

کاربرد داده های ژئوشیمیایی و پترولوژی در پی جویی و اکتشاف کانسارهای طلا، نقره، آنتیموان و آرسنیک در منطقه شمال برزرو (کاشان)

مرتضی شریفی*، همایون صفایی، نسیم مرادی زاده

گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان

چکیده

منطقه برزرو در 50 کیلومتری جنوب شهر کاشان در دره ایبانه واقع شده است. در این منطقه آلتراسیون سطحی به شدت اثر کرده و سطح منطقه در اثر اکسید شدن آهن به زردی گرائیده است. ابتدا با پردازش داده های رقومی ماهواره ای مناطق دارای پتانسیل کانی سازی، شناسایی شده و در مراحل بعدی با انجام برداشتهای صحرائی، مطالعات میکروسکوپی و انجام آنالیزهای شیمیایی، مطالعات تکمیلی از جمله بررسی کنترل کننده های ساختاری، نوع دگرسانی، کانسار پلی متالیک و کانیهای در بر گیرنده کانسار مورد بررسی قرار گرفت. با شناسایی گسلهای اصلی و فرعی منطقه نقش آنها در ایجاد زون دگرسانی مشخص گردید. دو گسل با راستای شمال غربی - جنوب شرقی در طرفین ناحیه دگرسان شده نقش اصلی در کنترل این ناحیه را داشته اند. با توجه به مطالعات زمین شناسی که در منطقه صورت گرفته است، پهنه دگرسانی دارای واحدهای سنگی مختلف شامل سنگ آهک، ماسه سنگ برشی، داسیت، آندزیت، ریوداسیت و دیوریت می باشد. سنگ های آلتره شده حاوی کلریت، اپیدوت، پیریت و اکسیدهای آهن هستند آنومالیهای شیمیایی این منطقه دارای پتانسیل بالایی از فلزات گرانبها است. آنالیزهای شیمیایی، همچنین آنومالی هایی از

کرم، نیکل، باریم، استرانسیم و زیرکن را در منطقه به نمایش می گذارند. نتایج حاصل از این آنالیزها نشان می دهد آنتیموان به میزان حداکثر 12700 ppm، نقره به میزان 2500 ppm، آرسنیک به میزان 896 ppm و طلا به میزان 150 ppb در توده سنگ می باشد.

کلمات کلیدی: کانسارهای پلی متالیک، آلتراسیون، کاربرد داده های ژئوشیمیایی، برزرود، کاشان.

مقدمه

منطقه مورد مطالعه حدوداً در 100 کیلومتری شمال شهر اصفهان و 30 کیلومتری شمال غرب نطنز و در دره ایبانه واقع شده است. زون کانی سازی شده به دلیل ترانشه جاده ای که از برزرود به سمت ایبانه امتداد دارد آشکار گردیده است (صفایی و همکاران، 1379). در محدوده دره ایبانه و مناطق مجاور مطالعات مختلفی در زمینه کانی سازی و مطالعات پترولوژی انجام گردیده است (زفرقندی، 1357 و حاج حیدری، 1382). این منطقه به دلیل عدم پوشش گیاهی در ارتفاعات و شکل های ساختمانی قابل مشاهده، می تواند به وسیله خصوصیات طیفی سنگ میزبان و مناطق دگرسانی مورد بررسی قرار گیرد. بلندترین ارتفاعات در منطقه در شمال و جنوب دره ایبانه واقع شده و بیشتر از جنس سنگ های آذرین درونی و بیرونی می باشند. منطقه مورد مطالعه، بخشی از ارتفاعات حاشیه دره ایبانه با روند کلی شرقی - غربی است. برای مطالعه مناطق دگرسانی روش های متعددی وجود دارد ولی یکی از بهترین این روش ها، استفاده از سنجش از دور در شناسایی مناطق دگرسانی است (Scanvic, 1997 & Rencz, 1998).

برای تعیین پهنه دگرسانی در منطقه برزرود از پردازش داده های رقومی ماهواره ای، مطالعات کانی شناسی و آنالیز شیمیایی سنگ میزبان استفاده شده است. اپیدوتی شدن،

کربناتی شدن و پیریتی شدن در اثر نفوذ محلولهای گرمابی به داخل رگه ها قابل مشاهده می باشند. وجود تراورتن در منطقه می تواند تاییدی بر گرمابی بودن فرایند کانی سازی باشد. کنترل کننده های ساختمانی یکی از پارامترهای مهم در بیشتر مدل های کانسار، مانند سیستم های کانسار پلی متالیک (رگه های چند فلزی)، کانسارهای تیپ کارلین و کانسارهای چشمه های آب گرم اپی ترمال می باشند. لذا شناسایی ساخت های خطی نقش مهمی در شناسایی کانسارها ایفا می نماید. آنالیز شیمیایی برخی از نمونه ها، جهت تعیین سنگ منشاء و بررسی پترولوژیکی سنگ ها به منظور تعیین ژنز کانسار و بررسی ارتباط کانسارسازی با سنگ های دربرگیرنده صورت گرفته است.

زمین شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر قرار دارد. این کمربند با طول تقریباً 1700 کیلومتر (تبریز تا بزمان) و عرض تقریبی 100 کیلومتر به موازات زون دگرگونی سندج- سیرجان و تراست زاگرس واقع شده است. قدیمی ترین سازند رخنمون یافته در منطقه، گروه شمشک (ژوراسیک زیرین) و جدیدترین واحدها تراورتن و رسوبات کواترنری می باشند. سری ولکانیکی- رسوبی ائوسن بیشترین رخنمون را در منطقه به خود اختصاص داده است. سنگ های آتشفشانی دوران سوم در منطقه ایبانه مربوط به ائوسن و یا پلیوسن می باشند. سنگ های پیرو کلاستیکی ائوسن شامل توف، توف آندزیتی، داسیت، ریوداسیت، توف برشی و لاپیلی است که ارتفاعات غرب رودخانه هنجن- ایبانه را تشکیل می دهند. سنگ های آتشفشانی ائوسن یا به صورت طبقات ریوداسیتی در لایه های لوتسین بالایی قرار گرفته و یا به صورت طبقات آندزیتی تشکیل تناوبی را با لایه های آهکی می دهد. سنگ های آتشفشانی پلیوسن از توف و گدازه های داسیتی که روی رسوبات الیگومیوسن قرار گرفته اند شروع شده و به گدازه های آندزیتی که مربوط به آخرین فعالیت آتشفشانی ناحیه است

ختم می گردند (زاهدی، 1370). ارتفاعات عمده منطقه در شمال دره ایبانه و جنوب روستای ایبانه واقع شده اند و بیشتر از جنس سنگ های آذرین درونی و بیرونی و دلومیت شتری می باشند. در این دره همچنین پادگانه های آبرفتی کواترنری به صورت گسترده تشکیل شده است. از جمله عوامل موثر در ژئومورفولوژی منطقه مورد مطالعه روند ارتفاعات و مقاومت متفاوت سازندهای مختلف در مقابل فرسایش می باشد. ساخت هایی مانند شکستگی ها و چین خوردگی های موجود در منطقه نیز در ریخت شناسی منطقه موثر بوده است. جهت تفکیک بهتر مرز واحدهای سنگی - چینه ای در بخش های مختلف منطقه از روش پردازش تصویر انفعالی (Interactive Image Processing) استفاده شده است همانگونه که مشاهده می گردد ناحیه دگرسان شده در تصویر با رنگ روشن مشخص گردیده است .

شناسایی مناطق دگرسانی هیدروترمال

در منطقه مورد مطالعه آلتراسیون سطحی به شدت اثر کرده و سطح منطقه در اثر اکسید شدن آهن به زردی گرائیده است. تشخیص زونهای دگرسانی هیدروترمال اغلب یکی از اولین کلیدهای دسترسی به منبع کانی سازی در تصاویر رقومی است. معمولاً ذخایر معدنی ابتدا در مطالعات صحرایی بوسیله شناسایی دگرسانی هیدروترمال سنگ درون گیر مشخص می گردند. با توجه به مطالعات زمین شناسی که در منطقه صورت گرفته است، پهنه دگرسانی دارای واحدهای سنگی مختلف شامل آهک، ماسه سنگ برشی، داسیت، آندزیت، ریوداسیت و دیوریت می باشد. سنگ های آلتره شده حاوی کلریت، اپیدوت، پیریت و اکسیدهای آهن هستند.

شناسایی نواحی شسته شده سوپرژن

با توجه به حضور کانی های کلریت، اپیدوت، سریسیت و کلسیت در سنگ های منطقه، نوع دگرسانی پروپلیتی می باشد. در اثر نفوذ دایک های تغذیه کننده گرانودیوریت تا کوارتز دیوریت با سن اولیگومیوسن، منطقه مورد مطالعه تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته است (شکل 4). در زون های سطحی و مناطق برشی، اکسیداسیون پیریت (FeS_2) باعث تشکیل کانی های اکسید آهن گردیده، که با رنگ قهوه ای جلب نظر می کنند.

بررسی ژئوشیمیایی

استفاده از خصوصیات شیمیایی یکی دیگر از روشهای معمول در شناسایی مناطق دگرسانی است که امروزه در ژئوشیمی اکتشافی کاربرد فراوانی دارد. در این روش عناصر اصلی و کمیاب جهت شناسایی رفتار عناصر در محیط های مختلف دگرسانی آنالیز می شوند. در این قسمت با استفاده از داده های ژئوشیمیایی، موقعیت سنگ های منطقه در نمودارهای مختلف سنگ شناسی و سری ماگمایی مورد بررسی قرار گرفت. بررسی دیاگرام های پترولوژیکی نشان می دهد توده های ولکانیک (که با مثلث نشان داده شده اند) و توده های پلوتونیک (از شیریان، 1385 که با دایره نشان داده شده اند) از نوع ساب آلکالن و کالک آلکالن می باشند. همچنین توده های ولکانیک از آندزیت، داسیت و ریوداسیت تشکیل شده اند. بررسی تغییرات عناصر اصلی در مقابل سیلیس در سنگ های درونی و بیرونی منطقه مورد مطالعه نشان دهنده تفریق ماگمایی در این سنگ ها است. بررسی داده های ژئوشیمیایی توده سنگ در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده آنومالی فلزات گرانبها از جمله آنتیموان، نقره، آرسنیک و طلا در سنگ های منطقه است. با توجه به آنالیزهای شیمیایی این منطقه دارای پتانسیل بالایی از فلزات گرانبها (آنتیموان به میزان 12700 ppm، نقره به میزان 2500 ppm، آرسنیک به میزان 896 ppm و طلا به میزان 150ppb، در توده سنگ) است. همچنین جهت بررسی کانی های در بردارنده فلزات گرانبها در منطقه مورد مطالعه اقدام

به آنالیز مایکروپروب بر روی کانی های مختلف صورت پذیرفت که در نهایت ثابت گردید کانی پیریت در منطقه مورد مطالعه حاوی فلزات گرانبها می باشد. در جدول 1 نتایج آنالیز نقطه ای بر روی پیریت ها مشاهده می گردد. بررسی عناصر گرانبها در پیریت نشان دهنده آنومالی فلزات آرسنیک، نقره، آنتیموان و طلا در سنگ های منطقه به خصوص سنگ های حاوی پیریت می باشند. مقادیر As ، Ag ، Sb و Au می تواند حداکثر 1170ppm، 100، 80 و 160 ppm باشند. مهمترین عامل کنترل کننده کانسنگ، گسل های منطقه می باشد که با ایجاد یک منطقه برشی شرایط مناسب برای ایجاد کانی سازی را فراهم نموده اند. از عوامل کنترل کننده دیگر می توان به شکاف ها، شکستگی ها، فضاها، خالی، تخلخل سنگ ها و سنگ میزبان مناسب اشاره کرد. بررسی توده های نفوذی اسیدی در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که نه تنها در این توده ها دگرسانی صورت گرفته و کانی های دگرسانی در آنها بوجود آمده است، بلکه اغلب دارای رگه های آپلیتی، پگماتی، رگه های کوارتزی و سولفورهای مختلف بوده که در داخل توده ها و حاشیه آنها مشاهده می گردند. در منطقه مورد مطالعه تزریق توده های نفوذی الیگو-میوسن و فرآیندهای تاخیری پس از ماگمایی از مهمترین عوامل مؤثر در دگرسانی و کانی سازی منطقه می باشند.

عبور آب اکسیژن دار از میان هاله های دگرسانی در محیط های مناسب معدنی، ممکن است باعث دگرسانی زون هیپوژن شود و تولید گوسن (کلاهدک آهنی) و لیچینگ (زون شسته شده) بر روی کانسار نماید. پیریت و مارکازیت نقش کلیدی را در این فرآیند بازی می کنند. زیرا آنها در حالت اکسیدی با آب واکنش نشان می دهند و تولید اسیدسولفوریک و سولفات آهن کرده که بر دیگر کانی ها اثر می گذارند. بررسی مقاطع صیقلی در منطقه کانسارسازی دره ایبانه نشان می دهد کانی سازی دارای دو فاز اکسیدی و سولفیدی است. منیتیت اولین کانه اکسیدی است که به صورت متراکم و یا با بافت افشان تشکیل شده و آرسنوپیریت اولین کانه سولفیدی

است که به صورت هیپ ایدیومورف و ایزوتروپ پس از منیتیت تشکیل شده است. آرسنوپیریت در اثر هوازدگی سطحی به هماتیت تبدیل شده و لذا به رنگ قرمز حنایی دیده می شود. با توجه به خصوصیات میکروسکپی آرسنوپیریت به نظر می آید که آنها با کبالت آغشتگی داشته باشند. مطالعات مایکروپروب وجود کبالت در آرسنوپیریت ها را در حد عناصر فرعی و نادر نشان داد.

لازم به ذکر است آنالیز توده سنگ در منطقه برزروود پتانسیل بالای کرم (Cr) حداکثر 384 ppm را نشان می دهد. پیریت به صورت ایدیومورف و هیپ ایدیومورف پس از آرسنوپیریت متبلور گشته است. همچنین کالکوپیریت به مقدار کم و به صورت هیپ ایدیومورف دیده می شود که فضای بین کانی های قبلی را پر کرده است. بررسی مطالعات صحرایی و میکروسکپی نشان دهنده آلتراسیون هیدروترمال شدیدی در سنگ های منطقه است. در اثر محلول های گرمابی منیتیت ها از حاشیه بلورها و از جهت های کریستالوگرافی به هماتیت تبدیل شده اند (مارتیتیزاسیون). همچنین اکسیدهای آبدار آهن شامل لیمونیت و اولیژیست از آلتراسیون منیتیت ها حاصل شده است.

نتیجه گیری

با پردازش داده های رقومی ماهواره ای مناطق دارای پتانسیل کانی سازی، شناسایی شده و در مرحله بعدی کنترل کننده های ساختاری و دگرسانی سنگ میزبان در بر گیرنده کانسار مورد بررسی قرار گرفت. دو گسل با راستای شمال غربی - جنوب شرقی در طرفین ناحیه دگرسان شده نقش اصلی در کنترل محدوده دگرسانی را داشته اند. بیشترین نوع کانی سازی در منطقه از نوع کنتاکت متاسوماتیسم و هیدروترمالی و به شکل رگه ای و افشان است که کنترل کننده های ساختمانی از جمله گسلها نقش مهمی در کنترل کانی سازی داشته اند. با توجه به پتانسیل های معرفی شده در منطقه

می توان نتیجه گرفت عناصر کالکوفیل (As, Sb, \dots) در گامه پایانی تبلور و در رگه ها پدید آمده اند. در منطقه مورد مطالعه شکستگی ها و مناطق برشی شده اکثراً تغییرات گرمایی شدیدی پیدا کرده اند. سریسیتی شدن و کلریتی شدن سنگ های دربرگیرنده و همچنین تشکیل کلریت در مناطق نفوذ رگه ها بارزترین پدیده این تغییرات است. در منطقه پلی متال برزروود، طلا در سری آرسنیک-آنتیموان-طلا مشاهده می گردد و در پی جوئی و اکتشاف آن دگرسانی ها نقش عمده ای دارند. در ضمن از آنجایی که سنگ های این منطقه تحت تاثیر فرآیندهای هیدروترمال بعد از ماگمایی یا دگرسانی متاسوماتیک واقع شده اند، پتانسیل بالایی از نظر کانسار سازی در آنها ایجاد شده است. با توجه به آنالیزهای شیمیایی این منطقه دارای پتانسیل بالایی از فلزات گرانبها (آنتیموان به میزان 12700 ppm، نقره به میزان 2500 ppm، آرسنیک به میزان 896 ppm و طلا به میزان 150ppb، در توده سنگ) است. در پایان می توان نتیجه گرفت کانی سازی در منطقه از نوع هیدروترمالی است و به دو شکل رگه ای و افشان مشاهده می گردد، اما بیشترین نوع کانی سازی به شکل رگه ای است و کنترل کننده های ساختمانی از جمله گسلها نقش مهمی در کنترل کانی سازی داشته اند.

منابع

حاج حیدری، ع.، 1382، بررسی منطقه دگرسانی در ارتباط با کانی سازی طلا در جنوب کاشان با استفاده از سنجش از دور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود، 131 صفحه.

زاهدی، م.، 1370، شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش کاشان، مقیاس 1/25000 شماره ف 7، سازمان زمین شناسی کشور، تهران.

زفرقندی، م.، 1357، مطالعه زمین شناسی و پترولوژی سنگ های آذرین ناحیه شمال ایبانه، بین کاشان و نطنز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، 100 صفحه.

شیریان، ف.، 1385، پتروژنز گرانیتوئیدها و انکلاوهای کوه هیمند (شمال غرب نطنز)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.

صفایی، ه. و شریفی، م.، 1379، گزارش پایانی طرح پژوهشی صنعت و معدن تحت عنوان پی جوئی و اکتشاف طلا در استان اصفهان با استفاده از داده های رقومی ماهواره ای، دانشگاه اصفهان.

Cox, K.G., Bell, J.D., Pankhurst, R., 1979. The interpretation of igneous rocks: London, George Allen and Unwin, 450p.

Irvine, T.N., Baragar, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Canadian Journal Earth Sciences 8, 523-548.

Rencz, A.N., 1998. Remote sensing for the Earth sciences manual of Remote sensing: 3rd end., vol. 3, American Society for photogrammetry, New York, 707p.

Scanvic, J.Y., 1997. Aerspatiale remote sensing in geology, A.A. Balkem-Rotterdam / Brookfield, 217p.

Winchester, J.A., Floyd, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements: Chemical Geology 20, 325-343.

