



زمین شناسی، آلتراسیون و پتانسیل کانه زایی در منطقه کوه شاه، خراسان جنوبی

عبدی، مریم^{۱*}، کریم پور، محمد حسن^۲، نجفی، علی^۱

۱- گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- مرکز تحقیقات ذخایر معدنی شرق ایران، دانشگاه فردوسی مشهد

پست الکترونیک: abdi.geology@yahoo.com

چکیده

منطقه کوه شاه، از جمله مناطق امیدبخش برای کانی سازی مس- طلائی پورفیری یا اپی ترمال است. پی جویی اولیه در این منطقه به کمک پردازش تصاویر ماهواره ای آستر، با مشخص نمودن مناطق احتمالی آلتراه صورت گرفت، که نتایج رضایت بخشی را دربرداشت. توده های نیمه عمیق حدواسط تا اسیدی متعدد با ترکیب دیوریتی تا مونزوگرانیتی به شکل تلسکوپیی در یکدیگر و در واحدهای ولکانیکی نئوژن نفوذ کرده اند. آلتراسیون با برخی از توده های نفوذی مرتبط است. زون های آلتراسیون هیدروترمالی شامل: آرژیلیک، سیلیسی، کوارتز-سرسیت-پیریت، کوارتز-اکسید آهن-کربنات، پروپلیتیک و آلونیت است که اغلب بر روی یکدیگر overprint کرده و این امر به همراه هوازدگی شدید، سبب پیچیدگی تفکیک زون های آلتراسیونی شده است. کانی سازی به شکل رگه ای سیلیسی-اکسید آهن-سولفید با کنترل ساختاری گسل های امتداد لغز و نرمال، مشاهده می شود. شواهد موجود نشانگر حضور کانی سازی طلائی اپی ترمال سولفید بالا در این منطقه است.

کلمات کلیدی: طلائی اپی ترمال با سولفید بالا، آلونیت، بلوک لوت، شیخ آباد.

Geology, alteration and mineralization potential of Kuh-Shah Region, South Khorasan

Abdi, Maryam^{1*}, Karimpour, Mohammad Hassan² and Najafi, Ali¹

1- Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad

2- Research Center for Ore Deposit of Eastern Iran, Ferdowsi University of Mashhad

E-mail: abdi.geology@yahoo.com

Abstract

Kuh-Shah region is one of the promising areas for Cu-Au porphyry or High-Sulfide Epithermal mineralization. Preliminary prospecting in this area, using ASTER mineral mapping in the region with some alteration, had satisfactory results. Several subvolcanic intermediate to acidic intrusive rocks, diorite to monzonite in compositions, intruded telescopically in each other and Neogene volcanic rocks. The alteration is associated with some intrusive rocks. Hydrothermal alteration zones are: argillic, silicified, quartz-sericite-pyrite, quartz-Fe-oxide-carbonate, propylitic and alunite that usually overprinted each other and it accompanied by high weathering, made it very complicated to recognize the alteration zoning. Silica-Fe-oxide-sulfide vein type mineralization is associated within strike-slip and normal fault. The mineral assemblages of the alteration and types of alteration zoning all good evidence that study area is a high sulfidation epithermal gold system

Keyword: High sulfide epithermal gold, Alunite, Lut block, Sheykh-abad.

مقدمه

منطقه کوه‌شاه در جنوب‌باختر شهر بیرجند، در برکه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بیرجند (افتخارنژاد، ۱۳۶۹) و ۱:۱۰۰۰۰۰ مختاران (افتخارنژاد و همکاران، ۱۹۷۸) و در چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ شیخ‌آباد قرار می‌گیرد. راه‌های ارتباطی شامل جاده‌های آسفالت، شنی و خاکی می‌باشد که از جاده آسفالتی بیرجند-خوسف-ماژان به سمت جنوب منشعب می‌گردد. در این منطقه مطالعات پیشین کمی صورت گرفته است که عبارتند از: امامی، ۱۳۵۲، رسا و همکاران، ۱۳۸۳، ذبیحی و همکاران، ۱۳۸۸. بر اساس تقسیمات ساختمانی-رسوبی ایران (آقناباتی، ۱۳۸۳)، منطقه کوه‌شاه در خاور خرد قاره ایران مرکزی و در خاور مرکز بلوک لوت و در نزدیکی محل اتصال این بلوک با حوضه فلیش کرتاسه نهبندان-خاش (بربریان و کینگ، ۱۹۸۱) یا زون زمین‌درز سیستان (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳) واقع است. در این ناحیه کانه‌زایی‌های متعددی گزارش شده است، که از مهمترین آنها، می‌توان به کانسار مس-طلا پورفیری ماهرآباد و خوئیک اشاره نمود (کریم‌پور و همکاران، ۱۳۸۶). حضور کانی‌سازی پورفیری و ماگماتیسم کالک‌آلکان، اهمیت اکتشافی این منطقه را برای کانسارهای تیپ پورفیری، اپی‌ترمال و رگه‌ای، روشن می‌سازد. در این مقاله، ویژگی‌های زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی، آلتراسیون و ساختارهای منطقه با دیدگاه اکتشاف ذخایر معدنی، مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

روش مطالعه

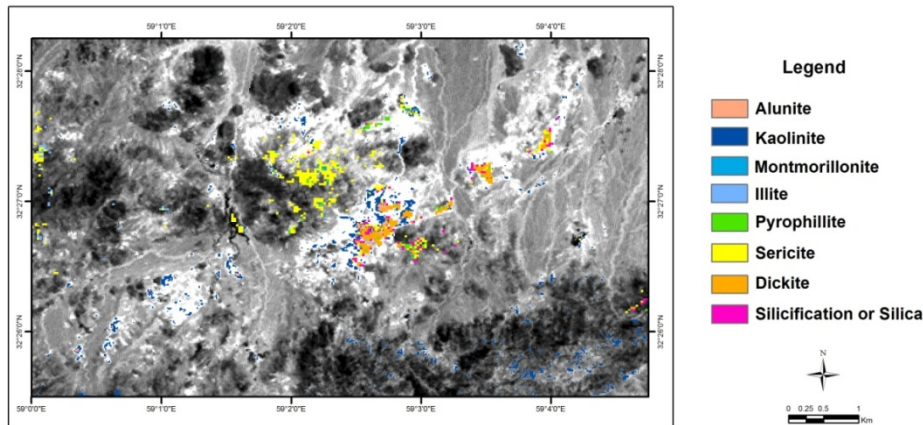
در این بررسی، مطالعات ذیل برای شناسایی دقیق منطقه صورت گرفته است: ۱- شناخت کلی از واحدهای منطقه به کمک داده‌های ماهواره‌های Quickburd و Spot. ۲- پردازش تصاویر ماهواره‌های Aster، به منظور تفکیک زون‌های دگرسانی، شدت و پراکندگی آنها به کمک نرم‌افزار ENVI (نسخه ۴.۲). ۳- مطالعات صحرایی و برداشت اطلاعات لازم برای تهیه نقشه از قبیل شناسایی واحدهای سنگی، کنتاکت واحدها، ساختمان‌های تکتونیکی و ... ۴- نمونه‌برداری از واحدهای سنگی، آلتراسیون و کانه‌زایی به منظور مطالعات پتروگرافی، آلتراسیون و مینرالوگرافی. ۵- تهیه مقاطع نازک و صیقلی. ۶- بازدید مجدد از منطقه و کنترل واحدهای زمین‌شناسی و آلتراسیون. ۷- تهیه نقشه زمین‌شناسی با دقت ۱:۱۰۰۰۰ از محدوده موردنظر به وسعت ۳۷/۵ کیلومتر مربع. ۸- بررسی و جمع‌بندی یافته‌های بدست آمده.

مطالعات دورسنجی

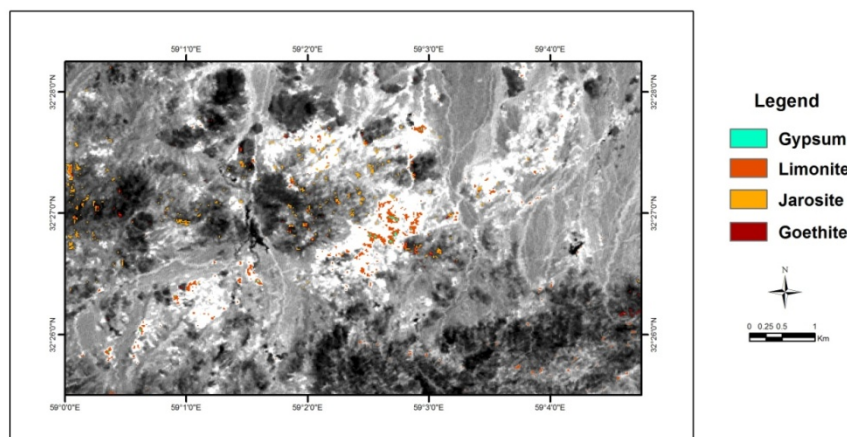
مطالعات دورسنجی و بکارگیری داده‌های ماهواره‌ای برای بارزسازی زون‌های آلتراسیونی، در دهه‌های اخیر مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. گستره استفاده از این روش در اکتشاف کانسارهای مختلفی از جمله پورفیری و اپی‌ترمال، نشانه‌ای از موثر واقع شدن آن، در این امر می‌باشد. منطقه کوه‌شاه جزو مناطق خشک و کویری است که به دلیل نداشتن پوشش گیاهی، برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای و مشخص نمودن مناطق احتمالی آلتره در کمترین زمان ممکن، مناسب است. بررسی‌های دورسنجی در این منطقه به کمک داده‌های ماهواره ASTER، انجام گرفت. برای پردازش این تصاویر از روش تفکیک SAM (Spectral Angel Mapper)، استفاده شده است. کانی‌های بارزسازی شده از نتایج این بررسی شامل: کانی‌های سیلیس، سرسیت، آلونیت، کائولینیت، مونتموریونیت، ایلیت، پیروفیلیت، دیکیت، لیمونیت، ژاروسیت، گوتیت، اپیدوت، کلریت و زونزیت و ژپس است. شدت و گستره پراکندگی این کانی‌ها، منجر به شناسایی و تفکیک آلتراسیون‌های مختلف شده است (شکل ۱ و ۲).

آلتراسیون آرژیلیک (کانی‌های کائولینیت، پیروفیلیت، دیکیت، ایلیت، مونتموریونیت)، که گستره زیادی را در بر می‌گیرد و در دو روند شمال‌خاوری-جنوب‌باختری که از مرکز تصویر می‌گذرد و روند خاوری-باختری در جنوب‌خاور منطقه، مشاهده می‌شود و بیشترین گسترش را در مرکز تصویر دارد. آلتراسیون آلونیت (کانی‌های آلونیت و کوارتز)، در مرکز تصویر مشاهده می‌شود و با وجود آنکه گسترش وسیعی ندارد، اما از اهمیت بسزایی برخوردار است. حضور این

آلتراسیون و مجاورت آن با آلتراسیون آرژیلیک بویژه حضور کانی‌های پیروفیلیت، دیکیت (آلتراسیون آرژیلیک پیشرفته) و ژیبس، مشابه با سیستم‌های کانی‌سازی نوع اپی‌ترمال با سولفید بالا است و حضور این تیپ نهشته‌ها را در این منطقه، محتمل می‌شمارد. آلتراسیون سرسیتیک (کانی سرسیت)، در شمال‌باختر مرکز تصویر گستره فراوانی دارد که همراه با کانی ژاروسیت است. گاه در مجاورت این آلتراسیون کانی‌های پیروفیلیت و بخش‌های سیلیسی مشاهده می‌شود که همراهی این مجموعه کانی‌ها با یکدیگر می‌تواند موید آلتراسیون کوارتز-سرسیت-پیریت (QSP)، باشد که نشانگر استعداد این منطقه برای پی‌جویی کانی‌سازی پورفیری است. گستره بارز شده متعلق به کانی‌های اکسید آهن (لیمونیت، ژاروسیت و گوئیت)، احتمال کانی‌سازی سولفیدی را در منطقه، نمایان می‌سازد. کانی‌های اپیدوت، کلریت و



زوئیت که مشخصه آلتراسیون پروپلیتیک هستند، در این پردازش، بارزسازی نشدند. علت این امر باید با داده‌های



صحرائی و مطالعات پتروگرافی-آلتراسیون، بررسی گردد.

شکل ۱- تصویر ماهواره ASTER، که کانی‌های آرژیلیک، آلونیت، سرسیت و سیلیس بر روی آن بارزسازی شده است.

شکل ۲- تصویر ماهواره ASTER، که کانی‌های اکسید آهن و ژیبس بر روی آن بارزسازی شده است.

زمین‌شناسی

بر اساس نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بیرجند (افتخارنژاد، ۱۳۶۹) و ۱:۱۰۰۰۰۰ مختاران (افتخارنژاد و همکاران، ۱۹۷۸)، این منطقه مجموعه‌ای از سنگ‌های ولکانیکی، آذرآوری و توف مارنی است. اما بررسی‌های صورت گرفته در این مطالعه روشن ساخت که منطقه کوه‌شاه شامل فعالیت‌های ماگمایی از نوع توده‌های نفوذی و نیمه‌عمق متعدد و سنگ‌های ولکانیکی حدواسط و همچنین واحدهای سنگی رسوبی-آواری است (شکل ۳).

قدیمی‌ترین واحدهای رخنمون یافته در این محدوده، واحدهای ولکانیکی هستند که سن ترشیاری (نئوژن) دارند. این واحدها شامل: ۱- پیروکسن-آمفیبول-کوارتز لاتیت پورفیری خاکستری-نقره‌ای رنگ که در این محدوده گسترش کمی دارد. این واحد با رخنمون صخره‌ساز و بلورهای درشت آمفیبول (۲-۵/۰ سانتی‌متر)، مشخص می‌گردد و بطور محلی به کلریت، اپیدوت، کلسیت و اکسید آهن آتره شده است. ۲- بیوتیت-پیروکسن-آمفیبول-کوارتز آندزیت پورفیری به رنگ خاکستری تیره که اغلب متحمل آلتراسیون‌های متعدد پروپلیتیک، آرژیلیکی با درجات کم تا بسیار زیاد شده است. ۳- پیروکسن-بیوتیت آندزیت-بازالت پورفیری آمفیبول‌دار به رنگ سیاه تا خاکستری تیره که در این محدوده از گسترش بالایی برخوردار است و بطور گسترده به کلریت-اپیدوت-کربنات-اکسید آهن آتره شده است. ۴- کنگلومرای کرم‌رنگ با قطعات گرد شده ولکانیکی و نفوذی در ابعاد میلیمتری تا ۸۰ سانتی‌متر (متوسط ۵-۱۵ سانتی‌متر) و سیمان کربناته، که رخنمون تپه ماهوری دارد. ۵- واحد شدیداً آتره که به علت شدت بالای آلتراسیون (آرژیلیک و پروپلیتیک، رسی سوپرژن)، سنگ اولیه قابل تشخیص نیست اما به احتمال زیاد، ولکانیک آندزیتی می‌باشد. بافت و کانی‌های اولیه سنگ در این واحد، کاملاً از بین رفته‌اند و سنگ حالت سست و نرم دارد. شدت آلتراسیون تا به آن اندازه بالاست که در نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بیرجند و ۱:۱۰۰۰۰۰ مختاران، به اشتباه توف مارنی، نام‌گذاری شده است.

در منطقه کوه‌شاه توده‌های نفوذی نیمه عمیق متعددی با نفوذهای تلسکوپی در یکدیگر و در واحدهای ولکانیکی مشاهده می‌شود که سن ترشیاری (پس از نئوژن) دارند (شکل ۳). این توده‌ها طیف سنگی بین دیوریت تا مونزوگرانیت دارند و بر اساس مشخصات صحرایی و میکروسکوپی، از قبیل نوع رخنمون سنگی (صخره‌ای یا کم ارتفاع)، نوع فرسایش، بافت، رنگ در سطح رخنمون و تازه، کانی‌شناسی (ترکیب سنگی، درصد و نوع فنوکرسیت‌ها و زمینه، نوع و میزان کانی‌های مافیک و ...)، وضعیت از نظر آلتراسیون (آتره یا تازه) و نفوذ در یکدیگر، به ۱۵ توده مختلف قابل تفکیک هستند. این توده‌ها، خود دارای تغییرات بافتی و ترکیبی از مرکز به حاشیه یا به‌طور محلی هستند.

این توده‌ها عبارتند: ۱- بیوتیت-پیروکسن مونزونیت-دیوریت پورفیری شتری رنگ با آلتراسیون شدید سیلیسی، سرسیتی و اکسید آهن-کربنات. ۲- بیوتیت-آمفیبول-پیروکسن-کوارتز مونزونیت-مونزوگرانیت پورفیری کرم رنگ که شدیداً آتره (سیلیس-کربنات-اکسید آهن، آرژیلیک) است. ۳- بیوتیت-پیروکسن مونزودیوریت پورفیری تا آمفیبول-پیروکسن-بیوتیت-کوارتز مونزونیت پورفیری خاکستری تیره، حاوی رگچه‌های کوارتز که به کلریتی شده است. ۴- پیروکسن-بیوتیت-آمفیبول-کوارتز مونزودیوریت پورفیری خاکستری با رخنمون کم ارتفاع و آلتراسیون اکسید آهن-کربنات به رنگ. ۵- پیروکسن-بیوتیت-کوارتز دیوریت پورفیری کرم-قهوه‌ای آتره (کربنات-اکسید آهن-آرژیلیک). ۶- آمفیبول-بیوتیت-پیروکسن-کوارتز دیوریت-کوارتز مونزودیوریت پورفیری خاکستری رنگ. ۷- بیوتیت-پیروکسن-کوارتز دیوریت پورفیری خاکستری روشن آتره که حاوی زون‌های برش گسلی-هیدروترمالی با سیمان قهوه‌ای سیلیسی-پیریت-اکسید آهن متعدد به پهنای چند میلیمتر تا چند ده سانتی‌متر است. ۸- آمفیبول-پیروکسن-کوارتز مونزونیت پورفیری به رنگ خاکستری روشن که گاه به اکسید آهن-کربنات آتره شده است و زون‌های برش گسلی-هیدروترمالی با سیمان قهوه‌ای سیلیسی-اکسید آهن دارد. ۹- پیروکسن-بیوتیت-کوارتز مونزونیت-مونزوگرانیت پورفیری با آلتراسیون کلریتی. ۱۰- بیوتیت-پیروکسن-کوارتز دیوریت-گرانودیوریت پورفیری آمفیبول‌دار خاکستری-آبی روشن که در محل‌های آتره به رنگ قهوه‌ای مشاهده می‌شود. ۱۱- بیوتیت-پیروکسن-کوارتز دیوریت پورفیری آمفیبول‌دار قهوه-ای-خاکستری، حاوی روندهای سیلیسی متعدد با دیواره آتره آرژیلیک و زون‌های برش گسلی با سیمان کربنات-سیلیس. ۱۲- آمفیبول-بیوتیت-پیروکسن مونزودیوریت پورفیری خاکستری-بنفش که کمی به اکسید آهن-کربنات آتره شده است. ۱۳- آمفیبول-بیوتیت-پیروکسن کوارتز مونزودیوریت پورفیری بنفش رنگ تازه که بیشتر به شکل آپوفیز و دایک نفوذهای کوچکی در جنوب‌باختر محدوده دارد. ۱۴- پیروکسن-بیوتیت-آمفیبول-کوارتز دیوریت پورفیری خاکستری-آبی تیره که نسبتاً تازه است و تنها اندکی کلریتی شده است. ۱۵- پیروکسن دیوریت پورفیری سیاه-سبز تیره با سطح هوازده قهوه‌ای و فنوکریست‌های درشت پیروکسن (تا ۱ سانتی‌متر)، که کاملاً تازه بوده و



نفوذهای پراکنده‌ای در جنوب مرکز محدوده مورد مطالعه دارد و اغلب در حاشیه زون‌های آلتزه و به شکل تاخیری، نفوذ کرده است. بررسی‌های ذبیحی و همکاران (۱۳۸۸)، نشان می‌دهد که سنگ‌های آذرین این منطقه مربوط به سری ساب‌آلکان و کالک‌آلکان می‌باشند. همچنین حضور کانی مگنتیت در این توده‌ها و داده‌های پذیرفتاری مغناطیسی (در حدود SI ۵-۱۰×۳۴۷۰)، نمایانگر ماهیت اکسیدان آنهاست و می‌توان آنها را جزو گرانیوتئیدهای تیپ I در نظر گرفت. واحدهای کواترنری شامل واحد رسوبات رودخانه‌ای غیرعادی، تراس‌های جوان و رسوبات رودخانه‌ای عهد حاضر است. واحد رسوبات رودخانه‌ای غیرعادی، در واقع رسوبات آبراهه‌ای هستند که توسط گسل‌های نرمال جابه‌جا شده و گاه تا چند ده متر بالا آورده شده‌اند و سطح روی تپه‌ها را می‌پوشانند.

کنترل‌های ساختاری

مطالعات ساختاری، در این منطقه به علت آلتراسیون مخرب بافتی که گستره زیادی را در این محدوده در بر دارد، بسیار مشکل است. اما بطور کلی سه روند اصلی در این منطقه مشاهده می‌شود که شامل: ۱- گسل‌های اولیه یا گسل-های در مقیاس ناحیه‌ای با روند N50E ۲- گسل‌های امتدادلغز راست‌بر با روند N50W که همراه با گسل‌های R و R' (گسل‌های شیب‌لغز معکوس و امتدادلغز چپ‌بر با روند S50W)، پهنه‌های برشی را بوجود آورده است. ۳- گسل‌های نرمال تقریباً شمالی-جنوبی (روند N7W)، که این گسل‌ها بسیار جوان بوده و سبب جابجایی‌های به شکل پایین افتادگی و بالا آمدگی در واحدهای زمین‌شناسی و حتی آبرفت‌ها شده است. ساختمان‌های اصلی که در این منطقه مشاهده می‌شود شامل ساختمان‌های پلکانی متناوب در اثر عملکرد گسل‌های نرمال و امتدادلغز، ساختارهای گنبدی شکل و مناطقی با شکستگی‌های حلقوی و شعاعی که مرتبط با نفوذ توده‌ها هستند.

آلتراسیون

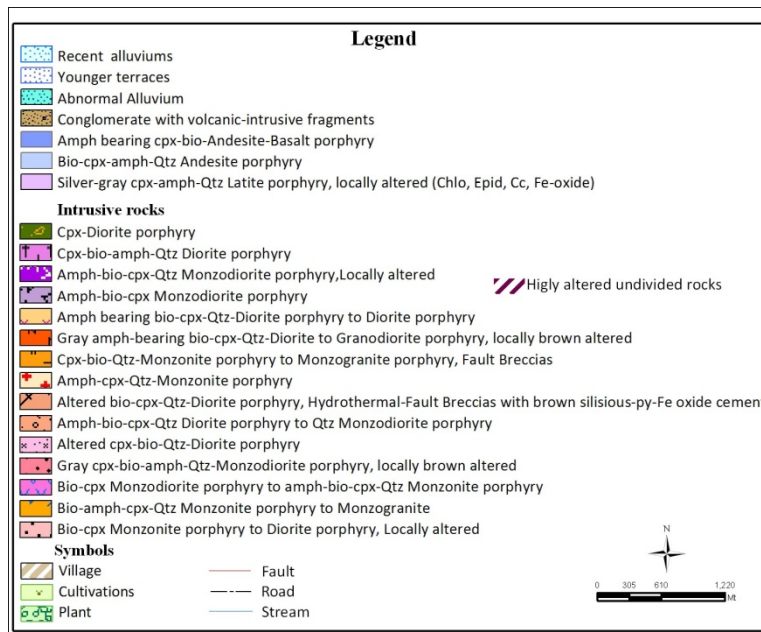
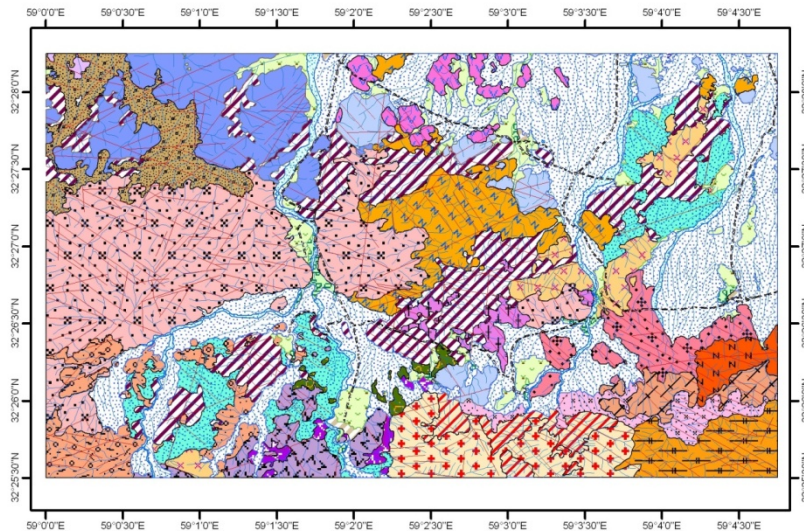
مطالعات رسا و همکاران (۱۳۸۳)، در محدوده کوه‌شاه، آلتراسیون کائولینیت و آلونیت را در سنگ‌های ولکانیکی، مشخص نموده است. مطالعات صحرایی و مقاطع نازک در این بررسی مشخص ساخت که واحدهای ولکانیکی و برخی توده‌های ساب ولکانیک موجود در این محدوده، تحت تاثیر فرآیند آلتراسیون هیدروترمالی (دوره ترشیری) قرار گرفته و آلتزه شده‌اند. از جمله دگرسانی‌های منطقه می‌توان به دگرسانی‌های گسترده آرژیلیک، سیلیسی، کوارتز-اکسید آهن-کربنات، پروپلیتیک، کوارتز-سرسیت-پیریت، و بطور محدود گوسان، کپ سیلیسی، کائولینیت، آلونیت و آرژیلیک پیشرفته، اشاره نمود. آلتراسیون در این محدوده در ارتباط با توده نفوذی نیمه عمق متعدد با نفوذهای تلسکوپی می‌باشد که مسبب تنوع و تداخل (overprint) زون‌های دگرسانی بر روی یکدیگر هستند. همچنین هوازگی شدید، زون‌های دگرسانی اولیه را متأثر ساخته و موجب تشدید یا تبدیل دگرسانی به آرژیلیک سوپرز، شده است. تداخل (overprint) آلتراسیون آرژیلیک اولیه و آلتراسیون فراگیر رگه‌های کوارتز-اکسید آهن-کربنات و همچنین هوازگی شدید بر روی آلتراسیون پروپلیتیک، سبب گردیده تا زون‌بندی مشخص پروپلیتیک به راحتی قابل تفکیک نباشد.

کانه‌زایی

در گزارش مطالعات ژئوشیمیایی ۱:۲۰۰۰۰ این منطقه (سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۸۲)، به حضور رگه‌های سولفیدی با آغشتگی مالاکیت، سیلیسی و هماتیتی-لیمونیتی اشاره شده است که از روندهای خطی پیروی می‌کرده‌اند. در این منطقه کانی‌سازی به شکل دانه‌پراکنده در واحد شدید آلتزه و رگه‌های سیلیسی-اکسید آهن-سولفید (+ مالاکیت) مشاهده می‌شود. به دلیل هوازگی شدید، عمده کانی‌سازی سولفیدی به گوتیت، هماتیت و ژاروسیت اکسیده شده است و تنها در زون‌های برش هیدروترمالی، آثاری از سولفیدهای اولیه، یافت می‌شود. اما حضور بالای اکسید آهن در واحدهای آلتزه، نشانه بالا بودن میزان سولفید در این سنگ‌هاست.

ژئوشیمی

نتایج بررسی های ژئوشیمیایی به عمل آمده از منطقه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین شناسی، ۱۳۷۹)، بیشترین مقادیر آنالیز برای عنصر طلا در نمونه های آبراهه های در دو نمونه به ترتیب ۳/۹ ppm، ۶/۹ ppm نشان داده است و در نمونه های کانی سنگین در مورد طلا و شلتیت صفر و در مورد پیریت در یک نمونه ۰/۰۱ گرم در تن و در مورد سینابر در ۳ نمونه ۰/۰۱ گرم در تن نشان داده است. در مطالعات ژئوشیمیایی این محدوده در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ (سازمان



زمین شناسی، ۱۳۸۲)، بررسی نمونه های سنگی کانه دار مربوط به این واحدهای سنگی آلتزه آندزیتی در بخش های هماتیتی- لیمونیتی و همراه با شیره سیلیسی (کوه شاه) نشان داده است که بیشترین مقادیر آنالیز برای عنصر طلا بین ۱۱۰ تا ۲۵۰ میلیگرم در تن است. این عدد برای عنصر مس ۱/۲ درصد می باشد.

شکل ۳- نقشه زمین شناسی منطقه کوه شاه با دقت ۱:۱۰۰۰۰.

جمع بندی

موقعیت و جایگاه تکتونوماگمایی و کانی‌سازی‌های مختلف در بلوک لوت، بویژه در حاشیه‌های این بلوک و در ارتباط با تکتونیک زون فرورانش، اهمیت توجه به اکتشاف برای کانسارهای تیپ مس-طلا پورفیری و طلای اپی‌ترمال را روشن می‌سازد. قرارگیری منطقه کوه‌شاه در مجاورت حاشیه بلوک لوت و در جنوب مجموعه افیولیتی جنوب بیرجند، همچنین گستره سنگ‌های ولکانیکی و نفوذی‌های نیمه‌عمیق متعدد با نفوذهای تلسکوپی، ساختارهای رسوبی امتدادلغز و نرمال، حضور کانسارهای پورفیری (ماهرآباد و خویبک) در مجاورت این منطقه، زون‌های آلتراسیون آرژیلیک، سیلیسی، کوارتز-اکسید آهن-کربنات، کوارتز-سرسیت-پیریت، پروپلیتیک، کائولینیت، آلونیت و گوسان، آثار کانی‌سازی رگ‌های سیلیسی-اکسید آهن-سولفید با کنترل ساختاری و آنومالی طلا در داده‌های ژئوشیمی آبراهه‌ای می‌تواند مستندات در ارتباط با کانی‌سازی طلای اپی‌ترمال سولفید بالا در این منطقه باشند.

نهشته‌های اپی‌ترمال می‌توانند در نواحی وسیعی تشکیل شوند که توده معدنی از نظر شکل، اندازه، عیار و جایگاه، به آسانی در زیر پوشش سطحی از آلتراسیون رسی یا مجموعه‌های ولکانیکی غیر آلتره (سیلیتو و بونهام، ۱۹۸۴)، پنهان می‌شوند (سیمونز و همکاران، ۲۰۰۵). برای اکتشاف موثر در این تیپ کانی‌سازی، تلفیق کلیه داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی را از مقیاس ناحیه‌ای تا معدنی، مورد نیاز است (آدامز، ۱۹۸۵). این امر، ضرورت و اهمیت مطالعات دقیق و هدفمند و ارائه یک مدل اکتشافی در این منطقه را روشن می‌سازد.

تشکر و قدردانی

از حمایت و حسن توجه مدیریت محترم زمین‌شناسی منطقه‌ای سازمان زمین‌شناسی ایران، صمیمانه قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. آقائباتی، ع. ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
۲. افتخارنژاد، ج.، ۱۳۶۹، نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بیرجند، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۳. امامی، محمدهاشم، ۱۳۵۲، بررسی‌های زمین‌شناسی و پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی منطقه کوه‌شاه (جنوب بیرجند)، پایان‌نامه (کارشناسی ارشد)، دانشگاه تهران، ص. ۱۸۶.
۴. ذبیحی، رقیه، ابراهیمی، خسرو، زرین‌کوب، محمدحسین، ۱۳۸۸، بررسی سنگ‌شناسی، ژئوشیمی و مغناطیس‌سنجی سنگ‌های منطقه شیخ‌آباد واقع در جنوب باختر بیرجند، هفدهمین همایش انجمن بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران.
۵. رسا، ایرج، وثوقی‌عابدینی، منصور، محمدی، سیدسعید و نخعی، ملیحه، ۱۳۸۳، آلتراسیون آلونیتی به عنوان کلیدی جهت اکتشاف طلای اپی‌ترمال در زون دگرسانی شیخ‌آباد (کوه‌شاه-جنوب‌باختر بیرجند)، دوازدهمین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، ۱۵ - ۱۴ بهمن ۱۳۸۳، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۶. سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۷۹)، گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در محدوده برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ مختاران.
۷. سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۸۲)، گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی نیمه‌تفصیلی محدوده آنومالی ۱:۲۰۰۰۰ شیخ‌آباد.



۸. کریم پور، م. ح.، ملک زاده شفارودی، ا.، مظاهری، س. ا. و حیدریان، م. ر.، ۱۳۸۶، ماگماتیزم و انواع کانی سازی مس، طلا، قلع و تنگستن در بلوک لوت، مجموعه مقالات پانزدهمین همایش انجمن بلورشناسی و کانی شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، ص. ۵۹۸-۶۰۴.

9. Adams, S. S., 1985, Using Geological Information to Develop Exploration Strategies For Epithermal Deposits, *Reviews in Economic Geology*, v. 2, p. 273-298.
10. Berberian, M. and King, G.C.P., 1981, Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth sciences*. v.18, p.210-265.
11. Eftekhari-Nezhad, J, Stocklin, J, Movahed-e-Avval, H., Emami, M. H., 1978, Mokhtaran Geological Map, scale: 1:100000, Sheet 7854, Geological Survey of Iran.
12. Sillitoe, R. H. and Bonham, H. F., 1984, Volcanic Landforms and Ore Deposit, *Economic Geology*, Vol. 79, p. 1286-1298.
13. Simmons, S. F., White, N. C., and John, D., 2005, Geological Characteristics of Epithermal Precious and Base Metal Deposits, *Society of Economic Geologists, Inc., Economic Geology 100th Anniversary Volume*, p. 485-522.