

تحلیل ساختاری سامانه گسلی کوهبنان در حد فاصل تیکدر- گورچویه، شمال کرمان، ایران مرکزی

طاهره نادری^۱، امیر شفیعی بافتی^۲ و مجید شاهپسندزاده^۳

^۱ دانشجوی دکترا، دانشگاه فرهنگیان، پردیس شهید باهنر، اداره کل آموزش و پرورش، کرمان، ایران

^۲ استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند، کرمان، ایران

^۳ استادیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۳۰

چکیده

داده‌های به دست آمده از تحلیل ساختاری سامانه گسلی کوهبنان نشانگر آن است که این گسل فعال، جنبش‌شناسی ساختارهای گستره تیکدر- گورچویه در شمال کرمان را مهار می‌کند. سامانه گسلی کوهبنان در گستره مورد مطالعه متشکل از چهار شاخه گسلی با میانگین راستای N70E در حد فاصل روستای تیکدر- گورچویه است. این تکه‌های گسلی با شیب بین ۵۰ تا ۷۰ درجه در جهت شمال باختری و ریک بردار لغزش ۸۰-۵۰، حرکت معکوس چیره با مؤلفه راستالغز گسل را نشان می‌دهند. شاخه اصلی سامانه گسل کوهبنان با روند شمال باختری- جنوب خاوری بین توالی سنگی سری دزو با توالی سنگی سازند شمشک و تکه‌های گسلی منشعب از آن با روند خاوری- باختری تا شمال خاوری- جنوب باختری بین توالی سنگی سازند هجدک با آبرفت‌های نوژن و رسوبات کواترنری در شمال خاور تیکدر گزارش می‌شود. در این محدوده توالی سنگی سری دزو (اواخر نئو پروتروزویک- کامبرین زیرین) شامل سنگ‌های دولومیتی و تبخیری بر روی سنگ ماسه‌ها، شیل‌ها و سنگ آهک‌های سازند هجدک (ژوراسیک) رانده شده است. بر اساس گامه‌های فراگشت ساختاری سامانه گسل کوهبنان در گستره مورد مطالعه، اولین شاخه این سامانه گسلی (F3) با سه سری لغزش در راستای شمال خاوری - جنوب باختری و بین توالی سنگی سازند شمشک با توالی سنگی سری دزو در شمال تیکدر تشکیل شده است؛ شاخه‌های بعدی به ترتیب F1، F2، F4 و F1 با همین راستا از گسل اصلی منشعب شده و بین توالی سنگی سری دزو با سازندهای هجدک، شمشک و داهو (هم‌ارز سازند لالون) تشکیل شده است.

کلیدواژه‌ها: تحلیل ساختاری، خط‌خش، سامانه گسل کوهبنان، تیکدر- گورچویه.

*نویسنده مسئول: طاهره نادری

E-mail: ta_nadery@yahoo.com

۱- پیش‌نوشتار

گستره تیکدر- گورچویه در جنوب خاور ایران مرکزی و در نزدیکی سامانه گسلی کوهبنان قرار دارد. این ناحیه در حدود ۵۰ کیلومتری شمال کرمان با موقعیت جغرافیایی به ترتیب N ۴۲' ۰۵" و E ۵۷' ۹۱" ۳۰° و N ۳۹' ۳۲" و E ۵۶' ۵۷" ۳۰° در حد فاصل روستاهای لنجان، تیکدر و گورچویه واقع شده است (شکل ۱).

سامانه گسلی کوهبنان که به عنوان جنوبی‌ترین بخش زیر بلوک راور - مزینو از بلوک طبس در ایران مرکزی شناخته می‌شود و با روند شمال باختری- جنوب خاوری دارای انحنای به سمت جنوب خاوری است (آقاباتی، ۱۳۸۹). پهنای تأثیر گسل در این گستره حدود ۳۵ کیلومتر و پهنه گسلی با ستبرای ۵۰ تا ۱۰۰ متر در برخی از بخش‌های گسل قابل شناسایی است (شفیعی بافتی و درخشانی، ۱۳۸۰). این سامانه گسلی از شمال باختر به‌باده و در راستای جنوب خاوری با طولی حدود ۲۴۰ کیلومتر تا جنوب خاور زرنند ادامه می‌یابد (Berberian, 2005). سامانه گسلی کوهبنان خود تشکیل یافته از چندین تکه گسلی است. تمامی این تکه‌های گسلی دارای سازوکار راستالغز راست‌بر با مؤلفه معکوس یا معکوس با مؤلفه راست‌بر هستند.

در این نوشتار با توجه به برداشت‌های صحرائی، وضعیت هندسی سطوح گسلی و آثار خش گسلش به همراه دیگر شاخص‌های موجود تعیین جهت برش در پهنه سامانه گسلی کوهبنان در گستره تیکدر- گورچویه شناسایی شده و مورد تحلیل هندسی و جنبشی قرار گرفته است. بدین منظور، ابتدا شواهد ساختاری سامانه گسلی کوهبنان در این گستره و ویژگی‌های هندسی و جنبشی ساختارهای گسلی آورده شده و سپس بر مبنای این داده‌ها، الگوی ساده‌ای از گامه‌های فراگشت ساختاری سامانه گسلی کوهبنان در این گستره ارائه شده است.

۲- پیشینه مطالعات

پیشینه مطالعات در گستره مورد مطالعه عمدتاً شامل بررسی‌های چینه‌شناسی، تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و بررسی آماری زمین‌لرزه‌های روی داده در طول سامانه گسل کوهبنان بوده است. اولین بار Huckleid et al. (1962) گزارش چینه‌شناسی و زمین‌شناسی ناحیه کرمان تا ساغند به همراه نقشه‌های زمین‌شناسی و ساختاری به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ توسط نامبردگان تهیه شده است. وحدتی‌دانشمند (۱۳۷۲) با تهیه نقشه زمین‌شناسی ورقه زرنند به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ گستره را مورد مطالعه قرار داده است.

لرزه‌خیزی محدوده گسلی کوهبنان توسط Berberian et al. (1979) بررسی زمین‌شناسی ساختاری و ارائه الگوی زمین‌ساختی گستره زرنند در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد توسط قاسمی (۱۳۷۱)، بررسی مقدماتی لرزه‌خیزی، لرزه‌زمین‌ساخت و خطر رویداد زمین‌لرزه در پهنه استان کرمان توسط شاهپسندزاده و حیدری (۱۳۷۵)، بررسی میزان جابه‌جایی و آهنگ لغزش در بخش میانی پهنه گسلی کوهبنان توسط شاهپسندزاده و شفیعی بافتی (۱۳۸۴)، مطالعه لرزه‌خیزی و لرزه‌زمین‌ساخت کرمان در چند تکه از گسل واقع در خاور دشت زرنند توسط آل‌طه و شرکتی (۱۳۷۵)، تحلیل ساختاری، زمین‌ساختی و ریخت‌زمین‌ساختی گسل کوهبنان توسط شفیعی بافتی (۱۳۸۵)، شفیعی بافتی و درخشانی (۱۳۸۰)؛ رادفر (۱۳۸۲)؛ رادفر و پورکرمانی (۱۳۸۵) مورد بررسی قرار گرفته است. به تازگی Walker et al. (2010) جنبش‌های نوزمین‌ساختی سامانه گسلی کوهبنان را مورد بررسی قرار داده‌اند.

۳- لرزه‌خیزی

سامانه گسلی کوهبنان یکی از روندهای ساختاری بنیادی ایران مرکزی به‌شمار می‌رود و به عنوان یکی از لرزه‌خیزترین روندهای ساختاری در گستره استان کرمان مطرح است (شکل ۲).

گسل کوهستان در این گستره به خوبی قابل ردیابی هستند. نیمرخ AB برای مطالعه ساختارهای ایجادشده توسط سامانه گسل کوهستان به طول تقریبی ۵/۵ کیلومتر در راستای تقریبی N-S انتخاب شد (شکل B-۵). با توجه به نقشه زمین‌شناسی این گستره (شکل A-۵) و نیمرخ AB، مقدار شیب سطوح گسل‌ها و ریک (rake) بردار لغزش از جنوب به شمال افزایش می‌یابد (شفیعی‌بافتی، ۱۳۸۵). مطالعات صحرایی در طول این مسیر در برگیرنده ۴ گسل اصلی F1, F2, F3, F4 است. این گسل‌ها از حد فاصل کوهستان و دشت با موقعیت جغرافیایی 3393102N, 489685E و ارتفاع ۱۹۴۳ متر تا واحدهای سنگی سازند داهو در کوه زهره‌رنگ با موقعیت جغرافیایی 491432E و 3397337N و ارتفاع ۲۳۰۲ متر واقع شده‌اند. گسل F1 دارای حرکت راستالغز چپ‌رو و در مرز بین واحدهای سنگی ژوراسیک (سازند هجدک) و رسوبات کواترنری و نئوژن واقع شده است. گسل F2 با حرکت راندگی چپ‌رو، توالی رسوبی کامبرین (سری دزو) در فرادیواره گسل را بر روی واحدهای سنگی ژوراسیک در فرودیواره رانده است. گسل F3 نیز با حرکت راندگی چپ‌رو بین واحدهای سنگی سری دزو در فرادیواره با واحدهای سنگی سازند شمشک در فرودیواره واقع شده است. شمالی‌ترین گسل (F4) بین واحدهای سنگی کامبرین سازند لالون (داهو) با واحدهای سنگی شمشک یک سازوکار راندگی چپ‌رو را نشان می‌دهد.

۵- بحث

۵-۱. تحلیل هندسی گسل‌ها

مطالعات صحرایی و اندازه‌گیری عناصر هندسی گسل‌های موجود در محدوده و تلفیق اطلاعات و داده‌های به‌دست آمده از ویژگی‌های هندسی ساختارهای گستره مورد مطالعه، نشانگر آن است که گسل‌های کج‌لغز معکوس با مؤلفه راست‌گرد از ساختارهای اصلی مهارکننده وضعیت زمین‌ساختی این گستره هستند. برای نمونه تکه‌های گسلی F1 بین واحدهای سنگی سازند هجدک با آبرفت‌های کواترنری و رسوبات نئوژن درحد فاصل روستاهای لنجان، تیکدر و گورچویه (ادامه راستای اصلی گسل کوهستان) (شکل A-۳) و برخی گسل‌های بین واحدهای سنگی سری دزو با واحدهای سنگی سازند هجدک در شمال تیکدر و کمونویه، راستای شمال باختری- جنوب خاوری را نشان می‌دهند. فعالیت این گسل‌ها نقش مهمی در شکل‌گیری وضعیت ریخت‌زمین‌ساخت و توپوگرافی محدوده مورد مطالعه دارد، به‌طوری‌که خط‌الرأس‌ها و زهکش‌های اصلی آبراهه‌ها به موازات آنها گسترش داشته یا اینکه توسط این گسل‌ها منحرف و جابه‌جا شده‌اند؛ برای نمونه آبراهه‌های شمال گورچویه و خاور تیکدر (شکل ۱- ج) و چشمه‌های گسلی شمال روستای تیکدر، مزرعه کمونویه و دهو به خاطر فعالیت این گسل‌ها به‌وجود آمده‌اند (شکل ۱- ج). یکی از ویژگی‌های هندسی سامانه گسلی کوهستان، شاخه اصلی گسل کوهستان به چهار شاخه با میانگین راستای N70E و طول هر شاخه حدود ۱۲ کیلومتر در جنوب خاوری گسل کوهستان (شمال روستای تیکدر) است. در زیر ویژگی این گسل‌ها ارائه شده است.

- شاخه گسلی F1 بین واحدهای سنگی سازند هجدک (شیل‌های خاکستری رنگ ژوراسیک) با رسوبات کواترنری و نئوژن در محل روستای تیکدر، گورچویه و لنجان و هم راستا با شاخه اصلی گسل کوهستان با راستای شمال باختری- جنوب خاوری قرار دارد. در این محل گسل از نوع راستالغز راست‌بر با مؤلفه معکوس با پهنای گسلی حدود ۸ متر دیده می‌شود (شکل A-۳).

- شاخه گسلی F2 بین واحدهای سنگی سازند هجدک با واحدهای سنگی سری دزو در شمال تیکدر که سنگ دولومیت و سنگ گچ سری دزو را روی سنگ‌ماسه‌ها و شیل‌های خاکستری رنگ ژوراسیک (سازند هجدک) قرار داده است. در این محل گسل از نوع راستالغز با مؤلفه معکوس با ویژگی‌های 343, 39NW و ریک 37N با پهنایی حدود ۲۵ متر دیده می‌شود (شکل B-۳).

در کتاب تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران ابوالحسن‌زاده (۱۳۷۰) به زمین‌لرزه ویرانگری اشاره می‌کند که در سده دوازدهم میلادی کوهستان را ویران کرده و در حدود ۱۲ کیلومتری خاور کوهستان در محل روکانون زمین‌لرزه که به گود زمین‌لرزه معروف است، سبب ایجاد تغییر شکل‌هایی در زمین شده است. به طور خلاصه، مهم‌ترین زمین‌لرزه‌های ویرانگر زیر ناشی از جنبش سامانه گسلی کوهستان بوده است: ۱۲۴۲/۱۰/۲۸ کرمان- چترود (Ms=6)، ۱۲۵۰/۵/۲۴ چترود، ۱۲۵۴/۲/۷ کوهستان (Ms=6)، ۱۲۷۶/۳/۲ کرمان- چترود (Ms=5.7)، ۱۳۱۲/۹/۸ شمال بهاباد (mb=6.4)، ۱۳۵۶/۹/۲۹ گیسک- زرن (باب تنگل) (Ms=5.7) که سبب کشته شدن بیش از ۶۶۵ نفر و مجروح شدن ۲۶۰ تن شد و زمین‌لرزه ۱۳۸۳/۱۰/۳ داهویه- زرن با روکانون هتکن سبب ویرانی شهر و بسیاری از روستاها و کشته شدن ۶۰۰ نفر شد.

۴- ساختارهای اصلی

گسل‌های سامانه گسلی کوهستان را در این گستره به توجه به راستای آنها به دو گروه اصلی زیر می‌توان تفکیک کرد:

- **گروه اول:** گسل‌های با راستای تقریبی شمال باختری- جنوب خاوری با راستای آزیموت ۱۱۰ تا ۱۴۰ درجه که هم راستا با گسل اصلی کوهستان هستند؛ برای نمونه شاخه اصلی گسل کوهستان (گسل F1) بین واحدهای سنگی سازند هجدک با رسوبات کواترنری و نئوژن (شکل A-۳) و گسل بین واحدهای سنگی سری دزو با سازند هجدک دارای چنین راستایی هستند (شکل B-۳).

- **گروه دوم:** گسل‌های با راستای تقریبی شمال خاوری - جنوب باختری (راستای آزیموت ۵۵ و ۲۳۵ درجه) تا راستای خاوری- باختری. این گسل‌ها با زاویه حدود ۳۰ درجه نسبت به راستای اصلی گسل کوهستان در حد فاصل تیکدر و گورچویه واقع شده‌اند. برای نمونه برخی از گسل‌های بین واحدهای سنگی سری دزو با واحدهای سنگی سازند شمشک در شمال تیکدر (گسل F3) (شکل C-۳) و گسل بین واحدهای سنگی سازند لالون (داهو) با واحدهای سنگی سازند شمشک در شمال تیکدر (گسل F4) چنین راستایی دارند (شکل D-۳).

در گستره مورد مطالعه سامانه گسلی کوهستان باعث رانده شدن بخش‌های مختلف واحدهای سنگی سازندهای داهو، شمشک، دزو و هجدک بر روی یکدیگر شده است. شاخه‌های گسلی کوهستان در شمال تیکدر، سنگ دولومیت، سنگ‌آهک، سنگ‌ماسه سرخ، سنگ‌های آذرین بازی و سنگ گچ کامبرین زیرین سری دزو را بر روی تناوبی از شیل، سنگ‌ماسه سبز و خاکستری رنگ، سنگ‌فورش و سنگ‌ماسه دارای سنگ‌جوش سازند هجدک (گسل F3) رانده‌اند. سنگ‌ماسه‌های میکادار آركوزی سرخ‌رنگ کامبرین بالایی سازند داهو (هم‌ارز سازند لالون) نیز بر روی تناوبی از ماسه‌سنگ، سنگ‌فورش و شیل‌های زغال‌دار سازند شمشک (گسل F4) در جهت جنوب باختری رانده شده‌اند.

با توجه به استریوگرام‌های گسل‌های اصلی مطالعه شده، یک دسته شامل گسل‌های با راستای تقریبی شمال باختری- جنوب خاوری (راستای آزیموت ۱۱۰ تا ۱۴۰) هم‌راستا با گسل اصلی کوهستان هستند، مانند (گسل F1 و بخشی از گسل F2). گسل‌های دیگری مانند F3 و F4 و بخشی از گسل F2 که در شمال تیکدر مطالعه شد دارای راستای تقریبی شمال خاوری - جنوب باختری (راستای آزیموت ۵۵ و ۲۳۵ تا روند خاوری- باختری) هستند، این گسل‌ها با زاویه حدود ۳۰ درجه نسبت به راستای گسل اصلی کوهستان ایجاد شده‌اند (شکل ۴). وضوح اثر (trace) گسل کوهستان در جنوب خاوری گستره مورد مطالعه (جایی که راستای گسل به سمت خاور تمایل پیدا می‌کند) کاهش یافته و به مجموعه‌ای از افزایش‌های گسلی درخاور روستای گورچویه (با موقعیت 482511E و 3394951N) و نیز افزایش‌های خاور تیکدر تا لنجان (با موقعیت 489685E و 3393142N) پایان می‌یابد.

با توجه به نقشه زمین‌شناسی گستره مطالعاتی (شکل A-۵)، شاخه‌های سامانه

۶- الگوی فراگشت ساختاری

مطالعه آثار خطخشی‌ها روی سطوح گسلی کوهبنان در این گستره تأییدکننده این است که در فراگشت دگرریختی این گستره، گسل‌های راندگی اصلی به گسل‌های کج‌لغز یا مؤلفه راستالغز تغییر سازوکار داده‌اند. چنین تغییر سازوکاری بیانگر انتقال از رژیم زمین‌ساخت فشارشی به زمین‌ساخت تراششارشی است که موجب پیچیدگی‌های بیشتر ساختاری گستره مورد مطالعه شده است.

الگوی ساده شده مراحل فراگشت ساختاری این گسل‌ها در شکل ۱۰ ارائه شده است، با توجه به تعداد خطخشی‌های روی سطوح گسلی F3، اولین شاخه این سامانه گسلی با سه سری خط لغزش در راستای شمال خاوری - جنوب باختری و بین واحدهای سنگی سازند شمشک (ژوراسیک) با توالی سنگی سری دزو (کامبرین) با موقعیت $49^{\circ}11'N$ و $33^{\circ}56'12''E$ در ارتفاعات ۲۲۱۸ متری شمال تیکدر تشکیل شده است (شکل ۸، گسل F3).

با توجه به مطالعه خطخشی‌ها، شاخه‌های بعدی به ترتیب با تشکیل و توسعه گسل‌های F4، F2 و F1 به‌وجود آمده‌اند.

۷- نتیجه‌گیری

مطالعات انجام شده بر روی سامانه گسلی کوهبنان حاکی از وجود دو راستای کلی زیر در گستره تیکدر - گورچویه است. یکی هم جهت با گسل اصلی کوهبنان (شمال باختری - جنوب خاوری) در حد فاصل آبادی لنجان - تیکدر و گورچویه به طول تقریباً ۱۲ کیلومتر، با راستای $N110^{\circ}$ و شیب 60° درجه و حرکت راستالغز راست‌بر با مؤلفه معکوس که در جنوب خاوری گسل کوهبنان واقع شده است. دسته دوم گسل‌های مورد مطالعه با راستای تقریبی شمال خاوری - جنوب باختری (با راستای آزیموت 55° و 235° تا E-W) که این گسل‌ها با زاویه حدود 30° درجه نسبت به راستای اصلی گسل کوهبنان در حد فاصل تیکدر و گورچویه واقع شده‌اند. مطالعه این سامانه گسلی نشان‌دهنده راندگی واحدهای سنگی سازندهای مختلف (هجدک، دزو، شمشک، بادامو و لالون) بر روی یکدیگر شده است. برای نمونه سنگ‌های دولومیت، سنگ‌آهک، سنگ‌ماسه سرخ و سنگ گچ اوایل کامبرین و سنگ‌های میکادار آرکوزی سرخ کامبرین هم‌ارز لالون، بر روی تناوبی از سنگ‌های شیل، سنگ‌ماسه آرکوزی، سنگ‌آهک، سنگ‌جوش و شیل‌های زغال‌دار ژوراسیک در جهت جنوب خاوری رانده شده و باعث ایجاد کوه زهره‌رنگ به ارتفاع ۲۷۹۴ متری شده است.

برای تحلیل جنبشی سامانه گسلی کوهبنان در این محدوده با مطالعه و بررسی سطح گسل در واحدهای سنگی سازندهای مختلف و با توجه به تعداد سری خطخشی‌های روی سطوح گسلی، اولین شاخه گسل کوهبنان در این گستره با سه سری خط‌لغزش در راستای شمال خاوری - جنوب باختری (گسل F3) بین سازند شمشک با توالی سنگی سری دزو با موقعیت $49^{\circ}11'N$ و $33^{\circ}56'12''E$ در ارتفاعات ۲۲۱۸ متری شمال تیکدر تشکیل شده است.

- شاخه گسلی F3 بین واحدهای سنگی سری دزو با واحدهای سنگی سازند شمشک، در شمال تیکدر و در محل راندگی واحدهای سنگی سری دزو با واحدهای سنگی سازند شمشک از نوع راندگی با ویژگی‌های $065,73NW$ و ریک $63S$ و به پهنایی حدود ۶ متر است. در این گستره سطوح گسلی موازی با طبقه‌بندی واحدهای سنگی است (شکل ۳-C).

- شاخه گسلی F4 که بین واحدهای سنگی سازند لالون با واحدهای سنگی سازند شمشک با پهنایی حدود ۴۰ متر واقع شده است. این تکه‌های گسلی با شیبی بین 50° تا 70° درجه در جهت شمال باختری و خطخشی‌هایی با زاویه ریک 80° S و 50° حرکت راندگی با مؤلفه راستالغز راست‌بر را نشان می‌دهند. این گسل در شمال تیکدر سبب رانده شدن واحدهای سنگی سازند داهو بر روی واحدهای سنگی سازند شمشک است (شکل ۳-D). موقعیت هندسی و جنبشی سامانه گسلی کوهبنان و شاخه‌های گسلی جنوب خاوری آن در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

۵-۲. تحلیل جنبشی گسل‌ها

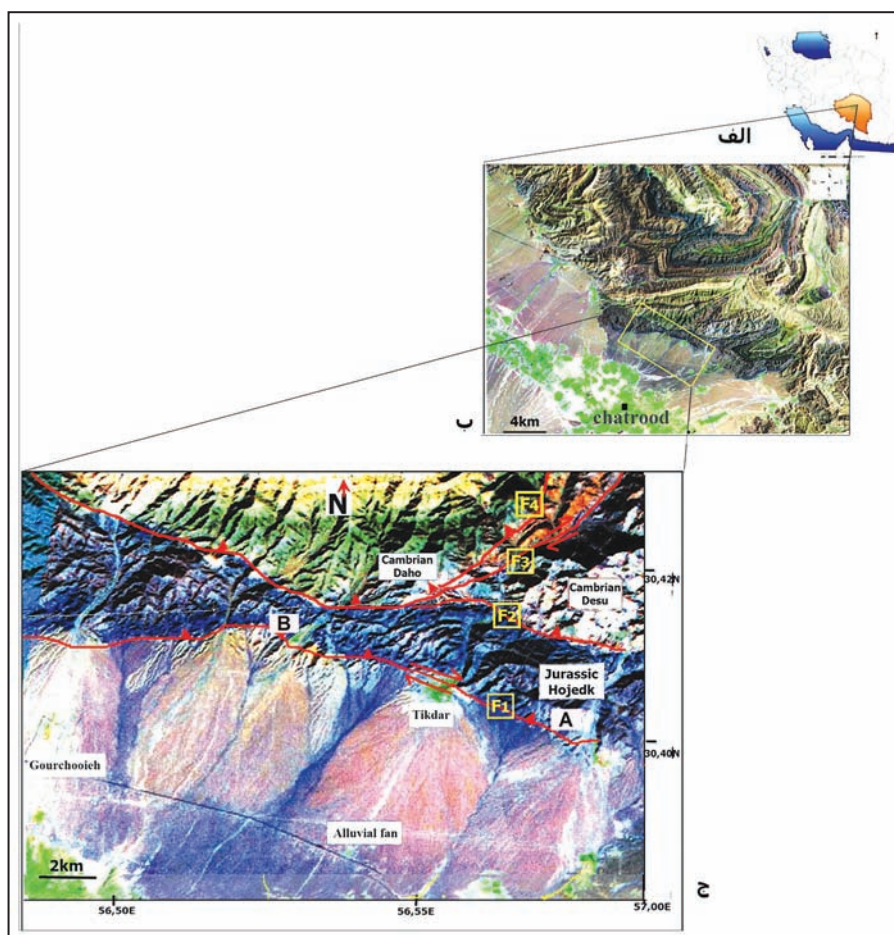
تحلیل جنبشی برای جابه‌جایی گسل‌های گسترده مورد مطالعه بر مبنای شواهد خطخشی‌ها و دیگر شاخص‌های تعیین جهت برش صورت گرفته است.

- **سطوح گسل‌های با یک سری خطخشی:** اولین موقعیت خطخشی گسل معکوس با مؤلفه راست‌بر بین توالی رسوبی سری دزو با واحدهای سنگی سازند هجدک (ریک $N355, 85NE, 60N$) در شمال مزرعه کمونویه برداشت شد. سطوح لغزشی گسل‌های موجود در واحدهای سنگی سازند شمشک (F_3) و سطح گسلی (F_4) در واحدهای سنگی سری داهو در شمال تیکدر و در شمال مزرعه کمونویه (شکل‌های ۶ و ۷) نشان داده شده است.

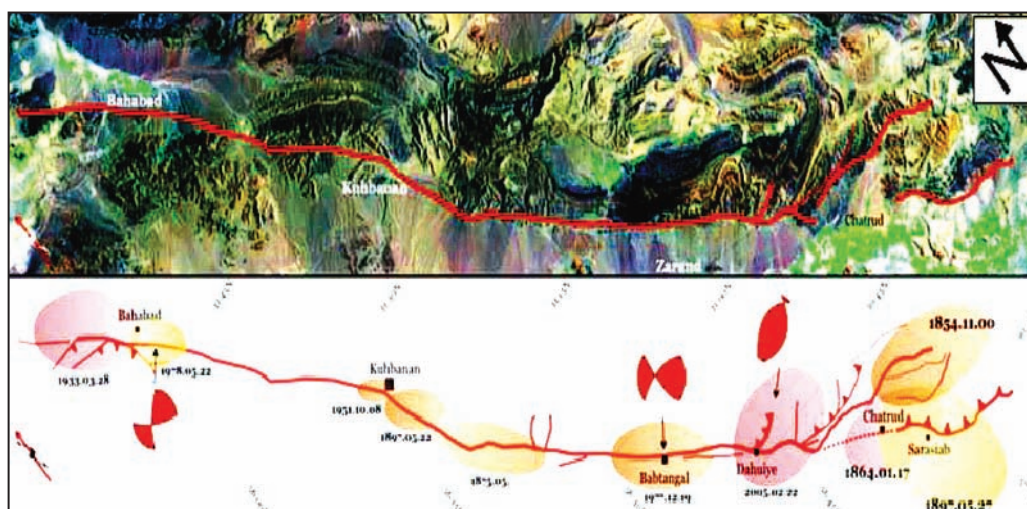
- **سطوح گسل‌های با بیش از یک سری خطخشی:** با توجه به شواهد ساختاری در صفحات گسلی دارای بیش از یک سری خطخشی، دو وضعیت کلی زیر در آنها دیده می‌شود.

دسته اول: گسل‌هایی که در حرکت اول (کهن‌ترین لغزش، $Ls1$ و $Ls2$) سازوکار راندگی چیره و جدیدترین لغزش ($Ls3$) جنبش راستالغز را نشان می‌دهد، زیرا که سری خطخشی‌های جوان‌تر ($Ls3$) بر روی هر دو سری خطخشی‌های کهن‌تر ($Ls1$ و $Ls2$) اثر گذاشته و با قرار گرفتن بر روی آنها نشان‌دهنده جوان‌تر بودن حرکت راستالغز نسبت به حرکت راندگی گسل است (شکل ۸).

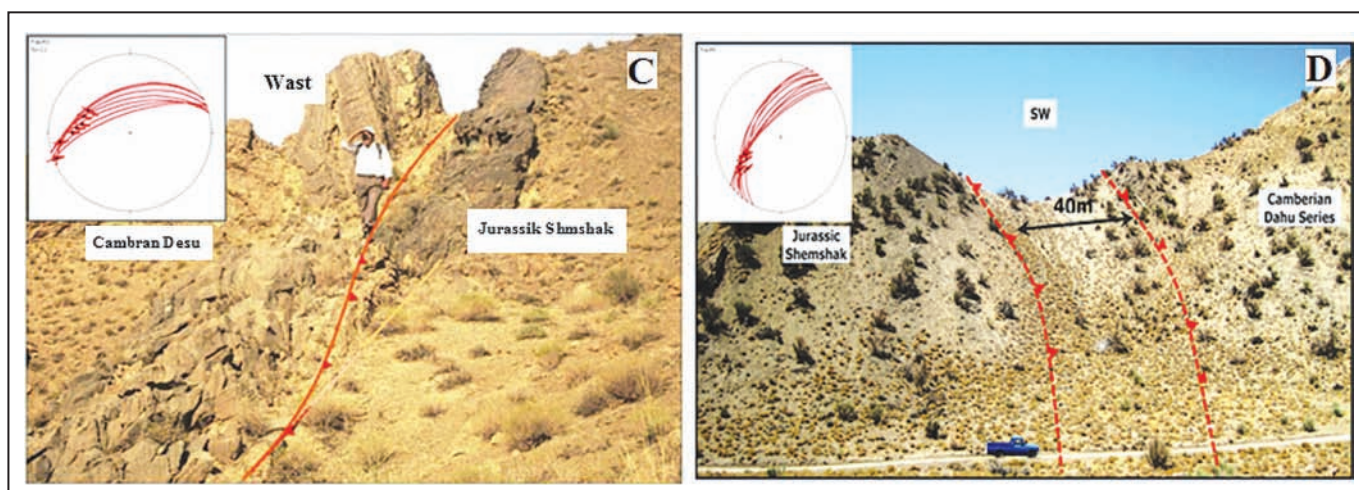
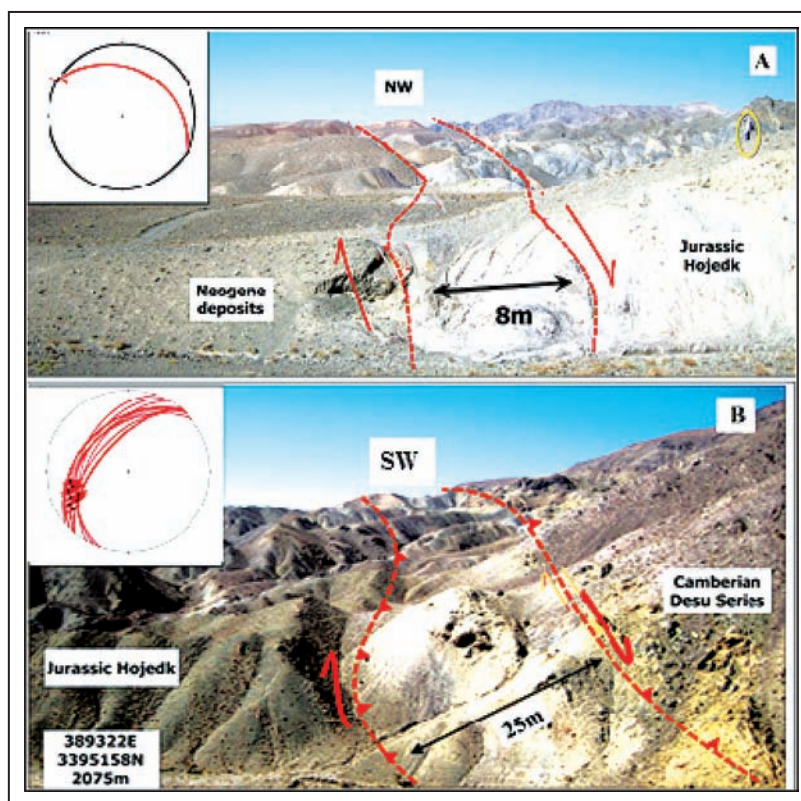
دسته دوم: گسل‌هایی که در حرکت اول با سازوکار راستالغز و حرکت دوم آنها از نوع راندگی است. زیرا که با توجه به وضعیت خطخشی اول ($Ls1$) با ریک افقی و سری خطخشی دیگری ($Ls2$) با مؤلفه معکوس راست‌بر، خطخشی‌های کهن‌تر ($Ls1$) را قطع کرده و روی آنها را پوشانده‌اند و وضوح اثر سری اول را کمتر کرده‌اند بنابراین نشان‌دهنده جوان‌تر بودن حرکت راندگی نسبت به حرکت راستالغز گسل است. برای نمونه در گستره مورد مطالعه سطح گسل‌های با دو سری خطخشی در واحدهای سنگی سازند داهو ($F4$) و واحدهای سنگی سازند شمشک در شمال روستای تیکدر برداشت شد (شکل ۹).



شکل ۱- موقعیت گستره مورد مطالعه. الف) در نقشه ایران؛ ب) تصاویر ماهواره‌ای لندست شمال کرمان؛ ج) تصاویر ماهواره‌ای لندست گستره تیکدر - گورچوبیه.

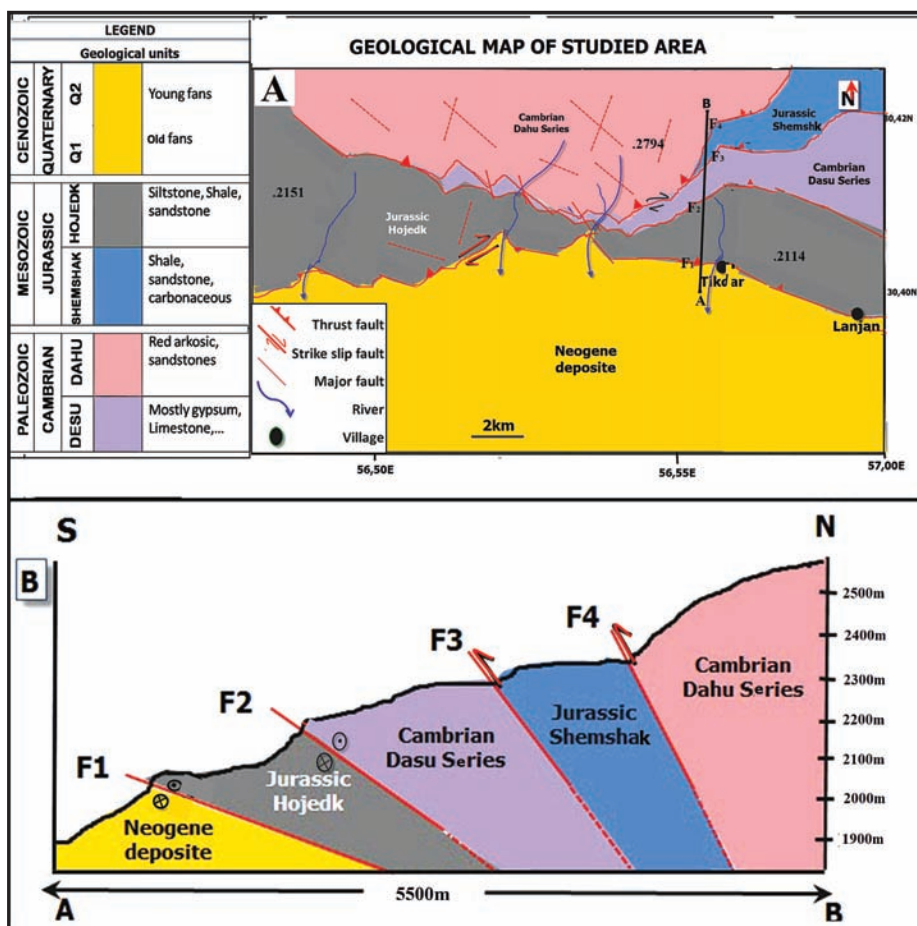
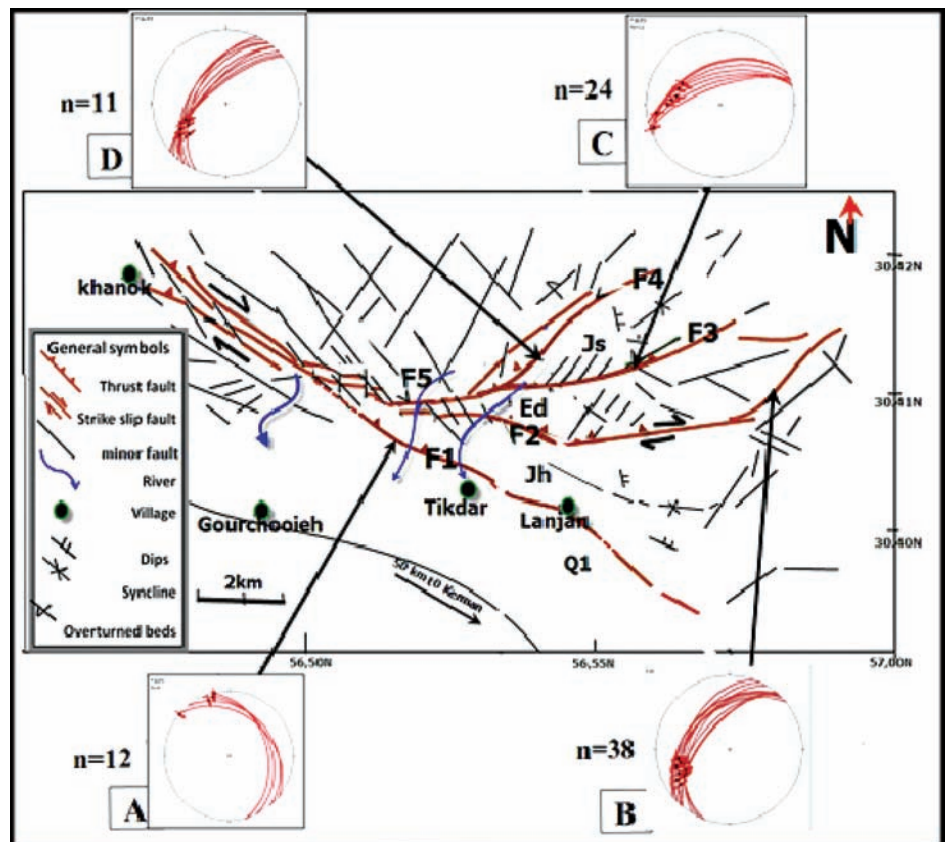


شکل ۲- تصویر ماهواره‌ای لندست گسل کوهبنان به همراه پهنه‌های مزلزله‌ای زمین‌لرزه‌های تاریخی و دستگاهی (شفیعی‌بافتی، ۱۳۸۵).

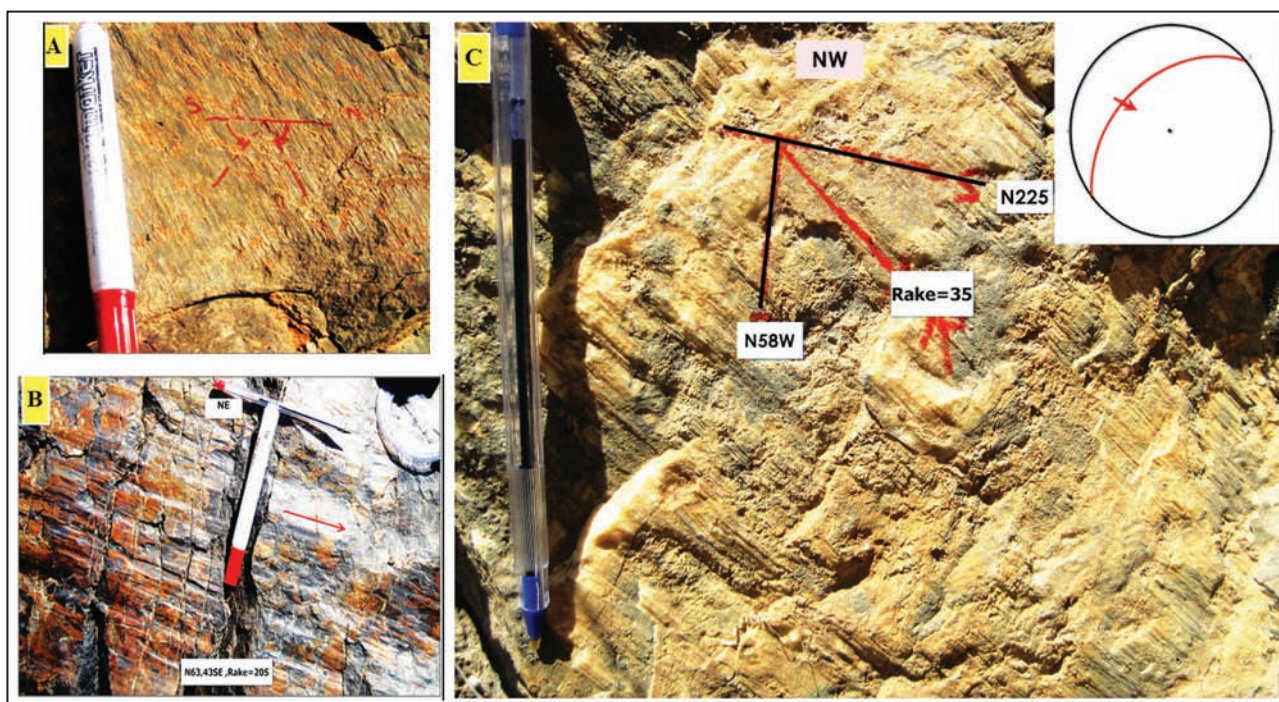


شکل ۳- A) نمایی از گسل راستالغز کوهبنان با مؤلفه معکوس در محل راندگی سنگ ماسه و سنگ فورش خاکستری رنگ سازند هجدک (Jh) بر روی رسوبات نوژن (Ng)؛ B) گسل کوهبنان در محل راندگی واحدهای سنگ آهکی سری دزو (Ed) بر روی واحدهای سنگ ماسه و سنگ فورش خاکستری رنگ سازند هجدک (Jh)؛ C) گسل F3 در شمال تیکدر در محل راندگی واحدهای سنگی سری دزو بر روی واحدهای سنگی سازند شمشک؛ D) گسل F4 در شمال تیکدر در محل راندگی واحدهای سنگی سازند داهو (هم‌ارز سازند لالون) بر روی واحدهای سنگی سازند شمشک در شمال خاوری تیکدر را نشان می‌دهد.

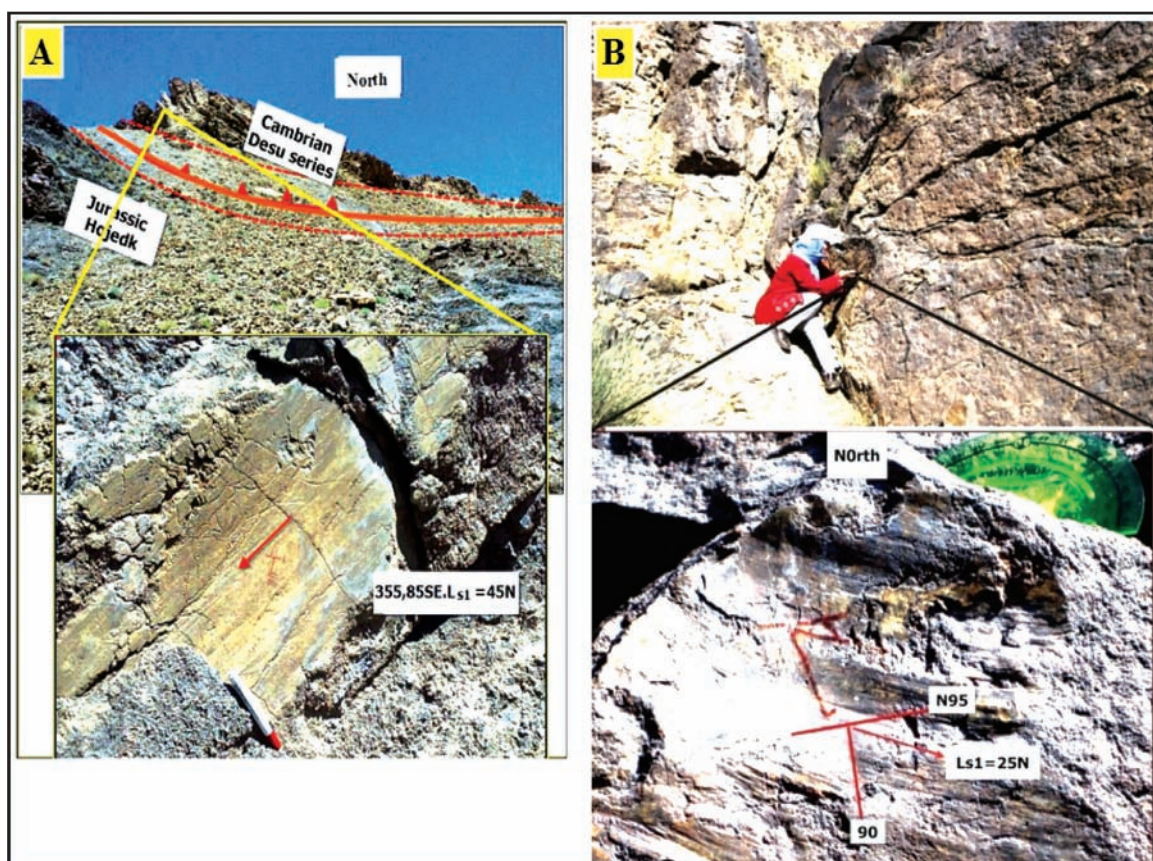
شکل ۴- نقشه ساده شکستگی‌ها و گسلش به همراه استریوگرام
شاخه‌های جنوب خاوری سامانه گسل کوهستان در گستره
تیکدر- گورچویه. (A) شاخه اصلی گسل کوهستان (F_1)
بین کوهستان و دشت؛ (B) گسل (F_2) بین واحدهای
سنگی سازند همدک و واحدهای سنگی سری دزو؛
(C) گسل (F_3) بین واحدهای سنگی سازند شمشک
و واحدهای سنگی سری دزو؛ (D) گسل (F_4) بین
واحدهای سنگی سازند شمشک و سازند لالون را نشان
می‌دهد.



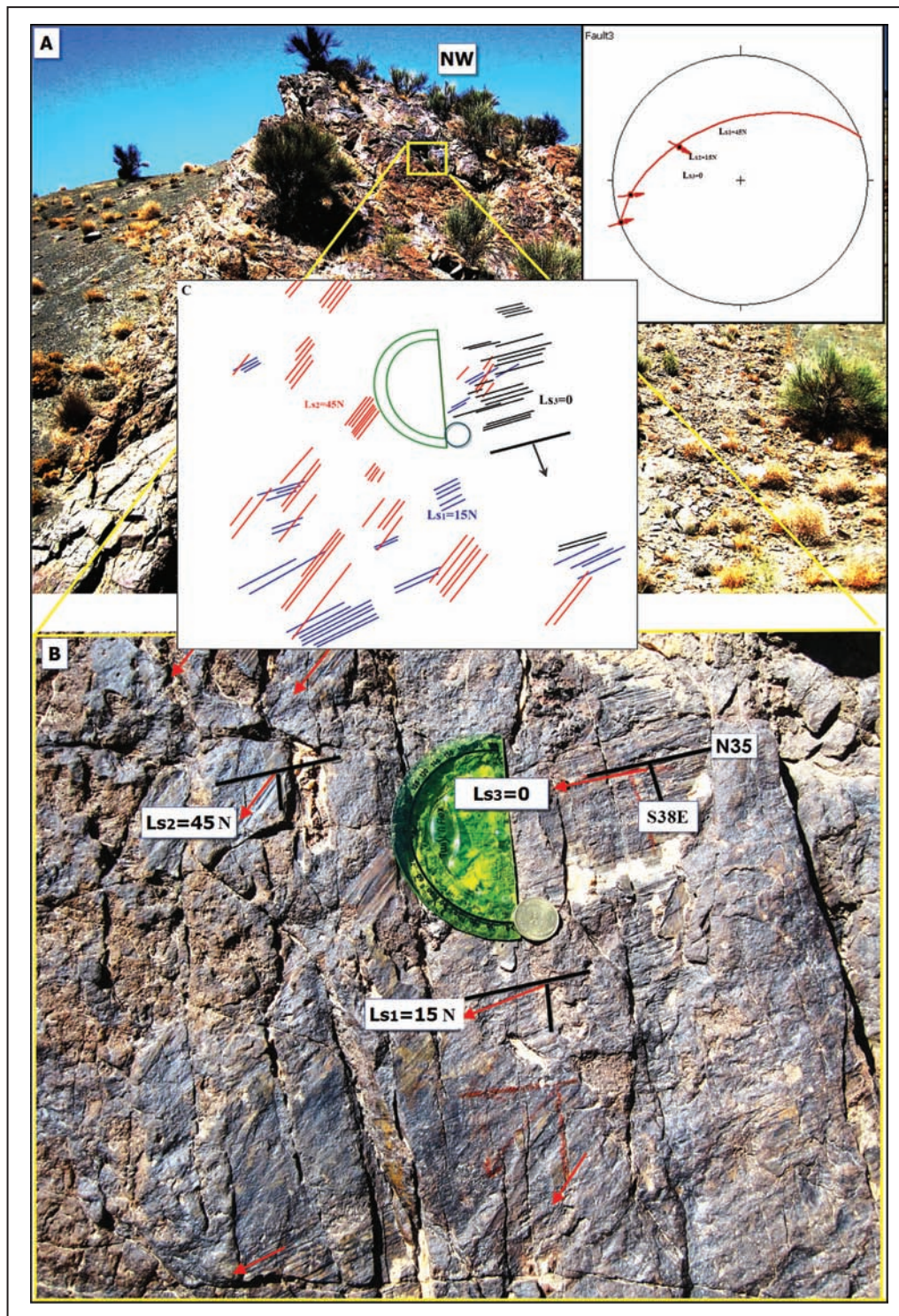
شکل ۵- (A) نقشه ساده زمین‌شناسی گستره مورد
مطالعه؛ (B) نیمرخ زمین‌شناسی در راستای AB، با تغییر
از شیبی‌بافتی (۱۳۸۵).



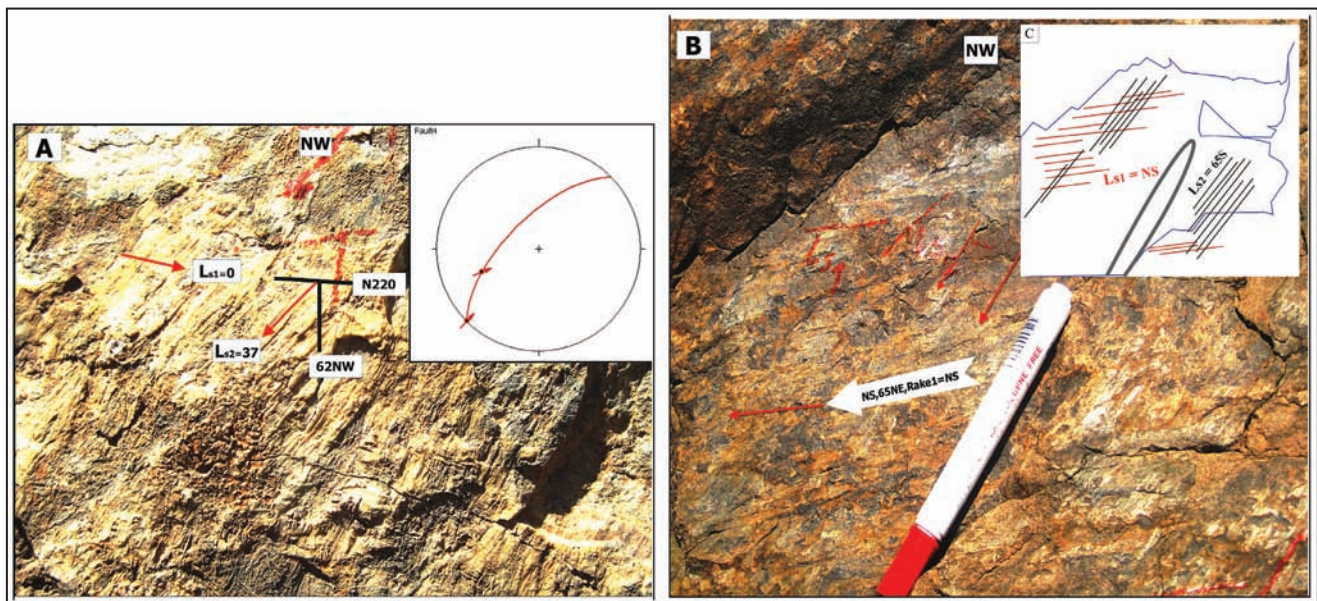
شکل ۶- (A) خط‌خشی لغزها و رشته‌های کانی اندازه‌گیری شده در سطح گسلی (F_3) واحدهای سنگی سازند شمشک شمال روستای تیکدر؛ (B) نمایی از موقعیت خط‌خشی اندازه‌گیری شده در سطح گسل بین واحدهای سنگی سازند شمشک با واحدهای سنگی سازند لالون (F_4) در شمال روستای تیکدر؛ (C) نمایی از خط‌خشی‌های اندازه‌گیری شده در سطح گسلی (F_4) در واحدهای سنگی سازند داهو در شمال روستای تیکدر، در این شکل رشته‌های کانی کلسیت در سطح گسل با توجه به ریک، یک گسل راست‌الغز با مؤلفه معکوس را نشان می‌دهد.



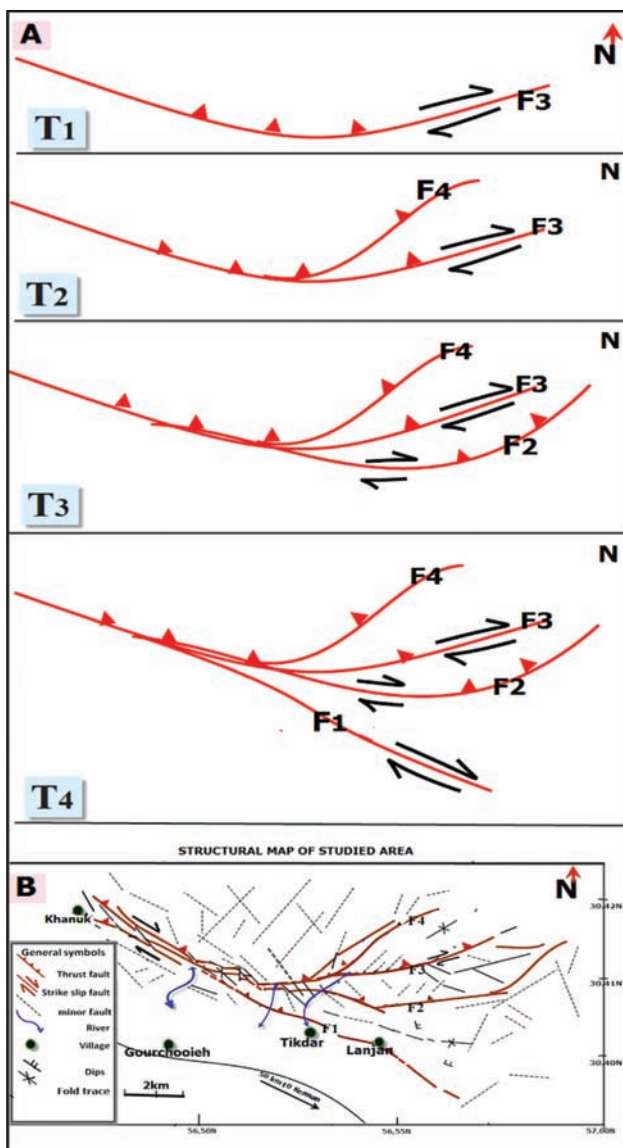
شکل ۷- (A) نمایی از گسل بین توالی رسوبی سری دزو با واحدهای سنگی سازند هجدک (F_2) در شمال مزرعه کمونویه و موقعیت خط‌خشی اندازه‌گیری شده در سطح گسلی؛ (B) نمایی از گسل بین توالی رسوبی سری دزو با واحدهای سنگی سازند شمشک (F_3) در شمال تیکدر. موقعیت خط‌خشی اندازه‌گیری شده در سطح گسلی نشان داده شده است.



شکل ۸- (A) موقعیت گسل (F_3) بین واحدهای سنگی سری دزو و واحدهای سنگی سازند شمشک در شمال تیکدر؛ (B) سه سری خط‌خس که حرکات Ls_1 و Ls_2 حرکت کهن‌تر و راندگی چیره و Ls_3 راست‌الغز راست‌بر و جوان‌ترین حرکت را برای گسل (F_3) نشان می‌دهد.

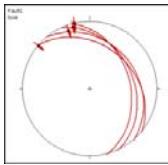
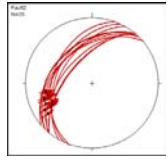
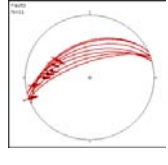
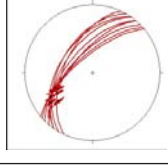
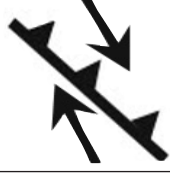


شکل ۹- (A) سطح گسل F_4 در واحدهای سنگی سازند داهو؛ (B) سطح گسل F_3 در واحدهای سنگی سازند شمشک در شمال روستای تیکدر. سازوکار این گسل در حرکت اول (کهن تر) راستالغز بوده و سری خط خش دوم (جدیدتر) با حرکت معکوس و مؤلفه راستالغز راست بر است.



شکل ۱۰- (A) الگوی نمادین گامه‌های فراگشت ساختاری سامانه گسلی تیکدر- گورچویه در زمان‌های $T_1 \dots T_4$ (B) نقشه ساختاری و وضعیت کنونی گستره مورد مطالعه.

جدول ۱- موقعیت هندسی و جنبشی سامانه گسلی کوهبنان و شاخه‌های گسلی جنوب خاوری آن در گستره مورد مطالعه.

نام گسل	سازوکار گسل	استریوگرام	جنبش چیره
F ₁	راستالغز راست‌بر با مؤلفه معکوس		
F ₂	راستالغز راست‌بر با مؤلفه معکوس		
F ₃	معکوس با مؤلفه راستالغز راست‌بر		
F ₄	معکوس با مؤلفه راستالغز راست‌بر		

کتابنگاری

- آقاباتی، س. ع.، ۱۳۸۹- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- آل‌طه، ب. و شرکتی، ش.، ۱۳۷۵- گزارش طرح تحقیقاتی مطالعه لرزه‌خیزی و ساینموتکتونیک شهر کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند، کرمان، جلد ۲.
- ابوالحسن‌زاده، ا.، ۱۳۷۰- تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران، ترجمه امبرسیز، ن. ن. و ملویل، ج.، انتشارات آگاه.
- رادفر، ش. و پورکرمانی، م.، ۱۳۸۵- تحلیل ریخت‌زمین‌ساختی گسل کوهبنان فصلنامه علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شماره ۵۷.
- رادفر، ش.، ۱۳۸۲- بررسی ساختاری و ریخت‌زمین‌ساختی گسل کوهبنان (شمال کرمان)، رساله دکترا، دانشگاه شهید بهشتی تهران.
- شاه‌پسندزاده، م. و حیدری، م.، ۱۳۷۵- گزارش بررسی مقدماتی لرزه‌خیزی، لرزه‌زمین‌ساخت و خطر رویداد زمین‌لرزه- گسلش در پهنه استان کرمان، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- شاه‌پسندزاده، م. و شفیعی‌بافتی، ا.، ۱۳۸۴- بررسی میزان جابه‌جایی و آهنگ لغزش در بخش میانی پهنه گسلی کوهبنان (جنوب خاور ایران مرکزی)، مجله پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، سال هشتم، شماره دوم و سوم.
- شفیعی‌بافتی، ا. و درخشانی، ر.، ۱۳۸۰- بررسی‌های مورفوتکتونیک گسل کوهبنان با استفاده از شاخص‌های ژئومورفیک، طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زرنند، کرمان.
- شفیعی‌بافتی، ا.، ۱۳۸۵- تحلیل ساختاری گسل کوهبنان (شمال کرمان)، رساله دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
- قاسمی، ع.، ۱۳۷۱- بررسی زمین‌شناسی ساختمانی و ارائه یک الگوی زمین‌ساختی گستره زرنند (شمال کرمان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران.
- وحدتی‌دانشمند، م.، ۱۳۷۲- گزارش و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ منطقه زرنند- کرمان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

- Berberian, M., 2005 - The 2003 Bam Urban Earthquake: a predictable seismotectonic pattern along the western margin of the rigid Lut block, southeast Iran. Earthquake Spectra, 21, P35-99.
- 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, P462 - 456.
- Huckeied, R., Kursten, M. & Vezlaff, H., 1962 - Zur geologie des gebietest zwischen Kerman and Saghand (Iran) Beih. Geol.Jb, Vol.51. 197 PP.
- Walker, R. T., Talebian, M., Saiffori, S., Alastair Sloan, R. & Rasheedi, A., 2010- Active faulting, earthquakes, and restraining bend development near Kerman city in southeastern Iran, Journal of Structural Geology.

Structural Analysis of the Kuh-Banan Fault System in the Tikdar-Goorchoieh Region, North of Kerman, Central Iran

T. Naderi ^{1*}, A. Shafiei Bafti ² & M. Shahpasand-zadeh ³

¹ Ph.D. Student, Farhangian University, Educational & Training Organization, Kerman, Iran

² Assistant Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Zarand Branch, Kerman, Iran

³ Assistant Professor, Department of Geology, Graduate University of Technology, Kerman, Iran

Received: 2012 July 25

Accepted: 2013 August 21

Abstract

Structural data from the Kuh-Banan oblique-slip fault system show that this active fault controls the structural architecture of the Tikdar-Goorchoieh area, north of Kerman. The Kuh Banan fault system is consisted of three fault branches with mean trend of N70E in the north of the Tikdar - Goorchoieh village. These fault branches with a dip of 50-70 toward the northwest and slip rake of 50-80 N indicate the prevalent reverse with right-lateral strike-slip motion of the fault. The main strand of Kuh-Banan fault system with a northwest-southeast strike is reported between the Dehsu rock series and Shemshak Formation whereas the fault branches with a northeast-southwest trend are situated between the Hojedk Formation and Neogene alluvial deposits and Quaternary sediments. In this area, the Dehsu rock series (Late Neo-Proterozoic-Lower Cambrian) is composed of dolostone and evaporitic rocks which thrust over the sandstones, shales and limestones of the Hojdak Formation (Jurassic). According to the structural evolution of the Kuh-Banan fault system in the study area, the first fault branch (F_3) with three fault slip motion in the northeast-southwest direction has developed between the Shemshak Formation and Dehsu rock series in north of Tikdar. The later fault branches of F_1 , F_2 , and F_4 with the same trend have propagated from the main fault and developed between the Dehsu rock series with the Hodjek, Shemshak and Dahu (equivalent of Lalun) Formations.

Keywords: Structural Analysis, Slicken-Line, Kuh Banan Fault System, Tikdar-Goorchoieh.

For Persian Version see pages 3 to 12

*Corresponding author: T. Naderi; E-mail: ta_nadery@yahoo.com