

## شناسایی پهنه دگرسانی با استفاده از سنجش از دور با نگرشی ویژه بر اکتشاف کانسارهای پلی متالیک دره ایبانه (کاشان)

نسیم مرادی زاده\*، همایون صفایی و مرتضی شریفی

گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان

### چکیده

منطقه مورد مطالعه در 50 کیلومتری جنوب شهر کاشان در دره ایبانه واقع شده است. در این مطالعه بارزسازی پهنه دگرسانی به منظور شناسایی پتانسیلهای کانسارسازی مورد بررسی قرار گرفته 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. در این مطالعه از داده های ماهواره ای  $ETM^+$  و داده های IRS استفاده شده و به روش RGBI با یکدیگر تلفیق شده اند. از جمله تکنیک های مختلف پردازش داده های رقومی نظیر نسبت باندها، آنالیز مولفه های اصلی (PCA) می باشد. 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 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. نتایج حاصل از آنالیزها شیمیایی برخی از نمونه ها 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، سنجش از دور، دره ایبانه، کاشان.

### بحث

منطقه مورد مطالعه حدوداً در 100 کیلومتری شمال شهر اصفهان و 30 کیلومتری شمال غرب نطنز و در دره ایبانه واقع شده است. در محدوده دره ایبانه و مناطق مجاور مطالعات مختلفی در زمینه کانی سازی و

مطالعات پترولوژی انجام گردیده است (زفرندی، 1357، صفایی و همکاران، 1379 و حاج حیدری، 1382).

برای مطالعه پهنه دگرسانی روش های متعددی وجود دارد ولی یکی از بهترین این روش ها، استفاده از سنجش از دور است (Scanvic, 1997 & Rencz, 1998). مطالعات سنجش از دور در منطقه مورد مطالعه بر اساس داده های ETM<sup>+</sup> و داده های پانکروماتیک IRS صورت گرفته و مناطق دگرسانی هیدروترمال و گسلهای منطقه بدین روش به خوبی شناسایی شده اند. منطقه مورد مطالعه در کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر قرار دارد. این کمربند با طول تقریباً 1700 کیلومتر 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 ائوسن یا به صورت طبقات ریوداسیتی در لایه های لوتسین بالایی قرار گرفته و یا به صورت طبقات آندزیتی تشکیل تنابویی را با لایه های آهکی می دهند. 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).

استفاده از تکنیک سنجش از دور در زمینه های مختلف از جمله مطالعات زمین شناسی باعث کاهش زمان و هزینه مطالعات و همچنین بالا رفتن دقت نتایج می گردد. در این مطالعه نیز جهت شناسایی گسل های منطقه داده های رقومی ماهواره ای پردازش شده اند. بدین منظور بخشی از داده های ETM<sup>+</sup> ماهواره لندست هفت با شماره گذر 164 و ردیف 37 مورد بررسی قرار گرفته است. جهت استفاده از قدرت تفکیک طیفی داده های ETM<sup>+</sup> و قدرت تفکیک مکانی داده های IRS، این داده ها با یکدیگر تلفیق شده اند. برای این منظور از روش های مختلفی از جمله ادغام به روش RGBI استفاده شده است. جهت تفکیک بهتر مرز واحدهای سنگی- چینه ای در بخش های مختلف منطقه نیز غالباً از روش پردازش تصویر انفعالی (Interactive Image Processing) استفاده شده است (شکل 2). برای بازسازی بهتر خطواره های گسلی از پردازش های متفاوت استفاده شده است ولی عمدتاً جهت شناسایی بهتر آنها با توجه به عوامل موثر در شناسایی آنها (Nash, 1992)، از فیلترهای گذر بالا (High Pass Filters) و فیلترهای آشکارکننده لبه (Edge Filters) استفاده شده است. با شناسایی گسلهای اصلی و فرعی منطقه نقش آنها در ایجاد زون دگرسانی مشخص گردید.

همانگونه که مشاهده می گردد ناحیه دگرسان شده در تصویر با رنگ روشن مشخص بوده و دو گسل با راستای شمال غربی- جنوب شرقی در طرفین ناحیه دگرسان شده نقش اصلی در کنترل این ناحیه را دارند. در منطقه مورد مطالعه آلتراسیون سطحی به شدت اثر کرده و سطح منطقه در اثر اکسید شدن آهن به زردی گرائیده است.

تشخیص پهنه های 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 ولی غالب دگرسانی ها در تصاویر رقومی بهتر از بررسیهای صحرایی ظاهر می گردند. زیرا بسیاری از کانی های دگرسانی دارای منحنی های جذبی در طول موج های طیف بازتابش می باشند که خارج از محدوده طیف مرئی است. در حالی که داده های رقومی سنجنده ها فراتر از محدوده طیف مرئی بوده و به همین دلیل اطلاعات بیشتری را نسبت به تصاویر تهیه شده در محدوده نور مرئی در اختیار قرار می دهند. به عنوان مثال ممکن است تشخیص دگرسانی ریولیت در مطالعات صحرایی مقدور نباشد زیرا تنها در محدوده طیف مرئی بررسی می شود، ولی با استفاده از داده های رقومی ماهواره ای در باند های مادون قرمز انعکاسی شناسایی آن به راحتی امکان پذیر می باشد. منطقه بندی در هاله های دگرسانی، بوسیله جانشینی کانی های سازنده با رده های طیفی در ترکیبات و بلورهای کانی های دگرسان باعث ظهور انعکاس گرادیان های شیمیایی و حرارتی در سیستم های هیدروترمال می شود و می تواند اطلاعات مهمی در رابطه با نوع و موقعیت ماده معدنی و فرآیند شکل گیری کانسار ارائه دهد. 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 آلتزه شده حاوی کلریت، اپیدوت، پیریت و اکسیدهای آهن هستند. به همین منظور با توجه به نمودارهای انعکاسی طیفی واحدهای سنگی و کانی های منطقه دگرسان شده، جدول توزیع انعکاس طیفی شش باند TM که معادل باندهای سنجنده  $ETM^+$  می باشند برای مطالعه منطقه دگرسانی مورد بررسی قرار گرفت. استفاده از آنالیز مؤلفه های اصلی تصویر یکی دیگر از مواردی است که در افزایش وضوح تصاویر و نیز تعدیل سایه ها، کاربرد زیادی دارد (زیبری، 1375). روش آنالیز مؤلفه های اصلی به وسیله کروستا و مور (Crosta and Moore) در سال (1989) برای تشخیص نواحی دگرسانی هیدروترمال پیشنهاد شد. این روش برای تفکیک مناطق دگرسانی همراه با کانی زایی طلای اپی ترمال با موفقیت در نواحی خشک و نیمه خشک به کار برده شده است (اسدی، 2000). برای تعیین مؤلفه های اصلی منطقه مورد مطالعه از باندهای 1، 4، 5 و 7 استفاده شده است. زیرا اکسیدهای آهن در باندهای 2 و 3 دارای انعکاس بالایی هستند، لذا به منظور اجتناب آگاهانه از تاثیر اکسیدهای آهن، باندهای 2 و 3 حذف گردیدند. همچنین طیف هیدرواکسید در اطراف باند 7 دارای جذب بالا و در اطراف باند 5 دارای انعکاس قوی می باشد. بنابراین این بهترین مؤلفه اصلی برای تفکیک مناطق دگرسانی، مؤلفه ای است که در باندهای 5 و 7 دارای مجموعه ای از کمیت های بالا با علامت مخالف باشد، که به آن مقدار ویژه گویند. این مقدار به صورت واحدهای واریانس محاسبه می گردد. هر کدام از مقادیر ویژه دارای مختصاتی است که جهت محور اصلی را مشخص می کند. این مختصات را بردار ویژه ماتریس S و R می نامند. بنابراین مقادیر ویژه و بردار ویژه، طول و جهت محورهای اصلی را مشخص می کنند (نجفی دیسفانی، 1377). روش دیگر برای مشخص کردن باندهای سه گانه

ترکیب رنگی مجازی، استفاده از مؤلفه های اصلی تصویر است که برای مشخص کردن پدیده ای خاص بکار می رود. اولین مؤلفه اصلی تصویر (PC1) اطلاعات کلی و آخرین مؤلفه اصلی اطلاعات باقیمانده از تصویر را ارائه می کند. مؤلفه های ما بین ممکن است مقداری از اطلاعات باقیمانده را در خود داشته باشند (اسدی، 2000). در این منطقه به دلیل اینکه هدف بارزسازی ناحیه دگرسانی می باشد، می توان از مؤلفه های اصلی دوم، سوم و چهارم (PC2, PC3, PC4) از باندهای 1، 4، 5 و 7 به ترتیب در رنگهای سبز، آبی و قرمز استفاده کرد. با توجه به حضور کانی های کلریت، اپیدوت، سریسیت و کلسیت در سنگ های منطقه، نوع دگرسانی پروپیلیتی 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. 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. استفاده از داده های رقومی ماهواره ای و رنگ های مجازی حاصل از پردازش های مختلف داده های ماهواره ای روش دیگری است که در شناسائی نواحی دگرسان شده و پایه گذاری عملیات اکتشافی مفید است. 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. بررسی مطالعات صحرایی و میکروسکوپی 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 (مارتیتزاسیون). همچنین اکسیدهای آبدار آهن شامل لیمونیت و اولیژیست از آلتراسیون منیتیت ها حاصل شده است. نمودار جذبی باندهای مادون قرمز نزدیک (VNIR) کانی های حاوی آهن شامل هماتیت، گوتیت و ژاروسیت توسط سنجش از دور قابل شناسایی و تفکیک می باشند و لذا در شناسایی مناطق سوپرژن به کار می روند.

## نتیجه گیری

در دره ایبانه آلتراسیون سطحی به شدت اثر کرده و سطح منطقه در اثر اکسیده شدن آهن به زردی گرائیده است. 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 برگیرنده 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, ...) در گامه پایانی تبلور و در رگه ها پدید آمده اند. در منطقه مورد مطالعه شکستگی ها و مناطق برشی شده اکثراً تغییرات گرمابی 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.

## 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.
- خلعت بری جعفری، م. و علائی محمدآبادی، س.، نقشه زمین شناسی چهارگوش نطنز، مقیاس 1/100000 سری 6457، سازمان زمین شناسی کشور.
- زاهدی، م.، 1370، شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش کاشان، مقیاس 1/25000 شماره ف 7، سازمان زمین شناسی کشور، تهران.
- زیرری، م. و مجد، ع.، 1375، آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، 317 صفحه.
- 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.
- 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.
- نجفی دیسفانی، م.، 1377، پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها، 437 صفحه.
- Asadi, H.H., 2000. The Zarshuran gold deposit model applied in a mineral exploration GIS in Iran, Delft University of Technology, Phd Thesis, 140p.
- Nash, C.R., 1992: Factors affecting the acquisition of structural data from remotely- sensed images of eastern Australia, In Basement Tectonics 9, Rickared M.J., et al. (eds.), P. 109-121, Kluwer Academic Publishers, London.
- Rencz, A.N., 1998. Remote sensing for the Earth sciences manual of Remote sensing, 3<sup>rd</sup> end., vol. 3, American Society for photogrammetry, New York, 707p.
- Scanvic, J.Y., 1997. Aerospatale remote sensing in geology, A.A. Balkem-Rotterdam / Brookfield, 217p.
- Vincent, R.K., 1997. Fundamentals of geological and environmental remote sensing: Bowling Green State University, U. S., 370p.