تحلیل ساختاری پهنه های برشی در مجموعه دگرگونی گرگان

حسین فتوت رودسری[۱]، محمد محجل[۲]

۱- کارشناس بخش تلفیق و مدل‌سازی معاونت اکتشاف شرکت امکا- تهران، انتهای کارگر شمالی، سازمان انرژی اتمی ایران، Fotovat_h@yahoo.com

۲- گروه زمین شناسی دانشگاه تربیت مدرس تهران

چکیده

مجموعه دگرگونی های گرگان درگستره ای به طول ۱۱۰ کیلومتر و پهنای ۲ تا ۱۰ کیلومتر به موازات راستای عمومی خاوری- باختری در البرز شرقی واقع شده است. پهنه های برشی شکل پذیر بطور گسترده در آن شناسائی شد که بعضی از آنها با انبوهی از سنگ های بیگانه از محیط بصورت ناخوانده (olistolith) همراهند. با مطالعه هندسی و کینماتیک این پهنه به سه نوع تقسیم شد:

الف) پهنه برشی مهدی راجه در بخش شمالی

ب) پهنه های برشی معکوس بخش جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان

ج) پهنه های برشی نهارخوران و توسکستان در بخش شرقی

مطالعات قبلی انجام گرفته در داخل مجموعه دگرگونی گرگان نشان داد که چین ها و گسلهای منطقه همزمان با جایگیری مجموعه دگرگونی گرگان ایجاد شده است، سازوکار پهنه های برشی نیز ارتباط نزدیکی با ساختارهای شناسایی شده در منطقه دارد و به نظر می رسد این پهنه ها همزمان با جایگیری مجموعه دگرگونی گرگان در حاشیه شمالی ایران ایجاد شده اند.

واژه‌های کلیدی: *فابریک، مجموعه دگرگونی گرگان، تحلیل ساختاری.*

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

مجموعه سنگ های دگرگونی گرگان در برونزدی به طول تقریبی ۱۱۰ کیلومتر و پهنای حدود ۲ تا ۱۰ کیلومتر به موازات راستای عمومی ساختارهای البرز در طول های جغرافیای ۵۳ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و عرضهای جغرافیای ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی واقع شده است. شاه پسندزاده (۱۳۷۱) مجموعه سنگهای دگرگونی گرگان را به دو بخش تقسیم کرده است:

۱) متا ولکانیت های محمد آباد: در بخش شمالی ناحیه گرگان که معادل سازند سلطان میدان است که با یک ناپیوستگی فرسایشی در زیر سازند پادها قرار گرفته است. ۲) مجموعه سنگ های دگرگونی گرگان: در بخش‌های شمالی و جنوبی ناحیه گرگان قرار دارد که توالی سنگی معادل سازند شمشک با یک ناپیوستگی بر روی آن قرار می گیرد. از نظر ساختمانی این مجموعه دو مرحله چین خوردگی با الگوی هم محور را تحمل کرده است. نسل اول(F1) به صورت چین های پلی هارمونیک، تنگ تا یال موازی برگشته و یا خوابیده با تشکیل برگوارگی سطح محوری (S1) که به طور همزمان با دگرگونی ناحیه ای به وجود آمده اند.

چین های نسل دوم (F2) با چین خوردگی سطوح محوری S1 و تشکیل رخ های کنگره ای S2 بصورت رخهای سطح محوری در بخش شمالی ناحیه مورد نظر یافت می شود [۲]. با توجه به تحلیل ساختاری منطقه سه نسل گسلهای رانده را در منطقه در نظر می گیرند. نسل اول (T1): سطوح لایه بندی، چین های نسل اول S1 را قطع نموده ولی فولیاسیون S1 را قطع نکرده اند؛ لذا، همزمان یا بعد از چین خوردگی نسل اول تشکیل شده اند. سنگ های دگرگونی مذکور توسط گسلهای رانده نسل دوم (T2): بر روی متا ولکانیت های محمدآباد رانده شده است. با توجه به پوشیده شدن سطح گسلهای رانده T2، سن جایگزینی آنرا قبل از رتین – لیاس می دانند.

گسلهای رانده نسل سوم (T3): سبب جایگزینی واحدهای ساختمانی کرتاسه فوقانی بر روی ورقه های رانده قبلی می شوند [۱].

۲. معرفی پهنه های برشی

با مطالعات انجام گرفته در مجموعه دگرگونی گرگان پهنه های برشی متعددی شناسایی شد. هر یک از این پهنه ها در بخشهای مختلف رخنمونهای محلی داشته، اما در بعضی از مناطق امکان پی گیری این محدوده ها به دلیل پوشش وسیع جنگلی امکان پذیر نبوده است.

با مطالعه هر یک از این پهنه ها و ارتباط آنها با یکدیگر می توان مدل تکتونیکی و ساختاری مناسبی را در منطقه ارائه داد. با مطالعه هندسی و کینماتیک این پهنه به سه نوع تقسیم شد:

۲-۱) پهنه برشی مهدی راجه در بخش شمالی

۲-۲) پهنه های برشی معکوس بخش جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان

۲-۳) پهنه های برشی نهارخوران و توسکستان در بخش شرقی

۲-۱. پهنه برشی مهدی راجه در بخش شمالی

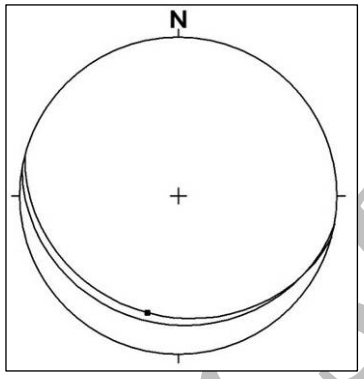
در این بخش به دلیل پوشش جنگل و مزارع کشاورزی، رخنمونهای کمی از این پهنه برشی تنها یک محل مورد بررسی قرار گرفت که در نزدیکی روستای مهدی راجه (بنام پهنه مهدی راجه نام گذاری شد) قرار

Archive of SID

www.SID.ir

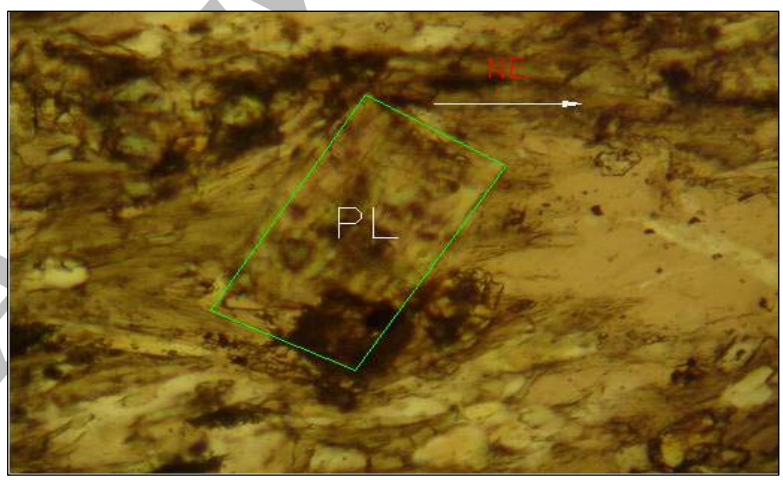
دارد. در بخش های مختلف واحد های فیلیتی، سنگ جوش و آتشفشانی مجموعه دگرگونی گرگان و ترکیب این سنگها حد واسط تا بازیک است و شامل انواع مونزونیتی، دیوریتی و گابرویی هستند.

پهنه برشی مهدی راجه گسترشی حدود ۱۰۰ متر که هم روند با گسل خزر، به صورت راندگی با راستای خاوری- باختری و شیب به سمت جنوب معرفی شده که از محدوده گرگان آغاز می شود و در سواحل خزر ادامه یافته تا به لاهیجان می رسد [۳]. در این منطقه همچنین بلورهای کوارتز در زمینه سنگ کشیده شده که به عنوان خطواره در نظر گرفته شده است (شکل ۱).



شکل۱: سطوح برگوارگی و خطواره پهنه برشی مهدی راجه بر روی نیمکره زیرین شبکه اشمیت

در مقطع های میکروسکوپی از سنگ های این پهنه پورفیروکلاستها از جنس پلاژیوکلاز هستند که در زمینه ای از بلورهای ریز کوارتز و میکا دیده می شود. در قسمت های زیادی از مقطع بخش های تیره‌ای دیده می شود که به وجود کانی های اپاک مربوط است (شکل ۲).



شکل۲: پورفیروکلاست پلاژیوکلاز در سنگ های دیوریتی پهنه برشی مهدی راجه - بالا به سمت شمال شرق

با برداشت های صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی انجام گرفته در منطقه، پهنه برشی مهدی راجه حرکتی شیب لغز و معکوس دارد که باعث رانده شدن بخش های از مجموعه دگرگونی گرگان بر روی واحد های جوانتر حوضه خزر جنوبی شده است [۳].

Archive of SID

www.SID.ir

به دلیل عدم وجود رخنمون سنگی مناسب و پوشش وسیع زمین های کشاورزی پیگیری و شناسایی ادامه گسترش پهنه های برشی بخش شمالی مجموعه گرگان امکان پذیر نبوده است. اما این احتمال وجود دارد که فعالیت گسل بزرگ خزر باعث ایجاد پهنه برشی در این بخش از مجموعه دگرگونی گرگان شده باشد.

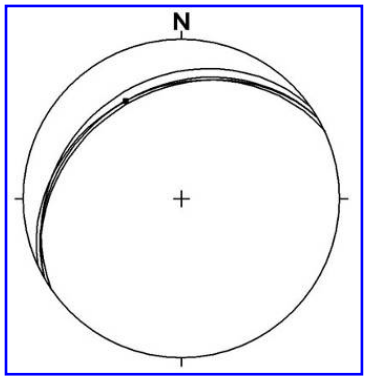
۲-۲. پهنه های برشی معکوس بخش جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان

در بخش جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان با مطالعات صحرایی ۵ پهنه برشی شناسایی شد که با مطالعه هر بخش و برداشت نمونه سازوکار آنها تعیین شد.

۲-۲-۱. پهنه برشی در نیالا

این پهنه برشی از روستای به نام نیالا در داخل مجموعه دگرگونی گرگان نام گذاری شده است. سنگ‌های این بخش شامل سنگ جوش های متوسط دانه ای است که اجزا آواری آن تا ۹۰ درصد از سنگ‌های آتشفشانی اسید و حد واسط تشکیل شده است. گسترش پهنه برشی نیالا حدود ۱۰۰ متر است و در این بخش ماسه سنگ های دگرشکل شده با همان جهت یافتگی غالب مجموعه دگرگونی گرگان با امتداد شرقی - غربی دیده می شود. از مشخصات پهنه برشی نیالا حضور بیگانه سنگ آهک در داخل مجموعه دگرگونی است (شکل۳و۴).

شکل۳: بیگانه سنگ های آهک در پهنه برشی نیالا – دید به سمت شرق ، بالا به سمت جنوب شرق

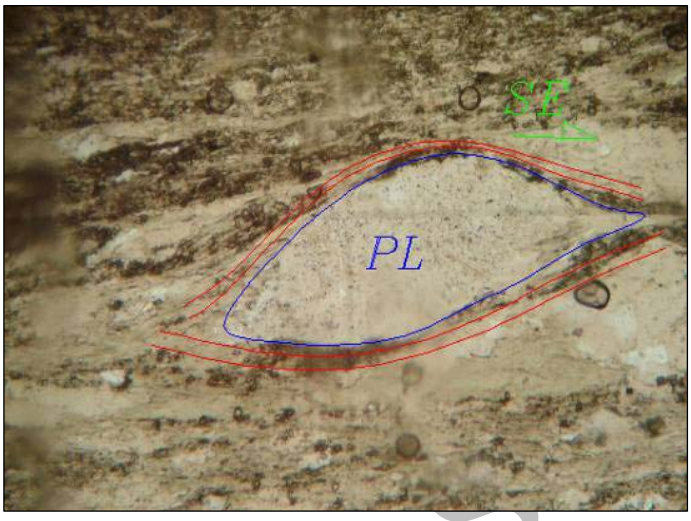


شکل ۴: سطوح برگوارگی و خطواره پهنه برشی نیالا بر روی نیمکره زیرین شبکه اشمیت

Archive of SID

www.SID.ir

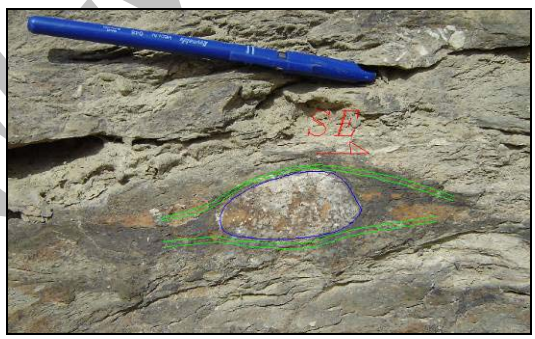
با مطالعه مقطع نازک بلورهای پورفیروکلاست از جنس پلاژیوکلاز دیده شد که در یک زمینه ریز بلور قرار دارد. این زمینه شامل بلورهای از کوارتز، میکا و مواد آلی می باشد (شکل۵).



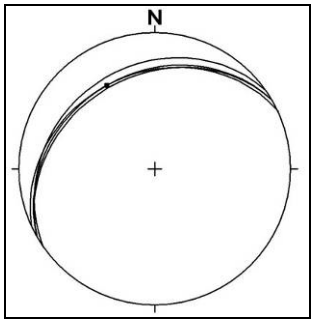
شکل۵: پورفیروکلاست ماهی پلاژیوکلاز زیگما در مقطع نازک در ماسه سنگ های دگرگون شده پهنه برشی نیالا

۲-۲-۲.پهنه برشی در سفیدچاه

در نزدیکی روستای سفید چاه پهنه دیگری در داخل مجموعه دگرگونی گرگان شناسایی شد که با نام پهنه برشی سفید چاه مورد مطالعه قرار گرفت. این پهنه طولی حدود ۴۰ متر که از لحاظ خصوصیات لیتولوژی و ساختاری بسیار شبیه پهنه برشی نیالا می باشد (شکل ۶ و ۷).



شکل ۶: بیگانه سنگ آهک در شیل های پهنه برشی سفیدچاه –دید به سمت شرق - بالا به سمت جنوب شرق

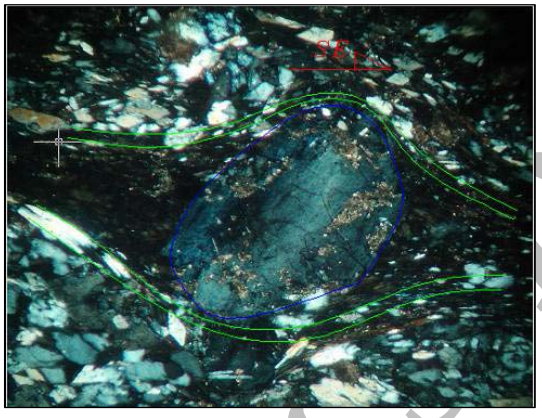


شکل ۷: سطوح برگوارگی و خطواره پهنه برشی سفیدچاه بر روی نیمکره زیرین شبکه اشمیت

Archive of SID

www.SID.ir

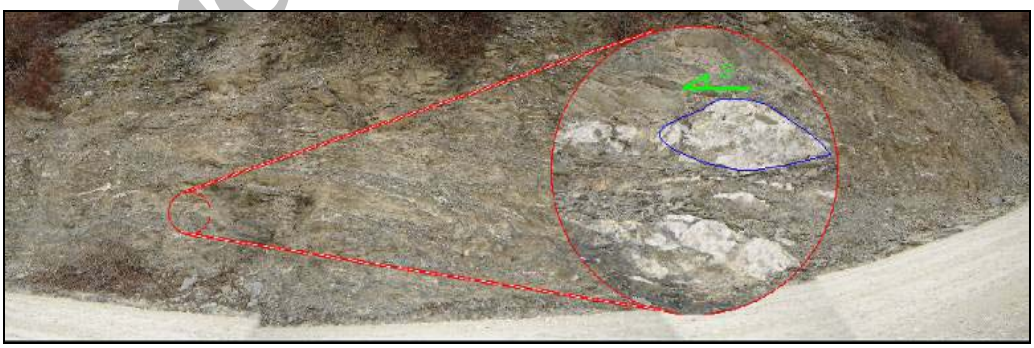
با مطالعه مقاطع نازک پهنه برشی سفیدچاه از جمله ساختارهای که مشاهده شده در نمونه های میکروسکوپی پورفیروکلاست ها (نمونه آن را در پهنه برشی شمالی در مقطع مهدی راجه وجود دارد) هستند. با مطالعه مقطع نازک پهنه سفیدچاه پورفیروکلاست ها در یک زمینه ریز بلور شامل کوارتز و میکا دیده می‌شود. پورفیروکلاست های از جنس پلاژیوکلاز که بلورهای کوارتز در اطراف آن به صورت نواری (Ribbon) خرچیده اند. بخش های تیره زمینه بیشتر مواد آلی موجود در سنگها می باشد (شکل۸).



شکل۸:پورفیروکلاست پلازیوکلازدراسلیت های پهنه برشی سفیدچاه بالا به سمت جنوب شرق

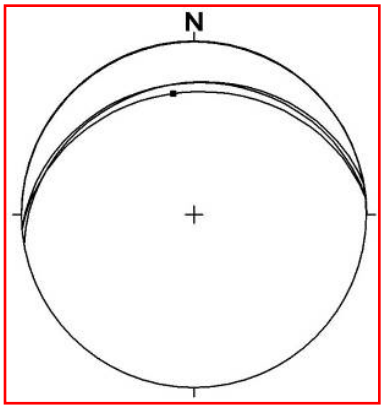
۲-۲-۳.پهنه برشی در وزوار

در این پهنه تناوبی از سنگهای آذرین خروجی دگرگون شده همراه با میکا شیست ها، کالک شیستها، شیستهای سبز و فیلیت ها رخنمون دارند که عمدتاً توسط پوشش گیاهی استتار شده اند. سنگهای متاولکانیک- متابازالت با تیغه های پلاژیوکلاز که تحت تأثیر دگرسانی کلسیتی شده اند. این امر نشان می‌دهد که سنگهای مذکور در حد زیرین رخسارهٔ شیست سبز دگرگونی را متحمل شده اند. پهنه برشی وزوار که گسترشی حدود ۳۰ متر دارد در مسیر روستای وزوار قرار دارد. وجود بلورهای کوارتز در مسیر برگوارگی به صورت عدسی های نامتقارن از مشخصه های بارز این منطقه می باشد (شکل ۹و۱۰).



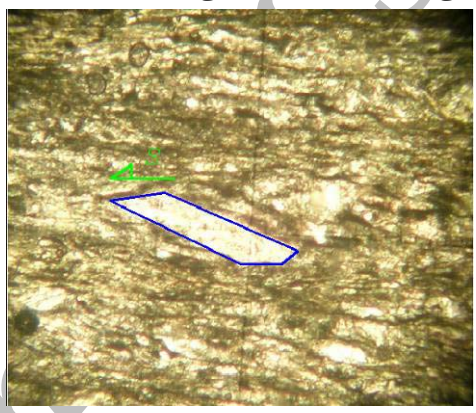
شکل۹: عدسی های نامتقارن کوارتز در داخل فیلیت های پهنه برشی وزوار – دید به سمت شمال غرب بالا به سمت جنوب

www.SID.ir



شکل۱۰: سطوح برگوارگی و خطواره در پهنه برشی وزوار بر روی نیمکره زیرین شبکه اشمیت

با مطالعه مقطع نازک در این پهنه برشی ، فابریک ماهی در داخل بلورهای پلازیوکلاز مشاهده شد که برای تعیین جهت حرکت بکار گرفته شده است. در داخل زمینه ریز بلور همچنین کانی های اپاک و کوارتز دیده می شوند. همانطور که در شکل ۱۱ نشان داده شده است بلورهای پلاژیوکلاز حرکتی به سمت جنوب را در داخل پهنه برشی وزوار نشان می دهد که با حرکت کلی در این بخش مشاهده شده، یکسان می باشد.



شکل ۱۱: فابریک ماهی در بلور پلاژیوکلاز ، فیلیت های پهنه برشی وزوار بالا به سمت جنوب

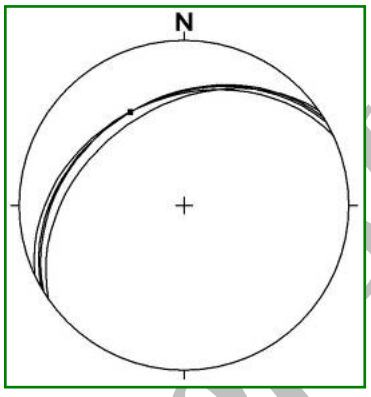
۲-۲-۴.پهنه برشی در رادکان

در این بخش، تناوبی از رسوبات دگرگونی شامل اسلیتهای خاکستری رنگ، فیلیت و شیستهای سبز و کالک شیست رخنمون دارند که همراه آنها ۱۲۰ متر سنگهای آذرین دگرگون شدهٔ شامل متاگابروی ساب ولکانیک، متاولکانیک، متاآندزیت توف، دایک دلریت و متابازیک به همراه لایه های شیست و کلریت شیست گسترده شده اند. پهنه برشی رادکان در نزدیکی روستای رادکان به طول ۲۰ متر قرار دارد. این پهنه به دلیل فرسایش زیاد اکثرا به صورت قطعات نابرجا بوده است که نمونه برداری از آن به سختی انجام گرفته است. ویژگی بارز در نمونه های این برونزد وجود یک باند با پلاژیوکلاز های بسیار زیاد است. به نظر می رسد که این پلاژیوکلازها منشا رسوبی داشته باشند (شکل ۱۲و۱۳).

Archive of SID

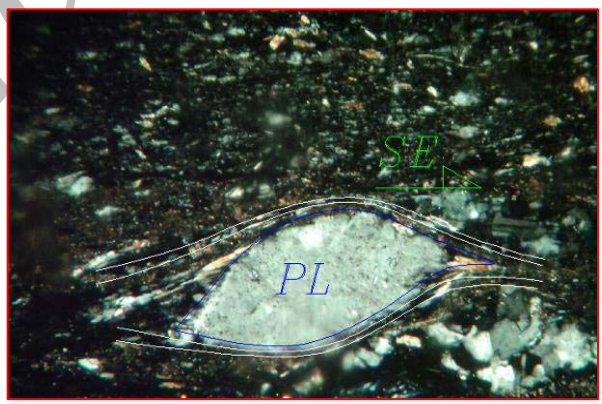
www.SID.ir

شکل ۱۲: باند های پلاژیوکلاز دار در پهنه برشی رادکان – دید به سمت شمال شرق



شکل ۱۳: سطوح برگوارگی و خطواره پهنه برشی رادکان بر روی نیمکره زیرین شبکه اشمیت

با مطالعه مقاطع نازک این پهنه برشی پورفیروکلاست های نوع σ در آن مشاهده شد. در پورفیروکلاستهای نوع زیگما σ، صفحه مرجع (Median line) بالها را قطع نمی کند و فرورفتگی (Embayment) در این نوع از پورفیروکلاست ها وجود ندارد [۸]. جنس این پورفیروکلاست ها از پلاژیوکلاز و در اطراف آن بلورهای ریز دانه میکا و کوارتز وجود دارد. در خمیره سنگ نیز کانی کلریت دیده می شود که بیشتر ناشی از تجزیه شیمیایی و دگرسانی بلورهای بیوتیت و مسکوویت است (شکل ۱۴).



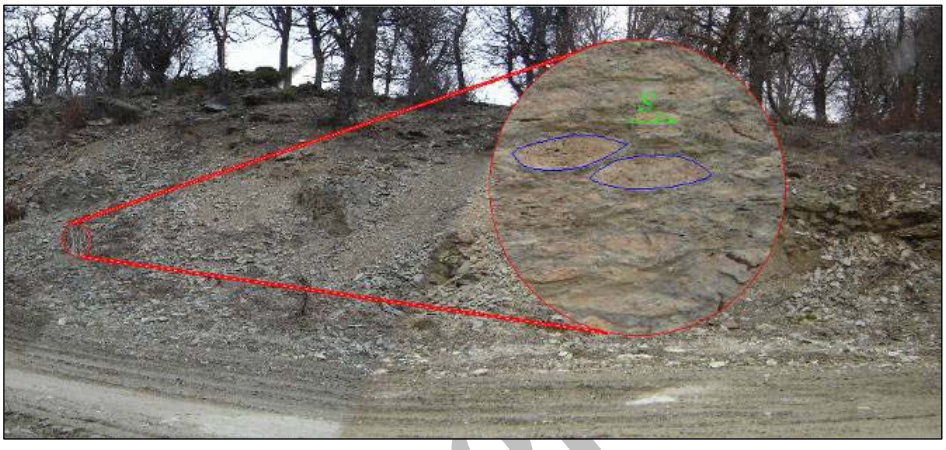
شکل ۱۴: پورفیروکلاست پلاژیوکلاز σ درسنگ های فیلیتی پهنه برشی رادکان– بالا به سمت جنوب شرق

Archive of SID

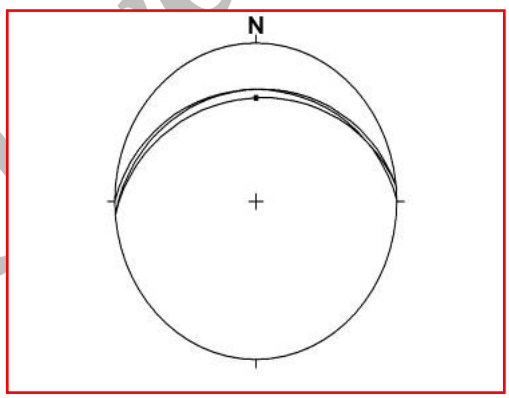
www.SID.ir

۲-۲-۵.پهنه برشی در درازنو

در این بخش، پیمایش از جنوب میل رادکان تا قلهٔ درازنو ادامه یافت که بـه ترتیـب تنـاوبی از رسـوبات دگرگونی شامل اسلیتهای خاکستری رنگ، فیلیت و شیستهای سبز رنگ و کالک شیست رخنمون دارند.
این پهنه با عرض حدود ۳۰ متر است که دارای بیگانه سنگ های از جنس ماسه سنگ به حالـت لنـزی پیـدا کرده اند. متاسفانه این پهنه نیز به دلیل پوشش جنگلی منطقه رخنمون مناسبی را نشان نمـی دهـد و تهیـه نمونه جهت دار به سختی انجام شد (شکل۱۵و۱۶).



شکل ۱۵: وجود ماسه سنگ های دگرگون شده در زمینه اسلیت ها ، پهنه برشی درازنو – دید به سمت شرق

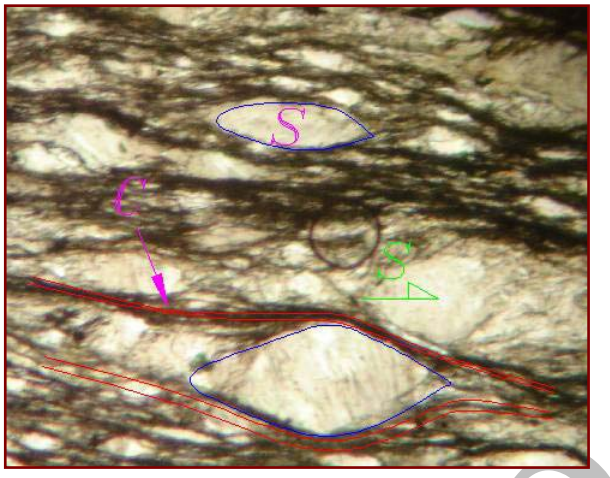


شکل ۱۶: سطوح برگوارگی و خطواره پهنه برشی درازنو بر روی نیمکره زیرین شبکه اشمیت

در مقطع نازک پهنه برشی درازنو فابریک پورفیروکلاستهای نوع زیگما دیده می شـود کـه جـنس آن از پلازیوکلاز بوده و در خمیره سنگ بیشتر بلورهای ریز بلور کوارتز و میکـا دیـده مـی شـود. در واقـع بلورهـای درشت دانه پلاژیوکلاز در جهت صفحه S بوده و بخش های ریز بلور که به دور پورفیروکلاستها چرخیـده انـد صفحات C را تشکیل داده اند [۷]. با ادامه دگر ریختی و نزدیک شدن صفحات S و C زاویه بین آنهـا کـاهش یافته و صفحات C' را ایجاد می کنند [۶] (شکل ۱۷).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱۷: پورفیروکلاست زیگما در داخل بلورهای پلاژیوکلاز و صفحات S و C در شیل های دگرگون شده پهنه برشی درازنو ، بالا به سمت جنوب

۲-۲-۶.تحلیل پهنه برشی بخش جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان

مطالعه این ۵ پهنه برشی نشان داد که ارتباط جنبشی و ساختاری بین پهنه های برشی بخش جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان وجود دارد. این پهنه ها، همگی دارای راستای تقریبی شرقی - غربی و شیبی به سمت شمال تا شمال غربی دارند که با تهیه مقاطع نازک در هر یک از این پهنه های برشی حرکت معکوس آنها مشخص شد.

در واقع، هر یک از این پهنه های برشی که به صورت محلی مورد مطالعه قرار گرفت، جزیی از یک پهنه برشی بزرگ در دامنه جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان است که سازوکار معکوس با شیب تقریبی ۳۰ تا ۳۵ درجه به سمت شمال غرب را نشان می دهد.

۲-۳.پهنه برشی بخش خاوری

در بخش خاوری مجموعه دگرگونی گرگان با مطالعات صحرایی انجام گرفته دو پهنه برشی شناسایی شد که به شرح زیر است:

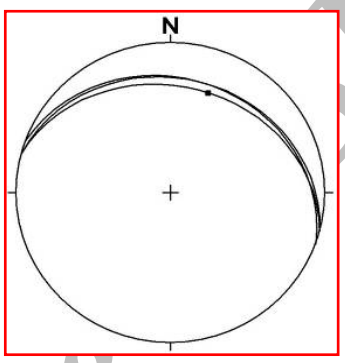
۲-۳-۱.پهنه برشی در نهار خوران

در جنوب گرگان دره ای به نام نهارخوران (نام مقطع زمین شناسی از این محل انتخاب شده است) قرار دارد که به روستای زیارت منتهی می گردد. متابازیک های دگرسان شده شامل کانیهای کلریت، اپیدوت، کلسیت و سریسیت فراوان می باشند که جایگزین پلاژیوکلازها شده اند (شکل ۱۸). متاآندزیتها با کلریت و کلسیت فراوان و کوارتزهای ثانوی، متابازیک توف با کانیهای بیوتیت و تیغه های پلاژیوکلاز که به شدت سریسیتی شده اند و از آنها مقدار اندکی باقیمانده است [۴]. برداشتهای برگوارگی و خطوارگی در این منطقه به دلیل پوشش وسیع گیاهی به سختی انجام شد ولی روند غالب برگوارگی در منطقه N5E / 30 که با پیاده سازی آن و خطواره ها بر روی استریونت حرکت شیب لغز با شیب به سمت شمال شرق در منطقه تعیین می‌گردد (شکل ۱۹).

Archive of SID

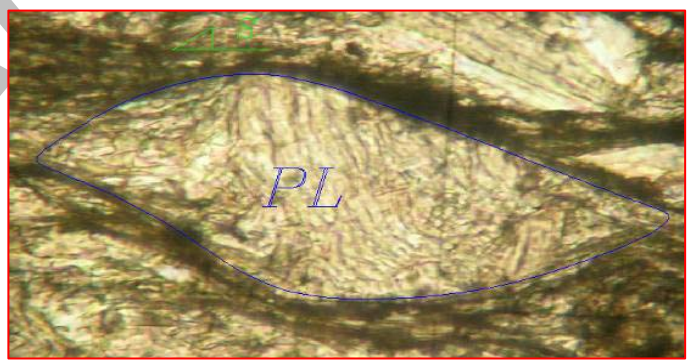
www.SID.ir

شکل ۱۸: ماسه سنگ های صورتی در داخل توده های گابروی پهنه برشی نهارخوران، دید به سمت جنوب شرق



شکل ۱۹: سطوح برگوارگی و خطواره پهنه برشی نهارخوران بر روی نیمکره زیرین شبکه اشمیت

با مطالعه مقطع نازک این پهنه پورفیروکلاست های نوع زیگما مشاهده شد. در این نوع پورفیروکلاست‌ها، دنباله ها موازی با برگوارگی هستند و صفحه مرجع موازی با برگوارگی از دنباله ها رد نمی‌شود. جنس این پورفیروکلاست ها از پلاژیوکلاز در یک زمینه ریز بلور حاوی کوارتز، میکا می‌باشد (شکل ۲۰).



شکل ۲۰: پورفیروکلاست زیگما پلاژیوکلاز در سنگ گابرو در پهنه نهارخوران – بالا به سمت جنوب

Archive of SID

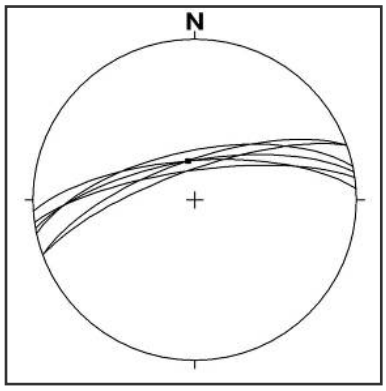
www.SID.ir

۲-۳-۲. پهنه برشی در توسکستان

مجموعهٔ دگرگونی گرگان از جنب ساختمان بهزیستی روبروی روستای توسکستان که نام مقطع زمین شناسی از همین روستا انتخاب شده است. متاسفانه سنگهای حاوی دانه های کوارتز، فلدسپار و چرت بوده که در اثر دگرگونی فلدسپار سریسیتی و کلسیتی شده اند و زمینه آن جهت یافته ناشی از دگرگونی را نشان می‌دهد. طول این پهنه در حدود ۶۰۰ متر و خطواره های اندازه گیری شده در این منطقه بیشتر کشیدگی بلورهای پلاژیوکلاز در زمینه سنگ های پهنه برشی توسکستان است. در این منطقه با اندازه گیری برگوارگی و خطواره ها حرکت را کاملاً شیب لغز با شیب زیاد مشخص می کند (شکل ۲۱و۲۲).

شکل ۲۱: بودین و عدسی ناقرینه آهک در پهنه برشی توسکستان، دید عکس به سمت غرب

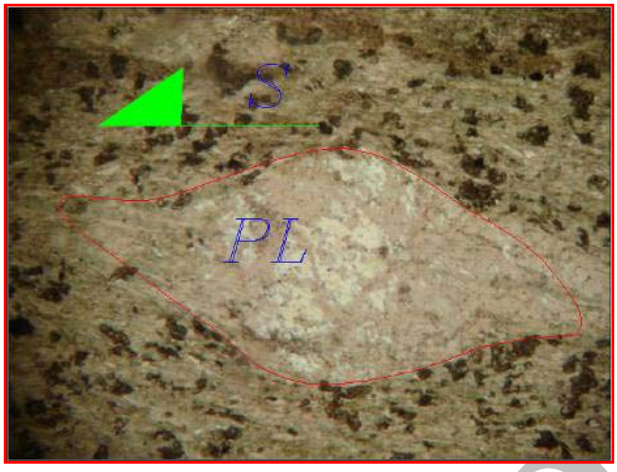
مطالعه مقاطع میکروسکوپی فابریک های خاص پهنه های برشی شکنا - شکل پذیر را نشان داد. از جمله فابریک های دیگر در این منطقه وجود پورفیروکلاست های σ ازجنس پلاژیوکلازاست [۹]. در مقاطع نازک این پهنه پورفیرکلاست σ از جنس پلاژیوکلاز که کاملاً در مقطع نازک شاخص بوده، دیده می شود. در این نوع پورفیروکلاست‌ها صفحه مرجع بالها را قطع نمی کند و فرورفتگی مشخصی در آن دیده نمی شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۲: سطوح برگوارگی و خطواره پهنه برشی توسکستان بر روی نیمکره زیرین شبکه اشمیت

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲۳: پورفیروکلاست پلاژیوکلاز دلتادر اسلیت های پهنه برشی توسکستان- بالا به سمت جنوب

۲-۳-۳. تحلیل پهنه های برشی بخش شرقی مجموعه دگرگونی گرگان

با مطالعه اطلاعات صحرایی و مقاطع نازک، این دو محل (نهارخوران و توسکستان) دارای راستای تقریبی شرقی - غربی و شیبی به سمت شمال بوده اند. با مطالعه نشانگرهای برش معرفی شده در منطقه نهارخوران و توسکستان، حرکت این پهنه های برشی معکوس در نظر گرفته شد که در برش توسکستان به شیبی حدود ۷۰ درجه رسیده است.

۳. نتیجه‌گیری

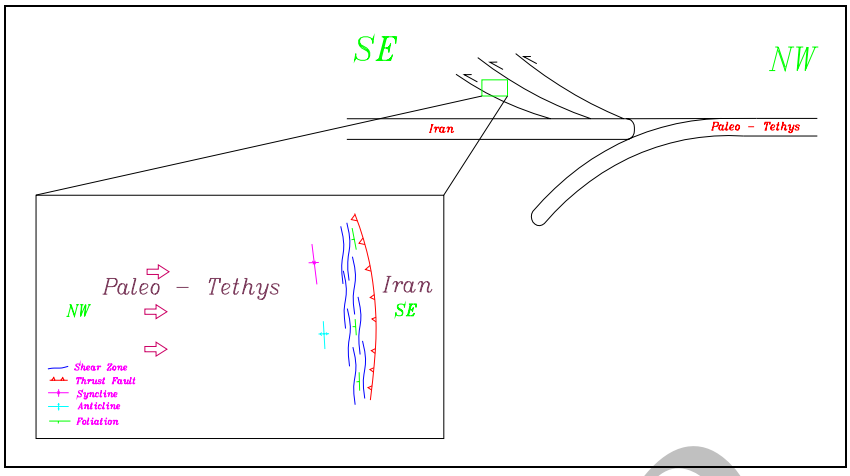
با توجه به این توضیحات می توان پهنه های برشی بخش خاوری مجموعه دگرگونی گرگان را ادامه پهنه‌های برشی بخش جنوبی این مجموعه در نظر گرفت که در کل بخش جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان ادامه دارد و مرز این مجموعه و واحد های پالئوزوئیک به شمار می رود.

با برداشت های انجام شده در منطقه، راستای عمومی این پهنه ها شرقی - غربی و سازوکار انها معکوس گزارش شده است. در واقع این پهنه ها نیز از روند عمومی ساختاری حاکم در منطقه پیروی می کنند. پهنه‌های برشی مجموعه دگرگونی گرگان در بخش جنوبی و شرقی، دارای روند تقریبا شمالی - جنوبی تا شمال شرقی - جنوب غربی بوده که دارای حرکتی معکوس با شیبی تقریبی به سمت شمال تا شمال غربی و جهت حرکت انها به سمت جنوب و جنوب شرقی است [۵]. همانطور که قبلا گفته شد شاپسندزاده (۱۳۷۱) ۳ نسل گسلهای راندگی را در داخل مجموعه دگرگونی گرگان شناسایی کرده که باعث جابجایی ورقه های از مجموعه دگرگونی از شمال غربی به سمت جنوب شرقی شده اند.

با توجه به این موارد، رابطه نزدیک ساختاری و جنبشی بین گسلهای راندگی داخل مجموعه دگرگونی گرگان و پهنه های برشی مجموعه دگرگونی وجود دارد. می توان با توجه به این موارد به این نتیجه رسید که این گسلهای راندگی باعث ایجاد چنین پهنه های برشی در داخل مجموعه دگرگونی گرگان شده اند، پس این پهنه ها همزمان با جایگیری مجموعه دگرگونی گرگان ایجاد شده اند (شکل ۲۴).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲۴: مدل تکتونیکی برای تشکیل پهنه های برشی در بخش شرقی و جنوبی مجموعه دگرگونی گرگان

۴. منابع

۱. شاه پسند زاده، م. (۱۳۷۱). تحلیل ساختاری و تفسیر محیط رسوبی مجموعه دگرگونی گرگان "شیست های گرگان"، رساله کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه تربیت معلم، دانشکده علوم، ۲۹۷ صفحه.

۲. رحیمی، ب. (۱۳۸۲). تحلیل ساختاری و رسوبی البرز شرقی، رساله دکترا، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین.

۳. وحدتی دانشمند، ب.، قاسمی، م. ر.، قرشی، م.، (۱۳۸۴). زمین ساخت فعال گسله کاسپین بین لاهیجان و رودسر، بیست و چهارمین گردهمائی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۱۳۰.

۴. ولایتی، س. (۱۳۸۳). اولین گزارش پولنهای دوباله ترشیاری ایران "شیست های گرگان"، مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان، جلد ۲۰، صفحات ۲۱-۳۴.

5. Berberian, M. and King, G.C.P. 1981, Toward a Paleogeography and tectonic evolution of Iran, Canadian Journal of earth Seiences. V.18, pp.210 – 265.
6. Lister, G.S., Snoke,A.W., (1984), S-C Myloniets , Journal Structural Geology, Vo. 6, pp.617 – 638.
7. Marshak, S. and Mitra, G., 1988, Basic Methods of Structural Geology, New Jersey, pp.446.
8. Passchier, C.W., Trouw, R.A.J, 1998, Microtectonis, Springer, pp.289.
9. Simpson, C., (1985), Deformation of granitic rocks across the brittle – ductile transition, Journal Structural Geology, V.7, pp.503 – 511.

Archive of SID

www.SID.ir