

تحلیل ساختاری منطقه گنج‌نامه - شهرستانه (جنوب باختر شهر همدان)

لیلی ایزدی کیان

استادیار دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان

Izadi_kian@yahoo.com

دریافت: ۸۹/۱۱/۲۸ پذیرش: ۹۰/۶/۱

چکیده

منطقه گنج‌نامه - شهرستانه در جنوب باختر شهر همدان واقع شده است. توده‌های نفوذی پلوتونیک رخنمون غالب منطقه را تشکیل داده و گوناگونی سنگ‌شناسی زیادی را نشان می‌دهند. در این مجموعه پلوتونیک ساخت‌های اولیه (ماگمایی) و ثانویه (زمین‌ساختی) مشاهده می‌شوند. ساخت‌های ثانویه که هدف اصلی این مطالعه می‌باشد به صورت انواع ساختارهای شکنا و نیمه شکنا و شکل‌پذیر مشاهده می‌شوند. گسل‌ها در مقیاس‌های مختلف تشکیل شده‌اند. گسل‌های اصلی و بزرگ منطقه امتداد شمال باختر - جنوب خاور دارند و علاوه بر این که توده نفوذی الوند را قطع کرده‌اند، سنگ‌های مجاور آن را نیز تحت تاثیر قرار داده‌اند. حرکات این گسل‌ها شیب لغز، مورب لغز و امتداد لغز می‌باشد. گسل‌های فرعی که محدود به توده نفوذی الوند هستند از نظر جهت یافتگی پراکندگی نشان می‌دهند و احتمالاً هم‌زمان با بالا آمدن توده تشکیل شده‌اند. گسل‌های جوان با حرکت راست‌بر معکوس مورفولوژی کنونی منطقه را ایجاد کرده‌اند.

واژه‌های کلیدی: ساختار، گسل، توده نفوذی الوند، همدان

مقدمه

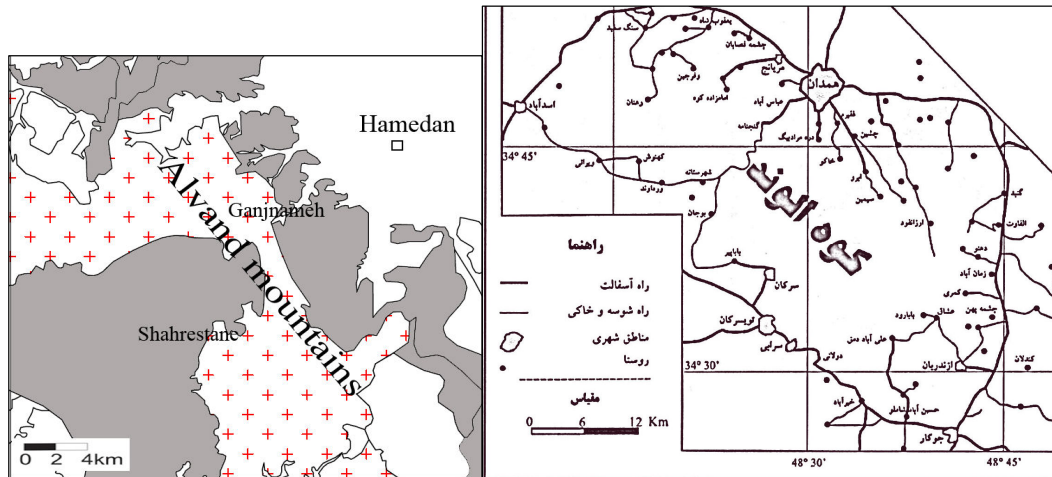
منطقه مورد مطالعه به مساحت تقریبی ۳۰ کیلومترمربع در جنوب باختر شهر همدان و در بین منطقه گنج‌نامه و روستای شهرستانه قرار دارد (شکل ۱). از نظر زمین ساختاری این منطقه در پهنه سهندج - سیرجان و در تقسیم بندی‌های فرعی‌تر در زیر پهنه دگرشکلی‌های پیچیده قرار می‌گیرد [۱۴]. راه اصلی دسترسی به منطقه مسیر آسفالتی است که شهر همدان را به شهرستانه متصل می‌کند.

سنگ‌شناسی منطقه

در این منطقه به طور عمده سنگ‌های آذرین نفوذی و سنگ‌های دگرگونی مجاورتی (انواع هورنفلس‌ها) رخنمون دارند. سنگ‌های آذرین نفوذی منطقه شامل انواع توده های نفوذی گابرو - دیوریت و توده‌های گرانیتی می‌باشد که تحت عنوان توده گرانیتوئیدی الوند مشهور هستند. در مجموع سه تیپ ماگما در پلوتونیزم الوند شرکت داشته اند که شامل ماگمای مافیک سازنده سنگ‌های گابرو، دیوریت و تونالیت‌ها، ماگمای گرانیتوئیدهای پورفیروئید و ماگمای سازنده گرانیت‌های روشن می‌باشد [۶]. به سبب

گرمای ناشی از نفوذ توده‌های آذرین پلوتونیک سنگ‌های منطقه در چند نوبت متحمل دگرگونی مجاورتی شده‌اند. زیرا که زمان تزریق توده‌های مختلف گابروی، گرانیتی، آپلیتی و پگماتیستی مختلف بوده و بنابراین در چند نوبت ضریب حرارتی به سنگ‌های در برگیرنده خود داده‌اند [۸]. سنگ‌های دگرگونی مجاورتی در این منطقه به سنگ‌های دگرگونی درجه پایین و اسلیت‌ها منتهی می‌گردند. در منطقه گنج‌نامه گرانیت و شیت‌های گارنت‌دار (شکل ۲) در مجاورت هم‌دیگر دیده می‌شود که در محل تماس به دلیل حرارت بالا گارنت‌ها به صورت بلورهای درشت باقی مانده‌اند و گاهی در لایه‌هایی تمرکز یافته‌اند. اما شیت‌ها اغلب به صورت میان بارهای بیگانه (شکل ۳) در گرانیت پورفیری مشاهده می‌شوند. در واقع این بیگانه سنگ‌هایی که در توده گرانیتی مشاهده می‌شود از جنس گرونایت و سنگ‌های سرشار از میکا^۱ هستند و هم‌چنین میان بارهایی از جنس متابازیت‌های تیره رنگ و بیگانه بلورهای از نوع آندالوزیت، سیلیمانیت، کلدیریت، گارنت و غیره نیز وجود دارند.

^۱ Surmicaceous xenolith



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن



شکل ۲: مرز گرانیت و شیست گارنت‌دار



شکل ۳: انکلاوهای سورمیکاسه در گرانیت

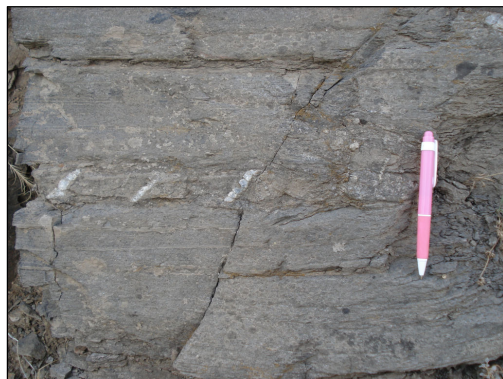
مورفولوژی منطقه

رخنمون سنگ‌های درونی صخره‌ساز منطقه را کوهستانی و خشن ساخته است. این منطقه دارای قله مرتفع و شیب‌دار، دشت‌ها، دره‌ها و چشمه‌های فراوانی است. بلندترین قله منطقه به نام الوند با ارتفاع ۳۵۷۴ متر در این بخش قرار دارد. چشمه‌های خطی فراوان حاکی از عملکرد گسل‌های جوان هستند. یکی از پدیده‌های گردشگری منطقه همدان آبشار گنج‌نامه می‌باشد که در اثر جابجایی سنگ‌ها به خاطر گسلش ایجاد شده است. وجود دیواره‌های سنگی بلند که بر روی آن‌ها خش لغزها قابل مشاهده هستند دلیل دیگری بر پویا بودن و جوان بودن منطقه از نظر تکتونیک می‌باشد. منطقه همدان-شهرستانه به دلیل ماهیت سنگ‌ها و طرز قرار گرفتن آن‌ها و پدیده‌هایی که از عمل تکتونیک (مانند خمیده‌گی‌های طبقات، شکستگی‌ها، چین‌ها و...) حاصل شده از نظر ژئومورفولوژی ساختمانی قابل بررسی می‌باشد. همچنین این منطقه از نظر ژئومورفولوژی فرسایشی به دلیل عملکرد آب‌های جاری نیز قابل بررسی می‌باشد.

ساختارهای منطقه

تنوع ساختاری منطقه مورد مطالعه همانند تنوع سنگ شناسی آن بسیار جالب توجه است. ساخت‌های اولیه در این بخش بسیار واضح و قابل بررسی و اندازه‌گیری است به طوری که بررسی‌های آماری بر روی جهت‌یافتگی درشت بلورهای فلدسپار و انکلاوها و نیز درزه‌های موجود در گرانیت‌ها به راحتی امکان‌پذیر است و قبلاً مطالعه شده است [۹]. هدف اصلی این مقاله بررسی ساخت‌های ثانویه است که در اثر نیروهای تکتونیک تشکیل شده‌اند. به دلیل وضعیت تکتونیکی ویژه منطقه و نفوذ توده‌های پلوتونیک فراوان و دگرشکلی‌های پیچیده ارتباط واحدهای سنگ شناسی بیش‌تر از نوع گسله است. نفوذ توده الوند و شکل‌پذیر بودن بسیاری از نهشته‌های موجود در منطقه همدان به ویژه شیست‌ها، فیلیت‌ها و میکاشیست‌ها سبب شده است تا ساز و کار گسل‌های منطقه همدان به خوبی قابل تشخیص نباشد [۱]. با توجه به این‌که در این منطقه سنگ‌ها بیش‌تر از نوع نفوذی و سنگ‌های دگرگونی مجاورتی هستند، ساختارها بیش‌تر به صورت ساختارهای نیمه شکنا و شکنا دیده می‌شوند. ساختارهای نیمه شکنا

به شکل رگه‌های ان‌اشلان^۱ در سنگ‌های مجاور توده‌های نفوذی مشاهده می‌شود و ساختارهای شکنا شامل انواع گسل‌های شیب لغز، امتداد لغز و مورب لغز در سنگ‌های نفوذی این منطقه دیده می‌شود که موضوع اصلی این مقاله می‌باشد. دیواره رگه‌های ان‌اشلان که اغلب در سنگ‌های دگرگونی مجاورتی تشکیل شده‌اند موازی با برگ‌وارگی غالب موجود در هورنفلس‌ها است (شکل ۴). این برگ‌وارگی غالب که در هورنفلس‌ها مشاهده می‌شود در واقع معادل برگ‌وارگی نسل دوم منطقه همدان و از نوع برگ‌وارگی سطح محوری است که به موازات سطح محوری چین‌های نسل دوم در منطقه همدان تشکیل شده است [۴]. پرشدگی رگه‌ها غالباً از کوارتز می‌باشد که در برخی از آن‌ها کانی‌های سیلیکات آلومینیوم از قبیل آندالوزیت و کیانیت مشاهده می‌شود. از دیگر ساختارها می‌توان به دایک‌ها و جهت یافتگی ترجیحی پلاژیوکلازها در گرانیت‌ها اشاره کرد.



شکل ۴: رگه ان‌اشلان نوع S با حرکت چپ بر در هورنفلس

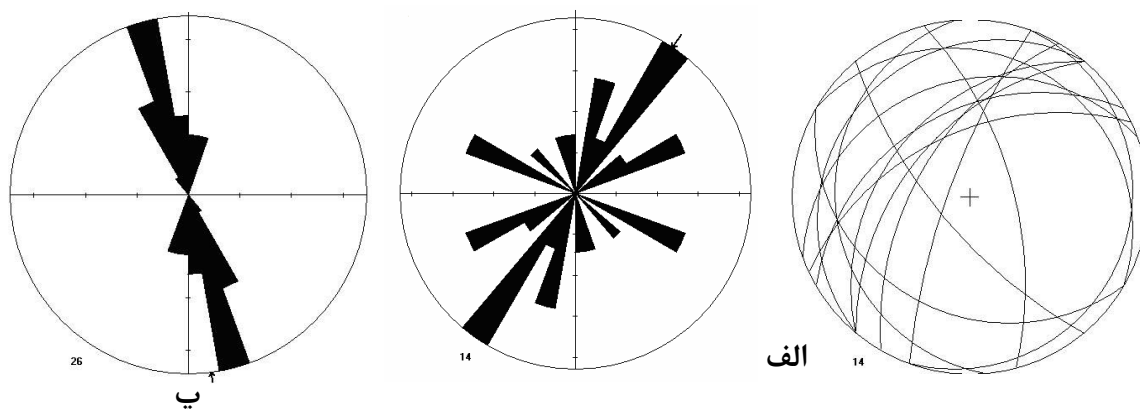
دایک‌ها

در منطقه گنج‌نامه دایک‌های فراوانی مشاهده می‌شود که عموماً شیب آن‌ها بیش‌تر از ۵۰ درجه است. این دایک‌ها اغلب آپلیتی هستند و عرض آن‌ها از ۵ تا ۷۰ سانتی‌متر متغیر است. دایک‌های اندازه‌گیری شده در این منطقه به طور کلی دو امتداد اصلی شمال باختر- جنوب خاور و شمال خاور- جنوب باختر دارند (شکل ۵ الف). دایک‌هایی که امتداد آن‌ها شمال خاور- جنوب باختر است بیش از ۵۰ درصد فراوانی داشته و شیب اغلب آن‌ها به سمت شمال باختر است. دایک‌هایی که امتداد شمال

^۱ En-echelon

بیش از ۳ متر نیز می‌رسد. انکلاوها در این دایک‌ها از نوع مافیک ریز دانه هستند. این انکلاوها در برخی نقاط به شدت جهت یافتگی و کشیدگی نشان می‌دهند (شکل ۵ ب). اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهد که کشیدگی انکلاوها بیش‌تر در جهت شمال-شمال باختر و جنوب جنوب خاور است. انکلاوها با دیواره دایک موازی نیستند بلکه با کمی زاویه دیواره دایک را قطع می‌کنند (شکل ۵ ج). شواهد حاکی از پهنه برشی شکل‌پذیر در این منطقه است که احتمالاً همزمان با شکل‌گیری دایک تشکیل شده است. وجود دایک‌های همزمان با پلوتونیسیم در منطقه همدان آمیختگی ماگمایی را در مجموعه پلوتونیک الوند نشان می‌دهد [۸].

باختر- جنوب خاور دارند به هر دو سمت شمال خاور و جنوب باختر شیب دارند. برخی از این دایک‌ها توسط گسل‌ها قطع شده و جابجایی یافته‌اند و با استفاده از آن‌ها می‌توان سازوکار نوع گسل‌ها تشخیص داد. با توجه به برداشت‌های صحرایی دایک‌ها در زمان‌های مختلفی تزریق شده‌اند و لذا سن نسبی تشکیل آن‌ها را نسبت به یکدیگر می‌توان تعیین کرد. با توجه به این موضوع اغلب دایک‌های با شیب کم جوان هستند و دایک‌های دیگر را قطع کرده‌اند. در این منطقه تعدادی دایک همزمان با پلوتونیسیم نیز مشاهده می‌شود که حاوی انکلاو هستند [۸]. این دایک‌های همزمان با پلوتونیسیم انکلاودار امتداد تقریبی شمال- جنوب دارند و ضخامت آن‌ها گاهی به



شکل ۵ الف: موقعیت صفحات دایک‌های آپلیتی گنج‌نامه و رزدياگرام آن‌ها (N=14)

ب: نمای نزدیک از انکلاوهای مافیک کشیده درون دایک
پ: رزدياگرام جهت‌یافتگی و کشیدگی انکلاوها در دایک (N=26)



ب

جهت‌یافتگی پلاژیوکلازها در نواحی دور از همبری می‌تواند حاصل جریان ماگمایی باشد [۱۲].

گسل‌ها

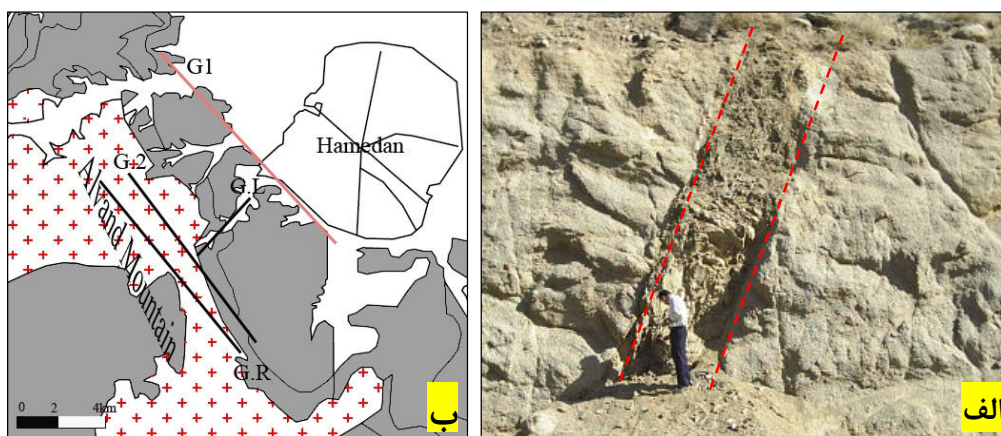
شواهد گسل‌ها به صورت ایجاد پهنه برشی خرد شده (شکل ۷ الف)، صفحه گسل دارای خش لغز، جابجایی دایک‌ها و رگه‌ها و همچنین به صورت پهنه‌های برشی شکل‌پذیر دیده می‌شود. گسل‌های این منطقه شامل گسل‌های شیب‌لغز، مورب‌لغز و امتدادلغز می‌باشد (شکل ۷ ب) که به تفکیک نوع حرکت در ادامه بحث می‌شوند.

جهت‌یافتگی ترجیحی پلاژیوکلازها

جهت‌یافتگی پلاژیوکلازها در گرانیت پورفیری (شکل ۶) نیز در منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است. در بخش‌هایی از گرانیت پورفیری الوند پلاژیوکلازهای بسیار درشت جهت‌یافتگی دارند که حاکی از وجود تنش موثر در هنگام سرد شدن طولانی مدت ماگمای گرانیتی می‌باشد. جهت‌یافتگی پلاژیوکلازها نوعی ساخت اولیه است که در هنگامی مذاب بودن توده گرانیتی در اثر جریان موجود در توده تشکیل شده است [۹]. این جهت‌یافتگی هم در همبری توده گرانیت با سنگ میزبان و هم در برخی مناطق به دور از همبری نیز مشاهده می‌شود.



شکل ۶: جهت‌یافتگی پلاژیوکلازها در گرانیت پورفیری

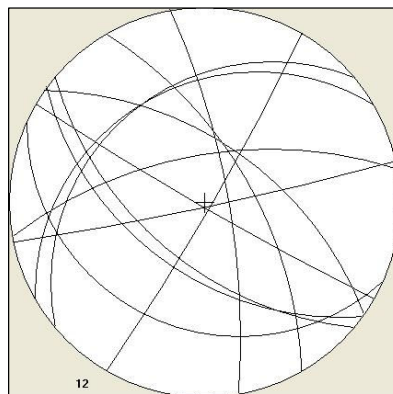


شکل ۷ الف: پهنه برشی خرد شده گسل در گرانیت‌های گنج‌نامه، نگاه به شمال خاور ب: موقعیت گسل‌های اصلی منطقه (G1 گسل چایان-چشمه ملک، G2 گسل معکوس گنج‌نامه، G.L. گسل چپ‌بر گنج‌نامه، G.R. گسل راست‌بر گنج‌نامه)

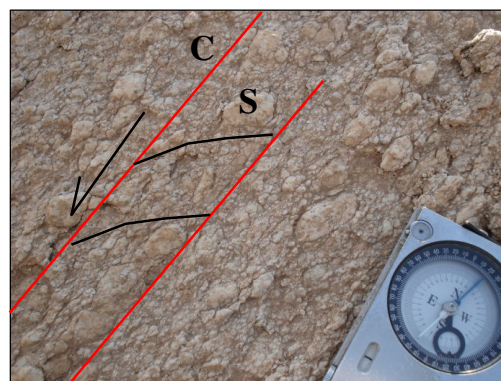
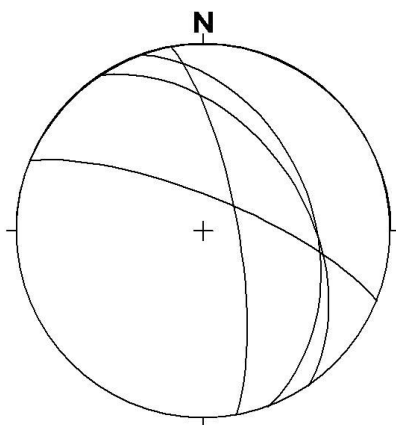
گسل‌های شیب لغز

این گسل‌ها به دو نوع اصلی گسل نرمال و معکوس تقسیم می‌شوند. در منطقه گنج‌نامه - شهرستانه شواهد هر دو نوع گسل دیده می‌شود. گسل‌های نرمال مولفه شیب لغز بزرگی دارند و مقدار شیب آن‌ها متغیر است. گسل‌های نرمال دو راستای اصلی شمال باختر-جنوب خاور و شمال خاور-جنوب باختر را دارند و جهت شیب آن‌ها نیز متغیر و در همه جهات پراکندگی دارد (شکل ۸). یکی از مهم‌ترین آن‌ها گسل نرمال چایان-چشمه ملک (G1) می‌باشد. این گسل در جنوب باختر شهر همدان با روند شمال باختر-جنوب خاور در بین روستاهای چایان و چشمه

ملک قرار دارد. مقدار شیب این گسل در صفحات اندازه گیری شده بین ۸۰-۴۰ درجه متغیر بوده ولی جهت شیب همه آن‌ها به سمت شمال خاور می‌باشد (شکل ۹). حرکت این گسل شیب لغز کامل نیست بلکه مقداری هم مولفه امتدادی راست‌بر دارد. اثر این گسل در گرانیتهای روشن گنج‌نامه به صورت فابریک C/S با حرکت نرمال و برگ وارگی C با موقعیت (جهت شیب/شیب) 75/010 (شکل ۹) و هم‌چنین به صورت جابجایی دایک‌ها دیده می‌شود (شکل ۱۰).



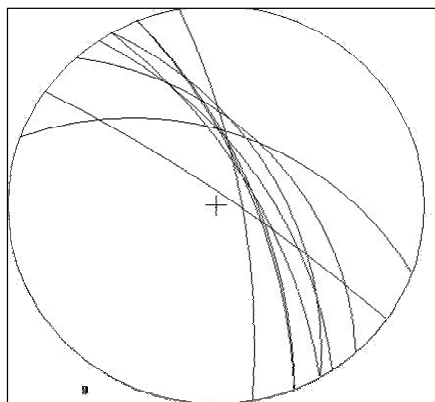
شکل ۸: وضعیت صفحات گسل‌های نرمال منطقه در استریونت ($N=12$)



شکل ۹: فابریک C/S شکنا در گرانیتهای گنج‌نامه با حرکت نرمال و موقعیت صفحات گسل چایان - چشمه ملک

آمفیبول‌ها در این پهنه‌ها و تغییر شکل انکلاوهای مافیک درون گرانیت‌ها می‌باشد (شکل‌های ۱۲ و ۱۳). در گرانیت‌های پورفیری انکلاوهای مافیک فراوانی وجود دارد که در اثر عملکرد این گسل به صورت پهنه برشی معکوس به صورت انکلاوهای سیگموئیدی تغییر شکل داده‌اند. این گسل در بعضی از صفحات گسلی حرکت امتداد لغز راست بر را نشان می‌دهد. احتمالاً گسل‌های معکوسی که در دره مرادیبک و چشمه ملک اندازه‌گیری مشاهده می‌شوند در امتداد همین گسل باشند. در بخش‌هایی از این گسل‌های معکوس پهنه‌های برشی کم عرضی در گرانیت‌ها شکل گرفته‌اند (شکل ۱۴). در اثر عملکرد پهنه برشی معکوس حتی تورمالین‌های موجود در گرانیت‌ها به صورت پورفیروکلاست در آمده و حرکت معکوس را در صحرا نشان می‌دهند (شکل ۱۵).

گسل‌های معکوس نیز در منطقه فراوانی زیادی دارند و مولفه حرکت شیب لغز معکوس آن‌ها قابل توجه است. با توجه به برداشت‌های صحرایی این گسل‌ها اغلب دارای امتداد شمال باختر- جنوب خاور بوده و شیب اکثر آن‌ها به سمت شمال خاور می‌باشد و بر خلاف گسل‌های نرمال پراکندگی جهت ندارند (شکل ۱۱). یکی از این گسل‌ها گسل معکوس گنج‌نامه (G2) است. این گسل روند شمال باختر- جنوب خاور دارد و سنگ‌های نفوذی گابرو، گرانیت و حتی سنگ‌های هورنفلس را در جنوب خاور شهر همدان قطع می‌کند. طول این گسل بیش از ۶ کیلومتر است و شیب آن به سمت شمال خاور می‌باشد. شواهد این گسل در مسیر گنج‌نامه و تاریک دره متنوع است و شامل جابجایی دایک‌های فلسیک، تشکیل چین‌های کشیده^۱، ایجاد پهنه‌های برشی شکل‌پذیر و شکنا و جهت‌یافتگی



شکل ۱۱: وضعیت کلی صفحات گسل‌های معکوس در استریونت (N=9)

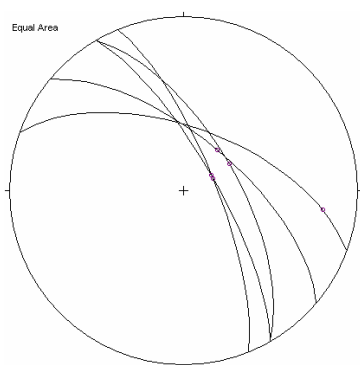


شکل ۱۰: جابجایی نرمال دایک توسط گسل



شکل ۱۲ الف: تشکیل چین کشیده در سنگ‌های گابرو و پهنه برشی کوچک در امتداد گسل معکوس،
ب: جابجایی معکوس دایک درون گابرو

^۱ Drag fold

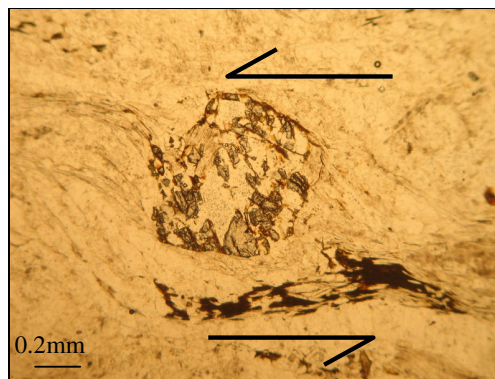
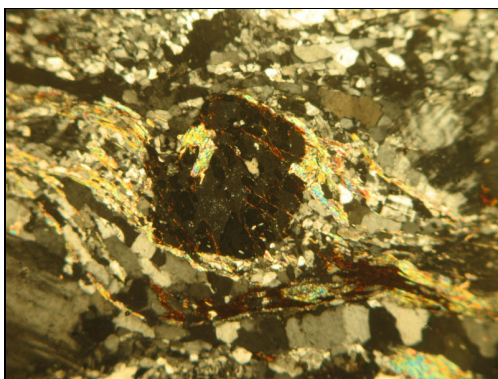


ب



الف

شکل ۱۳ الف: تغییر شکل انکلاوهای مافیک درون گرانیت‌ها و حرکت معکوس آن‌ها.
ب: وضعیت صفحات گسل معکوس در منطقه گنج‌نامه (N=5)



شکل ۱۴: تصویر میکروسکوپی بلور گارنت با حرکت چپ‌بر در پهنه برشی یک گسل معکوس



شکل ۱۵: پورفایروکلاست تورمالین با حرکت معکوس در گرانیت میلونیتی گنج‌نامه

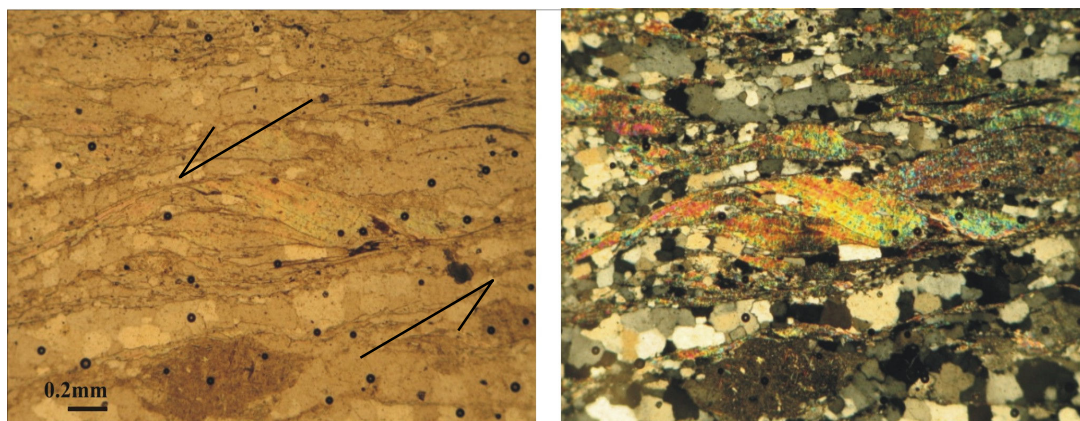
این گسل سنگ‌های گرانیتی و هورنفلسی را قطع کرده است. آثار این گسل در سنگ‌های گرانیتی که در داخل شیب‌های گارنت تزریق شده‌اند به صورت پهنه برشی کم عرضی در حدود ۱/۵ متر دیده می‌شود که حرکت امتدادی چپ‌بر را نشان می‌دهد (شکل‌های ۱۶ و ۱۷). پهنه برشی بیش‌تر در بخش‌های حاشیه گرانیت دیده می‌شود و به سمت داخل گرانیت آثار پهنه برشی محو می‌شود. در مقطع میکروسکوپی نمونه‌ای که از این پهنه برشی برداشته شده است میکا ماهی، روبان کوارتزی، میکروگسل (شکل ۱۷) و فابریک C/S همگی حرکت چپ بر این گسل را تأیید می‌کنند. این گسل مولفه شیب لغز معکوس دارد.

گسل‌های امتداد لغز

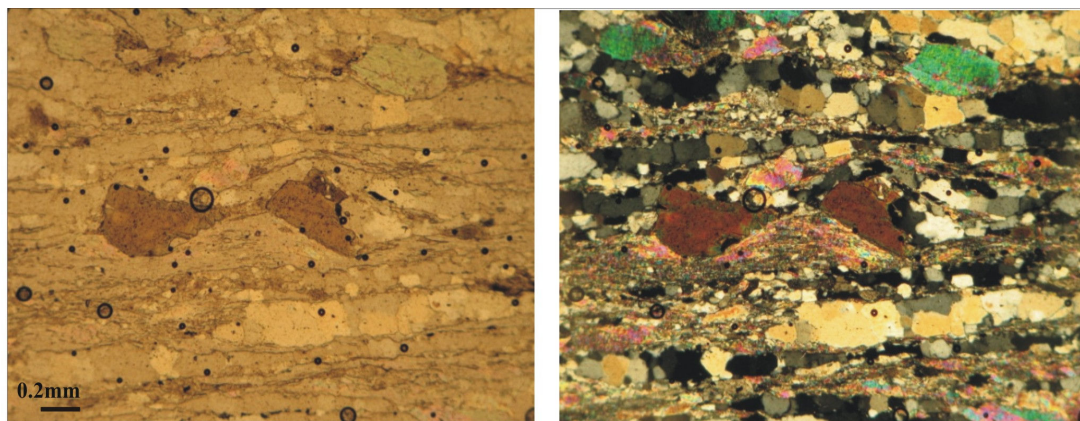
مهم‌ترین این گسل‌ها در مسیر گنج‌نامه به شهرستانه رخنمون دارد که باعث ایجاد پهنه برشی با عرض کم شده‌اند که با توجه به نوع حرکت اصلی آن‌ها نام‌گذاری و در ادامه معرفی می‌گردند.

گسل امتداد لغز چپ‌بر^۱ G.L

این گسل روند شمال خاور - جنوب باختر دارد (شکل ۸) و شیب تقریباً زیادی (شیب میانگین ۷۰ درجه) به سمت شمال باختر دارد و همسو با تاریک دره می‌باشد.



شکل ۱۶: فابریک C/S و میکاماهی با حرکت چپ‌بر در پهنه برشی گسل امتداد لغز چپ بر گنج‌نامه



شکل ۱۷: میکروگسل ناهمسو در پیروکسن و میکاماهی با حرکت چپ‌بر

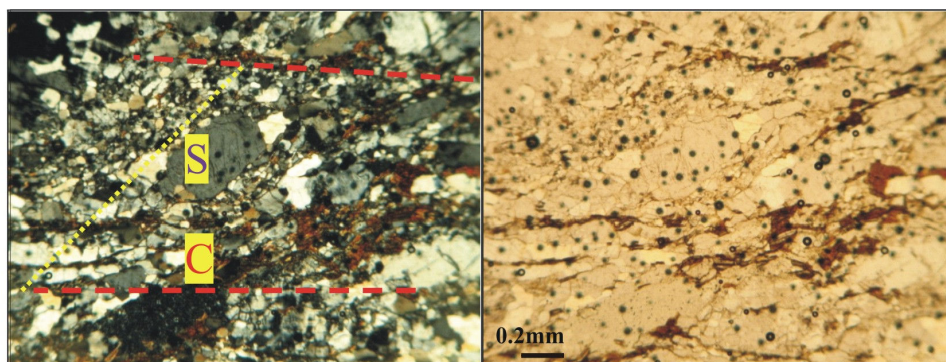
¹ Ganjname Left lateral Strike slip Fault

گسل امتداد لغز راست‌بر^۱ G. R

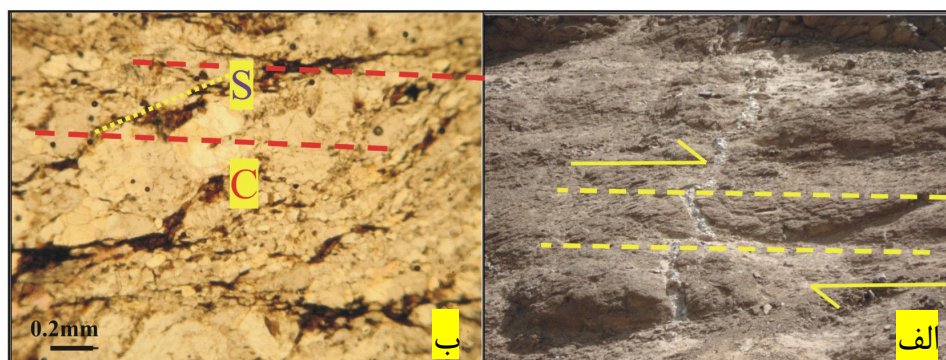
این گسل روند شمال باختر- جنوب خاور دارد و شیب آن بین ۵۰-۹۰ به سمت شمال خاور یا جنوب باختر تغییر می‌کند. گرانیت‌ها و هورنفلس‌ها را قطع می‌کند و در برخی مناطق پهنه برشی شکنا باعث خرد شدن سنگ‌ها شده است و در بخش‌های محدود از گرانیت‌ها پهنه برشی شکل‌پذیر با عرض کم را ایجاد کرده و گرانیت میلونیتی تشکیل داده است. در مقطع میکروسکوپی نمونه‌ای که از این پهنه برشی برداشته شده است پورفیروریلاست کوارتز و فلدسپار (شکل ۱۸)، روبان کوارتزی و فابریک C/S (شکل ۱۹) همگی حرکت راست‌بر این گسل را تأیید می‌کنند. جابجایی راست‌بر رگه فلدسپاری در پهنه برشی شکنا نیز از جمله شواهد صحرایی این گسل می‌باشد (شکل ۱۹ الف). در مسیر گنج‌نامه دایک آپلیتی توسط این گسل امتداد لغز قطع شده است جابجایی راست‌بر آن مولفه امتدادی این گسل را تأیید می‌کند (شکل ۲۰).

گسل‌های مورب لغز

اکثر گسل‌های منطقه نشان از حرکات امتداد لغز و شیب لغز دارند و به عبارت دیگر مورب لغز هستند. شیب این نوع گسل‌ها متفاوت است و از شیب کم تا زیاد (۸۵ درجه) تغییر می‌کند و در برخی حتی به حالت قائم نیز دیده می‌شوند. در نزدیکی آبشار گنج‌نامه گسل‌های مورب لغز با شیب قائم و امتداد شمال، شمال باختر- جنوب، جنوب خاور رخنمون دارند که همراه با خش لغزهای توسعه یافته در روی سطح این گسل هستند (شکل ۲۱). این گسل‌ها حرکت امتدادی راست‌بر و حرکت شیب لغز معکوس را نشان می‌دهند که مولفه شیب لغز آن‌ها نسبتاً مولفه بزرگی است (شکل‌های ۲۱ و ۲۲). احتمالاً این گسل‌ها آبشار گنج‌نامه را ایجاد کرده‌اند. با توجه به این‌که خش لغزها در سطح گسل مشاهده می‌شوند و در اثر فرسایش از بین نرفته‌اند احتمالاً این گسل‌ها بسیار جوان باشند.

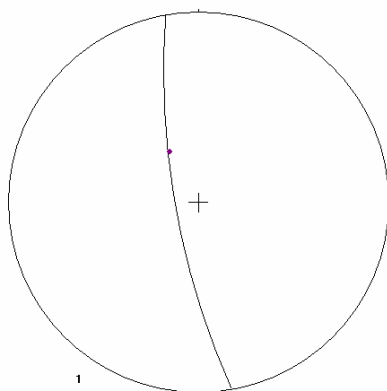


شکل ۱۸: فابریک C/S و ریز شدگی و تبلور مجدد در گرانیت‌ها با حرکت راست‌بر



شکل ۱۹ الف: جابجایی راست‌بر رگه فلدسپاری، ب: فابریک C/S با حرکت راست‌بر

^۱ Ganjname Right lateral Strike slip Fault



شکل ۲۱: موقعیت صفحه گسل و خش لغز گسل آبشار گنج‌نامه



شکل ۲۰: جابجایی راست‌بر دایک توسط گسل قائم، نگاه به سطح زمین و شمال باختر

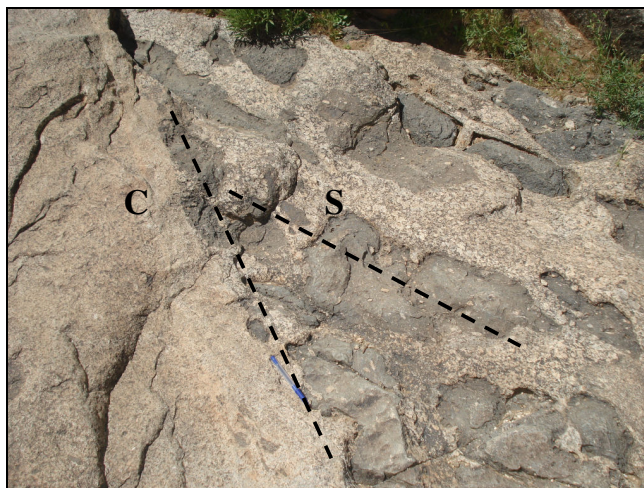


شکل ۲۲: آینه گسل آبشار گنج‌نامه و موقعیت خش لغز و جهت حرکت آن‌ها

پهنه برشی

برگوارگی قرار دارد با میل کم در راستای N010 قرار گرفته و حرکت امتداد لغز پهنه برشی را نشان می‌دهد. در این پهنه برشی فابریک C/S در دایک‌های هم‌زمان با پلوتونیسیم تشکیل شده و حرکت راست‌بر را در این پهنه نشان می‌دهد (شکل ۲۳).

در منطقه گنج‌نامه شواهد پهنه برشی به صورت تشکیل خطواره کششی و برگوارگی میلونیتی دیده می‌شود که پهنه برشی با عرض حدود ۲ متر و طول نامشخص را تشکیل داده‌اند. برگوارگی میلونیتی دارای شیب زیاد (۸۰-۹۰) و تقریباً قائم است. خطواره کششی که در روی این



شکل ۲۳: فابریک C/S با حرکت راست‌بر، انکلاوها در راستای فابریک S کشیدگی دارند

نتیجه‌گیری

به دلیل تراکم بالای رخنمون سنگ‌های نفوذی در منطقه گنج‌نامه- شهرستانه ساختارها اغلب به صورت ساختارهای شکنا همچون گسل‌ها دیده می‌شوند. در این منطقه گسل‌های فراوان با سازوکارهای مختلف مشاهده می‌شود. به طور کلی روند گسل‌ها در این منطقه در دو راستای شمال باختر- جنوب خاور و شمال خاور- جنوب باختر است. روند گسل‌های بزرگ منطقه و ساختارهای اصلی از روند عمومی زاگرس یعنی شمال باختر- جنوب خاور تبعیت می‌کند و شیب لایه‌ها و برگواگی‌ها و گسل‌های بزرگ بیش‌تر به سمت شمال خاور است. به نظر می‌رسد گسل‌های نرمال و گسل‌های مورب لغزی که مولفه شیب لغز نرمال نشان می‌دهند و جهت‌یافتگی آن‌ها از میدان تنش منطقه تبعیت نمی‌کند در ارتباط با سازوکار بالا آمدن توده الوند به وجود آمده اند [۸ و ۹]. به عبارت دیگر میدان تنش کلی منطقه و میدان تنش حاصل از نفوذ ماگماهای مختلف در زمان‌های مختلف باعث شده تا گسل‌های منطقه از پیچیدگی خاصی برخوردار باشند و نتوان میدان تنش مشخصی را برای آن‌ها تعیین کرد. صرف‌نظر از گسل‌های فرعی، گسل‌های اصلی منطقه از میدان تنش فعلی زاگرس پیروی می‌کنند. این گسل‌ها روند شمال باختر - جنوب خاور دارند و حرکت اصلی آن‌ها معکوس می‌باشد و نسبت به گسل‌های نرمال

جوان‌تر هستند. جوان‌ترین گسل منطقه مولفه شیب لغز معکوس همراه با مولفه امتداد لغز راست‌بر دارد و سبب ایجاد مورفولوژی خاص و کنونی منطقه به ویژه تشکیل آبشار گنج‌نامه گردیده است.

منابع

- [۱] اشراقی، ص (۱۳۷۵) بررسی پترولوژی سنگ‌های آذرین و دگرگونی ناحیه الوند، پایان نامه کارشناسی ارشد (پترولوژی)، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۵۰ ص.
- [۲] اشراقی، ص (۱۳۸۰) نقشه زمین‌شناسی توپوگرافیک، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- [۳] اطلس گیتاشناسی، نقشه شماره ۱۶۳. سایت Google earth
- [۴] ایزدی‌کیان، ل (۱۳۸۸) تحلیل ساختاری و پتروفابریکی سنگ‌های دگرگونی کوهستان الوند (جنوب و جنوب باختر همدان). رساله دکتری (گرایش تکتونیک)، دانشگاه شهید بهشتی.
- [۵] بهاری‌فر، ع.ا (۱۳۸۳) پترولوژی سنگ‌های دگرگونی منطقه همدان، دانشگاه تربیت معلم، ۲۱۸ ص.
- [۶] سپاهی‌گرو، ع (۱۳۷۸) پترولوژی مجموعه پلوتونیک الوند با نگرش ویژه بر گرانی‌توئیدها، رساله دکتری (پترولوژی)، دانشگاه تربیت معلم تهران.

- [۱۲] ولی‌زاده، م.، صادقیان، م.، اکرمی، م. ا (۱۳۸۱) انکلاوها و پترولوژی گرانیت‌ها. ترجمه، انتشارات دانشگاه تهران، ۸۱۸ صفحه.
- [13] Billings, M. P (1975) Structural eology. Prentice-Hall, 272-382.
- [14] Mohajjel, M., Fergusson, C (2000) Dexteral Transpression in Late Cretaceous Continental Collision, Sanandaj-Sirjan Zone, Western Iran. Journal of Structural Geology, 22, 8, 1125-1139.
- [15] Mohajjel, M., Baharifar, A., Moinevaziri, H., Nozaem, R (2006) Deformation history, micro-structure and P-T-t path in ALS-bearing schists, southeast Hamadan, Sanandaj-Sirjan zone, Iran, Journal of the geological society of Iran, Vol. 1, No. 1, pp. 19-11
- [16] Mohajjel, M., Fergusson, C. L. and Sahandi, M. R (2003) Cretaceous-Tertiary Convergence and Continental Collision, Sanandaj-Sirjan Zone, western Iran. Journal of Asian Earth Science, 21, 397-412.
- [۷] سپاهی‌گرو، ع؛ معین‌وزیری، ح (۱۳۷۸) مروری بر فازهای پلوتونیک و رگه‌های موجود در مجموعه پلوتونیک الوند. مجله علوم دانشگاه تهران، دوره ۲۶، شماره ۲.
- [۸] سپاهی‌گرو، ع. ا (۱۳۸۷) نقش زینوکریست‌ها، برونوبوما و دایک‌های هم‌زمان با پلوتونیسم در تفسیر تحول مجموعه ماگمایی پلوتونیک الوند: با تاکید بر شواهد زمین‌شناسی و کانی‌شناسی مربوط به آمیختگی ماگمایی. مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، شماره ۲.
- [۹] صدر، ا. ح.، سپاهی‌گرو، ع. ا.، خانلری، غ. ر (۱۳۸۲) مطالعه ساخت‌های موجود در گرانیت‌های الوند. فصل‌نامه علمی- پژوهشی علوم زمین، شماره ۴۹-۵۰.
- [۱۰] محجل، م.، و سهندی، م (۱۳۷۸) تکامل تکتونیکی پهنه سندانج سیرجان در نیمه شمال باختری و معرفی زیر پهنه‌های جدید در آن، فصل‌نامه علوم زمین، شماره ۳۱-۳۲، بهمن ۱۳۷۹.
- [۱۱] محجل، م (۱۳۸۴) تاثیر تکتونیک ترافشاری (transpression) در فضا سازی برای نفوذ توده های گرانیتوئیدی پهنه سندانج-سیرجان (بخش شمال باختری). نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.