

کانی شناسی، پتروگرافی، آلتراسیون، ژئوشیمی و کانی سازی محدوده معدن کائولن همدی با نگرشی بر کانی سازی مس پورفیری، جنوب غرب سبزوار

شبابی، فاطمه^۱ - کریم پور، محمدحسن^۲ - مظاهری، سیداحمد^۲ - ابراهیمی، خسرو^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد fashabani2005@yahoo.com

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

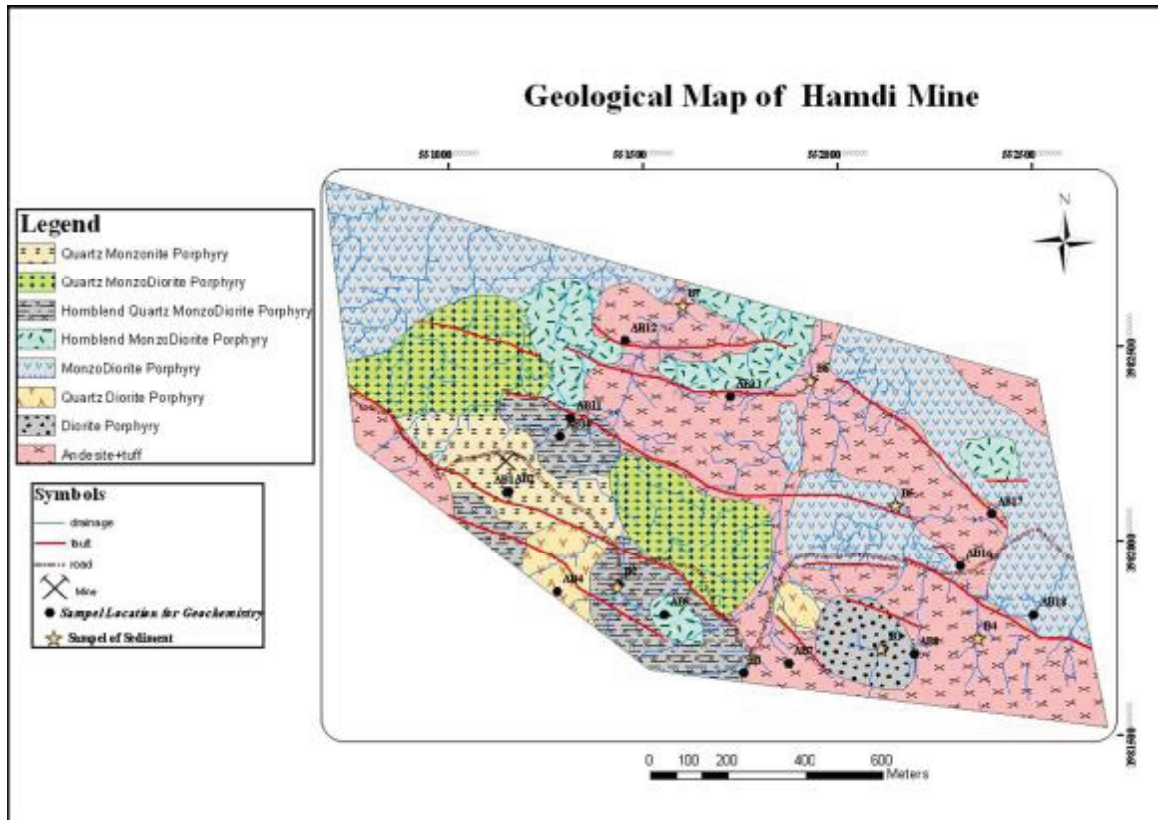
منطقه معدن کائولن همدی، در ۳۰ کیلومتری جنوب غرب سبزوار واقع گردیده است. مشاهدات صحرایی و مطالعات کانی شناسی نشان می‌دهند که واحدهای ساب‌ولکانیک (به سن میوسن) به همراه سنگ‌های ولکانیکی (به سن ائوسن) در این منطقه توسط محلول‌های گرمابی شدیداً دگرسان شده و مدل آلتراسیونی مشابه با کانی سازی مس پورفیری ایجاد نموده است. بررسی دگرسانی منطقه، زونهای آلتراسیون پروپیلیتیک، پروپیلیتیک-آرژیلیک، آرژیلیک-سیلیسی، سیلیسی-کربناته و ترکیبی از این موارد را نشان می‌دهد، که در برخی از این زونهای آلتراسیون، خصوصاً آرژیلیک و پروپیلیتیک کانی سازی مس، به صورت کالکوپیریت، پیریت، ملاکیت و آزوریت مشهود است. در نتایج آنالیز ژئوشیمی به روش جذب اتمی برای عناصر Cu ، Zn ، Pb و Sb دو عنصر Cu و Zn آنومالی نشان می‌دهند. بیشترین میزان آنومالی این دو عنصر مربوط به زون آلتراسیون پروپیلیتیک-آرژیلیک می‌باشد.

مقدمه:

محدوده معدن کائولن همدی در ۳۰ کیلومتری جنوب غرب سبزوار و ۵۰۰ متری غرب روستای هلاک‌آباد در محدوده طول جغرافیایی "۳۵° ۳۵' ۵۷" تا "۴۴° ۳۳' ۵۷" و عرض جغرافیایی "۳۵° ۵۸' ۳۵" تا "۲۰° ۵۹' ۳۵" واقع گردیده است. این محدوده جزئی از کمربند ولکانیکی - پلوتونیک جنوب سبزوار بوده و با توجه به مطالعات دیگری که روی قسمتهای مختلف این کمربند صورت گرفته است (مظلوم، ۱۳۸۶) دارای شواهد آلتراسیونی مشابه با مدل آلتراسیونی کانی سازی مس پورفیری می‌باشد.

زمین شناسی: کمربند ولکانیکی - پلوتونیک از سنگهای آذرین درونی (نظیر هورنبلند گابرو) (مظلوم، ۱۳۸۶)، نیمه عمیق (نظیر دیوریت پورفیری، کوارتز مونزونیت پورفیری، کوارتز مونزودیوریت پورفیری) و بیرونی (نظیر آندزیت، داسیت) تشکیل شده است. واحدهای سنگی نیمه عمیق در منطقه به صورت دایک و استوک مشاهده می‌گردند و نفوذ آنها در طی شکستگی‌ها باعث ایجاد سیستم گسلی با روند تقریبی شمال غرب - جنوب شرق در منطقه شده است (شکل ۱). در کل کمربند، اکثر این واحدهای سنگی تحت تاثیر محلول‌های هیدروترمال به شدت آتره شده‌اند. در منطقه مورد مطالعه (معدن کائولن همدی) بر پایه مطالعات صحرایی و بررسی‌های سنگ نگاری، مجموعه‌های سنگی منطقه در دو گروه آذرین نیمه عمیق و بیرونی قرار میگیرند. واحدهای سنگی آذرین نیمه عمیق عبارتند از: کوارتز مونزونیت پورفیری، کوارتز مونزودیوریت پورفیری، هورنبلند کوارتز مونزودیوریت پورفیری، هورنبلند مونزودیوریت پورفیری،

مونزو دیوریت پورفیری و کوارتز دیوریت پورفیری. واحد سنگی بیرونی منطقه که قسمت اعظم منطقه را شامل می‌گردد، آندزیت می‌باشد (شکل ۱). در بررسی کانی‌شناسی و پتروگرافی، واحدهای سنگی نیمه‌عمیق، غالباً دارای بافت پورفیری و گلومرو پورفیری بوده، فنوکریستها اکثراً پلاژیوکلاز (و گاه کوارتز) و زمینه دانه‌ریز تا متوسط متشکل از سوزن‌های پلاژیوکلاز و گاه کانی‌های مافیک می‌باشد (شکل ۲ب). اکثر فنوکریست‌ها که غالباً پلاژیوکلازها می‌باشند طی نفوذ محلول‌های هیدروترمال به کانی‌های محصول دگرسانی از قبیل اپیدوت، کانی‌های رسی، کربنات و کلریت، تبدیل شده‌اند. کانی مافیک مهم این واحدهای سنگی، آمفیبول (از نوع هورنبلند) می‌باشد.

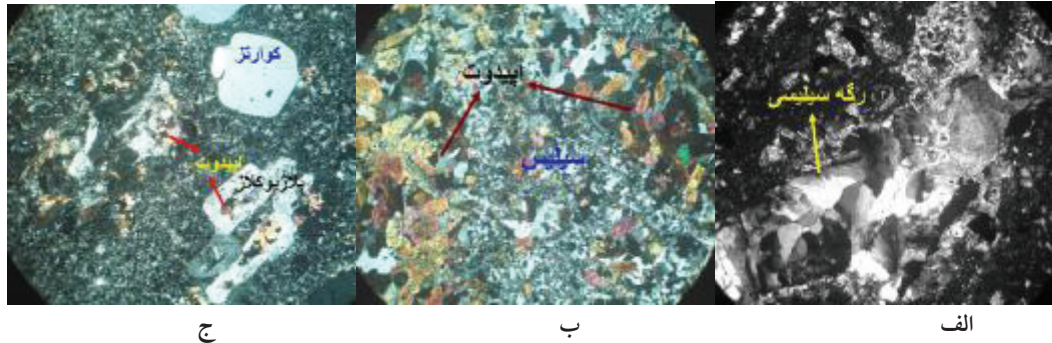


شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی منطقه معدن کائولن همدی به همراه موقعیت نمونه‌های ژئوشیمی

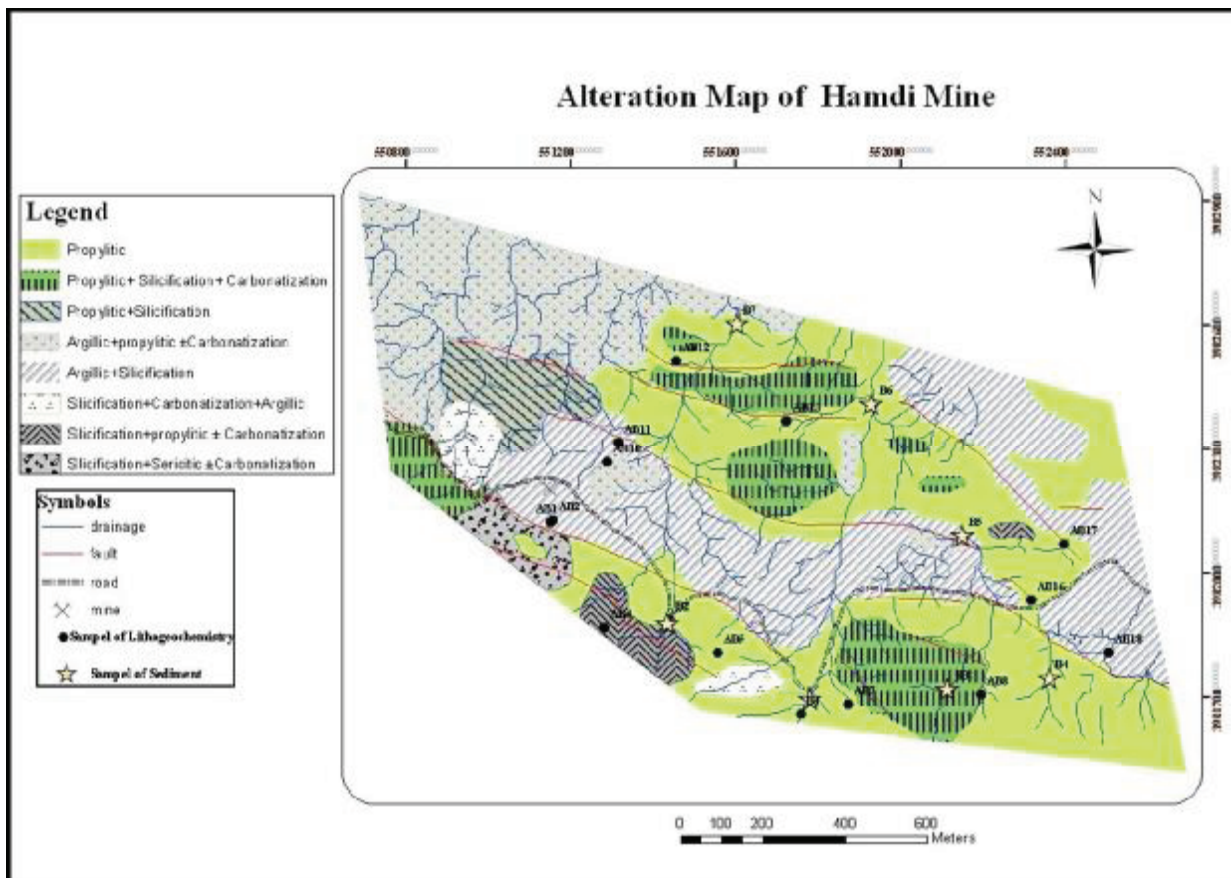
دگرسانی:

بر اساس پردازش داده‌های ماهواره‌ای که در کل کمر بند ولکانیکی - پلوتونیک (کریم پور، ۱۳۸۵) صورت گرفته و نیز بازدید صحرائی و مطالعات پتروگرافی، زونهای آلتراسیون پروپیلیتیک، آرژیلیک، آرژیلیک، پروپیلیتیک - سیلیسی، آرژیلیک - سیلیسی و سیلیسی - کربناته در این منطقه شناسایی گردید (تصویر ۳). طی مطالعات صحرائی و پتروگرافی سنگهای آتشفشانی و نیمه‌عمیق منطقه نتیجه گرفته شد که این سنگها طی هجوم محلول‌های هیدروترمال به طور نسبتاً شدید دگرسان شده‌اند که کانی‌های حاصل از این دگرسانی عبارتند از: اپیدوت، کلریت، کلسیت، کوارتز، کانیهای رسی، سرسیت و اکسیدهای آهن از جمله هماتیت و گوتیت. این کانی‌ها جانشین ماتریکس و فنوکریستهای اصلی سنگ خصوصاً پلاژیوکلاز و کانی‌های مافیک آن که غالباً هورنبلند است، شده‌اند و یا حفرات و رگه‌ها را پر نموده‌اند. در منطقه مورد مطالعه سنگها به حالت‌های زیر دچار دگرسانی شده‌اند:

- ۱- دگرسانی پرکننده رگه‌ها و رگچه‌ها: حفره‌ها و ترکهای موجود در سنگ توسط سیالات گرمابی دچار دگرسانی شده‌اند، این مورد در مقیاس میکروسکوپی و ماکروسکوپی به خوبی مشهود است (شکل ۲ الف).
- ۲- دگرسانی فراگیر: تمام قسمت‌های سنگ به طور یکنواخت دگرسان شده و سنگی با ترکیب شیمیایی، کانی شناسی و بافتی متفاوت با سنگ اولیه به وجود آمده است (شکل ۲ ب).
- ۳- دگرسانی انتخابی: این دگرسانی در اثر تهاجم محلولها به کانی یا کانی‌هایی در سنگ به وجود آمده است (شکل ۲ ج).



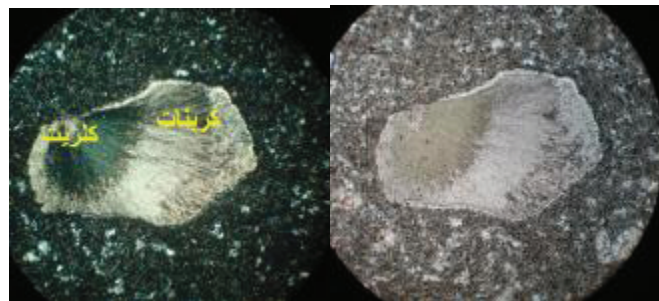
شکل ۲: الف) دگرسانی پرکننده رگچه: پرشدگی رگچه توسط اپیدوت و کوارتز در سنگ آندزیت. ب) دگرسانی فراگیر: کل ترکیب سنگ تحت تاثیر محلولهای هیدروترمال دگرسان شده است (دگرسانی پروپلیتیک - سیلیسی). ج) دگرسانی فنوکریستها و ماتریکس: فنوکریستهای پلاژیوکلاز در حال تجزیه به اپیدوت در سنگ کوارتز دیوریت پورفیری (همگی عدسی 5X)



شکل ۳: نقشه زون‌های آلتراسیونی منطقه به همراه موقعیت نمونه‌های ژئوشیمی

کانی شناسی زون آلتراسیون پروپیلیتیک:

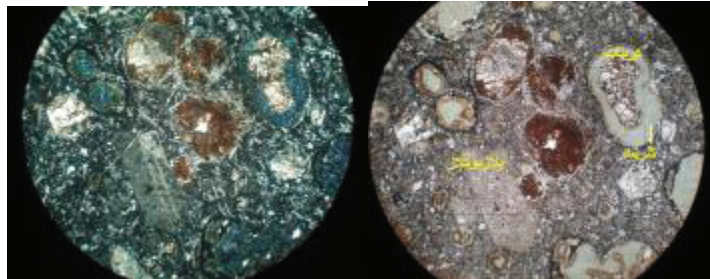
این دگرسانی در حاشیه‌های جنوبی و شمالی منطقه به خوبی قابل رویت می‌باشد کانیهای مهم این زون آلتراسیونی هیدروترمال، کانی‌های کلریت و اپیدوت می‌باشد که این کانیها در سنگهای منطقه طی تغییرات ترکیب کانی شناسی سنگها تحت تاثیر محلولهای هیدروترمال ایجاد شده‌اند، از طرفی گویا این محلولهای اشباع از منیزیم و کلسیم علاوه بر تغییر ترکیب کانی شناسی سنگها، باعث نشست کانی‌های محصول آلتراسیون یعنی کلریت و اپیدوت و کربنات در حفرات سنگ نیز شده‌اند. نکته مهم دیگری که در مطالعات پتروگرافی مشاهده شد، تبدیل کانی کلریت به کربنات می‌باشد (شکل ۴الف). با توجه به این مورد و همچنین کربناتی شدن برخی پلاژیوکلازها بعد از اپیدوتی شدن و با توجه به اینکه در برخی حفرات در حاشیه حفره کلریت و در مرکز آن کربنات داریم (حفره از حاشیه به سمت مرکز پر می‌شود) (شکل ۴ب) می‌توان به این نتیجه رسید که بعد از اینکه کلریتها تشکیل شده‌اند محلول بعدی که منطقه را مورد هجوم قرار داده است از نظر بی‌کربنات غنی‌تر بوده و باعث ایجاد چنین تغییراتی در منطقه شده است.



XPL

PPL

الف عدسی (10X)



ب عدسی (5X)

شکل ۴ : الف) دگرسانی کلریت به کربنات ب) کلریت و کربنات در حفره

آلتراسیون آرژیلیک:

بعد از آلتراسیون پروپیلیتیک، آلتراسیون آرژیلیک، بیشترین گسترش را در منطقه دارد. البته در این آلتراسیون نمودهایی از آلتراسیون پروپیلیتیک و سیلیسی مشهود است و کنتاکت مشخصی این زونهای آلتراسیون را از هم جدا نمی‌کند. این آلتراسیون در منطقه به صورت یک باریکه با روند تقریبی شمال غرب-جنوب شرق می‌باشد و در شمال و جنوب و تا اندازه‌ای به سمت غرب توسط آلتراسیون پروپیلیتیک محدود می‌شود. این واحد آلتراسیونی به صورت توده‌های سفید رنگ و سست در سطح نمود دارد که این تغییر رنگ سطحی در نتیجه توسعه کائولینیت و احتمالاً شستشوی هیدروکسیدهای آهن از طریق اسیدهای حاصل از واکنش اکسایش فازهای سولفیدی است. سنگ اولیه این زون آلتراسیونی بیشتر از نوع کوارتز مونزونیت و کوارتز مونزودیوریت و تا حدودی مونزودیوریت پورفیری است. معدن کائولن همدی در این زون واقع می‌باشد. در قسمتهای زیادی از این زون سیلیس نیز وجود دارد.

آلتراسیون سیلیسی:

این آلتراسیون در منطقه مورد مطالعه به تنهایی مشاهده نمی‌شود و همواره در کنار آن دگرسانی کربناته نیز مشهود است. و گاهی در بعضی قسمت‌ها همراه آلتراسیون پروپیلیتیک و آرژیلیک نیز مشاهده می‌گردد. این نوع دگرسانی تقریباً در تمام نمونه‌های مطالعه شده (پتروگرافی) از منطقه مشاهده شده است و بیشترین سنگهایی که دارای این دگرسانی می‌باشند سنگهای کوارتز مونزونیت و کوارتز مونزودیوریت می‌باشند.

نکته قابل توجهی که در این آلتراسیون وجود دارد حضور مقداری سرسیت است که در آن مشاهده می‌گردد. آلتراسیون‌هایی که در منطقه وجود دارند، اکثراً دربردارنده واکنشهای هیدرولیز می‌باشند، یعنی ورود یون هیدروژن برای تشکیل کانی‌های هیدروکسیل داری مانند کلریت‌ها، که بیشتر با خروج بازها ($K^+ / Na^+ / Ca^{2+}$) همراه است. کربناتی شدن سنگ‌های سیلیکاتی نیز دربرگیرنده متسوماتیزم آنیونی است که طی آن بی کربنات (CO_3^{2-}) به جای بازها وارد سنگ شده و منجر به آلتراسیون کربناته می‌گردد.

کانی‌سازی:

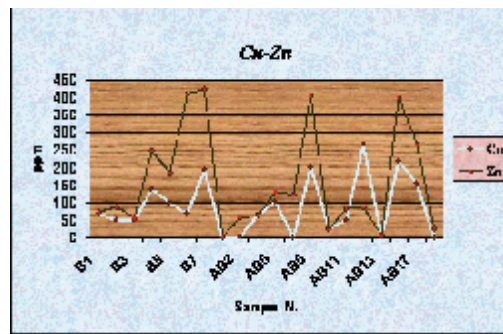
جهت بررسی کانی‌سازی در منطقه از قسمتهای مختلف نمونه‌برداری و مقاطع نازک صیقلی و بلوک صیقلی تهیه گردید. طی مطالعه این موارد مشاهده گردید که کانی‌سازی بیشتر در زون آلتراسیون پروپیلیتیک و کمتر در آلتراسیون آرژیلیک مشهود است. مهمترین کانه‌ها عبارتند از: کالکوپیریت، پیریت و هماتیت که به صورت پراکنده مشاهده می‌گردند. در قسمتهای سطحی منطقه نیز کانه‌های اکسیده و کربناته مس از قبیل مالاکیت و آزرویت، مشاهده میشوند و وجود این کانه‌ها نشان از محیط اکسیدان و محلول کربناته می‌باشد. از طرفی کانه‌های کالکوپیریت و پیریت در نتیجه اکسید شدن به کانی‌های آهن‌دار ثانویه از جمله هماتیت، گوتیت و لیمونیت تبدیل می‌گردند. رنگ‌های قرمز، زرد و قهوه‌ای در منطقه نشان از حضور این کانیهای آهن‌دار ثانویه است.

ژئوشیمی:

جهت انجام مطالعات ژئوشیمی نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای و همچنین از زونهای آلتراسیون و کانی‌سازی انجام شد. برای مطالعه رسوب رودخانه‌ای ۷ نمونه (B7-B1) و با در نظر گرفتن وضعیت منطقه عملیاتی از نظر آلتراسیونی، بر اساس نوع و شدت زونهای آلتراسیونی و کانی‌سازی ۲۵ نمونه سنگی (به روش chip composite) انتخاب شدند (AB1-AB18). برداشت نمونه‌ها در دایره‌ای به شعاع ۳ متر صورت گرفت. نمونه‌ها در دانشگاه فردوسی مشهد با استفاده از روش جذب اتمی، برای عناصر Cu، Zn، Pb، Ag و Sb تجزیه شد.

با توجه به داده‌های ژئوشیمی مشاهده گردید که در منطقه دو عنصر مس و روی دارای آنومالی می‌باشند و بین این دو عنصر در منطقه همبستگی مثبت برقرار است (شکل ۵) بدین معنی که در محل‌هایی که روی بیشتر است مس نیز بیشتر دیده می‌شود.

از طرفی میزان این دو عنصر در نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی که از زونهای آلتراسیونی پروپیلیتیک برداشت شده است بیشتر است و همچنین در رسوبات آبراه‌ای که از زون‌های آرژیلیک و پروپیلیتیک منشأ می‌گیرد نسبت به رسوبات آبراه‌ای که تنها از آلتراسیون پروپیلیتیک منشأ می‌گیرند بیشتر می‌باشد شاید عاملی که در اینجا موثر بوده حضور زون آرژیلیک و میزان و وضعیت شکستگی منطقه باشد. لازم به ذکر است که کار تحقیقاتی پایان نیافته و در حال انجام است و نتایج قطعی‌تر متعاقباً در مقاله‌ای دیگر ذکر خواهد شد.



شکل ۵: میزان و مقایسه دو عنصر مس و روی در نتایج ژئوشیمی

جدول ۱: نتایج آنالیز ژئوشیمی رسوب

رودخانه‌ای (B1-B7) و نمونه‌های

سنگی (AB1-AB18)

نتیجه گیری:

با توجه به مطالعات پتروگرافی و آلتراسیونی و شواهد صحرایی و نتایج ژئوشیمی نتیجه گرفته شد که منطقه مورد مطالعه، قسمت حاشیه یک نهشته مس پورفیری می‌تواند باشد. بنابراین از آنجا که منطقه مورد مطالعه در حاشیه کمر بند ولکانیکی - پلوتونیک با روند شمال غرب - جنوب شرق، در جنوب سبزوآر قرار می‌گیرد تمامی انواع آلتراسیون نوع مس پورفیری در آن

شماره نمونه	کد نمونه	Cu(ppm)	Zn(ppm)	Pb(ppm)	Ag(ppm)	Sb(ppm)
۱	B1	۶۸/۳	۷۳/۹	۱/۵	۱/۲	۳/۱
۲	B2	۴۹/۲	۸۸/۶	۱/۴	۱	۳
۳	B3	۵۰/۲	۵۷/۲	۱/۶	۰/۸	۳/۹
۴	B4	۱۳۸/۵	۲۴۸/۵	۲/۱	۰/۶	۳/۴
۵	B5	۹۸/۵	۱۸۵/۹	۲/۲	۰/۳	۴/۴
۶	B6	۶۸/۶	۴۱۰/۳	۱/۹	۰/۷	۳/۸
۷	B7	۱۹۴/۱	۴۲۳/۲	۴/۵	۰/۶	۴/۲
۸	AB1	<۲	۲/۶	۰/۷	۰/۵	۱/۷
۹	AB2	<۲	۵۶/۸	۲/۳	۰/۷	۴/۱
۱۰	AB4	۶۵/۶	۶۱/۶	۰/۸	۰/۴	۳/۶
۱۱	AB5	۱۰۲/۶	۱۳۲/۱	۲/۳	۰/۳	۳/۵
۱۲	AB7	<۲	۱۲۳/۳	۱/۱	۰/۲	۳/۴
۱۳	AB8	۲۰۱/۱	۴۰۴/۳	۱/۴	۰/۴	۴/۳
۱۴	AB10	۲۵/۴	۲۴/۶	۱/۳	۰/۷	۲/۳
۱۵	AB11	۵۰/۴	۸۴/۴	۰/۵	۰/۶	۷/۱
۱۶	AB12	۲۶۷/۴	۸۷	۰/۷	۰/۳	۶/۴
۱۷	AB13	<۲	۸/۶	۰	۰/۴	۳/۴
۱۸	AB16	۲۲۰	۴۰۰	۱/۷	۰/۵	۸/۸
۱۹	AB17	۱۵۴/۵	۲۶۷	۰/۹	۰/۲	۶/۵
۲۰	AB18	<۲	۲۶/۹	۰	۰/۳	۴/۷

مشاهده نمی‌گردد و بیشترین گسترش آلتراسیونی نیز مربوط به زون پروپیلیتیک می‌باشد.

ولی کانی‌سازی مس را که به صورت اپی‌ژنتیک بوده است می‌توان در زونهای آلتراسیونی خصوصاً پروپیلیتیک و کمی آرژیلیک مشاهده نمود و چنانچه کل کمر بند پلوتونیک - ولکانیک را در نظر گیریم می‌توان گفت گسترش کانی - سازی در کل منطقه با گسترش کانی‌زایی بخش‌های بالایی کانسارهای مس پورفیری قابل مقایسه است.

مرجع‌ها

۱. مظلوم، م. بررسی و مطالعه پتروگرافی، دگرسانی و ژئوشیمی در غرب معدن کائولن هلاک‌آباد سبزوآر، با رویکرد

اکتشاف مس پورفیری، ۱۳۸۶

۲. کریم‌پور، م. ح؛ ملک‌زاده، آ؛ حیدریان، م. ر. اکتشاف ذخایر معدنی، انتشارات دانشگاه مشهد، ۱۳۸۴

3 - Barzegar.H; Geology/petrology and geochemical characteristics of alteration zones within the seridune prospect/Kerman/Iran; August/2007

4- Ardeshir Hezarkhani; Mineralogy and fluid inclusion investigations in the Reagan Porphyry System, Iran, the path to an uneconomic porphyry copper deposit;2005