

## سامانه گسل امتدادلغز بیدهند (جنوب قم)

روح الله ندری<sup>۱\*</sup>، محمد محجل<sup>۱</sup> و عباس بهرودی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>گروه نکتوتیک دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>دانشکده مهندسی معدن دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۰۶/۲۰

### چکیده

سامانه گسل امتداد لغز بیدهند با راستای شمال شمال باختر - جنوب جنوب خاور، مجموعه سنگ‌های آتشفشانی و نهشته‌های رسوبی سنوزویک را در پهنه ارومیه - دختر در جنوب شهر قم بریده است. شواهد ساختاری مطالعه شده در این سامانه نشان می‌دهد که این گسل، سازوکار امتدادلغز راست‌بر دارد و مقدار جابه‌جایی افقی در امتداد آن با جابه‌جا کردن نهشته‌های ائوسن، دست کم به ۱۶ کیلومتر می‌رسد. داده‌های ساختاری مشخص می‌کند که پایانه‌های فشاری و کششی در لنگه باختری به‌طور گسترده تشکیل شده و ساختارهای قرینه آنها در بخش خاوری مشاهده نمی‌شود. این موضوع حرکت لنگه باختری در برابر لنگه خاوری را در امتداد گسل بازگو می‌کند که سبب ایجاد گسل‌های معکوس و رانده شده (تراستی) به همراه چین‌خوردگی در پایانه فشاری و نفوذ سیل‌های (Sills) گابرویدوریتی در پایانه کششی شده است. در پایانه فشاری شمال باختری و در محل‌های پله شدگی پوششی در امتداد گسل (Releasing zones) در بخش میانی با ادامه جابه‌جایی در امتداد گسل بیدهند فضای کششی محلی ایجاد شده و توده‌های نفوذی سینیتی و گرانیتی با سن جوان‌تر (میوسن) در آن نفوذ کرده‌اند. حضور نهشته‌های آذرآواری میوسن در موقعیت پایانه فشاری جنوب خاوری و رانده شدن سیل‌های گابرویدوریتی چین‌خورده در منطقه کششی پایانه جنوب باختری گسل نشان‌دهنده تغییر شکل بعدی در این منطقه است.

**کلید واژه‌ها:** تحلیل ساختاری، سامانه گسل امتدادلغز بیدهند، پهنه ماگمایی ارومیه - دختر، جنوب قم.

\*نویسنده مسئول: روح الله ندری

### ۱- مقدمه

سامانه گسل امتدادلغز بیدهند، مجموعه سنگ‌های پهنه ماگمایی ارومیه - دختر را در جنوب شهر قم بریده است. این پهنه با در بر گرفتن ستبرای قابل توجهی از رسوبات آتشفشانی (بیش از ۴ کیلومتر)، به موازات زمین‌دز زاگرس و با فاصله ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتری آن واقع شده است. مجموعه سنگ‌های آذرین این پهنه با کمان ماگمایی آند مقایسه شده است (Berberian & King, 1981). پهنه ماگمایی ارومیه - دختر با روند شمال باختر - جنوب خاور، توسط گسل‌هایی با روندهای شمال شمال باختر - جنوب جنوب خاور مانند سامانه‌های گسلی دهشیر، قم - زفره، بیدهند و جنوب ساوه بریده و جابه‌جا شده است (محجل و پروهان، ۱۳۸۴). تاکنون مطالعات زمین‌شناسی بسیاری بر روی این پهنه صورت گرفته و برای تفسیر فعالیت‌های آذرین این کمربند، الگوهای متفاوتی ارائه شده است. نوگل‌سادات (۱۳۵۷) شکستگی‌های پی‌سنگی و ایجاد فضاهای کششی در اثر حرکات برشی را مکان‌هایی برای فوران‌های آتشفشانی در پهنه ارومیه - دختر می‌داند که در ائوسن به بیشترین حد خود رسیده است. همچنین محجل (۱۳۷۹) تأثیر زمین‌ساخت برشی که با فروورانش مایل پسته اقیانوسی تیس جوان به زیر ایران مرکزی در طی مزوزویک پایانی - سنوزویک آغازین در پهنه ارومیه - دختر حاکم بوده است را علت ایجاد فضاهای کششی و خروج مواد مذاب آتشفشانی از این فضاها تفسیر کرده است.

بررسی‌های پیشین انجام شده بر روی این گسل در چهارچوب تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی قم با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ (امامی، ۱۳۷۰) و کهکک با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ (قلعماش و همکاران، ۱۳۷۵) بوده است. همچنین الگوی فرونشست در گستره قم - آران مورد مطالعه قرار گرفته است (به‌ذری و امامی، ۱۳۸۳). به‌تازگی نیز یافته‌های جدیدی در مورد ساحت سنگ‌شناختی واحدهای سنگی این منطقه ارائه شده است (دیری ۱۳۸۵ و شهریاری، ۱۳۸۶).

هدف این تحقیق، بررسی عملکرد گسل بیدهند و ساختارهای مرتبط با آن است که یکی از گسل‌های با راستای شمال شمال باختر - جنوب جنوب خاور در پهنه ارومیه - دختر در جنوب قم است. ساختار سامانه گسل امتدادلغز بیدهند معرفی و ارتباط آن با چین‌های منطقه جنوب قم بررسی شده است. در این پژوهش، با

معرفی هندسه و سازوکار این سامانه گسلی و ساختارهای مرتبط با آن (مانند چین‌ها، گسل‌های فرعی)، به بررسی شواهد تغییر ساختارها در امتداد پرداخته شده است. در نهایت الگوی مراحل تکوین ساختاری این سامانه گسلی در طول فعالیت آن و چگونگی و زمان تغییر ساختارها پیشنهاد شده است.

### ۲- ابعاد گسل و روند کلی آن

گسل بیدهند بدون احتساب پایانه‌های شمالی و جنوبی به طول تقریبی ۴۳ کیلومتر، از ۳۵ کیلومتری جنوب شهر قم شروع و تا شمال خاور شهر نراق از توابع دلیجان در استان مرکزی ادامه دارد. روند این گسل شمال شمال باختر - جنوب جنوب خاور است. در این راستا، گسل ظاهری پیوسته دارد ولی در واقع از چندین قطعه گسل با راستاهای متفاوت که نسبت به هم دارای آرایش پوششی و پله‌ای هستند، تشکیل شده است (شکل ۱). گسلش راندگی در پایانه‌های گسل بیدهند در قسمت‌های شمال باختر و جنوب خاور مشاهده می‌شود. در پایانه شمال باختر، دو راندگی مشخص (T<sub>۱</sub> و T<sub>۲</sub>) با روند عمومی خاوری - باختری وجود دارد. هر کدام از راندگی‌ها، دارای شاخه‌هایی فرعی با سازوکار معکوس و امتداد لغز هستند (شکل ۱). گسل بیدهند به سمت جنوب (از روستای ابرجس تا شمال خاور شهر نراق) که فاصله‌ای حدود ۲۸ کیلومتر است، از سه قطعه گسل تشکیل یافته است. قطعه گسل مرکزی دارای روند N165 می‌باشد، اما دو قطعه گسل شمالی و جنوبی گسل بیدهند با روند N155 و به صورت موازی با هم بوده و قطعه گسل مرکزی را قطع می‌کنند. در پایانه جنوب خاوری گسل بیدهند، گسل راندگی (T<sub>۱</sub>) با روند خاوری - باختری شیب زیادی به سمت جنوب دارد (شکل ۱). گسل بیدهند در مسیر خود به‌طور عمده واحدهای آتشفشانی ائوسن نظیر توف‌های سبز رنگ و گدازه‌های آندزیتی - بازالتی، نهشته‌های سازند سرخ زیرین به سن ائوسن بالایی، سازند قم به سن الیگوسن - میوسن، سازند سرخ بالایی به سن میوسن بالایی، و توده‌های نفوذی با سن میوسن مثل گرانویدوریت‌های جنوب باختر روستای کرمجگان را تحت تأثیر قرار داده است (شکل ۲).

قدیمی‌ترین سنگ‌هایی که توسط این گسل قطع شده‌اند واحدهای توف و ماسه‌سنگ با

سن ائوسن میانی در جنوب خاور منطقه (اطراف روستای کره چار) و جوان ترین نهشته‌هایی که به صورت آشکار بریده شده‌اند، تناوب ماسه-سنگ، مارن و کنگلومرای سازند سرخ بالایی (در اطراف معدن منگنز شهرستانک) است (قلمقاش و همکاران، ۱۳۷۵).

### ۳- تقسیم‌بندی گسل

سامانه گسل بیدهند بر اساس ریخت کلی خمیده آن (Z شکل) به سه قطعه شمالی (قطعه ونارچ)، میانی (قطعه ایرجس) و جنوبی (نراق) تقسیم شده است (ندری، ۱۳۸۵). با توجه به این که عناصر ساختاری، ابزارهای ضروری شناخت دگرشکلی‌ها و دستیابی به سازوکار گسل هستند، بنابراین، به تحلیل دقیق ویژگی‌های هندسی و جنبشی گسل‌های راندگی و چین‌ها در هر قطعه پرداخته شده است. ساختارهای برداشت شده در این قطعات گسلی به همراه موقعیت آنها در نقشه ساختاری منطقه (شکل ۱) نشان داده شده است.

#### ۳-۱. قطعه شمالی (ونارچ)

قطعه شمالی شامل پایانه شمال باختری گسل بیدهند است که از ۲ کیلومتری جنوب باختر روستای ونارچ شروع و به سمت باختر در آبرفت‌های رودخانه قمرود پنهان می‌شود (شکل ۲). قطعه ونارچ طولی حدود ۱۷ کیلومتر دارد که برای این سامانه گسلی با طول ۳۸ کیلومتر، بسیار طولانی است (ندری و همکاران، ۱۳۸۵).

#### گسل‌ها

دو گسل راندگی اصلی  $T_1$  و  $T_2$  که از آنها شاخه‌های گسلی فرعی انشعاب گرفته‌اند مهم‌ترین گسل‌های موجود در این قطعه گسلی است.

**گسل  $(T_1)$ :** گسل  $(T_1)$  با روند خاوری-باختری، واحدهای توفی ائوسن (E) را بر روی واحدهای ماسه‌سنگ و مارن سازند قم (OMqs) به سن الیگوسن رانده است. این راندگی به طول تقریبی ۱۷ کیلومتر، مرز شمالی قطعه ونارچ را تشکیل می‌دهد. خش‌لغزهای اندازه‌گیری شده بر روی صفحه این گسل، سوی حرکت را به سمت آزیموت ۳۴۵ درجه نشان می‌دهد (شکل ۳).

از این گسل، گسل فرعی دیگری با روند خاوری-باختری جدا می‌شود که به سمت جنوب شیب دارد. این گسل همبری واحدهای الیگوسن سازند قم را با یک سیل بزرگ کوارتز-سینیتی (Sy) نشان می‌دهد که در بخش خمیده شمال باختری گسل بیدهند با روند به‌طور تقریب خاوری-باختری قرار گرفته است (شکل ۴). طول این توده نزدیک به ۱۸ کیلومتر و ستبرای آن به ۸۵۰-۸۰۰ متر می‌رسد. با توجه به این که این واحد کوارتز-سینیتی نهشته‌های سازند قم را قطع کرده است، زمان نفوذ آن را پس از میوسن آغازین (میوسن میانی-پایانی) ذکر کرده‌اند (سجودی، ۱۳۷۲).

**گسل  $(T_2)$ :** گسل  $T_2$  با روند تقریبی خاوری-باختری در ۶ کیلومتری جنوب گسل  $(T_1)$  واقع شده است و طولی حدود ۲۲ کیلومتر دارد. از این گسل شاخه‌های گسل راندگی دیگری در حوالی معدن منگنز شهرستانک و همچنین در شمال روستای قلعه‌چم به صورت فرعی منشعب شده‌اند. گسل  $(T_2)$  حجم وسیعی از واحدهای آندزیت-بازالتی ائوسن را بر روی واحدهای سنگ آهک سازند قم رانده است (شکل ۵-الف). این گسل دارای شیب به سمت شمال است. از شواهد جنبشی موجود در پهنه برشی این گسل می‌توان به فابریک‌های S/C اشاره کرد که سوی حرکت این گسل را به سمت آزیموت ۱۹۰ درجه نشان می‌دهد (شکل ۵-ب).

#### چین‌ها

جوان‌ترین واحدهای تشکیل دهنده چین‌های این منطقه، سنگ آهک‌های تخریبی کرم رنگ الیگوسن-میوسن سازند قم است که در بیشتر تاقدیس‌های منطقه رخنمون دارد. به‌طور کلی چین‌خوردگی‌های موجود در این منطقه به‌طور عمده دارای دوروند هستند: الف: روند شمال باختری-جنوب خاوری. این روند با روند چیره گسل بیدهند

همخوانی دارد (چین‌های شماره ۱ تا ۴ در شکل ۱).

ب: روند خاوری-باختری. این روند به‌طور عمده با روند گسل‌های راندگی موجود در این قطعه سازگار است (چین‌های شماره ۵ تا ۹ در شکل ۱).

### الف) چین‌های با روند شمال باختری-جنوب خاوری

**تاقدیس کوه میل (۱):** این تاقدیس در جاده قدیم قم-دلیجان و در شمال روستای نیزار رخنمون دارد (شکل ۱). در هسته آن واحدهای توفی سبز و ماسه‌سنگ و واحدهای گچی به همراه گدازه‌های آندزیتی-بازالتی به سن ائوسن پروتزد دارند. این تاقدیس را می‌توان با تاقدیس شمال راونج مرتبط دانست زیرا با امتداد دادن اثر سطح محوری آن به سمت جنوب خاور، به اثر سطح محوری تاقدیس شمال راونج می‌رسد. با این فرض، بزرگ‌ترین چین موجود در منطقه مورد مطالعه این تاقدیس است که اثر سطح محوری آن نزدیک به ۴۶ کیلومتر درازا دارد. اثر سطح محوری آن در روی نقشه به‌صورت خمیده (Z شکل) دیده می‌شود. مقدار شیب یال شمالی این تاقدیس در منطقه کوه میل ۲۲ تا ۳۶ درجه و در منطقه شمال راونج ۲۰ تا ۳۳ درجه به سمت شمال خاور و مقدار شیب یال جنوبی در منطقه کوه میل ۲۷ تا ۳۵ درجه و در منطقه شمال راونج به ۴۴ تا ۵۰ درجه به سمت جنوب باختر می‌رسد. شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۶۳/۰۳۰ درجه است. موقعیت محور (B) این چین بر اساس داده‌های موجود در استریوگرام ۰۲/۳۱۰ را نشان می‌دهد. این تاقدیس در بخش شمالی، حوالی کوه میل توسط رودخانه قمرود بریده شده است.

**ناودیس بیدهند (۲):** این ناودیس در خاور مسیر کهک به بیدهند قرار دارد و طول اثر سطح محوری آن به ۳ کیلومتر می‌رسد. شیب یال شمالی آن ۴۷ درجه به سمت جنوب باختر و یال جنوبی آن ۵۵ درجه به سمت شمال خاور است. این ناودیس دارای محوری با میل دوگانه است که انتهای آن توسط گسل‌های عرضی قطع شده است. روند محور آن شمال باختر-جنوب خاور و زاویه بین پهلوها در این چین ۱۱۲ درجه است که یک چین باز با سطح محوری قائم را نشان می‌دهد. موقعیت محور (B) این چین ۰۸/۱۲۵ است. شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۸۴/۰۱۵ درجه است (شکل ۱).

**تاقدیس ازناوه (۳):** این تاقدیس در شمال خاور روستای ازناوه قرار دارد. هسته این چین شامل تناوبی از توف و ماسه‌سنگ است. یال شمالی آن ۴۰ درجه به سمت شمال خاور و یال جنوبی آن ۵۰ درجه به آزیموت ۱۴۵ درجه شیب دارد. موقعیت محور (B) این چین ۰۳/۳۰۰ درجه، زاویه بین یال‌های آن ۷۰ درجه (چین بسته) و شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۷۰/۰۱۰ درجه است. واحد تشکیل دهنده یال‌ها سنگ آهک تخریبی سازند قم است (شکل ۱).

**ناودیس کهک (۴):** این ناودیس به فاصله ۲/۵ کیلومتری از تاقدیس کهک به سمت جنوب واقع شده و توسط جاده کهک به روستای ازناوه قطع شده است. در هسته آن رسوبات سازند سرخ بالایی شامل تناوبی از ماسه‌سنگ، مارن و کنگلومرای سرخ رنگ پروتزد دارند. طول اثر سطح محوری آن به ۴/۵ کیلومتر می‌رسد. یال شمالی دارای شیب ۴۰ تا ۴۵ درجه به سمت ۲۲۵ و یال جنوبی دارای شیب ۳۰ درجه به آزیموت ۰۳۰ است. موقعیت محور (B) این چین ۳۰/۱۰۹، زاویه بین پهلوها ۷۵ درجه (چین بسته) و شیب و جهت شیب سطح محوری آن ۷۰/۰۳۰ درجه است (شکل ۱).

### ب) چین‌های با روند خاوری-باختری

**تاقدیس قلعه چم (۵):** انتهای این تاقدیس در سمت باختر مسیر جاده سلفچگان به سمت نیزار قرار دارد. هسته آن را واحدهای مارن و ماسه‌سنگ مرخ از سازند سرخ زیرین تشکیل می‌دهد. شیب یال شمالی ۶۰ تا ۷۵ درجه به سمت شمال خاور و یال جنوبی ۴۰ تا ۵۰ درجه به سمت جنوب باختر است. زاویه بین یال‌ها ۱۰۶ درجه و نشانگر یک چین باز با شیب و سوی شیب سطح محوری ۸۰/۰۱۰ درجه است. موقعیت محور (B) این چین ۲۰/۲۸۵ است (شکل ۱).

باختری ۱۰ درجه اختلاف دارد. همچنین شیب قطعه گسلی بیدهند باختری به سمت شمال خاور و شیب قطعه گسلی جاسب به سمت جنوب باختری است (شکل ۸). در محل همپوشانی این دو قطعه گسلی، توده‌های نفوذی میکرودیوریت کوآرتزدار به سن میوسن پایانی در میان واحدهای سنگی آلیگوسن دیده می‌شوند.

#### چین‌ها

تعداد چین‌های این قطعه گسلی بیدهند به مراتب کمتر از چین‌های قطعه ونارچ است و با فاصله زیاد نسبت به محل صفحه گسل در باختری آن قرار دارند. خمیدگی در امتداد روند اثر سطح محوری چین‌های این قطعه با روند چیره شمال باختری- جنوب خاوری مشهود است (شماره‌های ۱۰ و ۱۱ در شکل ۱).

**تاق‌دیس فیزار (۱۰):** این تاق‌دیس به طول ۱۱ کیلومتر به موازات تاق‌دیس کوه میل و در فاصله ۳ کیلومتری باختری آن واقع شده است.

فاصله آنها از گسل بیدهند در حدود ۲۴ کیلومتر است. در هسته آن واحدهای سنگ گچ ائوسن قرار دارد. اثر سطح محور این تاق‌دیس نیز اتحنا داشته و به شکل (Z) دیده می‌شود که روند شمال باختری- جنوب خاور دارد. اندازه‌گیری‌های صورت گرفته از واحدهای سنگ آهکی این چین نشان می‌دهد که شیب یال شمال خاور ۶۵ درجه به سمت شمال خاور و شیب یال جنوب باختری ۴۵ تا ۴۵ درجه به سمت جنوب باختری است. زاویه بین یال‌ها (۴۴ درجه)، از ویژگی‌های یک چین بسته است. شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۸۵/۲۵۰ درجه و چین قائم است. موقعیت محور (B) این تاق‌دیس بر اساس داده‌های موجود در استریوگرام ۰۵/۳۱۰ درجه را نشان می‌دهد (شکل ۱).

**ناودیس راونج (۱۱):** یال‌های ناودیس راونج را تناوبی از ماسه‌سنگ و مارن ژیس دار به همراه تداخل‌هایی از کنگلومرا (Mb) تشکیل می‌دهند که مربوط به سازند سرخ بالایی هستند (شکل ۹). روند اثر سطح محوری این ناودیس نیز شمال باختری- جنوب خاور است. شیب یال شمال خاوری آن ۴۵ تا ۶۰ درجه به سمت ۲۴۰ و یال جنوب باختری آن ۱۵ تا ۲۵ درجه به آزیموت ۰۵۰ است. زاویه بین یال‌های چین ۷۲ درجه است که ویژگی‌های چین باز را نشان می‌دهد. شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۷۰/۰۵۰ درجه است (شکل ۱).

#### دایک‌ها و توده‌های نفوذی

از ساختارهای موجود در قطعه میانی گسل بیدهند می‌توان به بروززد تعداد فراوان دایک اشاره داشت. این دایک‌ها هندسه‌ای قائم داشته و روند عمده آنها ۳۲۵ درجه می‌باشد که به تقریب هم راستا با آن بوده و یا زاویه کمی را نسبت به روند گسل بیدهند نشان می‌دهند (شکل ۱۰).

ارتباط این دایک‌ها با گسل بیدهند به گونه‌ای است که با نزدیک شدن به گسل تعداد آنها بیشتر می‌شود. این موضوع در منطقه علی‌آباد به خوبی مشهود و نشانگر وابستگی آنها به سیستم شکستگی اصلی منطقه است. موازی بودن دایک‌های منطقه با هم و هندسه تقریباً قائم آنها متأثر از نیروهای کششی افقی محلی است که می‌توان به عنوان یکی از عوامل کنترل‌کننده موقعیت جایگیری این دایک‌ها در نظر گرفت. جایگیری دایک‌های منطقه به نوع سنگ‌های آتشفشانی موجود در منطقه نیز ارتباط دارد. برخی از دایک‌ها تغذیه‌کننده آتشفشان‌ها هستند (امامی، ۱۳۷۰؛ قلمقاش و همکاران، ۱۳۷۵). این دایک‌ها به لحاظ زمانی نیز متفاوت بوده و دسته‌ای که دارای روند NNW-SSE هستند، تمامی واحدهای مختلف ائوسن را قطع کرده‌اند، این دسته با اختلاف زاویه‌ای حدود ۱۰ تا ۱۵ درجه نسبت به امتداد گسل بیدهند رخنمون دارند. دسته دیگر دایک‌ها نهشته‌های آلیگوسن- میوسن را نیز قطع کرده‌اند (منطقه علی‌آباد) که به احتمال وابسته به فعالیت ماگمایی بعد از میوسن آغازین هستند.

#### ۳-۳. قطعه جنوبی (نراق)

قطعه گسلی نراق به درازای ۱۲ کیلومتر از ۷ کیلومتری شمال خاور شهر نراق شروع

**تاق‌دیس کهک (۶):** این تاق‌دیس در فاصله ۲ کیلومتری شمال باختری شهر کهک واقع شده است که هسته آن را سنگ‌های آتشفشانی ائوسن شامل گدازه‌های آندزیتی- بازالتی تشکیل می‌دهد (شکل ۶). طول اثر محوری این تاق‌دیس حدود ۳ کیلومتر و دارای روند تقریباً خاوری- باختری است. شیب یال شمالی ۴۵ تا ۵۵ درجه به سمت شمال و یال جنوبی ۴۰ درجه به سمت جنوب است. زاویه بین پهلوها ۸۵ درجه و موقعیت محور (B) ۰۵/۰۹۵ است. شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۸۴/۱۸۵ درجه است که چینی قائم را مشخص می‌کند (شکل ۱).

**تاق‌دیس شهرستانک (۷):** این تاق‌دیس در خاور معدن منگنز شهرستانک در ۴۹ کیلومتری شهر قم با روند خاوری- باختری و در فرادواره گسل T<sub>2</sub> قرار دارد. یال جنوبی این تاق‌دیس در اثر عملکرد گسل راندگی برگشته و شیبی ۴۰ درجه به سمت شمال یافته است (شکل ۷). جنس سنگ‌های چین‌خورده تناوبی از توف و شیل و گدازه‌های آندزیتی است. موقعیت محور (B) این چین ۰۵/۲۸۰ و زاویه بین یال‌های چین ۲۰ درجه است که ویژگی‌های چین تنگ را نشان می‌دهد. شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۳۸/۳۵۵ درجه است (شکل ۱).

**ناودیس سلفچگان (۸):** این ناودیس به موازات تاق‌دیس سلفچگان و به فاصله ۲ کیلومتری جنوب آن قرار دارد که در هسته آن، نهشته‌های ماسه‌سنگی و مارن ژیس دار سازند سرخ بالایی قرار دارند. یال شمالی این ناودیس برگشته بوده و دارای شیب ۵۵ تا ۷۰ درجه به سمت شمال و یال جنوبی عادی دارای شیب ۵۰ تا ۵۵ درجه به سمت شمال است (شکل ۱).

**تاق‌دیس سلفچگان (۹):** این تاق‌دیس در جنوب خاور منطقه ویژه اقتصادی سلفچگان قرار دارد که در هسته آن سنگ گچ‌های ائوسن مشاهده می‌شود. یال شمالی عادی است و شیب ۴۰ درجه به سمت شمال دارد. یال جنوبی نیز برگشته است و شیب ۴۰ تا ۵۰ درجه به سمت شمال دارد. این تاق‌دیس روند خاوری- باختری دارد و موقعیت محور (B) آن ۰۲/۲۸۰ است. شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۴۷/۰۰۰ درجه است (شکل ۱).

#### ۳-۲. قطعه میانی (ابرجس)

این قطعه گسلی معرف بخش میانی گسل بیدهند است که از روستای ابرجس تا شمال خاور روستای نراق به طول ۳۸ کیلومتر ادامه دارد. روند گسل در این قطعه، شمال باختری- جنوب خاوری است (شکل ۸). قطعه‌های گسلی عبارتند از: بیدهند خاوری، بیدهند باختری و جاسب (ندیری، ۱۳۸۵).

قطعه بیدهند خاوری از ۳ کیلومتری شمال روستای ابرجس تا جنوب روستای کرمجگان به فاصله ۱۲ کیلومتر امتداد دارد؛ این قطعه گسلی نسبت به گسل بیدهند باختری به صورت ۷ شکل قرار دارد و دره‌ای در محل مابین این دو گسل تشکیل شده که دربرگیرنده روستاهای متعددی در منطقه است. قطعه بیدهند خاوری، سنگ‌های آتشفشانی آندزیتی- بازالتی ائوسن را قطع کرده است. قطعه گسلی بیدهند خاوری در بخش شمالی خود با انحراف به سمت باختری از گسل امتداد لغز به گسل راندگی T<sub>2</sub> منتهی می‌شود. از ساختارهای مرتبط با این انحراف می‌توان به شکستگی‌ها و گسل‌های فرعی اشاره کرد که روند آنها تقریباً عمود بر روند این گسل خمیده است. گسل بیدهند باختری در ادامه، واحدهای توف سبز رنگ همراه با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگی را قطع می‌کند و حدود ۳۰ کیلومتر تا حوالی جاسب امتداد دارد. میزان جابه‌جایی واحدهای سنگی در اثر حرکت راست‌الغز این قطعه گسلی با آزیموت ۱۶۵ درجه از راه دنبال کردن واحد سنگ آهک ماسه‌ای، به عنوان لایه کلیدی در طی عملیات صحرایی و همچنین نقش و عکس‌های هوایی منطقه، حدود ۱۶ کیلومتر برآورد شد. قطعه گسلی جاسب طولی حدود ۱۱ کیلومتر و شیب و سوی شیب ۸۵/۲۳۸ درجه دارد. امتداد آن ۳۳۰ درجه و با امتداد ۳۴۰ درجه‌ای قطعه بیدهند

سلفچگان هر دو یال آنها به حالت تقریباً موازی، شیب به سمت شمال دارند. برگشتگی چین‌ها در این منطقه را می‌توان متأثر از حرکت گسل‌های راندگی واقع در پایانه فشاری گسل امتدادلغز بیدهند دانست.

تغییر روند شمال باختر- جنوب خاور در روندهای ساختاری سامانه گسل بیدهند به امتداد خاوری- باختری در پایانه شمال باختری با یک خمش آشکار در این پایانه روی داده که این خمش در راستای شمالی تا چین‌های باختر قم نیز ادامه دارد (شکل ۱۳-ه). این خمش به سمت خاور در تغییر روند تدریجی اثر سطح محوری چین‌ها از شمال باختر- جنوب خاور به روند خاوری- باختری مؤثر بوده است. حضور نهشته‌های آذرین گسترده نئوزن در منطقه سلفچگان (امامی، ۱۳۷۰) که نهشته‌های آن از نظر موقعیت چینه‌نگاری بر روی سازند سرخ بالا قرار می‌گیرد به صورت محلی در روند شمال خاور- جنوب باختر، پهنه ارومیه دختر را بریده است. این موضوع ایجاد کشش محلی را در مجموعه نهشته‌های پهنه ارومیه- دختر نشان می‌دهد (محجل، ۱۳۷۹). در شکل ۱۴، الگوی زمین‌ساختی پیشنهادی منطقه، از زمان ائوسن آغازین تا عهد حاضر به صورت نمایشی نشان داده شده است. در این الگو، گسل بیدهند یک گسل پی‌سنگی در نظر گرفته شده و با توجه به واحدهای آذرآواری- رسوبی ائوسن، فعالیت آن پیش از ائوسن روشن نیست، به طوری که این گسل می‌تواند به عنوان یک گسل پنهان تا ائوسن آغازین در منطقه وجود داشته باشد (شکل ۱۳-الف).

در ائوسن پایانی، گسل با توجه به روندی که دارد، فعالیت خود را با رخلداد بسته شدن اقیانوس تیسس جوان در بین سکوی عربی و ایران، با جابه‌جایی نهشته‌های متعلق به ائوسن در سطح ظاهر کرده و باعث جابه‌جایی راست‌بر در نهشته‌های آنتفشانی و آذرآواری ائوسن می‌شود. با حرکت در امتداد گسل، پایانه‌های گسل در محیط کششی در جنوب باختر و محیط فشاری در شمال باختر گسل شکل می‌گیرد (شکل ۱۳-ب)؛ اما دلایل ساختاری برای پایانه‌هایی مشابه برای لنگه خاوری گسل مشاهده نمی‌شود و این می‌تواند نشان‌دهنده حرکت لنگه باختری گسل در برابر لنگه خاوری آن باشد. جابه‌جایی امتدادلغز لنگه باختری نسبت به لنگه خاوری در ائوسن پایانی، باعث تشکیل شکستگی‌های دم‌اسبی یا پرمانند در پایانه کششی جنوب باختر گسل می‌شود که محلی مناسب برای جایگیری سیل‌های گابرویدیته به سن ائوسن پایانی است که در بین واحدهای توفی ائوسن زیرین است (شکل ۱۳-ج). در پایانه فشاری شمال باختر گسل بیدهند، چین‌هایی (تاق‌دیس شهرستانک، تاق‌دیس و ناودیس سلفچگان) با سطح محوری دارای شیب به سمت شمال در اثر حرکت لنگه باختری در امتداد گسل شکل می‌گیرند.

همزمان با شروع بازشدگی دریای سرخ و حرکات زمین‌ساختی اواخر نئوزن در ایران، اعمال نیروی فشاری از سوی جنوب باختر، ادامه تنش را در کل پهنه ارومیه- دختر و در نتیجه آن در منطقه جنوب قم شکل می‌دهند. در نتیجه این تنش، در سامانه گسل امتدادلغز بیدهند، جابه‌جایی بیشتر با فعال شدن شکستگی‌های با روند شمال خاور- جنوب باختر، پهنه برشی چپ بر در منطقه سلفچگان (شکل ۱۳-ه) در باختر سامانه گسل بیدهند، خمش از راستای شمال باختری- جنوب خاوری به روند خاوری- باختری پایانه شمالی و باز شدن فضای در بخش مرکزی آن برای نفوذ توده سینینی به سن سیوسن می‌شود. از طرف دیگر توده‌های نفوذی مشابه در محل‌های پله‌شدگی مرکزی در اثر جابه‌جایی در گسل بیدهند نفوذ می‌کنند (ندری و همکاران، ۱۳۸۶). در این زمان در پایانه کششی جنوب باختری، تناوب سیل‌های گابرویدیته با واحدهای ائوسن به‌طور منظم چین‌خورده (شکل ۱۳-د) و در ادامه چین خوردن با حرکت به سمت شمال خاور باعث شکل‌گیری گسل راندگی (T<sub>۱</sub>) می‌شود (شکل ۱) که شیبی زیاد به سمت جنوب دارد.

می‌شود. این قطعه معرف پایانه جنوبی گسل بیدهند است و دربرگیرنده گسل T<sub>۱</sub> با روند خاوری- باختری با شیب به سمت جنوب است (شکل ۱).

**گسل T<sub>۲</sub>**: این گسل با روند خاوری- باختری، واحدهای توف و ماسه‌ای ائوسن زیرین (E<sub>۱</sub><sup>۳</sup>) و کنگلومرای سرخ رنگ سازند سرخ زیرین را بر روی گدازه‌های آذرآواری سرخ رنگ میوسن بالایی (M<sup>۳</sup>) رانده است (شکل ۱۱). شواهد تعیین برای برش در صفحه گسلی، مثل خش لغز و ... مشاهده نشد. این گسل دارای شیبی به سمت جنوب است.

در جنوب شهر نراق و باختر گسل بیدهند، تناوب توده‌های گابرویدیته (gb) و توف‌های ماسه‌ای رخنمون دارند. شروع نفوذ سنگ‌های آذرین درونی در منطقه از ائوسن بالایی بوده که به صورت مجموعه‌ای از سیل‌های گابرویدیته در بین لایه‌های توف و ماسه‌ای ائوسن زیرین- میانی در جنوب و خاور نراق مشاهده می‌شود؛ این سیل‌ها در اثر زمین‌ساخت فشاری بعدی به‌صورت منظم و هماهنگ با هم چین‌خورده‌اند (شکل ۱۲). ترکیب این سیل‌ها، گابرویدیته است که در برخی مناطق بخش گابرویی آن چیره است و در بعضی مناطق دیگر نیز در اثر تفریق، ترکیب سنگ‌ها گرانودیوریت است (سجودی، ۱۳۷۲).

#### ۴- بحث در مورد سامانه گسل بیدهند و ارائه الگوی زمین‌ساختی

گسل بیدهند یکی از گسل‌های با روند شمال شمال باختر- جنوب جنوب خاور است که پهنه ماگمایی ارومیه- دختر را بریده است. گسل‌های هم‌راستای آن به سمت جنوب خاور، گسل‌های قم- زفره و دهشیر هستند که سازوکاری مشابه با گسل بیدهند نشان می‌دهند (محجل و پروهان، ۱۳۸۴). شواهد ساختاری ارائه شده مشخص می‌سازد که نهشته‌های مزوزویک- سنوزویک در منطقه جنوب قم با روند اثر سطح محوری شمال باختر- جنوب خاور، خود بدون در نظر گرفتن تأثیر حرکت امتداد لغز گسل بیدهند، به‌طور مستقل چین‌خورده و خمش اثر سطوح محوری این چین‌ها، نشانگر تأثیر پذیری از زمین‌ساخت برشی حاکم بر پهنه ارومیه- دختر است (نوگل سادات، ۱۳۵۷؛ محجل و پروهان، ۱۳۸۴). شواهد ساختاری موجود در پایانه‌های گسل بیدهند نشان می‌دهند که چین‌ها تنها با تنش حاصل از حرکت امتداد لغز گسل بیدهند به‌وجود نیامده‌اند. اگر گسل بیدهند را به‌طور فرضی از منطقه جنوب قم حذف کنیم، شاهد چین‌هایی با اثر سطح محوری با روند شمال باختر- جنوب خاور در منطقه خواهیم بود. هرچه به حوضه تحت تأثیر حرکت گسل امتداد لغز بیدهند نزدیک می‌شویم، تأثیر آن در تغییر راستای اثر سطوح محوری چین‌ها از روند شمال باختر- جنوب خاور، آشکارتر خودنمایی می‌کند. اگر در قطعه شمالی گسل بیدهند به روند اثرات سطوح محوری چین‌ها همچون ناودیس بیدهند (شماره ۲ در شکل ۱) و تاق‌دیس کهک (شماره ۶ در شکل ۱) دقت کنیم، مشخص است که اثرات سطوح محوری در بخش شمال خاوری گسل بیدهند، از راستای شمال باختری- جنوب خاوری موجود در ناودیس بیدهند به تدریج به سمت شمال به راستای خاوری- باختری در تاق‌دیس کهک عوض می‌شود (ندری و همکاران، ۱۳۸۵). اگر چین‌های معرفی شده تنها در اثر حرکت امتدادلغز گسل بیدهند ایجاد شده بودند، در آن صورت در منطقه شمال خاور گسل بیدهند بایستی شاهد ساختارهای کششی بودیم. در صورتی که شاهد حضور چین‌های (شماره‌های ۲، ۳، ۴ و ۶ در شکل ۱) هستیم که راستای آنها به تدریج از روند شمال باختر- جنوب خاور به موقعیت خاوری- باختری عوض می‌شود. تاق‌دیس شهرستانک چین فرادیواره‌ای گسل T<sub>۲</sub> است و تاق‌دیس و ناودیس سلفچگان را می‌توان چین‌های فرادیواره‌ای در ارتباط با گسل راندگی T<sub>۱</sub> در پایانه فشاری شمال باختر گسل بیدهند در نظر گرفت. این چین‌ها نسبت به چین‌های دورتر از پایانه، فشردگی بیشتری نشان می‌دهند، به اندازه‌ای که در تاق‌دیس و ناودیس

۶- نتیجه گیری

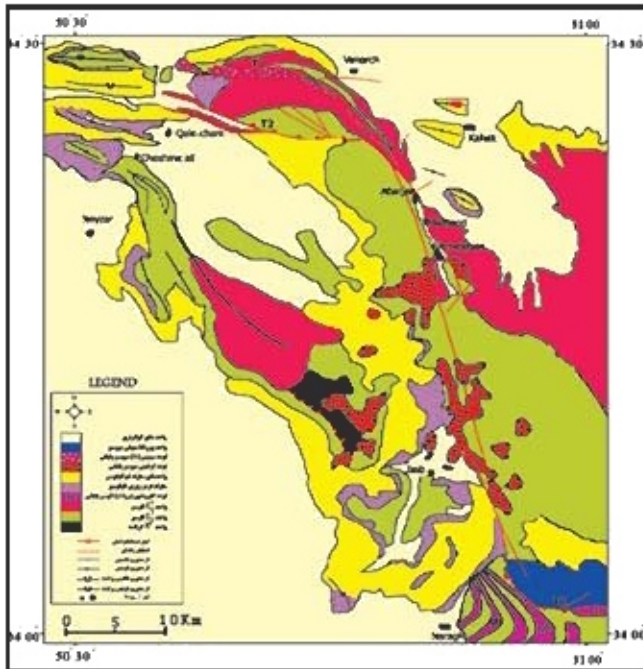
شواهد ساختاری در سامانه گسل امتدادلغز یبختند نشان می دهد که مناطق فشاری و کششی گسترده در لنگه باختری رخ داده است و ساختارهای قریه آنها در بخش خاوری وجود ندارد. این موضوع می تواند نشانگر حرکت لنگه باختری در برابر لنگه خاوری باشد.

چین خوردگی در نهشته های منطقه فقط متأثر از حرکت امتدادلغز این گسل نبوده و تغییر در راستای روند آنها متأثر از تغییر در امتداد گسل یبختند بوده است. در اثر تنش های اعمال شده می رسن به پهنه پهنه شمال خاوری- جنوب باختری سلمهنگان با جابه جایی چپ به راست (خلات سوی جابه جایی در گسل یبختند) با ظهور

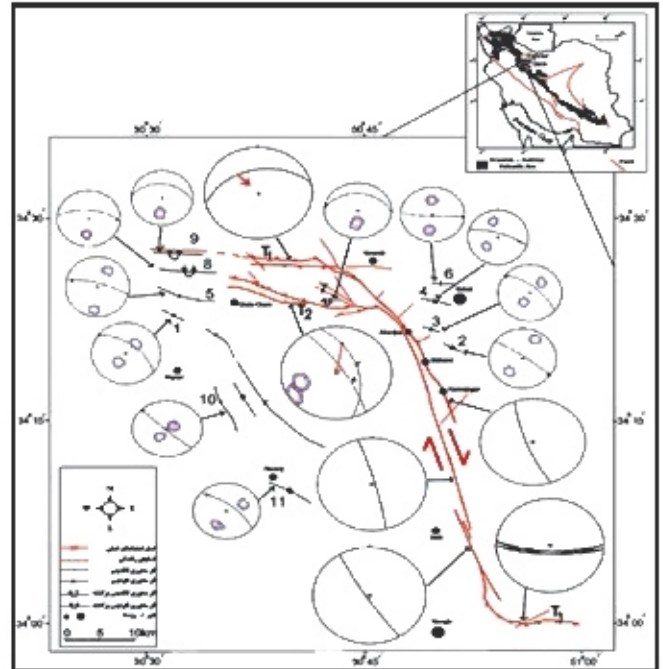
نهشته های گسترده آذرین با سن نئوژن در مسیر آن به احتمال زیاد سبب خمش ساختارهای پایانه شمال باختری از روند شمال باختری- جنوب خاوری به روند خاوری- باختری شده است و سیل های گابروید پررنگی در منطقه کششی جنوب باختری چین خورده و به سمت شمال خاوری رانده شده اند.

سیاسکناوری

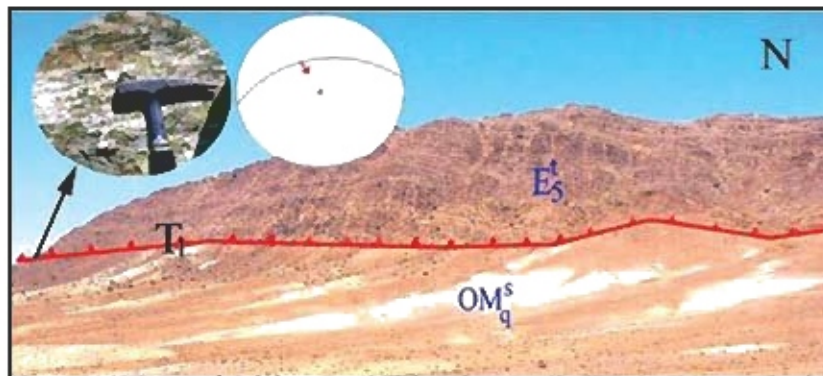
نگارندگان از دانشگاه تربیت مدرس برای تأمین امکانات صحرائی و از بنیاد شهید و امور ایثارگران شهرستان دیبجان برای اسکان در منطقه، همکاری و قدردانی می کنند.



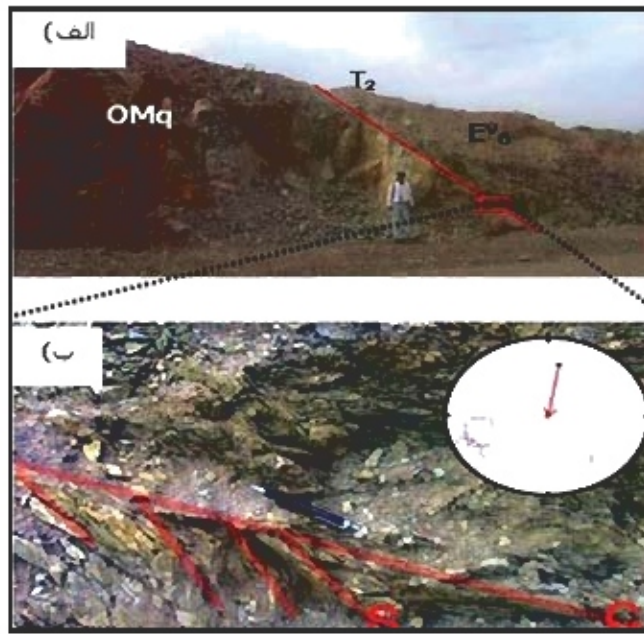
شکل ۲- نقشه زمین شناسی ساده شده ورله ۱:۱۰۰۰۰۰ (با تفسیرات از لطفانی و همکاران، ۱۳۷۵).



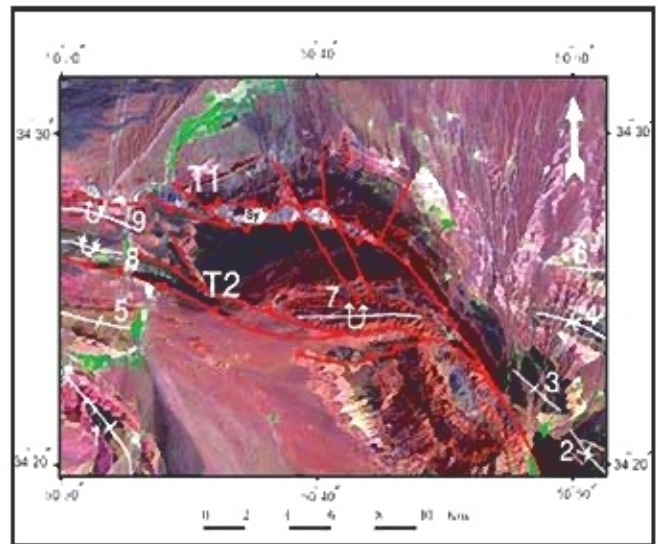
شکل ۱- موقعیت پهنه ماگمای ارومیه- دخر و محاطه مورد مطالعه در نقشه ایران، برگرفته از آقاباتی (۱۳۸۳)، با فلدکی تغییرات (۱۹۸۰). نقشه ساختاری سامانه گسل امتداد لغز یبختند، برگرفته از ۱:۱۰۰۰۰۰ (پایین). اندازه گیری های موجود از میانگین سلیفات گسلی و سطح معروری چین های بخش لغز گسلی و سلیفات B-C در پهنه گسلی است که به وسیله پلات در استروگرامها نمایش داده شده اند.



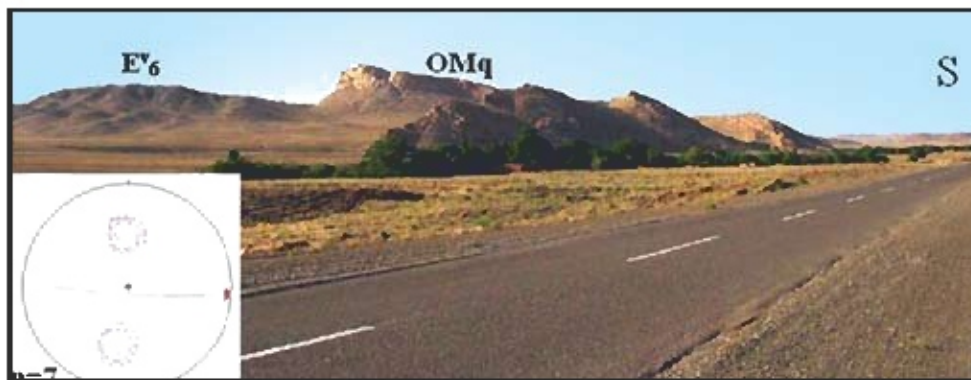
شکل ۳- راندگی II با مورفت ۵۵۳۳۵ و بخش لغز یا مورفت ۵۲۳۲۴ با سوی حرکت به سمت جنوب خاوری (حروف اختصاری واحدهای سنگی از نقشه زمین شناسی کهنک، لطفانی و همکاران (۱۳۷۵) اخذ شده است).



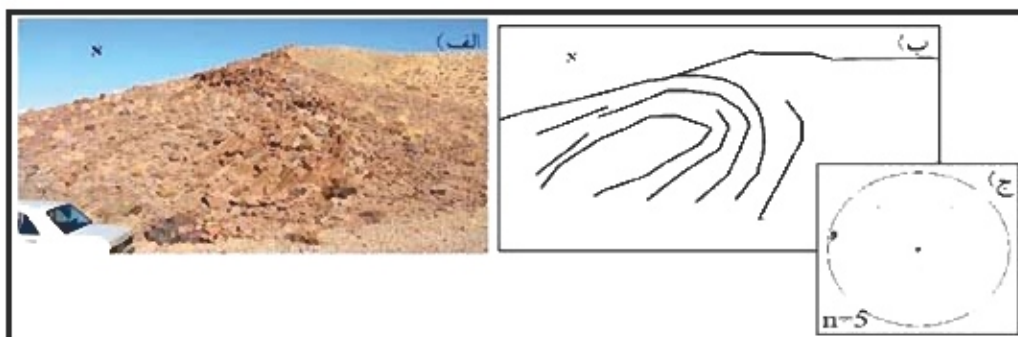
شکل ۵- الف) رانندگی  $T_2$  با شیب به سمت NNB. دید به سمت شمال یاختره (b)؛  
 گذاره‌های آتشفشانی-بازالتی (OMq) واحد سنگ آهک و ماری آلگوسن  
 ب) همسایه‌های گسلی و ظایریک‌های C/S در درون پهنه گسلی  $T_2$  که سوی حرکت به سمت  
 آزیسوت ۱۹۰ درجه را نشان می‌دهند (دید به سمت یاختر).



شکل ۶- تصویر ماهواره‌ای تکست ۷، قطعه شمالی گسل بیهند،  $T_1$  و  $T_2$  رانندگی‌های اصلی  
 در قطعه شمالی، (Sf) نوده سینتی، ابعاد ۹۵۱۱ مرفیوت چین‌های منطه است که مشخصات  
 آنها در متن آمده است.



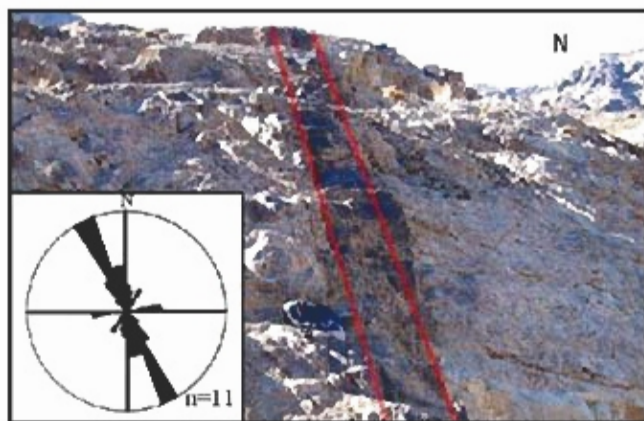
شکل ۷- تالذیس کهکده در مسیر کهکده به روستای بیهند (دید به سمت جنوب) استرئوگرام آن.



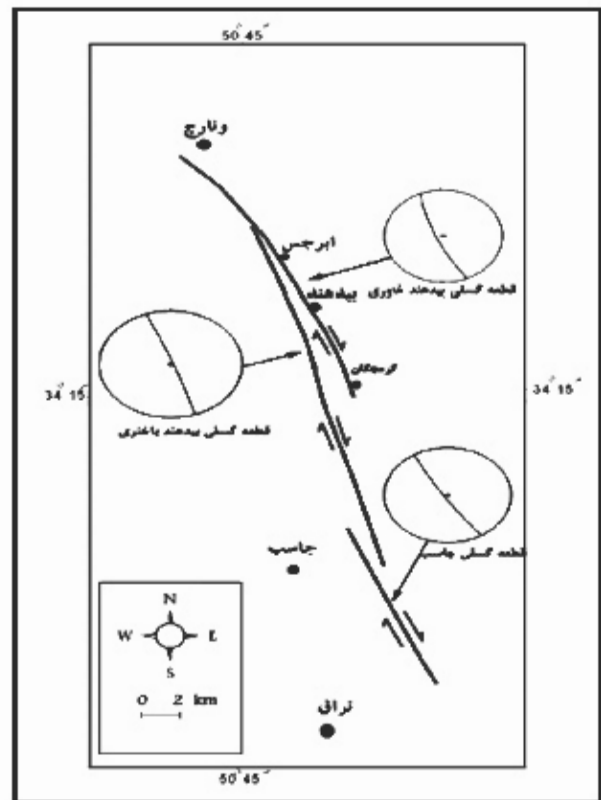
شکل ۸- الف) یرش عرضی تالذیس شهرستانکه (ب) طرح شماتیک آن (ج) تصویر استرئوگرافیکی تالذیس.



شکل ۹- یال خاوری ناردیس واونج و تصویر استریوگرافیکی آن. موقعیت محور (B) این ناردیس بر اساس داده‌های موجود در استریوگرام ۲۰۳۳۵ درجه را نشان می‌دهد.



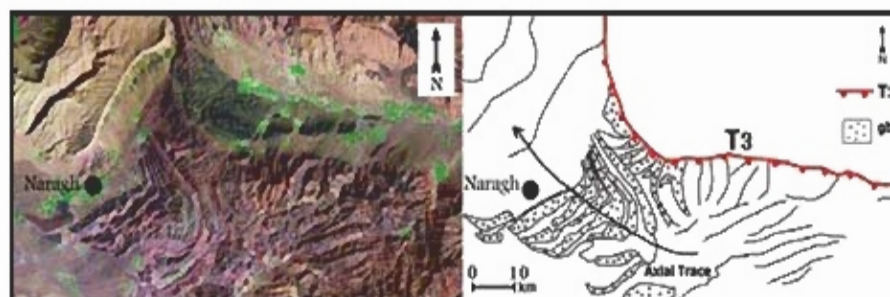
شکل ۱۰- نمونه‌ای از دایکته‌های منطقه با روند شمال شمال باختر- جنوب جنوب خاوری به همراه نمودار گلسرخی از روند دایکته‌های منطقه مورد مطالعه.



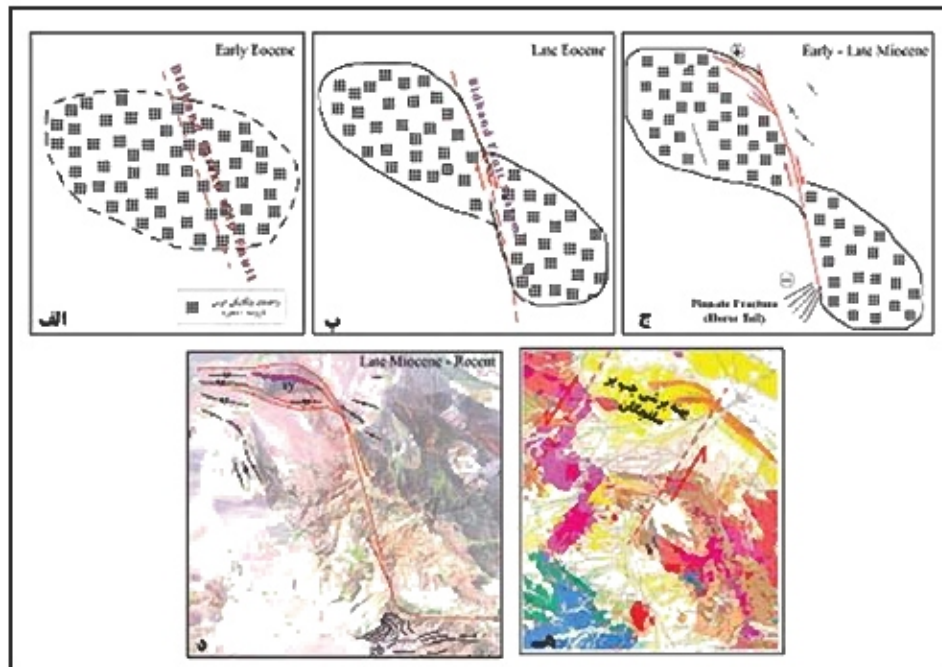
شکل ۸- قطعه میانی (ابرچسبی). قطعات گسلی به همراه مقدار میانگین شیب و جهت شیب گسل در هر قطعه بر روی شبکه استریوگرام نشان داده شده است.



شکل ۱۱- گسل T<sub>3</sub> با روند خاوری- باختری که شیبی به سمت جنوب دارد.



شکل ۱۲- تصویر ماهواره‌ای تلسمت ۷ از پایانه جنوبی گسل پیدهند- چین خوردگی، تناوبی از سیل‌ها با ترکیب گهروندپوشی و توف (سمت چپ) و نمای شمالی آن (سمت راست) در جنوب خاوری ترقه.



شکل ۱۲- الگوی پیشنهادی زمین‌ساختی برای سامانه گسل یخست از اوسن تا عهد حاضر؛ الف) اوسن آخرین؛ ب) اوسن پایانی؛ ج) میوسن؛ د) میوسن پایانی تا عهد حاضر؛ ه) موقعیت پهنه یرش چپ بر سلسله‌کوه در نقشه زمین‌شناسی قم با مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ (امالی ۱۳۷۰) نشان داده شده است.

### کتابنگاری

- آتابائی، س. ح.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
- امالی، م.، ۱۳۷۰- شرح نقشه زمین‌شناسی چهارگوش قم، مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، ۱۷۹ ص.
- پرویزی، س.، امالی، م.، ۱۳۸۳- الگوی ساختاری فرونشست قم - آران، فصلنامه علوم زمین، سال یازدهم، شماره ۴۹-۵۰، ص ۷۲-۶۲.
- دیپیری، و.، ۱۳۸۵- ژئوشیمی و پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی شمال غرب کاشان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی - پترولوژی، دانشگاه تربیت مدرس.
- سجودی کیسیمی، ح.، ۱۳۷۲- بررسی زمین‌شناسی و پترولوژی سنگ‌های آذرین جنوب قم (منطقه تراق، یخست)، رساله دکتری، در زون ارومیه-دختر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد پترولوژی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- شهریاری، ش.، ۱۳۸۶- ژئوشیمی و پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی شمال شرق تراق، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی - پترولوژی، دانشگاه تربیت مدرس.
- قلیقاش، ج.، بحرودی، ع.، فردی، م.، ۱۳۷۵- نقشه زمین‌شناسی چهارگوش کهک، مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
- محبوب، م.، ۱۳۷۹- نقش فضا‌های کشتی نردبانی (en-echelon) در فعالیت سنگ‌های آذرین در منطقه کاشان- لردستان، الگوی برای شکل‌گیری کمان ماگمایی ارومیه-دختر، نوزدهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.
- محبوب، م.، پروهان، ذ.، ۱۳۸۳- تنه و سیمانتیک سامانه گسل قم- زفره و اهمیت آن در زمین‌ساخت ترافشاری، فصلنامه علوم زمین، سال دوازدهم، شماره ۵۶، ص ۸۳-۷۲.
- نوری، ر.، ۱۳۸۵- تحلیل هندسی و جنبشی سامانه گسل یخست (جنوب قم)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی - تکونیک، دانشگاه تربیت مدرس.
- نوری، ر.، محبب، م.، بحرودی، ع.، ۱۳۸۵- چرخش در ساختار شمالی گسل یخست (جنوب قم)، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۲۵۲.
- نوری، ر.، محبب، م.، یگانه، فر.، ۱۳۸۶- مهاجرت صفحه گسل در سیستم گسلی امتدادلغز یخست (جنوب قم) متأثر از چرخش پادساعتگرد، مجموعه مقالات یازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ص ۵۱۶-۵۱۲.
- نوگل سادات، م. ح.، ۱۳۵۷- منطقه‌های یرش و خمیدگی ساختاری در ایران، دستاوردهای تحلیل ساختاری لایحه لم، گزارش شماره ۵۵ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

### References

Barberism, M. & King, G. C. P., 1981- Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Can. Jour. Earth Sci.* 18, pp. 210-265.



## Bidband Strike-Slip Fault System (South Qom)

E. Naderi<sup>\*</sup>, M. Mohajjel & A. Bahroudi<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Tectonic Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

<sup>\*</sup>Mine Department, Faculty of Engineering, Tehran University, Tehran, Iran

Received: 2007 May 07

Accepted: 2008 September 10

### Abstract

The NNW-SSE striking Bidband strike-slip fault system cut and displaced the Cenozoic volcanic and sedimentary rocks of the Urumieh-Dokhtar magmatic arc in south Qom. Structural evidences show that at least 16 km horizontal displacement in the Eocene volcanics has been caused due to dextral strike-slip movement along this fault. The compressional and extensional tectonizations were developed at the western block and not observed at the eastern one. The reverse and thrust faults associated with the drag folds were generated in the northeastern compressional tectonization and gabbroic sills were intruded in the southwestern extensional tectonization. Younger syenitic and granitic intrusives (Miocene) were intruded in the recent stage of the northern compressional tectonization and releasing zones along the curved straight segments of the Bidband fault. Sillharic sills in the extensional tectonization at the south-western area of the Bidband fault were folded and thrust towards northeast due to the later deformational events.

**Key words:** Structural analysis, Bidband strike-slip fault system, Urumieh-Dokhtar magmatic arc, South Qom.

For Further Version see pages 177 to 184

<sup>\*</sup>Corresponding author: E. Naderi; E-mail: Naderi@modares.ac.ir