



## پetroگرافی، دگرسانی و ژئوشیمی بخش غربی معدن هلاک آباد (جنوب سبزوار)

منصوره مظلوم<sup>۱\*</sup>، محمد حسن کریم پور<sup>۱</sup>، خسرو ابراهیمی<sup>۱</sup>، سعید سعادت<sup>۲</sup>

(۱) گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

(۲) گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

### چکیده

منطقه مورد مطالعه در محدوده ۵۷°۳۶' طول شرقی و ۳۵°۵۸' عرض شمالی و در زون سبزوار واقع گردیده است. سنگ‌های میزبان به طور عمده آندزیت‌ها و داسیت‌های کالک آلکالن ائوسن می‌باشد. برای اولین بار در منطقه مورد مطالعه توده‌های ساب ولکانیک با سن الیگوسن-میوسن شامل مونزونیت، کوارتز مونزونیت، مونزودیوریت و دیوریت پورفیری نقشه برداری شد. سنگ‌های ولکانیکی و پلوتونیک دگرسان شده‌اند. آلتراسیون‌های آرژلیک، سیلیسی، سرسیتیک و پروپلیتیک با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره Aster و مطالعات صحرایی نقشه برداری گردید. مطالعه نمونه‌های رسوب رودخانه‌ای و خرده سنگی مقادیر زیادی از عناصر مس، سرب و روی و نیز زون-بندی مناسبی را نشان می‌دهند. بیشترین میزان مس در نمونه‌های خرده سنگی ۵۹۵ ppm، روی ۹۶۰۰ ppm و سرب ۷۱۹ ppm بوده است. انطباق مناسبی بین آلتراسیون و زون بندی ژئوشیمیایی عناصر وجود دارد. بر اساس مونزونیت، کوارتز مونزونیت و دیوریت پورفیری، شکل و اندازه آلتراسیون و آنومالی‌های ژئوشیمیایی، این منطقه از پتانسیل بسیار بالایی برای اکتشاف نهشته‌های مس-طلا پورفیری برخوردار است.

## Petrography, alteration and geochemistry of western section of Halakabad mine, Sabzevar, Iran

Mazloom, M. Karimpour, M.H. Ebrahimi, K, and Saadat, S

### Abstract

The study area is located 57° 36' E and 35° 58' E. It is situated within Zabzevar zone. Host rocks are mainly Eocene calc-alkaline andesite and dacite. Oligocene-Miocene Sub-volcanic monzonite, quartz monzonite, monzodiorite and diorite porphyry are mapped for the first time in the study area. Both volcanic and intrusive rocks are altered. propylitic, argillic, silicification and sericitic alteration are mapped both on ASTER satellite data processing and field study. Both stream sediments and rock geochemical study revealed high Cu, Pb, Zn anomalies and good zoning. Highest Cu in rock chip is 595 ppm, Zn, 9600 ppm and Pb 719 ppm.

There is good correlation between alteration and geochemical anomalies and zoning. Based the monzonite-quartz monzonite-diorite porphyry, shape-size-type of alteration and geochemical anomalies this area has great potential exploring for Cu-Au porphyry type deposit.



## مقدمه:

منطقه مورد مطالعه در بخش شمالی ایران مرکزی قرار دارد. رخنمون‌های سنگی این ناحیه مربوط به رشته کوه‌های جنوب دشت نیشابور-سبزوار است. منطقه مورد مطالعه در روستای هلاک آباد ششتم سبزوار در استان خراسان رضوی، در محدوده  $57^{\circ}36'$  طول شرقی و  $35^{\circ}58'$  عرض شمالی و در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان سبزوار و تقریباً در ۲ کیلومتری شرق تا جنوب شرقی روستای هلاک آباد واقع گردیده است. در این منطقه تاکنون ذخایری از خاک‌های صنعتی (کائولینیت، پیروفیلیت و ایلیت) شناسایی شده است. هدف از این مطالعه تهیه نقشه زمین شناسی، دگرسانی و ژئوشیمی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ و ارزیابی دقیق پتروگرافی و دگرسانی و انطباق هاله‌های ژئوشیمی اولیه با هاله‌های ژئوشیمی ثانویه می‌باشد. در راستای رسیدن به اهداف پروژه، پس از انجام بررسی‌های اولیه پیمایش صحرایی جهت مطالعات سنگ شناسی، آلتراسیون و ژئوشیمی انجام گرفت. عملیات صحرایی انجام شده در منطقه به شرح ذیل می‌باشد:

۱. برداشت اطلاعات به منظور تهیه نقشه زمین شناسی، آلتراسیون و ژئوشیمی از محدوده به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰
۲. برداشت ۵۰ نمونه سطحی به منظور مطالعات پتروگرافی، آلتراسیون و کانی‌سازی
۳. برداشت ۳۰ نمونه خرده سنگی به منظور تعیین ژئوشیمی سطحی
۴. تجزیه ۹ نمونه رسوب رودخانه‌ای

**زمین شناسی عمومی:** در محدوده برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ششتم قدیمی‌ترین واحدهای سنگی که در منطقه رخنمون دارد متعلق به کرتاسه زیرین (نئوکومین) است. این مجموعه شامل مارن، ماسه سنگ، آهک و سنگ‌های ولکانیکی (آندزیت و توف) است. سنگ‌های منسوب به کرتاسه میانی، شامل سنگ‌های اولترامافیک (هارزبورژیت) همراه با سنگ‌های دیابازی و گابرویی است که رخنمون کوچکی دارد. واحدهای سنگی کرتاسه فوقانی، گسترش زیادی در منطقه دارند و شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های ولکانیکی (توف، آندزیت، داسیت) و رسوبی (عمدتاً آهک‌های نواحی عمیق و مارن) است. آخرین فعالیت‌های ماگمایی مربوط به جایگزینی ماگمای اسیدی ساب ولکانیک در قالب یک واحد داسیتی می‌باشد که زمان خروج آن به بعد از میوسن نسبت داده می‌شود. این واحد به صورت نوار باریکی با روند شمال غرب- جنوب شرق در گوشه شمال غربی ورقه ششتم رخنمون دارد و مطالعه زمین‌شناسی در قسمتی از این واحد صورت پذیرفت که به دنبال آن توده‌های نفوذی مختلفی در آن تفکیک گردید که در ادامه به آن اشاره می‌شود. کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن‌های نئوزن و کواترن جوان‌ترین واحدهای سنگی منطقه را تشکیل داده است.



**پتروگرافی:** بر اساس پردازش تصاویر ماهواره لندست و برداشت‌های صحرائی برای اولین بار توده‌های ساب ولکانیک در منطقه مورد مطالعه شناسایی گردید (شکل ۱) که اهم آنها عبارتند از:

کوارتز مونزونیت پورفیری تا کوارتز مونزودیوریت پورفیری: این واحد در قسمت اعظم منطقه مورد مطالعه به شکل استوک می‌باشد.

مونزودیوریت پورفیری: این واحد به صورت استوک‌های پراکنده در جنوب شرقی و مرکز محدوده مطالعاتی رخنمون دارد.

واحد بیوتیت مونزودیوریت پورفیری: به صورت استوک کوچکی در شمال و همچنین واحد دیوریت پورفیری و هورنبلند دیوریت در جنوب منطقه رخنمون دارند.

پتروگرافی دقیق انواع توده‌های نفوذی موجود در منطقه در جدول ۱ و ۲ ارائه گردیده است.

**دگرسانی:** بر اساس پردازش تصاویر ماهواره استر و مطالعات صحرائی کانی‌های ثانویه کائولینیت، مونتموریونیت، سرسیت، کلریت، اپیدوت، آلونیت، کوارتز، همتیت، ژیپس در منطقه شناسایی شد و نقشه آلتراسیون منطقه تهیه گردید (شکل ۲).

**زون سیلیسی + آرژلیک + کربناته:** وسعت این آلتراسیون در حد چندین کیلومتر است و بیشترین گسترش آن در نیمه شمالی منطقه دیده می‌شود (شکل ۲). این زون شامل کانی‌های کوارتز، کانی رسی و کربنات

می‌باشد. کانی‌های پلاژیوکلاز در حال تبدیل به کانی رسی و کربنات می‌باشند و در غالب موارد فنوکریست‌های پلاژیوکلاز کاملاً آتره شده‌اند. در نتیجه دگرسان شدن کانی‌های پلاژیوکلاز، حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد کانی رسی و حدود ۶ تا ۷ درصد کربنات حاصل گردیده است. کوارتز ثانویه حدود ۴۵ تا ۵۰ درصد به صورت ریز دانه در زمینه سنگ موجود می‌باشد.

**زون سیلیسی + سرسیتی:** در قسمت‌های شرقی منطقه گسترش نسبتاً زیادی داشته و در سنگ هورنبلند کوارتز مونزودیوریت پورفیری دیده می‌شود (شکل ۲). این زون شامل کانی‌های کوارتز + سرسیت + کلریت + اپیدوت می‌باشد. فنوکریست هورنبلند با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد به کانی‌های ثانویه سرسیت و به طور خیلی جزئی کلریت و اپیدوت دگرسان شده‌اند. زمینه سنگ را کوارتز ثانویه ریز بلور فرا گرفته است.

**زون آرژلیک + سیلیسی + کربناته:** وسعت این آلتراسیون در حد یک کیلومتر بوده و بیشترین گسترش آن در نیمه غربی منطقه و در سنگ‌های هورنبلند مونزودیوریت پورفیری و کوارتز مونزونیت پورفیری می‌باشد (شکل ۲). در این زون کانی‌های رسی + کوارتز و کربنات دیده می‌شود. فنوکریست پلاژیوکلاز به همراه درصدی از فلدسپات‌های موجود در زمینه رسی شده‌اند. در مجموع ۲۰ تا ۲۵ درصد کانی رسی در نتیجه آلتراسیون حاصل گردیده است.

**زون سرسیتی + سیلیسی + پروپلیتیک:** این آلتراسیون در منطقه وسعت چندانی ندارد (شکل ۲). توده‌های نفوذی هورنبلند مونزودیوریت پورفیری در جنوب منطقه تحت تاثیر محلول‌های اسیدی قرار گرفته و کانی‌های سرسیت + کوارتز + اپیدوت حاصل گردیده است. فنوکریست‌های پلاژیوکلاز با شدت ۶۰



تا ۷۰ درصد در حال تبدیل به سرسیت می‌باشند و برخی از آنها کاملاً سرسیتی شده‌اند. مقدار سرسیت به ۱۵ تا ۲۰ درصد می‌رسد. کوارتز ثانویه به صورت ریز بلور حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد در متن سنگ یافت می‌شود.

**زون پروپلیتیک:** این دگرسانی با درجات مختلف بیشترین گسترش را در جنوب منطقه مطالعاتی داشته و در سنگ‌های هورنبلند دیوریت و دیوریت پورفیری دیده می‌شود (شکل ۲). کانی‌های شاخص این آلتراسیون یعنی کلریت و اپیدوت در این سنگ وجود دارد. هورنبلند با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد در امتداد رخ‌ها به کلریت دگرسان شده است. کلریت حاصله از نوع آهن‌دار است و مقدار آن ۸ تا ۱۰ درصد می‌باشد. اپیدوت نیز دیگر کانی ایجاد شده از دگرسانی هورنبلند می‌باشد.

**ژئوشیمی:** پس از برداشت ۹ نمونه رسوب رودخانه ای و ۳۰ نمونه خرده سنگی و انجام مراحل آماده سازی برای تعیین مقادیر عناصر  $\text{Cu}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Mo}$  با استفاده از روش جذب اتمی (AAS) تجزیه شدند. نتایج آنالیز تعدادی از نمونه‌های خرده سنگی در جدول شماره ۳ ارائه گردیده است. بیشترین همبستگی بین عناصر، مربوط به سرب و روی است.

**مس (Cu):** توزیع ژئوشیمیایی مس در رسوبات رودخانه‌ای قسمت جنوب غربی منطقه نشان‌دهنده وجود آنومالی در سنگ‌های بالا دست آبراهه است. بیشترین میزان مس در این آبراهه به  $20.7/6 \text{ ppm}$  می‌رسد. نقشه سه بعدی عنصر مس نیز نشان دهنده مقدار بالای مس و وجود یک آنومالی در نزدیکی های شمال منطقه است. در واقع هاله‌های ژئوشیمیایی اولیه و ثانویه مس باهم انطباق دارند. این آنومالی با بیشترین مقدار مس  $59.5/9 \text{ ppm}$ ، در توده‌های نفوذی کوارتز مونزونیت پورفیری وجود دارد (شکل ۳).  
**روی (Zn):** توزیع ژئوشیمیایی روی در رسوبات رودخانه‌ای قسمت شمال شرق منطقه نشان دهنده وجود آنومالی در سنگ‌های بالا دست آبراهه است. بیشترین میزان روی در این آبراهه به  $222/6 \text{ ppm}$  می‌رسد. نقشه سه بعدی عنصر روی نیز نشان دهنده مقدار بالای روی و وجود یک آنومالی در در شمال شرق منطقه است و در نتیجه هاله‌های ژئوشیمیایی اولیه و ثانویه باهم انطباق دارند. این آنومالی با بیشترین مقدار روی

$9600 \text{ ppm}$  در داخل توده‌های نفوذی کوارتز مونزونیت واقع گردیده است. محل آنومالی روی، درست منطبق بر محل آنومالی سرب می‌باشد (شکل ۴).

**سرب (Pb):** توزیع ژئوشیمیایی سرب در رسوبات رودخانه‌ای در قسمت های شرقی  $35/9$  و در قسمت غربی  $40$  می‌باشد. حداکثر میزان سرب در نمونه های سنگی  $719/7 \text{ ppm}$  بوده که در شمال شرق منطقه و در داخل توده‌های نفوذی کوارتز مونزونیت پورفیری قرار دارد (شکل ۵).

**مولیبدن (Mo):** نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های سنگی و رسوبات رودخانه‌ای نشان می‌دهد که عیار زمینه مولیبدن در منطقه با توجه به میزان متوسط آن در پوسته زمین پایین و کمتر از  $1 \text{ ppm}$  می‌باشد.



## نتیجه گیری

مطالعات پتروگرافی نشان می‌دهد، واحد لیتولوژی که در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ششتمد داسیت آلتزه نام گذاری شده، خود مورد نفوذ توده‌های نفوذی متنوعی قرار گرفته‌است. ترکیب این توده‌ها کوآرتز، مونزونیت، مونزودیوریت و دیوریت است که بافت اغلب آنها پورفیری بوده و به شکل استوک رخنمون دارند.

با توجه به پردازش‌های تصاویر ماهواره استر و برداشت‌های صحرایی چند موضوع در خصوص آلتراسیون این منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است: شکل کشیده، وجود آلتراسیون‌های سیلیسی، آرژلیک، سرسیتیک، پروپلیتیک، فراوانی پیریت و اکسیدهای آهن (هماتیت، گوتیت و لیمونیت).

عیار غیر عادی عناصر مس، سرب و روی در نمونه‌های رسوب رودخانه‌ای با عیار بالای این عناصر در نمونه‌های خرده‌سنگی که از بالادست آبراهه برداشت شده‌اند، انطباق دارد. بیشترین تمرکز عنصر مس در

نزدیکی‌های شمال منطقه و عناصر سرب و روی در شمال شرق منطقه می‌باشد و وجود این آنومالی‌ها در ارتباط با توده‌های نفوذی کوآرتز، مونزونیت پورفیری است و همچنین بین انواع آلتراسیون و الگوی زون بندی ژئوشیمیایی عناصر انطباق خوبی دیده می‌شود.

ارتباط کمر بند ولکانیکی-پلوتونیک با زون فرورانش حاشیه قاره، ویژگی واحدهای سنگی به لحاظ ترکیب، شکل و سن، وجود دگرسانی‌های متنوع و گسترده و وجود الگوی زون بندی ژئوشیمیایی عناصر این منطقه را از دیدگاه اکتشاف ذخایر بزرگ مقیاس حائز اهمیت نموده است و ضرورت دارد تا با نگاه جدید به این منطقه و مطالعات تحت الارضی شاهد موفقیت‌هایی در زمینه شناسایی ذخایر مس پورفیری باشیم.

## منابع:

- کریم پور، م. ح و سعادت، س.، ۱۳۸۳، مطالعه و بررسی پتانسیل‌های معدنی و تعیین اولویت‌های اکتشافی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، آلتراسیون، ژئوشیمی و ژئوفیزیک در محدوده نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ششتمد، مرکز تحقیقات ذخایر معدنی شرق ایران.
- Strashimirov, S., Petrunov, R., Kanazirski, M., 2002, Porphyry copper mineralization in the central Stredhogirje zone, Bulgaria, Mineralium Deposita

جدول شماره ۱- سنگ‌های ساب ولکانیک موجود در منطقه مطالعاتی

نام	بافت	کانی‌های اولیه	میزان (درصد)	(mm)سایز	کانی‌های حاصل از دگرسانی
هورنبلند گابرو	تراکیتی	پلاژیوکلاز	۶۵-۷۰	۱	اپیدوت به فراوانی
		هورنبلند	۳۰-۲۵	۰/۶	کلریت به مقدار جزئی
هورنبلند	گرانولار	پلاژیوکلاز	۶۵-۷۰	۲	کلریت
دیوریت		آلکالی فلدسپات	۴-۵	۰/۵	
		هورنبلند	۱۵-۲۰	۱	



# یازدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران



۱۳ الی ۱۵ شهریورماه ۱۳۸۶  
دانشگاه فردوسی مشهد

	۰/۵	۴-۶	کوارتز		
--	-----	-----	--------	--	--

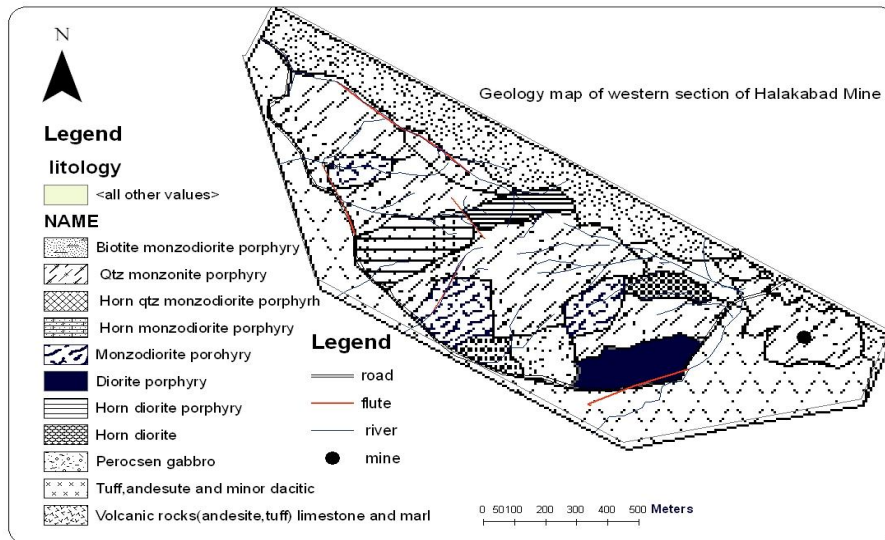
جدول شماره ۲- سنگ های ساب و لکانیک موجود در منطقه مطالعاتی

نام سنگ	بافت	فتوکریست	درصد	سایز (mm)	زمینه	کانی حاصل از دگرسانی
هورنبلند کوارتز مونزودیوریت پورفیری	پورفیری	پلاژیوکلاز هورنبلند کوارتز	۳-۵ ۵-۱۵ ۱۰-۱۵	۰/۶ ۲/۸ ۵	کوارتز ثانویه ریز بلور	سرسیت و کانی رسی و کوارتز
پیروکسن گابروی پورفیری	پورفیری	پلاژیوکلاز فلدسپات آلکالی- پیروکسن	۱۰-۲۰ ۴-۵ ۵-۱۰	۱ ۰/۶ ۱	پلاژیوکلاز فلدسپات آلکالی	کربنات
بیوتیت مونزو دیوریت پورفیری	پورفیری	پلاژیوکلاز بیوتیت	۲۵-۳۰ ۴-۵	۱/۵ ۱	۵۰-۶۰ درصد زمینه کوارتز ثانویه متوسط بلور کانی اپاک شکل دار	کانی رسی کوارتز
هورنبلند مونزودیوریت پورفیری	پورفیری تا کلبر پورفیری	پلاژیوکلاز هورنبلند	۲۵-۳۰ ۵-۶	۲ ۱/۵	کوارتز ثانویه (۱۰ تا ۱۲ درصد) کانی اپاک شکل دار تا بی شکل	سرسیت، کانی رسی به مقدار جزئی کربنات، کوارتز
هورنبلند دیوریت پورفیری	پورفیری	پلاژیوکلاز هورنبلند	۱۵-۲۰ ۵-۶	۱/۴ ۱/۵	پلاژیوکلاز (۲۰-۱۵) کوارتز ریز دانه	کانی رسی کربنات
مونزودیوریت پورفیری	پورفیری	پلاژیوکلاز فلدسپات آلکالی	۲۰-۳۰ ۳-۴	۱/۲ ۰/۶	کوارتز ثانویه به همراه دیگر کانی های حاصله از آلتراسیون کانی اپاک بی شکل	سرسیت کربنات کانی رسی
کوارتز مونزونیت پورفیری تا مونزودیوریت پورفیری	پورفیری	کوارتز پلاژیوکلاز	۱۵-۲۰ ۱۰-۱۵	۳ ۴	کوارتز ثانویه کانی اپاک شکل دار ۸ تا ۱۰ درصد	سرسیت کربنات کوارتز

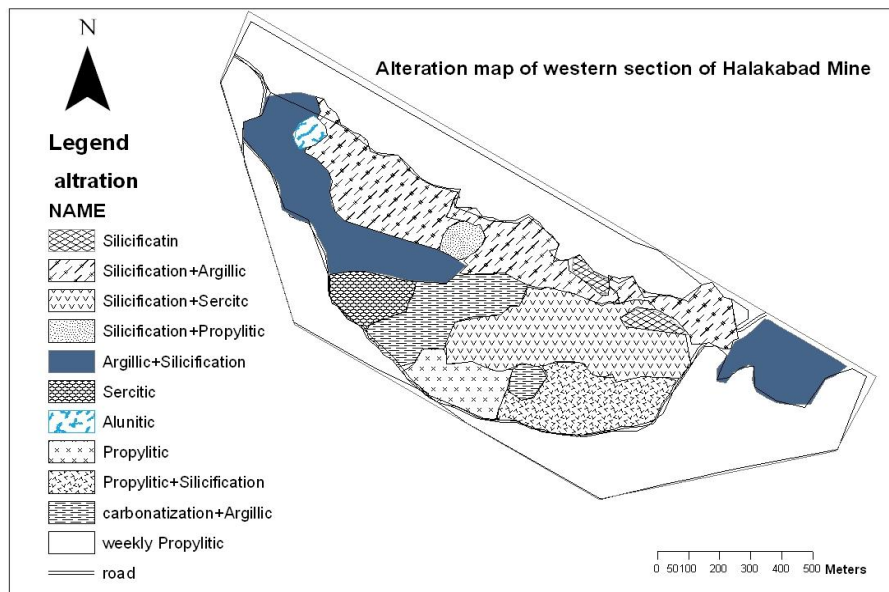
جدول شماره ۳: نتایج آنالیز تعدادی از نمونه های خرده سنگی بر حسب ppm

Sample No.	X	Y	Cu	Zn	Pb	Mo
Ch5	۵۵۳۹۹۷	۳۹۸۱۰۳۲	۱۹/۵	۴۱۸/۸	۵۷/۱	Nd
Ch9	۵۵۴۲۲۱	۳۹۸۰۷۱	۵۹۵/۹	۵۵	۶۳/۹	Nd
Ch11	۵۵۴۵۰۲	۳۹۸۰۶۷۵	۱۲۲/۹	۶۱۸	۵	Nd
Ch16	۵۵۴۶۵۸	۳۹۸۰۷۴۸	۹۷/۶	۹۶۰۰	۷۱۹/۷	Nd
Ch24	۵۵۴۸۱۲	۳۹۸۰۵۷۳	۴۳۲/۴	۱۷۹/۹	۵	Nd
Ch28	۵۵۴۹۳۸	۳۹۸۰۶۵۴	۲۳/۸	۱۰۱	۴۰/۷	Nd
Ch34	۵۵۴۹۸۱	۳۹۸۰۵۱۴	۳۸۳/۷	۲۱۶/۹	۵	Nd
Ch35	۵۵۵۰۸۶	۳۹۸۰۵۵۵	۵۸/۴	۴۸/۶	۷۱/۶	Nd

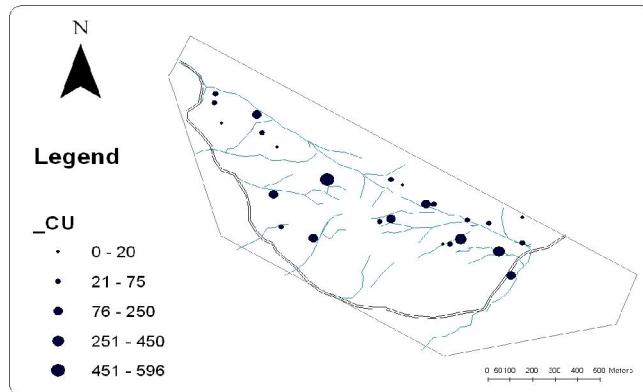
شکل ۱- نقشه زمین شناسی غرب معدن هلاک آباد



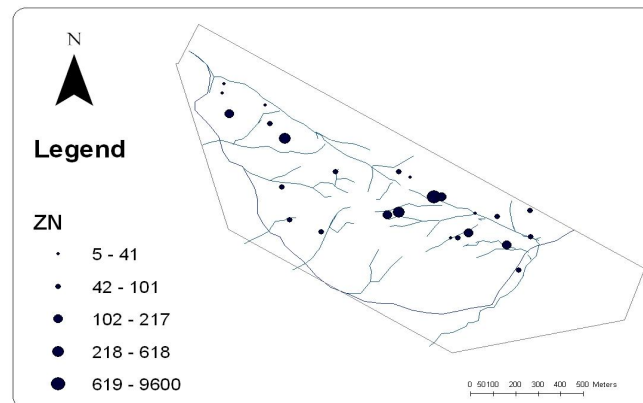
شکل ۲- نقشه آتراسیون غرب معدن هلاک آباد



شکل ۳- نقشه ژئوشیمی  
برای نمونه‌های خرده  
سنکی عنصر مس بر  
حسب ppm در غرب  
معدن هلاک آباد



شکل ۴- نقشه ژئوشیمی  
برای نمونه‌های خرده  
سنکی عنصر روی بر  
حسب ppm در غرب  
معدن هلاک آباد



شکل ۵- نقشه ژئوشیمی  
برای نمونه‌های خرده  
سنکی عنصر سرب بر  
حسب ppm در غرب  
معدن هلاک آباد

