

## کانی شناسی و پتروگرافی سنگ های دگرگونی منطقه شمال شرق گلپایگان

مرتضی شریفی، سید محسن طباطبایی منش و رویا چوپان نژاد

گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان

### چکیده

منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان و در شمال شرق گلپایگان واقع شده است. که از نظر ساختاری بخشی از زون سندج - سیرجان می باشد. بر اساس مطالعات پتروگرافی، سنگ های دگرگونی منطقه شمال شرق گلپایگان شامل اسلیت، فیلیت، شیست (کلریت شیست، گارنت استروئید شیست، کلریت سریزیت شیست، کلریت مسکویت شیست، بیوتیت استروئید شیست، گارنت کیانیت شیست)، گرانیت میلونیتی، سینیت میلونیتی، آمفیبولیت، گنایس، مرمر، کوارتزیت، اسکارن، کلریتوئید هورنفلس و آندالوزیت هورنفلس می باشند. مطالعات پتروفابریک که در مقیاس مروسکپی و میکروسکپی صورت گرفته بیانگر آن است که منطقه تحت تاثیر سه فاز دگرشکلی قرار گرفته است. آثار دگرشکلی اول بصورت لایه بندی تفریقی، دگرشکلی دوم بصورت چین خوردگی های شدید و توسعه چین های با روند شمال غرب - جنوب شرق و دگرشکلی سوم ایجاد چین های با محور شرقی - غربی است.

### مقدمه

سنگ های دگرگونی شمال گلپایگان در محدوده بین طول جغرافیایی 10' و 50' E تا 34' و 50' E و عرض جغرافیایی 30' و 33' N تا 40' و 33' N و در نوار دگرگونی سندج - سیرجان قرار می گیرند. این ناحیه در شمال غرب استان اصفهان و جنوب استان مرکزی واقع شده است. اولین مطالعه ای که بر روی این منطقه صورت گرفته در قالب شرح نقشه ی زمین شناسی گلپایگان می باشد. که تحت گزارش E7 توسط تیله و همکاران (1968) منتشر شده است. این گزارش سنگ های ناحیه را عمدتاً سنگ های دگرگونی، نفوذی های آذرین و سنگ های آتشفشانی معرفی نموده است. ابراهیمی (1370) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان بررسی زمین شناسی و پترولوژی سنگ های آذرین شمال گلپایگان و منطقه مرق - چشمه سفید و شریفی (1376) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان زمین شناسی و پترولوژی سنگ های دگرگونی و آذرین در منطقه شمال شرق گلپایگان و احمدی (1379) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان دگرشکلی های چند مرحله ای در منطقه شمال گلپایگان و پایدار (1989) پایان نامه دکتری خود را تحت عنوان پترولوژی و پتروژنز سنگ های طلادار موته در غرب ایران مرکزی و صبا (1379) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان تحلیل ساختار توده های همزمان با دگرشکلی در شمال ورزنه (شمال خاور

گلپایگان)، جابری (1380) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان مطالعه دگرگونی شمال گلپایگان و ارتباط آن با دگرشکلی منطقه و نیز رشید نژاد (1381) پایان نامه دکتری خود را تحت پترولوژی و ژئوشیمی سنگ های متاولکانو -سدیمنتر منطقه موته با تاکید ویژه بر کانی سازی طلا، جنوب دلیجان، جنوب، جنوب غرب تهران، ایران ارائه کرده اند. تیله و همکاران (1968)، اشتوکلین (1968)، پایدار (1989)، ابراهیمی (1370)، سن دگرگونی های منطقه را پرکامبرین در نظر گرفتند اما با توجه به مطالعات شریفی (1376) و طباطبایی منش و شریفی (1380) سن دگرگونی های منطقه شامل اسلیت، کالک شیست و متادلومیت (پالئوزوئیک) و آمفیبولیت، متاولکانیک و کلریت شیست (مزوزوئیک) و متاگرانیت ها (کرتاسه-پالئوسن)، در نظر گرفته شده است که سن متاولکانیک ها و متاگرانیت ها با توجه به مطالعات ایزوتوپی انجام گرفته توسط رشید نژاد و همکاران (2002) مورد تأیید قرار گرفت.

## بحث

### پتروگرافی و کانی شناسی سنگ های دگرگونی منطقه

سنگ های دگرگونی شمال گلپایگان از گستردگی و تنوع بسیار جالبی برخوردار هستند. واحدهای سنگی این منطقه عمدتاً شامل اسلیت، فیلیت، شیست، میلونیت گرانیت، گنایس، آمفیبولیت، مرمر، کوارتزیت، اسکارن و هورنفلس می باشند که در پهنه وسیعی گسترش دارند. شکل 2 نمائی از انواع این سنگ ها را نشان می دهد.

#### 1 - اسلیت ها و فیلیت ها

در منطقه شمال گلپایگان، اسلیت ها در نمونه ی دستی به رنگ سبز و فیلیت ها به رنگ سیاه و کاملاً تیره بوده دارای گستردگی نسبتاً کمی هستند. این سنگ ها بصورت آفانیتیک و بدون پورفایر و بلاست می باشند. در مقطع میکروسکوپی جهت یافتگی ترجیحی نشان داده و کلیواژ اسلیتی در آنها بخوبی رشد کرده است. کانی های اساسی این سنگ ها، سریسیت، کوارتز و کلریت می باشند. اکسیدهای آهن، لکه های تیره گرافیت و خرده های اپیدوت از کانی های فرعی این سنگ ها محسوب می گردند.

#### 2 - شیست ها

شیست ها در منطقه مورد مطالعه از گستردگی نسبتاً زیادی برخوردار هستند. به علت وفور کلریت و مسکویت در نمونه دستی به صورت براق و به رنگ متمایل به سبز دیده می شوند. شیست ها در این منطقه دارای تورق آسان بوده و وجود شیستوزیته و لینه آسیون از مشخصات اساسی آنها است.

از شیست هایی که در این منطقه شناسایی شده اند می توان کلریت شیست - گارنت شیست - کلریت سریسیت شیست - کلریت مسکویت شیست - بیوتیت استروئید شیست - گارنت استروئید شیست و گارنت کیانیت شیست را نام برد. در ادامه به بررسی چند نمونه از این شیست ها می پردازیم.

## 2-1- گارنت شیست:

این سنگ ها در نمونه دستی به رنگ خاکستری و دارای پورفیروبلاست های گارنت می باشند. گارنت میکاشیست ها دارای بافت پورفیرولپیدوبلاستیک هستند. کانی های اصلی این سنگ شامل کوارتز، گارنت، بیوتیت و مسکویت می باشد. کلریت به صورت کانی ثانویه و پلاژیوکلاز و گرافیت به عنوان کانی فرعی به شمار می آیند.

گارنت در این سنگ در حدود ۲۰ درصد می باشد. گارنت به صورت نیمه شکلدار تا شکلدار بوده و در نور طبیعی به رنگ خاکستری مایل به قهوه ای و در نور پلاریزه خاموش می باشد. این سنگ ها از نظر رخساره دگرگونی در طبقه بندی وینکلر (۱۹۶۵) در رخساره شیست سبز و زون گارنت و بر اساس طبقه بندی ترنر (۱۹۸۱) مربوط به رخساره شیست سبز آمفیبولیت بوده و در زون آلماندین قرار می گیرد.

## 2-2- گارنت استروئید شیست:

این سنگ ها در نمونه دستی به رنگ خاکستری تیره هستند و دارای پورفیروبلاست های گارنت و استروئید هستند. بافت این سنگ پورفیرولپیدوبلاستیک می باشد. کانی های اصلی این سنگ شامل کوارتز، استروئید، گارنت، بیوتیت و مسکویت می باشد. کانی های فرعی این سنگ شامل پلاژیوکلاز و اکسید آهن می باشند و کلریت و سریسیت به عنوان کانی های ثانویه این سنگ به شمار می آیند.

بلورهای گارنت در این سنگ غالباً ساب اتومورف بوده و در حدود ۵ درصد از کانی های سنگ را تشکیل می دهد. گارنت در نور طبیعی به رنگ قهوه ای مایل به سبز و در نور پلاریزه ایزوتروپ می باشد. پورفیروبلاست های گارنت دارای انکلوزیون هایی از کوارتز بوده و از حاشیه به کلریت تجزیه شده اند. تجزیه بلورهای گارنت ناشی از عملکرد فاز دگرگونی قهقرایی است.

## 2-3- گارنت آندالوزیت استروئید شیست:

پورفیروبلاست های این سنگ شامل گارنت، آندالوزیت و استروئید می باشد، که در زمینه دانه ریز از کوارتز و میکا قرار گرفته اند و بافت پورفیرولپیدوبلاستیک را ایجاد کرده اند. کوارتز، میکا، گارنت، آندالوزیت و سلیمانیت کانی های اصلی و پلاژیوکلاز و گرافیت کانی های فرعی این سنگ را تشکیل می دهد.

با توجه به مجموعه های کانی شناسی فوق می توان تشکیل گارنت در شیست های گارنت دار را طبق روابط زیر توجیه کرد:

- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| گارنت + بیوتیت + کوارتز + آب | - کلریت + مسکویت          |
| گارنت + بیوتیت + آب          | - کلریت + مسکویت + کوارتز |
| گارنت + بیوتیت + آب          | - کلریت + بیوتیت + کوارتز |

## 3- مرمرها و کوارتزیت ها

به دلیل اینکه کلسیت رفتار پلاستیکی از خود نشان می دهد، مرمرها گسترش نسبتاً زیادی دارند و حاوی فابریک های فراوانی می باشند. مرمهرای این منطقه از نوع مرمهرای خالص، مرمهرای کوارتزار و مرمهرای آهن دار می باشند و به صورت رگه ها و لنزهای عدسی شکل در کل منطقه گسترش دارند.

#### 4- میلونیت گرانیتهای و میلونیت سینیتها

میلونیت گرانیتهای دارای گستردگی وسیعی بوده، به شدت تغییر شکل یافته و دگرشکل شده اند. در منطقه آدربا وسیع ترین رخنمون این سنگها مشاهده می شود. بر اساس مطالعات میکروسکوپی کانیهای اصلی در این سنگها عبارتند از کوارتز، پلاژیوکلاز، ارتوکلاز و بیوتیت و کانیهای فرعی عبارتند از کلریت، اسفن، مسکویت، تورمالین و کانیهای اپاک.

میلونیت سینیتها در شمال روستای اسفاجرد مشاهده می گردند. این سنگها واجد کانیهای ارتوز، پلاژیوکلاز، آمفیبول، بیوتیت، آپاتیت، تورمالین و در بعضی موارد پیروکسن می باشند.

#### 5- آمفیبولیتها:

آمفیبولیتها به صورت نواری و یا به صورت توده ای در منطقه گسترش دارند. از نظر پتروگرافی کانیهای اصلی این سنگها عبارتند از پلاژیوکلاز و آمفیبول که غالباً پلاژیوکلازها سوسوریتی شده و آمفیبولها نیز به اکتینولیت، بیوتیت و کلریت تبدیل شده اند. کانیهای فرعی این سنگها عبارتند از: کلسیت، بیوتیت، اپیدوت، کانیهای اپیک، اسفن و زیرکن، بافت اصلی این سنگها گرانوبلاستیک و در بعضی موارد بلاستوپورفیر می باشد. در آمفیبولیتها بقایای بافت آذرین در بیشتر موارد خود نمایی می کند.

#### 6- اسکارن ها و هورنفلسها:

در هاله های حرارتی اطراف سنگهای گرانیتهای شمال گلپایگان، دگرگونی مجاورتی به صورت هورنفلسهای مختلف از جمله کلریتوئیددار، آندالوزیت دار و اسکارن خود نمایی می کند. در محل تنگ غرقاب هورنفلسهای آندالوزیت دار با آندالوزیت هایی به ابعاد چندین سانتیمتر وجود دارند. علاوه بر آندالوزیت، این سنگها حاوی بیوتیت، کوارتز، مسکویت و فلدسپات نیز می باشند. پاراژنز مذکور می تواند بیانگر درجه دگرگونی در حد رخساره ی هورنبلند - هورنفلس در این سنگها باشد. با توجه به مطالعات کانی شناسی از جمله حضور کلریتوئید و آندالوزیت سنگ والد این هورنفلسها پلیتی است. همچنین نفوذ گرانیتهای در نزدیکی آدربا به داخل مرمرها، اسکارنهای ترمولیت دار را ایجاد کرده است.

#### مطالعات پتروفابریک در منطقه

منطقه مورد مطالعه که یک سرزمین با دگرگونی و دگرشکلی شدید محسوب می گردد، عناصر ساختاری و فابریکی مانند برگواره، خطواره، چین، بودین، رگه های نفوذی، گسل و غیره را در بر می گیرد. این ساختارها همگی شواهدی بر سرگذشت پیچیده ساختاری منطقه می باشند. کارهای انجام شده در این قسمت بیشتر در مورد تحلیل جهت یافتگی ترجیحی بوده و سپس توجه ویژه ای بر روی ساختمانهای صفحه

ای (شیستوزیته، کلیواژ یا فولیاسیون) و تمایل ظاهری کانی های معین در سنگ های متورق مانند کانی های میکایی و تورمالین متمرکز شده است. به عبارت دیگر مطالعات بیشتر در مقیاس مزوسکپی و ماکروسکپی صورت گرفته است.

در مقیاس صحرایی تحلیلی بر روی خواص هندسی چین ها، تورق، تخطط و همچنین جهت یافتگی ترجیحی دانه های کانی، نشان داد که مراحل دگر شکلی در منطقه مورد مطالعه به سه دسته شامل: دگر شکلی اول (D1)، دگر شکلی دوم (D2) و دگر شکلی سوم (D3) قابل تقسیم بندی است. آثار دگر شکلی اول شامل لایه بندی تفریقی درون آمفیولیت ها، متادولومیت ها و کلریت شیست ها می باشد. دگر شکلی دوم مهمترین دگر شکلی در منطقه است که باعث چین خوردگی شدید و توسعه چین های با روند شمال غرب - جنوب شرق در درون شیست ها و مرمرها شده و تشکیل تاقدیس و ناودیس هایی را داده است. به دلیل وجود شرایط شکل پذیری در طی دگر شکلی دوم گسل های مربوط به این دگر شکلی که بیشتر به صورت تراستی عمل کرده اند، فقط به گسل های با روند شمال غرب - جنوب شرق که به موازات روند زاگرس هستند، محدود می باشند. از آنجا که دگر شکلی دوم دگر شکلی غالب در منطقه است، لذا بسیاری از آثار دگر شکلی اول تحت دگر شکلی بعدی قرار گرفته و چین خورده اند.

با توجه به مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی بلورهای تورمالین در میلونیت گرانیات آدربا در راستای خطواره کششی قرار گرفته که به صورت پراکنده ولی در یک راستا به صورت بی شکل و بین دانه ای و در نمونه دستی سیاهرنگ می باشند. کشیدگی این تورمالین ها در نمونه دستی به موازات خط واره کششی و در راستای N75E و میل 25NE می باشد.

دگر شکلی سوم بعد از دگر شکلی دوم مهمترین دگر شکلی در منطقه می باشد. از آثار این دگر شکلی می توان به چین های با محور شرقی - غربی و با سطح محوری به سمت شمال، بودین ها و گسل ها اشاره کرد که در تمام سنگ های میلونیتی منطقه مشاهده می گردند (صبا، 1370). این دگر شکلی همچنین باعث ایجاد رخهای مضرس در سنگ های منطقه شده است. در میکاشیست ها آثار دگر شکلی سوم به صورت کلیواژ کرنوله با سطح محوری قائم و میل محور به سمت شرق قابل مشاهده است. علت تشکیل چین های بزرگ مقیاس حاصل از این دگر شکلی، مربوط به عملکرد گسل های شمالی و جنوبی منطقه می باشد. این دو گسل که دارای روند شرقی - غربی بوده و سپس تغییر یافته و به روند شمال شرقی - جنوب غربی تبدیل می شوند مرز بین مجموعه دگرگونی با واحدهای جوانتر بوده و باعث بالآمدگی مجموعه سنگ های منطقه می باشند. به طوری که گسل شمالی مرز بین مجموعه دگرگونی با واحدهای کرتاسه، ژوراسیک و ائوسن می باشد و گسل جنوبی یک گسل معکوس با شیب حدود 80 به سمت شمال است (صبا، 1379).

به طور کلی می توان گفت مجموعه دگرگونی در شمال گلپایگان در کل یک تاقدیس می باشد که در هسته آن مرم و متادولومیت و در یال جنوب شرقی آن شیست و فیلیت دیده می شود. از مشخصات اصلی

میلونیت ها در منطقه دگرشکلی شدید آنها است با توجه به حضور فابریک های میلونیتی از جمله فابریک های دلتا، سیگما و خطواره های کشتی و نظر به مطالعات پتروگرافی به آنها میلونیت گرانیت و میلونیت سینیت اطلاق می گردد. از جمله فابریک های میلونیتی در منطقه می توان به جهت یافتگی تورمالین ها در میلونیت گرانیت آدربا اشاره کرد.

مهمترین رخداد دگرشکلی در زون سندج - سیرجان و از جمله در ناحیه مورد مطالعه مربوط به تصادم قاره ای بین صفحه افریقا - عربی با زون سندج - سیرجان می باشد. اشتوکلین (1968) و محجل (1997) زمان آغاز این تصادم را کرتاسه پایانی ذکر می کنند.

## نتیجه گیری

بر اساس مطالعات پتروگرافی و کانی شناسی، سنگ های دگرگونی منطقه گلپایگان - شرق خمین شامل اسلیت، فیلیت، شیست (کلریت شیست، گارنت-استروتید شیست، کلریت-سریزیت شیست، بیوتیت-استروتید شیست و گارنت-کیانیت شیست)، آمفیبولیت، مرمر، کوارتزیت، اسکارن، کلریتوئید هورنفلس و آندالوزیت هورنفلس می باشند.

با توجه به مطالعات پتروگرافی، رشد کانی های دگرگونی در نمونه های مطالعه شده، نشان دهنده سه مرحله دگرگونی برای منطقه است. مرحله اول یک دگرگونی پیشرونده بوده و سنگ های دگرگونی ناحیه ای را بوجود آورده است. مرحله دوم دگرگونی به صورت دگرگونی مجاورتی خودنمایی می کند و مرحله سوم به صورت دگرگونی قهقرایی مشاهده می گردد. همچنین مطالعات پتروفابریک بیانگر سه دسته دگرشکلی در منطقه می باشد. آثار دگرشکلی اول به صورت لایه بندی تفریقی در درون آمفیبولیت ها، متادولومیت ها و کلریت شیست ها مشاهده می گردد. دگرشکلی دوم که مهمترین دگرشکلی است سبب ایجاد چین خوردگی های شدید شامل چین های هم شیب و خوابیده و پهنه های برشی می باشد. این دگرشکلی سبب ایجاد گسل های با روند شمال غرب - جنوب شرق شده است. آثار دگرشکلی سوم، چین های با محور شرقی - غربی و با سطح محوری به سمت شمال می باشد.

## مراجع

- 1- ابراهیمی، محمد، (1370)، بررسی زمین شناسی و پترولوژی سنگ های آذرین شمال گلپایگان و منطقه مرق - چشمه سفید. رساله فوق لیسانس، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، 235ص.
- 2- احمدی، قاسم، (1379)، دگرشکلی های چند مرحله ای در منطقه شمال گلپایگان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، 132 ص.
- 3- جابری، آذر، (1380)، مطالعه سنگهای دگرگونی شمال گلپایگان و ارتباط آن با دگرشکلی منطقه. پایان نامه فوق لیسانس، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، 212ص.

- 4- شریفی، مرتضی، (1376)، زمین شناسی و پتروولوژی سنگ های دگرگونی و آذرین منطقه شمال شرق گلپایگان. پایان نامه فوق لیسانس، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، 258ص.
- 5- صبا، علی اکبر، (1379)، تحلیل ساختاری توده های نفوذی همزمان با دگرشکلی در شمال ورزنه (شمال خاور گلپایگان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، 101ص.
- 6- طباطبایی منش، سیدمحسن، شریفی، مرتضی، (1380)، توده های نفوذی گلپایگان-شرق خمین با تاکید بر پتروگرافی، پتروولوژی، محیط تکتونیکی و سن جایگزینی آنها. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه)، جلد پانزدهم، شماره 1و2، ص 163-188.

7-Mohajjel, M., (1997). Structure and tectonic evolution of Paleozoic – Mesozoic rocks, Sanandaj-Sirjan zon, western Iran. Ph.D thesis university of Wollongong Australia 224p.

8-Paidar-Saravi, H., (1989). Petrographisch-Lagerstättenkundliche Untersuchungen an goldführenden Gesteinen im Muteh-Gebiet im westen Vom Zentraliran Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. 174p.

9-Stocklin, G., (1968). Structural history and tectonics of Iran. A review Amer Assoc Petroleum Geologists Bull 52: 129 – 1259.

10-Thiele, O., Alavi, M., Assefi, R., Hushmand-zadeh, A., Seyed-Emami, K., Zahedi, M., (1968). Golpaygan quadrangle map 1:250000 with exeplanatory text. G. S. I. Geol quand E7: 24p.

11-Rashidnejad, N., (2002). Petrology and geochemistry of metavolcano-sedimentary and plutonic rocks of Muteh area with special respect to genesis of gold mineralization, south Delijan, SSW of Tehran, PhD thesis university of Tarbiat Modares. 420p.