

## مطالعات پتروگرافی، مینرالوگرافی و دگرسانی در اندیس مس کالچویه (جنوب غرب نائین)

حسینی دینانی<sup>1</sup>، هنگامه<sup>1</sup> - باقری، هاشم<sup>2</sup> - شمسی پور، رضا<sup>2</sup> - مکی زاده، محمدعلی<sup>2</sup>

<sup>1</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی دانشگاه اصفهان

<sup>2</sup>عضو هیات علمی دانشگاه اصفهان

### چکیده

اندیس مس کالچویه در جنوب غرب نائین واقع شده است و از نظر موقعیت زمین شناسی در نوار ولکانوپلوتونیک ارومیه - دختر قرار گرفته است. عمده سنگ های موجود در منطقه عبارتند از گدازه های پیروکسن - آندزیت، تراکی آندزیت، ماسه سنگ های توفی و لیتیک توف که کانه سازی عمدتاً در واحدهای تراکی آندزیت و به دو صورت پراکنده در متن سنگ تا فاصله چند سانتیمتری از رگه و هم چنین به صورت رگه ای در شکستگی ها، شکاف ها و حفرات موجود در آن ها رخ داده است. از انواع دگرسانی که در سنگ های منطقه رخ داده می توان به سرسیتی شدن، کائولینیتی شدن، سیلیسی شدن، سوسوریتی شدن و پروپیلیتییک اشاره نمود. پاراژنز کانه های موجود نیز عبارتند از: کالکوپیریت، گالن، پیریت، بورنیت، کالکوسیت، کولین، گوئیت، مالاکیت و آزوریت. به کمک شواهد مینرالوگرافی و پتروگرافی بنظر می رسد که دو فرایند اصلی انتقال ماده معدنی در رگه ها عبارتند از: انتشار در نزدیکی شکاف ها و عمدتاً تراوش درون شکاف ها.

### مقدمه

کانسار مس کالچویه در جنوب غرب نائین و کیلومتر 110 جاده اصفهان-نائین واقع شده است. مختصات جغرافیایی این منطقه، طول  $20^{\circ} 55' 52''$  شرقی و عرض  $32^{\circ} 32' 15''$  شمالی می باشد و از نظر موقعیت زمین شناسی، در نوار ولکانوپلوتونیک ارومیه-دختر واقع شده است. از مهم ترین محورهای ارتباطی در این محدوده می توان از نائین-کوهپایه و بخشی از راه نائین-اردستان نام برد. در این مقاله، ابتدا مطالعات سنگ شناسی انجام شده در این منطقه را به اختصار شرح می دهیم تا انواع دگرسانی و روابط سنگ با کانه سازی را تشخیص داده و به یکی از روش های راهنمای تعیین نوع ماگمای کانه زا، محیط تکتونیکی منطقه، تیپ کانسار و... پی ببریم. از طرفی در مطالعات مینرالوگرافی، علاوه بر مطالعه و شناخت کانه ها به تفسیر روابط بین دانه ها که می توانند برای نشان دادن ماهیت فرایندهای مؤثر در تشکیل اولیه کانسار و تغییر ثانویه نظیر تعادل مجدد، دگرگونی، سخت شدگی، فرسایش، اکسیداسیون و سیمانی شدن استفاده شود، می پردازیم (ملک قاسمی، 1378).

### روش تحقیق

در ابتدا در امتداد دو رگه کانه زایی شده در این منطقه حدود 25 نمونه سطحی از انواع مختلف سنگ های رخنمون یافته برداشت شد و از آن ها مقاطع نازک برای مطالعات پتروگرافی و دگرسانی و مقاطع صیقلی برای مطالعات مینرالوگرافی در دانشگاه اصفهان، تهیه شد.

## بحث

### 1- پتروگرافی

با توجه به بررسی های انجام شده در این منطقه، عمده سنگ های موجود عبارتند از: گدازه های پیروکسن آندزیت، تراکی آندزیت ها، ماسه سنگ های توفی و لیتیک توف. نظر به اینکه کانه سازی عمدتاً در واحدهای تراکی آندزیت و مخصوصاً در شکستگی ها، شکاف ها و حفرات موجود در آن ها رخ داده است، در زیر به شرح خصوصیات این سنگ ها می پردازیم:

**تراکی آندزیت ها:** این سنگ ها بافت پورفیری داشته که در آن ها فنو کریست هایی از سانیدین و کوارتز در زمینه ای از کانی های دانه ریز اپیدوت، کوارتز، سریسیت قرار گرفته اند (شکل 2). همچنین با توجه به وجود کانی های زاویه دار و خرد شده می توان بافت برشی را نیز به آن ها نسبت داد که می تواند اثر زیاد تنش های تکتونیکی را در منطقه دریافت.

کوارتز که هم بصورت رگه ای و هم پراکنده در متن سنگ وجود دارد، بعضاً در رگه ها بافت جانیشینی از خود نشان می دهد (تیغه هایی از فلدسپار در آن ها باقی مانده است) که نشان دهنده خروج سدیم و کلسیم از سنگ و ورود آن ها به محلول است. بنابراین این سنگ ها سیلیس زایی چند مرحله ای نشان می دهند.

**دگرسانی ها:** در نتیجه فرایند هیدرولیز، فلدسپارها سریسیتی شدن شدید از خود نشان می دهند (دگرسانی فلیک) و هم چنین کوارتز و فلدسپات ها همگی کائولینیتی شده اند که نتیجه این فرایند کاهش مقدار هیدروژن در محلول و افزایش pH (که خود می تواند عاملی بر ته نشینی فلزات باشد) و کاهش عناصر قلیایی و افزایش آب است. اپیدوتی شدن خیلی شدید را در نتیجه سوسوریتی شدن پلاژیو کلازها در این سنگ ها می بینیم. در واقع طی یک دگرسانی کوارتز و اپیدوت با هم بوجود آمده اند (دگرسانی کوارتز-اپیدوت). سیلیسی شدن نیز یکی دیگر از انواع دگرسانی در این سنگ هاست. کانه زایی در این سنگ ها به دو صورت پراکنده در متن سنگ که تنها به چند سانتیمتری اطراف رگه ها محدود می شود و همراه با رگه های کوارتزی روی داده که البته از نظر فراوانی کانه زایی عمدتاً در امتداد رگه های کوارتز رخ داده است.

**ماسه سنگ توفی:** کلینوپیروکسن توسط فنو کریست هایی از پلاژیو کلاز که بافت پوئی کلتیک نشان می دهند، در بر گرفته شده است. پلاژیو کلاز در نتیجه سوسوریتی شدن به مجموعه کانی های اپیدوت، کلسیت و... تبدیل شده است. فلدسپارهای آلکالن به کانی های رسی تجزیه شده اند. بیوتیت، شارد شیشه که گاهاً به کلریت تجزیه شده اند، کلریت که ثانویه بوده و در اثر تجزیه شارد های شیشه و فازهای دیگر ایجاد شده اند، اپیدوت و کلینوزویت که در نتیجه سوسوریتی شدن از پلاژیو کلازها ایجاد شده اند، سریسیت که گاهاً به مسکویت

تبدیل شده اند، کلسیت و کانی های رسی از دیگر کانی های ثانویه موجود در این سنگ ها می باشند. اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن نیز در اطراف رگه ها و رگچه های کوارتز بهمراه کانی های رسی وجود دارند و بین رگه ها را پر کرده اند. از کانی های فرعی در این سنگ ها می توان به آپاتیت هایی که بصورت ادخال در بلورهای کوارتز بوجود آمده اند اشاره نمود.

پیروکسن آندزیت: بافت این سنگ ها عمدتاً بادامکی بوده که توسط کلریت، اپیدوت و کلسیت پر شده اند. پلاژیوکلاز حجم عمده این سنگ ها را به خود اختصاص می دهد و به صورت فنو کریست و میکروولیت مشاهده می شود، دارای بافت غربالی بوده و گاهاً به کلسیت تجزیه شده اند. در واقع میکروولیت های پلاژیوکلاز به همراه شیشه زمینه سنگ را تشکیل می دهند. کلینوپیروکسن خرد شدگی زیادی در اثر فعالیت های تکتونیکی از خود نشان می دهد و به این دلیل حالت جزیره مانند از خود نشان می دهد. کلریت ثانویه به دو صورت پرکننده حفرات در سنگ و همچنین حاصل از تجزیه کلینوپیروکسن و زمینه شیشه ای قابل مشاهده است و بافت آمیگدالوئیدال را برای این سنگ ها ایجاد کرده است. کلسیت بعنوان یک کانی ثانویه از تجزیه فازهای کلسیم دار مانند پلاژیوکلاز و پیروکسن و همچنین بصورت پرکننده حفرات موجود در سنگ ها ایجاد شده است. تشکیل اپیدوت در امتداد درزه ها و شکاف ها و حفرات بیانگر این است که این کانی محصول دگرسانی گرمابی می باشد.

لیتیک توف: پلاژیوکلاز هم در خود سنگ و هم در قطعات لیتیک وجود دارند. بعضی از آن ها دارای ماکل کارلسباد بوده و در اثر تجزیه به اپیدوت، کلسیت و اپاک تبدیل شده اند. بعضی نیز دارای ادخال های آپاتیت هستند. کوارتز بصورت فنو کریست و رگه ای موجود است. کلینوپیروکسن بصورت فنو کریست و اکثراً بصورت کامل به اپیدوت تجزیه شده اند و فقط قالب هایی از آن ها مشاهده می شوند. اپیدوت بصورت شکافه پرکن و از تجزیه کانی های کلسیم دار مثل پلاژیوکلاز و پیروکسن تشکیل شده است. قطعات لیتیک متشکل از پلاژیوکلاز، فلدسپار آلکالن و زمینه شیشه ای است که بین این کانی ها را پر می کنند و به کانی های ثانویه مثل اپیدوت، کلریت، کانی های رسی، کلسیت و اپاک تبدیل شده اند. آپاتیت بصورت ادخال در فنو کریست های کوارتز مشاهده می شود. سریسیت در اثر تجزیه فازهای پتاسیم دار بمقدار کم دیده می شود. اسفن نیز از تجزیه کانی های اپاک حاوی تیتان مثل ایلمنیت در اثر دگرسانی گرمابی به وجود می آیند.

## 2- کانه نگاری:

بافت کانه های مورد مطالعه در این کانسار را می توان به سه دسته منفرد (مربوط به یک کانه)، تجمعی (مربوط به دسته ای از کانه ها) و دگرشکلی (مربوط به تأثیرات ثانویه پس از کانه زایی) تقسیم نمود (Craig, 1994). از بافت های منفرد می توان به بافت های زونه ای، رگچه ای و شکافه پرکن اشاره نمود و از بافت های تجمعی نیز زونه ای و افشان را می توان نام برد. در این سنگ ها اثراتی از آگرگات های برشی

که در اثر فرایندهای تکتونیکی حاصل می شوند نیز دیده می شود. در کانسار کالچویه، کانه های فلزی به شرح زیر مشاهده می شوند:

کانی سازی اولیه یا هیپوژن دارای سه فاز سولفیدی کالکوپیریت، گالن و پیریت است. در کانی سازی ثانویه، فاز اکسیدی شامل هماتیت، گوئیت و دیگر هیدروکسیدهای آهن می شود که معمولاً کانی دیگری تشکیل نداده اند. همچنین مالاکیت و آزوریت نیز در این زون تشکیل شده اند. در نهایت کانی سازی سوپرژن با کانی های بورنیت، کالکوسیت و کوولین (که به ترتیب اطراف کالکوپیریت تشکیل می شوند) مشخص می شود (Pracejus, 2009). در واقع کالکوپیریت بصورت یک کانی اولیه در رگه های کوارتز تشکیل شده بوده که توسط کوولین، کالکوسیت و هیدروکسیدهای آهن جانشین می شود و معمولاً هاله هایی اطراف آن تشکیل می دهند. هوازدگی و اکسیداسیون باعث می شود ضمن تبدیل کالکوپیریت به کالکوسیت و کوولین، افزایش نسبت Cu/S را داشته باشیم که منجر به تشکیل کانی های فقیر از آهن و گوگرد و غنی از مس می شود و آهن موجود در پیریت و کالکوپیریت نیز اکسید شده و به شکل دانه های گوئیت آزاد می شود.

### نتیجه گیری

با توجه به مطالب گفته شده دو بافت اصلی کانه ها افشان و رگه ای می باشد. با توجه به اینکه کانه های افشان تا فاصله چند سانتی متری از رگه های کانه زایی شده دیده شده اند، نمی توان همزمانی نهشت کانه و سنگ میزبان را پذیرفت. از طرفی با توجه به اینکه مواد طی دگرسانی سنگ دیواره از دو طریق تراوش (جریان سیال در طول سنگ) و انتشار (انتقال جرم بوسیله سیالات راکد درون خلل و فرج یا دانه به دانه) منتقل شده اند و انتشار معمولاً در فاصله کم رخ می دهد، می توان نتیجه گرفت که کانه های با بافت افشان در نزدیکی رگه ها عمدتاً از طریق فرایند انتشار و کانه های همراه با رگه های سیلیس بیشتر از طریق فرایند تراوش تشکیل شده اند.

### منابع

- 1) ملک قاسمی، ف.، (1378)، اصول مینرالوگرافی، انتشارات دانشگاه تبریز، 340 صفحه.
- 2) مهوری، ر.، 1388، مطالعات پترولوژیکی و کانی شناسی دگرسانی های گرمابی در گردنه ملا احمد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، 310 صفحه.
- 3) Craig, M. J., A., 1994, Ore microscopy and ore petrography, Canada, 434 p.
- 4) Pracejus, M. J., A., 2009, the ore minerals under the microscope: journal of geoscience Elsevier (1,2) , 875 p.