

## انواع انکلاوها و شواهد صحرایی - میکروسکوپی امتزاج ماگما در توده های گرانیتوئیدی نفوذی جنوب قروه

سیدجمال شیخ ذکریائی\*، مرتضی غفاری فاخر

گروه زمین شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

### چکیده

در جنوب شهر قروه مجموعه ای از سنگ های آذرین نفوذی رخنمون دارند. این مجموعه بخشی از کمر بند آذرین درونی مزوزوئیک - ترشیری پهنه سنندج-سیرجان شمالی محسوب می شود. این سنگ ها از انواع گابرو، دیوریت، گرانیت و سینیت هستند. در چهار بخش شانوره، کنگره، خرس سره و قلای لان محدوده مورد مطالعه سنگ های نفوذی فلسیک و بازیک شواهدی از امتزاج را نشان می دهند. از شواهد امتزاجی در این چهار بخش می توان به انکلاوهای میکروگرانولار مافیک با شکل های گرد، دیسک گون، کشیده، عدسی گون و لوح گون و دایک های هم زمان با سنگ های نفوذی یا دایک های ترکیبی اشاره نمود. بعضی از انکلاو های میکروگرانولار مافیک با ساختار بالشی دارای حاشیه های دندان گون هستند. این ریخت شناسی از ویژگی های نفوذ ماگمای مافیک به صورت گویچه های کوچک تا بزرگ به درون ماگمای فلسیک است. از دیگر انکلاو هایی که در توده گرانیتی دیده می شود عبارتند از انکلاو سورمیکاسه، زینولیت ها، انکلاو های کومولیتی و انکلاوهای مزدوج یا دوپل. ویژگی های ریخت شناسی ساخت های نا همگن امتزاجی مانند انکلاوهای میکروگرانولار مافیک با شکل های و اندازه های متفاوت در درون توده های نفوذی با ترکیب گرانیتی حاصل فرآیند های امتزاج ماگما هستند، که می توانند به توزیع ناهمگن انکلاو ها در زون های تداخلی با تحرک پائین بین دو عضو نهائی اشاره داشته باشند.

واژه های کلیدی: انکلاو، انکلاو میکروگرانولار، امتزاج ماگما، قروه

\*عهدہ دار مکاتبات

## مقدمه

آمیزش ماگمای سنگ های آذرین فلسیک و بازیک در محیط های نفوذی و آتشفشانی به پدیده امتزاج و اختلاط اشاره دارد، که در مقالات زمین شناسی به طور وسیعی گزارش شده است. گرانیته ها انواع گوناگونی از انکلاوها را در بر می گیرند.

انکلاوها انواع مختلف دارند، که عبارتند از: (۶-۱)

۱- زنولیت ها: قطعاتی از سنگ میزبان (سنگ های دیواره) در برگیرنده توده نفوذی بوده، که به توسط ماگما در بر گرفته شده اند.

۲- سورمیکاسه ها: بخش باقیمانده فرآیند زایش ماگما در پوسته درونی بوده، که توسط ماگمای بالا رونده حمل شده است. این انکلاوها سنگ های دگرگونی غنی از میکا هستند.

۳- اوتولیت ها: بخش هایی از ماگمای میزبان (توده نفوذی) که به طور بخشی و یا به طور کامل متبلور بوده، که از حاشیه های توده نفوذی جدا شده و به همرا ماگما به سوی بالا حرکت می کنند. به این انکلاوها، انکلاوهای میکروگرانولار فلسیک یا هم منشاء نیز گفته می شود.

۴- میکروگرانولارها: این نوع انکلاو حاصل امتزاج گویچه های ماگمایی با ترکیب مافیک (ماگمای بازیک مشتق شده از گوشته) با ماگمای میزبان با ترکیب فلسیک است. انکلاوهای میکروگرانولار به صورت ریزبلور با رنگ تیره و یا روشن اغلب در گرانودیوریت، مونزوگرانیته و آلکالی گرانیته ها به میزان زیاد و در مجموعه های آناتکتیک و لوکوگرانیته ها به میزان کم یافت می شوند. منشاء انکلاوها توسط محققین مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. محتمل ترین منشاء انکلاوهای میکروگرانولار را به اختلاط دو ماگما با ترکیب متفاوت نسبت داده اند، که می تواند گرانیتوئیدهای کالکوالکالن را تولید نماید. این انکلاوها عضو مافیک را نمایش می دهند. (۸-۷) به این نوع انکلاوها، انکلاو میکروگرانیتوئید، انکلاو میکروگرانولار مافیک، انکلاو ماگمایی و یا ماگمایی مافیک نیز گفته می شود.

۵- کومولیتی ها: این انکلاوها حاصل تجمع یافتگی کومولوفیریک کانی های تیره می باشد. این نوع انکلاوها در ماگمای مافیک تشکیل شده اند.

۶- انکلاوهای مزدوج یا دوبل (چند منشاء): این نوع از انکلاوها، زینولیت هایی هستند، که توسط انکلاوهای مافیک یا فلسیک در بر گرفته شده اند.

در توده های آذرین نفوذی جنوب قروه انکلاوهای متعددی دیده می شود، که برخی از آن ها شواهد امتزاج ماگماهای بازیک و اسیدیک را تداعی می کنند. این انکلاوها در این تحقیق مورد بررسی دقیق صحرایی و میکروسکوپی قرار گرفته و نتایج آن به صورت مقاله ارائه می گردد.

## زمین شناسی منطقه قروه

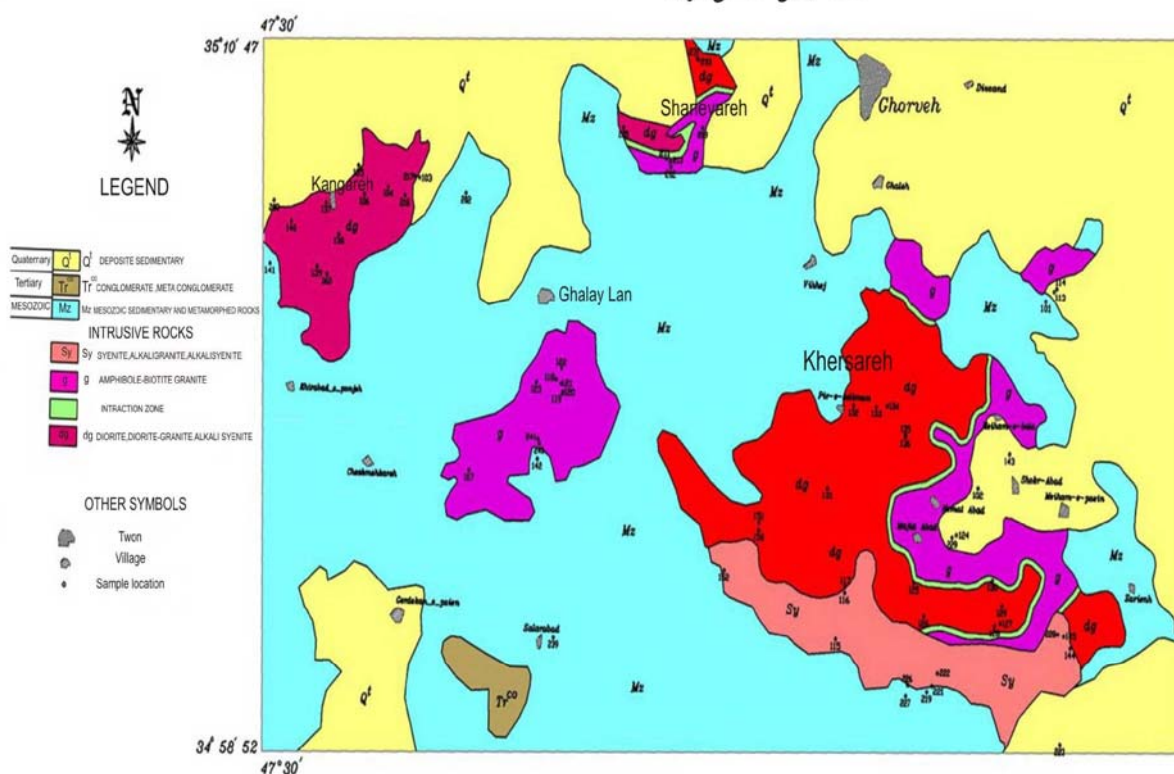
سنگ های تشکیل دهنده منطقه قروه از نوع آذرین، دگرگونی و رسوبی هستند که سنگ های آذرین درونی و دگرگونی مساحت اصلی رخنمون های سنگی منطقه را به خود اختصاص داده اند. به طور کلی از دیدگاه ریخت شناسی و همچنین زمین شناسی شمال و جنوب قروه تفاوت های بسیار زیادی با هم دارند. سنگ های نیمه جنوبی (بخش های مورد مطالعه) عمدتاً از سنگ های آذرین و دگرگونی می باشند. دگرگونی به عنوان مهم ترین و

بارزترین پدیده حاکم و از نوع ناحیه‌ای، مجاورتی و دینامیکی (حرکتی یا کاتاکلاستیک) ظهور یافته است. علاوه بر این ماگماتیسیم و پدیده‌های وابسته نیز فعال و کارساز بوده، و تأثیر به‌سزایی در سرنوشت زمین‌شناسی این منطقه داشته‌اند (نگاره ۱). نیمه شمالی منطقه مورد مطالعه تحت تأثیر نهشته‌های نئوژن و کواترنر و نیز فعالیت آتشفشانی گسترده چهره دیگری پیدا کرده است. به بیان دیگر سنگ‌های قدیمی مربوط به شمال تماماً در زیر انباشت‌های مختلف رسوبی، آذرآوری و گدازه مدفون شده‌اند، آثار محدود و پراکنده‌ای از دگرگونه‌های قبل از ترشیری در نواحی مجاور منطقه مورد مطالعه به چشم می‌خورد. در این تحقیق سنگ‌های چهار بخش منطقه جنوبی قروه بنام شانوره، کنگره، خرس سره و قلای لان که در زون تداخلی (امتزاجی) را تداعی می‌کنند، مورد بحث قرار خواهند گرفت.

### زمین‌شناسی توده‌های گابرو- گابرو دیوریت- دیوریت و گرانیت در بخش‌های مورد مطالعه

در منطقه مورد مطالعه توده‌های نفوذی گابرو- دیوریت و گرانیت از سازنده‌های اصلی سنگ‌های آذرین به شمار می‌آیند. در بخش شانوره سنگ‌های مافیک تقریباً در همه جا به همراه گرانیت‌ها و همچنین بر روی آن‌ها مشاهده می‌شوند. صعود سریع ماگمای گابروی، به دلیل گرانیوی کمتر، موجب قرار گرفتن آن در روی ماگمای گرانیت، با گرانیوی بیشتر شده است.<sup>(۹)</sup> در قسمت شمال، جنوب و جنوب غربی توده شانوره سنگ‌های گابرو- دیوریتی با سنگ‌های گرانیتی هم‌مرز هستند. مرز بین این توده‌های بازیک و اسیدی آثار آمیزش و اختلاط ماگمایی قابل رؤیت است.

نقشه زمین‌شناسی قروه



بدون مقیاس

توده گابرو - دیوریتی بخش کنگره در جنوب غربی شهر قروه و غرب شانوره در کنار توده گرانیتی رخنمون دارد. این توده به شکل یک بیضی نامنظم با امتداد شمال شرقی - جنوب غربی است. در نمونه دستی، سنگ‌های این توده رنگ خاکستری روشن تا تیره و در بعضی مناطق سبز تیره‌تر و بافت تمام بلورین دارند. ویژگی اصلی این سنگ بافت درشت دانه تا خیلی درشت دانه بلور آن‌ها است، به طوری که در برخی نقاط (به ویژه در محل معدن متروک سنگ) اندازه بلورها به بیش از ۵ سانتی‌متر هم می‌رسد. در حاشیه توده سنگ‌ها بافت تمام بلورین ریز بلور دارند و در برخی نقاط آثار جهت یافتگی کانی‌ها (لامیناسیون ماگمایی) در سنگ دیده می‌شود. مرز سنگ‌های دیوریتی و گرانیتی واضح و مشخص نیست بلکه به گونه یک منطقه تداخلی است. توده گابرو-دیوریت بخش خرس سره در جنوب و جنوب غربی توده شانوره رخنمون دارد. این توده به شکل بیضی نامنظم با امتداد تقریبی شمال غرب - جنوب شرقی است. در نمونه دستی این توده دارای رنگ خاکستری تیره تا سیاه و بعضاً سبز تیره (پرکلاغی) است و بافت تمام بلورین دارد از ویژگی اصلی سنگ‌های این توده بافت دانه درشت بلورهای آن‌ها می‌باشد. در حاشیه توده سنگ‌ها بافت ریز بلور دارند و در برخی نقاط جهت یافتگی کانی‌ها در آن‌ها دیده می‌شود (به خصوص در قسمت‌های شرقی و جنوبی توده). توده‌هایی از نوع گرانیتی سنگ‌های گابرو - دیوریت توده خرس سره را قطع نموده‌اند. همبری سنگ‌های گرانیتی و گابرویی به گونه یک منطقه تداخلی است که در همه جای توده قابل رؤیت می‌باشد.

توده قلائی لان در جنوب توده شانوره و شمال غربی توده خرس سره رخنمون دارد. بیشتر سنگ‌های توده قلائی لان از نوع پورفیری هستند و در برخی نقاط آثار جهت یافتگی کانی‌ها در سنگ دیده می‌شود. در متن سنگ‌های توده قلائی لان انکلاوهایی از نوع میکروگرانولار فلسیک (به طور عمده)، میکروگرانولار مافیک و زینولیت‌هایی از سنگ‌های رسوبی دگرگون شده وجود دارد.

بخش گرانیتی توده شانوره در غرب شهر قروه نمایان است. این توده در بین سنگ‌های مرمر به رنگ خاکستری مایل به سیاه و مرمر سفید تا کرم به صورت ضخیم لایه تا توده‌ای جایگزین شده است. در نمونه دستی سنگ‌های این توده بافت تمام بلورین و رنگ صورتی و خاکستری روشن دارند. در متن سنگ‌های بخش گرانیتی انکلاوهای میکروگرانولار مافیک، میکروگرانولار فلسیک، کومولیتی، انکلاوهای مزدوج یا دابل (چند منشایی)، انکلاوهای سورمیکاسه و زینولیت‌ها با شکل‌های مختلف وجود دارد. دایک‌های میکروگرانیتی تا دلریتی و پگماتی‌تی این توده را قطع نموده‌اند. به طور کلی توده شانوره دارای دو خانواده عمده گرانیتی و گابرو-دیوریتی است که حجم خانواده گرانیتی بیشتر می‌باشد.

بخش گرانیتی توده خرس سره در شرق توده قلائی لان رخنمون دارد. این توده به شکل نعل اسب بوده و سنگ‌های درونگیر آن در شرق و شمال شرق شامل شیست‌های لکه‌دار (آندالوزیت‌دار)، شیست‌های گرهک‌دار (کردیریت‌دار) و هورنفلس‌های کردیریت‌دار و در جنوب از نوع سینیتی و در غرب و شمال غربی شامل گابرو-دیوریتی هستند. سنگ‌های این توده دارای رنگ صورتی تا خاکستری روشن و بافت تمام بلورین هستند. در حاشیه توده سنگ‌ها بافت ریز بلور هستند و در برخی نقاط آثار جهت یافتگی کانی‌ها در سنگ دیده می‌شود. همبری سنگ‌های گرانیتی در قسمت‌های شمال، غرب و جنوب با بخش گابرو-دیوریت به گونه یک منطقه تداخلی است.

در این توده انکلاوهای سورمیکاسه (به خصوص در اطراف روستای ولی آباد)، انکلاوهای میکروگرانولار فلسیک (اطراف پایگاه قدس)، انکلاوهای میکروگرانولار مافیک (به خصوص در منطقه تداخلي)، انکلاوهای مزدوج یا دوپل (چند منشاء ای) و زینولیت (در حوالی روستای میهم) وجود دارد. بخش های گرانیتی توده کنگره به دو صورت دیده می شوند: ۱- به صورت توده های مجزا که در اطراف روستای درمقان و سرینجانیه رخمون دارد و ۲- به صورت دایک و آپوفیزهای فراوان و پراکنده که در قسمت شمال و مرکزی (محل معدن سنگ) رخمون دارند. بافت این سنگ ها تمام بلورین است و ترکیب سنگ شناسی آن ها آلکالی فلدسپات گرانیت تا گرانو دیوریت تغییر می کند در این بخش انکلاوهای میکروگرانولار مافیک وجود دارد. شایان ذکر است حجم عظیم ترکیب سنگی توده کنگره، گابرو- دیوریتی است.

### خصوصیات صحرایی، ریخت شناسی و کانی شناسی انواع انکلاوها در بخش های مورد مطالعه

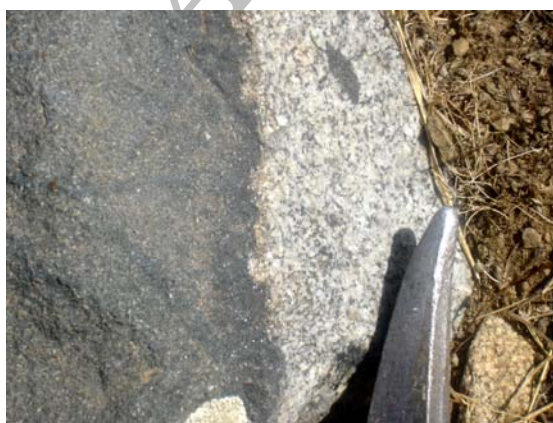
انکلاوهای موجود در توده های گرانیتوئیدی بخش های مورد مطالعه را می توان بر اساس وضعیت پیدایش و ساخت آن ها به شش تپ طبقه بندی نمود: ۱- انکلاوهای میکروگرانولار مافیک، ۲- انکلاوهای میکروگرانیتوئیدی، ۳- زینولیت ها، ۴- انکلاو سورمیکاسه، ۵- انکلاو کومولیتی و ۶- انکلاوهای مزدوج یا دوپل (چند منشاء).

### انکلاوهای میکروگرانولار مافیک

این انکلاو ها اندازه های بسیار متغیر داشته و طیفی بین چند میلی متر تا چندین متر را دربر می گیرند. به طور کلی انکلاوهای میکروگرانولار مافیک بزرگ تر در نزدیکی توده های گابرو- دیوریتی دیده می شوند و همچنین فراوانی

آن ها با دور شدن از محل تماس سنگ های مافیک و سنگ های گرانیتوئیدی کاهش می یابد. سطوح تماس انکلاوهای میکروگرانولار مافیک موجود در گرانیتوئیدها در بخش های مورد مطالعه به صورت دندان گون، نامنظم با حاشیه سریعاً سرد شده به طور کامل نمایان است (نگاره های ۴، ۵، ۶، ۷). حاشیه های ریزدانه معمولاً به عنوان حاشیه های سریعاً سرد شده در نظر گرفته شده اند و از سرد شدن سریع ماگمای مافیک داغ در مقابل ماگمای فلسیک سردتر حاصل گردیده است. انکلاوهایی که که دارای شکل نامنظم و سطوح تماس دنداندار می باشند، معمولاً نزدیک به محلی تشکیل می شوند که در آنجا فرآیند اختلاط ماگمایی فعال بوده است<sup>(۱۰،۱۱)</sup> (قسمت جنوبی توده)، در حالی که انکلاوهای میکروگرانولار مافیک که شکل گرد شده دارند و حاوی سطوح تماس مشخص می باشند انکلاوهای هستند که در طی جایگزینی ماگمای گرانیتی توسط آن حمل شده اند.<sup>(۹)</sup> (به طور نمونه قسمت مرکزی توده شانوره) بنابراین شکل های و سطوح تماس بین انکلاوها و میزبان نشان دهنده میزان نزدیکی به منطقه انجام فرآیندهایی واکنشی می باشند. مرز های دندان گون بین انکلاوها و سنگ های میزبان آن ها (در این جا گرانیت) نشان دهنده رابطه سیال- سیال آن ها می باشد.<sup>(۱۲)</sup> بنابراین می توان انکلاو های گرانولار مافیک را به صورت قطره های ماگمای مافیک هم زمان با امتزاج تفسیر نمود<sup>(۱۳)</sup> (نگاره های ۶ و ۷). وجود درشت بلورهای فلدسپات آلکالن متعلق به ماگمای فلسیک در انکلاوهای میکروگرانولار مافیک می تواند نشانی از سیال بودن دو ماگما در بخش های مورد مطالعه باشد. در حاشیه فنوکریست های آلکالی فلدسپات که در طی نفوذ ماگمای مافیک در برگرفته شده اند،

می توان زون های انحلالی را که در پاسخ به ترکیب و دمای مذاب در برگیرنده حاصل شده است مشاهده نمود. چنین فنوکریست هایی به علت عدم تعادل حرارتی و شیمیایی با خمیره نیمه جامد انکلاو میکروگرانولار مافیک ایجاد می گردد. (نگاره ۸) (نگاره ۳، ۹، ۱۳) همچنان که پیشتر ذکر شد، این گروه از انکلاوها در بخش گرانیتی و زون اختلاطی یافت می شوند، که تعداد آن ها به ویژه در مرز گرانیت ها با توده مافیک بیشتر است. این انکلاوها اغلب مرزهای دندان گون همراه با حاشیه سریعا سرد شده دارند بافت آن ها از نوع میکروگرانولار، پورفیریتیک با زمینه میکروگرانولار و پوئی کلیتیک است. پلاژیوکلاز، بیوتیت، آمفیبول، پیروکسن و در برخی موارد فلدسپات و کوارتز از کانی های اصلی آن ها به شمار می آیند (نگاره ۹). بلورهای پلاژیوکلاز هم به صورت فنوکریست و هم به صورت میکروکریست در انکلاوها حضور دارند. فنوکریست های پلاژیوکلاز اغلب شکل دار و همچنین نیمه شکل دار، با ساخت منطقه ای و ترکیب آندزین تا لابرادوریت در متن سنگ حضور دارند. اغلب ماکل دار بوده (آلیت، آلیت - کارلسباد، آلیت - پریکلین) و برخی از آن ها دارای ماکل های پیچیده هستند. مقدار این کانی از ۳۵ تا ۵۵ درصد متغیر است. کوارتز در صورت وجود به صورت فنوکریست، بلورهای ریز و گاهی لکه ای ظاهر می شود و اغلب به صورت پرکننده فضای خالی بین کانی های دیگر موجود است. در صورتی که فلدسپات الکلن حضور داشته باشد از نوع ارتوزپریتی و میکروکلین بوده و به عنوان کانی بینابینی در میان کانی های دیگر دیده می شود. برخی از بلورهای فلدسپات الکلن کانی های آمفیبول، آپاتیت بیوتیت را به صورت پوئی کلیتیک در بر گرفته اند. پیروکسن ها اغلب از نوع اوژیت و دیلاژ و در برخی مقاطع از نوع اوژیت تیتان دار می باشند. بلورهای آمفیبول با ترکیب هورنبلند سبز و قهوه ای حاوی هسته های از پیروکسن و همچنین به صورت مستقل و بدون ادخال با درصد حجمی حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد در متن انکلاوها وجود دارند. بلورهای بیوتیت به صورت اولیه و ثانویه با فراوانی حدود ۲ تا ۱۰ درصد همراه دیگر کانی های مافیک در انکلاوها دیده می شوند. این کانی به صورت شکل دار تا نیمه شکل دار است که انواع ثانویه آن از تبدیل در شرایط ماگمایی به وجود آمده اند. مهم ترین کانی های فرعی تشکیل دهنده انکلاوها شامل تیتانیت (به صورت مستقل و شکل دار)، آپاتیت (سوزنی شکل)، زیرکن (خودشکل به صورت مستقل و همچنین به صورت ادخال در آمفیبول و بیوتیت) و کانی های اوپاک می باشند. ترکیب سنگ شناسی انکلاوهای میکروگرانولار در محدوده کوارتز مونزوگابرو (مونزوگابرو) تا کوارتز دیوریت (دیوریت) است.



نگاره ۲: حاشیه سریعا سرد شده بین انکلاو میکروگرانولار مافیک و توده گرانیتی.



نگاره ۳: حاشیه نامنظم در انکلاو میکروگرانولار مافیک





نگاره ۴: انکلاو واقع در سمت چپ نگاره ساخت توپ گون متصل به هم را نشان می دهد. در وسط تصویر دیاپیر فلسیک به شکل قطره اشک دیده می شود. در مزر این انکلاو مافیک با گرانیت میزبان می توان حاشیه های دندانانه گون را مشاهده نمود.



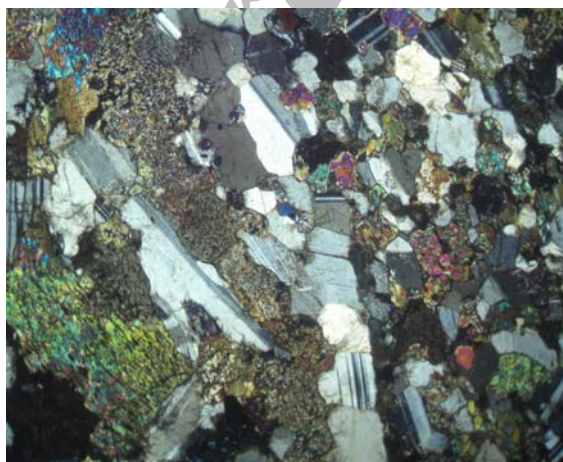
نگاره ۵: مگانکلاو میکروگرانولار مافیک. این انکلاو در نتیجه صعود ماگمای فلسیک به صورت کشیده و عدسی گون در آمده است.



نگاره ۶: انکلاوهای میکروگرانولار مافیک گرد شده با حاشیه ای دندانانه گون در سنگ های آمفیبول - بیوتیت گرانیت دربخش جنوبی توده خارسره.



نگاره ۷: انکلاوهای میکروگرانولار مافیک با ساخت بالش گون.



نگاره ۹: محل تماس ماگمای مافیک (سمت راست) ریز بلور و اسیدی (سمت چپ) درشت بلور و تشکیل حاشیه سریعاً سرد شده. در وضعیت نوری XPL.



نگاره ۸: حضور فنوکریست آلکالی فلدسپات که از ماگمای میزبان وارد انکلاو میکروگرانولار مافیک شده است. به حاشیه های این فنوکریست که در نتیجه عدم تعادل دچار انحلال گشته توجه شود.

### انکلاوهای اوتولیت (میکروگرانولار فلسیک)

این گروه از انکلاوها معرف قطعاتی با منشا ماگمایی هستند که از حاشیه‌های سریعاً سرد شده اولیه گسیخته شده و در ماگمای گرانیته جایگزین شده اند. مرز آن‌ها با گرانیتوئیدهای میزبانشان غالباً پیشرونده و تدریجی است و ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها مشابه سنگ درون گیرشان می باشد (اما دانه ریزتراند). این نوع انکلاوها عموماً در حاشیه‌های توده نفوذی، دارای بافت پورفیریک تا میکروگرانولار هستند، تمرکز دارند.<sup>(۹)</sup> در سنگ‌های مورد مطالعه، این نوع انکلاوها نسبت به انکلاوهای میکروگرانولار مافیک کمیاب تراند و دارای ترکیب کانی‌شناسی مشابه با سنگ‌های میزبان خود (گرانیتوئیدها) می باشد. در نگاره ۱۰ یک نمونه از انکلاو میکروگرانولار فلسیک در سنگ میزبان گرانیتوئید آورده شده است.



نگاره ۱۰: نمونه ای از انکلاو میکروگرانولار فلسیک در سنگ میزبان گرانیتوئیدی. در وضعیت نوری XPL.

### انکلاوهای سورمیکاسه

این انکلاوها به صورت دیسک گون کم و بیش طویل شده می‌باشند (نگاره ۱۱). در مشاهدات صحرایی قطر این انکلاوها ۱ تا ۹ سانتی‌متر می‌باشد، اما در مقاطع میکروسکپی انکلاوهای بسیار کوچک متشکل از چند بلور نیز یافت شده است. در روی زمین انکلاوهای سورمیکاسه را می‌توان به راحتی از گرانیتوئیدهای میزبان جدا کرد، چون آن‌ها واجد پوسته بیوتیتی می‌باشند. این انکلاوها دارای بافت دگرگون بارز، متورق و گاهی نیز چین خورده هستند. این خصوصیات نشان دهنده آن است که آن‌ها قطعاتی از سنگ‌های دگرگونی قدیمی‌تر بوده و کومولیتی (مواد انباشتی) نیستند. این انکلاوها دارای توزیع نسبتاً همگنی هستند، بنابراین جزء زینولیت‌های احتمالی که در طی جایگزینی ماگمای گرانیته در نزدیک سطح ماگما، به درون آن راه یافته باشند، محسوب نمی‌شوند. این گروه انکلاوها دارای بافت‌های لپیدوبلاستیک، لپیدوگرانوبلاستیک، نماتوبلاستیک و پورفیربلاستیک می‌باشند. کوارتز، پلاژیوکلاز، آمفیبول، مسکوویت، بیوتیت، استروئید، گارنت (از نوع آلماندن)، سریسیت، کلریت و در برخی موارد فلدسپات آلکالن کانی‌های اصلی این سنگ‌ها را پدید آورده‌اند. کانی‌های فرعی مهم شامل آپاتیت، ایلمنیت و تیتانیت می‌باشند. این انکلاوها را می‌توان از نظر سنگ‌شناسی در ردیف شیسست‌ها قرار داد (نگاره ۱۲).





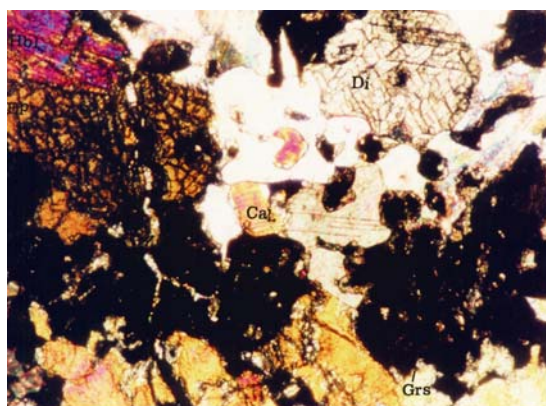
نگاره ۱۲: انکلاوهای سورمیکاسه از نوع آمفیبول - بیوتیت شیست با بافت نماتولیدوبلاستیک که به صورت انکلاو در داخل سنگ مونوزوگرانیت قرار دارند. در وضعیت نوری XPL.



نگاره ۱۱: انکلاوهای سورمیکاسه در سنگ های گرانیتی پایگاه قدس

### زینولیت ها

زینولیت‌ها در بخش های مورد مطالعه، قطعات بیگانه با بافت و بردیب کانی‌شناسی ددرحوبی مجاورتی هستند که با شکل های زاویه‌دار و مرزهای مشخص در بخش گرانیتی یافت می‌شوند و از قطعات خرد شده سنگ‌های درون‌گیر توده به شمار می‌آیند.<sup>(۹)</sup> (نگاره ۱۳) در غرب بخش گرانیتی توده خرس سره (به طور نمونه جنوب روستای آصف آباد و شرق روستای مین آباد) قطعاتی از نوع دگرگونی وجود دارد که شباهت زیادی به لحاظ بافت و ترکیب کانی‌شناسی با سنگ‌های هورنفلس حاشیه توده دارند و می‌توان آن را در ردیف زینولیت‌ها قرار داد. این قطعات بیگانه بافت‌های گرانوبلاستیک، پورفیروبللاستیک، پورفیروگرانوبلاستیک و نماتوگرانوبلاستیک دارند. در انواع پورفیروبللاستیک، آندالوزیت و سیلیمانیت به صورت درشت بلور در آن ها یافت می‌شود و زمینه سنگ از کوارتز، بیوتیت، سربیسیت (مسکوویت)، آندالوزیت، سیلیمانیت و گارنت تشکیل شده است. این سنگ ها شیست‌های آندالویت‌دار (شیست لکه‌دار) و سیلیمانیت هورنفلس است. علت وجود بافت شیستوز و وجود کانی‌های آندالوزیت، سیلیمانیت در این سنگ‌ها، منشاء شیلی آن ها است. در مجاورت توده نیز شیلهای دگرگون شده ترکیب کانی‌شناسی، بافتی و سنگ‌شناسی کاملاً مشابه با نمونه‌های یاد شده دارند.



نگاره ۱۳: زینولیت از نوع سنگ کربناتی دگرگون شده حاوی کانی های دیوپسید،

هورنبلند، گارنت و کلسیت تبلور مجدد یافته. در وضعیت نوری XPL.

### انکلاوهای کومولیتی

این انکلاوها از نوع دیوریت تا گابروهای دانه درشت هستند. آن ها شکل های منظم (شش گوش) تا مدور و بی شکل دارند و ویژگی های بافتی کومولیت های آذرین را نشان می دهند (نگاره های ۱۴ و ۱۵). اندازه این انکلاوها تا به ۵۰ سانتی متر می رسد و حاوی بلورهای درشت هورنبلند (تا ۱۶ سانتی متر طول) هستند. در فاصله بین هورنبلندها به مقدار قابل توجهی پلاژیوکلاز جایگزین شده اند. گاهی مقدار جزئی بیوتیت نیز در این انکلاوها دیده می شود. سطوح تماس بین انکلاوها و گرانیتوئیدهای میزبانشان مشخص است ولی آن ها توسط حاشیه های دانه ریز، احاطه شده اند این انکلاوها نیز به عنوان اجتماعات گابرویی یا انکلاوهای بازیک شناخته می شوند (نگاره ۱۶). این انکلاوها به دلیل این که تماماً تبلور یافته و یا واجد بلورهایی هستند که در داخل گرانیتوئید میزبان متبلور شده اند، از زینولیت ها متفاوت می باشند.



نگاره ۱۴ و ۱۵: انکلاوهای کومولیتی از نوع دیوریت در سنگ های گرانیتوئیدی.



نگاره ۱۶: بلورهای درشت هورنبلند در کنار بلورهای کوچک هورنبلند



### انکلاوهای مزدوج یا دوبل (چند منشائی)

از دیگر انکلاوهای موجود در بخش های مورد مطالعه می توان به انکلاو مزدوج یا دوبل (چند منشائی) اشاره نمود. این انکلاوها زنولیت هایی هستند که توسط انکلاوهای میکروگرانیتوئید در بر گرفته شده اند.<sup>(۹،۱۳)</sup> (نگاره ۱۷)



نگاره ۱۷: انکلاوهای مزدوج یا دوبل (چند منشائی) همراهی انکلاومیکروگرانولارمافیک با انکلاو سورمیکاسه قابل مشاهده است (نوک مداد محل آن را نشان می دهد).

### دایک های همزمان با نفوذ یا دایک های ترکیبی در بخش های مورد مطالعه

در بخش های مورد مطالعه دایک هایی با ترکیبات گرانیتوئیدی، دیوریتی و پگماتیت ها دیده می شوند. این مقاله بیشتر بر روی دایک های هم زمان با نفوذ یا دایک های ترکیبی که از نظر شواهد امتزاج دو ماگما دارای اهمیت زیادی است، متمرکز می باشد. در منطقه تداخلی دایک های مافیک می وجود دارند که به صورت قطعه قطعه هستند. برخی از این دایک ها در امتداد طول خود جابه جا شده اند (نگاره ۱۸).

این دایک ها به ویژه در جنوب غربی توده شانوره (روستای شانوره) و همچنین محل گرانیت جمال به شکل جالب توجهی در داخل سنگ های گرانیتی دیده می شوند (نگاره ۱۹). زمانی که ماگمای مافیک به داخل ماگمای فلسیک تزریق می شود به سرعت سرد شده، و رفتار جسم جامد را از خود نشان می دهد. در این زمان به دلیل تحرک ماگمای فلسیک، دایک مافیک سخت شده خرد می شود و به وسیله ماگمای فلسیک که در اثر حرارت اضافی ماگمای مافیک پرتحرک تر شده است، دربرگرفته می شود. دایک های قطعه قطعه شده که به دایک های هم زمان با پلوتونیسیم یا دایک های ترکیبی معروف هستند،<sup>(۱۳)</sup> از نشانه های شایع جایگیری هم زمان ماگماهای مافیک و فلسیک به شمار می آیند. در این حالت دایک های مافیک که به طور بخشی هبیریدی شده اند، به صورت ساخت های بالش گون و یا لوح گون دیده می شوند. این دایک ها از نظر ترکیب مشابه سنگ های مافیک در زون تداخلی هستند. این دایک های مافیک بالش گون یا لوح گون به توسط شبکه های رگه های فلسیک از یکدیگر جدا می شوند. مرز بین دایک های هم زمان با نفوذ یا دایک های ترکیبی به صورت واضح و مستقیم است.<sup>(۱۳)</sup> ساخت توپی قطره های مافیک با تحذب به سمت پائین است، که به درون توده گرانیتی گسترش یافته است.<sup>(۶)</sup> ساخت های مافیک گلوبولی بالش گون در اندازه های متفاوت به طور تصادفی در توده گرانیتی پراکنده است. انکلاوهای بالش گون که به صورت منفصل از یکدیگر و یا به صورت قطره های متصل به هم تشکیل صفحات مافیک را

می دهند، دیده می شوند. این ماکروساخت ها به توسط جدا شدن ماده مافیک نیمه جامد و عدم پایداری دانسیته در خمیره بلورین سیلیسی شکل گرفته اند. در زون های هم زمان با امتزاج توده گرانیته و گابرو-دیوریت می توان حجم زیادی از انکلاو های زاویه دار را مشاهده نمود. براساس شکل و اندازه انکلاو های مافیک در این زون ها به نظر می رسد که این انکلاو ها در خمیره سیلیسی شناور هستند.<sup>(۷)</sup>

جدول ۱: در توده های آذرین نفوذی جنوب قروه انکلاوهای متعددی با انواع مختلف موجود است، که برخی از آن ها شواهد امتزاج دو ماگمای بازیک و اسیدیک را تداعی می کنند. حاصل بررسی صحرایی و میکروسکوپی آن ها به طور خلاصه به قرار زیر می باشد:

نوع انکلاو	خصوصیات میکروسکوپی / رخنمون	خاستگاه احتمالی
۱- میکروگرانولار مافیک	این گروه از انکلاوها در بخش گرانیته و زون های اختلاطی یافت می شوند، که تعداد آن ها به ویژه در مرز گرانیته ها با توده مافیک بیشتر است. این انکلاوها اغلب مرزهای دندان گون همراه با حاشیه سریعاً سرد شده دارند. بافت آن ها از نوع میکروگرانولار، پورفیریتیک با زمینه میکروگرانولار، افیتیک و پوئی کلتیک است. اغلب از کانی های پلاژیوکلاز، بیوتیت، آمفیبول، پیروکسن و در برخی موارد فلدسپات آلکالن و کوارتز تشکیل شده اند.	امتزاج ماگما
۲- اوتولیت (هم منشاء)	این گروه از انکلاوها معرف قطعاتی از حاشیه های سریعاً سرد شده اولیه گسیخته شده در طی جایگزینی ماگمای گرانیته است. مرز آن ها با گرانیته های میزبان شان غالباً پیشرونده و تدریجی است و ترکیب سنگی و کانی شناسی مشابه سنگ درون گیرشان دارند (اما دانه ریزتراند) و اغلب در حاشیه های توده نفوذی تمرکز دارند.	ماگمای میزبان
۳- زینولیت	این گروه از انکلاو ها در گرانیته قطعات بیگانه از سنگ های در برگیرنده هستند. بافت های گرانوبلاستیک، پورفیربلاستیک، موزائیکی یا شیسستوز دارند و به صورت زینولیت های آهکی یا دولومیتی دگرگون شده و پلیتی دیده می شوند.	قطعاتی از سنگ های دیواره
۴- سورمیکاسه	این انکلاوها در گرانیته دارای تورق می باشند و گاهی اوقات نیز چین خورده هستند. کلیه انکلاوهای سور میکاسه موجود در منطقه دارای بافت دگرگونی می باشند که مهم ترین بافت آن ها از نوع گرانوبلاستیک، لپیدوبلاستیک، لپیدوگرانوبلاستیک و نماتوبلاستیک می باشد. کوارتز، پلاژیوکلاز، آمفیبول، بیوتیت، مسکوویت، استرویتید در برخی موارد فلدسپات آلکالن و گارنت کانی های این نوع انکلاو را تشکیل می دهد. از نظر پتروفابریک در ردیف شیسست ها (میکاشیست، آمفیبول شیسست و گارنت شیسست) قرار دارند.	رستیت
۵- کومولیتی	این انکلاوها از بلورهای هورنبلد با اندازه هایی از ۱۶ تا ۱/۰ سانتی متر در دیوریت یا گابروی دانه دیده می شوند. سطوح تماس بین این انکلاوها و گرانیته های میزبان شان مشخص است ولی آن ها توسط حاشیه های دانه ریز، احاطه شده اند این انکلاوها نیز به عنوان ادخال های گابرویی در نظر گرفته می شوند	هم منشاء با ماگمای مافیک
۶- مزدوج یا دوبل (چند منشاء)	این انکلاوها به صورت اجتماعی از انکلاوهای میکروگرانولار و انکلاوهای سور میکاسه دیده می شوند.	امتزاج ماگما





نگاره ۱۸: راهیابی ماگمای میزبان به صورت شبکه رگه های فلسیک به درون دایک مافیک و ایجاد دایک ترکیبی ساده. قطعه قطعه شدن دایک نتیجه هم زمانی با پلوتونیزم است. (۱۳)



نگاره ۱۹: مجموعه ای از ساخت های بالش گون در نتیجه نفوذ ماگمای فلسیک به ماگمای مافیک.

### نتیجه گیری

در چهار بخش شانوره، کنگره، خرس سره و قلائی لان در منطقه قروه توده های گرانیتی و گابرو - گابردیوریت - دیوریت رخنمون دارند. در بخش های مورد مطالعه می توان زون های تداخلی بین ماگمای فلسیک و مافیک را مشاهده نمود. در این زون های تداخلی شش تیپ انکلاو و دایک های همزمان با نفوذ قابل تشخیص است (جدول ۱). انکلاوها را می توان به انکلاوهای میکروگرانولار مافیک، میکروگرانولار فلسیک، زنولیت ها، انکلاوهای کومولیتی و انکلاوهای مزدوج یا دوبل (چند منشائی) طبقه بندی نمود. انکلاوهای میکروگرانولار مافیکرا می توان با ترکیب گابرو-گابرو دیوریت-دیوریت و با شکل های گوناگون از قبیل گرد شده، عدسی گون، دیسک گون، کشیده و لوح گون را مشاهده نمود. در حاشیه های این انکلاو ها می توان ساخت های دندان گون را که حاکی از سیال بودن دو ماگما با دو ترکیب متفاوت است را مشاهده می گردد. از ماکروساخت هایی که در زون های تداخلی قابل مشاهده است می توان به ساخت توپی و بالش گون اشاره نمود. این ساخت ها حاصل نفوذ ماگمای نیمه جامد مافیک به خمیره بلورین سیلیسی است. وجود دایک های هم زمان با نفوذ نیز از دیگر شواهد صحرایی امتزاج ماگما می باشد. از دیگر انکلاوهای مشاهده شده در منطقه می توان به انکلاوهای میکروگرانولار فلسیک، زنولیت ها، سورمیکاسه و انکلاوهای مزدوج یا دوبل (چند منشائی) اشاره نمود. با توجه به ماکروساخت های خاص انکلاوها (حاشیه های دندان گون، انکلاوهای کشیده، عدسی گون، لوح گون، دیسک گون و گرد) و توده های تداخلی فلسیک و مافیک (ساخت های بالش گون و توپ گون) و وجود فنوکریست های آکالی فلدسپات در انکلاوهای میکروگرانولار مافیک و همچنین دایک های هم زمان با نفوذ می توان امتزاج دو ماگما با ترکیب فلسیک و مافیک را در این چهار بخش از منطقه قروه محتمل دانست.

**References**

1. Best, M. G., *Igneous and Metamorphic Petrology*, Blackwell, England (2003).
2. Browne, B. L., Eichelberger, J. C., Patino, L. C., Vogel, T. A., Dehn, J., Uto, K. and Hoshizumi, H., *Journal of Petrology*, **42**, 301 (2006).
3. Browne, B. L., Eichelberger, J. C., Patino, L. C., Vogel, T. A., Uto, K. and Hoshizumi, H., *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **154**, 103 (2006).
4. Kocak, K., *Int. J. Earth (Geol. Rundsch)*, **95**, 587 (2006).
5. Ventura, G., Del Gaudio, P. and Lezzi, G., *Earth and Planetary Science Letters*, **243**, 128 (2006).
6. Kumar, S. and Rino, V., *Contrib. Mineral Petrol.*, **152**, 591 (2006).
7. Lindline, J., Crawford, W. A. and Crawford, M. L., *Can. J. Earth Sci.*, **41**, 355 (2004).
8. Kumar, s., Rino, V. and Pal, A. B., *Gondwana Research Japan*, **7**, 539 (2004).
9. Vernon, R. H., *A Practical Guide to Rock Microstructure*, Cambridge, England (2004).
10. Perugini, D., Ventura, G., Petrelli, M. and Poli, G., *Earth and Planetary Science Letters*, **222**, 1051 (2004).
11. Troll, V. R., Donaldson, C. H. and Emelus, C. H., *Contrib. Mineral Petrol.*, **147**, 722 (2004).
12. Barnes C. G., Prestvik, T., Barnes, M. A. W., Anthony E. and Allen C. M., *Norwegian Journal of Geology*, **83**, 187 (2003).
13. Barbarin, B., *Litho.*, **80**, 155 (2005).

Archive of SID