



معرفی نوع و شرایط دگرگونی منطقه قنداب - جنوب شرق فریمان ، استان خراسان رضوی

رنجبر، ف؛ هام، م؛ ابراهیمی، خ؛ رحیمی، ب^۱
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد
۲- عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده: مجموعه دگرگونی فریمان در فاصله ۴۰ کیلومتری جنوب شرق فریمان واقع شده است. این مجموعه دگرگونی شامل آندالوزیت میکا شیستها، کوارتزیت، آهک های تبلور مجدد یافته و شیستهای و گنیسهای کواتز - فلدسپاتی است. بر اساس مطالعات سنگ شناختی و صحرایی آندالوزیت شیستها که مهمترین و فراوانترین بخش این مجموعه را تشکیل می دهند از سه مجموعه کانیایی شامل ۱- کوارتز + بیوتیت + مسکویت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + کوردیریت + گارنت (۲) کوارتز + بیوتیت + مسکویت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + گارنت + فیبرولیت + سیلیمانیت (۳) کوارتز + بیوتیت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + گارنت + آلكالی فلدسپار + فیبرولیت + سیلیمانیت می باشد. بر اساس مجموعه های کانیایی و ژئوترموبارومتری انجام شده با استفاده از ترموکالک شرایط دگرگونی این مجموعه از نوع مجاورتی ناحیه ای تعیین شده و دما و فشار به ترتیب ۶۶۴ °C و ۲/۵ kbar محاسبه شده است.

واژه های کلیدی : سنگ های پلیتی، آندالوزیت شیست، مجاورتی در مقیاس ناحیه ای، فریمان

Abstract: Metamorphic rocks of Fariman is located in 40km southeastern of Fariman. This collection consist of Andalusite mica schiste, Quartzite, recrystallized limestone, quartz-feldsparschiste and gneises. According to petrography studies and field observation the most important and abundant part of this collection including andalusite mica schiste and contain three mineral assemblage. 1: quartz+biotite+muscovite+plagioclase+andalusite+cordierite + garnet. 2: quartz+biotite+muscovite+plagioclase+andalusite+fibrolite+garnet ±cordierite. 3: quartz+biotite+ plagioclase+andalusite+fibrolite+garnet +sillimanite +kfeldspar. the condition of this metamorphic rocks based on mineral assemblages and geothermobarometry have done using thermocalc is of kind contact regional metamorphism and temperature-Pressure is calculated respectively is 664°C and 2/5 kbar.

Key word: Pelitic Rocks, Andalusiteschiste, regional contact metamorphism, Fariman

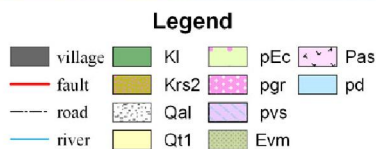
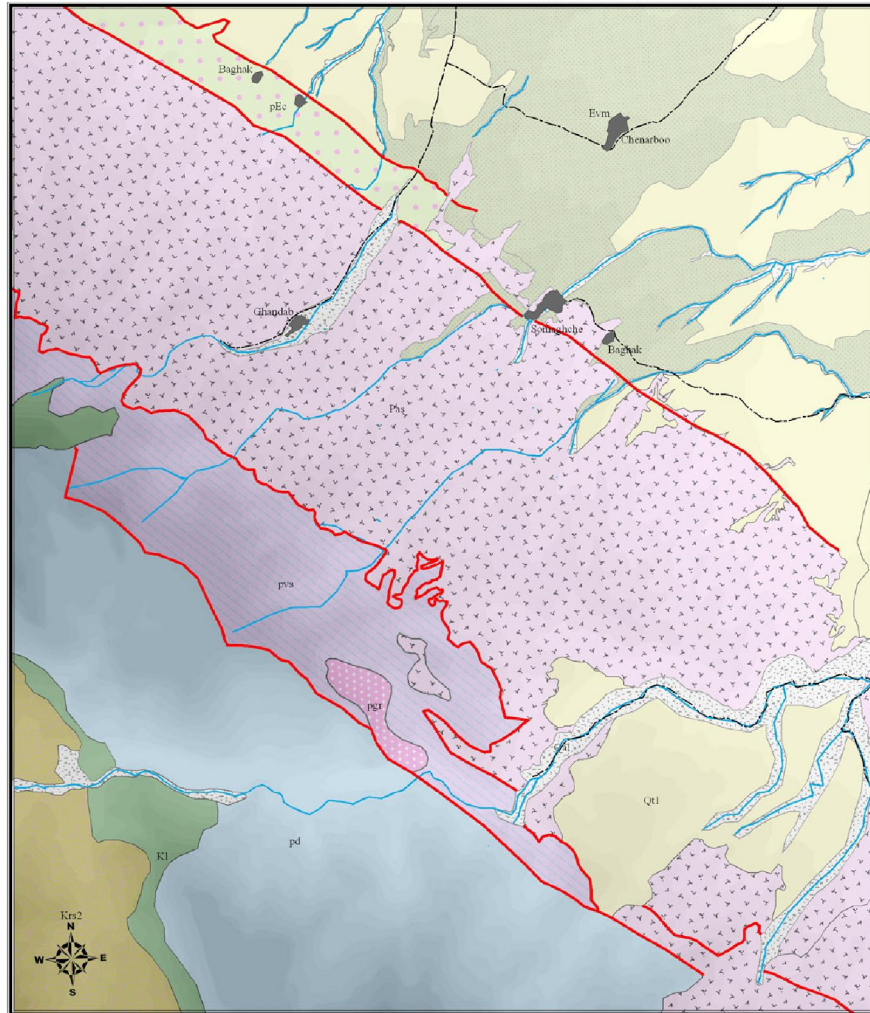
مقدمه

منطقه مورد مطالعه در استان خراسان رضوی در ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرق مشهد و ۴۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان فریمان به مختصات ۲۴° ۳۵ تا ۲۸° ۳۵ شرقی و ۰۲° ۶۰ تا ۰۷° ۶۰ شمالی قرار گرفته است. مجموعه دگرگونی مورد مطالعه در چهار گوش کاریز نو قرار داشته و بخشی از رشته ارتفاعاتی است که در امتداد WNW-ESE کشیده شده است. کاملترین مقطع این گستره در جنوب غرب روستای کاریزنو شامل بخشهای زیر می باشد:

لایه های ضخیمی از میکاشیستهای حاوی آندالوزیت، سیلیمانیت، کوردیریت و گارنت که در میان آنها لایه هایی با پراکندگی نامنظم از کوارتزیت، آهک های تبلور مجدد یافته و ماسه سنگهای رس دار دگرگون شده حاوی بیوتیت، مسکویت، فیبرولیت و گارنت مشاهده میشود. در انتهای مقطع روستای قنداب در مجاورت میکاشیستها می توان گنیسهای کوارتز - فلدسپاتی را مشاهده نمود که حاوی نوارهایی تیره رنگ مشتمل بر بیوتیت و اکسید آهن می باشد. طبقات شیستی در سمت شمال به صورت گسلی در مجاورت مجموعه ای



شامل ماسه سنگهای توفی و گری وکی، ژبیس، مارن، کنگلومرا و سنگ های آتشفشانی کرتاسه قرار می‌گیرد این مجموعه خود توسط رسوبات پلیو - پلیستوسن و در نهایت آبرفت‌های کواترنر پوشیده شده است. البته در حدفاصل غرب مقطع روستای سماقچه تا مقطع روستای قندآب میکاشیست‌ها به صورت گسله در مرز با کنگلومرا و سنگهای آتشفشانی پالوسن - ائوسن قرار دارند. در جنوب نیز شیست های منطقه به صورت گسله در مجاورت کمپلکس رسوبی - ولکانیکی (کمپلکس سبیک) قرار دارند که شامل کرناتهای تبلور مجدد یافته ، سنگهای آتشفشانی دگرگون شده اسیدی و بازیک و گرانیتهایی است که به طور منطقه ای بافت گنایسی از خود نشان می دهند و به صورت نواری با عرض کمتر از ۱ کیلومتر در امتداد شمال غرب - جنوب شرق رخنمون دارند. (شکل ۱)



شکل شماره ۱: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

بحث و بررسی

در شیستهای منطقه دو زون اصلی آندالوزیت - کوردیریت و آندالوزیت - سلیمانیت قابل تفکیک است و از شرق به غرب وسعت زون سلیمانیت دار افزایش می یابد (شکل) در این مجموعه، درجه دگرگونی از شمال به جنوب افزایش می یابد. عمده متا پلیت‌های جنوب شرق فریمان در واقع میکاشیست‌هایی هستند که مشخصه آنها وجود پرفیروبلاستهای آندالوزیت می باشد. جهت مطالعات پتروگرافی در عرض مجموعه دگرگونی از شمال



به جنوب در پنج مقطع روستاهای قندآب، سماقچه، باغچه، خاکشور و چاهک نمونه برداری شد. طی بررسی نمونه‌ها سه مجموعه مینرالی در متابلیتهای منطقه تشخیص داده شد که از شمال به جنوب شامل (۱) کوارتز + بیوتیت + مسکویت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + کوردیریت + گارنت (۲) کوارتز + بیوتیت + مسکویت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + گارنت + فیروولیت + کوردیریت (۳) کوارتز + بیوتیت + پلاژیوکلاز + آندالوزیت + گارنت + آلکالی فلدسپار + فیروولیت + سیلیمانیت می باشد. کانیهای فرعی موجود زیرکون، آپاتیت، تورمالین، مگنتیت، گوتیت و سولفید آهن می باشد در دو مجموعه نخست بیوتیت و مسکویت و در مجموعه سوم بیوتیت شیبستوزیته سنگ را تعریف می کنند. پلاژیوکلازها معمولاً شکل دار بوده و ماکل آلیپتی نشان می دهند. در هر سه مجموعه کانیایی ترکیب پلاژیوکلازها با توجه به زاویه خاموشی محاسبه شد، که بر این اساس در حدآلیت و آلیت - الیگوکلاز تعیین شده است. ترکیب شیمیایی تعیین شده با استفاده از آنالیز نقطه ای به روش میکروپروب، ترکیب اندازه گیری شده برای پلاژیوکلازها را تایید نموده است. گارنت-های موجود در مجموعه های شیبستی معمولاً ریز دانه (۰/۱ تا حداکثر ۰/۵ میلیمتر) و از شکل دار تا کاملاً بی شکل دیده می شوند. از نقطه نظر شیمیایی گارنت ها از نوع آلمانند و نسبتاً غنی از اسپسارتین بوده و منطقه بندی شیمیایی یا بافتی مشخصی را نشان نمی دهند. با افزایش درجه دگرگونی از مقدار منگنز موجود در ترکیب شیمیایی گارنت کاسته می شود.

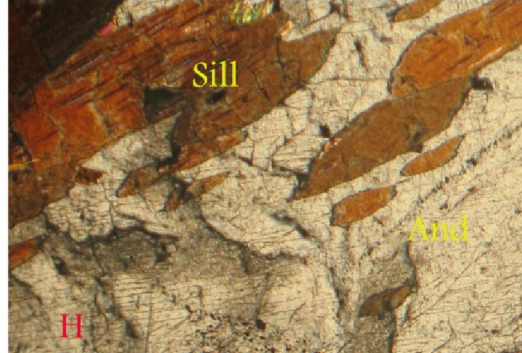
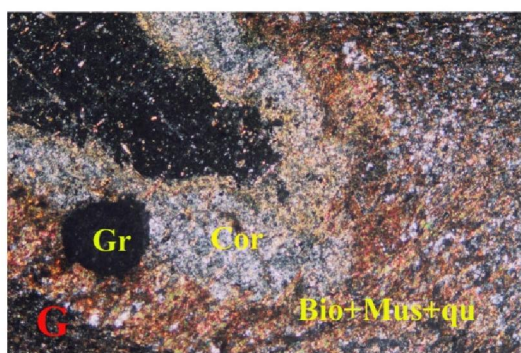
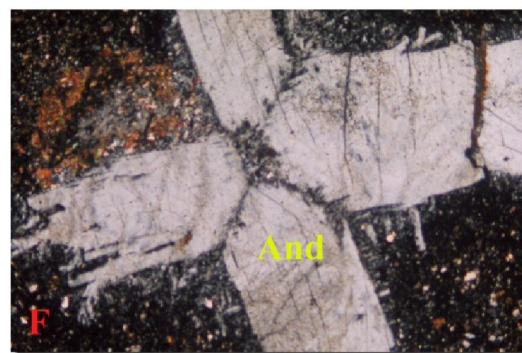
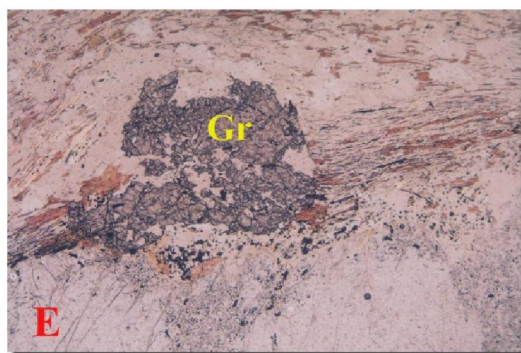
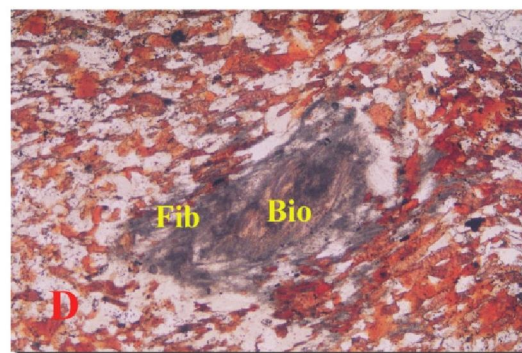
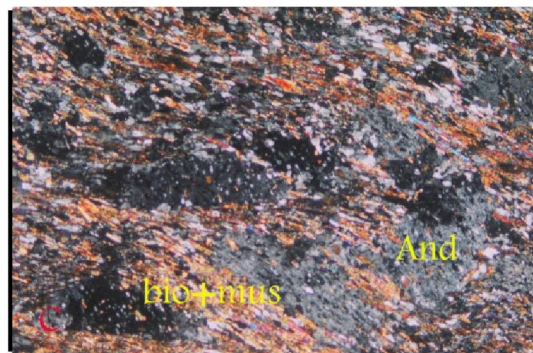
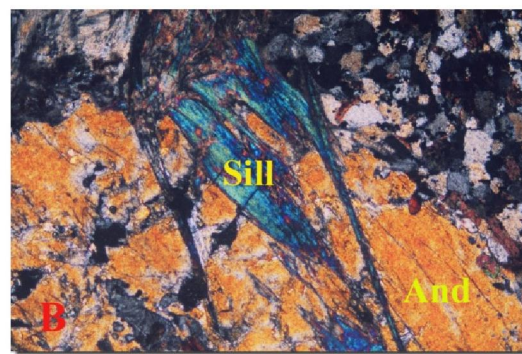
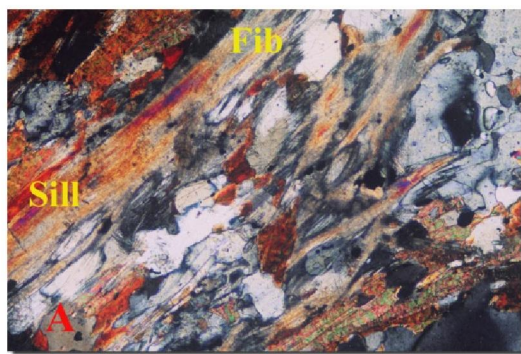
در مجموعه کانیایی اولاندالوزیتها با بی رفرنز آنس ضعیف و رنگ تداخلی آبی مایل به خاکستری تا زرد و اغلب با ساخت ضربدری در زمینه ای دانه ریز مشاهده میشوند اگر چه اشکال مربعی آندالوزیت (کیاستولیت) نیز به فراوانی قابل مشاهده اند. اندازه بلورهای آندالوزیت در این مجموعه حدود ۰/۲ تا ۲ میلیمتر می باشد بلورهای کوردیریت نیز به صورت پورفیروبلستهای بیضوی و اکثراً دارای ماکل شعاعی می باشند اما اغلب بلورهای کوردیریت در میان تجمعاتی از بلورهای نسبتاً درشت بیوتیت و مسکویت مشاهده می شوند وجود این تجمعات که در آنها کوارتز نیز مشاهده میشود ساخت چشم پرند ای را در زمینه این سنگها ایجاد کرده است. به عقیده نویسندگان این تجمعات حاصل واکنشهای پسروده نبوده بلکه در نتیجه دگرگونی پیشرونده و احتمالاً به دنبال واکنش زیر به وجود آمده اند

کوارتز + آندالوزیت + بیوتیت = مسکویت + کوردیریت

چنانکه ورنون (۱۹۸۷) در بررسی توالی واکنشهای صورت گرفته در درجات پایین دگرگونی های کوما کمپلکس عنوان کرده است پایین بودن میزان آلتراسیون در بلورهای آندالوزیت نسبت به بلورهای کوردیریت نیز احتمالاً نشان دهنده این واقعیت است که بلورهای آندالوزیت دیرتر از بلورهای کوردیریت رشد کرده اند. به عبارت دیگر تأییدی بر این موضوع است که آندالوزیتها حاصل واکنش های پیشرونده مشتمل بر مصرف کوردیریت می باشند. از آنجائیکه واکنش مذکور یک واکنش پیوسته می باشد بنابر این می توان همزیستی ورقه های هم اندازه مسکویت و بیوتیت در تجمعات میکایی حاصل از ناپایداری کوردیریت و هم چنین همزیستی کوردیریت و آندالوزیت در این سنگها را توجیه کرد. در این تجمعات همچنین بلورهای گارنت را اکثراً با بافت اسفنجی می توان مشاهده کرد. به نظر می رسد که این تجمعات سایتیهای مناسبی برای رشد کانیهای گارنت بوده است و این بلورها احتمالاً مطابق واکنش زیر در این سایتها ایجاد شده اند:

کلریت + کوردیریت + مسکویت = گارنت + آندالوزیت + بیوتیت + آب

همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد، بر اساس مطالعات شیمیایی کانیها این گارنتها از نظر اسپسارتین غنی می باشند. به این ترتیب به احتمال فراوان حضور گارنتها در این مجموعه به دلیل وجود منگنز زیاد در پروتولیت بوده و به این ترتیب حداقل در شیبستهای درجات کمتر به عنوان یک فاز AFM در نظر گرفته نمی شود. در برخی از موارد وجود آلتراسیون پنبیتی کوردیریت که شامل مسکویت با مقداری کلریت و اکسیدهای آهن است به چشم می خورد در مواردی که کوردیریتها کاملاً تجزیه شده اند در هسته این تجمعات میکایی بخشهای ایزوتروپی دیده میشود که در واقع همان مجموعه مواد پنبیتی بسیار ریز می باشند که در نور معمولی به رنگ زرد و در نور پلاریزانه صورت ایزوتروپ دیده میشود



شکل ۲- A: تشکیل سیلیمانیت از فیبرولیت B: جایگزینی سیلیمانیت های منشوری در بلور آندالوزیت C: بلورهای بی شکل پوئی کیلوبلاستیک آندالوزیت در زمینه جهت یافته متشکل از کوارتز + بیوتیت + مسکویت D: رشد فیبرولیت بر روی بیوتیت E: گارنت بی شکل در مجاورت بلور آندالوزیت F: بلورهای ضربدری آندالوزیت G: تجمعات میکایی شکل گرفته در اطراف بلور کوردیریت ، در مرکز هسته بخش ایزوتروپ حاصل از آلتراسیون کوردیریت مشاهده می شود H: جایگزینی بلورهای الماسی شکل سیلیمانیت در بلور آندالوزیت .



در مجموعه کانیايي دوم آگرگاتهای بیوتیت - مسکویت- کوارتز که در درجات حرارت پایین تر دیده می‌شدند کمتر شده و در بعضی نمونه‌ها کاملاً از بین رفته اند. پروفیل‌های آندالوزیت در این مجموعه به دو شکل متفاوت دیده می‌شوند (۱) آندالوزیت‌های پوئی کیلوبلاستیک بی شکل دارای ادخال‌های گرافیت، کوارتز، بیوتیت و مسکویت (۲) کیاستولیت. که از نظر اندازه نسبت به مجموعه کانیايي اول درشت تر بوده و گاهی در نمونه‌های دستی طول آنها تا ۱۰ سانتیمتر نیز می‌رسند. این نوع آندالوزیت‌ها با رنگ صورتی روشن تا قهوه‌ای و با جلای شیشه‌ای تا چرب در نمونه دستی قابل مشاهده اند. مسکویت نیز به دو صورت اولیه و ثانویه مشاهده می‌شود. مسکویت‌های اولیه ریزتر بوده و شیب‌توزیته سنگ را به همراه بلورهای بیوتیت تعریف می‌کنند. مسکویت‌های ثانویه درشت تر بوده و در زمینه جهت شیب‌توزیته را به طور اتفاقی قطع کرده اند. سیلیمانیت‌های فیبریبه صورت‌های مختلف در نمونه‌های مورد مطالعه دیده می‌شوند. این فیبرها به صورت هم‌رشدی با بیوتیت، مسکویت و پلاژیوکلاز همچنین در بین بلورهای کوارتز و فلدسپار و در مجاورت و داخل آندالوزیت‌ها و گارنت‌ها مشاهده می‌شود. در برخی موارد فیبرولیت‌های حاصل از بیوتیت در مناطق با استرین بالا اطراف بلورهای بزرگ و چرخیده آندالوزیت دیده می‌شود که این امر احتمالاً نشان دهنده تاثیر دگرشکلی در تشکیل بخشی از فیبرولیت‌های منطقه مورد مطالعه می‌باشد. فیبرولیت‌ها همراه با افزایش درجه حرارت به سلیمانیت‌های منشوری تبدیل می‌شوند. روابط بافتی در نمونه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که اکثر فیبرولیت‌های منطقه مورد مطالعه در اثر شکست بیوتیت ایجاد شده اند. رشد اپی‌تکسیال فیبرولیت بر روی بیوتیت‌ها به دلیل‌هسته بندی آسان فیبرولیت در بیوتیت به دلیل پایین آمدن انرژی هسته بندی آن صورت می‌گیرد (Chinnel 1961, Vernon 1979, 1987). ویژگی منحصر بفرد در مجموعه سوم تشکیل بلورهای سلیمانیت در آندالوزیت‌ها است. این سلیمانیت‌های جایگزین شده به صورت بلورهای الماسی شکلیا برجستگی بالا و بیرفرنزانس خاکستری تا زرد کم‌رنگ می‌باشند. در برخی نمونه‌ها سلیمانیت‌های جایگزین شده در آندالوزیت‌ها به شکل منشوری و با رنگ تداخلی بالا مشاهده می‌شوند. بر اساس شواهد بلورشناختی جانشینی سلیمانیت در بلورهای آندالوزیت از نوع توپوناکسی می‌باشد. در مواردیکه آندالوزیت‌ها توسط سلیمانیت جایگزین شده اند این بلورها در XPL با یکدیگر در موقعیت خاموشی قرار می‌گیرند که این امر می‌تواند نشان دهنده کنترل کانی‌شناختی تبدیل آندالوزیت به سلیمانیت باشد.

سلیمانیت‌های منشوری در زمینه نیز دیده می‌شوند. مطالعات میکروسکوپی و بررسی شواهد بافتی از تشکیل برخی از سلیمانیت‌های زمینه توسط بهم پیوستن و ضخیم‌شدگی فیبرولیت‌ها حکایت دارد اگرچه توجه به نبود مسکویت اولیه در این مجموعه کانیايي و حضور پتاسیم‌فلدسپار (بر اساس نتایج حاصل از دیفرانکتومتری پرتو ایکس) به نظر میرسد واکنش $Ms+PI+Qz=Sill+Kfs+H_2O$ عامل اصلی تشکیل سلیمانیت در زون سلیمانیت باشد.

در این مجموعه کانیايي پورفیروبلاست‌های آندالوزیت شکل دار تا نیمه شکل دار بوده و اغلب حاوی انکلوزیون‌های گرافیت، بلورهای کوارتز، بیوتیت و بعضاً مسکویت می‌باشند. در برخی موارد که بلورهای آندالوزیت توسط سلیمانیت جایگزین شده اند اطراف این پرفیروبلاست‌ها را بلورهای درشت مسکویت، پلاژیوکلاز، گارنت، کوارتز، بیوتیت و گاهی فیبرولیت و ارتوز احاطه کرده اند. در برخی بلورهای آندالوزیت در اثر دگرگونی قهقرایی سریسیت، بیوتیت و کلریت تشکیل شده است. شیب‌توزیته سنگ توسط بیوتیت تعریف می‌شود. در برخی نمونه‌ها بیوتیت‌ها کاملاً درشت شده و موجب ضعیف شدن شیب‌توزیته سنگ گردیده‌اند. بیوتیت‌ها اغلب با رنگ اینترفرانسی قرمز قهوه‌ای دیده می‌شوند که حاکی از بالا بودن میزان تیتان در آنهاست. مسکویت‌های ثانویه به صورت بلورهای درشت با بیرفرنزانس صورتی کم‌رنگ مشاهده می‌شود و اکثراً جهت یابی بیوتیت‌های زمینه را قطع می‌کنند. گاهی هم‌رشدی از این بلورها با فیبرولیت دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری

بر اساس مطالعات انجام شده و مقایسه ویژگی‌های دگرگونی منطقه قنداب با سایر موارد مشابه در دنیا به نظر می‌رسد که دگرگونی در منطقه مورد مطالعه از نوع مجاورتی در مقیاس ناحیه‌ای (regional contact metamorphism) می‌باشد که می‌توان آن را یک دگرگونی دما بالا - فشار پایین (LPHT) طبقه بندی نمود. دگرگونی در ناحیه مورد مطالعه شباهت بسیاری به دگرگونی ناحیه cooma complex در جنوب استرالیا دارد. مجموعه دگرگونی کوما به عنوان یک ناحیه زمین‌شناختی کلاسیک برای زون‌های دگرگونی ناحیه‌ای در نظر گرفته می‌شود زیرا این ناحیه یکی از اولین مکان‌هایی است که در آن آندالوزیت - سلیمانیت تیپ دگرگونی ناحیه‌ای توصیف شده است. همچنین گرانودیوریت‌های کوما به عنوان یک مثال کلاسیک از یک پلوتون که به وسیله ذوب بخشی متاسدیمنت‌ها در مرکز یک کمپلکس دگرگونی مجاورتی حاصل از نفوذ یک باتولیت



عظیم ایجاد شده است در نظر گرفته می شود . با توجه به مشاهدات صحرایی و بررسی های پتروگرافیکی به نظر می رسد احتمالاً دگرگونی ناحیه ای در منطقه مورد مطالعه حاصل جایگزینی بزرگ مقیاس يك باتولیت در طی يك حادثه عظیم تکتونیکي در بخشهای بالایی پوسته می باشد . گرما و سیالات ایجاد شده از این باتولیت هاله ناحیه ای را در منطقه ایجاد نموده در اوج این دگرگونی ذوب بخشی سنگهای پوسته ،گرانیت ها یی را ایجاد کرده که در مجاورت شیستها و داخل متا و لکانها تزریق شده ودر بعضی قسمتها حالتهاي گنیسی و بعضا میگماتیتي را نشان می دهد. این گرانیتها توسط XRF مورد آنالیز قرار گرفته و نتایج حاصل از آنالیز ثابت می نماید که این گرانیتها از نوع S می باشند .

در این بررسی جهت محاسبه دما و فشار دگرگونی در منطقه مورد مطالعه ترکیب شیمیایی کانیهای بیوتیت ،گارنت و پلاژیوکلاز موجود در متاپلیتها توسط آنالیز میکروپروب مشخص شد سپس با استفاده از نرم افزار ترموکالک و با در نظر گرفتن اعضای انتهایی هر يك از واکنشگرها و محاسبه اکتیویته اعضای انتهایی واکنشهای دگرگونی نوشته شد . حداکثر دما در حدود 672°C و فشار $2/6$ کیلو بار و مقدار متوسط دما و فشار حدود 664 درجه سانتیگراد با عدم قطعیت 28 و $2/5$ کیلو بار با عدم قطعیت $0/6$ محاسبه شد

مراجع

محسن موزن ، سید مسعود همام ، علی قادری زفره (۱۳۸۵) ، بررسی مسنله فیبرولیت و شرایط تشکیل آن در هاله دگرگون گابرویدیوریت چاه قند ، شمال شرق نی ریز ، مجله بلور شناسی و کانی شناسی ایران ، شماره ۱ بهار و تابستان ۸۵

عادل ساکی ، محسن موزن ، محسن مویذ (۱۳۸۳) ، ژئوترموبارومتری سنگهای رسی دگرگون شده در جنوب غرب ماهنشان با استفاده از منحنی های تعادلی چندگانه و برنامه ترموکالک ، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران ، سال دوازدهم شماره ۲ پاییز و زمستان ۸۳

*Bernardo cesar, Maria Teresa(2002)- Andalusite- Sillimanite replacement (Mazarron .SE

Spain):A microstructural and TEM study,American mineralogy v.87

*R.H.Vernon&S.E.Johnson(1980 , transition from gneises to migmatite and the relationship of leucosome to peraluminousegranodiorite in the cooma complex ,SE Australia),school of Earth Scinces ,Macquarie university

*Andrew A Snelling (2009)-Radiohalos in the cooma metamorphic complex ,new south wales,Australia.the model and rate of regional metamorphism

*R.H.Vernon(1998).Sequential growth of cordierite and andalusiteporphyroblastscooma complex , Australia : microstructural evidence of a prograde reaction . metamorphic geology 1988,6,255-269

Richard S.Mitchell William F.Granini&DAllenPenick (1999).LargAndalusite crystals from Campbell

*country Virginia

*The book of rock microstructure . R.H. Vernon

R.H.Vernon (1987),oriented growth of sillimanite in andalusite ,placitas-juanTabo area ,area New

*Mexico,U.S.A. Canadian journal of earth scinces. V.24 N23,1987