

سنگ شناسی و مطالعه کانیهای فلزی در توده گرانیتوئیدی آستانه (جنوب غرب اراک)

بهمن پور، فرزانه¹ - عسگری، عباس² - شجاعی، به آفرین³

¹ - دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات

² - عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات

³ - دانش آموخته کارشناسی ارشد پترولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

چکیده

توده نفوذی آستانه در 40 کیلومتری جنوب غرب اراک و در زون سندج- سیرجان واقع شده است. سنگهای منطقه مورد مطالعه شامل سنگهای آذرین درونی است. ترکیب عمومی سنگها شامل گرانودیوریت، کوارتز مونزونیت و مونزوگرانیت می باشد. آنکلاوهای میکروگرانولار مافیک از جنس کوارتز مونزوادیوریت و کوارتز دیوریت به خصوص در بخشهای حاشیه ای به فراوانی یافت می شوند. بررسیهای مقاطع صیقلی نیز حاکی از حضور کانیهای فلزی از جمله طلا پیریت، کالکوپیریت، مالاکیت، آزوریت، گوئیتیت، هماتیت، مگنتیت و اسپینل در این منطقه می باشد که پیریت و کالکوپیریت از گسترش زیادی در منطقه برخوردار هستند.

واژه های کلیدی: سنگهای آذرین، آنکلاو، کانیهای فلزی، آستانه، سندج-سیرجان.

مقدمه

توده گرانیتوئیدی آستانه با مختصات جغرافیایی 30' 17' 49 الی 22' 49 و عرضهای جغرافیایی 30' 46 الی 33' 54 بخشی از زون سندج- سیرجان را تشکیل می دهد. غالب توده های نفوذی این زون از جمله گرانیت الوند و دگرگونی سندج-سیرجان در این دوران مزوزوئیک زخ داده است که یکی از مهمترین دوره های ماگما تیسیم در این زون است. این سنگها در کنار خود هاله دگرگونی به وجود آورده اند که به صورت اسلیت و هورنفلس دیده می شود و دارای تکتونیک پیچیده و شکستگی است. راه ارتباطی اصلی جهت دسترسی به این منطقه، جاده آسفالتی اراک به بروجرد و خرم آباد است که از گوشه شمال غربی و جاده آسفالتی درود به دوراهی خرم آباد از گوشه جنوب غربی آستانه می گذرد. این توده در گذشته توسط محققین متعددی مطالعه شده است از جمله رادفر (1366) به بررسی زمین شناسی و پترولوژی این توده پرداخته، رشید مقدم (1386) پترولوژی و ژئوشیمی و مطالعه دگرگونی مجاورتی اطراف آن را بررسی کرده، افشونی (1386) به بررسی دگرسانی و کانه سازی طلا در این منطقه پرداخته، میکائیلی (1388) کانی شناسی دگرسانیهای گرمابی آن را مطالعه نموده و طهماسبی (1388) به بررسی پترولوژی توده نفوذی پرداخته است. هدف از این مقاله تعیین سنگ شناسی و مطالعه کانیهای فلزی در این منطقه می باشد.

روش تحقیق

ابتدا مطالعات کتابخانه ای، کتب، مقالات و طرحهای تحقیقاتی انجام شد. گام بعدی نقشه های توپوگرافی بر گه های شازند و نقشه های زمین شناسی 1:250000 خرم آباد و 1:100000 شازند تهیه و همچنین عکسهای ماهواره ای از منطقه تهیه گردید. سپس مطالعات صحرایی و ماکروسکوپی و برداشتهایی از نمونه ها انجام شد و ثبت موقعیت آن ها به کمک GPS صورت پذیرفت. در مرحله آزمایشگاهی از نمونه های برداشت شده 35 مقاطع نازک و 5 مقطع صیقلی تهیه و همچنین آنالیز جذب اتمی برای عنصر طلا انجام شد و سپس انواع سنگ ها و کانی های فلزی مشخص گردید.

بحث

توده گرانیتوئیدی آستانه از ترکیب سنگ شناسی متفاوتی تشکیل شده است که عبارتند از: گرانودیوریت، کوارتزیدیوریت و مونزوگرانیت. بافت اصلی و کلی در سنگهای توده نفوذی آستانه دانه متوسط تا دانه درشت است و بافت غالب گرانولار می باشد. همچنین آنکلاوهای میکروگرانولار مافیک از جنس کوارتز مونزویدیوریت و کوارتزیدیوریت به خصوص در بخشهای حاشیه ای به فراوانی یافت می شوند. دایکهای میکروگرانودیوریتی و آپلیت ها از دیگر واحد های موجود در توده نفوذی آستانه می باشد و جوانتر از توده نفوذی هستند. دایکهای میکروگرانودیوریتی به صورت پراکنده و بیشتر در کوه شیرمزد رخنمون داشته و در اثر نفوذ آبگونیهای گرمابی، به شدت دگرسان شده اند. رگه های کوارتز تورمالین نیز در منطقه حضور دارند و در شمال باختری روستای سرسختی دیده می شود که همانند دایکها جوانتر از توده نفوذی هستند (طهماسبی، 1388).

گرانودیوریت ها بخش وسیع و اصلی توده نفوذی منطقه را در بر می گیرند و توسط رسوبات رسی کواترنر پوشیده است. این واحد در جاهای مختلفی رخنمون دارد از جمله در حوالی روستای سرسختی، قلعه آقا حمید و چالهما دیده می شود. گرانودیوریت ها در نمونه دستی معمولاً دانه متوسط تا دانه درشت و زبر و خشن و رنگ آن ها نیز غالباً خاکستری می باشد. سنگهای منطقه به شدت هوازده شده اند و به صورت تپه های کم ارتفاع هستند (میکائیلی، 1388). کانی شناختی آن ها از کانیهای همگنی تشکیل شده است که شامل کوارتز، پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار و بیوتیت است. همچنین دارای کانیهای فرعی از جمله اسپینل، زیرکن و آپاتیت و کانیهای کدر می باشد. بر اساس درصد کانیهای تشکیل دهنده، کوارتز 30-25 درصد، پلاژیوکلاز 45-30 درصد، بیوتیت 15-5 درصد، آمفیبول 10-5 درصد، فلدسپات آلکالن کمتر از 10 درصد کانی ها را به خود اختصاص داده اند.

کوارتز در مقاطع میکروسکوپی به رنگ خاکستری و به صورت چند دانه ای با مرزهای نامنظم و آنهدرال و این اکیگرانولار می باشند و به صورت خاموشی موجی دیده می شوند که این امر نشان دهنده فشارهای تکتونیکی روی محورهای بلورشناسی آن دارد.

پلاژیو کلازها دارای ماکل تکراری هستند و خاموشی منطقه ای دارند و شکل دار تا نیمه شکل دار می باشند. پلاژیو کلازها در اثر فرایند دگرسانی به سرسیت و اپیدوت تجزیه شده اند (شکل 2-a). فلدسپار آلکالن نسبت به کوارتز و پلاژیو کلاز از فراوانی کمتری برخوردار است و بیشتر از نوع میکروکلین و پرتیت می باشند.

بیوتیت هم فراوانترین کانی مافیک در این سنگهاست. بیوتیت ها در مقاطع نازک در این واحد، به حالت رخ کاملا خمیده شده مشاهده می شوند. اغلب بیوتیت ها از دو نوع تشکیل شده اند که یک نوع دانه درشت و جهت یافته و نوع دیگر دانه ریز و بدون جهت یافتگی هستند. بیوتیت با هورنبلند حالت درون رشدی نشان می دهد که حاکی از تبلور همزمان این دو کانی با هم می باشد. آمفیبول نیز به حالت منشوری یوهدرال و یا به صورت ساب هدرال هستند و ترکیب آنها از هورنبلند غنی از منیزیم تا هورنبلند اکتینولیت متفاوت است.

کوارتز دیوریت ها بیشتر در حوالی روستای سرسختی مشاهده می شوند و می توان گفت درون واحد گرانودیوریت ها برونزد دارند و ارتفاعات منطقه مورد مطالعه را تشکیل می دهند. کانیهای اصلی تشکیل دهنده آنها را پلاژیو کلاز، کوارتز، بیوتیت، آمفیبول و فلدسپار آلکالن تشکیل می دهند. زیرکن، اسفن و آپاتیت هم کانیهای فرعی در این واحد هستند.

بر اساس درصد کانیهای تشکیل دهنده پلاژیو کلاز 50-35 درصد، کوارتز 20-10 درصد، بیوتیت 20-15 درصد، آمفیبول 15-5 درصد و فلدسپات آلکالن کمتر از 5 درصد حجم سنگ را به خود اختصاص داده اند.

پلاژیو کلازها به صورت صفحات آنهدرال و یا ساب هدرال دیده می شوند. اندازه بلورها بین $1/5$ تا 3 میلیمتر میباشد. بیشتر پلاژیو کلازها دارای زونینگ هستند و زوناسیون ترکیبی در پلاژیو کلازها اختلافاتی را در شرایط پیرامون آنها نشان میدهد. کوارتز به صورت بلورهای آنهدرال تا ساب هدرال با اندازه 2-5 میلیمتر دیده می شود. این کانی دارای خاموشی موجی می باشد که حاکی از عملکرد دگرشکلی حالت جامد می باشد. فنوکریست های بزرگ این کانی غالبا خاموشی موجی و بلورهای کوچک در برخی مقاطع خاموشی یکنواختی را نشان می دهند (رشید مقدم، 1386). بیوتیت به صورت فلسهای قهوه ای رنگ در این واحد دیده می شود و به صورت بلورهای ساب هدرال تا یوهدرال هستند. اندازه این کانی به 3- $1/5$ میلیمتر می رسد. بیوتیت معمولا با آمفیبول همراه است. بیوتیت ها اغلب به کلریت تجزیه شده اند (شکل 2-b). مسکوویت به صورت ریز بلور و خود شکل در حاشیه بیوتیت دیده می شود.

آمفیبول با بلورهای کشیده و بلند یوهدرال دیده می شود و معمولا ماکل تکراری و دوقلو از خود نشان می دهد و غالبا همراه بیوتیت می باشد. آمفیبول ها به صورت تیغه های بلند و کلریتی شده با ابعاد 1 تا $2/5$ میلیمتر

وجود دارد. همچنین آمفیبول با رخ های لوزی نیز دیده می شود. محصولات دگرسانی این کانی بیوتیت، کلریت، اپیدوت و پرهنیت می باشد. فلدسپار آلکالن در این واحدها به صورت بلورهای آنهدرال تا ساب هدرال با ابعاد 1-2 میلیمتر است. محصولات دگرسانی و آلتراسیون جزئی شامل سرسیت، کلریت، اپیدوت و کلسیت است.

مونوزوگرانیت ها بیشتر در حوالی روستالی پاکل و کوه کلک برونزد دارند. سنگهای این واحدها دارای بافت گرانولار تا پورفیریتیک با گرهکهای غنی از بیوتیت و مگاکریست های فلدسپات و کوارتز هستند (طهماسبی، 1388). تورمالین با منطقه بندی مشخص و اینترفرانس قهوه ای و پلوکروئیسیم معکوس کانی شاخص مونوزوگرانیت ها را تشکیل می دهد (شکل f-2). تورمالین به صورت اجتماعات کروی شکل (نودول) که اندازه آنها 2-8 سانتیمتر است وجود دارد.

بر اساس درصد کانی های تشکیل دهنده؛ کوارتز 25-40 درصد، پلاژیو کلازاها 15-20 درصد، فلدسپات آلکالن 30-40 درصد، بیوتیت 5-10 درصد حجم سنگ را تشکیل می دهند.

پلاژیو کلازاها به صورت آنهدرال تا ساب هدرال بوده است. دارای ماکل تکراری و خاموشی منطقه ای می باشد. دارای زونینگ هستند. فلدسپات آلکالن از نوع پرتیت و به وفور در این سنگ ها یافت می شود و به صورت درشت بلور آنهدرال تا ساب هدرال دیده می شود. در اثر هوازدگی این کانی به مقدار ناچیز به کانیهای رسی تبدیل شده است. زیرکن، اسفن و آپاتیت و تیتانیت عمده کانیهای فرعی این سنگ ها به صورت ادخال در کانیهای بیوتیت، آمفیبول و پلاژیو کلازا وجود دارند. کوارتز در این واحد به صورت بلورهای بی شکل دیده می شود که تبلور مجدد پیدا کرده اند. آثار خورد شدگی برشی و تجدید تبلور در این کانی نمایان است که به احتمال زیاد ناشی از گسل خوردگی این منطقه است.

بیوتیت به صورت بی شکل با جهت یافتگی ضعیف یا بدون جهت یافتگی کانیهای اصلی واحد مونوزوگرانیت را تشکیل می دهد. آپاتیت، زیرکن و آلانیت عمده کانیهای فرعی این سنگها را می سازند که به صورت ادخال در بیوتیت و پلاژیو کلازا دیده می شوند. همچنین ذرات کانیهای اپیک در بین بیوتیت ها دیده می شود.

آنکلاوها نیز در این توده وجود دارند و از فراوانی زیادی برخوردار هستند. واژه آنکلاو جهت توصیف قطعات سنگی بیگانه موجود در داخل سنگهای آذرین همگن پیشنهاد گردیده است. بیشتر آنکلاوهای موجود در گرانیتوئیدها، سنگهای آذرین دانه ریزی هستند که از نوع آنکلاوهای میکرو گرانولار تعریف شده اند و کنتراکشان با گرانیتوئیدهای میزبان مشخص است. آنکلاوهای میکرو گرانولاریشتریضوی شکل هستند و باجنس کوارتز دیوریت و کوارتز مونوزودیوریت می باشند. وجود حاشیه روشن در اطراف بعضی از آنکلاوها به دلیل افت سریع دما در قرارگیری دو ماگمای آنکلاو و ماگمای فلسیک تر گرانیتی است که باعث انتشار پتاسیم و آب می شود و به همین دلیل باعث جابه جایی کانی های آبدار مانند آمفیبول و بیوتیت در آنکلاو و یا

گرانیت می شود. آنکلاوهای مافیک در اغلب توده های نفوذی حضور دارند و دارای شکل نامنظم و سطوح تماس دندانه دار می باشند و نزدیک محلی که در آنجا فرایند اختلاط صورت گرفته تشکیل می شوند. (دیدر و بارباریان، 1991).

کانه های فلزی در منطقه مورد مطالعه:

به منظور مطالعه کانسنگ های توده گرانیتوئیدی آستانه ، 5 مقطع نازک صیقلی از نمونه های جمع آوری شده، تهیه گردید و مطالعه شد. مطالعات مینرالوگرافی نشان دهنده تنوع کانه های فلزی در منطقه آستانه هستند که شامل طلا، کالکوپیریت، پیریت، گوئتیت، مالاکیت، آزوریت، هماتیت ، مگنتیت و اسپینل می باشند. مطالعات میکروسکوپی نشان می دهد که کانی طلا (Au) به صورت آزاد در نمونه های صحرایی برداشت شده و در مقاطع صیقلی تهیه شده مورد مشاهده قرار نگرفت. ولی نتایج آنالیز نمونه (Bpp64) و (B-sp61) به ترتیب 72 و 35 ppb گزارش شده است که نشان دهنده مقدار بالای طلا در این منطقه است. کالکوپیریت مهمترین و فراوانترین کانی اولیه کانسنگ مس با فرمول $CuFeS_2$ محسوب می شود. این کانی یکی از فراوانترین کانی های موجود در منطقه گرانیتوئیدی آستانه می باشد و حفرات را پر کرده است (افشونی، 1386). در منطقه آستانه کانیهای پیریت و کالکوپیریت موجود در منطقه آلتزه شده و منجر به تشکیل گوئتیت گردیده است.

پیریت (FeS_2) موجود در منطقه نیز همانند کالکوپیریت ها از تنوع زیادی برخوردار هستند. این کانی بیشتر شکل دار می باشد. آهن مورد نیاز برای تشکیل پیریت در زون سرسیتی می تواند در اثر آلتراسیون کانیهای مافیک از قبیل بیوتیت بدست آید و گوگرد مورد نیاز از سیالات هیدروترمال حاصل می شود و منجر به تشکیل پیریت می گردد (میکائیلی، 1388). مالاکیت با فرمول $Cu_2CO_3(OH)_2$ از اکسیداسیون کالکوپیریت حاصل می شود. مالاکیت از تنوع بالایی در منطقه برخوردار است. دمای اکسیداسیون متفاوت بوده و می تواند توسط شرایط سطحی یا اتمسفری رخ دهد. آزوریت با فرمول $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ نشان داده می شود و در مقابل هوا مانند مالاکیت واکنش نشان می دهد. آرزویت همراه با مالاکیت از فراوانترین کانیهای حاصل از تغییر ترکیبات اولیه مس در منطقه اکسیداسیون است.

هماتیت (Fe_2SO_4) نیز یکی دیگر از کانیهای موجود در مقاطع صیقلی می باشد که ناشی از اکسیداسیون پیریت و کالکوپیریت ها می باشد، همچنین فراوانترین سنگ معدن آهن است و ممکن است در اثر پدیده تصعید از فرایند آتشفشانی حاصل شود. تشکیل کانیهای اکسیدی شامل هماتیت، لیمونیت و مگنتیت به فلزهای در دسترس مربوط می باشد. کانی مگنتیت در طی آلتراسیون و فشارهای وارد شده دچار شکستگی شده است و خود این شکستگی ها را پر کرده است. مگنتیت مهمترین کانی اکسیدی بوده که در طی اکسیداسیون و آلتراسیون در مرحله اول منجر به تشکیل مگنتیت شده (استین تورسن و همکاران، 1992) و در ادامه دگرسانی

تبدیل به هماتیت مارتیت می گردد (گانلاکسون و همکاران، 2002) که این تغییرات بیانگر افزایش شرایط کسیداسیون در طی مراحل آلتراسیون می باشد. از تجزیه و آلتراسیون مگنتیت و فلوگوپیت هم اسپینل به وجود آمده است که به عنوان یک کانی ثانویه در نظر می گیرند.

نتیجه گیری

توده گرانیتوئیدی آستانه بخشی از زون سنندج-سیرجان می باشد. این توده از ترکیب سنگ شناسی گرانودیوریت، کوارتز دیوریت و مونزو گرانیت تشکیل شده است. این واحدها از ترکیب کانی شناسی مشابهی برخوردار هستند و شامل کانیهای اصلی کوارتز، پلاژیوکلاز، بیوتیت، آمفیبول و فلدسپار آلکالن و کانیهای فرعی زیرکن، اسفن و آپاتیت تشکیل شده اند. کانیهای سریسیت، کائولینیت، کلریت، کلسیت، اپیدوت و کانیهای تیره هم از کانیهای تجزیه ای و ثانوی می باشند. آنکلاوهای میکرو گرانولار مافیک از جنس کوارتز مونزودیوریت و کوارتز دیوریت نیز در منطقه حضور دارند و دایکهای میکرو گرانودیوریتی و آپلیت ها از دیگر واحدهای موجود در توده نفوذی آستانه می باشد و جوانتر از توده نفوذی هستند. همچنین مطالعات حاصل از مقاطع صیقلی نشان دهنده حضور کانیهای فلزی طلا، کالکوپیریت، پیریت، گوئیت، مالاکیت، آزوریت، هماتیت، مگنتیت و اسپینل در منطقه می باشند. طلا به صورت آزاد مورد مشاهده قرار نگرفت. کالکوپیریت و پیریت هم از فراوانترین کانیهای فلزی موجود در منطقه گرانیتوئیدی آستانه می باشد.

منابع

- رادفر. جواد، (1366)، بررسی های زمین شناسی و پترولوژی سنگهای گرانیتوئیدی ناحیه آستانه - گوشه (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران
- افشونی. زهرا، (1386)، بررسی دگرسانی و کانی سازی طلا در آستانه (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران
- رشید مقدم. نسرين، (1386)، پترولوژی و ژئوشیمی توده گرانیتوئیدی آستانه و مطالعه دگرگونی مجاورتی اطراف آن (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران
- طهماسبی. (1388) بررسی پترولوژی توده نفوذی آستانه (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه اصفهان
- میکائیلی. رحیمه، (1388)، مطالعه کانی شناسی دگرسانی های گرمابی در گرانیت های طلا دار در آستانه اراک (پایان نامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه اصفهان.
- Didier, J., Barbarin, B., 1991, Enclaves and granite petrology, Bibliography, Elsevier, Amsterdam, p601.
- Gunnlaugssen, H.P., G., Weyer and D., Helgason., (2002), Titanomaghemite in Iclabdic basalt, possible clues for the strongly magnetic phase in martian soil and dust. Planet space Science. v5. pp157-161.

- Steinthorsson, S., O. Helgason, M.B. Madsen., C.B. Koch., M.D. Bentazon
and
S. Morup., (1992), Magnetite in Icelandic basalts. *Mineral Mag* 56. pp185-
199.