

ریخت زمین ساخت و ارزیابی فعالیت گسل کوهبنان از طریق محاسبه شاخص‌های زمین ریختی

امیر شفیعی بافتی^۱، محسن پورکرمانی^۲، مجید شاهپسند زاده^۳، فرناز
ایرانمنش^۴

- ۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند، زرنند، ایران
- ۲- استاد دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، تهران، ایران
- ۳- استاد یار پردیس دانشگاهی علوم کاربردی و تکنولوژی پیشرفته، کرمان، ایران
- ۴- دانشجوی دوره دکتری زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

گسل کوهبنان که به عنوان یکی از گسل‌های اصلی از مجموعه گسل‌های بنیادی جنوب خاوری ایران مرکزی شناخته می‌شود، این گسل با جنبش مورب لغز (راستا لغز راستگرد به همراه مولفه معکوس) مسبب بسیاری از رویدادهای لرزه‌ای در شمال کرمان تا جنوب خاوری استان یزد می‌باشد. در طول این گسل شواهد ریخت زمین ساختی قابل توجهی دیده می‌شود که بیانگر فعالیت‌های امروزی آن است. بر پایه شواهد حرکتی، جنبشی و هندسی، گسل کوهبنان به ۳۸ قطعه تقسیم گردید و مقادیر شاخص‌های زمین ریختی V , V_f , $\% \text{facet}$, S_{mf} به ترتیب دارای مقادیر میانگین $۱/۰۵۸$ ، $۸۷/۵۷\%$ ، $۰/۷۴۶۶$ ، $۱/۸۳۹۹$ می‌باشند. بر اساس مقادیر پارامترهای زمین ریخت شناسی محاسبه شده و میزان فعالیت زمین ساختی، این منطقه از لحاظ فرازگیری در دسته با فعالیت‌های زمین ساختی بالا تقسیم‌بندی می‌گردد. میزان این فرازگیری برای منطقه ۱ ± ۳ میلی‌متر در سال پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: گسل کوهبنان، شاخص‌های زمین ریخت شناسی، بازسازی آبراه‌ها، قطعه‌بندی گسل

مقدمه

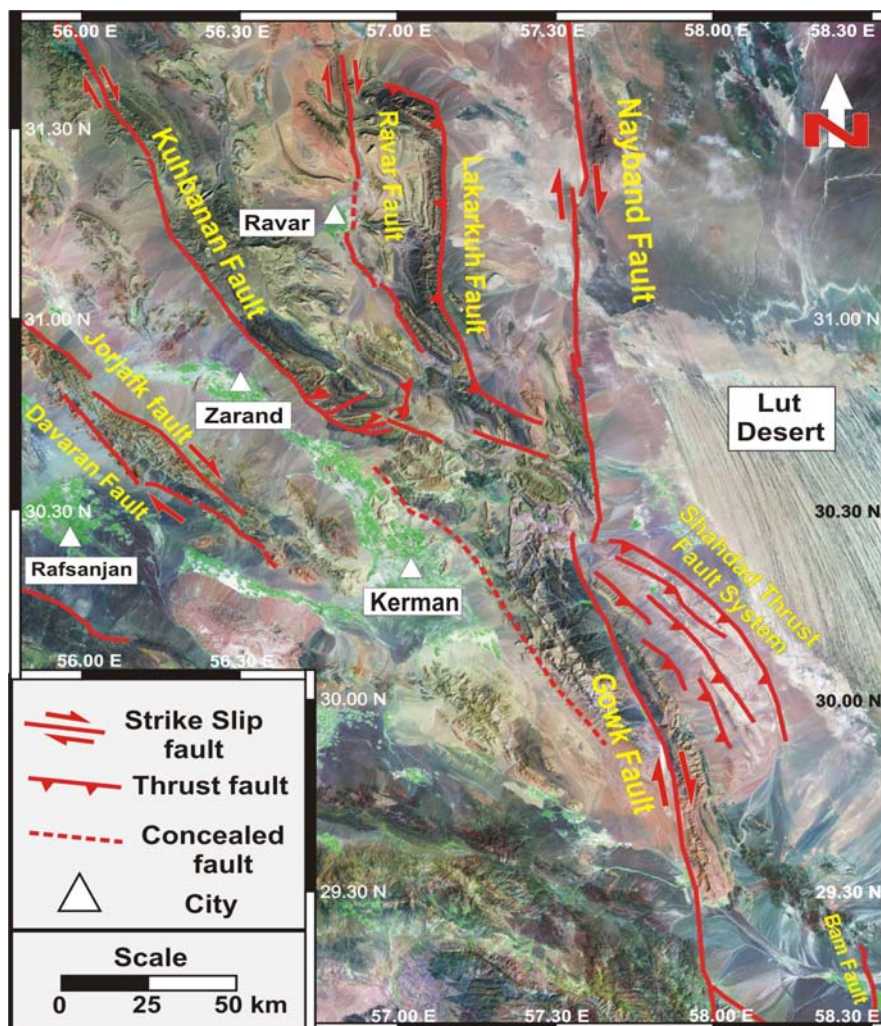
طبق مطالعات انجام شده صفحه قاره‌ای ایران زمین که از دو ریز صفحه ایران مرکزی و شمال باختری تشکیل گردیده است. بین دو صفحه عربی از جنوب و اوراسیا از شمال تحت فشار قرار گرفته است [۱۷ و ۱۵ و ۱۶]. ریز صفحه ایران مرکزی توسط چندین گسل داخل قاره‌ای و تراگذر از یکدیگر تفکیک گردیده‌اند، این گسل‌ها سبب تغییرات ارتفاعی، ساختاری و ریخت زمین ساختی در ایران مرکزی شده‌اند.

یکی از مهم‌ترین عناصر ساختاری که در دگرشکلی پوسته مطرح می‌باشد، گسل‌های امتداد لغز با طول بیش از ۱۰۰ کیلومتر می‌باشند که توانایی ایجاد زمین لرزه‌های بزرگ را دارا هستند [۱۷ و ۳۰]. با مطالعه ریخت زمین ساخت این گسل‌ها می‌توان اطلاعات ارزشمندی درباره تکامل، میزان فعالیت، نحوه جنبش

آن‌ها در طول یک دوره زمانی را به دست آورد [۲۹ و ۲۷]. بر

که به صورت همگرا در غرب دشت لوت به یکدیگر متصل گردیده‌اند (شکل ۱).

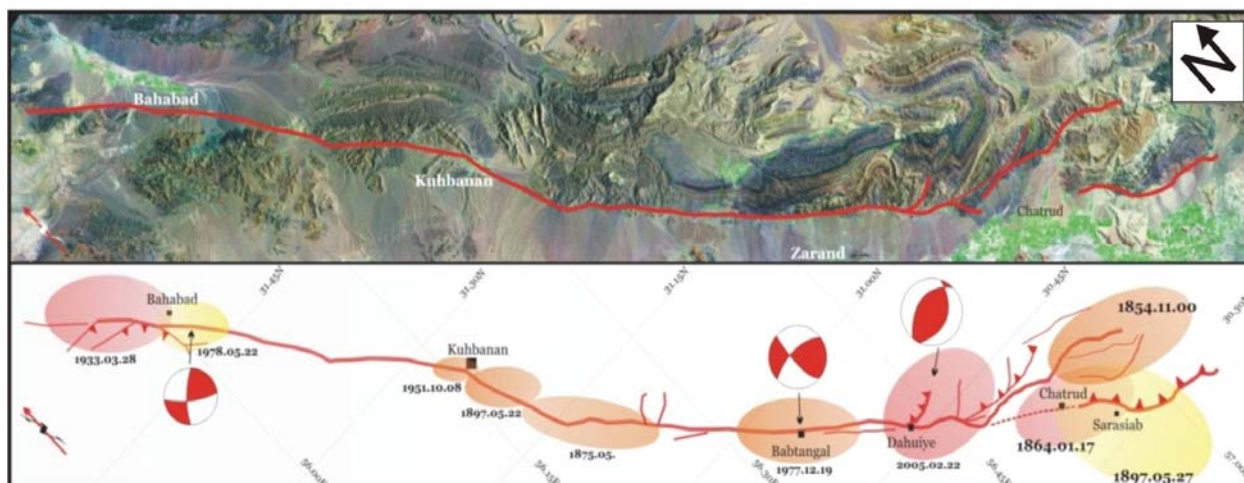
نمونه‌ای از این سامانه گسلی در ایران مرکزی، سامانه گسلی کوهبنان، لکرکره، راور و نایبند است.



شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای جنوب خاوری ایران مرکزی که سامانه‌های گسلی موجود در این قسمت را نمایش می‌دهد (به همگرایی سامانه‌های گسلی در این قسمت توجه شود).

رویداد زلزله‌های تاریخی [۴ و ۱۲] و دستگاہی در امتداد این گسل اشاره نمود. در این پژوهش با استفاده از اندیس‌های زمین‌ریختی، میزان فعالیت زمین‌ساختی گسل کوهبنان به همراه قطعات آن، در عهد حاضر معین گردیده است.

سامانه گسلی کوهبنان با درازایی حدود ۲۸۰ کیلومتر و روند شمال باختری، جنوب خاوری به عنوان مرز بین بلوک‌های کلمرد و پشت بادام از بهاباد در استان یزد تا بخش شمالی استان کرمان کشیده شده است (شکل ۲). از شواهد جنبش این سامانه گسلی می‌توان به شواهد ریخت زمین‌ساختی جوان و



شکل ۲- تصویر ماهواره ای گسل کوهبنان به همراه مراکز مهلززه ای زلزله های تاریخی و دستگاهی [۸]

موقعیت زمین ساختی و زمین شناسی ناحیه

گسل کوهبنان که به عنوان جنوبی ترین بخش زیر بلوک راور- مزینو از بلوک طبس در ایران مرکزی شناخته می شود [۱۱]، با روند شمال باختری- جنوب خاوری دارای انحنایی به سمت جنوب باختری است. ناحیه تحت تاثیر گسل در منطقه حدود ۳۵ کیلومتر طول و پهنه گسلی با عرض ۵۰ تا ۱۰۰ متر در بعضی از قسمت های گسل قابل شناسایی می باشد. بر اساس شواهد چینه شناسی و تحلیل های ساختاری موضعی [۲۱ و ۱۳] و اطلاعات حاصل از زمین لرزه های ثبت شده، زاویه شیب به سمت شمال شرق و حرکت راستالغز راستگرد در زمان تریاس فوقانی- ژوراسیک و حرکت راستالغز راستگرد به همراه مولفه های راندگی [۲۱ و ۱۳ و ۷] در طول زمانه کرتاسه تا عهد حاضر برای این گسل تعیین گردیده است.

گسل کوهبنان با خطواره مغناطیسی F.552 در نقشه مغناطیس هوایی منطقه تطبیق می کند. مناطق اطراف گسل از

لحاظ چینه شناسی شامل رسوبات کامبرین تا دونین با رخساره ماسه سنگی، آهکی، دولومیتی به همراه فعالیت های آتشفشانی اسیدی پرموتریاس با رخساره دولومیتی و آهکی، تریاس با رخساره آهک، شیل و مارن، ژوراسیک با رخساره ماسه سنگ، شیل، آهک، ژیپس، زغال و کنگلومرا، کرتاسه با رخساره آهک و مارن، در ترشیاری با رخساره ولکانیک بازی، ماسه سنگ، مارن و ژیپس و در کواترنری با رسوبات مخروط افکنه ای و آبرفتی می باشد. حرکات زمین ساختی باعث ایجاد ارتفاعاتی هم روند با سامانه گسلی در منطقه گردیده اند که مرتفع ترین آن ها منطبق بر واحدهای نرم فرسا مانند شیل و مارن واقع می باشد.

تفاوت زیاد ضخامت رسوبات به خصوص در زمان های ژوراسیک و کرتاسه در فواصل کم نشان دهنده فعالیت های زمین ساختی شدید در این منطقه می باشد [۲ و ۳ و ۶]. وجود چین های بسته با اثرات محوری شدیداً انحراف یافته (ناودیس

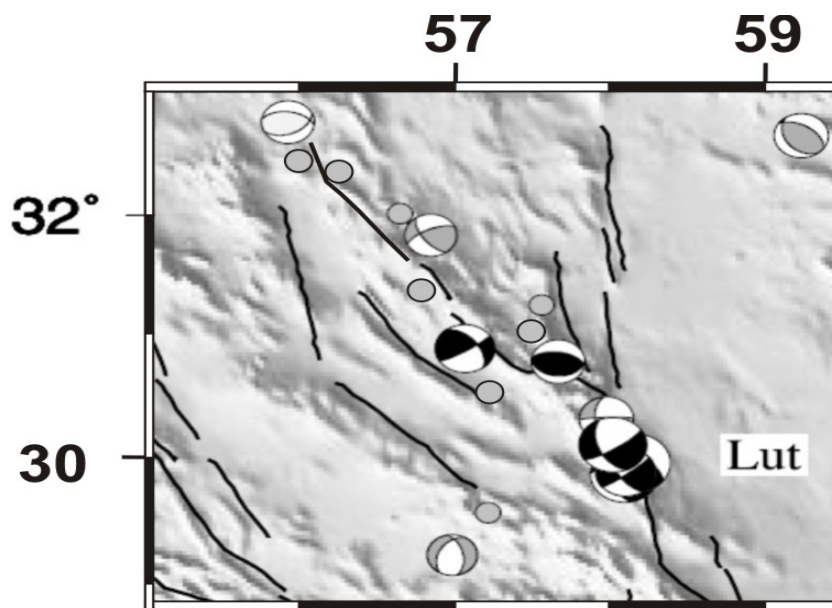
ذخیره شده در شمال کرمان و در مناطقی حد فاصل گسل‌های کوهبنان، لکرکره، نایبند تجمع حاصل می‌کنند که این امر با فراوانی رویدادهای لرزه‌ای متوسط تا بزرگ ($m > 5$) در این ناحیه همراه است [۱۵ و ۹]، (شکل ۳).

شاخص‌های ریخت زمین ساخت جوان پیرامون گسل کوهبنان

به منظور تعیین میزان فعالیت‌های زمین ساختی گسل کوهبنان از لحاظ میزان فرایش، اقدام به محاسبه شاخص‌های زمین ریختی پیچ و خم کوهستان (S_{mf}) رخ‌دار شدن پیشانی کوهستان (%Facet) نسبت (V) و نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (V_f) در گستره سامانه گسلی کوهبنان گردید. به منظور تعیین این شاخص‌ها، پس از بررسی عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی و مشاهدات صحرایی بر مبنای شواهد جنبشی (تغییر هندسه گسل، نحوه انشعابات و تلاقی گسل‌ها، تغییرات سنگ‌شناسی عمده، بریده شدن پیشانی کوهستان گسلی به وسیله آبراهه‌های اصلی و بزرگ) و شواهد دینامیکی (نحوه توزیع رویدادهای مه‌لرزه‌ای، تراکم و ژرفای که‌لرزه‌ها، زمان رویدادهای لرزه‌ای،

بیدو و .) به همراه بازمانده‌های زمین‌ساختی در بین واحدهای رسوبی ژوراسیک- کرتاسه (کوه سرتخت در شمال پابندانا) تائیدکننده کمربندی چین‌خورده- رانده در مجاورت سامانه گسلی کوهبنان است.

فعالیت سامانه‌های گسلی ایران مرکزی و از جمله گسل کوهبنان، حاصل همگرایی صفحات عربی- اوراسیا و تجمع واتنشی است که در این قسمت متمرکز گردیده‌اند [۱۴ و ۱۸ و ۱۹ و ۲۰]. مطالعات ژئودینامیک، میزان دگرشکلی داخلی ایران مرکزی را که نتیجه حرکت قطعات پوسته در این قسمت است، معادل ۲ میلی‌متر در سال تعیین نموده‌اند [۲۸]، این مطلب نشان‌دهنده ذخیره حدود ۱۰ درصد، واتنشی است که از همگرایی صفحات ایران- اوراسیا حاصل می‌شود. با توجه به بردارهای سرعت به سمت شمال زاگرس، میزان کوتاه‌شدگی شمالی- جنوبی در قسمت‌های شمال کرمان و به خصوص در پهنه گسلی کوهبنان حدود 4 ± 2 میلی‌متر در سال اندازه‌گیری شده است [۲۸ و ۸]. با توجه به واتنش‌های محاسبه شده در پهنه گسلی کوهبنان به وسیله برداشت‌های رقومی و GPS، بیشترین واتنش در نزدیکی سامانه‌های گسلی تجمع یافته و قسمت اعظم واتنش



شکل ۳- نقشه مراکز بیرونی زلزله ها از سال ۱۹۰۹ تا سال ۲۰۰۵. منطقه کرمان

$$\%Facet = Lf/Ls \quad (۱)$$

در این رابطه Lf طول سطح پیشانی کوهستان و Ls طول خط مستقیم پیشانی کوهستان است. ب: شاخص پیچ و خم کوهستان (S_{mf})

این شاخص بیانگر توازن بین شدت و تمایل رودها برای ایجاد یک پیشانی نامنظم و فعالیت زمین ساختی قائم برای ایجاد یک پیشانی مستقیم برای کوه است و توسط رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$S_{mf} = L_{mf}/Ls \quad (۲)$$

در این رابطه L_{mf} طول پیشانی کوهستان در طول اتصال با آبرفت و Ls طول خط مستقیم پیشانی کوهستان می‌باشد. برای کوه‌هایی که با بالا آمدگی فعال همراهند مقدار S_{mf} نزدیک به عدد ۱ و با کاهش میزان فرایش، مقدار S_{mf} افزایش می‌یابد.

ج: نسبت V

این نسبت اطلاعاتی در باره بالا آمدگی منطقه در اختیار

طول گسیختگی‌های هم‌مرز و میزان جابه‌جایی زلزله‌های گذشته) پهنه گسلی کوهبنان به ۳۸ قسمت تقسیم گردید و سپس شاخص‌های (S_{mf})، (V_f), (V)، (جداول ۱ و ۲) اساس محاسبه این شاخص‌ها، مطالعه فرم‌ها و ناهمواری‌های زمین از حالت کیفی و توصیفی و عددی نمودن آنها می‌باشد در قسمت زیر به بررسی اجمالی این شاخص‌ها پرداخته شده است.

الف: شاخص رخ‌دار شدن پیشانی کوهستان

گاهی اوقات در بررسی پیشانی کوه‌های احاطه شده به وسیله گسل‌های فعال، پهنای رشته کوه و خصوصیات حوضه‌های دایره‌وار بزرگ نمی‌توانند به طور کامل پیشانی کوه‌ها را پوشش دهند، لذا ممکن است باعث گسترش سطوح مثلثی شکل گردند. چگونگی و میزان فرسایش دیواره‌ها در ریخت‌شناسی پیشانی کوهستان موثر است. شاخص رخ‌دار شدن توسط فرمول زیر قابل محاسبه می‌شود.

این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌گردد [۲۴]:

$$V_f = 2.V_{fw} / [(E_{id} - E_{sc} + (E_{rd} - E_{sc}))] \quad (4)$$

که در آمدن V_{fw} معرف پهنای کف دره، E_{sc} ارتفاع کف دره، E_{id} ارتفاع دیواره سمت چپ، E_{rd} ارتفاع دیواره سمت راست می‌باشد.

نتایج به دست آمده از بررسی‌ها در جداول ۱ و ۲ و برای انطباق و نتیجه‌گیری بهتر در شکل‌های ۴ و ۵ به صورت نمودارهای ستونی به نمایش در آمده است.

ما قرار می‌دهد اولین بار توسط (Mayer 1986) برای محاسبه ریخت شناسی دره آبراهه، به صورت زیر ارائه گردید:

$$V = A_v / A_c \quad (3)$$

در این رابطه A_v مساحت دره در مقطع عرضی، A_c سطح نیم‌دایره‌ای به شعاع H (ارتفاع خط تقسیم آب کوه هم‌جوار) می‌باشد. مقدار V کمتر از ۱ بیانگر فعالیت زمین‌ساختی بالا و مقدار V بزرگتر از ۱ نشانگر عدم فعالیت زمین‌ساختی است.

د: نسبت V_f

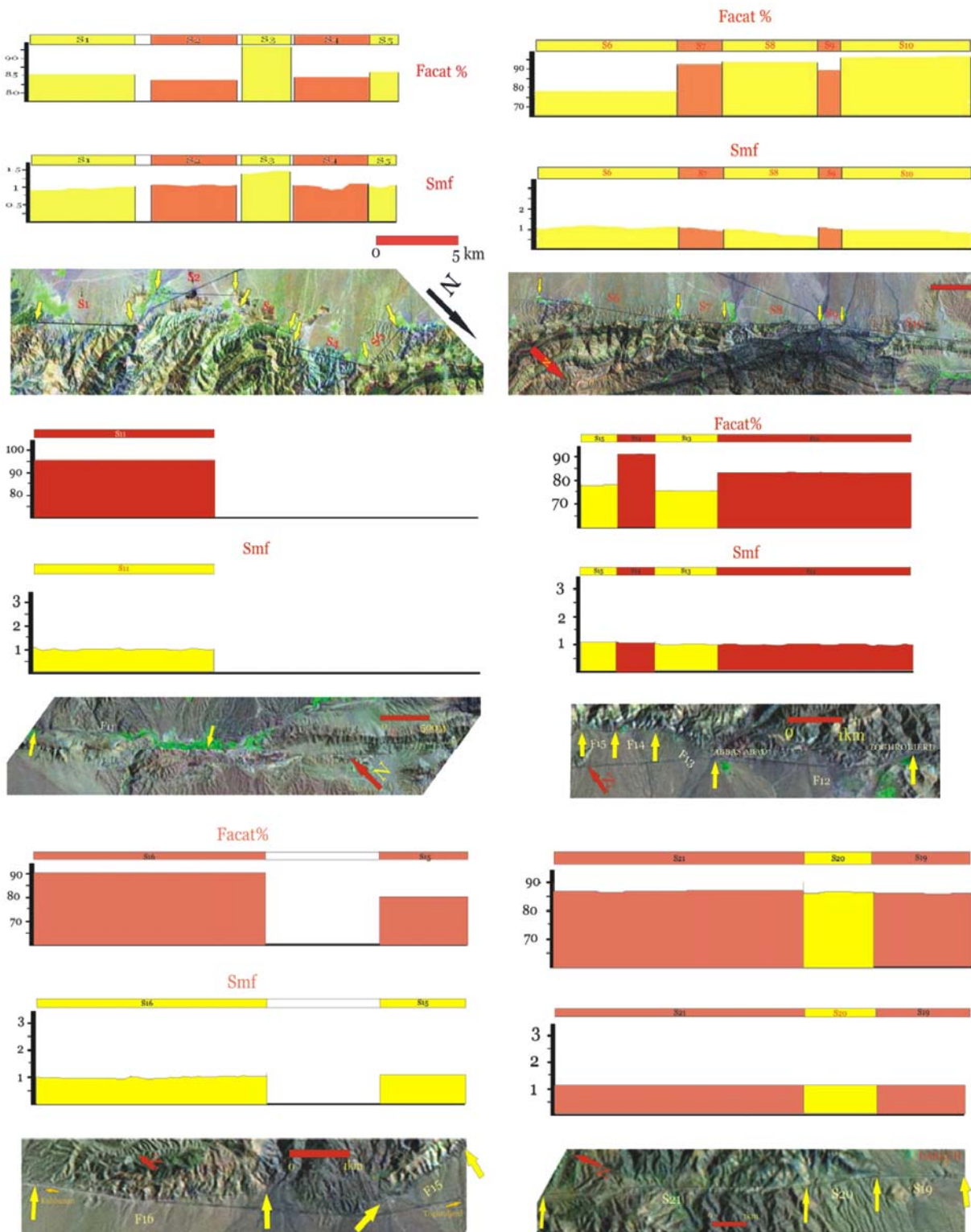
جدول ۱- شاخص‌های پیچ و خم کوهستان و درصد رخ‌دار شدن جبهه کوهستان برای
 ۳۸ قطعه پهنه گسلی کوهبنان

قطعه گسلی	Limit(km)	L _s (km)	L _f (km)	S _{mf}	Facet %
۱	۵	۴/۸	۴/۱	۱/۰۴۱	۸۵/۴
۲	۴/۳۵	۴/۰۵	۳/۳۵	۱/۰۷۴	۸۲/۷
۳	۳/۲۵	۲/۲۵	۲/۱	۱/۴۴۴	۹۳/۳
۴	۴	۳/۷	۳/۱۳	۱/۰۸۱	۸۴/۵
۵	۳	۲/۹	۲/۴۷	۱/۰۳۴	۸۵/۱
۶	۸/۹۵	۸/۲۵	۶/۵	۱/۰۸۴	۷۸/۷
۷	۲/۹۵	۲/۸۵	۲/۶۵	۱/۰۳۵	۹۲/۹
۸	۴/۸۵	۴/۷۵	۴/۴۵	۱/۰۲۱	۹۳/۶
۹	۲/۷۵	۲/۶۲	۲/۳۵	۱/۰۴۹	۸۹/۶
۱۰	۱۵/۲۵	۱۵	۱۴/۴۵	۱/۰۱۶	۹۶/۳
۱۱	۹/۵	۸/۸۵	۸/۴۵	۱/۰۲۲	۹۵/۴
۱۲	۵/۰	۴/۸	۴	۱/۰۴۱	۸۳/۳
۱۳	۳/۲۵	۳/۱۵	۲/۴۵	۱/۰۳۱	۷۷/۷
۱۴	۳/۷۰	۳/۵۵	۳/۲	۱/۰۴۲	۹۰/۱
۱۵	۳/۱	۲/۷	۲/۱	۱/۱۴۸	۷۷/۷
۱۶	۵/۷۵	۵/۶	۵/۰۵	۱/۰۲۶	۹۰/۱
۱۷	۴/۱۵	۴	۳/۴۵	۱/۰۳۷	۸۶/۲
۱۸	۳/۷۵	۳/۵	۳/۰۵	۱/۰۷۱	۸۷/۱
۱۹	۴/۵۵	۴/۴	۳/۷۵	۱/۰۳۴	۸۵/۲
۲۰	۲/۲۵	۲/۱۷	۱/۸۷	۱/۰۳۷	۸۵/۳
۲۱	۹/۶	۹/۱۵	۷/۹۲	۱/۰۴۹	۸۶/۶
۲۲	۷/۱۵	۶/۹۵	۶/۵۳	۱/۰۲۹	۹۴
۲۳	۲	۱/۹	۱/۶	۱/۰۵۳	۸۴/۲
۲۴	۲/۵۵	۲/۴۷	۲/۰۱	۱/۰۳۲	۸۱/۴
۲۵	۳/۲۵	۳/۱۵	۲/۴۵	۱/۰۳۲	۷۷/۸
۲۶	۱۴/۸	۱۴/۴	۱۲/۲۵	۱/۰۲۸	۸۵/۱
۲۷	۵/۳	۴/۹۵	۳/۹	۱/۰۷۱	۷۸/۸
۲۸	۹/۷۷	۹/۴۵	۷/۷۷	۱/۰۳۴	۸۲/۲
۲۹	۳	۲/۸۵	۲/۴۵	۱/۰۵۳	۸۶
۳۰	۸/۱	۷/۱۷	۶	۱/۱۳۰	۸۳/۷
۳۱	۲/۷۵	۲/۶	۲/۲۷	۱/۰۵۸	۸۷/۳
۳۲	۹/۱	۸/۴	۶/۹۵	۱/۰۸۶	۸۲/۷
۳۳	۱/۳۵	۱/۳	۱/۳	۱/۰۳۸	۱۰۰
۳۴	۲/۶۵	۲/۵۵	۲/۴	۱/۰۳۹	۹۴/۱
۳۵	۴/۷۲	۴/۶۵	۴/۵	۱/۰۱۵	۹۶/۸
۳۶	۸/۷	۸/۴۵	۸	۱/۰۳۰	۹۴/۷
۳۷	۶/۹	۶/۷	۶/۴۵	۱/۰۳۰	۹۶/۳
۳۸	۶/۶۵	۶/۴۷	۶/۳	۱/۰۲۸	۹۵/۸

ریخت زمین‌ساخت و ارزیابی فعالیت گسل کوهبنان از طریق محاسبه شاخص‌های زمین‌ریختی

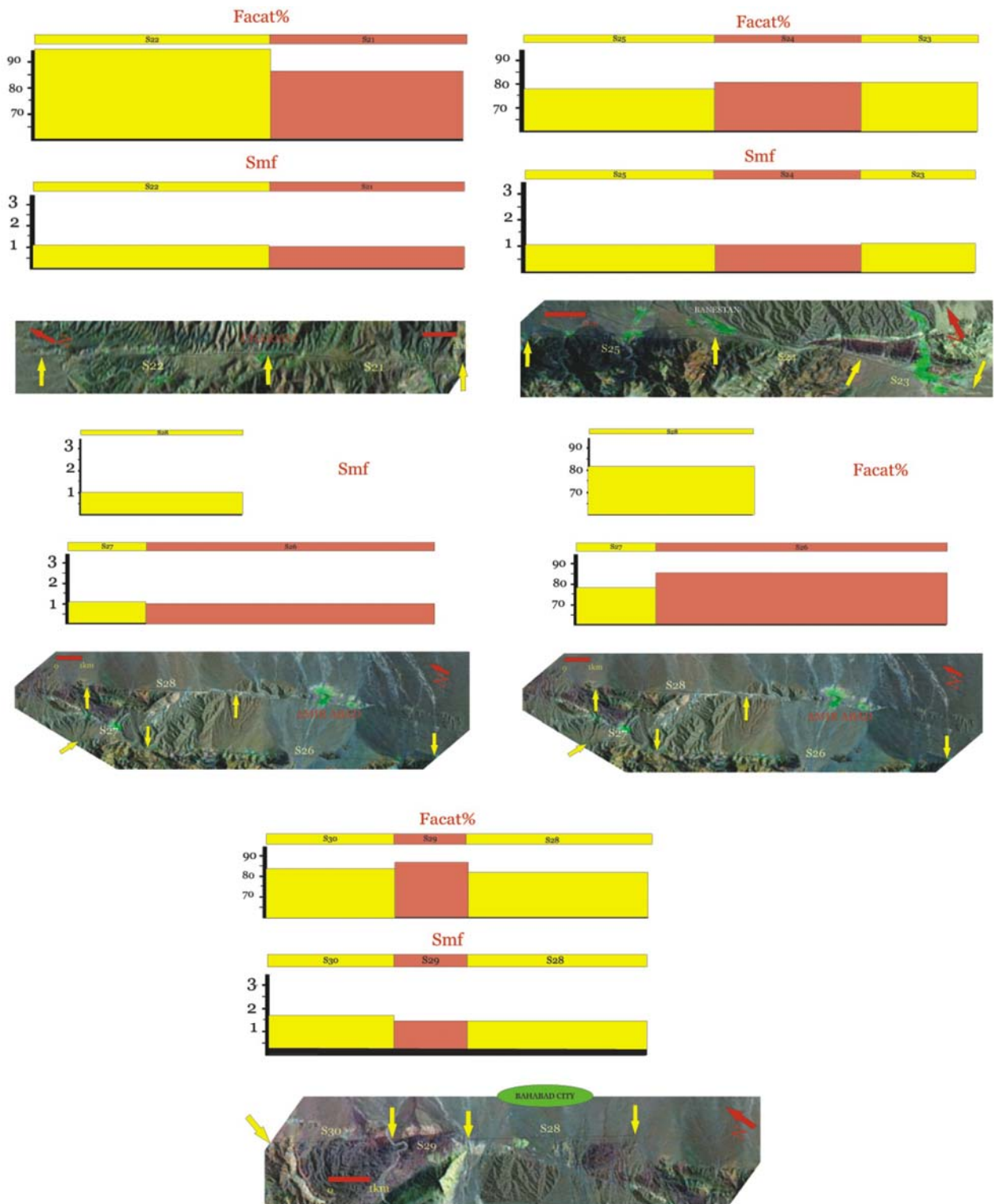
جدول ۲- شاخص‌های ریخت‌شناسی، نسبت (V) و نسبت پهنای دره به عمق (V_f) آبراهه‌های اصلی در پهنه گسلی کوهبنان

Valley NO.	Erd(m)	Eld(m)	Esc(m)	$V_{fw}(m)$	$A_v(m)$	$A_c(m)$	H	V	V_f
۱	۲۴۹۰	۲۴۹۰	۲۱۸۰	۱۰۰	۲۷۶۰۰۰	۱۵۰۹۵۴	۳۱۰	۱/۸۲۸۴	۰/۳۲۲۵
۲	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۱۵۰	۶۰	۱۹۱۲۵۰	۱۹۲۴۲۳	۳۵۰	۰/۹۹۳۹	۰/۱۷۱۴
۳	۲۴۳۰	۲۴۳۰	۲۲۱۰	۵۰	۱۰۳۷۵۰	۷۶۰۲۷	۲۲۰	۱/۳۶۷۶	۰/۲۲۷۲
۴	۲۴۲۰	۲۴۲۰	۲۱۷۰	۴۰	۱۶۲۳۰۰	۹۸۱۷۵	۲۵۰	۱/۶۵۳۲	۰/۱۶۰۰
۵	۲۴۲۵	۲۴۲۵	۲۲۰۰	۶۰	۱۰۲۱۸۸	۷۹۵۲۲	۲۵۵	۱/۲۸۵۰	۰/۲۶۶۶
۶	۲۰۷۰	۲۰۷۰	۱۸۷۵	۵۰	۲۵۳۰۰	۵۹۷۳۰	۱۹۵	۰/۴۲۳۶	۰/۲۵۶۴
۷	۲۴۲۰	۲۴۲۰	۲۲۶۰	۵۵	۵۷۴۰۰	۴۰۲۱۲	۱۶۰	۱/۴۲۷۴	۰/۳۴۳۷
۸	۲۳۸۰	۲۳۸۰	۲۰۹۰	۵۰	۱۰۲۶۵۰	۱۳۲۱۰۴	۲۹۰	۰/۷۷۷۰	۰/۱۷۲۴
۹	۲۱۲۵	۲۱۴۵	۲۰۷۰	۷۵	۱۰۰۶۲	۴۷۵۱	۵۵	۲/۱۱۷۹	۱/۱۵۳۸
۱۰	۲۱۶۵	۲۱۶۵	۲۱۱۵	۶۵	۱۰۷۷۵	۳۹۲۶	۵۰	۲/۷۴۴۵	۱/۳۰۰۰
۱۱	۲۴۶۰	۲۴۶۰	۲۲۹۰	۱۰۰	۱۱۵۲۵۰	۱۰۶۱۸۵	۲۶۰	۱/۰۸۵۴	۰/۵۸۸۲
۱۲	۲۴۲۰	۲۴۲۰	۲۳۵۵	۵۰	۱۲۴۲۵	۶۶۳۷	۶۵	۱/۸۷۲۱	۰/۷۶۹۲
۱۳	۲۵۲۰	۲۵۲۰	۲۴۱۰	۸۰	۴۳۶۵۰	۱۹۰۰۷	۱۱۰	۲/۲۹۶۵	۰/۷۲۷۲
۱۴	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۳۹۰	۹۰	۴۹۳۷۵	۱۹۰۰۷	۱۱۰	۲/۵۹۷۷	۰/۸۱۸۲
۱۵	۲۴۵۰	۲۴۵۰	۲۳۹۰	۱۰۰	۱۴۰۵۰	۵۶۵۵	۶۰	۲/۴۸۴۵	۱/۶۶۶۷
۱۶	۲۰۴۵	۲۰۴۵	۱۹۰۰	۱۵۰	۷۱۷۵۰	۳۳۰۲۵	۱۴۵	۲/۱۷۲۶	۱/۰۳۴۴
۱۷	۲۴۸۶	۲۴۸۶	۲۳۳۰	۵۰	۵۳۱۶۵	۳۹۷۱۱	۱۵۹	۱/۳۳۸۸	۰/۳۵۸۴
۱۸	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۵۷۰	۸۰	۴۹۵۰۰	۲۶۵۴۶	۱۳۰	۱/۸۶۴۷	۰/۶۱۵۳
۱۹	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۵۹۰	۹۰	۴۸۰۰۰	۱۹۰۰۷	۱۱۰	۲/۵۲۵۴	۰/۸۱۸۲
۲۰	۲۸۰۰	۲۸۰۰	۲۶۹۰	۱۰۵	۳۷۱۵۰	۱۹۰۰۷	۱۱۰	۱/۶۵۴۵	۰/۹۵۴۵
۲۱	۲۷۰۰	۲۷۰۰	۲۵۷۰	۱۰۰	۴۶۱۵۰	۲۶۵۴۶	۱۳۰	۱/۷۴۴۴	۰/۷۶۹۲
۲۲	۲۵۲۰	۲۵۲۰	۲۴۰۰	۷۰	۴۶۰۰۰	۲۶۶۱۹	۱۲۰	۱/۷۲۸۱	۰/۵۸۳۳
۲۳	۲۳۲۰	۲۳۲۰	۲۲۱۰	۷۰	۳۹۹۵۰	۱۹۰۰۰۷	۱۱۰	۲/۱۰۱۹	۰/۶۳۶۴
۲۴	۱۹۵۰	۱۹۵۰	۱۸۷۰	۶۰	۲۸۰۰۰	۸۸۳۶	۷۵	۳/۱۶۸۶	۰/۸۰۰۰
۲۵	۲۳۰۰	۲۳۰۰	۲۱۵۰	۱۰۰	۸۶۰۰۰	۳۵۳۴۳	۱۵۰	۲/۴۳۳۳	۰/۶۶۶۷
۲۶	۲۰۲۰	۲۰۲۰	۱۹۷۰	۷۰	۵۰۸۲۵۰	۳۹۲۷	۵۰	۲/۱۰۰۸	۱/۴۰۰۰
۲۷	۱۹۰۰	۱۹۰۰	۱۸۱۰	۷۰	۲۶۰۵۰	۱۲۷۲۳	۹۰	۲/۰۴۷۵	۰/۷۷۷۸
۲۸	۲۰۴۰	۲۰۴۰	۱۸۷۰	۱۰۰	۹۵۰	۴۵۳۹۶	۱۷۰	۰/۰۲۰۹	۰/۵۸۸۲
۲۹	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۸۹۰	۹۰	۴۱۲۵۰	۱۹۰۰۷	۱۱۰	۲/۱۷۰۳	۰/۸۱۸۲
۳۰	۱۵۸۰	۱۵۸۰	۱۵۵۰	۷۰	۷۴۰۰	۱۴۱۴۳	۳۰	۰/۵۲۳۶	۲/۳۳۳۳
۳۱	۱۵۶۰	۱۸۶۰	۱۴۹۰	۵۰	۲۳۳۵۰	۷۶۹۷	۷۰	۳/۰۳۳۶	۰/۷۱۴۳
۳۲	۱۷۰۰	۱۷۰۰	۱۶۳۰	۵۵	۱۶۹۰۰	۴۵۳۹۶	۱۷۰	۰/۳۷۲۳	۰/۷۸۵۷
۳۳	۱۹۶۵	۱۹۶۵	۱۸۹۰	۶۰	۱۸۷۵۰	۸۸۳۶	۷۵	۲/۱۲۲۰	۰/۸۰۰۰
۳۴	۱۷۶۰	۱۷۶۰	۱۶۵۰	۹۰	۴۵۰۵۰	۱۹۰۰۷	۱۱۰	۲/۳۷۰۲	۰/۸۱۸۲
۳۵	۱۸۵۰	۱۸۵۰	۱۷۳۰	۱۱۰	۵۵۲۵۰	۲۲۶۱۹	۱۲۰	۲/۴۴۲۶	۰/۹۱۶۷
۳۶	۱۹۰۰	۱۹۰۰	۱۷۹۰	۱۰۰	۳۸۵۰۰	۱۹۰۰۷	۱۱۰	۲/۰۲۵۶	۰/۹۰۹۱
۳۷	۱۸۰۰	۱۸۰۰	۱۷۳۰	۵۰	۱۶۲۵۰	۷۶۹۷	۷۰	۲/۱۱۱۲	۰/۷۱۴۳
۳۸	۲۱۰۰	۲۱۰۰	۱۹۷۰	۸۰	۶۸۷۵۰	۲۶۵۴۶	۱۳۰	۲/۵۸۹۸	۰/۶۱۵۴

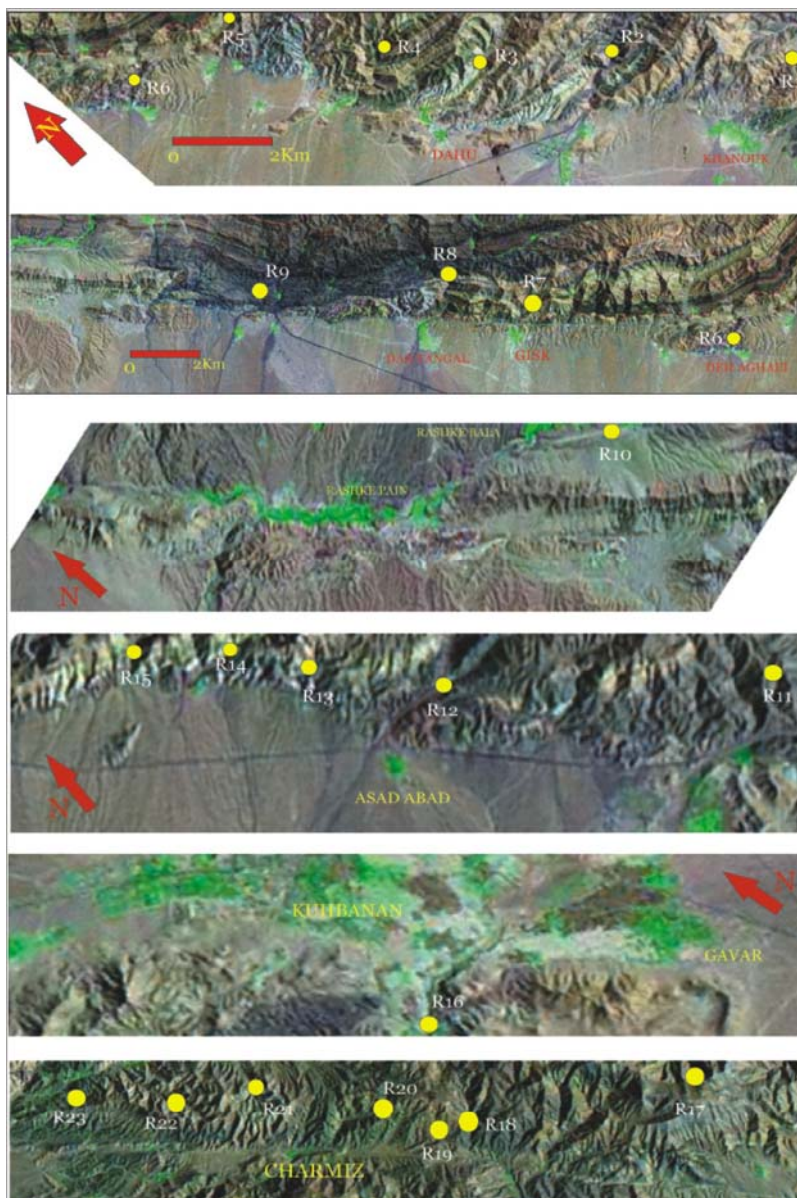


شکل ۴- تصاویر ماهواره‌ای مقاطع گسلی به همراه نمودار ستونی شاخص‌های پیچ و خم کوهستان (S_{mf}) و درصد رخ‌دار شدن جبهه کوهستان (% Facet) در طول سامانه گسلی کوهبنان

ریخت زمین‌ساخت و ارزیابی فعالیت گسل کوهبنان از طریق محاسبه شاخص‌های زمین‌ریختی



ادامه شکل ۴.



شکل ۵- عکسهای ماهواره ای Landsat 7 از پهنه گسلی کوهبنان که محل ایستگاه های اندازه گیری شاخص های ریختشناسی دره (V) و نسبت پهنای دره به عمق (Vf) آبراهه های اصلی پهنه گسلی کوهبنان را نمایش می دهند.

کوهبنان از ۱/۰۱۵ تا ۱/۴۴۴ تغییر نموده و دارای مقدار میانگین ۱/۰۵۸ می باشد. نسبت (V) برای ۳۸ ایستگاه بیانگر تعیین مقادیر این شاخص از ۰/۰۲۶۹ تا ۳/۱۶۸۶ است. میانگین این شاخص در منطقه مورد مطالعه ۱/۸۳۹۹ می باشد.

د) مقدار شاخص زمین ریختی نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (Vf) مطابق جدول ۲ از

بر اساس محاسبات انجام گرفته اطلاعات زیر حاصل گردید:

الف) رخ دار شدن پیشانی کوهستان در گستره سامانه گسلی کوهبنان، کمینه ۷/۷۷ درصد و بیشینه ۱۰۰ درصد را به خود اختصاص داده است. مقدار میانگین این شاخص برای گسل کوهبنان برابر ۵۷/۸۷ درصد است.

ب) شاخص پیچ و خم کوهستان (S_{mf}) در گستره سامانه گسلی

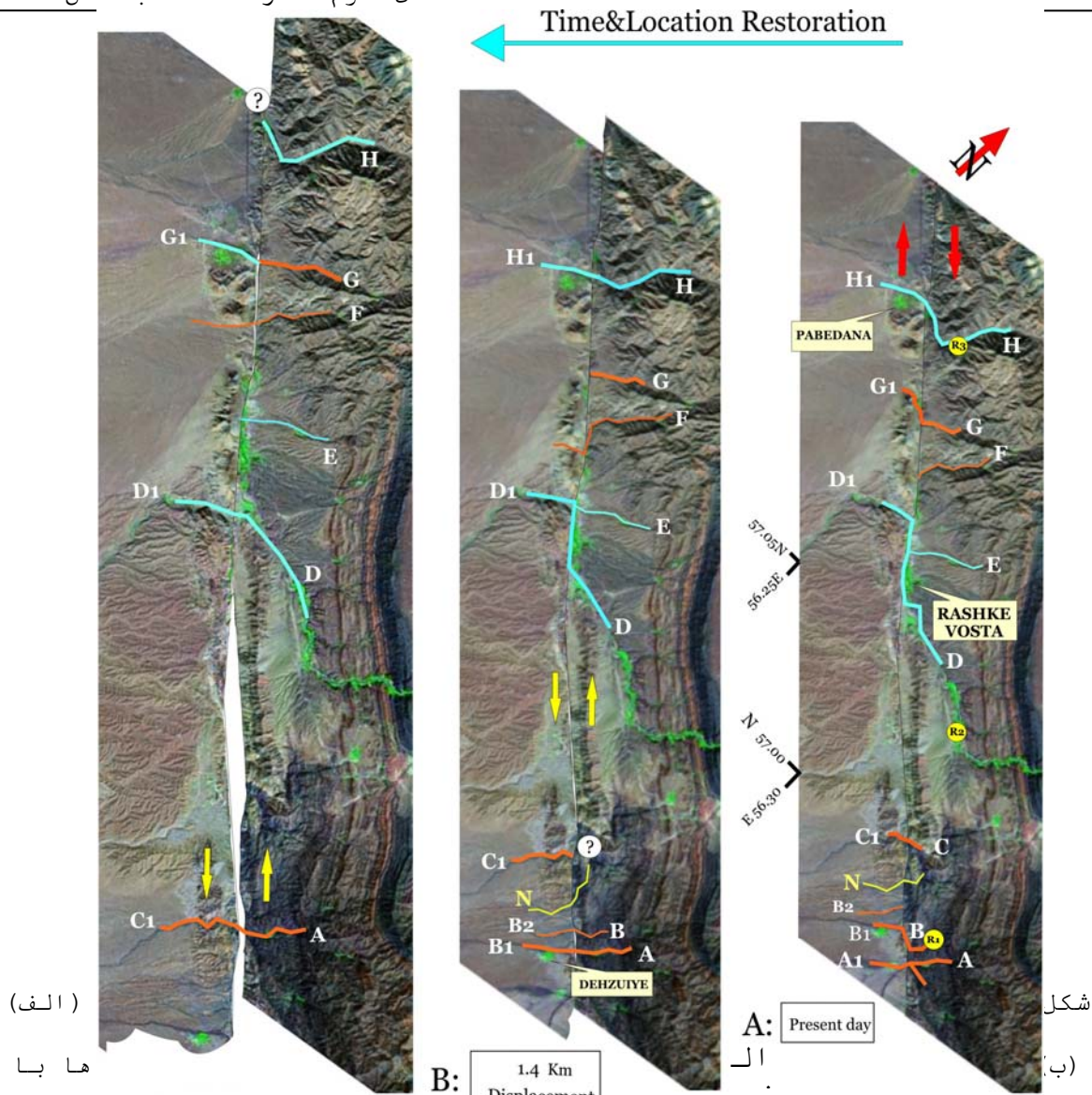
دلیل حساسیت بیشتر به حرکات زمین‌ساختی جوان و گستردگی آن‌ها در طول سامانه گسلی به همراه پشته‌های مسدود کننده مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۱۰ و ۵].

بر اساس مطالعات انجام گرفته [۵] در خاور روستاهای رشک، واحدهای رسوبی ماسه‌ای-کنگومرایی کواترنر میانی با سن ۱/۱ میلیون سال تحت تاثیر جنبش گسل کوهبنان باعث خمیدگی رودخانه رشک (آبراهه‌های D_1, D_2 - شکل ۶) حداقل به مقدار ۳۶۶۰ متر شده است. با توجه به این اطلاعات کمینه میزان لغزش سالیانه برای این بخش از گسل ۳/۳ میلی‌متر در سال پیشنهاد گردیده است.

مقدار ۰/۱۶۰ تا ۲/۳۳۳ تغییر کرده و میانگین ۰/۷۴۶۶ را به خود اختصاص داده است.

تغییر مقادیر شاخص‌ها در قطعات مختلف را می‌توان به شرایط زمین‌شناختی (سنگ‌شناسی، ساختاری) و آب و هوایی متفاوت ارتباط داد. استفاده از نظرات گوناگون [۲۲ و ۲۳ و ۲۴ و ۲۵ و ۲۶]. در مورد شاخص‌های یاد شده و میزان فعالیت تکتونیک جنبه‌ها، در منطقه و ارتباط آن‌ها با یکدیگر برای منطقه مورد مطالعه میزان بالا آمدگی بلوک فرا دیواره پهنه گسلی کوهبنان حدود 1 ± 3 میلیمتر در سال پیشنهاد می‌گردد.

در مورد نرخ حرکات امتداد لغز در طول این سامانه گسلی از میان شواهد راستا لغز متعدد، آبراهه‌های خمیده به



(الف)

ها با

C: 3.66 Km Displacement

ج
 تاثیر
 ش این
 کمینه
 حدود
 ستر

قادی
 را باید به زاویه قرارگیری
 هندسه گسل نسبت به محور
 فشارش منطقه، خطاهای
 محاسباتی و برداشتی و ...
 نسبت داد

ب

1.4 Km Displacement

A: Present day

ال

شکل

(ب)

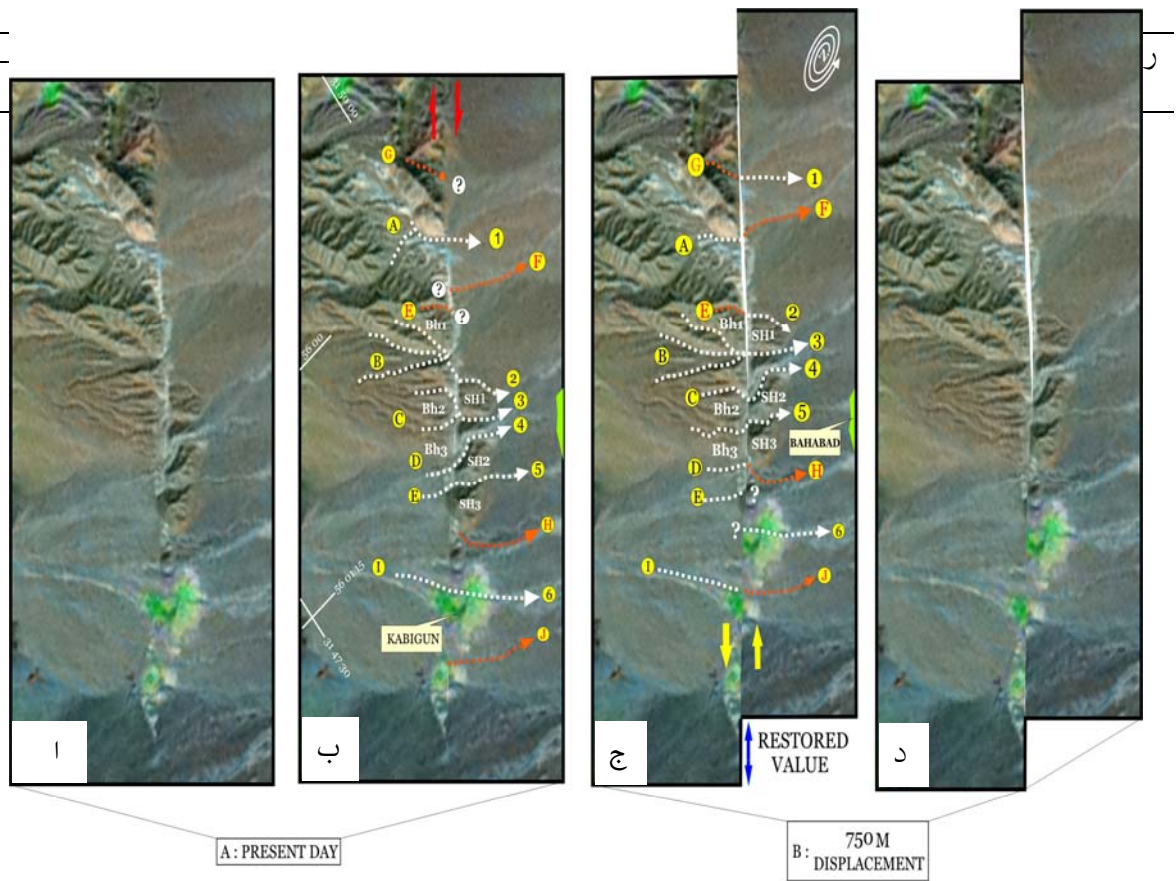
LEGEND

	RESTORATION SINISTRAL MOVEMENT		Inactive Drainage
	PRESENT DAY DEXTRAL MOVEMENT		Active Drainage
	Continue Uncertain		V/Vf Calculation station

0 2 4KM

در ب
 مث
 نهش
 پلیه
 توسه
 این
 در س

سامانه گسلی کوهبنان را
 نشان داده است [۱۰]، (شکل
 ۷). مقادیر نرخ لغزش
 سالیانه در نواحی رشک و
 بهاباد دارای قرابت است.



شکل ۷- بازسازی ۷۵۰ متری جنبشی پهنه گسلی کوهبنان در شاخه خاوری این گسل در باختر بهاباد.
 الف و ب، وضعیت امروزی آبراهه‌ها. ج و د، وضعیت آبراهه‌ها با ۷۵۰ متر جنبش بازگشتی چپ گرد [۳۱].

نتیجه گیری

با توجه به مقادیر شاخص‌های زمین ریختی محاسبه شده مقایسه آن‌ها با تقسیم‌بندی‌های انجام شده برای مناطق گسلی فعال و در نظر گرفتن زمین ریخت‌های متعدد و متنوع از قبیل دره‌های خطی (منطقه چرمیز) پشته‌های فشارشی و آبراهه‌های منحرف شده (مناطق داهوئیه، رشک، بهاباد و ...) گسل کوهبنان به عنوان گسل فعال درجه ۱ و لرزه‌ای معرفی می‌گردد.

در امتداد این گسل مقادیر پائین V_f نشان دهنده دره‌های ژرف با رودخانه‌هایی است که به طور فعال در حال حفر بستر این آبراهه‌ها هستند که این امر با مشاهدات صحرایی انطباق دارد.

مقادیر S_{mf} و %Facet برای قطعات مختلف گسل نشان دهنده یکسان عمل نمودن زمین ساخت جنب‌ها در منطقه می‌باشد که در

بعضی از موارد تفاوت‌های ایجاد شده ناشی از ناهمسانی ترکیب سنگ شناسی در قطعات متعدد، وضعیت ساختاری مختلف و همچنین شرایط آب و هوایی متفاوت می‌باشد.

با توجه به فعالیت‌های جوان قطعات سامانه گسلی کوهبنان و رویدادهای متعدد لرزه‌ای در طول گسل در زمان‌های مختلف، لزوم به کارگیری اصول مهندسی نوین در ساخت و سازهای اطراف این گسل به خصوص شهرهای بهاباد، کوهبنان، پابدانا، زرنند و اسلام‌آباد امری لازم به نظر می‌رسد.

سپاسگزارى

نویسندگان از همکاری‌های صمیمانه آقای دکتر رضا درخشانی در امر مطالعات ریخت زمین ساختی قدردانی می‌نمایند.

منابع

- ۶- شفیعی بافتی، امیر. امیری، ع. (۱۳۷۸). بررسی و ارزیابی ذخایر گچ منطقه زرنند. طرح پژوهشی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند
- ۷- شفیعی بافتی، امیر. درخشانی، ر. (۱۳۸۰). بررسی های مورفوتکتونیکی گسل کوهبنان با استفاده از شاخص های ژئومورفیک. طرح پژوهشی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند
- ۸- شفیعی بافتی، امیر. درخشانی، ر. (۱۳۸۳). ارزیابی خطر زلزله برای مناطق کوهبنان، لکرکوه. طرح پژوهشی. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند
- ۹- شفیعی بافتی، امیر. (۱۳۸۴). اندازه‌گیری واتنش در ناحیه شمال کرمان بر پایه اندازه گیری های GPS و شواهد زمین ساختی. پایان نامه دوره دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
- ۱۰- شفیعی بافتی، امیر و همکاران. (۱۳۸۶). بازسازی سامانه گسلی کوهبنان از پلیوسن پایانی تا عهد حاضر، باختر بهاباد، ایران مرکزی.

- ۱- آقانباتی، علی. (۱۳۸۳). زمین شناسی ایران. تهران. سازمان زمین شناسی کشور
- ۲- آل طه کوهبنانی، بابک. (۱۳۷۲). مطالعه پترولوژی و ژئوشیمی سنگهای آذرین شرق زرنند کرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی، دانشگاه تهران
- ۳- خردمند، علی. (۱۳۷۸). بررسی محیط رسوبی سازند بادامو در ایران مرکزی. پایان نامه دوره دکتری. دانشگاه تربیت معلم، گروه زمین شناسی
- ۴- درویش زاده، علی. (۱۳۸۰). زمین شناسی ایران. نشر دانش امروز
- ۵- شاه پسند زاده، مجید. شفیعی بافتی، ا. (۱۳۸۴). بررسی میزان جابجایی و آهنگ لغزش در بخش میانی پهنه گسلی کوهبنان، جنوب خاور ایران مرکزی. پژوهشنامه زلزله شناسی و مهندسی زلزله، سال هشتم، شماره ۲ و ۳، تابستان و پاییز ۸۴

- مجله تخصصی علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. شماره ۶۵. ص ۱۱۱-۱۲۶.
- ۱۱- وحدتی دانشمند، فرهاد. (۱۳۷۴). گزارش زمین شناسی ورقه ۱۴۶، ۳۷۱-۳۹۸.
- 12-Ambraseys, N.N., and Melville, C.P. (1982). A History of Persian Earthquakes, Cambridge University Press, New York
- 13-Berberian, M., Asudeh, I, Arshadi, S., (1979). Surface rupture and mechanism of the Bab- Tangol (southeastern Iran) earthquake of 19 December 1977. Earth and Planetary Science, 42, 456-462.
- 14-Berberian, M., (1981). Active faulting and tectonics of Iran in Zagros- Hindu Kush- Himalaya Geodynamic Evolution, (eds.) Gupta, H.K. & Delaney, P.M., American Geophysical Union, Geodynamic Ser. 3, 33-69
- 15-Berberian, M., and Yeats, R.S., (1999). Patterns of historical earthquakes rupture in the Iranian plateau. Bull. Seism. Soc. Am., 89, 120-139.
- 16-Berberian, M., Jackson, J.A., Qorashi, M., Khatib, M.M., Priestley, K., Talebian, M., Ashtiani, M., (1999). The 1997 May 10 Zirkuh (Qa'emat) earthquake (M, 7.2): faulting along the Sistan suture zone of eastern Iran. Geophysical Journal International, 136, 671-694.
- 17-Berberian, M., Jackson, J.A., Fielding, E., Parsons, B., Priestly, K., Qorashi, M., Talebian, M., Walker, R., Wright, T.J., and Baker, C., (2001). The 1998 March Fandoqa earthquake (Mw 6.6) in Kerman province, southeast Iran; re-rupture of the 1981 Sirch earthquake fault, triggering of slip on adjacent thrusts and the active tectonics of the Gowk fault zone. Geophysical Journal International, 146, 371-398.
- 18-Jackson, J.A., and McKenzie, D.P., (1988). The relationship between plate motions and seismic moment tensors, and the rate of active deformation in the Mediterranean and Middle East. Geophysical Journal, 93, 45-73.
- 19-Jackson, J. (1992). Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in Eastern Turkey and the Caucasus. Journal of Geophysical Research, 91, 12,471 - 12,479.
- 20-Jackson, J.A., Haines, A.J., and Holt, W.E. (1995). The accommodation of Arabia-Eurasia Plate Convergence in Iran, Journal of Geophysical Research, 100, 15205-15219.
- 21-Huckriede, R., Kursten, M., and Venziuff, H., (1962). Zur Geologic des Gebietes zwischen Kerman und Sagand (Iran), Geol. Jahrb., Beih., 51, 197.
- 22-Keller, E.A. and Pinter, N. (1995). Active Tectonics. Prentice Hall. 338.
- 23-Mayer, L., (1985). Tectonic geomorphology of the Basin and range- Colorado plateau boundary in Arizona, in : Morisawa, M. and Hack, J.T., Tectonic Geomorphology, Union Hayman.
- 24- Morisawa, M. and Hack, J.T., 1985. "Tectonic Geomorphology," Boston, Union Hyman
- 25- Rockwell, T.K., Keller, E.A. and Johnson, D.L., 1985. "Tectonic geomorphology of alluvial fans and mountain fronts, near Ventura, California", in: Morisawa, M. and

Hack, J.T., Tectonic Geomorphology, Union
Hyman.

26- Summerfield, M.A., 1985, "Plate
tectonics and landscape development on the
African continent", in: Morisawa, M. and
Hack, J.T., Tectonic Geomorphology, Union
Hyman

27- Talebian, M., and Jackson, J., (2002).
Offset on the Main Recent Fault of NW Iran
and implications for the late Cenozoic
tectonics of Arabia-Eurasia collision zone.
Geophysical Journal International, 150, 422-
439.

28- Vernant, Ph., Nilforoushan, P., Hatzfeld,
D., Abbasi, M.R., Vigny, C., Masson, P.,
Nankali, H., Martinoid, J., Ashtiani, A., Bayer,
R., Tavakoli, P., and Chery, J., (2004). Present-
day deformation and plate kinematics in the

Middle East constrained by GPS measurement
in Iran and northern Oman. Geophysical
Journal International, 157, 381-398.

29- Walker, R., Jackson, J., Backer, C., (2004).
Active faulting and seismicity of the Dasht-e-
Bayaz region, eastern Iran. Geophysical
Journal International, 157, 265-282.

30- Walker, R., and Jackson, J., (2002). Offset
and evolution of the Gowk fault, S.E. Iran: a
major intra-continental strike-slip system.
Journal of Structural Geology, 24, 1677-1698.