

بررسی های ژئوشیمیایی در محدوده اکتشافی کهنک

مریم فرمینی فراهانی^{۱*}، احمد خاکزاد^۲، هوشنگ اسدی هارونی^۳، محمد هاشم امامی^۴ و ایرج رساء^۵

^۱دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران

^۲دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

^۳دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده فنی مهندسی، اصفهان، ایران

^۴سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، پژوهشکده علوم زمین، تهران، ایران

^۵دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۰۶/۱۶

چکیده

محدوده اکتشافی کهنک در ۷۳ کیلومتری شمال خاوری اصفهان و ۱۰ کیلومتری خاور شهرستان زفره قرار دارد. این اندیس معدنی بر روی کمر بند آتشفشانی - نفوذی ارومیه - دختر واقع شده و اولین بار بر اساس پردازش داده های ماهواره ای TM مورد شناسایی قرار گرفته است. بر اساس مطالعات اولیه، همچون بررسی های صحرایی، ژئوفیزیکی و دورسنجی و همچنین مطالعات سنگ شناسی و کانه نگاری، این منطقه از لحاظ وجود ذخیره مس و مولیبدن پورفیری مستعد شناخته شده است. محدوده کهنک یک منطقه دگرسان و برشی شده است. به طوری که می توان گفت بیش از ۹۰٪ سنگ های این محدوده تحت تأثیر سیالات گرمابی به مقدار کم تا زیاد دگرسان شده اند. به نظر می رسد کانی سازی در منطقه تا حد زیادی توسط ساختارهای زمین ساختی کنترل می شود. سنگ های منطقه از نوع حد واسط تا اسیدی بوده به طوری که، روند تغییرات از حاشیه به سمت قسمت های مرکزی به سمت سنگ های اسیدی تر و جوان تر است. به منظور بررسی های ژئوشیمیایی در این محدوده ۱۰ کیلومتر مربعی، ۱۷۴ نمونه از خاک های منطقه به روش سیستماتیک و ۱۴۳ نمونه سنگی از رخنمون های موجود در منطقه برداشت شده و تحت تجزیه شیمیایی ۴۵ عنصری قرار گرفتند. پس از حصول اطمینان از دقت در نتایج تجزیه، اقدام به پردازش داده ها و محاسبه پارامترهای آماری شد. سپس به کمک روش های آماری دو متغیره و چند متغیره میزان همبستگی بین عناصر بررسی شدند. در مرحله بعد، برای بررسی رفتار ژئوشیمیایی عناصر مرتبط با مس و مولیبدن و تشخیص محدوده های بی هنجاری، نقشه هایی رسم شد. رسم نقشه ها در یک مرحله بر اساس داده های نرمال استاندارد و محاسبه درصدها و در مرحله بعد به روش حد آستانه ای از اضافه مقادیری از انحراف معیار صورت گرفت و مشخص شد که بیشترین تمرکز عناصر تحت کانساری مانند مس و مولیبدن در قسمت های مرکزی منطقه و در کوارتز مونزونیت ها و دیوریت ها صورت گرفته در صورتی که بیشترین میزان غلظت عناصر فوق کانساری همچون سرب، روی و نقره در قسمت های حاشیه ای و در سنگ های آندزیتی منطقه اتفاق افتاده است. پس از آن برای تفکیک و تشخیص ناهنجاری های با اهمیت، از روش P.N و برای تعیین بهترین مناطق، جهت عملیات حفاری و نیل به نتایج بهتر و دقیق تر، از روش هاله های مرکب استفاده شد. سپس برای ارزیابی سطح فرسایش در محدوده کانساری از روش سولووف استفاده شد و مشخص شد که خوشبختانه کانسار در ژرفا قرار دارد و توسط فرسایش از بین نرفته است.

کلیدواژه ها: بررسی های ژئوشیمیایی، ذخیره پورفیری، هاله های مرکب، کهنک

*نویسنده مسئول: مریم فرمینی فراهانی

۱- مقدمه

- ۱- برداشت حدود ۲۰۰ نمونه ژئوشیمیایی خاک و سنگ از منطقه
- ۲- انجام مطالعات ژئوفیزیکی به روش IP در امتداد ۱۲ نیمرخ و به روش مغناطیس سنجی در امتداد ۶ نیمرخ
- ۳- تهیه تعدادی نقشه های زمین شناسی و دگرسانی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰

۳- زمین شناسی منطقه

شاخص (اندیس) مس کهنک بر روی زون آتشفشانی - نفوذی ارومیه - دختر واقع است. این زون بخشی از کمر بند کوهزایی آلپ - هیمالیا بوده و در امتداد نوار طولی به طول ۱۷۰۰ کیلومتر و پهنای ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلومتر با روند شمال باختر - جنوب خاور، بزرگترین کمر بند مس شناخته شده در ایران به شمار می رود. به طوری که کانسارهای مهم مس همچون سونگون، اهر و سرچشمه کرمان در آن واقع هستند (درویش زاده و خسروتهرانی، ۱۳۶۵ و آقائباتی، ۱۳۸۵). محدوده اکتشافی کهنک از لحاظ سنگ شناسی از سنگ های مختلفی همچون آندزیت، آندزیت پورفیری، داسیت پورفیری، سنگ های آتشفشانی برشی شده، میکرودیوریت و کوارتز مونزونیت تشکیل شده (آدابی و کریم پور، ۱۳۸۱) که اطلاعات مربوطه، با توجه به سن نسبی (اسدی، ۱۳۸۵) و دگرسانی اعمال شده بر آنها در جدول ۲ آورده شده است.

محدوده اکتشافی کهنک در قسمت شمال خاوری ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ کوهپایه واقع شده است (رادفر و کهنسال، ۱۳۸۱). این محدوده در ۷۳ کیلومتری شمال خاور شهر اصفهان و در ۱۰ کیلومتری خاور شهرستان زفره قرار گرفته و یک منطقه دگرسان شده با مساحت تقریبی ۱۰ کیلومتر مربع است. جدول ۱ و شکل ۱ مختصات جغرافیایی محدوده اکتشافی که به صورت یک شش ضلعی فرضی است، را نشان می دهد. این منطقه از نظر آب و هوایی از زمستان های سرد و تابستان های گرم و خشک برخوردار بوده و در بیشتر ماه های سال بجز ماه بهمن فعالیت های اکتشافی در آنجا امکان پذیر است. همچنین از نظر زمین ریخت شناسی به صورت منطقه ای کوهستانی بوده و مناطق دگرسانی آن به صورت تپه ماهوری است.

۲- تاریخچه مطالعاتی منطقه

محدوده اکتشافی کهنک در سال ۸۱ توسط شرکت Rio Tinto مورد شناسایی قرار گرفته و در این راستا حدود ۱۵۰ نمونه ژئوشیمیایی سیستماتیک خاک و ۵۰ نمونه غیرسیستماتیک سنگ توسط شرکت یاد شده برداشت شده است. همچنین نقشه زمین شناسی و دگرسانی این محدوده با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ توسط این شرکت تهیه شده ولی از سال ۸۳ تا کنون شرکت درسا پردازش ادامه مطالعات اکتشافی در منطقه را به شرح ذیل انجام داده است.

امکان مراحل داده‌پردازی بر روی این عناصر نبود و همچنین برای جلوگیری از حجم بالای داده‌های غیر مرتبط که خود باعث افزایش درصد خطا در مراحل داده‌پردازی می‌شود، بیشتر بررسی‌ها بر روی ۱۰ عنصر مرتبط با ذخایر مس و مولیبدن همچون نقره، آنتیموان، آرسنیک، سرب، روی، طلا، منگنز و باریم صورت گرفته (حسینی پاک، ۱۳۷۷ و یزدی، ۱۳۸۱) و در نهایت نقشه‌های ناهنجاری این عناصر بر اساس داده‌های حاصل از نمونه‌های خاک و سنگ به طور جداگانه ارائه شدند.

در ابتدا برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در محیط نرم افزاری SPSS اقدام به محاسبه پارامترهای آماری و رسم هیستوگرام‌های فراوانی عددی داده‌های خام عناصر شد. بدین وسیله متوجه شدیم که بیشتر عناصر، چولگی مثبت از خود نشان می‌دهند (مدنی، ۱۳۷۳ و حسینی پاک، ۱۳۷۷) و توابع معرف حداقل دو یا سه جامعه آماری هستند و این مسئله با ترسیم نمودارهای میله‌ای و Q-Q عناصر نیز تأیید می‌شد. باید در نظر داشت که این مورد ناشی از تفاوت میانگین عناصر در جوامع مختلف سنگی موجود در منطقه است. به عنوان مثال میزان مس و طلا در سنگ‌های دیوریتی به مقدار قابل توجهی بیشتر از دیگر جوامع سنگی است. به همین دلیل در مرحله بعدی به منظور همگن‌سازی و حذف اثر سنگ‌شناسی اقدام به محاسبه شاخص غنی‌شدگی شد (حسینی پاک، ۱۳۸۰). اما از آنجا که حتی این داده‌ها نیز معرف یک جامعه نرمال نبودند (با بررسی توابع فراوانی و هیستوگرام‌های عددی شاخص غنی‌شدگی عناصر و بررسی نمودارهای جبهه‌ای متعلق به آنها) در مرحله بعد برای نرمال کردن جامعه داده‌های تمام عناصر از روش تبدیل لگاریتمی سه پارامتری $P(\lambda) = \ln(ax \pm \theta)$ استفاده شد (حسینی پاک، ۱۳۸۰) و بدین وسیله جامعه داده‌های بیشتر عناصر به صورت نرمال درآمدند. به طوری که این مسئله در نمودارهای Q-Q کاملاً مشخص بود (جدول ۳ و شکل ۷).

سپس برای بررسی میزان همبستگی عناصر از روش اسپیرمن و پیرسون استفاده شد (Spearman and Pearson's correlation coefficient) و بدین وسیله میزان همبستگی عناصر مورد بررسی بر اساس داده‌های نرمال و شاخص غنی‌شدگی مورد سنجش قرار گرفت. در این بررسی‌ها مشخص شد که عناصر $Pb-Zn$, Mn , Zn , $Cu-Au$, $Cu-Mo$ از همبستگی خوب و قابل قبولی برخوردار هستند و این مسئله با رسم نمودارهای پراکنش عناصر نیز تأیید شد. سپس بر اساس داده‌های نرمال، نمودار خوشه‌ای عناصر رسم و آنالیز فاکتوری آنها محاسبه شد (Swan et al., 1995). بر اساس محاسبه فاکتورهای آنالیز حضور چهار فاکتور در منطقه تأیید شد، به طوری که بر اساس نتایج حاصل از نمونه‌های خاک مشخص شد که عناصر سرب، نقره، آرسنیک و آنتیموان تحت تأثیر فاکتور اول بوده‌اند در حالی که فاکتور دوم تحت تأثیر عناصر منگنز، روی و باریم، فاکتور سوم تحت تأثیر عناصر مس و مولیبدن و فاکتور چهارم تحت تأثیر عنصر طلا است. مسئله‌ای که در اینجا بایستی توجه شود این است که مسئله چرخش محور قبل از محاسبه واریانس باعث هرچه بارزتر شدن عناصر اصلی مؤثر در فاکتور شده است.

۴-۴. تعیین ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی

در این نوشتار، از روش حد آستانه‌ای به اضافه مقادیری از انحراف معیار (Wellmer, 1998) و روش P.N (حسینی پاک، ۱۳۸۰) برای مشخص کردن نواحی ناهنجار استفاده شد. البته برای رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی عناصر بر اساس داده‌های خاک از دو روش استفاده شد. در روش حد آستانه‌ای مقادیر بزرگتر از $X+2S$ را جزو نواحی مستعد در نظر گرفتیم. در مرحله بعد برای رسم نقشه‌های ناهنجاری تک عنصری از داده‌های نرمال استاندارد و برای محاسبه مقادیر نرمال استاندارد از معادله $Z = \frac{X_0 - \bar{X}}{S}$ استفاده شد که در این رابطه X_0 غلظت عنصر مورد بررسی در جامعه نرمال، \bar{X} میانگین غلظت عنصر مورد بررسی در جامعه نرمال، S انحراف معیار توزیع فراوانی همان جامعه و

همان‌طور که در جدول ۲ اشاره شده، تمام سنگ‌های موجود در منطقه تحت تأثیر سیالات گرمایی به مقدار کم تا زیاد دگرسان شده‌اند و دگرسانی‌های فلیک، آرژیلیک و پروپلیتیک بر آنها تأثیر گذاشته‌اند (کریم پور و سعادت، ۱۳۸۴؛ علیرضایی، ۱۳۷۸؛ Rose, 1979). به طوری که در بررسی‌های صحرایی و مطالعات سنگ‌شناسی نیز این مسئله قابل مشاهده است. در قسمت‌هایی از منطقه حضور برش‌های گرمایی و دایک‌های قله سنگی که از شواهد کانسارهای پورفیری هستند، مشهود است (شکل‌های ۳، ۴ و ۵).

در محدوده کهنک چندین گسل اصلی با دو روند NE-SW و NW-SE حضور دارند که تا حد زیادی مسئله کانی‌سازی در منطقه نیز توسط این ساختارهای زمین‌ساختی کنترل می‌شود (اسدی، ۱۳۸۵). مهم‌ترین گسل موجود در منطقه به طول ۷۰۰ متر با روند NE-SW از بخش مرکزی سیستم دگرسانی و زون دارای پتانسیل بالای کانی‌سازی عبور می‌کند. در مرکز سیستم دگرسانی چندین ساختار حلقوی کوچک وجود دارد که به نظر می‌رسد در ایجاد کانی‌سازی و دگرسان نمودن واحدهای سنگی مختلف موجود در منطقه نقش مؤثری داشته‌اند (شکل ۵).

۴- روش و هدف از مطالعات ژئوشیمیایی در منطقه

با توجه به این که بر اساس بررسی‌های اولیه محدوده کهنک برای اکتشاف ذخایر مس و مولیبدن پورفیری مناسب در نظر گرفته شد، نمونه‌برداری‌ها و مطالعات ژئوشیمیایی به منطقه کوچک ۱۰ کیلومتر مربعی دگرسان شده محدود شد و هدف از اکتشافات ژئوشیمیایی در این محدوده بررسی هاله‌های لیتوژئوشیمیایی برای شناخت پتانسیل کانی‌سازی و تعیین مناسب‌ترین نقاط برای عملیات حفاری به منظور شناسایی ذخایر پنهان محدوده مورد بررسی است. بدین منظور حدود ۳۲۰ نمونه (۱۷۴ نمونه، از خاک‌های برجای منطقه و به صورت سیستماتیک و ۱۴۳ نمونه از رخنمون‌های سنگی و نواحی کانی‌سازی شده) از منطقه برداشت شد.

در طراحی شبکه نمونه‌برداری برای نمونه‌های خاک سعی شد نیم‌رخ‌هایی که در امتداد آنها نمونه‌برداری انجام می‌گیرد تا حد مناسبی معرف واحدهای سنگ‌شناسی منطقه باشند و در هنگام طراحی شبکه به مسئله برداشت نمونه‌ها به روش سیستماتیک تا حد امکان توجه شد (حسینی پاک، ۱۳۷۷). فاصله نیم‌رخ‌ها ۵۰ تا ۱۰۰ متر و فاصله نقاط نمونه‌برداری از ۲۵ تا ۷۵ متر متغیر است. به طوری که در مناطق مرکزی، زون فلیک و مناطق دارای شواهد کانی‌سازی و یا زون شسته شده فاصله نمونه‌برداری‌ها کاهش و در حاشیه‌ها و خارج از سیستم کانی‌سازی این فواصل افزایش می‌یابد. نمونه‌برداری از خاک (80 Mesh-) و از ژرفای حدود ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری انجام گرفت. نمونه‌های سنگی منطقه به روش لیبری برداشت شده‌اند ولی به دلیل عدم وجود رخنمون در بعضی از نواحی، شبکه نمونه‌برداری به صورت سیستماتیک نبوده و به همین دلیل در بیشتر بررسی‌ها به نتایج حاصل از نمونه‌های خاک منطقه استناد شده است. نمونه‌های برداشت شده پس از مراحل آماده‌سازی جهت تجزیه شیمیایی ۴۵ عنصری به روش ICP_MS به آزمایشگاه Amdel استرالیا ارسال شدند. برای اطمینان از صحت و دقت نتایج تجزیه، تعدادی نمونه تکراری برای تجزیه شیمیایی در نظر گرفته شد.

با توجه به محاسبه خطای نسبی و استاندارد و استفاده از نمودار کنترلی تامپسون (شکل ۶) مشخص شد که داده‌ها از دقت خوبی برخوردار هستند (حسینی پاک، ۱۳۸۰). البته با توجه به این که نتایج حاصل از تجزیه برخی از عناصر از جمله Be , Bi , Cd , B , Co , Ga , Hg , U , W , Tl , Sn ، حد تشخیص دستگاه در بیشتر نمونه‌ها، به صورت داده‌های سنسور ارائه شده بود و

نرمال استاندارد استفاده شده است (شکل‌های A تا 11). سپس برای ارزیابی سطح فرسایش بی‌هنجاری‌های موجود در منطقه به کمک روش (Solovov, 1987) و بر اساس محاسبه نسبت‌های نرمال استاندارد عناصر فوق کانساری به تحت کانساری مشخص شد که مقدار 7 در محدوده اکتشافی کهننگ بزرگ تر از 1 بوده است و به عبارت ساده‌تر ذخیره در همق قرار دارد (جدول 4).

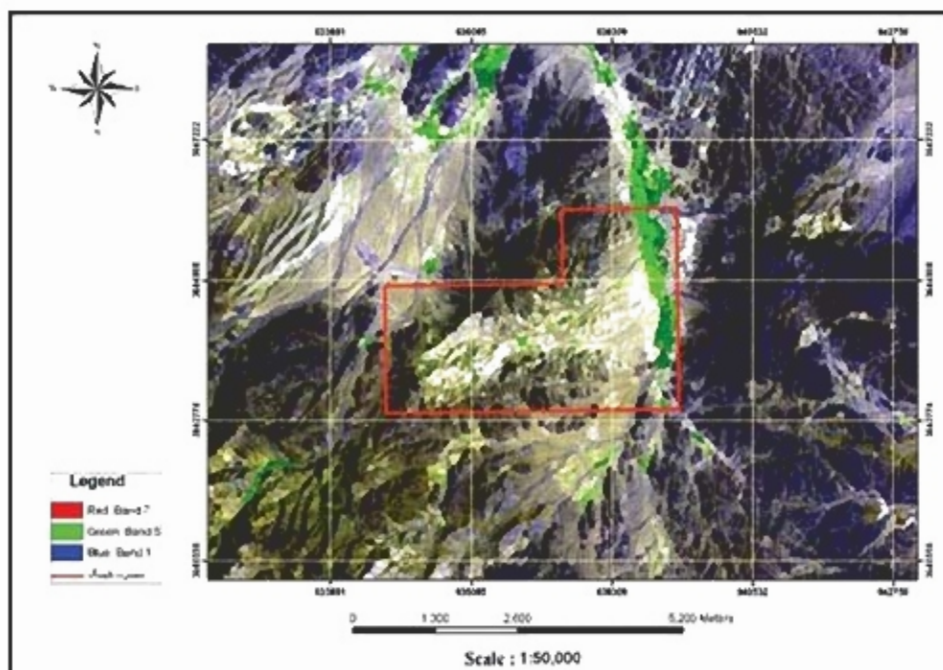
۲- نتیجه گیری

بر اساس آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال عناصر اصلی مورد بررسی مشخص شد که 4 فاکتور در منطقه مؤثر بوده است، به طوری که عناصر منگنز، سرب، تهره، آرسنیک، آنتیمون و روی تحت تأثیر فاکتور اول، عناصر مس و مولیبدن متأثر از فاکتور دوم، عنصر باریم تحت تأثیر فاکتور سوم و عنصر طلا متأثر از فاکتور چهارم هستند. به کمک نقشه‌های بی‌هنجاری تکه عنصری مشخص شد که بیشترین مقادیر بی‌هنجاری عناصر تحت کانساری مس و مولیبدن مربوط به محدوده‌های مرکزی منطقه مورد بررسی و منطبق به استوکه نفوذی کوارتزموئزونیته است. حال آن که بیشترین میزان طغلت عناصر فوق کانساری سرب، روی، منگنز، تهره، آرسنیک و آنتیمون در حواشی منطقه و در آتشفشانی‌های آندزیتی اتفاق افتاده است. همچنین بر اساس بررسی‌های ژئوشیمیایی انجام شده، مشخص شد که سنگ‌های منطقه از نوع حواسط به سست اسپیدی بوده و پتاسیم بالایی دارند و به همین دلیل انتظار می‌رود که توده پورفیری کهننگ از نظر مولیبدن، نسبت به مس در وضعیت بهتری باشد. در این کار تحقیقی برای تشخیص بهترین نقاط جهت حفاری، از روش‌های مرکب جمعی عناصر فوق کانساری و تحت کانساری و در مرحله بعد از نسبت مجموع مقادیر داده‌های نرمال استاندارد عناصر فوق کانساری به تحت کانساری استفاده شد. همچنین به کمک روش سورلوف مشخص شد که حملکرد فرسایش در منطقه در حد محدوده فوق کانساری بوده و تأثیری بر توده کانساری نداشته است و به عبارت ساده‌تر کانسار در همق قرار دارد.

Z مقادیر نرمال استاندارد عناصر هستند در این حالت با محاسبه درصدها، مقادیر بیشتر از 97/5 درصد را جزو داده‌های ناهنجار در نظر گرفتیم. برای رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی تکه عنصری بر اساس داده‌های نرمال نمونه‌های سنگی نیز از داده‌های نرمال استاندارد و محاسبه درصدها استفاده شد. سپس نقشه‌های فاکتوری تهیه و نواحی مستعد برای مس و مولیبدن با توجه به نقشه فاکتوری دوم مشخص شد. لازم به ذکر است که در تمام مراحل یاد شده برای تکنیک ناهنجاری‌های با اهمیت از روش FN استفاده شد، به طوری که مقادیر $1/P.N > 5$ به عنوان ناهنجاری‌های مهم در نظر گرفته شدند. با توجه به نقشه‌های عنصری متوجه شدیم که بیشترین میزان غنی‌شدگی مس و مولیبدن در نواحی مرکزی تر و در سنگ‌های کوارتز موئزونیته و دیوریتی اتفاق افتاده حال آن که ناهنجاری‌های مرتبط با عناصر روی، تهره و سرب در قسمت‌های حاشیه‌های منطقه و در سنگ‌های آندزیتی به نظر می‌رسد.

۳- هاله‌های مرکب

از آنجا که هدف نهایی در یک پروژه اکتشافی ثبت هاله‌های ژئوشیمیایی مرتبط با توده کانساری است، برای تکنیک محدوده‌های با ارزش از مناطق کانی‌سازی پراکنده بدون ارتباط با کانی‌سازی از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. مثلاً اگر تنها داده‌های یک افق در دسترس باشد، با توجه به این که مناطق یا کانی‌سازی پراکنده بر خلاف هاله‌های همراه با مناطق کانی‌سازی اقتصادی هیچ‌گونه منطقه‌بندی اقلی مشخصی تشکیل نمی‌دهند، برای تمایز این دو می‌توان از روش هاله‌های مرکب جمعی استفاده کرد (حسنی‌پاک، 1380). از آنجا که بر اساس بررسی‌های اولیه محدوده مورد بررسی برای قنار مس و مولیبدن پورفیری مستعد در نظر گرفته شده بود، در این تحقیق از نقشه‌های هاله مرکب جمعی عناصر فوق کانساری همچون $As+Sb$ و $Pb+Zn$ و عناصر تحت کانساری $Cu+Mo$ استفاده شد. سپس برای نیل به نتایج بهتر، از نسبت مجموع عناصر یاد شده استفاده شد، به طوری که در مرحله بعدی نقشه‌های $As+Sb/Cu+Mo$ و $Pb+Zn/Cu+Mo$ ترسیم شد. لازم به ذکر است که برای رسم تمام نقشه‌های مذکور از داده‌های



شکل ۱- نمای کلی منطقه که توسط پانده ETM ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی محدوده اکتشافی کهنک

رئوس	A	B	C	D	E	F
طول جغرافیایی	۲۹"	۲۵' ۲۹"	۵۳° ۳۲' ۲۸"	۲۸' ۳۲"	۵۳° ۲۹' ۴۲"	۵۳' ۲۹' ۴۲"
عرض جغرافیایی	۴۴"	۳۳° ۵۵' ۳۰"	۵۵' ۳۰"	۵۷' ۲۰"	۳۳° ۵۷' ۲۰"	۳۳' ۵۴' ۴۴"

جدول ۲- واحدهای سنگ‌شناختی در محدوده اکتشافی کهنک

سن واحد سنگ‌شناسی	نوع دگرسانی موثر بر آن	واحدهای لیئولوژی موجود در محدوده اکتشافی
اتوسن	پروپیلیتیک	گدازه های آندزیتی
انوسن بالایی	اغلب همراه با آتراسیون آرزلیک و در قسمتهای داخلی تر با آتراسیون فیلیک دیده میشود	آندزیت‌های پورفیری
میوسن پایینی	فیلیک و آرزلیک	سنگ‌های آتشفشانی برشی شده
میوسن میانی	در بیشتر مواقع دگرسانی فیلیک بر آن تأثیر گذاشته است	داسیت های پورفیری
میوسن بالایی	فیلیک و پروپیلیتیک	میکرودیوریت
میوسن بالایی	فیلیک و پروپیلیتیک	کوآرتز مونزونیت

جدول ۳- پارامترهای آماری مس بر اساس داده‌های خام؛ شاخص غنی‌شدگی و نرمال برای نمونه‌های سنگی

Statistics

		CU-PPM	EI-CU	NORMCU
N	Valid	143	143	143
	Missing	0	0	0
Mean		269.8455	1.5544	-.0654
Median		100.0000	1.0000	.0010
Std. Deviation		714.74446	1.92694	1.01932
Variance		510859.64	3.71309	1.03902
Skewness		8.589	3.529	.000
Std. Error of Skewness		.203	.203	.203
Kurtosis		86.097	16.386	-.270
Std. Error of Kurtosis		.403	.403	.403
Minimum		7.00	.10	-2.29
Maximum		7740.00	13.48	2.60

جدول ۴- ارزیابی سطح فرسایش محدوده کانساری به روش سولروف

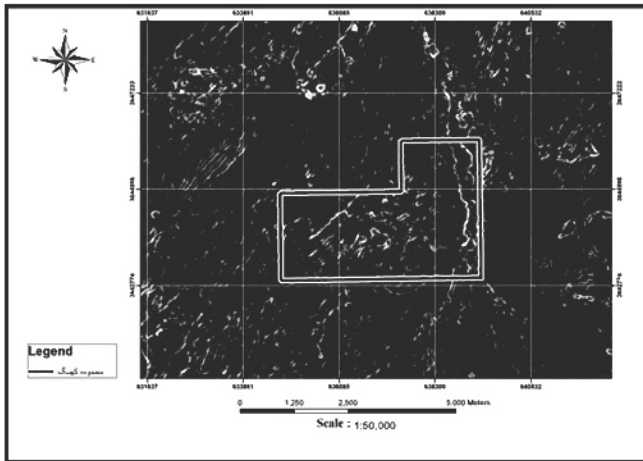
Data Soil	Percent	Pb+Zn/Cu+Mo	As+Sb/Cu+Mo
Anomaly	0.99	18.124	16.9908
	0.975	8.517	9.38044
Threshold	0.845	3.025	1.63899



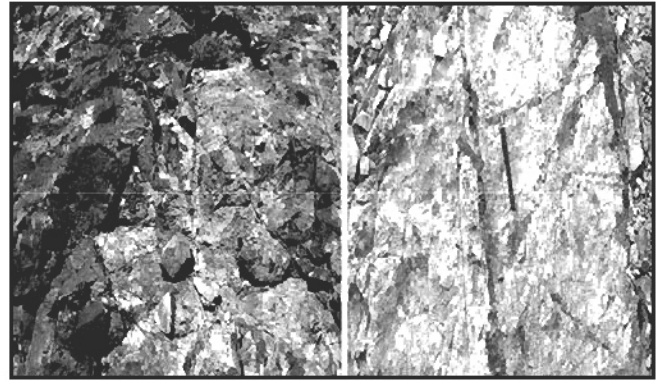
شکل ۳- برش‌های گرمایی حاوی دگرسانی فیلیک



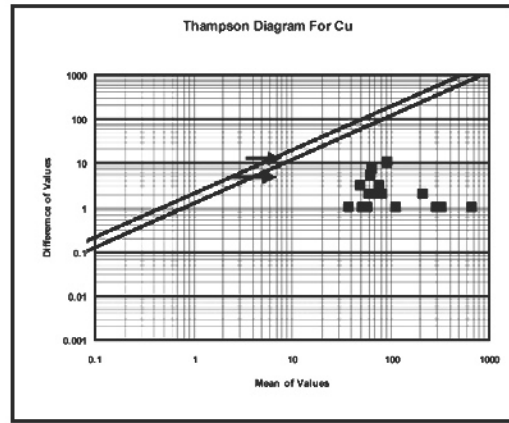
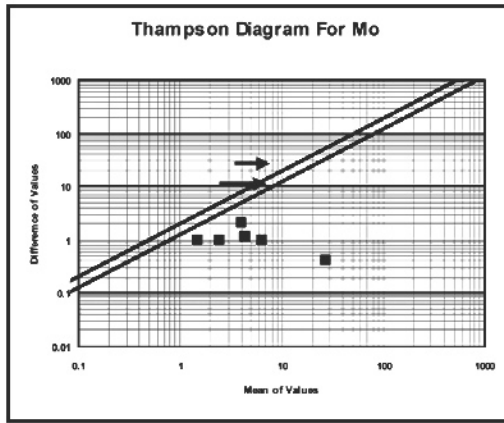
شکل ۲- دایک‌های قله سنگی در سنگ‌های آتشفشانی برشی



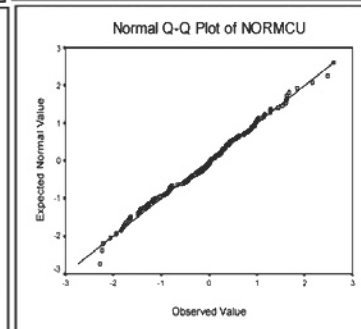
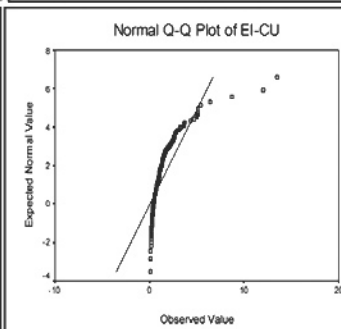
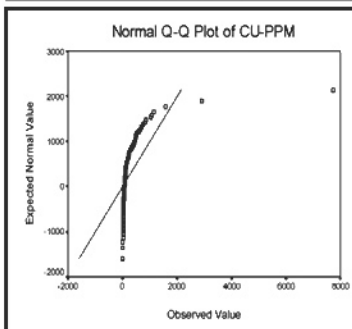
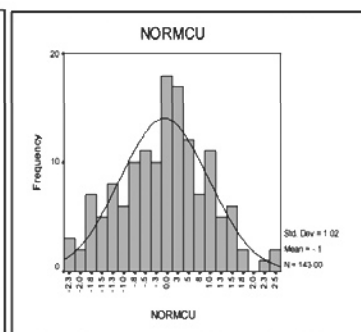
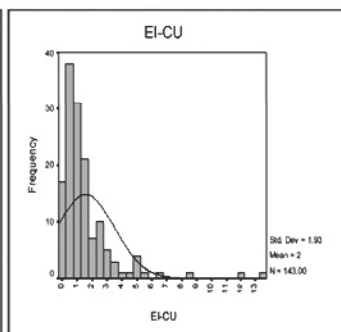
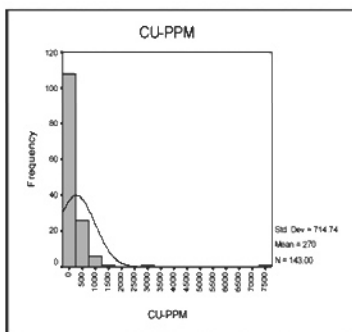
شکل ۵- تصویر خطواره‌ها و گسل‌ها در محدوده اکتشافی



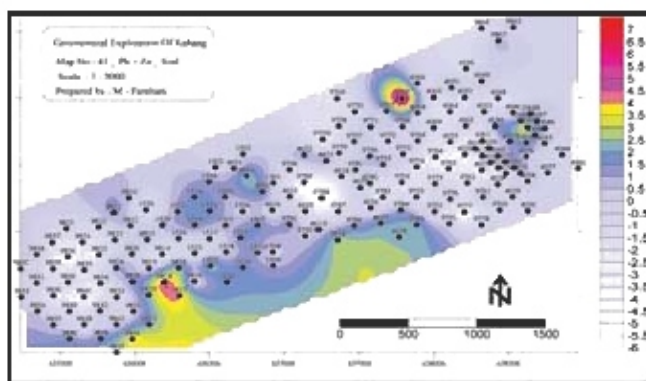
شکل ۴- استوکه‌ورک‌های حاوی سیلیس و اکسید آهن در داسیت‌های پورفیری باختر محدوده اکتشافی



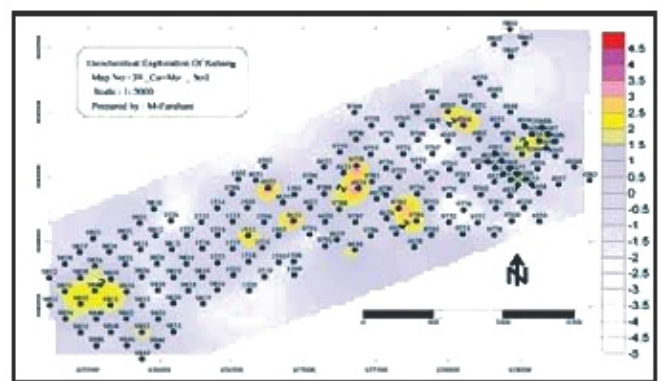
شکل ۶- نمودار کنترلی تامپسون برای عناصر مس و مولیبدن بر اساس نمونه‌های خاک



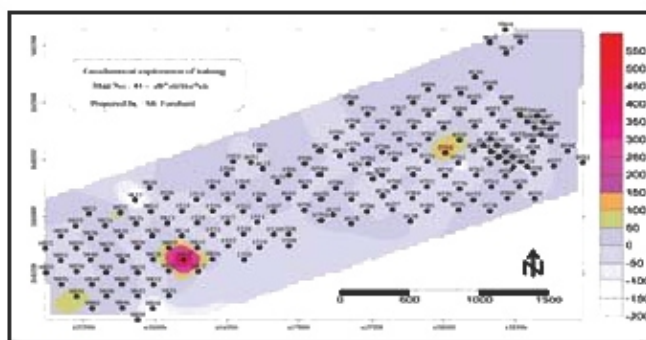
شکل ۷- هیستوگرام‌های فراوانی عددی و نمودارهای Q-Q بر اساس داده‌های خام، شاخص غنی‌شدگی و نرمال مس



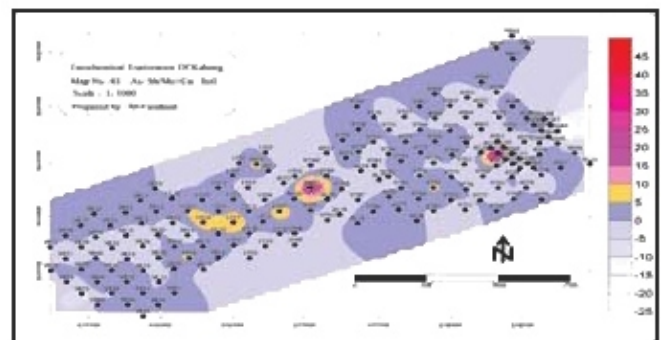
شکل ۹- نقشه نامعنجاری سرب و روی (هاله مرکب جمعی عناصر فوق کانساری) همان‌طور که در این نقشه نیز دیده می‌شود، بیشترین میزان تمرکز عناصر فوق کانساری در ساحله منطقه انتقال مشاهده است.



شکل ۸- نقشه نامعنجاری مس و مولیبدن (هاله مرکب جمعی عناصر تحت کانساری) همان‌طور که در نقشه نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان تمرکز این دو عنصر در قسمت‌های مرکزی و در کورلتر موزونولیت‌ها و دیوریت‌ها اتفاق افتاده است.



شکل ۱۱- نقشه نامعنجاری محدوده اکتشافی، بر اساس محاسبه نسبت هاله مرکب ضریب عناصر فوق کانساری به تحت کانساری (نسبت حاصلضرب سرب و روی به مس و مولیبدن)



شکل ۱۰- نقشه نامعنجاری محدوده اکتشافی، بر اساس محاسبه نسبت هاله مرکب جمعی عناصر فوق کانساری به تحت کانساری به منظور پیدا کردن نقاط پهنه جهت حفاری

کتابنگاری

- آدایی، م. ح. و کریم پور، م. ح.، ۱۳۸۱- نام گلبری و طبقه‌بندی جامع سنگ‌های رسوبی، آفرین و دگرگونی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۱۱۶ - ۱۲۳
- آطینی، ع. و انوری، م.، ۱۳۸۳- فرهنگ منابع و ذخایر معدنی، صفحات ۱۶۰، ۱۳۰، ۱۲۶، ۱۳۵-۱۶۶، ۲۶۱-۵۱۶
- آقلیانی، ع.، ۱۳۸۵- زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی ایران، صفحات ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۶، ۵۱۸، ۵۲۶
- اسدی‌هارونی، ع.، ۱۳۸۵- گزارش کار اراه شده توسط شرکت مهتسی در ساپردازه در مورد محدوده اکتشافی کهنک
- حسینی‌پاک، ع. ا. و شرف‌الدین، م.، ۱۳۸۰- تحلیل داده‌های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۳۷۵-۳۹۹، ۴۰۴-۴۰۵، ۴۱۴-۴۳۸، ۵۳۹
- حسینی‌پاک، ع. ا.، ۱۳۷۷- اصول اکتشافات ژئوشیمیایی (مواد معدنی)، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۱۳-۲۰، ۲۷-۲۵۰، ۳۳۴
- حسینی‌پاک، ع. ا.، ۱۳۷۷- زمین‌آمار، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات ۲۶-۳۲
- خریبی، ت. و قریانی، تاجبخش، م.، ۱۳۷۸- کانسارهای مس در ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، صفحات ۱-۲۳
- رادفر، ج. و کهنسال، ر.، ۱۳۸۱- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کوهپایه سازمان زمین‌شناسی کشور
- علیرضایی، س.، ۱۳۷۸- زمین‌شناسی کانسارها (ترجمه)، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، صفحات ۲۲۳-۲۲۶، ۵۰۳-۵۲۷
- کریم‌پور، م. ح. و سعادت، س.، ۱۳۸۶- زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحات ۷۳-۱۰۱، ۱۳۷-۲۰۰
- یزدی، م.، ۱۳۸۱- روش‌های مرسوم در اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، صفحات ۳-۷۸، ۳۳-۴۲

References

- Rollinson, H., 1993- Using geochemical data, evaluation, presentation, interpretation. Longman scientific and technical, p.9-21
- Rose, A. M. & Burt, D. M., 1979- Hydrothermal Alteration, p. 173-235
- Sillitoe, R.H., 2003- Linkages between volcano tectonic setting, ore-fluid compositions, and epithermal precious-metal deposits, p.315-343
- Solovov, A.P., 1987- Geochemical prospecting, Mir publisher, Moscow, p.157-280
- Swan, A.R.H., Sudilanda, M. & McCabe, P., 1995- Introduction to geochemical data analysis, Backwill Science, p.446
- Wellmer, F.W., 1998- Statistical Evaluations in exploration for minerals deposits, New York, p.379

Geochemical Study of Vein-Type Tungsten-Copper Mineralization in Southwest of Shazand

M. Abdi¹, M. Ghaderi^{1*}, N. Rashidnejad-Omran¹ & A. Najafi²

¹Department of Geology, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

² National Geoscience Database of Iran, Tehran, Iran

Received: 2007 July 15

Accepted: 2008 August 02

Abstract

Two cases of tungsten-copper vein-type mineralization have been studied in the Nezam-abad and Deh-hossein areas, in southwest of Shazand. The hydrothermal quartz-tourmaline mineralized veins have different host rocks (biotitic-granite and meta-sandstone). Considering similar ore metals (tungsten-copper-tin-lead-zinc) in the Nezam-abad and Deh-hossein areas, same mineralogy of veins (quartz-dravite) and similar REE variation patterns in the two areas, it is suggested that the Nezam-abad and Deh-hossein mineralized veins have the same origin. It means, when the Br-bearing fluids were active, they caused the quartz-tourmaline vein-type mineralization in this area. Considering the barren intrusions in the area and other mineralogical-geochemical evidences in this study, it could be concluded that tungsten and other metallic elements in the Nezam-abad and Deh-hossein ore-bearing veins have a sedimentary/metamorphic origin.

Keywords: Tungsten, Copper, Vein-type, Mineralogy, Geochemistry, Origin, Nezam-abad, Deh-hossein, Shazand.

For Persian Version see pages 37 to 50

*Corresponding author: M. Ghaderi; E-mail: mghaderi@modares.ac.ir

Geochemical Investigation in Exploration Kahang Area

M. Farmahini Farahani^{1*}, A. Khakzad², H. Asadi³, M.H. Emami⁴ & I.Rasa⁵

¹Islamic Azad University, Karaj Branch, karaj, Iran

²Islamic Azad University, Research and Science campus, Tehran, Iran

³ Industrial University of Esfahan, Esfahan, Iran

⁴ Research Institute for Earth Sciences, Tehran, Iran

⁵ Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 2008 July 26

Accepted: 2008 September 06

Abstract

Regional exploration of Kahang is located at 73 km of north east of Esfahan city and 10 km of east of Zefreh town. This deposit is located in Uromieh-Dokhtar volcanoplutonic belt. For the first time this deposit was investigated with using the satellite images processing (TM). Base on the primary study, such as field survey, geophysical study, R.S. and petrography and mineralogy investigation the region was founded suitable place for resources of Copper (Cu) and Molybdenum (Mo). Kahang region is an alteration and breccia zone. In generally, more than %99 of rocks of this region are affected by hydrothermal fluids become in the low and high alteration degrees. The rocks of the area include Andesite, porphyritic andesite, Dacite, porphyritic rhyodasite, Diorite, Quartz monzonite and porphyry micro granite. In plutons, from rim to center of massive, is a trend from basic to acid features with less age. For geochemical surveying, 174 soil samples in systematic method and 143 rock samples of the area have been collected. They are been analyzed for 45 elements using ICP – MS method in Amdel laboratory of Australia. After assurance of accuracy of the results, statistic parameters are calculated. Then correlation coefficient measures of data calculation using two and multi variables analyze methods. Thus, based on mean measures and standard deviation of normalized data of elements, anomaly of locations is distinguished and they are presented as a table. At this stage for separation and identification of important anomalies using P.N. method. For introducing of the best locations for excavation and also study of geochemical behaviors of Cu and Mo, anomalous maps of 10 elements drawn include of Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, As, Sb, Mn and Ba. The anomalous maps are drawn in first step based on standard normalized duet and percent measures and in the second step with threshold limits plus amounts of standard deviation. Accordingly, it is delineate that the most concentration of hypogenous ores such as Cu and Mo in central part of area in Quartz monzonites and Diorites occurred, whereas the most concentration of supergeous ores such as Pb, Zn and Ag in the rim part of area in andesitic rocks occurred. Finally, for attainment of better results and recognition of anomalies correlated to ores, the composites haloes method is used and the map of composite haloes of supergene and hypogen ores are prepared based on standard normalized data. Solovov method is used for evaluation of erosion

surface in ore area. On this base, if the amount of sum of standard normalized data of supergen ore to hypogens ratio is larger than one, we can conclude that the main ore bodies exist in the depth and it conserved from erosion processes.

Key words: Geochemical Investigation, Porphyry Copper and Molybdenum deposit, Composite Haloes, Kahang

For Persian Version see pages 51 to 56

*Corresponding author: M. Farmahini Farahani; Email: fm_farahani@yahoo.Com

Effect of Crashed Areola during Blast Advancing on 3dimention Numerical Analysis of Tunnel's Displacements "With Respect to 10th km of Gavooshan Tunnel"

H. Bahrami^{1*}, A. Uromishy¹, M. Ahmadi² & S. Soleymani¹

¹Engineering Geology Department, Faculty of science, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

²Rock Mechanic Department, Faculty of Engineering, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

Received: 2006 July 30

Accepted: 2008 October 29

Abstract

In a perfect design of underground spaces, amount of total displacement from the point of stability analysis is fundamental. In empirical and numerical stability analysis periphery of excavated area is consider as a continued mass. When an underground space is excavated by blasting process, so periphery of tunnel is damaged by that process. As a result, those materials are not continued. In this research this area named "Crashed areola". 3 dimensional distinct element methods has more adapted with this area, while compared to other numerical methods. 3DEC 4.0 which is based on this method was chosen as a numerical codes. 10th kilometers of Gavooshan tunnel which is water conveyance tunnel is considered as a case study. The part of this tunnel which studied in this research is surrounded by ophiolitic gabbro rock mass. For modeling of this tunnel two conditions were considered, first with continue media of rock mass and second discontinue media so called crash areola. One of the advantages of this part of tunnel is installation of instrumentation with very scientific methods and absence of lining in the other hand. The outputs of numerical solution were shown that modeling by considering crash areola is near to data collection by instrumentations.

Keywords: Crashed areola, Blast advancing, Numerical modeling, 3DEC, Gavooshan tunnel.

For Persian Version see pages 57 to 64

*Corresponding author: H. Bahrami; E-mail: Bahrami22@yahoo.com.