

ژئوشیمی، خاستگاه و پتانسیل طلا در منطقه اکتشافی کوه زر تربت حیدریه

نویسنده: دکتر محمد حسن کریم پور* و علی رضا مظلومی**

Geochemistry, genesis, and gold potential in Kuh-e-zar prospecting area, Torbate Heydariyeh

By: Dr. M.H., Karimpour* and A.R., Mazloomi**

Abstract

Kuh-e-zar gold prospecting area is situated about 41 km. west of Torbate-Heydariyeh and 5 km. south of Fadiheh village.

Rhyolitic and andesitic pyroclastic and lava flows (Eocene) are widespread all over in the area. Granite, quartzmonzonite and granodiorite bodies are exposed in the northern part of the area.

Mineralization is being controlled by the faults and faults intersections. Faults are trending $N70^{\circ} E$ to NS and the second series $N40^{\circ} W$. They are very steep (70° - 90°) and the width of mineralized faults are varies between 0.5 to 40 m. Twelve mineralized faults are recognized.

Two types of mineralization are present:

- 1) Quartz, hematite (specularite), and gold. More than 90% of the area are of this type.
- 2) Quartz, chalcopyrite, hematite, and gold. This type is present near or within the intrusive rocks.

Chloritization and silicification are abundant, but, minor potassic and argillic alteration are present, as well. The average gold grade is between 3-6 ppm and ore reserve is estimated more than 5 million tons. Magmatic solution, rich in gold and some copper, but highly oxidizing and low in sulfur, are present. These are originated from the intrusive rocks, partly being exposed in the northern part that deposited gold and copper within the faults. This is due to drop of temperature and increasing oxygen fugacity.

چکیده

کوه زر در 41 کیلومتری باختر تربت حیدریه و 5 کیلومتری جنوب روستای قدیه واقع شده است. انواع توفهای مختلف اسید تا حد واسط (ترشپاری زیرین) در منطقه رخنمون دارند. توده‌های نفوذی با ترکیب کوارتز مونزونیت، گرانودیوریت و گرانیت در بخش شمالی منطقه رخنمون دارد.

آثار فعالیت معدنکاری قدیمی در منطقه شامل تونل‌ها، سرباره و سایر موارد مشاهده می‌شود. کانی‌سازی توسط زون‌های گسلی کنترل شده است. تا کنون بیش از 12 زون کانی‌سازی طلا در منطقه کشف شده است. پاراژنز غالباً شامل کوارتز، هماتیت (اسپیکولاریت) و طلا و به‌طور محدود کوارتز، هماتیت، کالکوپریت و طلا است. آلتراسیون غالب شامل کلریتی، سیلیسی و به‌طور محدود پتاسیک و آرزلیک می‌باشد.

متوسط عیار طلا حدود 3 تا 6 گرم در تن و ذخیره سنگ معدن بیش از 5 میلیون تن برآورد می‌شود. عیار مس در زون‌های کانی‌سازی واقع بر توده نفوذی و مجاور آنها 2 تا 1/11 درصد است.

خاستگاه Au، Ag و Cu و سایر عناصر از توده‌های نفوذی بوده است. کانی‌سازی طلا و مس از محلولی ماگمایی که سولفید آن بسیار کم بوده و حالت فوق اکسیدان داشته، تشکیل شده است. کانی‌سازی منطقه کوه زر به لحاظ پاراژنز، آلتراسیون و ابعاد بر سطح جهانی بی‌نظیر است.

گدازه‌ها نیز یافت می‌شوند. توفها غالباً ترکیب ریولیتی تاریخ‌پسینی داشته و گدازه‌ها ترکیب آندزیتی دارند. مراحل فعالیت‌های آتشفشانی را می‌توان براساس ماسه‌سنگ‌های اپی‌کلاستیک مشخص نمود. بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد که حداقل سه مرحله فعالیت آتشفشانی در منطقه رخ داده است. برپایه وجود یک لایه سنگ‌آهک نومولیتی که در بین سنگ‌های آتشفشانی یافت می‌شود، می‌توان گفت، بخشی از فعالیت‌های آتشفشانی در ائوسن رخ داده است.

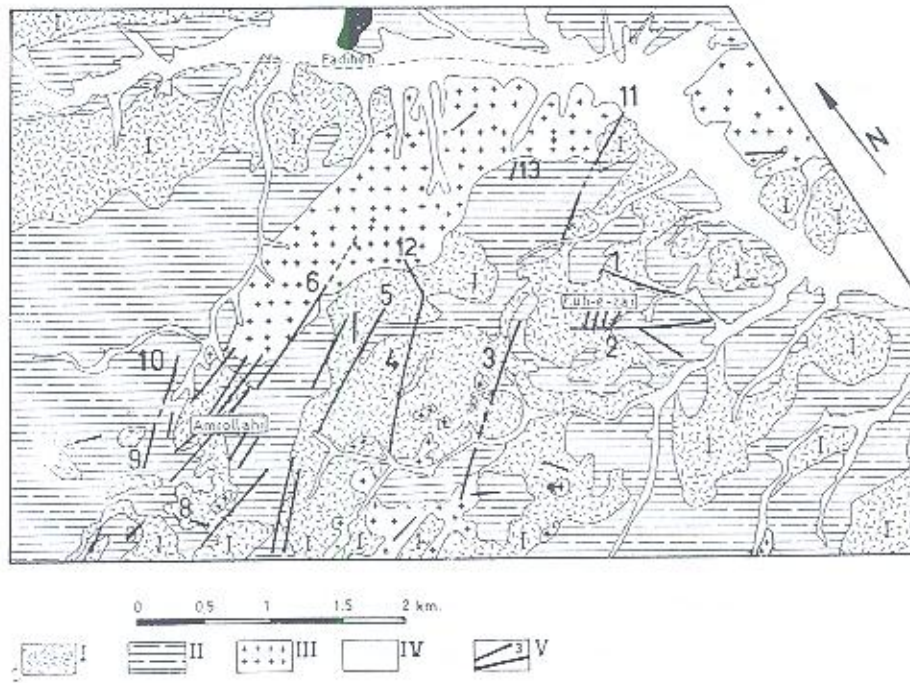
توده‌های نفوذی (الیگو-میوسن) بیشتر در بخش شمالی منطقه رخنمون دارند و بر سایر نقاط رخنمون‌های محدودی دیده می‌شود (شکل ۱). توده‌های شمالی شامل آلکالی کوارتز، بیوتیت گرانیت و هورنبلند کوارتز مونزونیت است. این توده‌ها در بعضی مناطق پشدت خرد شده‌اند و بر آن رگچه‌های کوارتز، کالکوپهریت، پیریت، و هماتیت و یا کوارتز، هماتیت و کلریت یافت می‌شوند. براساس بررسی‌های انجام شده ترکیب کانی‌شناسی این توده‌ها از نوع گرانیت‌های I یا سری مگنتیتی تعیین شده‌اند. در اعماق منطقه کوه زر توده‌های نفوذی حضور دارند. که آثار آنها بر سطح به صورت توده‌های کوچکی که آلتزه شده‌اند مشاهده می‌شود.

سوابق کارهای انجام شده شامل معنکاری قدیمی است که آثار آن به صورت تونل‌ها، سرباره و سایر موارد برجای گذاشته شده است. اکتشافات ژئوشیمیایی بر مبنای رسوب‌های روخانه‌ای در محدوده تریب جدید تا شاهرود توسط متخصصین چینی انجام گرفته (اوایل ۱۳۷۰) اما گزارش آنها تاکنون منتشر نشده است. مؤمن‌زاده و همکاران (۷۵-۱۳۷۴) نیز از منطقه دموند برداری کرده‌اند که نتایج آن نیز منتشر نشده است.

این مقاله برپایه مطالعات انجام شده بر قالب طرح اکتشاف طلا که توسط شرکت طلای زمهر انجام شده تدوین گردیده است.

سنگ‌شناسی

بخش بزرگی از منطقه توسط سنگ‌های آتشفشانی اسید تا حد واسط ترشباری زیرین پوشیده شده است (کریم‌پور و مظلومی ۱۳۷۷؛ قائمی، ۱۳۷۷؛ بهروزی، ۱۳۶۶) (شکل ۱). انواع سنگ‌های آنرا آری، به ویژه توف‌های شیشه‌ای، توف جوش‌خورده، توف بلورین، توف سنگی، لاپیلی توف و



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه کوه‌زر (کریم‌پور و مظلومی، ۱۳۷۷-قائمی ۱۳۷۷)

۱- توف‌های اسید- حدواسط، ۲- گدازه‌های آندزیتی، ۳- گرانیت تا کوارتز مونزونیت،

۴- رسوب‌های کوارتز و ۷- گسل‌ها در ارتباط با کانی‌سازی طلا

زونهای کانی‌سازی طلا عبارتند از: (۱) زون علی‌رضا، (۲) کوه زر و غار صالحه، (۳) غار صالحه، (۴) تنگ پیازی، (۵) نارینگ دره، (۶) محمدیگی، (۷) امراللهی، (۸) جنوب کلاته امرالله، (۹) حسین‌آباد، (۱۰) یازه موشی، (۱۱) شمال فرشمی، (۱۲) شاه‌علی، (۱۳) قلعه‌خرد.

کانی‌سازی و پاراژنز

کانی‌سازی در این کانسار، بیشتر توسط گسل‌ها و زون‌های گسلی کنترل شده‌است. تاکنون ۱۲ زون گسلی که در آن کانی‌سازی رخ داده شناسایی گردیده (شکل ۱). که امتداد بیشتر آنها $E 60^{\circ} N$ است. علاوه بر سنگ‌های آتشفشانی، کانی‌سازی در گرانیته‌ها و کوارتز مونوزونیت‌های محصوره شمالی به صورت رگچه‌ای تشکیل شده است.

محلول کانه‌دار در فضای گسل‌ها و فضای بین برش‌ها، به حالت پراکنده، مواد خود را برجای گذاشته‌اند. اشکال مختلف بافت پراکنده از جمله حالت شانهای و لایه‌ای مشاهده می‌شود. پهنای زون‌های کانی‌سازی از ۵ تا ۴۰ متر بر تغییر است. در محل تلاقی گسل‌ها (کوه زر و امراللهی)، پهنای زون کانی‌سازی گسترده‌تر است. طول زون‌های کانی‌سازی بین ۲۰۰ متر تا ۱۵۰۰ متر است (شکل ۱). عمق کانی‌سازی طلا بر پایه بالاترین نقطه کانی‌سازی کوه زر و رخنمون کانی‌سازی طلا در آبراهه و حفره‌های قیمی، بیش از ۱۵۰ متر برآورد می‌شود.

پاراژنز کانی‌سازی منطقه بر اساس مس را می‌توان به نواحی اصلی زیرتقسیم کرد:

۱) هماتیت (اسپیکولاریت)، کوارتز و طلا، ۲) کوارتز، کالکوپیریت، هماتیت و طلا.

غالب کانی‌سازی منطقه از نوع هماتیت، کوارتز و طلاست. در تمامی این مناطق ابتدا کانی هماتیت (اسپیکولاریت)، سپس کوارتز و در مرحله نهایی طلا تشکیل شده است. بلورهای کوارتز از نوع کاملاً شفاف بوده و طول آن کوچکتر از ۱ سانتی‌متر است. طلا به صورت ذرات آزاد و بر روی سطوح بلورهای کوارتز قرار دارد.

کانی‌سازی کوارتز، کالکوپیریت، هماتیت و طلا در توده‌های نفوذی بخش شمالی و زون‌های گسلی مناطق فرشی، شمال محمدیگی، قله‌شاه علی و شمال غار صالحه رخنمون دارد.

به دلیل پائین بودن میزان گوگرد و حالت فوق اکسیدان محلول، در بیشتر منطقه کانی هماتیت (اسپیکولاریت) و به طور محدود کالکوپیریت در نزدیکی توده‌های نفوذی تشکیل شده است. به دلیل محدود بودن سولفید اولیه، زون‌های دارای اکسیدهای آهن ثانویه (گوسان) تشکیل نشده است. کانی‌سازی باریت در بعضی مناطق دیده می‌شود. مطالعات سنجش از دور بالاستفاده از داده‌های رقومی در منطقه کوه زر (طوسی) انجام شده است. توده‌های نفوذی از سنگ‌های آتشفشانی قابل تفکیک‌اند. گسل‌های اصلی را می‌توان به خوبی تشخیص داد. زون‌های کانی‌سازی از سایر مناطق به خوبی قابل تفکیک نیستند، زیرا آلتراسیون آرژیلیک و سربسیته‌یک

منطقه تشکیل نشده است. زون‌های سیلیسی محدود به زون‌های گسلی است (پهنای محدود) و اکسیدهای آهن ثانویه به دلیل پائین بودن سولفید اولیه تشکیل نشده است.

آلتراسیون

سنگ‌های منطقه به طور گسترده تحت تأثیر آلتراسیون پروپلته‌یک و در زون‌های گسلی تحت تأثیر آلتراسیون سیلیسی قرار گرفته‌اند (کریپور و مظلومی، ۱۳۷۷؛ شکل ۲). آلتراسیون سیلیسی با کانی‌سازی همراه بوده و منطبق بر زون‌های گسلی است. سیلیس به صورت کوارتز دانهریز و در حالت خاص به حالت ژاسپروئید بافت می‌شود. غالباً همراه با سیلیس اسپیکولاریت (هماتیت) نیز بافت می‌شود.

آلتراسیون پروپلته‌یک در منطقه گسترش نسبتاً زیادی دارد (شکل ۲). مهمترین کانی شاخص این زون در منطقه، کلریت‌های غنی از آهن است (رپینولیت). کلریت به‌حالت جانشینی آمفیبول، پیروکسن و بیوتیت و به صورت رگچه‌ای با هماتیت و کوارتز یافت می‌شود. توده‌های نفوذی نیز در بعضی نقاط حالت برشی داشته و رگچه‌های آلتراسیون سربسیته‌یک و آرژیلیک بسیار محدود بوده و در نقاطی که کانی‌سازی سولفیدی (پیریت و کالکوپیریت) تشکیل شده است، دیده می‌شوند (شکل ۲).

آلتراسیون پتاسیک به‌طور محدود در توده‌های نفوذی بخش شمالی مشاهده گردیده‌اند (شکل ۲). پائین‌بودن سولفید اولیه مانع از تشکیل زون گوسان و اکسیدهای آهن ثانویه شده است. به طور استثناء در چند نقطه محدود در نزدیکی توده‌های نفوذی اکسیدهای آهن ثانویه تشکیل شده‌اند.

ژئوشیمی

به‌منظور مطالعات ژئوشیمیایی و عیارسنجی، در مرحله مقدماتی بیش از ۶۰۰ نمونه سنگی و رسوب‌های رودخانه‌ای برداشته شده است.

روش نمونه‌برداری از سنگ

ابتدا مقاطعی به فواصل ۲۰، ۴۰، ۶۰ و گاهی ۱۰۰ متر عمود بر امتداد زون‌های کانی‌سازی تعیین شدند. نمونه‌برداری به روش (Channel chip composite) انجام شد. هر نمونه حداکثر ۲ متر پهنای زون کانی‌سازی را پوشش داده که بر امتداد طول مقطع برداشت شد. وزن هر نمونه بیش از ۲ کیلوگرم بوده است. نمونه‌ها، بعد از خردایش در آزمایشگاهی معتبر در خارج از کشور برای چنبن عنصر تجزیه شدند.

(ppm) سایر عناصر بر حسب $Fe_2O_3 = \%$, Au, Pt = ppb

عناصر	غلبرضا	کوه زر	کوه زر	غار صالحه	شاهعلی محمدیگی حسین آباد	کوه زر	غلبرضا	کوه زر
Fe_2O_3	۸۸	۱۱/۱	۲۳/۳	۱۷/۹	۱۹/۴	۳/۴	۱/۶	
Au	۲۱۷۲	۳۵۰۹	۹۸۳۵	۱۲۶۵۴	۶۷۵۶	۹۶۱۹	۵۰۴۹	
Cu	۴۶	۲۰	>۸۰۰۰	>۸۰۰۰	۱۵۱	۱۲۵	۸۹۲	
Ag	۱۲/۲	۱/۷	۴۱/۷	۲۷۳/۳	۱۱	۲۰/۲	۰/۹	
Pb	۳۶۱	۶۶	۳۲۷۴	۶۰۰۰	۳۷۴	۳۳۰	۳۶۵	
Zn	۷۵	۴۲۹	۲۰۰۸	۳۶۰۲	۴۶۱	۹۴۰	۴۲۸	
As	۲۰	۳۵	۳۹۷	۴۱۰	۳۹	۳۹	۶۶	
Sb	<۱۰	<۱۰	۶۴۱	۶۰۷	۱۴	<۱۰	۳۳	
Bi	<۱۰	<۱۰	۴۸	۱۵۲۹	<۱۰	<۱۰	<۱۰	
Ba	۷۶۰	۱۱۰۸	۹۱۶۰	۳۸۰۰	۳۰۷۴	۴۶۱	۱۶۲۵	
Pt	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱	<۱	

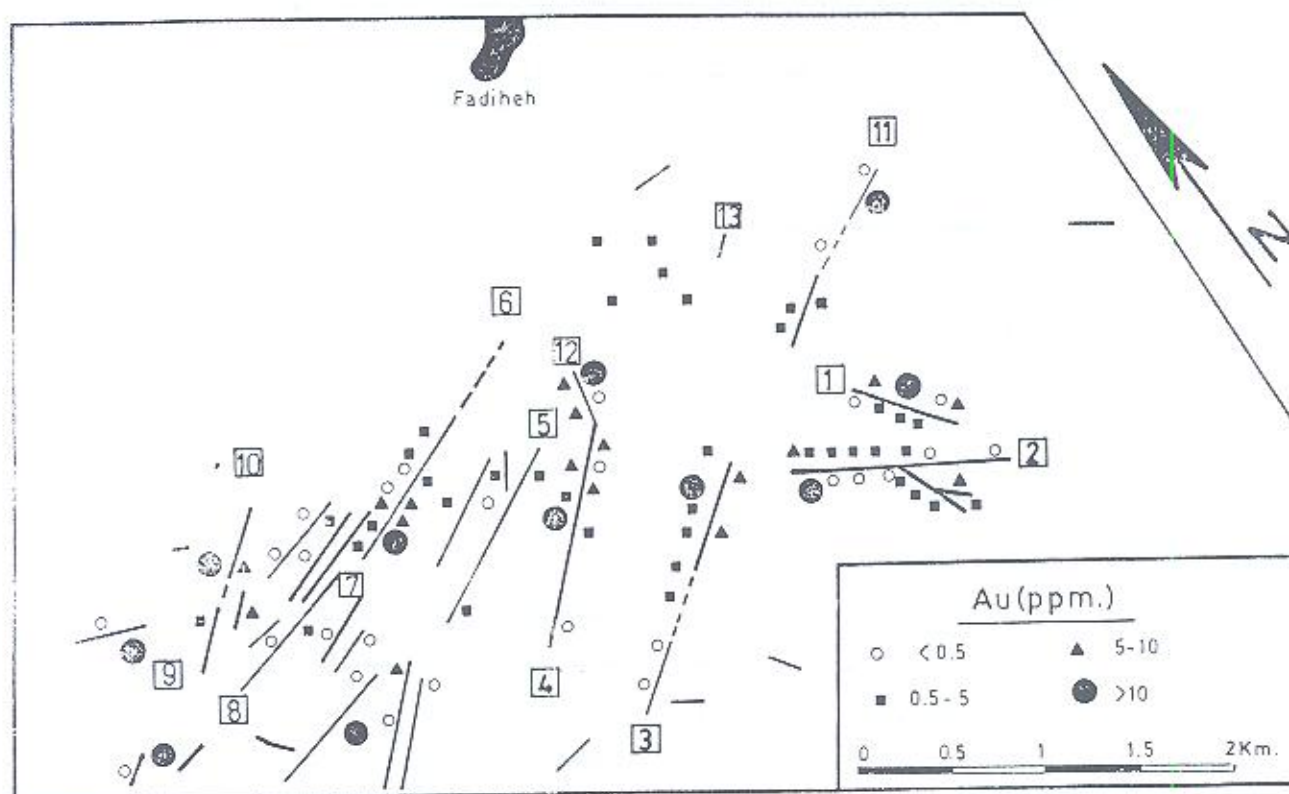
وجود دارد (شکل ۲). دامنه تغییرات طلا بین ۰/۰۷ تا ۲۶ گرم در تن است. عیار متوسط طلا (برپایه مطالعات سطحی) حدود ۳ تا ۶ گرم در تن با پهنای ۴ تا ۱۲ متر (شکل ۳) است. مناطق با پهنای زیاد شامل غار صالحه، محمدیگی، غار کفتری و امراللهی است.

در مناطق غار کفتری و زون علی رضا که کارهای قدیم وجود دارد از اعماق حفريات قدیمی نمونه برداری انجام شده است. عیار طلا و نقره با افزایش عمق در زون علی رضا و غار کفتری افزایش می یابد (شکل ۴). مهانگین عیار طلا به سمت توده های نفوذی کاهش می یابد. تغییرات عیار طلا با نقره و مس (زون های مختلف) در نمودار شکل های (۵-الف و ب) ترسیم شده است. همبستگی طلا با نقره و مس در بخش های مختلف این سیستم بسیار محدود است.

تغییرات عیار طلا در برابر آهن و باریم در زون های مختلف در شکل های (۵-پ و ت) ترسیم شده است. طلا در تمامی زون های کانی سازی همبستگی خوبی با Fe_2O_3 و Ba دارد.

طلا:

در تمامی زون های گسلی که در آن کانی سازی مشاهده می شود، طلا



شکل ۳- نقشه ژئوشیمی طلا بر اساس نمونه های سنگی. (۱) زون غلبرضا، (۲) کوه زر، (۳) غار صالحه، (۴) تنگ بیازی، (۵) تاریک دره، (۶) محمدیگی، (۷) امراللهی، (۸) جنوب کلاته امرالله، (۹) حسین آباد، (۱۰) بازموشی، (۱۱) شمال قرشمنی، (۱۲) شاهعلی، (۱۳) قلعه خرد.

سرب و روی:

باریم:

میزان سرب و روی اغلب کمتر از ۲۰۰ ppm است، به استثناء ۲ نمونه در منطقه کوه زر که میزان Sb, Ba, As بر آنها بالا است. میزان Pb بین ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ ppm و Zn بین ۲۰۰۰ تا ۲۶۰۰ ppm است.

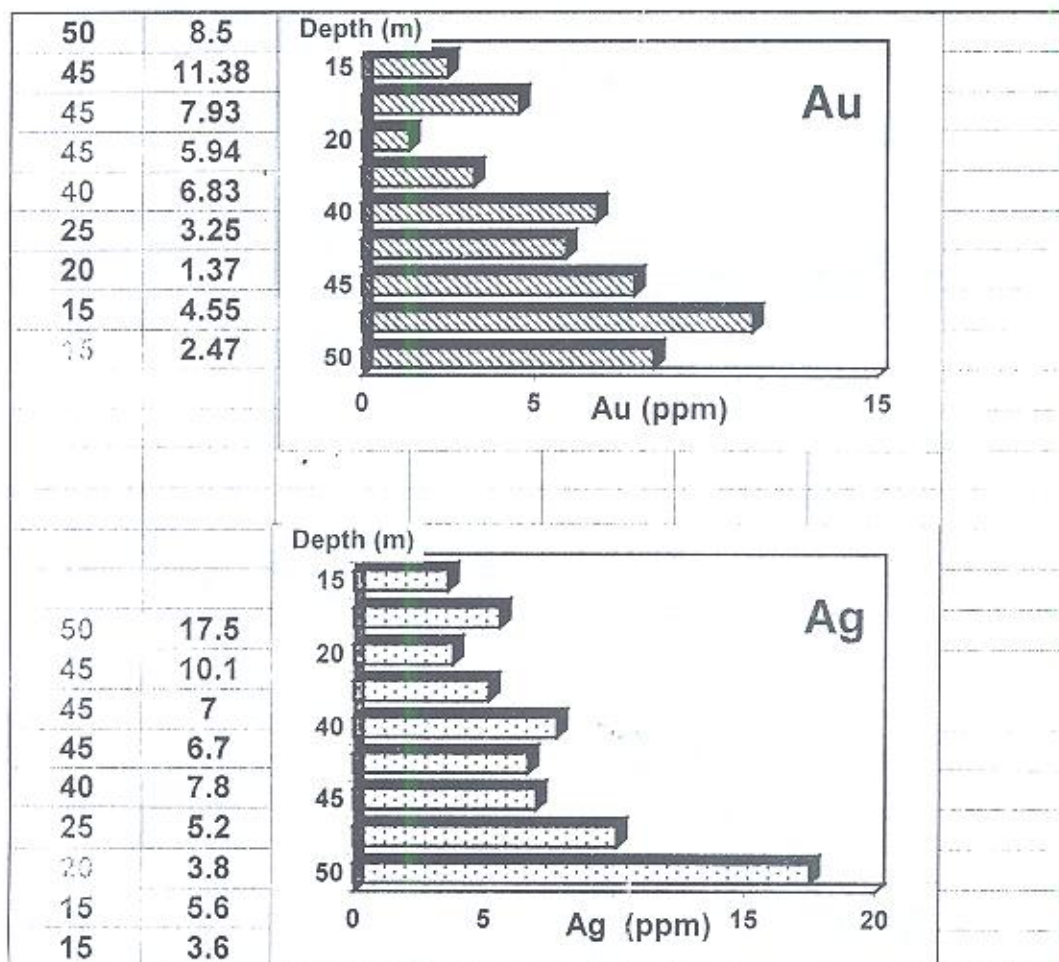
میزان باریم بین ۴۶۰ تا بیش از ۴۰۰۰ ppm بر تخته‌ساز است. باریم همبستگی خوبی با طلا دارد.

پلاتین:

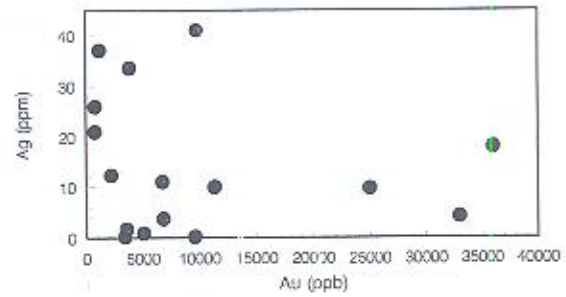
آهن:

چند نمونه برای پلاتین تجزیه شدند. میزان پلاتین کمتر از ۱ ppb است.

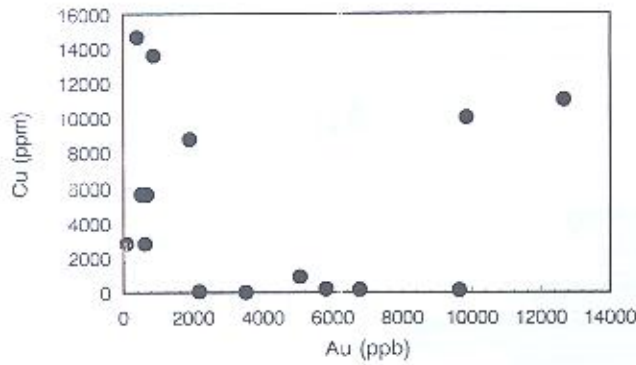
میزان Fe_2O_3 بین ۸/۸ تا ۲۲/۲٪ است (جنول ۲). همبستگی خوبی بین آهن و طلا وجود دارد.



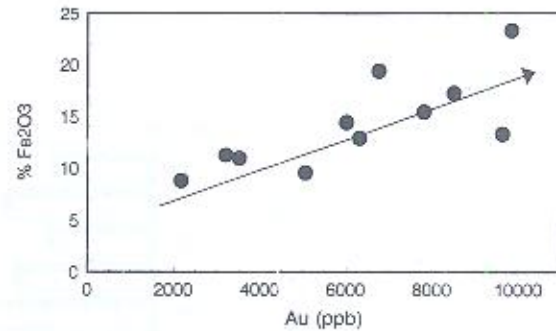
شکل ۴- عیار Au, Ag در زون علی‌رضا ضمن افزایش ژرفا نیز افزایش یافته است (نمونه‌های برداشت شده از حفاریات قدیمی).



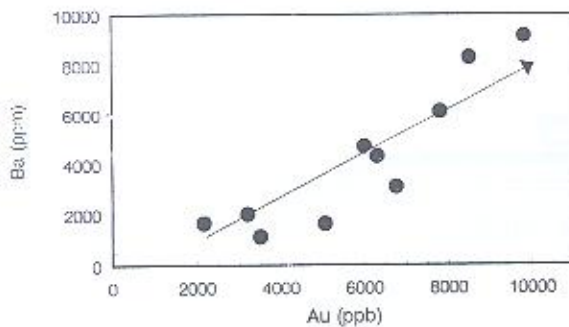
شکل ۵ الف- نمودار مقایسه تغییرات عیار Au, Ag. همبستگی بین طلا و نقره مشاهده نمی‌شود.



شکل ۵ ب- نمودار مقایسه تغییرات عیار Au, Cu. همبستگی بین طلا و مس مشاهده نمی‌شود.



شکل ۵ پ- نمودار مقایسه تغییرات عیار Au, Fe_2O_3 . همبستگی خوبی بین طلا و آهن مشاهده می‌شود.



شکل ۵ ت- نمودار مقایسه تغییرات عیار Au, Ba. همبستگی خوبی بین طلا و باریم مشاهده می‌شود.

آرسنیک و آنتیموان:

مس:

میزان As و Sb اغلب کمتر از 50 ppm است (شکل ۸). بر منطقه کوه زر، میزان As و Sb بر ۲ نمونه تا حدود 600 ppm رسیده است.

ژئوشیمی رسوبات رودخانه‌ای:

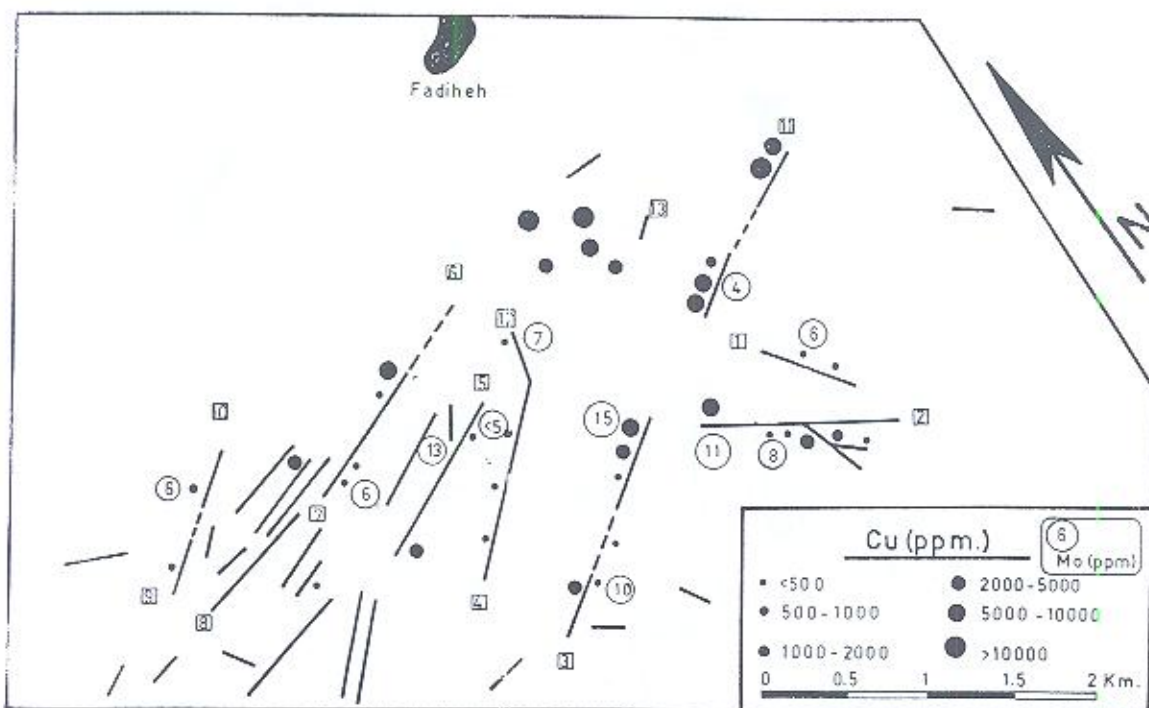
۱۷ آب‌راه انتخاب و نمونه‌برداری از ترانشه‌هایی که به عمق ۲ متر و عمود بر امتداد رودخانه حفر شده‌اند، برداشت شد. وزن هر نمونه بیش از ۷ کیلوگرم و اندازه دانه‌ها در حد ماسه و کوچکتر بوده است. نمونه‌ها با آب شستشو داده شده و کانی‌های سنگین آن متمرکز و برای طلا و مس تجزیه شد.

میزان فراوانی Au, Cu در رسوبات رودخانه‌ای در شکل (۹) ترسیم شده است. میزان طلا بین ۰/۱۱ تا ۵ گرم بر تن و مس ۱۲۰ تا ۱۱۰۶ گرم بر تن است. ناهنجاری Au در تمامی رسوبات رودخانه‌ای مشاهده می‌شود. مقادیر بالای طلا در نمونه‌های برداشت شده از اطراف کوه زر، زون علی‌رضا و محدوده حسین‌آباد بیشتر از سایر نقاط است.

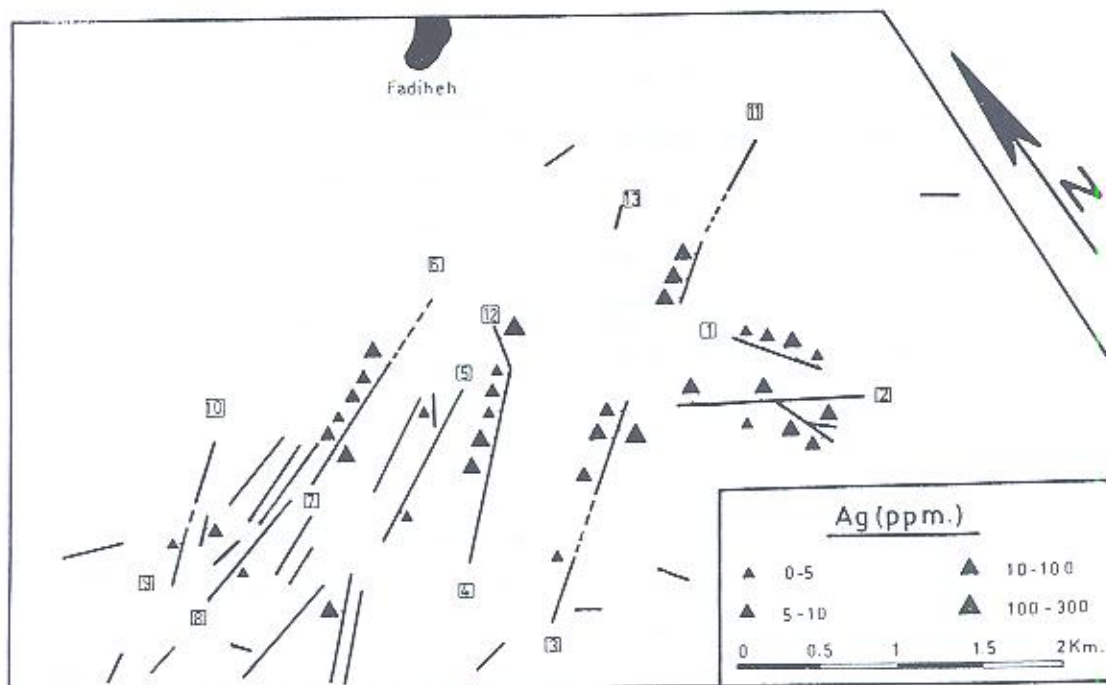
بخش بزرگی از کانی‌سازی منطقه از نوع کوارتز، هماتیت و طلا بوده و به طور محدود کانی‌سازی کوارتز، هماتیت، کالکوپیریت و طلا نیز رخنمون دارد. کانی‌سازی مس بیشتر در توده‌های نفوذی و رگه‌های مجاور آن شامل زون فرشی شمالی، بخش شمالی غار صالحه و بخش شمالی محمدبیگی، قله خرد و شاه‌علی است (شکل ۶). در توده‌های نفوذی (زون‌های کانی‌سازی با عرض متوسط ۱۵ متر) عیار مس بین ۰/۲ تا ۱/۲ درصد و طلا بین ۰/۲ تا ۱ گرم بر تن در تغییر است. مولیدن با عیار بیش از ۱۰ گرم بر تن در توده‌های نفوذی و در مجاورت آن مشاهده می‌شود.

نقره:

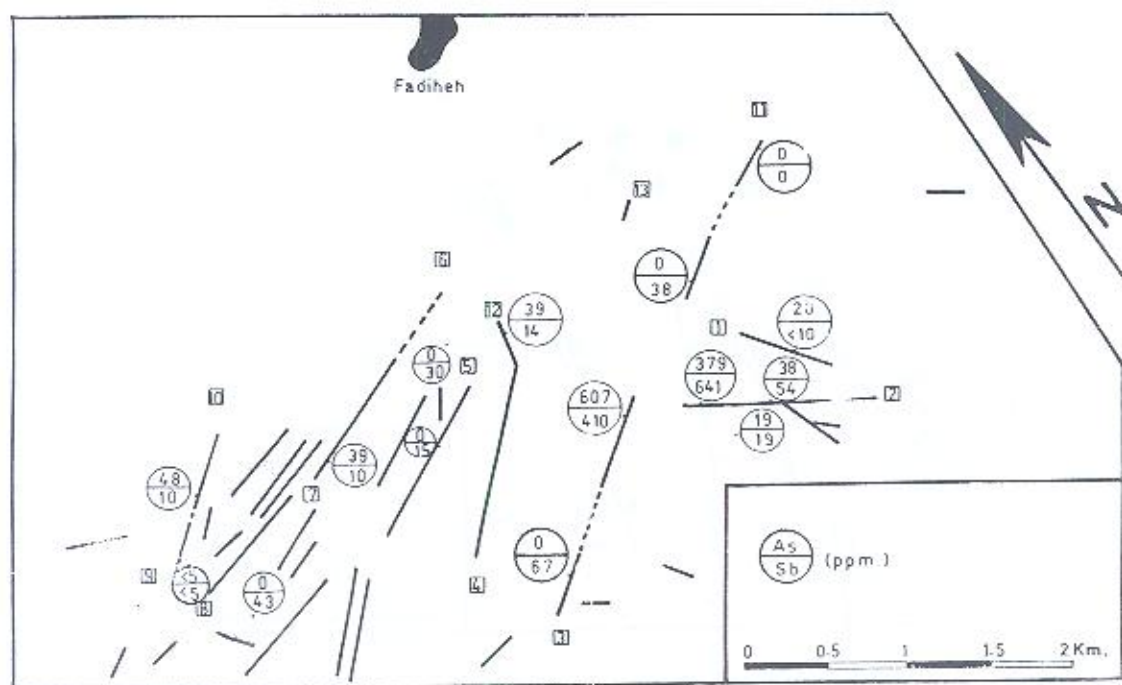
عبارت‌نقره متغیر بوده و همبستگی آن با طلا ضعیف و در بعضی مناطق با مس همبستگی دارد (شکل ۷). دامنه تغییرات نقره بین ۰/۵ تا ۳۰۰۰ گرم بر تن است.



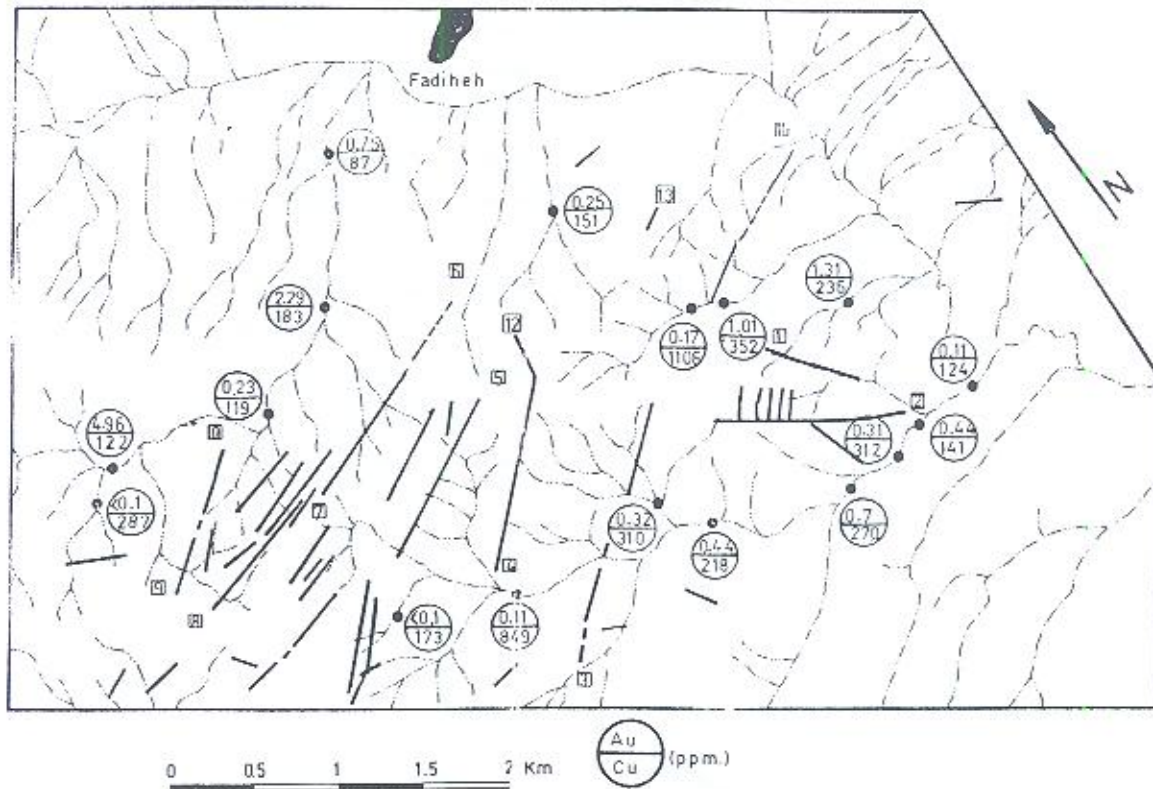
شکل ۶- نقشه ژئوشیمی مس و مولیدن بر اساس نمونه‌های سنگی. (۱) زون علی‌رضا، (۲) کوه زر، (۳) غار صالحه، (۴) تنگ پیازی، (۵) تاریک دره، (۶) محمدبیگی، (۷) امراللهی، (۸) جنوب کلاته امرالله، (۹) حسین‌آباد، (۱۰) بازه موشی، (۱۱) شمال فرشی، (۱۲) شاه‌علی، (۱۳) قله خرد.



شکل ۷- نقشه ژئوشیمی نقره بر اساس نمونه‌های سنگی. (۱) زون علی‌رضا، (۲) کوه زر، (۳) غار صالحه، (۴) تنگ پیازی، (۵) تاریک دره، (۶) محمدبیگی، (۷) امراللهی، (۸) جنوب کلاته امرالله، (۹) حسین‌آباد، (۱۰) یازه موشی، (۱۱) شمال فرشمی، (۱۲) شاه‌علی، (۱۳) قله خرد.



شکل ۸- نقشه ژئوشیمی As, Sb بر اساس نمونه‌های سنگی. (۱) زون علی‌رضا، (۲) کوه زر، (۳) غار صالحه، (۴) تنگ پیازی، (۵) تاریک دره، (۶) محمدبیگی، (۷) امراللهی، (۸) جنوب کلاته امرالله، (۹) حسین‌آباد، (۱۰) یازهموشی، (۱۱) شمال فرشمی، (۱۲) شاه‌علی، (۱۳) قله خرد.



شکل ۹- نقشه ژئوشیمی Au، Cu در رسوبات رودخانه‌ای (۱) زون غلیظ‌ها، (۲) کوه زر، (۳) غار صالحه، (۴) تنگ پیازی، (۵) تاریک دره، (۶) محمدیگی، (۷) امراللهی، (۸) جنوب کلاته امرالله، (۹) حسین‌آباد، (۱۰) بازه موشی، (۱۱) شمال فرشمی، (۱۲) شاه علی، (۱۳) قله خرد.

خاستگاه، نحوه تشکیل، و نتیجه‌گیری:

کانی‌سازی طلا در منطقه کوه زر با مدل‌های ارائه شده برای کانسارهای طلا در سایر نقاط دنیا مقایسه شد، Buchanan (1981), Berger (1985), Berger and other (1989, 1991), Huston and other (1993), Christie (1986)(1981), Bonham (1988), Karimpour and Mazloomi (1999) White (1995), Karimpour (1983), Large and others (1995), Sillitoe (1988, 1990, 1992, 1995), Satonov (1997) و کریم‌پور (۱۳۶۷) (جنول ۲). کانی‌سازی طلا در منطقه کوه زر با توجه به فراوانی هماتیت، نبود یا محدودیت پیریت، گسترده بودن کانی‌سازی، نوع آلتراسیون (سهل‌سی - پروپلیتیک)، نوع و میزان عناصر همراه طلا در نوع خود در جهان بی‌نظیر است. از آنجایی که به لحاظ زون‌های آلتراسیون، ژئوشیمی، پاراژنز کانی‌شناسی و سایر موارد با کانسارهای طلای شناخته شده دنیا شباهتی ندارد به عنوان نوع جدیدی از کانی‌سازی طلا (مدل طلا - هماتیت) معرفی می‌شود. امتداد، آرایش منطقه‌ای، و موقعیت مکانی گسل‌ها، درزه‌ها و

شکستگی‌ها نسبت به توده‌های نفوذی تأییدی است بر این که غالب آنها در هنگام جابجایی ماگما تشکیل شده‌اند.

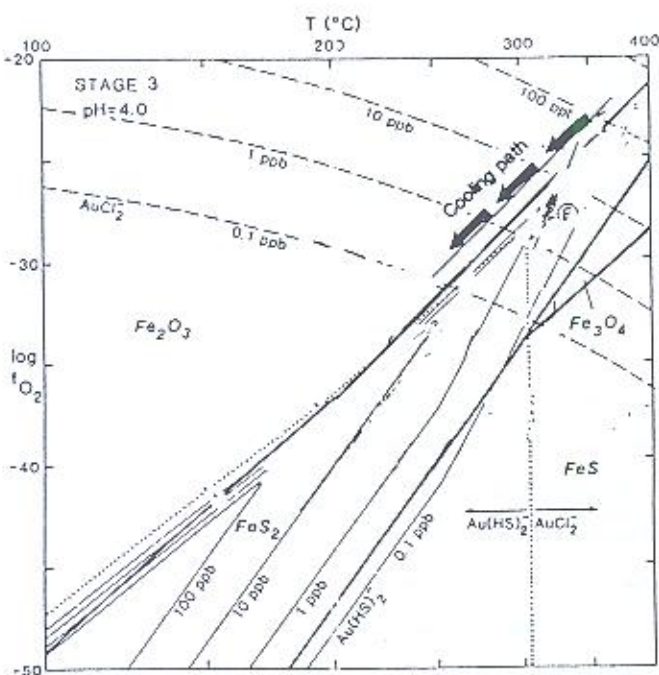
کانی‌سازی مس و طلا (کوارتز، کالکوپیریت ± پیریت ± هماتیت و طلا) بیشتر در توده‌های نفوذی و زون‌های کسلی نزدیک به توده‌ها (قله خرد، شاه‌علی، محمدیگی و فرشمی شمالی) مشاهده می‌شود. کانی‌سازی غالب منطقه از نوع هماتیت (اسپیکولاریت)، کوارتز و طلا است. این کانی‌سازی با فاصله از سنگ منشأ (توده نفوذی) تشکیل شده است.

ترکیب محلول ماگمایی را می‌توان بر اساس فراوانی و گستردگی هماتیت، حضور باریت، محلولیت سولفید، نبود آلتراسیون آرژیلیک و سیرسیستیک برآورد نمود. لذا خصوصیات مهم محلول ماگمایی عبارتند از: غنی از طلا و مس، سولفید کم، شرایط فوق‌اکسیدان و pH اسیدی ضعیف تا خنثی.

سنگ منشأ طلا، نقره، مس و سایر عناصر توده‌های نفوذی از جمله آلکالی کوارتز مونزونیت و بیوتیت کوارتز مونزونیت‌هایی می‌باشند که در شمال منطقه رخنمون دارند شکل (۱). در محدوده کوه زر توده کوچکی از کوارتزلاتیت رخنمون دارد.

جدول ۲- مقایسه کانی‌سازی طلائی منطقه کوه زربا با مدل‌های مهم کانی‌سازی طلائی در دنیا

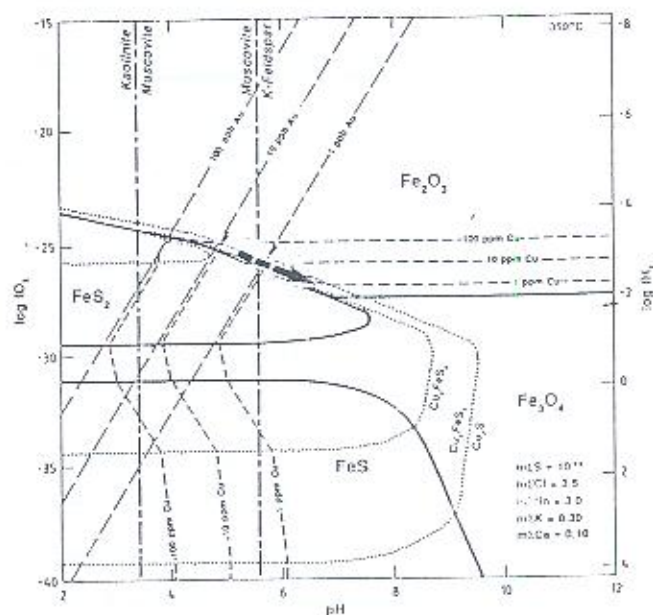
طلا-هماتیت (کوه زربا)	سولیدزیا (نوع آنتویت)	سولید کم (نوع آنتویت-سولید)
پروپیتیک - سیسی	آنتویت، آرتزلیک	پت-سک، پروپیتیک
مقدار جزئی سربینیک	سیسی تروپیلینیک	سیدس و آرتزلیک
هماتیت طلائی خالص، باریت	پیریت، کالکوپیریت، طلا، نظیرید، تروآفریت	پیریت، طلائی خالص، الکتریم، نظیرید، آرسنوپیریت، گالن
مقدار کم کالکوپیریت	گالن، اسفالریت	اسفالریت، کالکوپیریت
رگ‌های استوک ورک	رگ‌های و جانسیس	گسی در ریخ، باریت
-	معدود رگ‌های استوک ورک	رگ‌های استوک ورک معدود و فشان
زون‌های ژئوشیمی آبرمالی بالا	Au, Ag, As, Cu, Sb, Bi, Hg, Pb, Te/Se	Au, Ag, Sb, Hg, Zn, Pb, Se, K, Ag/Au
Au, Fe, Ba, Ag, W		
آبرمالی پائین	Zn, Cu, Pb, Bi	Cu, Te/Se
ترکیب محلول کانهدار	سولید کم، گسی از آهن، نیون اکسیدان و pH غنی	سولید کم، گسی از آهن، نیون اکسیدان و pH غنی
خاستگاه محلول	محلول ماگمایی	محلول ماگمایی



شکل ۱۰- نمایش ترکیب محلول کانهدار و محیط کانی‌سازی طلا-هماتیت با فاصله از توده‌های نفوذی (Large, and other 1995)

کانی‌سازی در مجاورت و نزدیکی توده‌ها در برجه حرارت بالا صورت گرفته است که شامل عناصر مس و مقدار کمی طلا بوده است. محلول ماگمایی در دمای حدود 250°C ، pH مرز سرسپت با پتاسیک (شکل ۱۰ الف) و در محیط پایداری هماتیت موجب کانی‌سازی کوارتز، کالکوپیریت - پیریت - هماتیت و طلا شده است. کاهش دما و افزایش pH در عامل مهم در تشکیل مس بوده‌اند. با بور شدن از توده نفوذی (سنگ منشاء)، ضمن کاهش دما و افزایش حالت اکسیدان محلول (اختلاط با آب‌های زیرزمینی) موجب کانی‌سازی کوارتز، هماتیت و طلا شده است (شکل ۱۰ ب).

در اعماق و با نزدیک شدن به خاستگاه محلول، عیار مس بایستی افزایش یابد. پیش‌بینی می‌شود که کانی‌سازی در عمق و در مجاورت سنگ منشاء به صورت استوک ورک و افشان باشد و به سیستم مس - طلائی پورفیری تبدیل شود.



شکل ۱۰ الف - نمایش موقعیت ترکیب محلول کانهدار و نحوه کانی‌سازی مس و طلا در محدوده توده‌های نفوذی و بخش‌های مجاور آن (Huston, and other 1993)

کتاب‌نگاری

- بهروزی، اردنگ، ۱۳۶۶ - نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ فیض‌آباد، سازمان زمین‌شناسی کشور
 قائمی، فرزین، ۱۳۷۷ - نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰۰۰۰ کوه زربا، شرکت طلائی زرمهر.



کریم پور، محمدحسین، ۱۳۶۷- چگونگی تشکیل طلا و انتخاب محیط های مناسب برای اکتشاف آنها؛ دومین سمپوزیوم معدنکاری ایران، خرداد، کرمان، ص. ۱۴۵-۱۶۸.

کریم پور، محمدحسین و مظلومی، علیرضا ۱۳۷۷ - گزارش اکتشاف طلا بر منطقه کومزرتیت جدید، شرکت طلای زرمهر.

References

- Berger, B.R., 1985- Geologic-geochemical features of hot-spring precious- metal deposits: United States Geological Survey, Bulletin 1646, p.47-53.
- Berger, B.R., and Henley, R.W., 1989- Advances in the understanding of epithermal gold-silver deposits, with special reference to the Western United States: Econ. Geol. Monograph 6, p.405-423.
- Berger, B.R., and Bagby, W.C., 1991, The geology and origin of Carlin-type gold deposits. In: Gold metallogeny and Exploration (R.P.Foster, ed.), Blackie, London & Glasgow, UK, p.210-248.
- Bonham, H.F., Jr., 1988- Models for volcanic- hosted precious metal deposits: A review. in: Schafer, R.W., Cooper, J.J., and Vikre, P.G., eds., Bulk mineable Precious Metal Deposits of the Western United States: Geol. Soc. of Nevada, p.259-271.
- Buchanan, L.J., 1981- Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest, in Dickinson, W.R., and Payne, W.D., eds., Relations of tectonics to ore deposits in the Southern Cordillera: Arizona Geological Society Digest, V, 14, p.237-262.
- Christie, A.B., and Brathwaite, 1986-Epithermal gold-Silver and porphyry copper deposits of the Hauraki goldfield- A Review, Monograph Series on mineral deposits 20, p. 129-143.
- Huston, D.L., Bolger, C., and Cozens, G., 1993-A comparison of mineral deposits at the Gecko and White Devil deposits: Implications for ore genesis in the Tennant Creek district, Northern Territory, Australia, p. 1198-1226.
- Karimpour, M.H., 1983, Exploration guide lines for disseminated gold deposits: Geol. Survey of Iran open file 622-342, 38p.
- Karimpour, M.H., and mazloomi, A.R., 1999- Gold prospecting at Khheh- Zar, Zarmehar Company report.
- Large, R.R., Huston, D.L., Mogoldrick, P.J., and Buxton, P.A., 1995-Gold distribution and genesis in Australian volcanic massive sulfide deposits and their significance for gold transport models: Econ Geol, p.520-535.
- Safonov, Yu.G., 1997-Hydrothermal gold deposits: Distribution, and productivity of ore-forming systems: Geology of ore Deposits, Vol.39, No.1, p.20-32. Geological-genetic types,
- Sillitoe, R.H., 1988- Gold and silver deposit in porphyry systems. In: Bulk Mineable Precious Metal Deposits of the Western States (R.W.Schafer, J.J. Cooper & P.G. Vikre, eds.) Geol. Soc. Nevada, p.233-257.
- Sillitoe, R.H., 1990- Gold-rich porphyry copper deposits of the Circum- Pacific reguon- an updated overview. In: proceedings Pacific Rim Congress 90 (Gold Coast, Queensland), Australas. Inst. Mining & Metall. 2, p.119-126.
- Sillitoe, R.H., 1995-Epithermal models: Genetic types, geometrical controls and shallow features. In Mineral Deposit Modelling (R. V. Kirkham, W.D. Sinclair, R.I. Thorpe & J.M. Duke, eds.) Geol. Assoc. Can. Special Paper 40, p.403-417.
- Sillitoe, R.H., 1992: Geotectonics setting of western Pacific gold deposits, in: Bartholomew, M.J., Hydman, D.W., Mogk, D.W., and Mason, R. (eds.), Characterization and Comparison of Ancient and Mesozoic continental margins, 8th international Conference on Basement Tectonics. Sutte, MT, 1988, Proceedings: Kluwar Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, p. 665-678.
- White, N.C., and Hedenquist, J.W., 1995-Epithermal Gold deposits: Style, characteristics and exploration: SEG No.23, p.10-13

* Department of Geology, Faculty of science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

** Department of Geology, Payam Nour University, Mashhad, Iran

* دانشگاه فردوسی مشهد

** دانشگاه پیام نور مرکز مشهد