جدول 1 آورده شده است. در کاربرد این شاخصها، باید همواره آب و هوا و مقاومت سنگهای منطقه را در برابر فرسایش مد نظر داشت و اعداد و یا نسبت‌های به دست آمده در یک منطقه را با احتیاط برای ارزیابی سطح فعالیت زمین ساختی به کار برد و در مقایسه، سطح فعالیت دو منطقه براساس این شاخصها باید مناطقی را که از نظر نحوه و شدت فرسایش، آب و هوا تا حدودی همسان بوده، در نظر گرفت.

1-4- مطالعات قبلی

تحقیقات بر روی گسلهای راستالغز در دنیا از دیدگاه ریخت زمین و نوزمین ساخت مورد توجه محققان کشورهای مختلف بوده و در این زمینه، تحقیقات بسیاری انجام شده و داده‌های علمی مناسبی برای تعیین فعالیت و حرکت روی این گسلها براساس عوارض ریخت زمین ساخت و نوزمین ساخت به دست آمده است (Stewart & McGuire, 1993; Rockwell & Keller, 1985; Mayer, 1986; Bull, 1978; Braun & Sambridge, 1997; Adams et al., 1999; Ellis et al., 1999; Burbank & Anderson, 2001).

پیشینه تحقیق در منطقه گسل کوهینان، عمدتاً چینه شناسی و تهیه نقشه زمین شناسی، بررسی مقدماتی و





3- رده بندی فعالیت زمین ساختی نسبی در قطعات گسل کوهبنان

شاخصهای ریخت زمین ساختی، افزون بر بازتاب وضعیت زمین ساختی منطقه، تحت الشعاع وضعیت آب و هوایی، ساختار، مقاومت و جنس سنگهای منطقه نیز قرار دارند، لذا نمی‌توان حد و مرز مشخصی برای شاخصهای ریخت زمین ساختی جهت ارائه یک رده بندی دقیق برای فعالیتهای زمین ساختی معین کرد و بدین ترتیب ارزش واقعی این شاخصها در تفکیک جبهه‌های بسیار فعال، فعال، نسبتاً فعال، بسیار کم فعالیت گسل کوهبنان محدود می‌گردد (جدول 6). با توجه به جدول 7، دسته بندی زیر برای تعیین درجه فعالیت زمین ساختی نسبی در قطعات مختلف گسل کوهبنان (شکل 2) براساس شاخصهای ریخت زمین ساخت و زمین ریختی ایجاد شده ارائه می‌گردد.

دسته اول: قطعات گیسگ، درتنگل، شمال باختری ده زوئیه خان مکان، طغرل جرد، چرمیز، که بسیار فعال و دارای بیشترین فعالیت زمین ساختی بوده است. در این قطعات شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان (SmF) بین 1 تا 1/03 و درصد مسطح شدگی جبهه کوهستان (Facet%) بزرگتر از 90 درصد می‌باشد. شاخص VF، V در این دسته، مقادیر کوچکتر از 0/3 را به خود اختصاص می‌دهند. رودخانه‌ها در این دسته، شاخص K بسیار بالا و منحنی هیپسومتریک جوان دارند. وجود زمین ریختی مختلف پشته‌های فشاری، پشته‌های سدی، رودخانه‌های منحرف شده و جابه جا شده، دره‌های خطی، چشمه، حوضه آبراهه کشیده، کف دره‌های باریک و کم عرض و کاملاً V شکل، حد کوه و دشت مستقیم و جوان، شکلهای مثلثی حد کوه و دشت، شیب تند کوهها و تپه‌ها و آبرفتیهای بادبزنی پر نشده نیز از دیگر ویژگیهای این دسته است.

دسته دوم: قطعات خانوک، ریگ‌آباد، داهویه، کتگویی، گزویی، اپانگ-سرباغ، دره زوئیه، جنوب خاور گوار، ودرهود-درجزری، پسندو-باب خام، فخرآباد، بنستان، خوش آباد، حسین آباد I و II کوه سرخ III و II و I کوه سه گوش که دارای زمین ساخت فعال بوده است. در این قطعات شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان (SmF) 1/03 تا 1/07 و درصد مسطح شدگی جبهه کوهستان (Facet%) بین 85 تا 90 درصد می‌باشد. شاخص VF و V در این دسته مقادیر بین 0/3 تا 0/8 را به خود اختصاص می‌دهند. رودخانه‌ها در این دسته، شاخص K متوسط و منحنی هیپسومتریک جوان دارند. وجود زمین ریختی مختلف پشته‌های فشاری، پشته‌های سدی، رودخانه‌های منحرف شده و جابه جا شده، دره خطی پشته خطی، چشمه، حوضه آبراهه کشیده، دره‌های کم عرض و V

افرازهای گسلی جوان، حد کوه و دشت مستقیم با سطوح مثلثی شکل حد کوه و دشت دره‌های V شکل، شیب تند دره‌ها و کوهها، رودخانه‌های منحرف شده، رودخانه‌های جابه جا شده، دره‌های خطی، پشته‌های مسدود کننده، پشته‌های فشاری، پشته‌های خطی، چشمه‌ها، استخرهای فرونشسته (Sag Ponds)، حوضه‌های کشیده شدگی جوان و کوچک کانالهای متروک و حوضه‌های آبراهه کشیده بوده که نامتقارنی حوضه‌های زهکشی به خوبی در عکسهای هوایی مجاور گسل و از نزدیک در منطقه گسل دیده می‌شوند. تعدادی از این زمین ریختها در شکلهای 3 تا 14 نشان داده شده است. این زمین ریختها در عکسهای هوایی 1:50000 و صحرا، مطالعه و به صورت نمودار سه بعدی در هر قطعه نشان داده شده‌اند. برای نمونه، تعدادی از این نمودارهای سه بعدی در شکل 15 به نمایش در آمده است. با توجه به تنوع و تعدد زمین ریختها در قطعات این گسل، می‌توان منطقه گسل کوهبنان را به عنوان یک الگو و رده‌ای از زمین ریختیهای ریخت زمین ساختی معرفی کرد. البته تعداد و نوع زمین ریختیهای ایجاد شده در قطعات این گسل متفاوت بوده و بستگی به میزان فعالیت و نوع حرکت در هر قطعه گسل داشته، که این خود امکان مقایسه قطعات گسل را از نظر میزان فعالیت ممکن می‌سازد. زمین ریختیهای ایجاد شده در قطعات گسل در جدول 7 آورده شده است.

محاسبه شاخصهای زمین ریخت زمین ساخت فعال و مطالعه کمی آنها در کنار بررسی کیفی زمین ریختها، در 32 جبهه با سنگهایی با مقاومت تقریباً یکسان و 33 دره و رودخانه که تقریباً به حالت عمود گسل کوهبنان را قطع کرده‌اند، انجام شده و موقعیت این جبهه‌ها و دره‌ها در نقشه شکل 2 نشان داده شده است. نتیجه این مطالعات در جدول 2 تا 5 به تفکیک در قطعات مختلف گسل آورده شده است.

مشاهده زمین ریختیهای اولیه و ثانویه مختلف در طول گسل و مطالعه کمی شاخصهای زمین ریخت در جبهه‌ها و دره‌های مجاور گسل، حاکی از فعال بودن تمام قطعات گسل از دیدگاه ریخت زمین ساخت است، ولی میزان فعالیت در قطعات مختلف متفاوت می‌باشد.

در این تحقیق، براساس مقادیر شاخصهای زمین ریخت به دست آمده در قطعات مختلف گسل کوهبنان و با در نظر گرفتن رده بندی فعالیت زمین ساختی نسبی انجام شده قبلی، (Keller & Pinter, 1996; Wells, 1988; Mayer, 1986)، جدول 6 برای دسته بندی و مقایسه میزان فعالیت زمین ساختی نسبی در قطعات این گسل پیشنهاد گردیده است. باید توجه داشت که این جدول فقط برای قطعات گسل کوهبنان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.





خام، چرمیز و خوش آباد تاکنون هیچ فعالیت لرزه‌ای دستگامی نداشته‌اند. این موضوع به دو صورت قابل توجیه است. اولاً در آینده احتمال وقوع زمین لرزه روی این قطعات وجود دارد و ثانیاً تا حدی ناهماهنگی احتمالی بین مطالعات ریخت زمین ساخت با فعالیت لرزه‌ای قطعات گسلی را نشان می‌دهد. بنابراین باید شاخصهای زمین ریختی را در ارزیابی سطح فعالیت لرزه‌ای جوان گسلها با احتیاط و با توجه به اطلاعات لرزه زمین ساخت و خواص مکانیکی سنگهای مسیر گسل به کار برد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش به شرح زیر است: (1) گسل راستالغزکوهبنان به عنوان الگو و رده‌ای از زمین ریختیهای ریخت زمین ساختی معرفی می‌گردد که می‌تواند در مطالعات بعدی ریخت زمین ساخت گسلهای دیگر در ایران مورد استفاده قرار گیرد. (2) براساس مطالعه زمین ریختی و شاخصهای زمین ریختی در قطعات مختلف گسل نتیجه شد که میزان فعالیت در قطعات مختلف گسل در پلیوکواترنری متفاوت بوده، که به صورت قطعات بسیار فعال، فعال، نسبتاً فعال و با فعالیت بسیار کم بوده، که فعالترین قطعات گیسک، در تنگل، شمال باختری ده زوئیه، خان مکان- طغرل جرد و چرمیز است. (3) قطعاتی که براساس شاخصهای زمین ریختی و زمین ریختی، بسیار فعال و فعال معرفی شده‌اند، اکثراً همان قطعاتی بوده که در آنها بیشتر زلزله‌های دستگامی گزارش شده است، از آن جمله قطعات ریگ آباد، داهویه، گیسک، در تنگل، ده زوئیه، شمال باختری ده زوئیه، خان مکان - طغرل جرد، جنوب خاور گوار، کوهبنان، درجزری- دره‌ود، فخر آباد، حسین آباد، کوه سه گوش هستند، که این خودهماهنگی پژوهشهای ریخت زمین ساخت را برای دستیابی به اطلاعات پایه‌ای لازم جهت شناخت وضعیت زمین ساخت فعال یک گسل با اطلاعات به دست آمده از زمین لرزه‌های دستگامی در روی گسل نشان می‌دهد. (4) با مشخص شدن قطعات بسیار فعال و فعال در طول گسل کوهبنان، قطعات با احتمال بیشتر فعالیت لرزه‌ای در آینده معرفی شده‌اند. بنابراین باید جمعیت ساکن در حاشیه این قطعات را از احتمال وقوع زمین لرزه آگاه کرد و هر گونه کار ساختمانی و توسعه روستا و شهر، راه سازی، استخراج معادن، آبخیزداری مهار آبهای سطحی و حفرچاه آب در حاشیه گسل با توجه به میزان فعالیت قطعات گسل باشد تا در آینده از خسارتهای مالی و تلفات جانی تا حد ممکن جلوگیری شود.

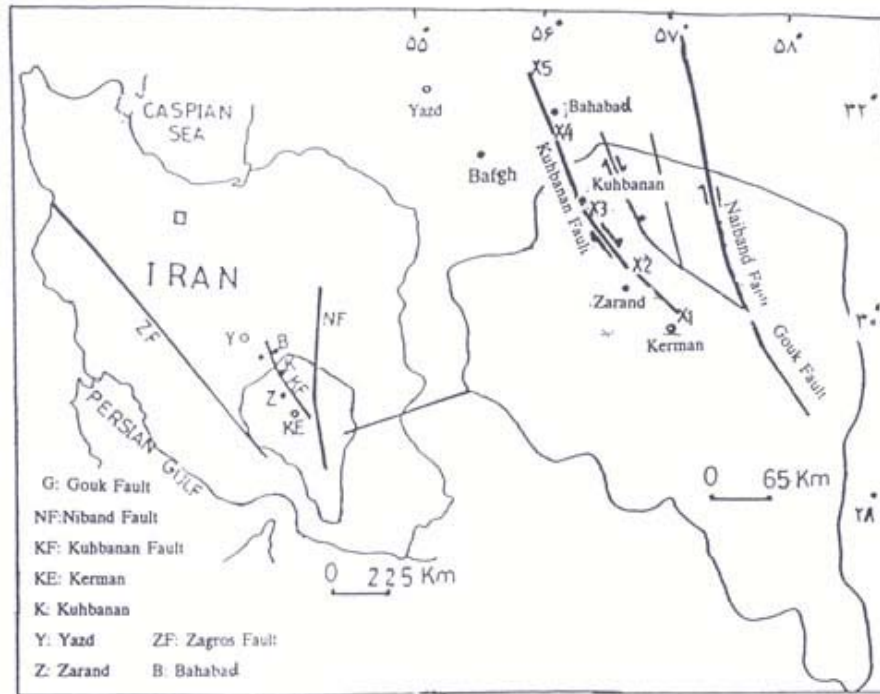
شکل، حد کوه ودشت مستقیم، شکلهای مثلثی حد کوه ودشت در بعضی از قطعات، شیب تند کوهها و تپه‌ها و در بعضی از مناطق آبرفتیهای بادبزنی نیز از دیگر ویژگیهای این دسته است.

دسته سوم: قطعات عباس آباد، بخش جنوب خاور درگز- گودگز، گوار، کوهبنان، قطعه باختری کنگوئیه و بخش جنوب خاور قطعه جنوب خاور گوار دارای زمین ساخت نسبتاً فعال بوده‌اند. در این قطعات شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان (SmF) بین 1/03 تا 1/1 و درصد مسطح شدگی جبهه کوهستان (Facet%) بین 83-87 درصد می‌باشد. شاخص VF و V این دسته مقادیر بین 0/4 تا 1 را به خود اختصاص می‌دهند. رودخانه‌ها در این دسته شاخص K متوسط و منحنی هیپسومتریک در حال تعادل دارند. وجود زمین ریختیهای مختلف پشته‌های فشاری، پشته‌های سدی، رودخانه‌های منحرف شده، دره خطی، پشته خطی، چشمه، حوضه آبراهه گسترش یافته، دره‌های در بالا دست رودخانه‌ها V شکل و در پایین دست رودخانه‌ها U شکل، شیب کم کوهها و تپه‌ها، آبرفتیهای بادبزنی از دیگر ویژگیهای این دسته است.

دسته چهارم: قطعات رشک، دشت خان، بیروئیه و اسدآباد که دارای کمترین فعالیت زمین ساختی بوده‌اند. در این قطعات، شاخص پیچ و خم جبهه کوهستان (SmF) بین 1/03 تا 1/1 و درصد مسطح شدگی جبهه کوهستان (Facet%) بین 80 تا 85 درصد است. شاخص VF این دسته مقادیر بین 0/6 تا 1/3 را به خود می‌دهد. منحنی هیپسومتریک رودخانه‌ها در این دسته در حال تعادل است. وجود زمین ریختیهای پشته‌های سدی، پشته‌های فشاری، دره خطی، پشته خطی، رودخانه‌های منحرف شده، استخرهای شکل، حوضه فرونشسته، دره‌ها توسعه یافته V و U شکل آبراهه گسترش یافته، شیب ملایم کوهها و تپه‌ها، آبرفتیهای بادبزنی، گسترش اولیه دشتهای آبرفتی از دیگر ویژگیهای این دسته است.

نکته قابل توجه این است که قطعات بسیار فعال و فعال براساس شاخصهای زمین ریختی و زمین ریختی، اکثراً قطعاتی بوده که در آنها زمین لرزه‌های تاریخی و دستگامی گزارش شده است که این خود هماهنگی مطالعات ریخت زمین ساخت را با فعالیت لرزه‌ای قطعات گسلی نشان می‌دهد. از آن جمله قطعات ریگ آباد- داهویه، گیسک، در تنگل، ده زوئیه، شمال باختری ده زوئیه، خان مکان- طغرل جرد، جنوب خاور گوار، کوهبنان، درجزری- دره‌ود، فخرآباد، حسین آباد، کوه سرخ و کوه سه گوش است (جدول 7) اما قطعات فعال خانوک، گزوئیه، اپانگ- سرباغ، پسندو- باب





شکل 1- موقعیت گسل کوهبنان (نبوی، 1355)

جدول 1- شاخصهای زمین ریخت با تغییر از Wells et al.(1988)

منبع	رابطه با زمین ساخت	روش اندازه گیری	اشتیاق	تعریف	شاخص
بول و مکفادن (۱۹۷۷)	خطی بودن پیشانی کوهستان		LmF/LS	بیچ و خم پیشانی کوهستان	SmF
بول (۱۹۷۸)	اشاره بر فعالیت زمین ساخت		LF/LS	درصد مسطح شدگی پیشانی کوهستان	%Facet
ولز و همکاران (۱۹۸۸)	درصد مسطح شدگی بالا		$\frac{V_{FW}}{[(E_{1d}-E_{sc})+(E_{rd}-E_{sc})]^{1/2}}$	نسبت عرض کف دره به عمق دره	VF
بول و مکفادن (۱۹۷۷)	پیشانی کوهستان فعال با شکل V و مقدار پائین VF		$\frac{AV}{AC}$	مقطع دره	V
مایر (۱۹۸۶)	مقدار پائین نسبت V دارای دره V شکل، عملکرد قائم زمین ساخت فعال		$(\Delta H/\Delta L) \times L$	شاخص شیب رود	SL
حاک (۱۹۷۳)	مقادیر بالای SL احتمال		مساحت زیر منحنی مقطع طولی	تفرق مقطع طولی رودخانه	K
کلر (۱۹۸۶)	پیشانی کوهستان فعال		مقطع طولی	تحدب یا تفرق	H.I.
استیوارت و هنکوک (۱۹۹۴)	مقادیر بالای K نشانگر بالآمدگی مسیر رودخانه		تحدب یا تفرق منحنی هیپسومتریک	تحدب یا تفرق منحنی هیپسومتریک	



جدول 3- شاخصهای زمین ریختی

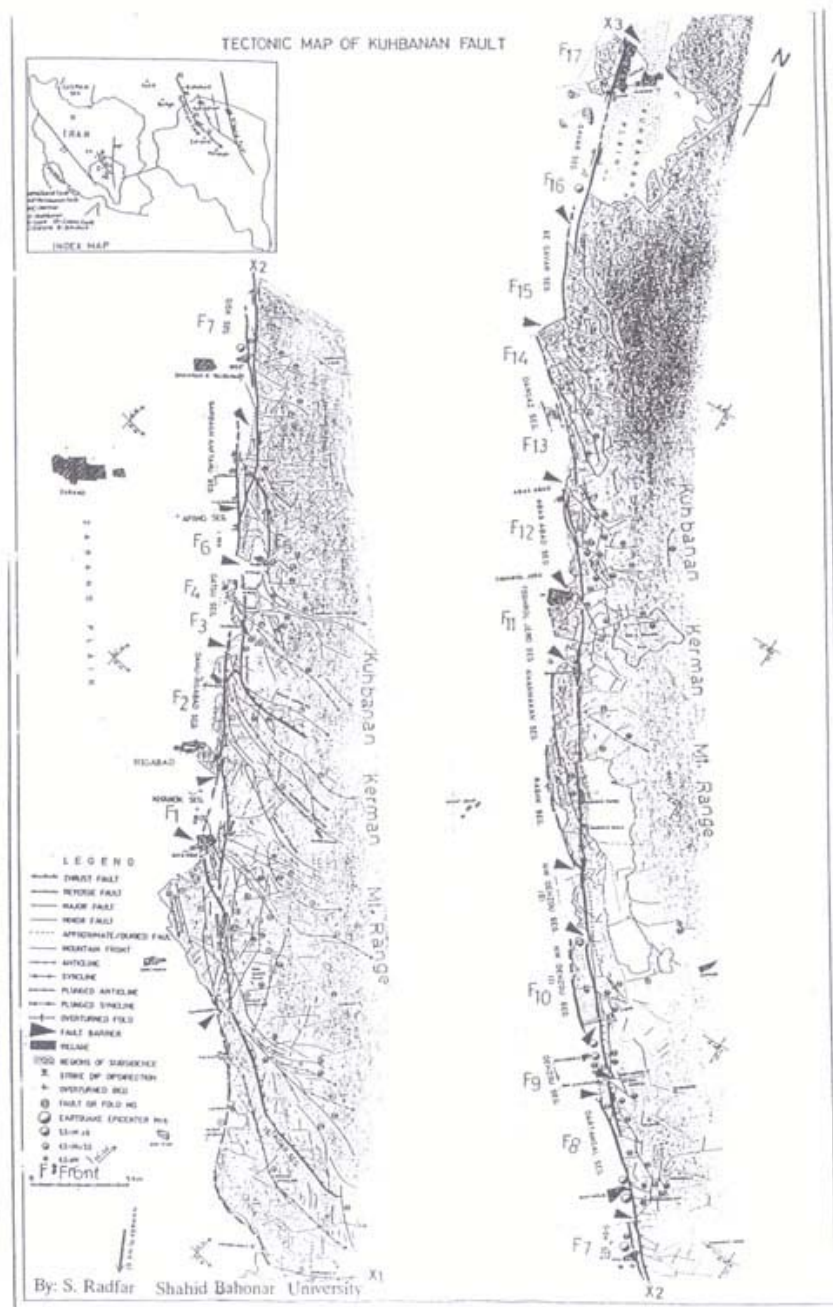
قطعه (Segment)	پیشانی (Front)	SmF LmF/LS	Facet% LF/LS
کوهستان	F18	1.071	87.1
دره‌ود - درجزری	F19	1.034	85.2
دره‌ود - درجزری	F20	1.037	85.3
پستو - باب‌خام	F21	1.049	86.6
چرمیز	F22	1.029	94.0
دشت‌خان	F22-A	1.08	85.0
بیرویه	F23	1.053	84.2
اسدآباد	F24	1.032	81.4
فخرآباد	F25	1.032	77.8
فخرآباد	F26	1.028	85.1
حسین‌آباد II	F27	1.071	78.8
حسین‌آباد I	F28	1.034	82.2
کوه سرخ III	F29	1.053	86.0
کوه سرخ II	F30	1.130	83.7
کوه سه‌گوش	F31	1.058	87.3
کوه سرخ III	F32	1.083	82.7

جدول 2- شاخصهای زمین ریختی

قطعه (Segment)	پیشانی (Front)	LmF (km)	LS (km)	Total LF (km)	SmF LmF/LS	Facet% LF/LS
خاتوک	F1	5	4.8	4.1	1.041	85.4
ریگ‌آباد	F2	4.35	4.05	3.35	1.074	82.7
کنگوبه	F3	3.25	2.25	2.1	1.444	93.3
کنگوبه	F4	4.0	3.7	3.13	1.081	84.5
گرویه	F5	3.0	2.9	2.47	1.034	85.2
گرویه	F6	8.95	8.25	6.5	1.084	78.7
گیسک	F7	2.95	2.85	2.65	1.035	92.9
درتگل	F8	4.85	4.75	4.45	1.021	93.6
ده‌زویه	F9	2.75	2.62	2.35	1.049	89.6
شمال‌خیز مغزیه	F10	15.25	15.0	14.45	1.016	96.3
شان‌مکان طفرلیره	F11	9.05	8.85	8.45	1.022	95.4
عباس‌آباد	F12	5.0	4.8	4.0	1.041	83.3
درگز	F13	3.25	3.15	2.45	1.031	77.7
درگز-گودگز	F14	3.70	3.55	3.2	1.042	90.1
جنوب‌شرق گوار I	F15	3.1	2.7	2.1	1.148	77.7
جنوب‌شرق گوار II	F16	5.75	5.6	5.05	1.026	90.1
گوار	F17	4.15	4.0	3.45	1.037	86.2

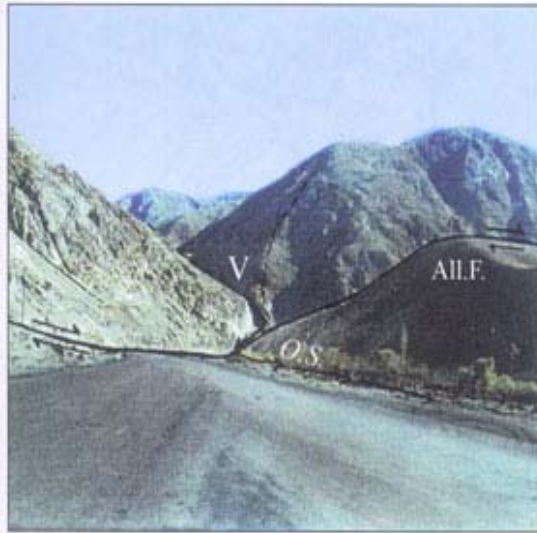
جدول 4- شاخصهای زمین ریختی

نام رودخانه (Segmen)	شماره دره	Erd (m)	Eld (m)	Esc (m)	Vfw (m)	VF	V	SL
خاتوک	R1	2490	2490	2180	100	0.322	0.3	571.4
ریگ‌آباد	R2	2500	2500	2150	60	0.171	0.15	833
کنگوبه	R3	2430	2430	2210	50	0.277	0.33	166.6
کنگوبه	R4	2420	2420	2170	40	0.160	0.15	454.4
گرویه	R5	2425	2425	2200	60	0.266	0.24	400
آب‌آقایی	R6	2070	2070	1875	50	0.256	0.25	500
گیسک	R7	2420	2420	2260	55	0.343	0.23	334
درتگل	R8	2380	2380	2090	50	0.172	0.2	800
ده‌علیرضا	R9	2125	2145	2070	75	1.153	0.238	453
جلال‌آباد	R-A	-	-	-	-	-	0.3	240
وشک	R10	2165	2165	2115	65	1.3	-	215
شان‌مکان	R10-A	-	-	-	-	-	0.83	240
طفرل بره	R11	2460	2460	2290	100	0.588	0.25	538
عباس‌آباد	R12	2420	2420	2355	50	0.769	0.42	300
درگز	R13	2520	2520	2410	80	0.727	0.22	428
گودگز	R14	2500	2500	2390	90	0.818	0.26	500
شمال‌گودگز	R15	2450	2450	2390	100	1.66	0.25	323
گوار	R16	2045	2045	1900	150	1.034	0.64	400
درجزری	R17	2489	2450	2330	50	0.358	0.35	400

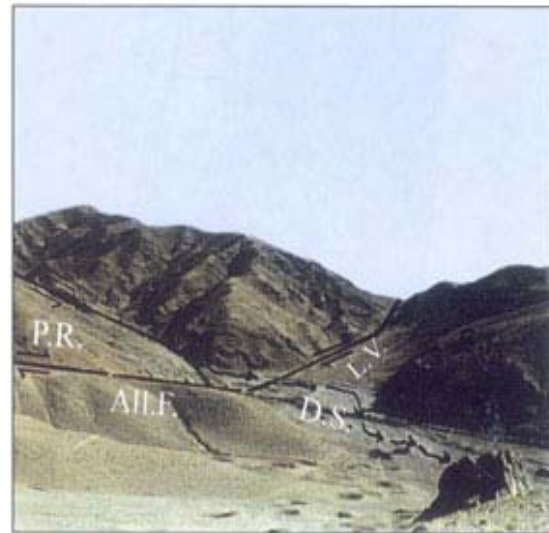




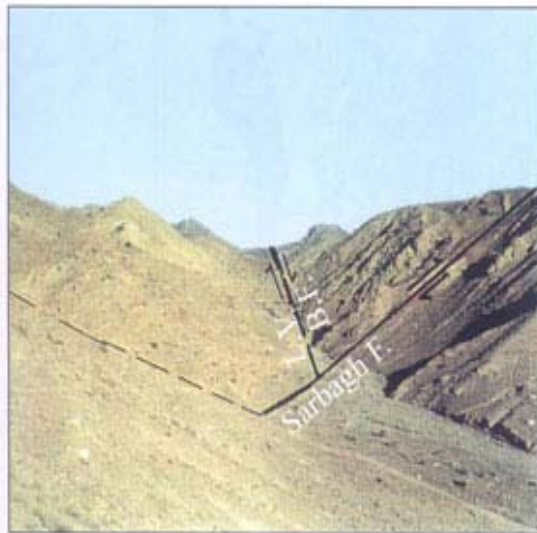
شکل 2- نقشه زمین ساخت گسل کوهبنان، قطعات گسلی، سدهای گسلی، مراکز زمین لرزه، جبهه‌ها، گسل‌های فرعی، چین‌های پلکانی در طول گسل کوهبنان (تهیه نقشه بر اساس عکس‌های هوایی و برداشتهای صحرائی)



شکل 4- دره V شکل و رودخانه جا به جا شده (O.S.)، مخروط افکنه (All.F.) در قطعه ریگ آباد گسل کوهبنان (دید به سوی جنوب خاور).



شکل 3- پشته فشاری (P.R.)، پشته سدی (S.R.)، دره خطی (L.V.)، رودخانه منحرف شده (D.S.)، مخروط افکنه (All.F.) در قطعه خانوک گسل کوهبنان (دید به سمت جنوب خاور)



شکل 6- دره خطی (L.V.) در مسیر گسل بنستان سرباغ در قطعه آپانگ- سرباغ گسل کوهبنان (دید به سوی جنوب خاور).

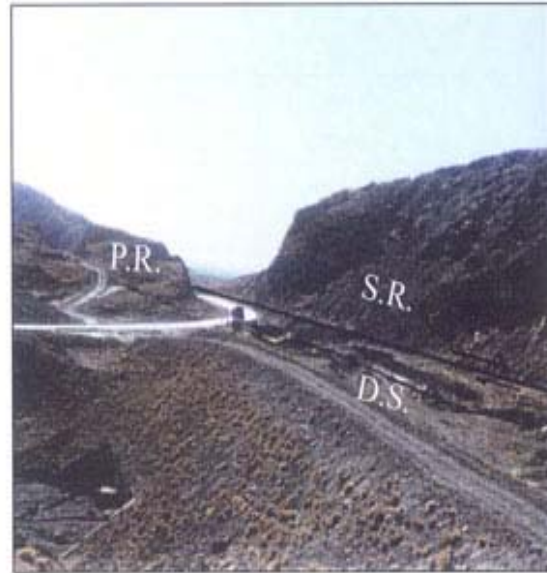


شکل 5- پشته فشاری (P.R.) در قطعه داهویه گسل کوهبنان (دید به سوی جنوب خاور).

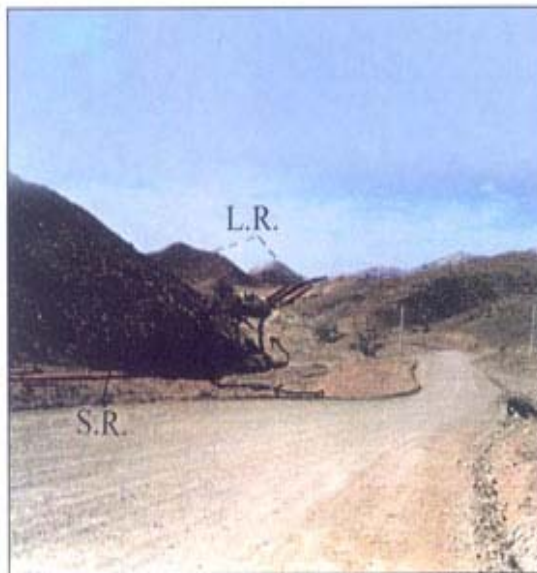




شکل 8- دره V شکل (V)، پشته سدي (S.R.) و رودخانه جا به جا شده (O.S.)، در قطعه در تنگل گسل کوهبنان (دید به سوي شمال باختر).



شکل 7- پشته سدي (S.R.) و رودخانه منحرف شده (D.S.) در قطعه ده زوئيه گسل کوهبنان (دید به سوي جنوب خاور جنوب)



شکل 10- پشته سدي (S.R.) و پشته هاي خطي (L.R.) در قطعه خان مکان گسل کوهبنان (دید به سوي شمال باختر).



شکل 9- استخر فرونشسته (S.P.) ، پشته فشاري (P.R.) در قطعه چرميز گسل کوهبنان (دید به سوي شمال باختر).



جدول 5- شاخصهای زمین ریختی

قطعه (Segment)	نام رودخانه (River)	شماره دره (Volley No)	V_F	V	SL
دوهود - درجزری	درزودو	R17-A	-	0.35	-
پسندو - باب خام	ناصریه	R18	0.6153	0.285	500
پسندو - باب خام	باب خام	R19	0.8182	0.166	333
چرمیز	چرمیز	R20	0.9545	0.25	375
چرمیز	حسین آباد	R21	0.7692	-	-
دشت خان	محمدآباد	R22	0.5833	-	-
دشت خان	شرق دشت خان	R23	0.6364	-	-
اسدآباد	شمال غربی اسدآباد	R24	0.8	1.5	540
فخرآباد	جنوب نیستان	R25	0.6667	0.383	466
فخرآباد	تقویه	R26	1.40	0.33	400
فخرآباد	دردهنه	R27	0.7778	0.21	390
خوش آباد	ده خشکو	R28	0.5882	0.31	600
حسین آباد	فلاح آباد	R29	0.8182	0.6	528
کوه سرخ III	درحمزه	R30	2.33	0.523	-
کوه سه گوش	خیرآباد	R31	0.7143	-	-
کوه سرخ III	غرب هاشم آباد	R32	0.7857	0.372	-

جدول 6- دسته بندی میزان فعالیت نسبی بر اساس شاخصهای زمین ریختی به دست آمده در قطعات مختلف گسل کوهبنان

کمترین فعالیت	نسباً فعال	فعال	خیلی فعال
1.03-1.1 : SmF ¹	1.03-1.1 : SmF	1.03-1.07 : SmF	1.03-1 SmF
80-85% Face%t	87-83% : Facet%	85-90% < : Facet%	90% < Facet%
0.8 < V_F	0.5-0.8 : V_F	0.3-0.5 : V_F	0.3 > V_F
0.6 < V	0.4-0.6 : V	0.3-0.4 : V	0.3 > V
دره U شکل	دره V شکل	دره V شکل	دره V شکل
200-250 : SL	250-300 : SL	300-400 : SL	400-800 : SL
K متوسط	K متوسط	K بالا	K بالا
هیپومتریک تعادل	هیپومتریک تعادل	هیپومتریک جوان	هیپومتریک جوان



شکل 12- رودخانه منحرف شده (D.S.) در قطعه بنستان گسل کوهبنان (دید به سوی شمال باختر).



شکل 11- حد کوه و دشت مستقیم با 1-1/03 ، 90% اشکال مثلثی در جبهه گسلی کوهستان در قطعه فخر آباد گسل کوهبنان (دید به سوی جنوب باختر).

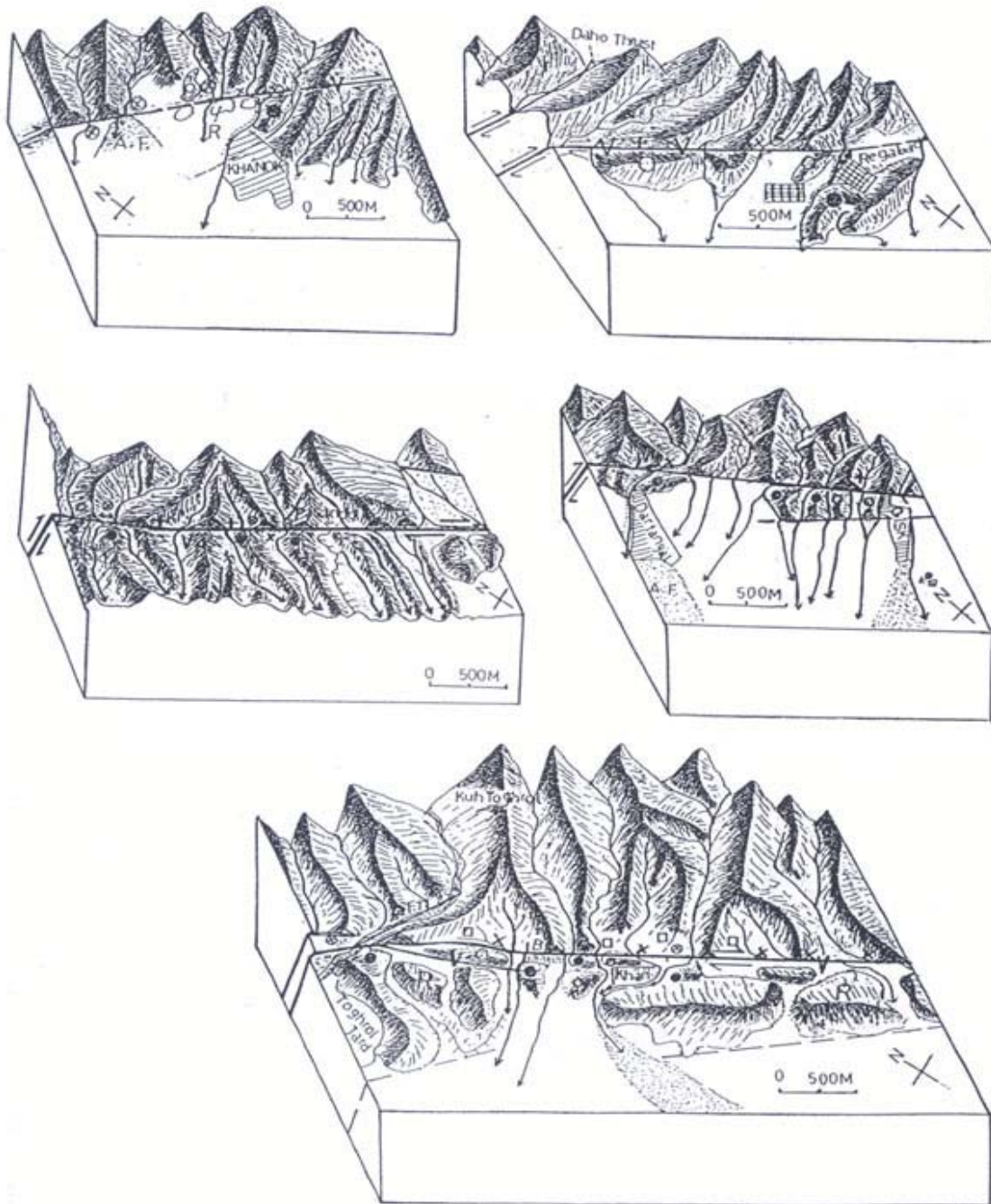


شکل 14- حد کوه و دشت مستقیم با 1/03 SmF ، 90% در قطعه در تنگل گسل کوهبنان (دید به سوی شمال خاور).



شکل 13- پشته فشاری (P.R.) در قطعه دشت خان گسل کوهبنان (دید به سوی شمال باختر).





شکل 15- زمین ریختها در قطعات گسل کوهینان

رودخانه جا به جا شده: رودخانه منحرف شده: x دره خطی: V پشته خطی: R
 پشته سدی: پشته فشاری: پرتگاه گسلی: چشمه:
 مناطق فرورفته روی گسل: کانال متروک قبلی:



جدول 7- رده بندی فعالیت زمین ساختی نسبی در قطعات گسل کوهستان بر اساس شاخصهای زمین ریختی، زمین ریختی ایجاد شده

قطعات گسل	شاخصهای زمین ریخت						میزان فعالیت نسبی زمین ساختی	رده بندی فعالیت نسبی
	SmF	Facet%	V _p	V	SL	K		
خانوک	1.04	85.4	0.32	0.5	571	نسباً نا	جوان	LR, PR, SR, LV, DS, OS حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
رنگانه-خامنه	1.07	82.7	0.17	0.15	833	نسباً نا	جوان	SFS, PR, SR, LV, DS حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
کنکوبه	1.44	93.3	0.27	0.33	166	متوسط	جوان	F, S, OS, SR, PR حوزه آبراهه نسبتاً کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
گربچه	1.08	84.5	0.16	0.15	454	نسباً نا	جوان	BS, FS, PR, DS, SR, DS, LV حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
اینگ-سیراباغ	1.03	85.2	0.26	0.24	400	نسباً نا	جوان	حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
گسک	1.08	78.7	0.25	0.25	500	نسباً نا	جوان	حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
گسک	1.03	92.9	0.34	0.23	334	نسباً نا	جوان	DS, PR, SR, OS, FS حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
درنگال	1.02	93.6	0.17	0.2	800	نسباً نا	جوان	حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
ده زبچه	1.04	89.6	1.15	0.23	453	متوسط	جوان	FS, PR, DS, SR, LV حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
شمال غربی	1.01	96.3	-	0.3	240	نسباً نا	جوان	S, P, L, R, S, R, D, S, L, V حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
ده زبچه	-	-	1.3	-	215	-	-	حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
رشک	-	-	-	-	-	-	-	حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل

Hypso : منحنی هیپسومتریک، O.S. : رودخانه جا به جا شده، D.S. : رودخانه منحرف شده، L.V. : دره خطی، L.R. : پشته خطی، S.R. : پشته سدی، P.R. : پشته فشاری، F.S. : پرتگاه گسلی، S. : چشمه، S.P. : استخرهای فرونشسته، B.S. : کانال متروک قبلی، K. : شاخص تقعر پروفیل طولی رودخانه، S.L. : شاخص شیب رودخانه، V : مقطع دره، V.F. : نسبت عرض کف دره به عمق دره، Facet% : درصد مسطح شدگی جبهه کوهستان، SmF. : پیچ و خم جبهه کوهستان.

ادامه جدول 7 (قسمت الف)

قطعات گسل	شاخصهای زمین ریخت						میزان فعالیت نسبی زمین ساختی	رده بندی فعالیت نسبی
	SmF	Facet%	V _p	V	SL	K		
خان مکان	1.02	95.4	0.58	0.25	538	متوسط	جوان	S, P, R, S, R, L, R, L, V, O, S, D, S حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
مشرف جرد	1.04	83.3	0.76	0.42	300	متوسط	جوان	S, D, S, L, R, S, R حوزه آبراهه گسترش یافته درمیان V و لا شکل
عاشقانه	1.03	77.7	0.72	0.22	428	متوسط	جوان	S, F, S, B, S, D, S, O, S حوزه آبراهه گسترش یافته - شیب کم کوهها درمیان V و لا شکل
مرکز کوهگاز	1.04	90.1	0.81	0.26	500	نسباً نا	جوان	حوزه آبراهه گسترش یافته - شیب کم کوهها درمیان V و لا شکل
جنوب شرق	1.14	77.7	1.66	0.25	323	نسباً نا	جوان	LV, OS, DS, PR, SR حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V و لا شکل
کهر او II	1.02	90.1	-	-	-	نسباً نا	جوان	حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V و لا شکل
گبار	1.03	86.2	1.03	0.64	400	پایین	بزرگسال	S, R, D, S, P, R حوزه آبراهه گسترش یافته، خاکه و دشت مستقیم
کوهستان	1.07	87.1	-	-	-	-	-	P, R, D, S حوزه آبراهه گسترش یافته درمیان V و لا شکل و لامل شده شیب کم کوه
دره رود - فرخورد	1.03	85.2	0.35	0.35	400	متوسط	جوان	P, R, D, S حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
پستو-سارخام	1.05	85.3	-	-	-	-	-	حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
پستو-سارخام	1.04	86.6	0.61	0.28	500	متوسط	جوان	F, S, S, P, L, V, S, D, S, O, S, R, P, R حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل
چرغیز	1.02	94.0	0.95	0.25	373	نسباً نا	جوان	S, P, S, S, F, L, V, D, S, P, R حوزه آبراهه کشیده شیب تند کوه درمیان V شکل





ادامه جدول 7 (قسمت ب)

قطعات گسل	شاخصهای زمین ریخت							اندازه‌های ایجاد شده	میزان فعالیت نسبی زمین ساختی	زلزله‌های ثبت شده
	SmF	Facet%	V _p	V	SL	K	Hypso			
دشت خان	1.08	85.0	0.58	-	-	-	تمام	F.S.S.D.S.L.V.P.R.S.R دره‌های V و U شکل، حوضه آبراهه گسترش یافته، شیب ملایم کوه	فعالیت کم - دسته چهارم	
بیرویه	1.05	84.2	-	-	-	-	-	L.R.S.R.P.R حوضه آبراهه گسترش یافته، دره‌های V و U شکل، شیب ملایم کوه	فعالیت کم - دسته چهارم	
اسداباد	1.03	81.4	0.8	1.5	540	-	تمام	S.F.L.V.O.S.D.S.P.R حوضه آبراهه گسترش یافته دره‌های U شکل، شیب ملایم کوه	فعالیت کم - دسته چهارم	
فخرآباد - بستان	1.03	77.8	0.66	0.38	466	خیلی بالا	چون	S.P.S.L.V.O.S.D.S.P.R.S.R حوضه آبراهه کشیده، شیب تندکوه، حد کوه و دشت کاملاً مستقیم	فعال - دسته دوم	M _s = 5/5-6 M _s = 5
	1.02	85.1	1.4	0.33	400	متوسط		و تشکیل مثلثی آن، دره‌های V شکل		
خوش‌آباد	-	-	0.58	0.31	600	متوسط	چون	S.B.S.L.R.D.S.O.S.S.R.P.R حوضه آبراهه کشیده، شیب تندکوه، دره‌های V شکل، حد کوه و دشت کاملاً مستقیم	فعال - دسته دوم	
حسین‌آباد II و I	1.07	78.8	0.81	0.6	528	خیلی بالا	چون	D.S.L.R.S.R.P.R حوضه آبراهه کشیده، شیب تندکوه	فعال - دسته دوم	M _s = 7/5-5/5، ۱۳۳۶ M _s = ۴/۴، ۱۳۸۰
کوه سرخ III و II و I	1.05	86.0	2.33	0.52	-	خیلی بالا	-	S.P.L.R.D.S.S.R.P.R حوضه آبراهه کشیده، دره‌های V و U شکل، شیب ملایم کوه	فعال - دسته دوم	M _s > ۶، ۱۳۱۲ M _s < ۴/5، ۱۳۲۱ M _s < ۴/5
	1.08	82.7	-	-	-	-	-	L.R.L.V.D.S.P.R.S.R حوضه آبراهه گسترش یافته، دره‌های V و U شکل، شیب ملایم کوه	فعال - دسته دوم	M _s = ۴/5-5/5 M _s < ۴/5 M _s = ۴/5-5/5 M _s = ۴/5-5/5
کوه سه‌گوش	1.05	87.3	0.71	-	-	-	-			

کتابنگاری

آل طه، ب. و شرکتی، ش.، 1375- گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مطالعه لرزه خیزی و ساینموتکتونیک شهر کرمان (جلد 4) دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرنند.

رادفر، ش.، 1381- تحلیل ساختاری و قطعات گسل کوهبنا، منتشر نشده.

شاه پسندزاده، م. و حیدری، م.، 1375- بررسی مقدماتی لرزه خیزی، لرزه زمین ساخت و خطر رویداد زمین لرزه-گسلش در پهنه استان کرمان، موسسه بین المللی زلزله شناس و مهندس زلزله 21 ص.

ظهوریان ایزدپناه، ع. ا. و مهاجر اشجعی، کبیری، قمصری، 1364- گسترش خسارات و پس لرزه های دو زلزله مخرب 1360 شرق کرمان نشریه فیزیک زمین و فضا جلد 13 و 14.

قاسمی، ع.، 1371- بررسی زمین شناس ساختمانی و ارائه یک الگوی تکنیکی در منطقه زرنند پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی، دانشگاه شهید بهشتی 231 ص.

References

- Adams, K. D., Wesousky, S. G., and Bills, B. G., 1990- "Isostatic rebound, active faulting, and potential geomorphic effects in the lake Lahontan basin, Nevada and California", Geological society of American Bulletin, V. 111, P. 1739-1756,
- Akasheh, B. and Eshghi, I., 1979-The Iran Earthquake of December 19, 1977 Bab-tangal, North western Kerman, J. Earth and spacephys. Vol & P. 65-71.
- Ambraseys, N. N., Arsovski, M. and Moifar, A. A., 1979- the Gisk Earthquake of 19 December 197 and the seismicity of the Kuhbanan fault zone UNESCO publ. No. FMR/SC/GEO/79/192 Paris 47 p.
- Berberian, M. and Asudeh, I., 1979- surface rupture and mechanism of the Bab-tangal (South Easter Iran) Earthquake of 19 December 1977, Earth and planetary science letters. P 456-462.
- Braun, J., and Sambridge, M., 1997- Modelling landscape evolution on geological time scales: a new method based on irregular spatial discretization, Basin Research, V. 9, P. 52.
- Bull, W. B., 1978- geomorphic tectonic activity classes of the south front of the san Gabriel Mountains C. A. unpubl. Final Rep. U. S. Geol. Surv. Contract No 14-08-001-G-394.
- Burbank, D. W., and Anderson, R. S., 2001- Tectonic Geomorphology, Blackwell science, 274 P.





- Dimitrijevic, M. D. ,1973 - Geology of Kerman region. C. S. I. Rep. No. 52 334 P.
- Huckride, R. Kursten, M. and Venzlaff, H., 1962- zur Geologic des Gebietes Zeischen Kerman un sugand (Iran) Hannover Bundesanstact Fur, Boden Forschung 197 PP.
- Keller, E. A., and pinter, N., 1996- Active tectonics, Earthquake Uplift and Landscape. Printice Hall In.
- Mayer, 1986- Tectonic Geomorphology of escapments and mountain fronts. In active tectonic (compiled by Wallace, R. E.) Nat. Academic press, Washington, 125-135.
- Rockwell T. K. Keller, E. A. and Johnson, D. L., 1987- tectonic geomorphology of alluvial fans and mountain fronts near ventura California in: tectonic geomorphology (edited Morisawa, M. and Hack, J. T.) Allen and Uniwin, Boston 183-208.
- Scholz, C. H., 1990- The Mechanics of Earthquakes and Faulting. Cambridge University Press, Cambridge. Stewart, I. S. and Hancock,P.L.,1994- Neotectonics chap 18 of continental deformation (ed. By P. L., Hancock) pergamon press. P.370-405.
- Stewart, I. S. Mc Guire, W. Vita-Finzi, C. Firth, C. Holmes, R. and saunders, S., 1993- active Faulting and Neotectonic deformation on the eastern flank of mount. Etne, sisiey, in : Neotectonics and active faulting. Z. Geomorph. Suppl. Vol. 94, 73-94.
- Welles, S. G. Bullard, T. F., 1988- Regional variation in tectonic geomorphology along a segmented convergent plate boundary. Pacific coast of cista rica geomorphology vol pp. 239-265.
- Yousefi, E. and J. L. Freidberg ,1978- Aeromagnetic map of Kerman Area. Geol. Surv. of Iran.

* دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
** دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

* Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.

** Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

