

# بررسی کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی، دگرسانی و سنگ ژئوشیمی کانسار مس باغ

## خشک (شمال خاور سیرجان)

نوشته: دکتر احمد خاکزاد\* و شکوفا شهبان\*

### Study of Mineralograghy, Petrology, Alteration and Lithochemistry of Bagh Khoshk Copper Deposit (Northeast Sirjan)

By: Dr.A. Khakzad\* & S. Shaban\*

#### چکیده

کانسار مس باغ خشک در ۱۴۵ کیلومتری جنوب باختر استان کرمان و شمال خاور سیرجان و در زون ارومیه - دختر قرار گرفته است و روند اصلی درزه ها در باغ خشک، شمال خاوری - جنوب باختری می‌باشد. در مطالعات سنگ‌شناسی کانسار، سنگهای آتشفشانی و آذرآواری شامل توف، ریولیت، آندزیت، آندزیت بازالت و بازالت با سن ائوسن و سنگهای نفوذی از نوع گابرو دیوریت، دولریت، کوآرتز دیوریت، تونالیت و گرانودیوریت به سن الیگومیوسن شناسایی شده است. در این منطقه، دگرسانیهای اصلی پتاسیک، فلیک، آرژیلیک و پروپلیتیک هستند که در بین آنها دگرسانی آرژیلیک، گسترش بیشتری دارد. از نظر کانی‌زایی، می‌توان کانیهای سولفیدی پیریت، کلکوپیریت، بورنیت و کلکوسیت و کانیهای اکسیدی مگنتیت، هماتیت، کوپریت و تنوریت و کانیهای کربناتی مالاکیت و آزوریت را در منطقه مشاهده کرد که به صورت رگچه‌ای و افشان، نمود دارند.

در این کانسار، اکتشافات سنگ ژئوشیمیایی با برداشت ۲۶۴ نمونه در شبکه ۵۰×۵۰ متر صورت گرفته است که بر اساس داده‌ها با محاسبات آماری لازم طی مراحل چند، بیشترین بی‌هنجاری برای عنصر مس مربوط به توده‌های تونالیتی زون مرکزی است. بالاترین عیار مس در منطقه ۱/۰۶ درصد و پایین‌ترین عیار آن ۰/۰۳ درصد تعیین گردید. بر پایه بررسیهای انجام یافته و مقایسه داده‌های به دست آمده با اطلاعات مربوط به مدل‌های کانسار، کانسار باغ خشک یک تیپ کانسار مس پورفیری معرفی می‌گردد. برای کنترل مواد معدنی، عملیات نیمه تفضیلی ژئوفیزیک و حفاریهای اکتشافی کانسار مس باغ خشک در سال ۱۹۷۱ انجام گرفت که ذخیره‌ای حدود ۲۴ میلیون تن با عیار میانگین ۰/۲۷ درصد تعیین شد.

**کلید واژه‌ها:** باغ خشک، مس، سنگ‌شناسی، کانی‌شناسی، دگرسانی و سنگ ژئوشیمی

#### Abstract

The Bagh Khoshk copper deposit, situated in 145 km southwest of Kerman, is in the Orumiyeh-Dokhtar zone. The major trend of joints is NE-SW in the mine district. Major rock units in the study are volcano-sedimentary and volcanic rocks such as tuffs, basalts, basaltic andesite, andesite and rhyolite of the Eocene age. Furthermore, other rocks outcropped in the area are gabbrodiorite, dolerite, diorite, quartz-diorite, tonalite and granodiorite of the Oligo-Miocene age.

Different alterations of potassic, phyllic, argillic and propylitic types are observed in the area. The ore-paragenesis includes pyrite, chalcopyrite, bronite, covellite, chalcocite, cuprite, tenorite, malachite and minerals such as magnetite and hematite.

Using 264 rock-samples, lithochemical exploration shows a high Cu-anomalous zone in the central part of tonalite intrusion (Cu content 0.003 % to 1.06%). Based on these data and particularly the alteration patterns, the Bagh Khoshk Cu-deposit could be compared with porphyry-type model. From the geophysical studies and drilling data in 1971, the estimated Cu-reservoir was reported 24 Mt with average grade of 0.27% Cu.

**KeyWords:** Bagh Khoshk, Copper, Mineralograghy, Peterology, Alteration, Litochemistry.

#### مقدمه

خاور شهرستان سیرجان و خاور پاریز در ۲۲/۵۹° طول خاوری و

کانسار مس باغ خشک در ۱۴۵ کیلومتری جنوب باختر استان کرمان، شمال

مرز شمال باختری به شکل توده‌های برج‌ها در سطح مشاهده شده‌اند که برخی از آنها حاوی بیگانه سنگ هستند، همچنین در حاشیه توانلیتهای بخش باختری کانسار، کوارتز دیوریت یافت می‌شود (شکل ۳-ز). گرچه دایکهای دیوریتی فراوانی بیشتری دارند، اما دیوریت‌های منطقه نیز به شکل‌های متنوع گنبدی و دایک حضور دارند (شکل ۳-ح). سنگهای گابرویدیوریت که بازی‌ترین سنگهای آذرین درونی را شامل می‌شوند، در سطح رخنمون چندانی ندارند و به طور کلی در شمال، خاور و جنوب منطقه وجود دارند. یک دایک دولریتی نیز در بخش جنوب خاور کانسار مشاهده شده است.

رسوبات نئوژن منطقه کانسار باغ خشک در قسمتهای باختری و شمال باختری ناحیه بر روی آتشفشانهای ائوسن قرار گرفته و شامل کنگلومرای نامتراکم و سست، ماسه‌سنگ با قلوه سنگهای بزرگ و گرد شده از آندزیت، دیوریت و تونالیت هستند و رسوبات نئوژن، خاک مناسبی را برای کشاورزی ایجاد کرده است (شکل ۳-ط).

از عوارض دیگر منطقه می‌توان به وجود برش و دایکهای سیلیسی اشاره کرد. دو نوع برش آندزیتی و سیلیسی (شکل ۳-ی) در منطقه موجود است و هر دو آنها به صورت پهنه باریکی در باختر کانسار گسترش دارند. برش آندزیتی به علت داشتن اکسید آهن فراوان به رنگ سرخ دیده می‌شود. دو دایک سیلیسی نیز به صورت سطحی در منطقه وجود دارد که اولین آنها در بخش بالایی توده‌های تونالیتی با ۶۵ متر طول و ۱۰ متر عرض و دومین دایک در بخش مرکزی کانسار به طول ۲۲۰ متر و حداکثر ۱۵ متر عرض موجود است (شکل ۳-ک). دایکهای مزبور به صورت سنگهای سفید رنگ و دارای کوارتز شفاف هستند و روند دایکها شمال خاور- جنوب باختر است.

## ۲- زمین ساخت

کانسار مس باغ خشک به علت قرارگیری در مرز کمربند فعال آتشفشانی - رسوبی ارومیه- دختر و کمربند دهج - ساردوئیه، یک منطقه تکتونیزه و برشی شده است. در این منطقه نفوذ سنگهای درونی به شکل گنبدی، سبب گردیده تا لایه‌های آذرآواری شیب‌دار شده و شیب آنها نسبت به توده‌های نفوذی حدود ۳۰ درجه شود.

در سطح کانسار، گسلی دیده نمی‌شود اما در حفاریهای اکتشافی منطقه، زونهای گسلی با روند شمال خاور - جنوب باختر گزارش شده است (Nedimovic & Khadem 1971) فراوانی درزه‌ها و شکستگیها در همان تعداد اندک، امکان تعیین روند محلی درزه‌ها و تنشهای مؤثر بر منطقه را میسر نمود. برای این منظور در محدوده مورد نظر ۵ ایستگاه در نظر گرفته شد به گونه‌ای که تا حدی این ایستگاهها منطقه را پوشش دادند و

۵۲°/۴۹' ۲۹° عرض شمالی و در منطقه‌ای نیمه خشک و در جنوب کوه پنج با توپوگرافی نسبتاً آرام واقع شده است (شکل ۱).

این کانسار در سال ۱۹۷۱ به عنوان یک اندیس مس معرفی شد. در سال ۱۹۷۲ توسط سازمان زمین‌شناسی کشور و گروه کارشناسان یوگسلاوی، در این ناحیه اکتشاف نیمه تفصیلی انجام گرفت و در حال حاضر، طی این پژوهش، کانسار باغ خشک مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

این تحقیق شامل شناسایی اولیه ناحیه و طراحی شبکه نمونه برداری در محدوده اصلی کانسار به شکل مستطیل با ابعاد ۱۲۰۰ متر طول و ۶۵۰ متر عرض می‌باشد. برای مطالعات ژئوشیمیایی و دگرسانی، ۱۷ اکسید اصلی و دو عنصر مس و مولیبدن در ۲۵۹ نمونه از ۲۶۴ شبکه سلولی مورد تجزیه قرار گرفت. برای مطالعات سنگ‌شناسی، ۸۰ نمونه انتخاب شد و در نهایت با استفاده از تمامی داده‌ها، نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و دگرسانی به مقیاس ۱:۲۰۰۰ و نقشه‌های ژئوشیمی و دگرسانی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ تهیه گردید.

## ۱- زمین‌شناسی

سنگهای کانسار مس باغ خشک متعلق به دوره سنوزویک و شامل سنگهای آذرآواری و آتشفشانی مربوط به ائوسن، سنگهای نفوذی با سن اولیگوسن - میوسن و دیگر رسوبات نئوژن هستند (شکل ۲).

سنگهای آذرآواری واحد ائوسن از جمله توف، در بیشتر نقاط به جز محدوده‌ای از باختر کانسار و غالباً در حد فاصل بین توده‌های نفوذی پراکنده هستند (شکل ۳-الف).

سنگهای آتشفشانی منطقه آندزیت، بازالت و ریولیتها را در بر می‌گیرد که براساس داده‌های حفاری و اکتشافات چکشی، بیشتر محدوده در سطح و عمق، به توده‌های آندزیتی اختصاص دارد. البته در بعضی از نقاط، توسط رسوبات نئوژن و توفها پوشیده شده‌اند (شکل ۳-ب). بازالتها در منطقه کمیاب بوده‌اند و بیشتر در بخش شمالی منطقه مشاهده می‌شوند (شکل ۳-ج) و نهایتاً ریولیتها که در سطح و محدوده شمالی به شکل ۴ زبانه مشخص شده و در بین آنها، توفها قرار دارند (شکل ۳-د).

سنگهای آذرین درونی که به درون سنگهای ائوسن نفوذ کرده و آنها را بریده‌اند از سنگهای نفوذی به شکل استوکهای کوچک و دایک با ترکیبهای گرانودیوریت، تونالیت، کوارتز دیوریت، دیوریت و دولریت تشکیل شده‌اند. سنگهای گرانودیوریت از توده‌های تونالیتی در باختر منطقه انشعاب پیدا کرده و توده نفوذی کوچکی را تشکیل داده‌اند (شکل ۳-ه). تونالیت در ناحیه نسبت به بقیه سنگهای دیگر، رخنمون سطحی بیشتری دارد. توده اصلی آنها در بخش باختری کانسار است و اغلب دارای فرسایش پوست پیازی می‌باشند (شکل ۳-و). گروه دیگری از آنها نیز در

و بافت دانه‌ای هستند (شکل ۵-ه). تونالیت‌ها دارای بافت دانه‌ای با کانیهای کوارتز، پلاژیوکلاز، کانی تیره و آپاتیت هستند و کوارتزها انحلال و خوردگی نشان داده و پلاژیوکلازها به علت تجزیه و دگرسانی، در بیشتر موارد به خوبی مشاهده نمی‌شوند (شکل ۵-و). دیوریت‌های پورفیری در بیشتر موارد دارای بافت پورفیری با خمیره دانه متوسط و کانیهای پلاژیوکلاز، پیروکسن، آمفیبول، آپاتیت، کلریت و بیوتیت هستند. پلاژیوکلازها با ماکل آلپینی، زون‌بندی نوسانی و گاه بافت غربالی دارند. آمفیبولها در مواردی به بیوتیت و آنها نیز به طور ثانوی به کلریت تبدیل شده‌اند (شکل ۵-ز). گابرو دیوریت‌های کانسار به صورت گابرو دیوریت پورفیری و اولیون گابرو دیوریت پورفیری به همراه بافت اورتوفیریک با خمیره دانه متوسط هستند که کانیهای آنها، اولیون، پلاژیوکلاز، آمفیبول، پیروکسن و کانیهای ثانوی هستند. پیروکسها در بیشتر موارد به مخلوطی از اکسید آهن و کلریت دگرسان شده‌اند (شکل ۵-ح) و آخرین دسته از این گروه شامل دولریت با کانیهای پلاژیوکلاز، پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت و کلریت و بافت بین دانه‌ای است.

سنگهای دگرگونی منطقه شامل سنگهای آتشفشانی دگرگون شده از نوع هورنفلس می‌باشند که در اثر همبری با سنگهای نفوذی پدید آمده‌اند.

#### ۴- کانه‌نگاری

زون اکسیدی و سوپرژن، گسترده‌ترین بخش در کانسار است که دست کم ۲۰ متر عمق دارد و در این زون کانیهای سولفیدی، کربناتی و اکسیدی دیده می‌شود. در سطح کانسار، به علت وجود کانیهای اکسیدی و اکسایش گسترده، مقدار کانیهای سولفیدی، اندک است. این کانیها در درزه و شکستگی‌ها و یا به شکل افشان یافت می‌شوند. کانیهای مربوطه اغلب پیریت است که به صورت گسترده در توده‌های نفوذی و به مقدار کمتر در سنگهای آتشفشانی موجود هستند و سپس کلکوپیریت و سولفیدهای مس که به مقدار کمتر یافت می‌شوند. کانیهای کربناتی در کانسار، به مقدار فراوان مالاکیت و در حد جزئی آزوریت است. مالاکیت به خوبی در سطح توده‌های نفوذی نمود دارد و گسترش آنها در سنگهای تونالیتی بیش از بقیه سنگها است. کانیهای اکسیدی منطقه شامل اکسید مس، مگنتیت، هماتیت، لیمونیت، گوتیت و اکسید منگنز است. لیمونیت به شکل پدیده لیمونیتی شدن همراه با دگرسانی آرژیلیک، منطقه وسیعی را در سطح به خود اختصاص داده است و اکسید منگنز با اشکال دندریتی در تمام سطوح شکستگی سنگها عمومیت دارد.

در مقاطع صیقلی کانسار، کلکوپیریت به دو حالت دانه ریز (شکل ۶-الف) و به مقدار خیلی کمتر به صورت دانه درشت و مستقل مشاهده می‌شوند (شکل ۶-ب)، در بعضی موارد بورنیت نیز به مقدار جزئی و همراه

با استفاده از داده‌های موجود مشخص گردید که روند اصلی در منطقه شمال خاور - جنوب باختر است، (نمودار ۱-الف). روند فرعی و دوم کانسار، شمال باختر - جنوب خاور است که مطابق با روند توده‌های نفوذی و زون ساختاری ارومیه - دختر و عمود بر روند اصلی می‌باشد (نمودار ۱-ب).

در توده‌های نفوذی منطقه، به علت وجود دو سیستم شکستگی متقاطع، دگرسانی شدت یافته است به طوری که سنگهای نفوذی را در محدوده وسیعی تحت تأثیر دگرسانی گرمایی قرار داده و کانی‌زایی سولفیدی در آنها گسترش پیدا کرده است و می‌توان گفت که کانی‌زایی کانسار مس باغ خشک با دو سیستم متقاطع یکی شمال باختر - جنوب خاور و دیگری شمال خاور - جنوب باختر همراه است (شکل ۴).

#### ۳- سنگ‌شناسی

سنگ‌شناسی کانسار بر پایه مطالعه ۸۰ مقطع نازک در منطقه‌ای با ابعاد ۱۲۰۰ متر طول و ۶۵۰ متر عرض انجام گرفت که بر پایه آن، ۴ نوع سنگ آذرآواری، آتشفشانی، آذرین درونی و دگرگونی همراه با ۱۲ تیپ فرعی در منطقه شناخته شد.

سنگهای آذرآواری کانسار دارای دامنه‌ای از لیتیک توف، ویتریک توف، کریستال لیتیک توف به همراه کانیهای کوارتز، پلاژیوکلاز، کلریت، بیوتیت و قطعات سنگی آندزیتی است. سنگهای آذرآواری بافت ولکانو کلاستیک دارند و در بیشتر موارد پرشدگی حفره‌ها و دانه‌ها توسط کوارتز در آنها دیده می‌شود (شکل ۵-الف).

سنگهای آتشفشانی شامل زیر مجموعه‌های آندزیت، آندزیت بازالت، بازالت و رپولیت است. آندزیت و آندزیت بازالت‌ها حاوی کانیهای پلاژیوکلاز، آمفیبول، پیروکسن، اسفن، آپاتیت و کلریت هستند. پلاژیوکلازها دانه درشت و ماکل دار، گاهی از نوع ماکل صلیبی و همچنین دارای زون بندی نوسانی می‌باشند، پیروکسها در بعضی موارد به آمفیبول تبدیل شده‌اند و پدیده اورالیتی شدن را به وجود آورده‌اند. بیشتر بافت این سنگها پورفیری با خمیره هیالوپیلیتیک است، خمیره‌ای که از شیشه و میکرولیت‌های پلاژیوکلاز تشکیل شده است (شکل ۵-ب) بازالت‌ها با کانیهای پلاژیوکلاز، پیروکسن و بافت پورفیری با خمیره میکرولیتی مشاهده می‌شوند. پیروکسن و پلاژیوکلازها تا حدی به هماتیت تبدیل شده‌اند (شکل ۵-ج). رپولیت‌های منطقه حاوی کانیهای کوارتز، فلدسپار قلیایی، آپاتیت و گاه بیوتیت و سرسیت به همراه بافت هیالوفیری می‌باشند (شکل ۵-د).

سنگهای آذرین درونی منطقه باغ خشک شامل گرانودیوریت پورفیری با کانیهای کوارتز، فلدسپار قلیایی، پلاژیوکلاز، کانی تیره، بیوتیت، کلریت

دگرسانی آرژیلیک در کانسار، اطراف توده های نفوذی و پس از دگرسانی فیلیک یافت می‌گردد و تقریباً سطح وسیعی را در برمی‌گیرد و به صورت توده‌های سفید رنگ و سست در سطح نمود دارند، که این تغییر رنگ سطحی در نتیجه توسعه هیدرو میکا، کائولینیت و شستشوی هیدروکسیدهای آهن از طریق اسیدهای حاصل از واکنش اکسایش فازهای سولفیدی است (شکل ۸). در مقطع I<sub>۱۷</sub> می‌توان دگرسانی آرژیلیک را مشاهده کرد. این نمونه یک کریستال لیتیک توف می‌باشد که دچار دگرسانی کائولینیتی شدید شده است (شکل ۷-ج). میانگین مقادیر شدت اکسید آلومینیم کانسار در حد متوسط تا بالاست و در خاور ناحیه مرکزی، جنوب و شمال کانسار، شدت بیشتری دارد و بیشتر اطراف توده های نفوذی را شامل می‌شود. بی‌هنجاری این اکسید در محدوده شمالی است و می‌توان آن را به دگرسانی آرژیلیکی نسبت داد. (نقشه ۱-ب).

دگرسانی پروپلیتی در حاشیه‌های مرزی کانسار و با زیر شاخه‌های کلریتی، اپیدوتی و کلریتی به خوبی مشهود است و در نمونه‌های دستی به صورت اپیدوتی یا کلریتی دیده می‌شود. مقطع I<sub>۱۱</sub> دارای دگرسانی پروپلیتیک با کانیهای شاخص گروه اپیدوت می‌باشد، نمونه مزبور یک سنگ کریستال لیتیک توف است (شکل ۷-د). میانگین مقادیر شدت اکسید کلسیم منطقه پایین تا متوسط و بی‌هنجاری‌های آن در حاشیه‌های کانسار و توده های نفوذی است و مقادیر بسیار پایین آن در سنگهای ریولیتی و تونالیتی دیده می‌شود. لازم به ذکر است بی‌هنجاری اکسید کلسیم در جنوب منطقه و حاشیه توده های تونالیت و نبود بی‌هنجاری اکسید منیزیم در همین محدوده، نشان دهنده یک زون اختصاصی از دگرسانی پروپلیتیک است به طوری که با رخداد کرناتی شدن می‌توان آن را دگرسانی پروپلیتیک با شاخص کرناتی شدن نامید (نقشه ۱-ج).

روند شدت اکسید منیزیم در نقشه هم عیار، متوسط تا پایین است که بی‌هنجاری‌های آن در ناحیه شمالی و مرکزی منطقه پراکنده است. اکسید منیزیم در مناطقی که هماهنگ با روند اکسید کلسیم افزایش یافته است نشان دهنده وجود دگرسانی پروپلیتیک است اما در نقاط دیگر می‌تواند به علت وجود رگچه های هورنبلند و بیوتیتی شدن اطراف توده های نفوذی باشد (نقشه ۱-د).

میانگین مقادیر شدت اکسید سیلیسیم در کانسار، متوسط تا بالاست و منطبق با توده های نفوذی فلسیکی به آن افزوده می‌گردد و در کل ناحیه شمالی، مقدار سیلیس از حد متوسط، قدری بالاتر رفته و شاید به دلیل وجود توده‌های ریولیتی در آن ناحیه باشد. بی‌هنجاری سیلیس در ناحیه شمالی و مرز بین منطقه مرکزی و شمالی واقع است و با توجه به غنی بودن این زون از اکسید پتاس و شواهد سنگ نگاری، می‌توان آنها را به دگرسانی

با کلکوپیریت موجود است. در بیشتر مقاطع، مس طبیعی به صورت پرشدگی فضای خالی مشاهده می‌گردد (شکل ۶-ج) و کانیهای ثانویه مس شامل کلکوسیت و اکسیدهای مس دارای منشأ تأخیری بوده‌اند و بر اثر اکسایش شکل گرفته‌اند.

اکسیدهای آهن در تقاطع بسیار فراوان هستند. مگنتیتها، پراکنده، شکل‌دار، کروی و گاه دانه درشت هستند و در آنها پدیده مارتیتی شدن و جانشینی هماتیت مشاهده می‌شود (شکل ۶-د). گوتیت بیش از بقیه اکسیدهای آهن در مقاطع موجود است و بیشتر آنها در اثر دگرسانی پیریت و تبدیل آنها به گوتیت پدید آمده‌اند (شکل ۶-ه).

پاراژن احتمالی کانسار شامل پیریت، کلکوپیریت، بورنیت، مگنتیت، هماتیت (مارتیت)، کلکوسیت، کولیت، تنوریت، گوتیت، مس طبیعی، مالاکیت، آزوریت و لیمونیت است.

## ۵- دگرسانی

تراوایی منطقه به علت درزه‌های متعدد و متقاطع، بالا رفته و باعث افزایش شدت دگرسانی گردیده است به گونه‌ای که در بعضی نقاط، کانسار در حدی پیشرفت کرده که نامگذاری نمونه‌های دگرسان شده امکان پذیر نیست. مطالعات دگرسانی کانسار بر اساس داده های ۱۹ نمونه XRD، سنگ‌شناسی، مشاهدات صحرایی و سنگ ژئوشیمی انجام گرفته است که می‌توان از دگرسانیهای پتاسیک، فیلیک، آرژیلیک و پروپلیتیک و به مقدار خیلی کمتری آلونیتی، آلبیتی و سیلیسی نام برد.

دگرسانی پتاسیک تنها در بخش شمالی منطقه موجود است و این دگرسانی را می‌توان در مقطع M<sub>۷</sub> مشاهده کرد. سنگ دگرسان شده، دیوریت پورفیری تا گابرو دیوریت پورفیری است که در آن فلدسپار ثانوی و به وفور بیوتیت ثانوی ایجاد شده است (شکل ۷-الف). در باغ خشک دگرسانی پتاسیک مانند معدن سرچشمه به همراه هاله‌های بیوتیتی بسیار باریک در سنگهای دیواره دیده می‌شود. بر اساس نقشه هم عیار اکسید پتاسیم، میانگین مقادیر شدت اکسید پتاسیم کل منطقه پایین است و بی‌هنجاری آن را می‌توان فقط در توده های نفوذی جنوب ناحیه و با مقادیری کمتر از بی‌هنجاری در شمال منطقه مشاهده کرد. بخش شمالی را می‌توان با دگرسانی پتاسیک و فیلیک در ارتباط دانست (نقشه ۱-الف).

دگرسانی فیلیک در اطراف توده‌های نفوذی بخش شمالی منطقه، به ویژه در حاشیه دگرسانی پتاسیک و همچنین اطراف تونالیت‌های بخش مرکزی مشاهده می‌شود و در نمونه‌های دستی به شکل مسکویت‌های پراکنده و یا به‌وفور همراه با کوارتز و پیریت نمود دارند. از این دگرسانی، می‌توان از نمونه F<sub>۳</sub> نام برد، دگرسانی سریستی این نمونه در حدی پیشرفت کرد که شناخت سنگ را ناممکن کرده است (شکل ۷-ب).

سازی غنی شده تا کانساری مشاهده کرد و مولیبدن نیز در سطح دارای ضریب کانی سازی پراکنده تا عقیم و در عمق، غنی شده تا پراکنده است. از دیگر محاسبات آماری منطقه می‌توان از تحلیل روندهای سطحی، محاسبه نمودارهای سه بُعدی و نقشه‌های هم عیار مس و مولیبدن نام برد که در آنها روند کلی تغییرات شیمیایی عناصر یا به عبارت دیگر، مقدار زمینه از تغییرات بی‌هنجاری متمایز شده است، در نمودار سه بُعدی مس کل کانسار، با استفاده از ۲۳۳ داده، بالاترین بی‌هنجاری را در توده‌های تونالیتی مرکز منطقه و بعد از آن در کوارتز دیوریت تادیوریت نشان می‌دهد و دو نقشه هم عیار مس و مولیبدن نیز به صورت نقشه هم مقدار رسم شده است (نقشه ۲). براساس این نقشه‌ها، مناطق بی‌هنجار فقط در محدوده مرکزی توده‌های تونالیتی وجود دارد و در نزدیکی آن، مقداری با عیار بالاتر از حد زمینه و احتمالاً مربوط به سنگهای کوارتز دیوریتی دیده می‌شود. در نقشه هم عیار مولیبدن نیز در نزدیکی محدوده مرکزی و توده‌های تونالیتی، بی‌هنجاری دیده می‌شود که به احتمال زیاد، با همان بی‌هنجاری مس همراه است.

#### ۷- ژئوفیزیک

اکتشافات ژئوفیزیکی در سه مرحله مقدماتی، نیمه تفصیلی، تفصیلی در منطقه صورت گرفته است (Nedimovic & Khadem 1971)، که در مرحله اولیه تنها از روش مغناطیسی و در دو مرحله بعد از دو روش قطبش القایی و مقاومت ویژه استفاده شده است. در روش مغناطیسسنجی در نقشه ۱:۵۰۰۰ (زانوقی ۱۳۷۵)، شدت مغناطیسی در اطراف کانسار مس باغ خشک بالای ۱۰۰۰ نانو سطح وسیع تری را نسبت به نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ به خود اختصاص داده است، به طوری که می‌توان گفت توده‌های نفوذی منطقه می‌تواند وسعت بیشتری داشته باشد.

پس از بررسی‌های نتایج ارائه شده، کانسار به سه منطقه شمالی، مرکزی و جنوبی تقسیم شده است (Nedimovic & Khadem 1971) و در حال حاضر، با مطالعات قبلی و کنونی بالاترین بی‌هنجاری متعلق به بخش شمالی و سپس جنوبی و در نهایت بخش مرکزی دانسته شده که مقادیر شدت مغناطیسی بالا، مقاومت کم و قطبش القایی بالا، همگی بی‌هنجاریهای مورد نظر را تأیید می‌کند.

لازم به ذکر است، برپایه شواهد صحرایی و کانه‌شناسی، وجود اکسیدهای آهن به ویژه مگنتیت، گوتیت، هماتیت به همراه پیریتی شدن، بخصوص در منطقه شمالی و از سوی دیگر وجود توده‌های نفوذی بازی و دگرسانی پتاسیک توانسته است عامل مؤثری در تعیین بی‌هنجاری‌های ژئوفیزیکی باشد.

سیلیسی و آلونیتی ربط داد. کمترین مقادیر سیلیس نیز در میان بی‌هنجاری‌ها واقع شده و احتمالاً در ارتباط با توده‌های نفوذی خیلی بازی است.

#### ۶- ژئوشیمی

بررسی‌های ژئوشیمی کانسار در مرحله تفصیلی بوده و برداشت نمونه با استفاده از روش هاله‌های سنگ ژئوشیمیایی اولیه و به طور سیستماتیک و با چگالی بالا صورت گرفته که مجموعاً ۲۶۴ نمونه برای آنالیز دو عنصر مس، مولیبدن و ۷ اکسید اصلی برای مطالعات آماری و کلاسیک برداشت و در آزمایشگاه سرچشمه تجزیه گردید.

داده‌های تجزیه براساس مطالعات ژئوفیزیکی به سه بخش شمالی، مرکزی و جنوبی تقسیم شده است و با استفاده از این داده‌ها، هسته‌گرامهای عددی و نیمه لگاریتمی برای پی بردن به ماهیت توزیع فراوانی هریک از عناصر مس و مولیبدن در محیط کانسار مس باغ خشک رسم شده است. براساس نمودارهای موجود (نمودار ۲) توزیع لوگ نرمال در هر سه ناحیه مشاهده می‌شود که در بین آنها، بیشترین فرورفتگی متعلق به بی‌هنجاری مرکزی است که آن نیز می‌تواند نشان دهنده ضریب تغییرات بالاتری در آن ناحیه باشد و همچنین این بخش نسبت به دو ناحیه دیگر در محاسبه لگاریتمی به مقدار زیادتری از پراکنش دور بوده و به حالت نرمال نزدیک می‌شود. تابع چگالی مولیبدن کانسار یک تابع لوگ نرمال با برجستگی زیاد است که با مقیاس لگاریتمی به مقدار کمی به حالت نرمال نزدیک می‌گردد (نمودار ۳).

به‌منظور ارزیابی نحوه پراکندگی عناصر و چگونگی تمرکز آنها در هر یک از واحدهای سنگی، مقادیر بیشینه و میانگین عنصر مس، برای تعیین اختلاف بین آنها محاسبه شده است که نشان دهنده تمرکز عنصر مورد نظر در آن محیط است. در کانسار، بیشترین اختلاف در توده‌های نفوذی تا کوارتز دیوریتی مشاهده شده است و از سوی دیگر غنی‌شدگی کانی‌سازی در واحدهای سنگی و براساس داده‌ها نیز در سنگهای تونالیتی تا کوارتز دیوریتی موجود است.

ضرایب کانی‌سازی که شامل ضریب غنی‌شدگی، پراکندگی، عقیم‌شدگی و کانساری است، بیانگر چگونگی توزیع فلزها در مناطق مختلف کانی‌سازی است، به شرط آنکه نمونه برداری منظم باشد. با ارزیابی این ضرایب می‌توان به چگونگی رفتار آماری توزیع فلزها در محیطهای مختلف از نظر عوامل ساختاری، شیمیایی و غیره دست یافت. در کانسار مس باغ خشک، مس کل منطقه دارای ضریب کانی‌سازی پراکنده تا غنی شده در عمق است و بیشترین تمرکز را می‌توان در ناحیه مرکزی با ضریب کانی

## ۸- حفاری

حفاری اکتشافی در کانسار باغ خشک شامل ۳ ترانشه و ۶ گمانه است. سه گمانه (K1, K2, K4) به همراه سه ترانشه در بخش مرکزی و دو گمانه در بخش جنوبی (K3, K6) و یک گمانه در بخش شمالی (K5) حفر شده است (Nedimovic & Khadem 1971).

با توجه به ترانشه و داده‌های حاصل از تجزیه مغزه‌های حفاری می‌توان گفت که در محدوده تأثیر گمانه‌ها تا اعماق ۲۰۰ متری، ناحیه شمالی دارای سنگهای آتشفشانی ائوسن دگرگون شده به همراه شکافها و شکستگیهای فراوان که تا عمق ۶ متری هواز دگی، اکسید شدگی و لیمونیتی شدن در آن موجود است و از این عمق به بعد، دگرسانی بیوتیتی، کلریتی، کربناتی و سیلیسی به همراه کانیهای فلزی کلکوپیریت و مولیبدنیت دیده می‌شود. پیریتی شدن در گمانه از سطح به عمق زیادتر شده است. در گمانه K5 میانگین مس ۰/۰۲ درصد است. بر حسب هیستوگرام عددی و نیمه لگاریتمی مس، توزیع آن تقریباً لوگ نرمال متمایل به نرمال است و بر پایه نمودار نسبت تغییرات عیار مس به عمق، روند منفی را می‌توان برای مس مشاهده کرد (نمودار ۴- الف).

در ناحیه مرکزی تا انتهای گمانه K4 و K1 توده‌های تونالیتی موجود است که در بعضی نقاط در گمانه K1، این توده‌ها توسط قطعات آندزیتی قطع شده‌اند. در گمانه K2 توده‌های تونالیتی تا اعماق ۱۴۱ متری وجود دارند و از آن به بعد، آندزیت‌های دگرسان شده با چند قطعه سنگ تونالیتی همراهند. دگرسانی در این بخش، حداکثر تا عمق ۲۱ متری شامل هواز دگی، اکسید شدگی و آرژیلیکی شدن است و پس از آن فقط دگرسانی آرژیلیکی مشاهده می‌گردد. کانی‌زایی شامل پیریت، کلکوپیریت و مولیبدنیت با مقادیر کم مس طبیعی است. در گمانه K1 تمرکز مس تقریباً یکنواخت و دارای میانگین ۰/۳۶ درصد است. توزیع فلز مس به علت وجود تغییرات اندک مقادیر آن، توزیع نرمال دارد و روند تغییرات مس، منفی است که وجود قطعات بزرگ آندزیتی می‌تواند این روند منفی را توجیه کند (نمودار ۴- ب). در گمانه K2 میانگین مس ۰/۲۲ درصد است که توزیع آن در این گمانه متمایل به لوگ نرمال و احتمالاً به دلیل وجود عیار بالای رگچه‌های تونالیتی در سنگهای آندزیتی است (نمودار ۴- ج). در گمانه K4 میانگین مس ۰/۲۷ درصد است و مس یک توزیع کاملاً نرمال را نشان می‌دهد. عیار مس با افزایش عمق تقریباً روند ثابتی را دارد (نمودار ۴- د).

در ناحیه جنوبی، سنگهای آندزیتی در طول گمانه‌ها موجود است، البته این سنگها در گمانه K6 تا عمق ۸۰ متری توسط رگه‌های نفوذی قطع شده‌اند. در این گمانه‌ها حداکثر تا عمق ۲۰ متری هواز دگی و لیمونیتی شدن وجود دارد و از آن پس، دگرسانی آرژیلیکی، پیریتی و بیوتیتی شدن همراه با کانیهای فلزی مس، مولیبدن، پیریت و کلکوپیریت وجود دارد. در گمانه

K3 میانگین مس ۰/۲۱ درصد است و عیار مس با افزایش عمق کاهش می‌یابد (نمودار ۴- ه). در گمانه K6 میانگین مس ۰/۳۹ درصد است. توزیع مس در این گمانه متمایل به توزیع نرمال است و عیار مس در آن با افزایش عمق زیاد شده است که احتمالاً به دلیل وجود توده ورگه‌های نفوذی در این گمانه می‌باشد (نمودار ۴- و).

## ۹- تشکیل کانسار و برآورد ذخیره

مدل سازی را می‌توان روشن سازی، کل نگری و سهولت بخشی برای شناخت رخدادهایی دانست که دارای ویژگیهای مشترک می‌باشند و مدل سازی دارای دو زیر مجموعه توصیفی و ژنتیکی است. مدل توصیفی از یک سو بر اساس ویژگیهای محیط پیدایش یک کانسار شاخص و از سوی دیگر بر اساس ویژگیهای توصیفی کانسار مورد بررسی تنظیم می‌شود (حسنی پاک ۱۳۷۹). بر اساس مشاهدات در باغ خشک و مقایسه با تیپ کانسارهای مشابه آن (جدول ۱) می‌توان گفت کانسار مس باغ خشک یک کانسار مس پورفیری است. در مدل ژنتیکی با توجه به مطالعات کانه نگاری، سنگ نگاری و مدل ژنتیکی روتیه، کانسار از نظر مکان و زایش احتمالی دارای منشأ اپی ژنتیک است.

ذخیره کل کانسار ۲۴ میلیون تن با عیار میانگین ۰/۲۷ درصد گزارش شده است (Nedimovic & Khadem 1971) به طوری که عیار بیشینه در منطقه، ۱/۰۶ و عیار کمینه ۰/۰۳ درصد است. در حال حاضر ذخیره ممکن بخشی کوچکی از بی‌هنجاری مرکزی با عیار میانگین ۰/۳ درصد و عیار حد ۰/۲۵ درصد، حدود ۳ میلیون تن برآورد شده است.

## بحث و نتیجه گیری

۱- سنگهای کانسار باغ خشک از نوع آذرین نیمه عمیق تا عمیق هستند که در سنگهای آذرین خروجی و آذرآواری ائوسن نفوذ کرده و برخی از آنها را تا حد هورنفلس دگرگون کرده‌اند. سنگهای آتشفشانی و آذرآواری از نوع توف، ریولیت، آندزیت، آندزیت بازالت و بازالت هستند و سنگهای نفوذی از نوع گرانودیوریت، تونالیت، کوارتز دیوریت پورفیری، دیوریت، گابرو دیوریت پورفیری و دولریت است.

۲- روند اصلی درزه‌های کانسار، شمال خاور - جنوب باختر است و هماهنگ با روند گسلهای محلی است. روند توده‌های فرعی و نفوذی منطقه شمال باختر - جنوب خاور منطبق با زون ساختاری ارومیه - دختر است.

۳- در کانسار، سطح اکسایش به طور میانگین ۲۰ متر عمق دارد و افزون بر سطح اکسید شده، دگرسانیهای پتاسیک، فلیک، آرژیلیک و پروپلیتیک و به مقدار کمتری آلونیتی، آلبیتی و سیلیسی موجود است که از آنها، دگرسانی آرژیلیکی وسعت بیشتری را در منطقه در بر می‌گیرد.

کانساری موجود است. بنابراین با توجه به بررسی‌های ژئوشیمیایی، می‌توان بیشترین بی‌هنجاری مس را به توده‌های تونالیتی بخش مرکزی نسبت داد.

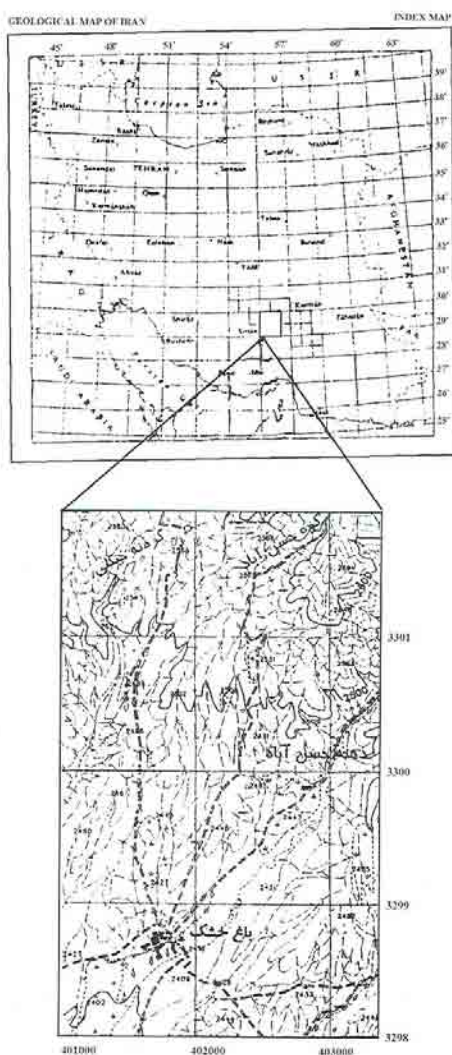
۶- برپایه مدل توصیفی و مقایسه داده‌ها کانسار مس باغ خشک تیپ یک کانسار مس پورفیری دارای منشاء اپی ژنتیک است. مس در سطح کانسار دارای عیار بیشینه ۰/۶ درصد و عیار کمینه ۰/۰۳ درصد است و ذخیره ممکن بخشی از بی‌هنجاری کانسار مس باغ خشک با عیار میانگین ۳/۰ درصد و عیار حد ۰/۲۵ درصد، حدود ۳ میلیون تن برآورده شده است.

### تشکر و قدردانی

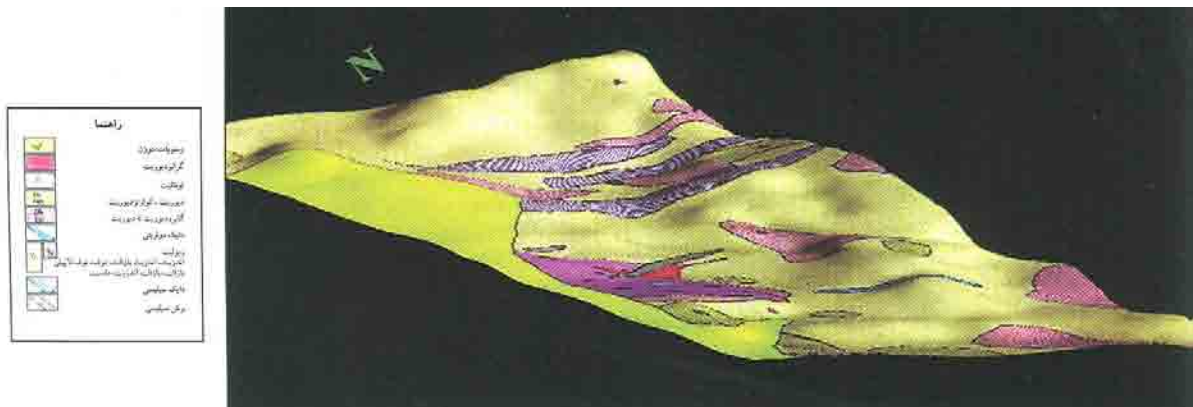
از واحد اکتشافات شرکت ملی صنایع مس ایران و امور تحقیقات و مطالعات مجتمع مس سرچشمه خصوصاً از سرکار خانم مهندس پرتوآذر که در این پروژه ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر به عمل می‌آید

۴- کانیهای سولفیدی به علت اکسایش گسترده، اندک هستند و به دو صورت پرکننده درزه‌ها و افشان دیده می‌شوند. پاراژنز کانسار شامل پیریت، کلکوپیریت، بورنیت، مگنتیت، هماتیت (مارتیت)، کولیت و کلکوسیت، کوپریت و تنوریت، مس طبیعی، مالاکیت و آزوریت و لیمونیت است.

۵- توزیع مس در سطح کانسار توزیعی لوگ نرمال و تمایل شدید به حالت نرمال دارد و در قسمتهای زیر سطحی توزیع تقریباً نرمال، به خصوص در بخش مرکزی دیده می‌شود. بیشترین توزیع مس کانسار در توده‌های تونالیتی تا گرانودیوریتی (ناحیه مرکزی) است. ضرایب کانی سازی کل کانسار به صورت پراکنده تا غنی شده در سطح می باشد و در قسمتهای عمقی بی‌هنجاری مرکزی، ضریب کانی سازی غنی شده تا

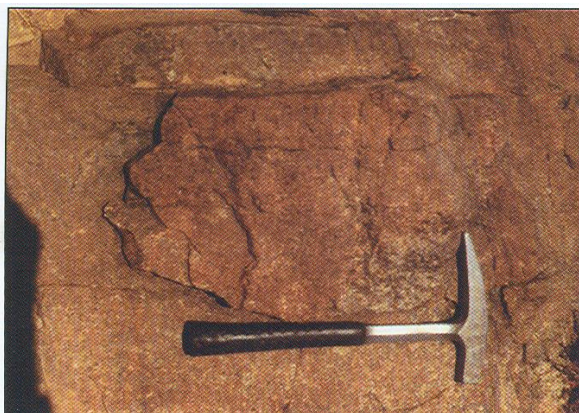


شکل ۱- موقعیت کانسار مس باغ خشک  
(بخشی از نقشه توپوگرافی باغ خشک ۱:۲۵۰۰۰)



شکل ۲- تصویر زمین‌شناسی کانسار مس باغ خشک (حسنی پاک ۱۳۷۷)

مقیاس تقریبی ۱ : ۵۵۰۰۰



شکل ۳- ب) آندزیت در باختر کانسار



شکل ۳- الف) توف اسیدی، دید به سمت جنوب خاور



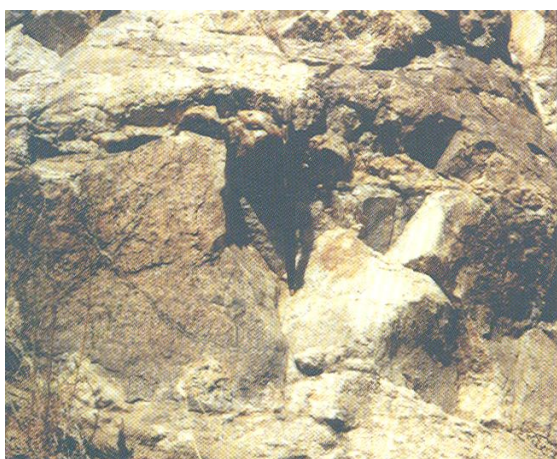
شکل ۳- ج) نمایی ازدوزبانه ریولیت به همراه توف دربین آنها در بخش شمالی کانسار، دید به سمت شمال باختر



شکل ۳-د) دایک بازالت دربخش شمالی کانسار دید به سمت شمال خاور



شکل ۳-ه) گرانودیوریت، دید به سمت شمال خاور



شکل ۳-و) نمای ازتونالیت دربخش باختری دید به سمت خاور



شکل ۳-ز) کوارتز دیوریت، دید به سمت شمال باختر



شکل ۳-ط) رسوبات نوژن با درختهای بادام پراکنده دید به سمت باختر



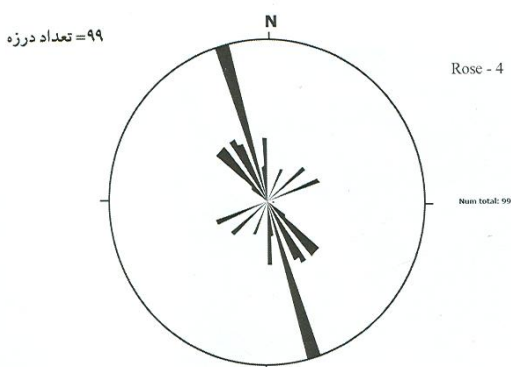
شکل ۳-ح) گنبددیوریتی، دید به سمت شمال خاور



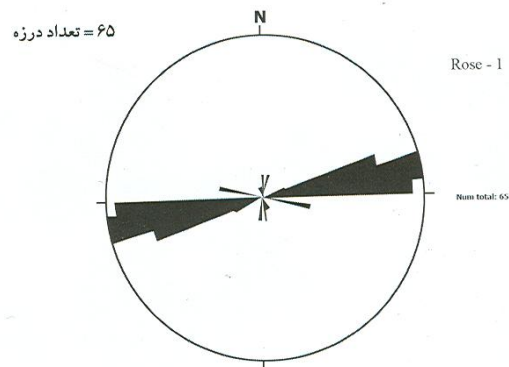
شکل ۳-ک) دایک سیلیسی، دید به سمت شمال خاور



شکل ۳-ی) پرش سیلیسی، دید به سمت خاور

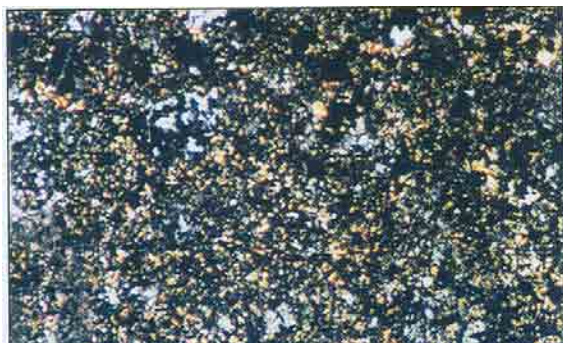


نمودار ۱-ب) نمودار گل سرخی ایستگاه چهارم (باختر کانسار) باروند شمال باختر - جنوب خاور (فرعی)



نمودار ۱-الف) نمودار گل سرخی ایستگاه اول (شمال خاور کانسار) باروند شمال خاور - جنوب باختر (اصلی)

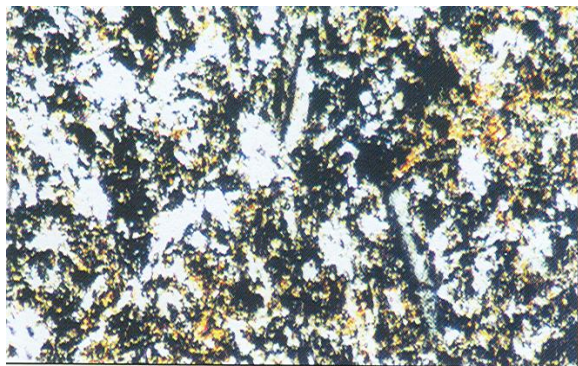
نمودار ۱) نمودار گل سرخی درزه‌های کانسار باغ خشک



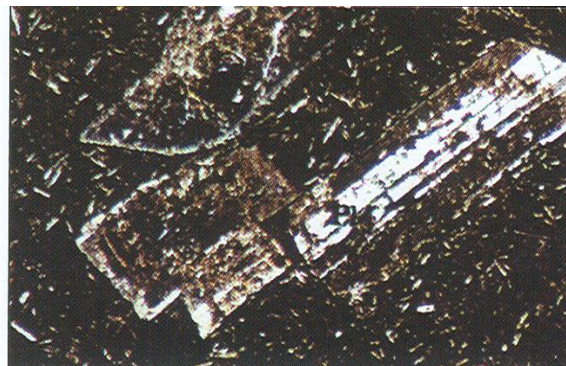
شکل ۵-الف) ویتریک توف که در آن فنوکریست کوارتز، کانی فرعی تیره و کوارتزهای ثانوی به همراه پرشدگی حفره‌ها توسط کوارتز موجود است (۵۰× نور پلاریزه)



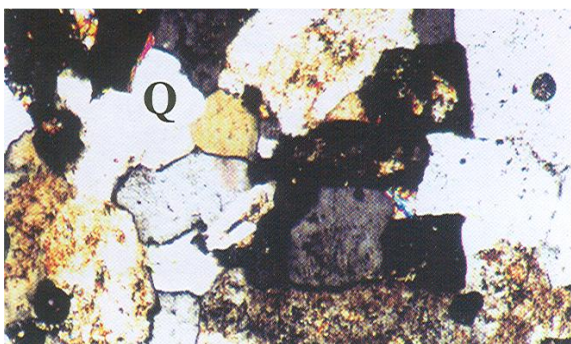
شکل ۴- درزه‌های متقاطع در توانالیت، دید به سمت شمال باختر



شکل ۵-ج) خمیره بازال متشکل از میکروکلینهای پلاژیوکلاز، کانیهای تیره و کانیهای مافیک که دچار دگرسانی سریستی شده اند. (۵۰× نور پلاریزه)



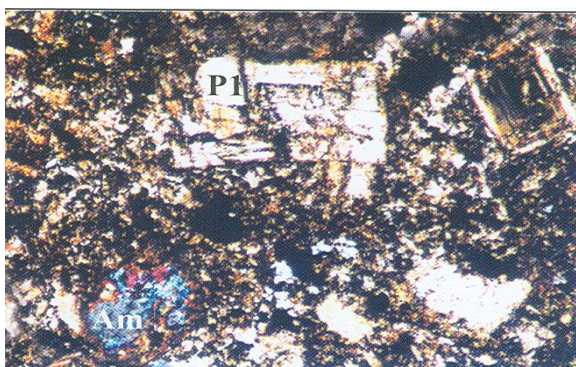
شکل ۵-ب) آندزیت دگرسان شده با بافت پورفیریک با خمیره هیالوبیلیتیک و فنوکریست پلاژیوکلاز در خمیره‌ای شیشه‌ای و سوزنهای پلاژیوکلاز (۵۰× نور پلاریزه)



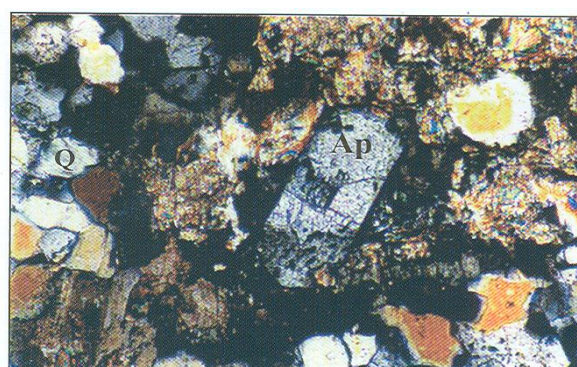
شکل ۵-ه) فنوکریست فلدسپات قلیایی، کوارتز و پلاژیوکلاز در گرانودیوریت پلاژیوکلازها به سریست دگرسان شده‌اند (۵۰× نور پلاریزه)



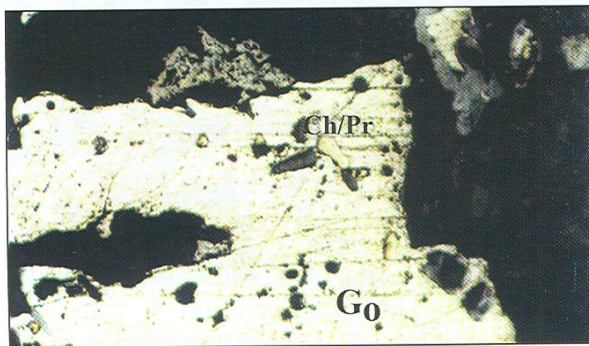
شکل ۵-د) ریولیت اسفرولیتی با مجموعه‌ای از فلدسپار قلیایی و کوارتز ثانوی با دگرسانی سیلیسی و به مقدار کم دگرسانی سریستی (۵۰× نور پلاریزه)



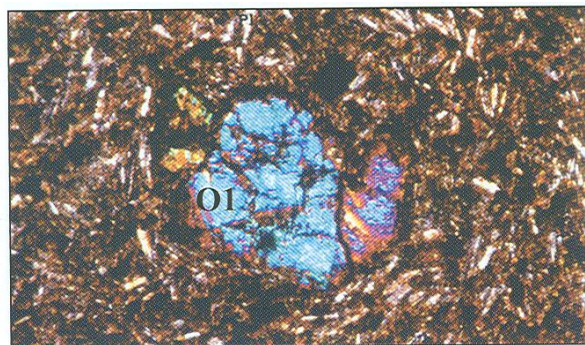
شکل ۵-ز) دیوریت پورفیری به همراه فنوکریست پلاژیوکلاز با زون‌بندی نوسانی، آمفیبول و کانی تیره با دگرسانی کائولینیتی. (۵۰× نور پلاریزه) به همراه فنوکریست اولیون در خمیره‌ای



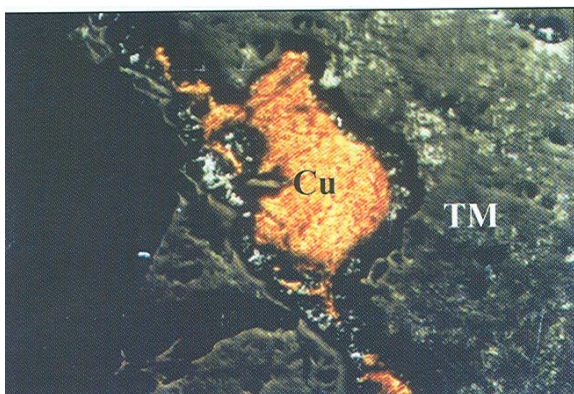
شکل ۵-و) تونالیت با بافت دانه‌ای و دارای پلاژیوکلاز با دگرسانی سریستی شدید، کوارتزهای نیمه شکل‌دار و آپاتیت (۱۰۰× نور پلاریزه).



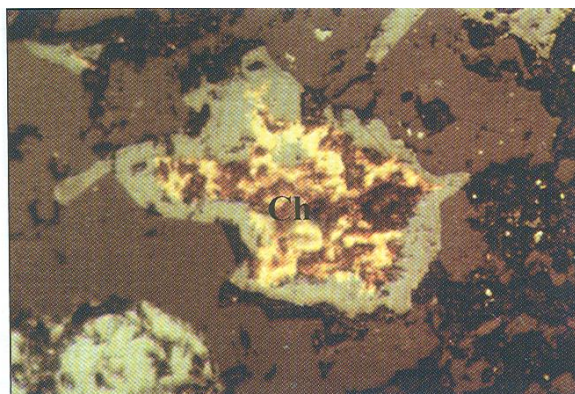
شکل ۶- الف) قطع شدگی پیریت توسط کلکوپیریت



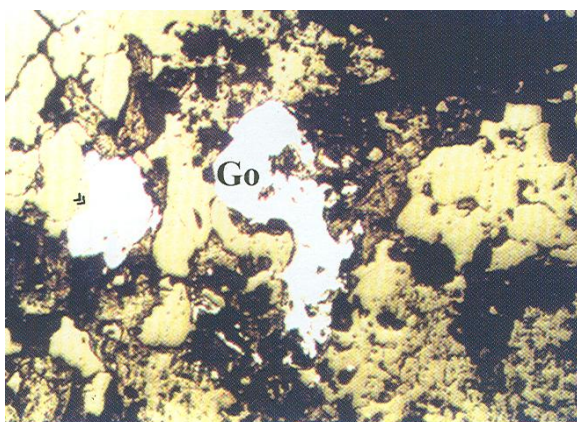
شکل ۵- ح) بافت پورفیری با خمیره هیالوپیلیتیک در اولیون گابرو دیوریت پورفیری، به همراه فنو کریست اولیون در خمیره‌ای از پلاژیو کلازهای دانه و شیشه. اولیون از حاشیه به اکسید آهن و به مقدار جزئی به کلریت تبدیل شده است. (۵۰× نورپلاریزه)



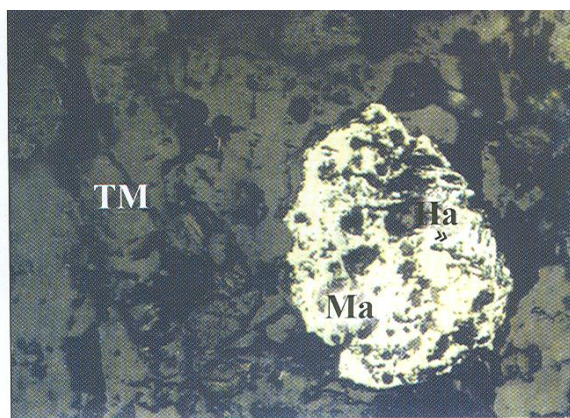
شکل ۶- ح) مس طبیعی با حاشیه‌های کوپریت



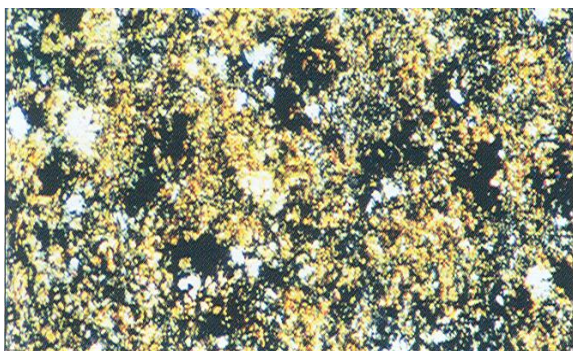
شکل ۶- ب) کلکوپیریت به طور مستقل



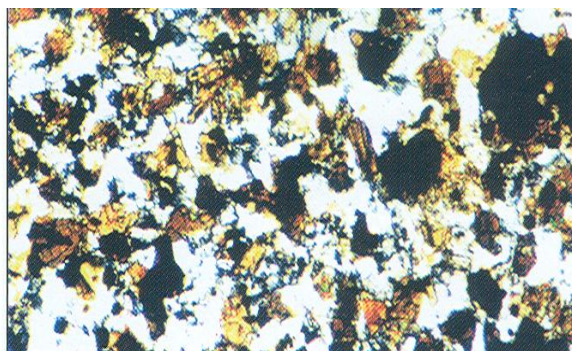
شکل ۶- ه) جانشینی گوتیت به جای پیریت



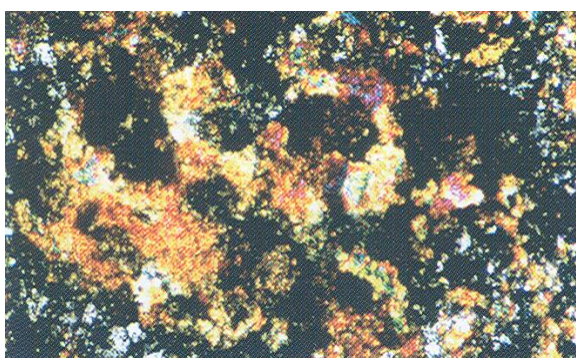
شکل ۶- د) جانشینی هماتیت به جای مگنتیت (مارتیتی شدن)



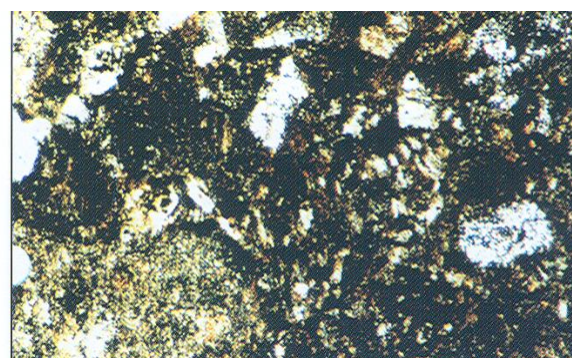
شکل ۷-ب) دگرسانی سریسیتی شدید



شکل ۷-الف) بیوتیت و فلدسپار قلیایی ثانوی با دگرسانی پتاسیک در



دیوریت پورفیری تا گابرو دیوریت پورفیری



شکل ۷-ج) پلاژیوکلاز و پرشدگی حفره‌ها با کوارتز در کریستال لیتیک

توف با دگرسانی اپیدوتی

توف با دگرسانی کائولینیتی

شکل ۷-د) آمفیبول، کلریت، اپیدوت ثانوی و کوارتز در کریستال لیتیک

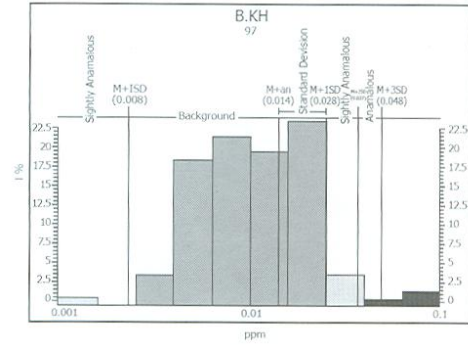
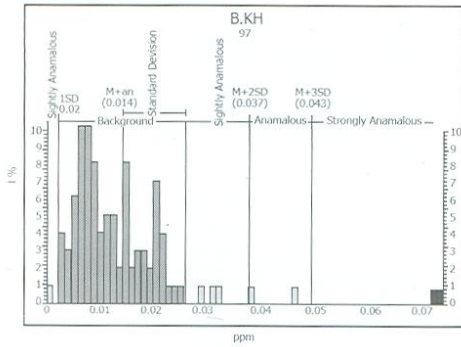
توف با دگرسانی اپیدوتی

توف با دگرسانی کائولینیتی

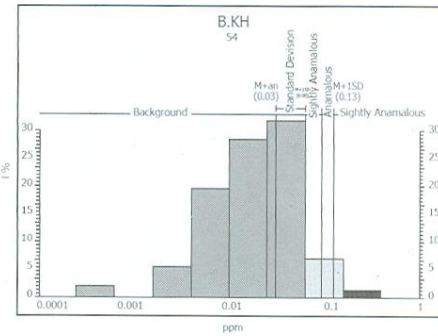
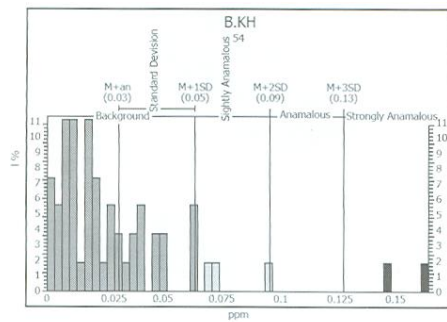
شکل ۷-د) آمفیبول، کلریت، اپیدوت ثانوی و کوارتز در کریستال لیتیک



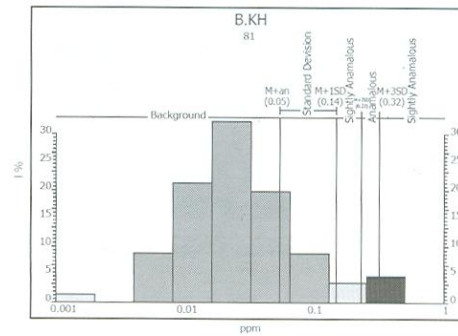
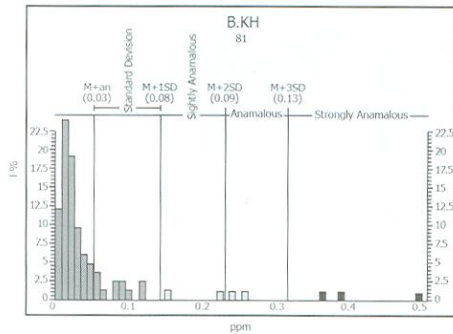
شکل ۸- دگرسانی آرژیلیکی در باختر کانسار



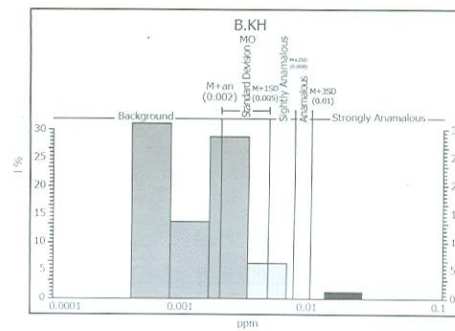
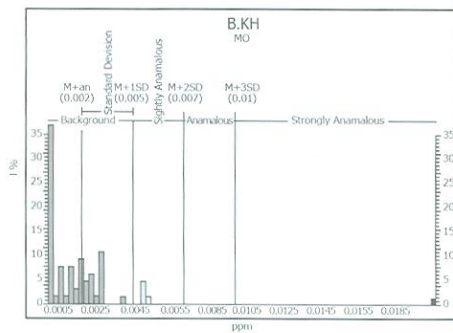
نمودار ۲- الف) هیستوگرام فراوانی عنصر مس در بخش شمالی



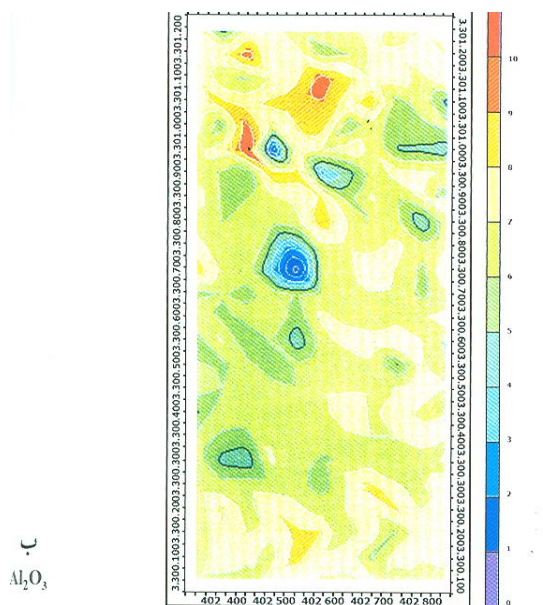
نمودار ۲- ب) هیستوگرام فراوانی عنصر مس در بخش مرکزی



نمودار ۲- ج) هیستوگرام فراوانی عنصر مس در بخش جنوبی

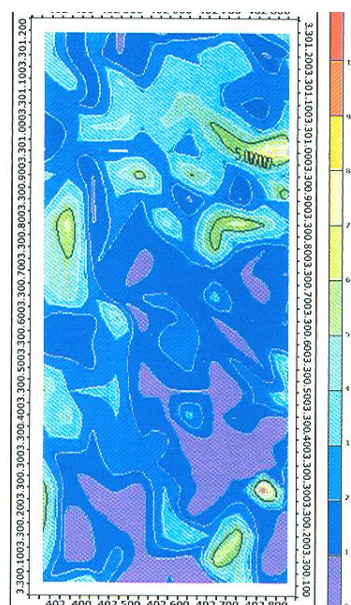


نمودار ۳- هیستوگرام فراوانی مولبدن کل کانسار



Max

Min

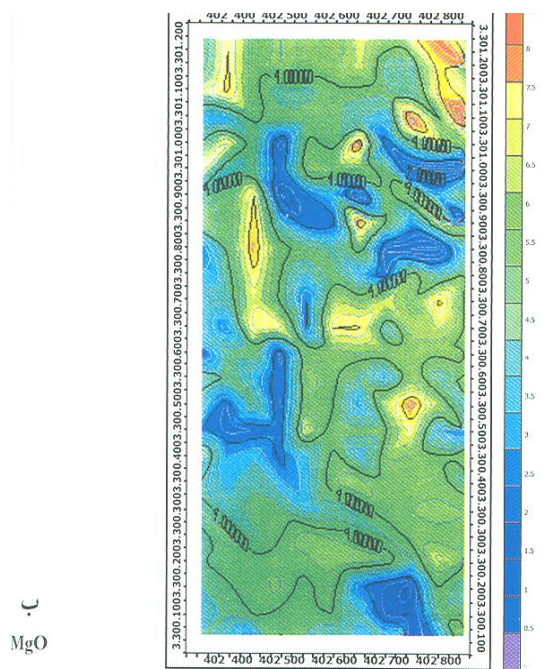


الف  
K<sub>2</sub>O

نقشه ۱-ب) نقشه اکسید آلومینیم

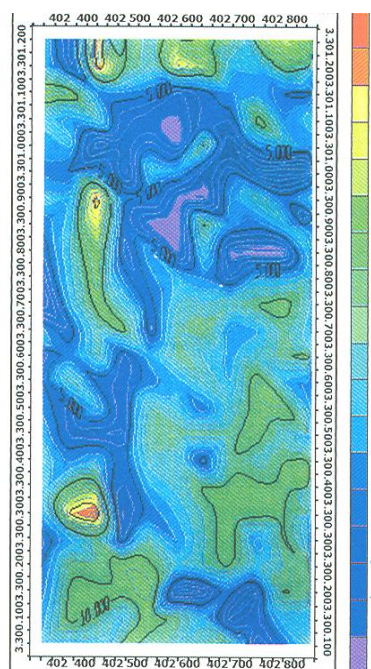
نقشه ۱-الف) نقشه اکسید پتاسیم

نقشه ۱- نقشه‌های هم‌عیار اکسیدهای اصلی کانسار باغ خشک (شعبان ۱۳۸۱) مقیاس: ۱:۱۰/۰۰۰۰



Max

Min

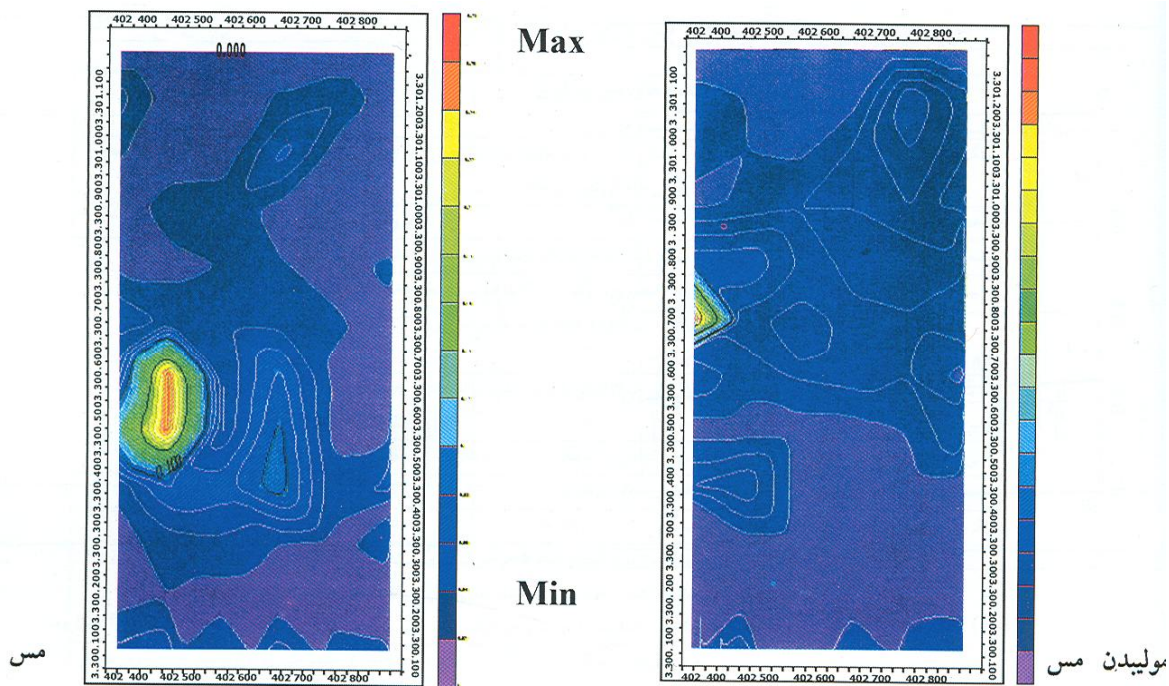


الف  
CaO

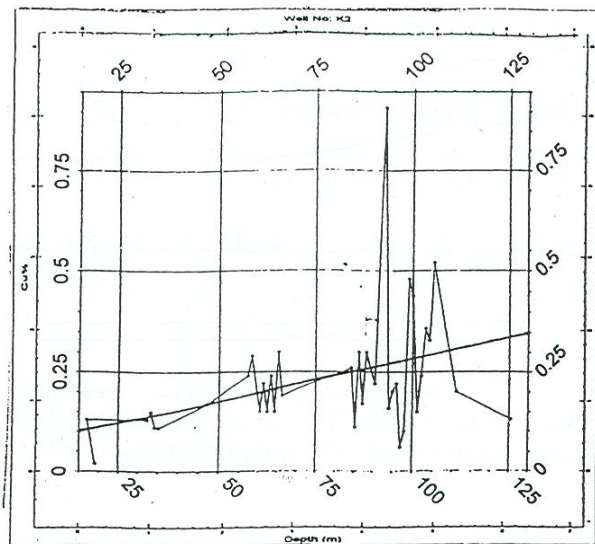
نقشه ۱-د) نقشه اکسید منیزیم

نقشه ۱-ج) نقشه اکسید کلسیم

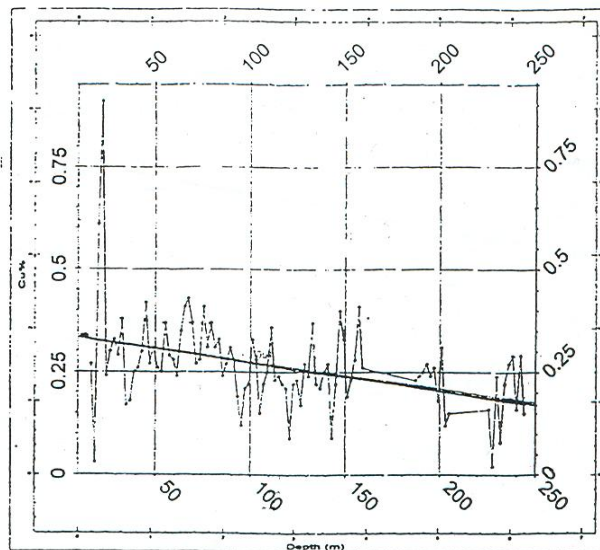
مقیاس ۱:۱۰/۰۰۰



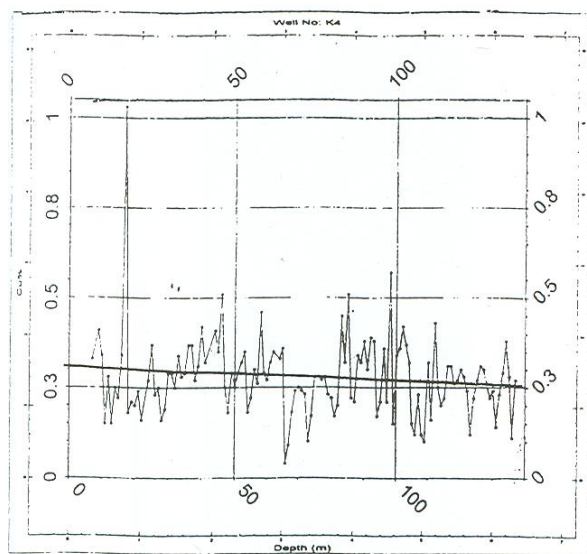
نقشه ۲- نقشه‌های هم‌عیار مولیبدن و مس کانسار مس باغ خشک (ماخذ، شماره ۲) مقیاس ۱:۱۰/۰۰۰



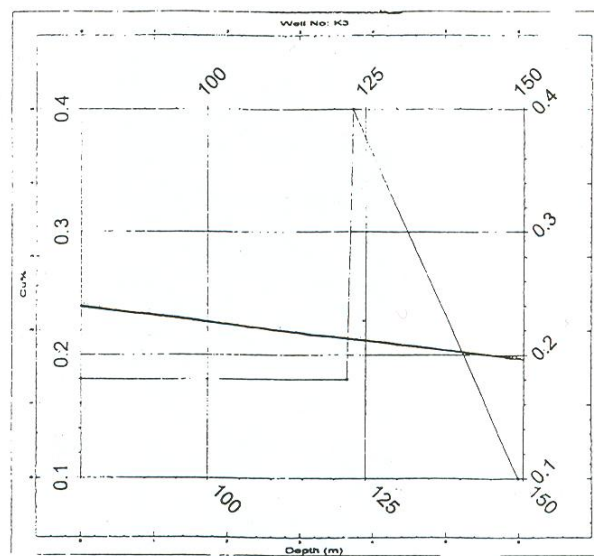
نمودار ۴-ب) گمانه شماره ۲ (K2)



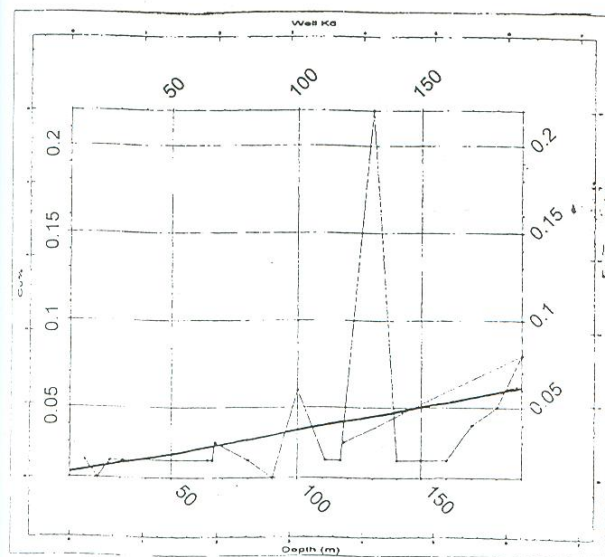
نمودار ۴-الف) گمانه شماره ۱ (K1)



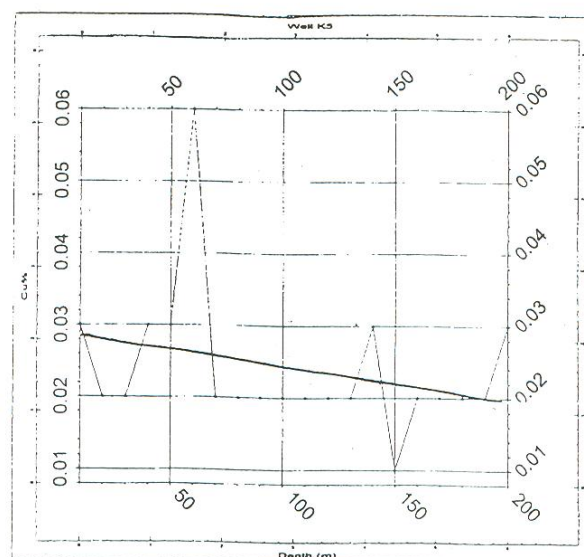
نمودار ۴-د) گمانه شماره ۴ (K4)



نمودار ۴-ج) گمانه شماره ۳ (K3)



نمودار ۴-و) گمانه شماره ۶ (K6)



نمودار ۴-ه) گمانه شماره ۵ (K5)

نمودار ۴- نسبت تغییرات عیار مس به عمق در کانسار مس باغ خشک

جدول ۱- مدل توصیفی کانسارهای مس پورفیری (حسینی پاک، ۱۳۷۹) و مقایسه آن با کانسار مس باغ خشک

عنوان	مشخصه کانسارهای مس پورفیری	مشخصه کانسار مس باغ خشک
سنگهای درونگیر	پورفیری تونالیتی تا مونزونیتی یا سینیتی که به درون سنگهای دیگری از قبیل سنگهای گرانیتی، آتشفشانی، رسوبی- آهکی نفوذ کرده‌اند.	پورفیری تونالیتی تا گرانودیوریتی در سنگهای آذرآواری
ساخت و بافت	پورفیری	پورفیری
دامنه سن	سنوزویک و مزوزویک، اما ممکن است در هر دوره‌ای یافت شود.	سنوزویک
محیط تشکیل	بخش بالایی توده‌های نفوذی که با مجموعه دایک و دودکها هم سن بوده و در آنها سنگهای فراوانی یافت می‌شود و همچنین در بخش بالایی گنبد‌های باتولیتی نیز تشکیل می‌شود.	بخش بالایی توده‌های نفوذی که با مجموعه دایک و دودکهای برشی همراه است.
خاستگاه زمین‌ساختی	مناطق کافتی همراه با آتشفشانی تپ جزایر کمائی یا تپ آندی در امتداد مرز صفحات همگرا	هماهنگ با دو کانسار مس سرچشمه و دره زار منطبق با مناطق کافتی درون کمائی
کانی‌شناسی	کالکوپیریت، پیریت، مولیبدنیت با کالکوپیریت، مگنتیت، بونیت، طلا	مگنتیت، پیریت، کالکوپیریت، بونیت، مولیبدنیت
ساخت و بافت	رگچه‌های استوک ورک و دانه‌های سولفیدی افشان	رگچه‌های استوک ورک و دانه‌های سولفیدی افشان
دگرسانی	سدیک-کلسیک، پتاسیک، فلیک، آرژلیک و پتاسیک	پتاسیک، فلیک، آرژلیک و پروپلیتیک
هوازگی	کربنات‌ها سیلیکات‌ها در رخنمون‌های هوازده یا شستشو شده ظاهر می‌شوند و مس شسته شده به پایین حرکت می‌کند و رخنمون‌های تهی شده مس باقی می‌ماند و سپس شکاف‌های رخنمون‌ها با هماتیت و لیمونیت پر می‌شوند.	کاملاً با شرایط هوازگی کانسار مس پورفیری مطابقت دارد.
راهنمای ژئوشیمیایی	بی‌هنجاری عنصر مس و مولیبدن در بخش مرکزی هاله دگرسانی، روی، منگنز، نقره، سرب، کادمیم و بیسموت در بخش خارجی هاله دگرسانی	بی‌هنجاری عنصر مس در اول و سپس مولیبدن در بخش دگرسانی و آرژلیک
راهنمای ژئوفیزیکی	بی‌هنجاری‌های ایجاد شده در روشهای مغناطیسی، پتانسیل خودزا و گرانی سنجی	بی‌هنجاری در روشهای مغناطیسی و پتانسیل خودزا نشان داده شده است.
محصول فرعی	طلا $r = -0.49$ مولیبدن $r = -0.45$	طلا به علت نداشتن آنالیز $r = ?$ مولیبدن $r = -0.03$
کانسارهای وابسته	فلزهای پایه اسکارن، اپی ترمال رگه‌ای، چندفلزی جانشینی با میزبان آتشفشانی	ناشناخته

### کتابنگاری

- حسینی پاک، ع.، شجاعت، ب.، ۱۳۷۹- مدل سازی کانسارهای فلزی- غیرفلزی و کاربرد و اکتشافات آن، انتشارات دانشگاه تهران، ص. ۲۰- ۱۱۷-۱۱۳.
- حسینی پاک، ع.، ۱۳۷۷- اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران، ص. ۲۵۵-۱۹۹ و ۳۱۸۳۲۳.
- خاکزاد، ا.، ۱۳۷۲- بررسی ذخایر کانسارهای مس منطقه کرمان، شرکت ملی صنایع مس ایران، امور اکتشافات، ۸۰ صفحه.
- زانوقی، ح.، ۱۳۷۵- بررسی ارتباط کانه زایی و تکنونیک در شمال خاور پاریز (شمال خاور سیرجان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ص. پیوست.
- شعبان، ش.، ۱۳۸۱- بررسی زمین‌شناسی اقتصادی کانسار مس باغ خشک (شمال خاور سیرجان)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، ۲۳۷ صفحه.
- کریم پور، ا.، ۱۳۷۴- پترولوژی سنگهای آذرین و کانسارهای ماگمایی، انتشارات دانشگاه مشهد، ص. ۲۶۶-۲۸۲.

### References

- Khadem, N., Nedimovic, R., 1973- Exploration for ore deposits in Kerman, Report Yu 153, Iran, 148 p.
- Khadem, N., Nedimovic, R., 1971- Copper mineral occurrences report on exploration Bagh Khoshk, Report Yu 26, Iran, 16 P.

\* دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم

\*Department of Geology, Faculty of Sciences, Islamic Azad University, North Tehran Branch