

## 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

[Tabatabaimohsen@yahoo.com](mailto:Tabatabaimohsen@yahoo.com)

[Sharifimortaza@yahoo.com](mailto:Sharifimortaza@yahoo.com)

### چکیده

منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان و در شمال شرق گلپایگان واقع شده است. که از نظر ساختاری بخشی از زون سنندج- سیرجان می باشد. بر اساس مطالعات پتروگرافی، سنگ های دگرگونی منطقه شمال شرق گلپایگان شامل اسلیت، فیلیت، شیست (کلریت شیست، گارنت استروئید شیست، کلریت سیرزیت 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 مزوسکپی 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.

## Mineralogy and Petrography Metamorphic Rocks in the North-East of Golpayegan Area

M. Sharifi, S. M. Tabatabai-manesh, R. Choupannezhad  
Department of Geology, University of Isfahan

### Abstract

The studied area situated in Isfahan province and in north-east of Golpayegan. That from the structural point of view is in part of Sanndaj-Sirjan Zone. Based on petrographic studies, metamorphic rocks of Golpayegan area consist of slate, phyllite, schist (chlorite schist, garnet staurolite schist chlorite sericite schist, chlorite muscovite schist, biotite staurolite schist, and garnet kyanite schist), mylonitic granite, mylonitic syenite, amphibolite, gneiss, marble, quartzite, skarn, chloritoid hornfels, andalusite hornfels, metavolcanes and metadolomite. The studies of petrofabric in the scale of mesoscopy and microscopy represent that area has situated under effect three phase of deformation.

### مقدمه:

سنگ های دگرگونی شمال گلپایگان در محدوده بین طول جغرافیایی ۱۰' تا ۵۰' E و ۳۴' و ۵۰' E و عرض جغرافیایی ۳۰' و ۳۳' تا ۴۰' و ۳۳' N در نوار دگرگونی سنندج - سیرجان قرار می گیرند شکل (۱). 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 (۱۹۶۸) منتشر شده است. این گزارش سنگ های ناحیه را عمدتاً سنگ های دگرگونی، نفوذی های آذرین و سنگ های آتشفشانی معرفی نموده است. ابراهیمی (۱۳۷۰) 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 (۱۳۷۶) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان زمین شناسی و پترولوژی سنگ های دگرگونی و آذرین در منطقه شمال شرق گلپایگان و احمدی (۱۳۷۹) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان دگرشکلی های چند مرحله ای در منطقه شمال گلپایگان و پایدار (۱۹۸۹) پایان نامه دکتری خود را تحت عنوان پترولوژی و پتروژنز سنگ های طلا دار موه در غرب ایران مرکزی و صبا (۱۳۷۹) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان تحلیل ساختار توده های همزمان با دگرشکلی در شمال ورزنه (شمال خاور گلپایگان)، جابری (۱۳۸۰) پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تحت عنوان مطالعه دگرگونی شمال گلپایگان و ارتباط آن با دگرشکلی منطقه و نیز رشید نژاد (۱۳۸۱) پایان نامه دکتری خود را تحت پترولوژی و ژئوشیمی سنگ های متاولکانو - سدیمتر منطقه موه با تاکید ویژه بر کانی سازی طلا، جنوب دلجان، جنوب، جنوب غرب تهران، ایران ارائه کرده اند. تیله و همکاران (۱۹۶۸)، اشوتکلین (۱۹۶۸)، پایدار (۱۹۸۹)، ابراهیمی (۱۳۷۰)، سن دگرگونی های منطقه را بر کامبرین در نظر گرفتند اما با توجه به مطالعات شریفی (۱۳۷۶) و طباطبایی منش و شریفی

## همایش پترولوژی کاربردی

(۱۳۸۰) سن دگرگونی های منطقه شامل اسلیت، کالک شیبست و متادلویمیت (پالئوژونیک) و آمفیبولیت، متاولکانیک و کلریت شیبست (مزوزونیک) 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 (۲۰۰۲) 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، شیبست، میلونیت گرانیت، گنایس، آمفیبولیت، مرمر، کوارتزیت، اسکارن و هورنفلس می باشند که در پهنه وسیعی گسترش دارند. شکل ۲ نمایی از انواع این سنگ ها را نشان می دهد.

##### ۱- 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 پورفایرولاست 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.

##### ۲- شیبست ها

شیبست 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. شیبست ها در این منطقه دارای تورق آسان بوده و وجود شیبستوزیت و لینه آسیون از مشخصات اساسی آنها است. از شیبست هایی که در این منطقه شناسایی شده اند می توان کلریت شیبست - گارنت شیبست - کلریت سریسیت شیبست - کلریت مسکویت شیبست - بیوتیت استروئید شیبست - گارنت استروئید شیبست و گارنت کیانیت شیبست را نام برد. در ادامه به بررسی چند نمونه از این شیبست ها می پردازیم.

##### ۱-۲- گارنت شیبست:

این سنگ ها در نمونه دستی به رنگ خاکستری و دارای پورفایرولاست های گارنت می باشند. گارنت میکاشیبست ها دارای بافت پورفایرولیدوبلاستیک 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 شیبست سبز و زون گارنت و بر اساس طبقه بندی ترنر (۱۹۸۱) مربوط به رخساره شیبست سبز آمفیبولیت بوده و در زون آلمانین قرار می گیرد.

##### ۲-۲- گارنت استروئید شیبست:

این سنگ ها در نمونه دستی به رنگ خاکستری تیره هستند و دارای پورفایرولاست های گارنت و استروئید هستند. بافت این سنگ پورفایرولیدوبلاستیک 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. پورفایرولاست های گارنت دارای انکلوژون هایی از کوارتز بوده و از حاشیه به کلریت تجزیه شده اند. تجزیه بلورهای گارنت ناشی از عملکرد فاز دگرگونی قهقرایی است.

##### ۳-۲- گارنت آندالوزیت استروئید شیبست:

پورفایرولاست های این سنگ شامل گارنت، آندالوزیت و استروئید می باشد، که در زمینه دانه ریز از کوارتز و میکا قرار گرفته اند و بافت پورفایرولیدوبلاستیک 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.



## همایش پترولوژی کاربردی

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

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

### ۳- 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 گسترده دارند.

### ۴- میلونیت گرانیته ها و میلونیت سینیت ها

میلونیت گرانیته ها دارای گستردگی وسیعی بوده، به شدت تغییر شکل یافته و دگرشکل شده اند. در منطقه آدریا وسیع ترین رخنمون این سنگ ها مشاهده می شود. بر اساس مطالعات میکروسکوپی کانیهای اصلی در این سنگ ها عبارتند از کوارتز، پلاژیو کلاز، ارتو کلاز و بیوتیت و کانیهای فرعی عبارتند از کلریت، اسفن، مسکویت، تورمالین و کانی های اپاک .

میلونیت سینیت ها در شمال روستای اسفاجرد مشاهده می گردند. این سنگ ها واجد کانی های ارتوز، پلاژیو کلاز، آمفیبول، بیوتیت، آپاتیت، تورمالین و در بعضی موارد پیروکسن می باشند.

### ۵- آمفیبولیت ها:

آمفیبولیت ها به صورت نواری و یا به صورت توده ای در منطقه گسترش دارند. از نظر پتروگرافی کانی های اصلی این سنگ ها عبارتند از پلاژیو کلاز و آمفیبول که غالباً پلاژیو کلاز ها سوسوریتی شده و آمفیبول ها نیز به اکتینولیت، بیوتیت و کلریت تبدیل شده اند. کانی های فرعی این سنگ ها عبارتند از: کلسیت، بیوتیت، اپیدوت، کانی های اپک، اسفن و زیرکن، بافت اصلی این سنگ ها گرانوبلاستیک و در بعضی موارد بلاستوپورفیر می باشد. در آمفیبولیت ها بقایای بافت آذرین در بیشتر موارد خود نمایی می کند.

### ۶- اسکارن ها و هورنفلس ها:

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

### مطالعات پتروفابریک در منطقه:

منطقه مورد مطالعه که یک سرزمین با دگرگونی و دگر شکلی شدید محسوب می گردد، عناصر ساختاری و فابریکی مانند بر گواره، 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 ساختمان های صفحه ای (شیشتوزیته، 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 مزوسکوپی و ماکروسکوپی صورت گرفته است.

در مقیاس صحرایی تحلیل 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 آمفیبولیت ها، متادولومیت ها و کلریت شیبست 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 شیبست 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 صحرائی و آزمایشگاهی بلورهای تورمالین در میلوئیت گرانیت آدربا در راستای خطواره کشتی قرار گرفته که به صورت پراکنده ولی در یک راستا به صورت بی شکل و بین دانه ای و در نمونه دستی سیاه رنگ می باشد. کشیدگی این تورمالین ها در نمونه دستی به موازات خط واره کشتی 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 میلوئیتی منطقه مشاهده می گردند (صبا، ۱۳۷۰). این دگر شکلی همچنین باعث ایجاد رخدای 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 بالا آمدگی مجموعه سنگ های منطقه می باشند. به طوری که گسل شمالی مرز بین مجموعه دگرگونی با واحدهای کوتاه، ژوراسیک و اتوسن می باشد و گسل جنوبی یک گسل معکوس با شیب حدود ۸۰ به سمت شمال است ( صبا، ۱۳۷۹).

به طور کلی می توان گفت مجموعه دگرگونی در شمال گلپایگان در کل یک ناقطیس می باشد که در هسته آن مرمر و متادولومیت و در یال جنوب شرقی آن شیست و فیلیت دیده می شود.

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

مهمترین رخداد دگر شکلی 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 (۱۹۶۸) و محجل (۱۹۹۷) زمان آغاز این تصادم را کوتاه 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-استروئید شیست، کلریت-سریزیت شسیست، بیوتیت-استروئید شیست و گارنت-کیانیت شیست)، آمفیبولیت، مرمر، کوارتزیت، اسکارن، کلریتونید 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 دگر شکلی در منطقه می باشد. آثار دگر شکلی اول به صورت لایه بندی تفریقی در درون آمفیبولیت ها، متادولومیت ها و کلریت شیست ها مشاهده می گردد. دگر شکلی دوم که مهمترین دگر شکلی است سبب ایجاد چین خوردگی های شدید شامل چین های هم شیب و خوابیده و پهنه های برشی می باشد. این دگر شکلی سبب ایجاد گسل های با روند شمال غرب - جنوب شرق شده است. آثار دگر شکلی سوم، چین های با محور شرقی - غربی و با سطح محوری به سمت شمال می باشد.

## مراجع:

### فارسی

- ۱- ابراهیمی، محمد، (۱۳۷۰)، بررسی زمین شناسی و پترولوژی سنگ های آذرین شمال گلپایگان و منطقه مرق - چشمه سفید. رساله فوق لیسانس، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۲۳۵ص.
- ۲- احمدی، قاسم، (۱۳۷۹)، دگر شکلی های چند مرحله ای در منطقه شمال گلپایگان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۲ ص.
- ۳- جابری، آذر، (۱۳۸۰)، مطالعه سنگهای دگرگونی شمال گلپایگان و ارتباط آن با دگر شکلی منطقه. پایان نامه فوق لیسانس، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، ۲۱۲ص.
- ۴- شریفی، مرتضی، (۱۳۷۶)، زمین شناسی و پترولوژی سنگ های دگرگونی و آذرین منطقه شمال شرق گلپایگان. پایان نامه فوق لیسانس، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، ۲۵۸ص.



- ۵- صبا، علی اکبر، (۱۳۷۹)، تحلیل ساختاری توده های نفوذی همزمان با دگرشکلی در شمال ورزنه (شمال خاور گلپایگان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۱ص.
- ۶- طباطبایی منش، سیدمحسن، شریفی، مرتضی، (۱۳۸۰)، توده های نفوذی گلپایگان-شرق خمین با تاکید بر پتروگرافی، پترولوژی، محیط تکتونیکی و سن جایگزینی آنها. مجله پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه)، جلد پانزدهم، شماره ۲۱، ص ۱۶۳-۱۸۸.

#### انگلیسی

- 7-Mohajjel, M., (1997). Structure and tectonic evolution of Paleozoic – Mesozoic rocks, Sanandaj-Sirjan zone, 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.