

سامانه گسل امتدادلغز بیدهند (جنوب قم)

روح الله ندری^{۱*}، محمد محجل^۱ و عباس بحرودی^۲

^۱گروه تکتونیک دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
^۲دانشکده 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 چین خوردگی در پایانه فشاری و نفوذ سیل‌های (Sills) گابرویدی 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 گابرویدی چین خورده 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

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_1 و T_2) 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 ۳۸ 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_3) 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 گرانودیوریت‌های 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

سامانه گسل امتدادلغز بیدهند، مجموعه سنگ‌های پهنه ماگمایی ارومیه- دختر را در جنوب شهر قم بریده است. این پهنه با دربرگرفتن ستبرای قابل توجهی از رسوبات آتشفشانی (بیش از ۴ کیلومتر)، به موازات زمین‌درز 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 فروانش مایل پوسته 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 کهک با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ (قلمقاش و همکاران، ۱۳۷۵) بوده است. همچنین الگوی فرونشست در گستره قم- آران مورد مطالعه قرار گرفته است (بوذری و امامی، ۱۳۸۳). به‌تازگی نیز یافته‌های جدیدی در مورد مباحث سنگ‌شناختی واحدهای سنگی این منطقه ارائه شده است (دبیری 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

همخوانی دارد (چین های شماره ۱ تا ۴ در شکل ۱).

ب: روند خاوری-باختری. این روند به طور عمده با روند گسل های راندگی موجود در این قطعه سازگار است (چین های شماره ۵ تا ۹ در شکل ۱).

الف) چین های 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 ماسه سنگ و واحدهای گچی به همراه گدازه های آندزیتی-بازالتی به سن ائوسن برونزد دارند. این تاقدیس را می توان 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 می رسد. با این فرض، بزرگ ترین 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 به صورت خمیده (Z شکل) دیده می شود. 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 می رسد. شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۶۳/۰۳۰ درجه است. موقعیت محور (β) این چین بر اساس داده های موجود در استریوگرام ۰۲/۳۱۰ را نشان می دهد. 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 می رسد. 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 گسل های 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 می دهد. موقعیت محور (β) 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 ماسه سنگ است. یال شمالی آن ۴۰ درجه به سمت شمال خاور و یال جنوبی آن ۵۰ درجه به آزیموت ۱۴۵ درجه شیب دارد. موقعیت محور (β) این چین ۰۳/۳۰۰ درجه، زاویه بین یال های آن ۷۰ درجه (چین بسته) و شیب و سوی شیب سطح محوری آن ۷۰/۰۱۰ درجه است. واحد تشکیل دهنده یال ها 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 ماسه سنگ، مارن و کنگلومرای سرخ رنگ برونزد دارند. طول اثر سطح محوری آن به ۴/۵ کیلومتر می رسد. یال شمالی دارای شیب ۴۰ تا ۴۵ درجه به سمت ۲۲۵ و یال جنوبی دارای شیب ۳۰ درجه به آزیموت ۰۳۰ است. موقعیت محور (β) 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) چین های 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 ماسه سنگ سرخ از سازند سرخ زیرین تشکیل می دهد. 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 یال ها ۱۰۶ درجه و نشانگر یک چین باز با شیب و سوی شیب سطح محوری ۸۰/۰۱۰ درجه است. موقعیت محور (β) این چین ۲۰/۲۸۵ است (شکل ۱).

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

۳- تقسیم بندی گسل

سامانه گسل بیدهند بر اساس ریخت کلی خمیده آن (Z شکل) به سه قطعه شمالی (قطعه ونارچ)، میانی (قطعه ابرجس) و جنوبی (نراق) تقسیم شده است (ندری، ۱۳۸۵). با توجه به این که عناصر ساختاری، ابزارهای ضروری شناخت دگرشکلی ها و دستیابی به سازوکار گسل هستند، بنابراین، به تحلیل دقیق ویژگی های هندسی و جنبشی گسل های راندگی و چین ها 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 آبرفت های رودخانه قمرود پنهان می شود (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).

گسل ها

دو گسل راندگی اصلی T_1 و T_2 که از آنها شاخه های گسلی فرعی انشعاب گرفته اند مهم ترین گسل های موجود در این قطعه گسلی است.

گسل (T_1): گسل (T_1) با روند خاوری-باختری، واحدهای توفی ائوسن (E_1^s) را بر روی واحدهای ماسه سنگ و مارن سازند قم (OMqs) به سن الیگوسن رانده است. این راندگی به طول تقریبی ۱۷ کیلومتر، مرز شمالی قطعه ونارچ را تشکیل می دهد. خش لغزهای اندازه گیری شده بر روی صفحه این گسل، سوی حرکت را به سمت آزیموت ۳۴۵ درجه نشان می دهد (شکل ۳).

از این گسل، گسل فرعی دیگری با روند خاوری-باختری جدا می شود که به سمت جنوب شیب دارد. این گسل همبری واحدهای الیگوسن سازند قم را با یک سیل بزرگ کوارتز-سینیتی (Sy) نشان می دهد که در بخش خمیده شمال باختری گسل بیدهند با روند به طور تقریب خاوری-باختری قرار گرفته است (شکل ۴). طول این توده نزدیک به ۱۸ کیلومتر و ستبرای آن به ۸۵۰-۸۰۰ متر می رسد. با توجه به این که این واحد کوارتز-سینیتی نهشته های سازند قم را قطع کرده است، زمان نفوذ آن را پس از میوسن آغازین (میوسن میانی-پایانی) ذکر کرده اند (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 شاخه های گسل راندگی دیگری در حوالی معدن منگنز شهرستانک و همچنین در شمال روستای قلعه چم به صورت فرعی منشعب شده اند. 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 می توان به فابریک های S/C اشاره کرد که سوی حرکت این گسل را به سمت آزیموت ۱۹۰ درجه نشان می دهد (شکل ۵-ب).

چین ها

جوان ترین واحدهای تشکیل دهنده چین های این منطقه، سنگ آهک های تخریبی کرم رنگ الیگوسن-میوسن سازند قم است که در بیشتر تاقدیس های منطقه رخنمون دارد. به طور کلی چین خوردگی های موجود در این منطقه به طور عمده دارای دوروند هستند: الف-روند شمال باختری- جنوب خاوری. این روند با روند چیره گسل بیدهند

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

چین‌ها

تعداد چین‌های این قطعه گسلی بیدهند به مراتب کمتر از چین‌های قطعه وناچ است و با فاصله زیاد نسبت به محل صفحه گسل در باختر 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 نیزار (۱۰): این تاق‌دیس به طول ۱۱ کیلومتر به موازات تاق‌دیس کوه میل و در فاصله ۳ کیلومتری باختر 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 انحنای داشته و به شکل (Z) دیده می‌شود که روند شمال باختر- 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 باختر ۳۵ تا ۴۵ درجه به سمت جنوب باختر 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 (β) 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 ژپس دار به همراه تداخل‌هایی از کنگلومرا (Ms) تشکیل می‌دهند که مربوط به سازند سرخ بالایی هستند (شکل ۹). روند اثر سطح محوری این ناودیس نیز شمال باختر- 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 بروزند 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 کنترل کننده موقعیت جایگیری این دایک‌ها در نظر گرفت. جایگیری دایک‌های منطقه به نوع سنگ‌های آتشفشانی موجود در منطقه نیز ارتباط دارد. برخی از دایک‌ها تغذیه کننده 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 الیگوسن- 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 باختر 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 (β) 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 T₂ 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 (β) 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 ژپس 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 (β) 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 (ندری، 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 V 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 باختر از گسل امتداد لغز به گسل راندگی T₁ 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 نقشه و عکس‌های هوایی منطقه، حدود ۱۶ کیلومتر برآورد شد. قطعه گسلی جاسب طولی حدود ۱۱ کیلومتر و شیب و سوی شیب ۸۵/۲۸۰ 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 نئوژن 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 ۱۳، 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 پی‌سنکی 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 رخداد بسته شدن اقیانوس تیتیس جوان در بین سکوی عربی و ایران، با جابه‌جایی نهشته‌های متعلق به ائوسن در سطح ظاهر کرده و باعث جابه‌جایی راست‌بر در نهشته‌های آتشفشانی 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 دم اسبی یا پرمانند در پایانه کششی جنوب باختر گسل می‌شود که محلی مناسب برای جایگیری سیل‌های گابرودیوریتی 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 نئوژن 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 سینیتی به سن میوسن می‌شود. از طرف دیگر توده‌های نفوذی مشابه در محل‌های پلشدگی مرکزی در اثر جابه‌جایی در گسل بیدهند نفوذ می‌کنند (ندری و همکاران، ۱۳۸۶). در این زمان در پایانه کششی جنوب باختری، تناوب سیل‌های گابرودیوریتی با واحدهای ائوسن به طور منظم چین خورده (شکل ۱۳-د) و در ادامه چین خوردن با حرکت به سمت شمال خاور باعث شکل‌گیری گسل راندگی (T_3) می‌شود (شکل ۱) که شیبی زیاد به سمت جنوب دارد.

می‌شود. این قطعه معرف پایانه جنوبی گسل بیدهند است و دربرگیرنده گسل T_3 با روند خاوری- باختری با شیب به سمت جنوب است (شکل ۱).

گسل T_3 : این گسل با روند خاوری- باختری، واحدهای توف و ماسه‌ای ائوسن زیرین (E_3^{ts}) و کنگلومرای سرخ رنگ سازند سرخ زیرین را بر روی گدازه‌های آذرآواری سرخ رنگ میوسن بالای (M^{ts}) 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 گابرودیوریتی (gb) و توف‌های ماسه‌ای رختمون دارند. شروع نفوذ سنگ‌های آذرین درونی در منطقه از ائوسن بالایی بوده که به صورت مجموعه‌ای از سیل‌های گابرودیوریتی در بین لایه‌های توف و ماسه‌ای ائوسن زیرین- میانی در جنوب و خاور نراق مشاهده می‌شود؛ این سیل‌ها در اثر زمین‌ساخت فشاری بعدی به صورت منظم و هماهنگ با هم چین خورده‌اند (شکل ۱۲). ترکیب این سیل‌ها، گابرودیوریتی 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 هم راستای 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 مزوزوییک- سنوزوییک در منطقه جنوب قم با روند اثر سطح محوری شمال باختر- جنوب خاور، خود بدون در نظر گرفتن تأثیر حرکت امتداد لغز گسل بیدهند، به طور مستقل چین خورده 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 به وجود نیامده‌اند. اگر گسل بیدهند را به طور فرضی از منطقه جنوب قم حذف کنیم، شاهد چین‌هایی با اثر سطح محوری با روند شمال باختر- جنوب خاور در منطقه خواهیم بود. هر چه 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 موقیعت خاوری- باختری عوض می‌شود. تاق‌دیس شهرستانک چین فرادیواره‌ای گسل T_2 است و تاق‌دیس و ناودیس سلفچگان را می‌توان چین‌های فرودیواره‌ای در ارتباط با گسل راندگی T_1 در پایانه فشاری شمال باختر گسل بیدهند در نظر گرفت. این چین‌ها نسبت به چین‌های دورتر از پایانه، فشاردگی بیشتری نشان می‌دهند، به اندازه‌ای که در تاق‌دیس و ناودیس

۶- نتیجه گیری

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

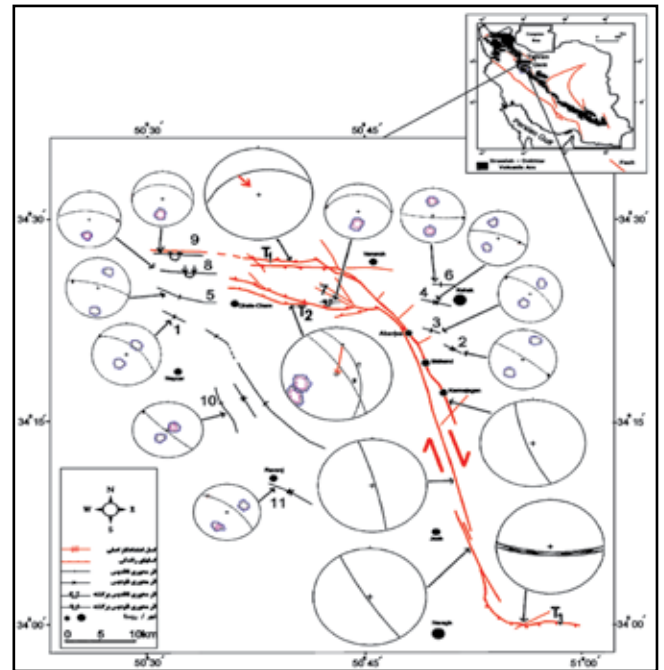
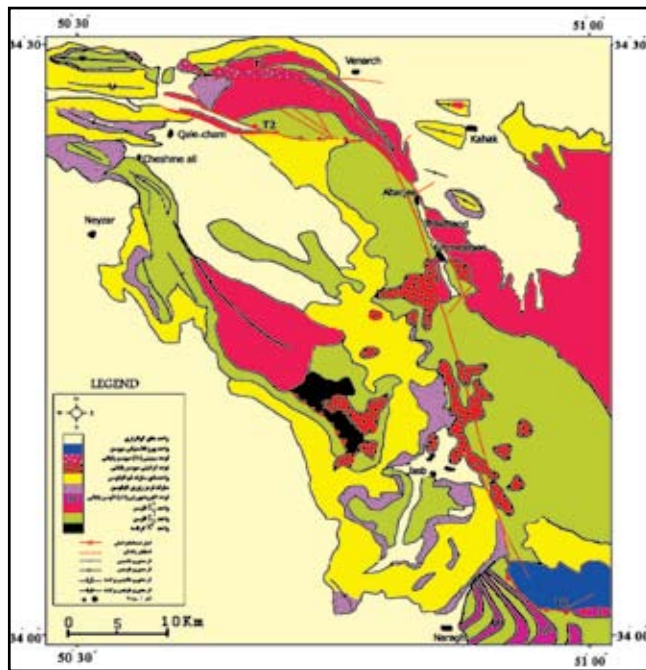
- چین خوردگی در نهشته های منطقه فقط متأثر از حرکت امتدادلغز این گسل نبوده و تغییر در راستای روند آنها متأثر از تغییر در امتداد گسل بیدهند بوده است.

- در اثر تنش های اعمال شده میوسن به بعد پهنه شمال خاوری- جنوب باختری سلفچگان با جابه جایی چپ بر (خلاف سوی جابه جایی در گسل بیدهند) با ظهور

نهشته های گسترده آذرین با سن نوژن 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 گابرویدی در منطقه کششی جنوب باختری چین خورده و به سمت شمال خاوری رانده شده اند.

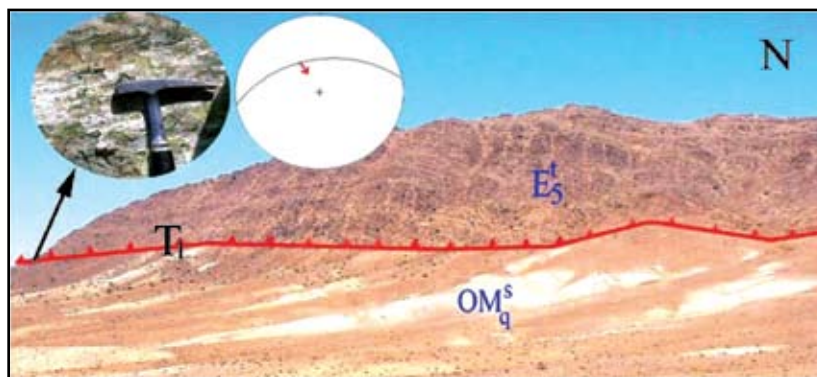
سیاسکزاری

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

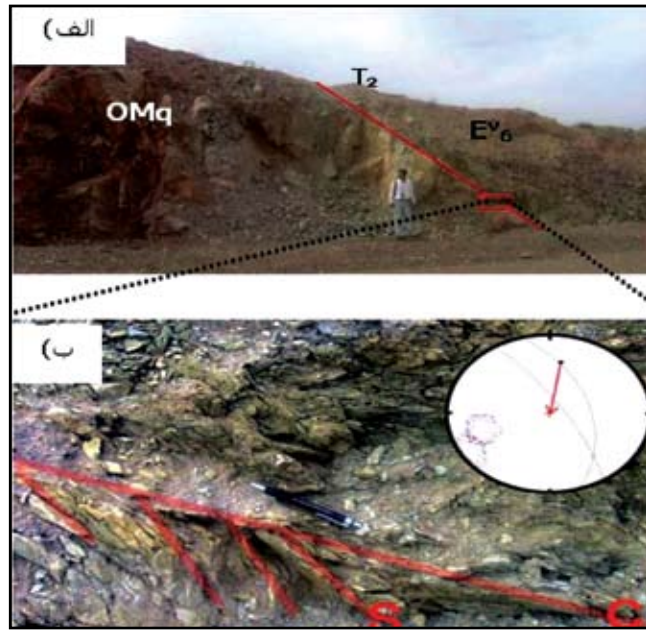


شکل ۲- نقشه زمین شناسی ساده شده ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ کهک (با تغییرات از قلمقاش و همکاران، ۱۳۷۵).

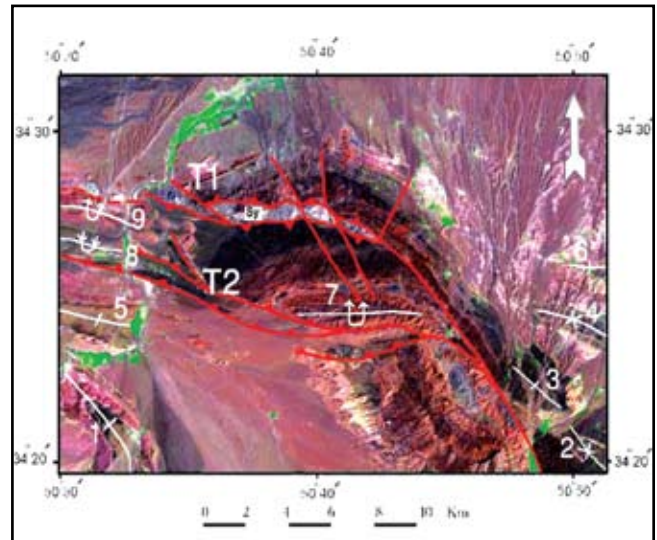
شکل ۱- موقعیت پهنه ماگمایی ارومیه- دختر و محدوده مورد مطالعه در نقشه ایران، برگرفته از آقائباتی (۱۳۸۳)، با اندکی تغییرات (بالا). نقشه ساختاری سامانه گسل امتداد لغز بیدهند، برگرفته از ۱:۱۰۰۰۰۰ کهک (پایین). اندازه گیری های موجود، از میانگین صفحات گسلی و سطح محوری چین ها، خشل لغز گسلی و صفحات S-C در پهنه گسلی است که به وسیله پلات در استروگرامها نمایش داده شده اند.



شکل ۳- راندگی T₁، با موقعیت ۵۵/۳۵۰ و خشل لغز با موقعیت ۵۳/۳۲۳ با سوی حرکت به سمت جنوب خاوری (حروف اختصاری واحدهای سنگی از نقشه زمین شناسی کهک، قلمقاش و همکاران (۱۳۷۵)، اخذ شده است).



شکل ۵- الف) راندگی T_2 با شیب به سمت NNE. دید به سمت شمال باختر؛ (E_6^v):
 گذازه های آندزیتی - بازالتی؛ (OMq): واحد سنگ آهک و مارنی الیگوسن
 ب) عدسی های گسلی و فابریک های C/S در درون پهنه گسلی T_2 که سوی حرکت به سمت
 آزمون ۱۹۰ درجه را نشان می دهند (دید به سمت باختر).



شکل ۴- تصویر ماهواره ای لندست ۷، قطعه شمالی گسل بیدهند، T_1 و T_2 راندگی های اصلی
 در قطعه شمالی، (Sy) توده سینیتی، اعداد ۱ تا ۹ موقعیت چین های منطقه است که مشخصات
 آنها در متن آمده است.



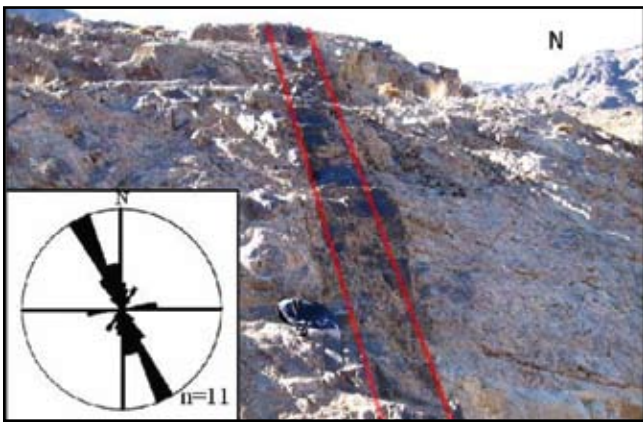
شکل ۶- تاقدیس کهک در مسیر کهک به روستای بیدهند (دید به سمت جنوب) و استریو گرام آن.



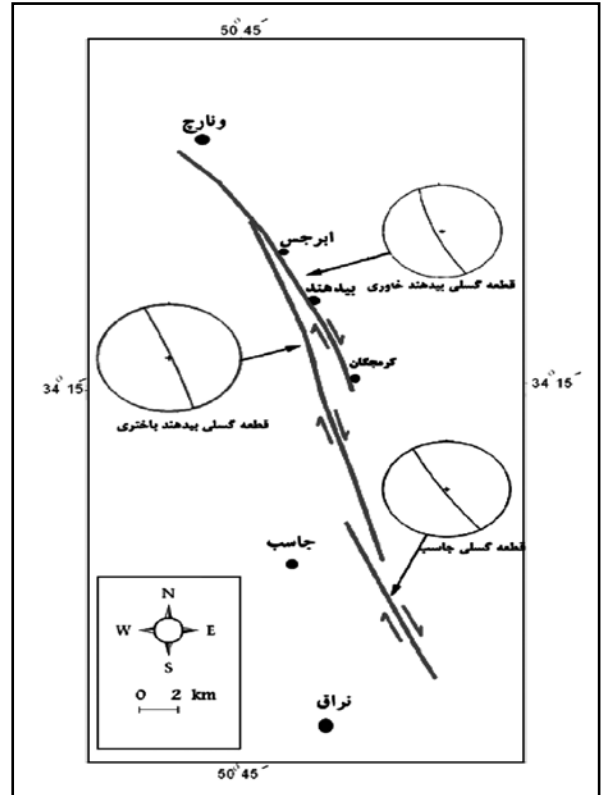
شکل ۷- الف) برش عرضی تاقدیس شهرستانک؛ ب) طرح شماتیک آن؛ ج) تصویر استریو گرافیکی تاقدیس.



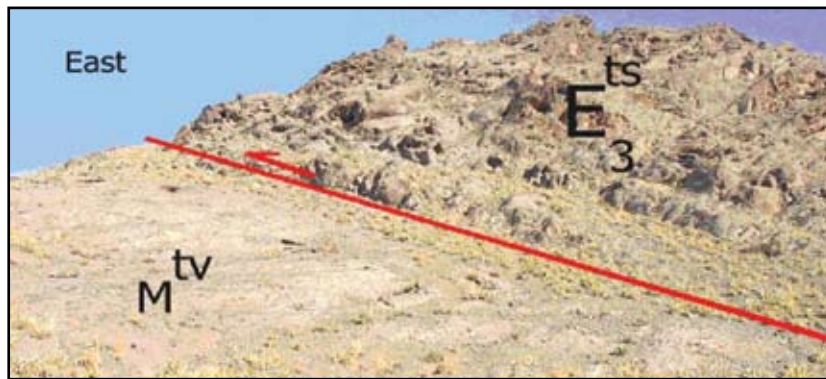
شکل ۹- یال خاوری ناودیس راوینج و تصویر استریوگرافیکی آن. موقعیت محور (β) این ناودیس بر اساس داده‌های موجود در استریوگرام ۲۰/۳۴۵ درجه را نشان می‌دهد.



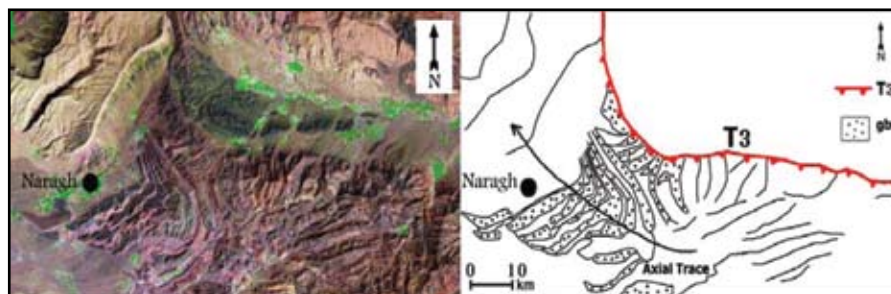
شکل ۱۰- نمونه‌ای از دایک‌های منطقه با روند شمال شمال باختر- جنوب جنوب خاور به همراه نمودار گل سرخی از روند دایک‌های منطقه مورد مطالعه.



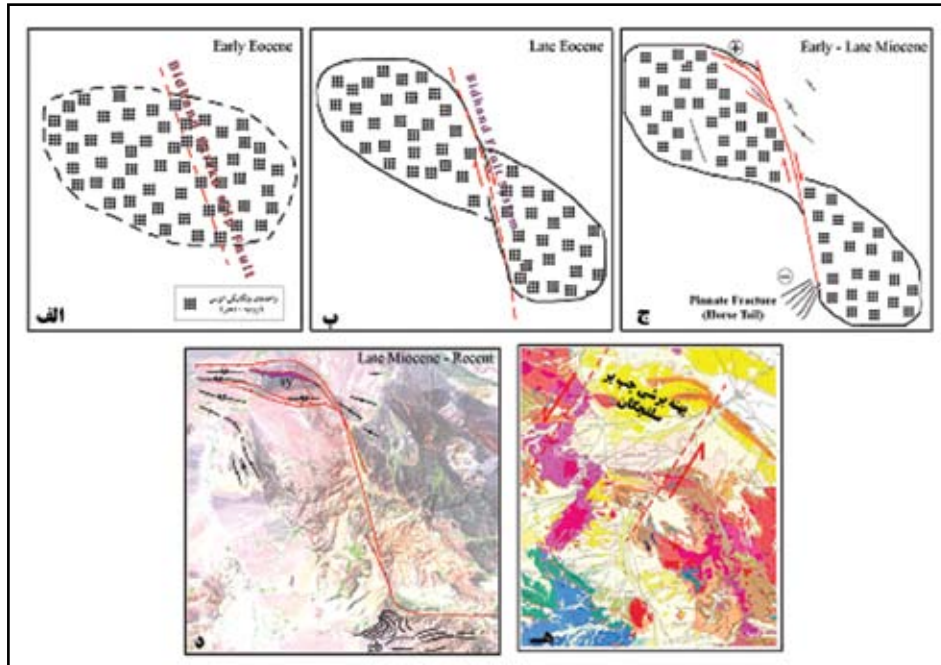
شکل ۸- قطعه میانی (ابر جسی). قطعات گسلی به همراه مقدار میانگین شیب و جهت شیب گسل در هر قطعه بر روی شبکه استریوگرام نشان داده شده است.



شکل ۱۱- گسل T₃ با روند خاوری- باختری که شیبی به سمت جنوب دارد.



شکل ۱۲- تصویر ماهواره‌ای لندست ۷ از پایانه جنوبی گسل بیدهند- چین خوردگی تناوبی از سیل‌ها با ترکیب گابرو دیوریتی و توف (سمت چپ) و نمای شماتیکی آن (سمت راست) در جنوب خاور نراق.



شکل ۱۳- الگوی پیشنهادی زمین‌ساختی برای سامانه گسل بیدهند از ائوسن تا عهد حاضر؛ الف) ائوسن آغازین؛ ب) ائوسن پایانی؛ ج) میوسن؛ د) میوسن پایانی تا عهد حاضر؛ ه) موقعیت پهنه برشی چپ بر سلفچگان در نقشه زمین‌شناسی قم با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ (امامی ۱۳۷۰) نشان داده شده است.

کتابنگاری

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۸۳- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
- امامی، م.ه.، ۱۳۷۰- شرح نقشه زمین‌شناسی چهارگوش قم، مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، ۱۷۹ ص.
- بوذری، س.، امامی، م.ه.، ۱۳۸۳- الگوی ساختاری فرونشست قم - آران، فصلنامه علوم زمین، سال یازدهم، شماره ۴۹-۵۰، ص ۷۷-۶۲.
- دیبری، ر.، 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 نراق، بیدهند، سد پانزده خرداد) در زون ارومیه دختر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد پترولوژی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- شهریاری، ش.، ۱۳۸۶- ژئوشیمی و پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی شمال شرق نراق، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی - پترولوژی، دانشگاه تربیت مدرس.
- قلمقاش، ج.، بحرودی، ع.، فنودی، م.، ۱۳۷۵- نقشه زمین‌شناسی چهارگوش کهک، مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
- محجل، م.، ۱۳۷۹- نقش فضاهای کشتی نردبانی (en-echelon) در فعالیت سنگ‌های آذرین در منطقه کاشان- اردستان، الگویی برای شکل‌گیری کمان ماگمایی ارومیه- دختر، نوزدهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.
- محجل، م.، پروهان، ن.، ۱۳۸۴- هندسه و سینماتیک سامانه گسل قم- زفره و اهمیت آن در زمین‌ساخت ترفشاری، فصلنامه علوم زمین، سال دوازدهم، شماره ۵۶، ص ۸۳-۷۲.
- ندری، ر.، ۱۳۸۵- تحلیل هندسی و جنبشی سامانه گسل بیدهند (جنوب قم)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی - تکنونیک، دانشگاه تربیت مدرس.
- ندری، ر.، محجل، م.، بحرودی، ع.، ۱۳۸۵- چرخش در ساختار شمالی گسل بیدهند (جنوب قم)، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۲۵۲.
- ندری، ر.، محجل، م.، یگانه، ف.ه.، ۱۳۸۶- مهاجرت صفحه گسل در سیستم گسلی امتدادلغز بیدهند (جنوب قم) متأثر از چرخش پادساعتگرد، مجموعه مقالات یازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ص ۵۱۶-۵۱۲.
- نوگل سادات، م.ع.، ۱۳۵۷- منطقه‌های برشی و خمیدگی ساختاری در ایران، دستاوردهای تحلیل ساختاری ناحیه قم، گزارش شماره ۵۵ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

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

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

For Persian Version see pages 177 to 184

*Corresponding author: R. Nadri; E-mail: Nadri@modares.ac.ir