

شناسایی مرکز و بخش مهم کانی‌سازی مس - طلا پورفیری براساس برداشتهای IP/RS و مغناطیس‌سنجی زمینی در منطقه اکتشافی ماهرآباد، جنوب غربی بیرجند

آزاده ملک‌زاده شفارودی*، محمدرضا حیدریان شهری و محمدحسن کریم‌پور

گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

*E-mail: aza_malek@yahoo.com

چکیده

برداشتهای IP/RS و مغناطیس‌سنجی زمینی در بخشی از کانی‌سازی مس - طلا پورفیری منطقه اکتشافی ماهرآباد (ناحیه MA-I) و دشت اطراف آن انجام شد. حفاری بر روی ناهنجاری شبه‌مقطع IP منجر به شناسایی کانی‌سازی سولفیدی در منطقه بسیار وسیعی زیر آبرفت گردید. مطالعات تفصیلی زمین‌شناسی، آلتراسیون، کانی‌سازی و ژئوشیمی سطحی و زیرسطحی گسترش کانی‌سازی پوشیده را تایید می‌کند. براساس ناهنجاری مغناطیس‌سنجی زمینی، مرکز کانی‌سازی (زون پتاسیک) در جنوب غربی محدوده شناسایی شد. زون‌های آلتراسیون آرژلیک سوپرژن و کوارتز- سرسیت- کربنات- پیریت که در اطراف زون پتاسیک واقع شده‌اند، دارای پاسخ مغناطیسی بسیار پایین هستند. برداشتهای IP/RS و مغناطیس‌سنجی زمینی در وسعت بیشتری نسبت به قبل قویاً توصیه می‌شود.

Abstract

IP/RS and ground magnetic survey were carried out in portion (MA-I) of Maherabad porphyry Cu-Au mineralization prospect area and its surrounding plain. Drilling over the IP pseudo section resulted to recognition of sulfide mineralization in very broad area under regulit. Detailed surface and underground geological, alteration, mineralization and geochemical investigations confirm the widespread mineralization under cover. Based on ground magnetic anomaly, the center of mineralization (potassic zone) was recognized to the southwest of the area. Supergene argillic and quartz-sericite- carbonate- pyrite alteration zones, which are surrounding the potassic, have very low magnetic responses. IP/RS and ground magnetic survey over wider area than the previously survey are strongly suggested.

مقدمه

منطقه اکتشافی مس - طلا پورفیری ماهرآباد در فاصله حدود ۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان بیرجند قرار دارد. توده‌های نفوذی نیمه عمیق عمدتاً مونزونیت تا دیوریت با سن ائوسن میانی که در سنگهای آتشفشانی نفوذ نموده‌اند، در منطقه رخنمون دارند. بخش اعظم توده‌ها که در سطح رخنمون دارند در کانی‌سازی نقش داشته‌اند (ملک‌زاده، ۱۳۸۸).

براساس پذیرفتاری مغناطیسی ($SI > 300 \times 10^{-5}$)، داده‌های منطقه‌ای مغناطیس‌سنجی سازمان زمین‌شناسی و حضور کانیه‌های مگنتیت، بیوتیت و هورنبلند، توده‌های نفوذی منطقه متعلق به سری مگنتیت (اکسیدان) و از نوع I هستند (ملک‌زاده، ۱۳۸۸).

آلتراسیون‌های مهم منطقه شامل ۱- پتاسیک، ۲- سرسیتیک - پتاسیک، ۳- کوارتز- سرسیت- کربنات- پیریت، ۴- کوارتز- کربنات- پیریت، ۵- سیلیسی- پروپلیتیک و ۶- پروپلیتیک است. بخش اصلی کانی‌سازی سولفیدی مس و طلا در رگچه‌های استوک‌ورک آلتراسیون‌های پتاسیک و کوارتز- سرسیت- کربنات- پیریت حضور دارد. آلتراسیون

کوارتز- سرسیت- کربنات- پیریت بیشترین گسترش را در سطح و گمانه‌ها داشته و زون پتاسیک از عمق ۴۷ متری به بعد در گمانه BH-01 دیده می‌شود (ملک‌زاده، ۱۳۸۸).

مجموعه مینرالی هیپوژن شامل پیریت، کالکوپیریت، بورنیت و مگنتیت است. مگنتیت در رگچه‌های زون پتاسیک و سیلیسی- پروپلیتیک حضور دارد.

نمونه‌های آلتراسیون‌های کوارتز- سرسیت- کربنات- پیریت و کوارتز- کربنات- پیریت در منطقه ماهرآباد از پذیرفتاری مغناطیسی پایینی برخوردارند (کمتر از $SI \cdot 10^{-5} * 200$)، در حالیکه آلتراسیون‌های پتاسیک، سیلیسی- پروپلیتیک و پروپلیتیک دارای پذیرفتاری مغناطیسی بالایی (بیش از $SI \cdot 10^{-5} * 100$ تا $SI \cdot 10^{-5} * 3000$)، می‌باشند (ملک‌زاده، ۱۳۸۸).

بررسی‌های ژئوفیزیکی IP/RS و مغناطیس‌سنجی زمینی در اکتشاف کانی‌سازیهایی مس پورفیری کاربرد زیادی دارد (رنجبر و همکاران، ۲۰۰۱؛ رنجبر و هنرمند، ۲۰۰۴؛ فورد و همکاران، ۲۰۰۴؛ توماسو و روبینستین، ۲۰۰۷). سه محدوده مهم کانی‌سازی در منطقه وجود دارد که به ترتیب اهمیت MA-I تا MA-III نامیده شده و در بین آنها کانی‌سازی پوشیده در دشت قرار گرفته است. برداشتهای RS/IP و مغناطیس‌سنجی زمینی در منطقه‌ای به وسعت تقریبی یک کیلومتر مربع در منطقه MA-I و دشت اطراف آن انجام شده است (پارس کانه کیش، ۱۳۸۶). ۱۱ پروفیل و در مجموع ۲۰۴۵ نقطه در کل پروفیل‌ها با آرایش پل- داپیل برداشت شده است. برداشتهای مغناطیس‌سنجی در محدوده‌ای به وسعت یک کیلومتر مربع با فاصله خطوط ۵۰ متر و فاصله ایستگاهی ۲۰ متر انجام شده است. جمعاً ۱۰۴۰ ایستگاه برداشت شده و تصحیحات لازم تغییرات روزانه اعمال شده است. به کمک نرم‌افزار Geosoft، نقشه‌های مختلف تهیه شدند (پارس کانه کیش، ۱۳۸۶). این مطالعه با استفاده از اندازه‌گیریهایی پذیرفتاری مغناطیسی و مطالعات تفصیلی زمین‌شناسی، آلتراسیون، کانی‌سازی و ژئوشیمی سطحی و زیرسطحی به تفسیر ناهنجاریهائی ژئوفیزیکی می‌پردازد.

بحث و نتیجه‌گیری

شبه مقاطع RS/IP نشان می‌دهد که زون ناهنجاری شارژابیلیته نسبتاً وسیعی در بخش مرکزی و غربی محدوده مورد مطالعه وجود دارد. گسترش این زون ناهنجاری در بخش غربی محدوده، زیر آبرفت در امتداد کلیه پروفیل‌ها ادامه دارد (شکل ۱). در بخش شمال محدوده زون ناهنجاری شارژابیلیته به تدریج عمیق شده و بوسیله رسوبات آبرفتی پوشیده می‌شود. شارژابیلیته از ۵۰ میلی‌ولت بر ولت در بخش مرکزی محدوده به ۳۰ میلی‌ولت بر ولت در بخش شمالی کاهش یافته که نشان‌دهنده محدود شدن زون ناهنجاری در بخش شمالی است. نتایج بررسی انجام شده بر روی آخرین پروفیل نشان می‌دهد که زون ناهنجاری همچنان به سمت جنوب نیز گسترش دارد. ضمن اینکه شدت تغییرات شارژابیلیته آن در مرکز زون ناهنجاری همچنان بیش از ۵۰ میلی‌ولت بر ولت می‌باشد که مبین ادامه وجود مواد هادی و سولفیدی به سمت جنوب است (پارس کانه کیش، ۱۳۸۶).

تغییرات مقاومت ویژه، نشان‌دهنده انطباق نسبی زون هادی الکتریکی (ناهنجاری شارژابیلیته) با افت مقاومت از ۱۵۰ به ۵۰ تا ۷۵ اهم متر می‌باشد (شکل ۱). کاهش مقاومت ویژه در بخشهای سطحی شبه‌مقاطع نیز متأثر از زون اکسیده و آلتراسیون‌های سطحی می‌باشد. تغییرات مقاومت ویژه بیش از ۱۰۰ اهم متر در محدوده رخنمونهای سنگی مرتبط با مقاومت ویژه توده‌ها و در محدوده دشت مربوط به مقاومت ویژه رسوبات آبرفتی می‌باشد (پارس کانه کیش، ۱۳۸۶).

گسترش کانی‌سازی به سمت جنوب و غرب محدوده MA-I و محدود شدن آن در بخشهای شمالی و شرقی ناحیه با توجه به مطالعات تفصیلی زمین‌شناسی، آلتراسیون، کانی‌سازی و ژئوشیمی هماهنگ با اطلاعات IP بوده و

آن را تایید می‌کند. براساس مطالعه گمانه‌ها محدوده‌های MA-I تا MA-III در زیر آبرفت با یکدیگر مرتبطاند و به تبع آن کانی‌سازی نیز در زیر دشت بین این سه محدوده وجود دارد. با حرکت به سمت شمال از محدوده MA-I تنها تپه‌های بسیار پست و محدودی با آلتراسیون ضعیف کوارتز- سرسیت- کربنات- پیریت و کانی‌سازی سولفیدی کمتر از ۰/۱ درصد به صورت افشان مشاهده می‌شود که با کمی فاصله گرفتن از آنها به توده‌های نفوذی بعد از کانی‌سازی منطقه برخورد می‌کنیم. لذا ناهنجاری IP بسیار ضعیفی در این مناطق دیده می‌شود. به سمت شرق نیز از شدت آلتراسیون‌ها بسیار کم شده به طوری که در شرق محدوده MA-I توده پیروکسن بیوتیت هورنبلند مونزودیوریت پورفیری با آلتراسیون پروپلیتیک ضعیف با کانی‌سازی محدود افشان دیده می‌شود. حتی نتایج ژئوشیمیایی نیز کاهش عیار مس و طلا را در بخش شرقی نشان داده است. شبه‌مقاطع IP نیز ناهنجاری پایینی در این بخش نشان داده است. حفاریهایی که در محدوده MA-I بر اساس نتایج شبه‌مقاطع RS/IP انجام شده، به کانیهای سولفیدی در عمق حدود ۲۵ متری در زیر آبرفت برخورد می‌کند.

در نقشه تفسیری مغناطیس‌سنجی زمینی شرکت علوم زمین امید که شامل نقشه‌های شدت کل میدان مغناطیسی، برگردان به قطب، مشتق اول قائم و ادامه فراسو ۳۰، ۷۰ و ۱۰۰ متری است، دو زون A در جنوب غرب نقشه و B در شمال غربی به عنوان ناهنجاریهای مهم معرفی شده است (شکل ۲ الف). محدوده A دارای طولی در حدود ۷۵۰ تا ۸۰۰ متر می‌باشد که حداکثر شدت میدان در آن حدود ۴۷۹۰۰ نانوتسلا نسبت به ۴۶۵۰۰ نانوتسلا می‌باشد. این محدوده با توجه به نقشه‌های مشتق اول و ادامه فراسو تا عمق بیشتر از ۱۰۰ متر امتداد دارد. همچنین نقشه برگردان به قطب و ادامه فراسوی ۳۰ متری نشان می‌دهد که توزیع کانیهای مغناطیسی در همه بخشهای آن یکسان نیست. (پارس کانه کیش، ۱۳۸۶).

نقشه مغناطیس‌سنجی، گسترش کانی‌سازی به سمت جنوب و غرب و محدود شدن آن در طرفهای شمال و شرق را که توسط برداشتهای RS/IP نیز مشخص شده بود، تایید می‌کند. شدت مغناطیسی بالا در ناهنجاری A به دلیل عدم حضور توده‌های نفوذی سری مگنتیت و وجود آلتراسیون شدید کوارتز- سرسیت- کربنات- پیریت با پذیرفتاری مغناطیسی پایین در مطالعات زیرسطحی، فقط می‌تواند مرتبط با آلتراسیون پتاسیک با پذیرفتاری مغناطیسی بالا باشد.

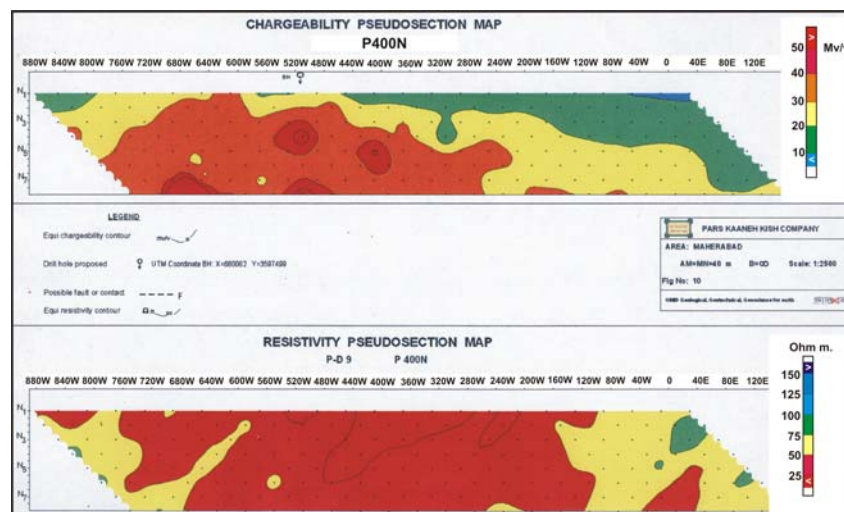
این آلتراسیون فقط در گمانه BH-01 دیده شده و در گمانه‌های BH-02، BH-03 و BH-04 مشاهده نشده است. براساس ناهنجاری مغناطیسی ایجاد شده که منبع آن زون پتاسیک است، گسترش این زون را می‌توان به اندازه ناهنجاری A فرض کرد (شکل ۲ ب).

کاهش شدت میدان مغناطیسی در نیمه شرقی ناحیه که منطبق بر کانی‌سازی محدوده MA-I است، به علت آلتراسیون کوارتز- سرسیت- کربنات- پیریت با پذیرفتاری مغناطیسی کم و تراکم رگچه‌های کوارتز- سولفیدی است که باعث تخریب و فرسایش کانی مگنتیت شده است. ناهنجاری گوشه جنوب شرقی ناحیه مورد مطالعه منطبق بر توده پیروکسن بیوتیت هورنبلند مونزودیوریت پورفیری با آلتراسیون پروپلیتیک ضعیف و پذیرفتاری مغناطیسی بالاست.

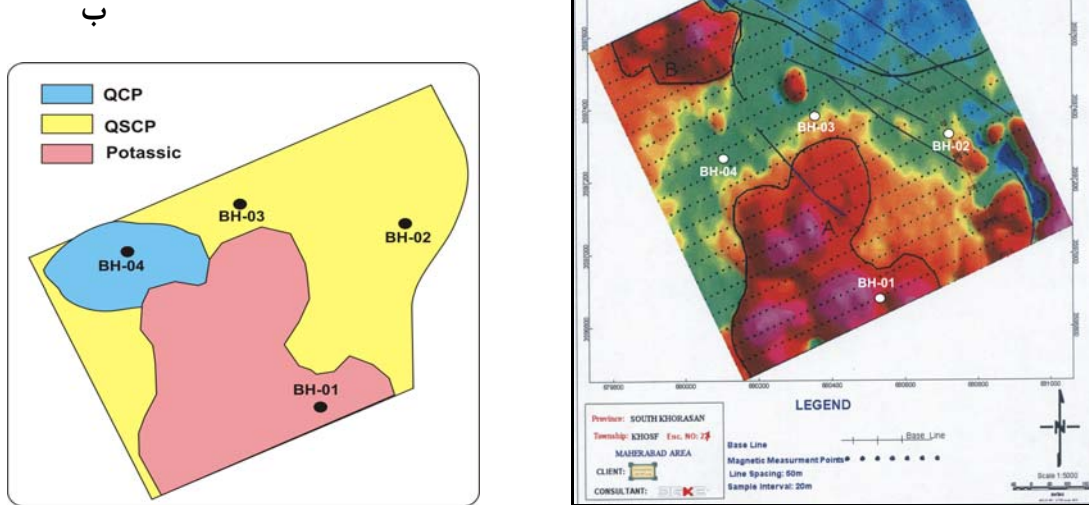
در مجموع ناهنجاریهای بدست آمده از برداشتهای ژئوالکتریکی و مغناطیس‌سنجی نیز انطباق خوبی با یکدیگر و با کانی‌سازی دارند. هر دو روش ناهنجاریهای مثبتی به سمت جنوب و غرب نشان داده که هماهنگ با گسترش کانی‌سازی است. این دو روش می‌تواند برای اکتشاف بخشهای پنهان کانی‌سازی سولفیدی و زون پتاسیک در دشت بین محدوده‌های MA-I تا MA-III به وسعت حدود ۱/۵ کیلومترمربع بسیار موثر باشد.

منابع

- پارس کانه کیش؛ ۱۳۸۶، گزارش پیشرفت کار شماره (۳)، برداشت داده‌های ژئوفیزیکی با استفاده از روشهای RS، IP و مغناطیس‌سنجی (M) و پیشنهاد نقاط حفاری در محدوده ماهرآباد، ۷۹ صفحه.
- ملک‌زاده شفاوردی، آزاده؛ ۱۳۸۸، زمین‌شناسی، کانی‌سازی، آلتراسیون، ژئوشیمی، تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی، میکروترمومتری، مطالعات ایزوتوپی و تعیین منشأ کانی‌سازی مناطق اکتشافی ماهرآباد و خوپیک، استان خراسان جنوبی، رساله دکتری (Ph.D) زمین‌شناسی اقتصادی دانشگاه فردوسی مشهد، ۶۰۰ صفحه.
- Ford, K., Keating, P., and Thomas, M.D., 2004, Overview of geophysical signatures associated with Canadian ore deposits, *Geophysics*, 1-21.
- Ranjbar, H., Hassanzadeh, H., Torabi, M., and Ilaghi, O., 2001, Integration and analysis of airborne geophysical data of the Darrehzar area, Kerman Province, Iran, using principal component analysis. *Journal of applied geophysics* 48: 33-41, PII: S0926-9851 01 00059-3.
- Ranjbar, H., and Honarmand, M., 2004, Integration and analysis of airborne geophysical and ETM+ data for exploration of porphyry type deposits in the central Iranian volcanic belt using fuzzy classification, *International Journal of Remote Sensing* 25 (21): 4729-4741, DOI: 10.1080/01431160410001709011.
- Tommaso, I.D., and Rubinstein, N., 2007, Hydrothermal alteration mapping using ASTER data in the Infiernillo porphyry deposit, Argentina, *Ore Geology Reviews* 32: 275- 290, DOI: 10.1016/j.oregeorev.2006.05.004.



شکل ۱- نمایش شبه‌مقطع شارژابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل P400N به صورت انتخابی (پارس کانه کیش، ۱۳۸۶)



شکل ۲- الف- نقشه تفسیری مغناطیس‌سنجی محدوده مورد مطالعه در ناحیه MA-I و اطراف آن (پارس کانه کیش، ۱۳۸۶). موقعیت گمانه‌ها بر روی آنها مشخص است. ب- نقشه تفسیری آلتراسیون در عمق حدود ۵۰ متری براساس اطلاعات گمانه‌ها و تلفیق آن با مغناطیس‌سنجی زمینی