

## بررسی پتانسیل اقتصادی مس در منطقه حراران (استان کرمان) با استفاده از روش لیتوژئو شیمیایی

حمیدرضا جعفری

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

### چکیده

محدوده مورد مطالعه در استان کرمان (شمال شرقی شهرستان بافت) که از نظر تقسیمات ساختمانی ایران در جنوب زون ولکانو - پلوتونیک، ارومیه - دختر و از نظر تقسیم بندی دیمتریویچ (۱۹۷۳) در کمربند دهج- ساردوئیه در استان کرمان قرار می گیرد. سنگ های منطقه از واحد های ولکانیکی و پیروکلاستیکی دوره ائوسن تشکیل شده که این واحد ها بعد از دوره ائوسن تحت تاثیر توده نفوذی نیمه عمیق گرانودیوریتی - دیوریتی حراران با سن تقریبی الیگومیوسن قرار گرفته و باعث دگر سانی و کانه زایی در منطقه شده است. دگر سانی موجود در این منطقه بیشتر از نوع آرژیلیکی، سیلیسی، و پرو پیلیتی است که کانی زایی مشاهده شده در منطقه از نوع مالاکیت، آزوریت، پیریت، کالکوپیریت، همتیت، مگنتیت و لیمونیت می باشد. با بررسی های ژئوشیمیایی و با استفاده از ترسیم نقشه پراکندگی آنومالی عناصر در منطقه مشخص شد که بیشترین تجمع غیر عادی مس در سه محل صورت گرفته که با تطابق محل آنومالی ها با نقشه ی زمین شناسی ۱:۲۰۰۰۰ منطقه مشخص شد که هر سه آنومالی در توده نفوذی منطقه با سنگ میزبان گرانو دیوریتی - دیوریتی رخ داده اند. همچنین با استفاده از ترسیم هیستوگرامهای فراوانی عناصر و تعیین ضریب همبستگی اسپیرمن و پارامتر های مختلف آماری محدوده های مناسب مس در منطقه مشخص شد که به ترتیب اهمیت اندیس باغ حاجی و اندیس حراران با توجه به شواهد کانی زائی و عیار مناسب جهت اکتشافات تکمیلی مشخص گردیدند.

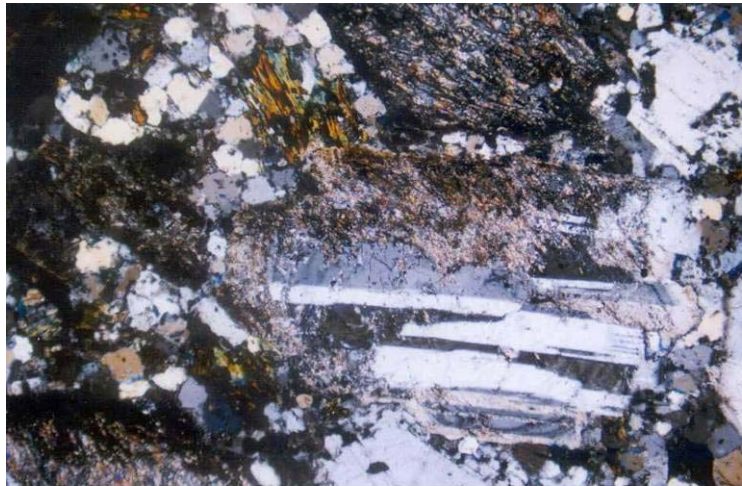
واژه های کلیدی: مس، لیتوژئو شیمیایی، حراران.

## ۱. مقدمه

منطقه مورد مطالعه در شمال شرقی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ بافت با طول جغرافیایی ۵۶،۳۹،۳۰ تا ۵۶،۰۰،۴۳ و عرض جغرافیایی ۲۹،۲۶،۳۰ تا ۲۹،۳۰،۲۹ قرار دارد. در کار حاضر از روش لیتوژئوشیمیایی استفاده شد و برای منطقه مورد نظر ۱۵۰ نمونه در سلول هایی با ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر به صورت مربعی برداشت شد. در طراحی شبکه‌ی نمونه برداری زون های دگرسانی و آثار کانی سازی سطحی به صورت کلی تر مد نظر قرار گرفت. هدف اصلی بررسی پتانسیل اقتصادی و تعیین نوع کانی زایی موجود در سطح مناطق دگرسان شده بود که برای این منظور بعد از نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی از مناطق دگرسان شده و کانی زایی شده و همچنین از سازندها و طبقات سنگی موجود در منطقه، تعداد ۵۰ نمونه بروش XRF و ۱۵ نمونه به روش XRD آنالیز شده همچنین ۲۰ مقطع صیقلی و ۵۰ مقطع نازک تهیه شد تا به وسیله این موارد بتوان از وضعیت ژئوشیمیایی و همچنین نحوه کانه زایی، توالی پاراژنتیکی و نوع دگرسانی های منطقه اطلاع حاصل کرد.

## ۲. بحث

موقعیت آنومالی ایجاد شده از نظر ویژگی های زمین شناسی در ارتباط با توده ی گرانودیوریتی حراران می باشد. توده ی نیمه عمیق حراران با سیالات کانه دار ضمن نفوذ در سنگ های ولکانیکی ائوسن منطقه سبب دگرسانی شدید واحد های سنگی و سنگ های درونگیر شده که با تلفیق نتایج حاصل از آنالیز XRD، مطالعه مقاطع نازک و مطالعات صحرایی نقشه ی دگرسانی منطقه ترسیم شد (نقشه ۱). بر اساس این نقشه بیشترین نوع دگرسانی مربوط به دگرسانی های آرژیلیکی و سیلیسی است که با توجه به نتایج آزمایشات XRD و وجود کانی های رسی مانند مونتورینونیت و ایلیت در نمونه های دگرسان شده و همچنین تبدیل پلاژیوکلازها و فلدسپات های پتاسیم به کانی های رسی، سریسیت و کلسیت که در مقاطع نازک به خوبی مشهود می باشد، دگرسانی آرژیلیکی در منطقه را تایید می کند (شکل ۱). ضمن اینکه دگرسانی سیلیسی نیز به صورت رگه و رگچه های فراوان سنگ های نفوذی را تحت تأثیر قرار داده است.

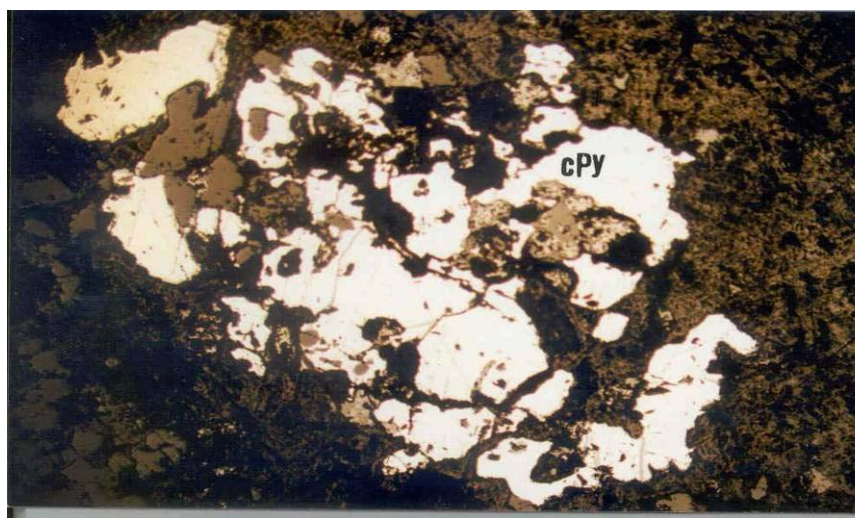


شکل ۱: تبدیل پلاژیوکلازها به کانی های رسی و سربیسیت در یک گرانودیوریت که نشان دهنده شروع دگرسانی آرژلیک است (XPL.5X)

بررسی مقاطع صیقلی از نمونه های سطحی منطقه نشان داد که کانه های عمده این کنسارها عبارتند از کالکوپیریت، مالکیت، آزوریت، مگنتیت، هماتیت و لیمونیت. ضمن اینکه کالکوسیت و کوولیت ثانویه به مقدار جزئی در مقاطع مشاهده می شود. پاراژنز کانی ها با توجه به شواهد صحرایی و مطالعات میکروسکوپی و بافتی در فرایندهای کانی زایی مشخص شدند. بافت کانه های مس بیشتر از نوع پراکنده در متن و به مقدار کم از نوع پرکننده ی فضای خالی است. از نظر توالی تشکیل همانطور که در جدول (۱) مشاهده می شود کالکوپیریت و پیریت دارای منشاء گرمابی بوده و وجود این کانه ها در آمفیبولهای درشت گرانو دیوریتی منطقه می تواند دلیلی بر این موضوع باشد (شکل ۲).

جدول ۱: توالی پاراژنزی کانه های اندیس های منطقه مورد مطالعه با توجه به نمونه های سطحی منطقه

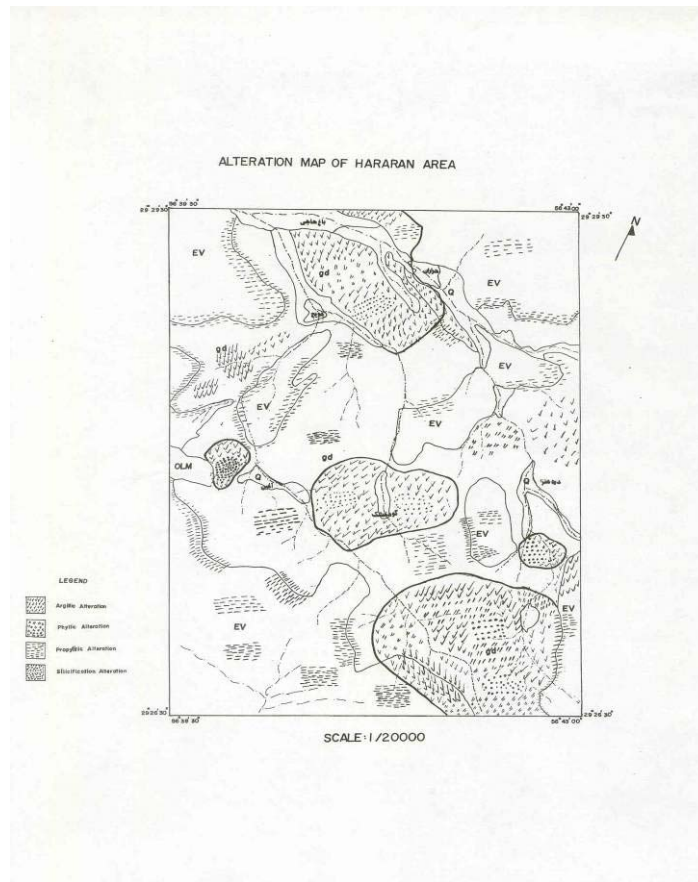
Ore mineral	اولیه	ثانویه
Pyrite	_____	_____
Chalcopyrite	_____	_____
Bornite	-----	-----
Magnetite	_____	_____
Hematite	-----	_____
Limonite	_____	_____
Malachite	_____	_____
Azorite	_____	_____



شکل ۲: کانه کالکوپیریت در داخل آمفیبول های یک گرانو دیوریت

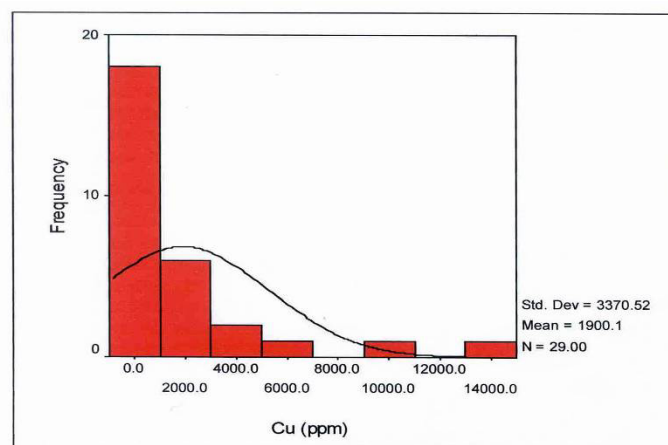
### ۳. توزیع ژئوشیمیایی عناصر در منطقه

به طور کلی توزیع آماری عناصر در طبیعت عادی است اما در شرایطی که سنگ ها تحت دگر سانی و کانه زائی قرار گرفته باشند توزیع عناصر فرعی و کمیاب از حالت عادی خارج گشته و به صورت غیر عادی و آنومالی در می آید. و در این بخش بوسیله آنالیزهای XRF موجود، ابتدا با استفاده از نرم افزار SPSS، توزیع فراوانی عناصر از جهت آنومالی یا عادی بودن عیار و همچنین همبستگی بین عناصر مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت با ترسیم نقشه ی توزیع ژئوشیمیایی عناصر، آنومالی محلی ترسیم و بهترین محدوده های اکتشافات تفصیلی مشخص شد. با بررسی هیستو گرام های مس، سرب، روی، مولیبدن و کبالت و تعیین مقدار زمینه ناحیه ای، حد آستانه ی محلی (آنومالی ممکن) و آنومالی احتمالی برای هر یک از عناصر فوق مشخص شد که میانگین این عناصر نسبت به کلارک آن غنی شدگی از خود نشان می دهند (میانگین عنصر مس در منطقه ۱۹۰۰ ppm، مولیبدن ۳ ppm، سرب ۲۷ ppm و روی ۱۳۱ ppm).



نقشه ۱: دگرسانی های موجود در منطقه مورد مطالعه

باتوجه به منحنی هیستوگرام فراوانی عنصر مس در منطقه (شکل ۳) مشاهده می شود از توزیع لاگ نرمال تبعیت می کند که عیار مس در نمونه های سطحی بین ۵ ppm تا ۱۴۰۰۰ ppm در نوسان بوده است و میانگین آنها برابر با ۱۹۰۰ ppm است.



شکل ۳: هیستوگرام فراوانی عنصر مس در منطقه مورد مطالعه

#### ۴. بررسی همبستگی مس با سایر عناصر در منطقه

در مطالعات ژئوشیمیایی عموماً عنصر مهم به همراه هم پاراژنز خود مورد مطالعه قرار می گیرد. همبستگی درجه ارتباط دو متغیر را می رساند که با توجه به مقدار همبستگی، می توان ارتباط نزدیک یا دور دو متغیر را بررسی کرد. جهت بررسی نحوه ارتباط و میزان همبستگی عناصر اقدام به محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن شد که همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود بیشترین ضریب همبستگی مس با عنصر کبالت و مولیبدن می باشد که یک همبستگی مثبت و با اهمیت را نشان می دهد.

جدول ۲: ضریب همبستگی اسپیرمن برای بعضی از عناصر منطقه مورد مطالعه

	مس	روی	سرب	نیکل	کبالت	مولیبدن
مس	۱	+۰/۲۱۴	+۰/۰۰۷	-۰/۰۷۸	+۰/۵	+۰/۴۱۱
روی	+۰/۲۱۴	۱	+۰/۶۱۷	+۰/۱۶۶	+۰/۴۲۷	+۰/۲۸۵
سرب	+۰/۰۰۷	+۰/۶۱۷	۱	+۰/۴۰۱	+۰/۱۸۷	+۰/۳۵۵
نیکل	-۰/۰۷۸	+۰/۱۶۶	+۰/۴۰۱	۱	+۰/۰۲۹	+۰/۲۷۴
کبالت	+۰/۵	+۰/۴۲۷	+۰/۱۸۷	+۰/۰۲۹	۱	+۰/۲۸۵
مولیبدن	+۰/۴۱۱	+۰/۲۸۵	+۰/۳۵۵	+۰/۲۷۴	+۰/۲۸۵	۱

#### ۵. اندیس باغ حاجی

با ترسیم نقشه های توزیع ژئوشیمیایی عناصر مس و سرب و مولیبدن و روی در منطقه حراران، سه محل آنومالی شناسایی شد که به عنوان اندیس باغ حاجی، اندیس حراران و اندیس هویج نام گذاری شدند. اندیس باغ حاجی که به عنوان مهمترین آنومالی منطقه محسوب می شود طبق مطالعات انجام شده دارای گسترش دگرسانی در حدود ۶ کیلومتر مربع با عیار متوسط ۰/۶۳ درصد مس در نمونه های سطحی است. این اندیس با توجه به وسعت آلتراسیون خوب، میانگین عیار مس مناسب و شواهد کانی سازی از قبیل زبانه های سیلیسی و تشکیل گوسان مشهود در اطراف این اندیس که نشان دهنده فرو نشست مس به قسمت های پائینتر است می توان پس از انجام اکتشافات ژئوفیزیکی کارهای اکتشاف نیمه تفضیلی را بر روی این اندیس ارائه داد.

## ۶. نتیجه گیری

۱. با بررسی های ژئوشیمیایی در منطقه مشخص شد مس، سرب، روی و مولیبدن با توجه به هیستوگرام های فراوانی این عناصر بر مبنای حد آستانه ای  $X+2S$  آنومالی نشان می دهند و عنصر مس بیشترین همبستگی را با عنصر مولیبدن و کبالت را نشان می دهد.
۲. با توجه به ترسیم نقشه ی پراکندگی آنومالی عناصر در منطقه مشخص شد که بیشترین تجمع غیر عادی مس در سه محل صورت گرفته که با تطابق آنومالی با نقشه زمین شناسی ۱:۲۰۰۰۰ منطقه مشخص شد که هر سه آنومالی در توده ی نفوذی با سنگ میزبان گرانودیوریت-دیوریت رخ داده است.
۳. اندیس مس باغ حاجی با توجه به زون بندی منظم و وسعت آلتراسیون، میانگین عیار مس مناسب در نمونه های سطحی برابر با ۰/۶۳ درصد، شواهد کانی سازی و دگرسانی از قبیل گپ های سیلیسی که در فاز آخر محلول های هیدرو ترمال برجای گذاشته می شوند و همچنین تشکیل گوسان در اطراف این اندیس که همگی دال بر وجود کانی سازی قوی در این محل است به عنوان مهمترین اندیس منطقه می توان آن را در اولویت اول کارهای اکتشافی بعدی در منطقه قرار داد که در این مرحله باید اکتشافات ژئوشیمیایی و ژئوفیزیک نیمه تفضیلی در دستور کار قرار گیرد.
۴. اندیس حراران در جنوبی ترین قسمت منطقه با گسترش دگرسانی در حدود ۲ کیلومتر مربع و عیار میانگین مس در نمونه های سطحی برابر با ۰/۱۶ درصد و با توجه به شواهد کانی سازی مشهود، این اندیس در اولویت دوم کارهای اکتشافی قرار دارد. اندیس هویج واقع در مرکز منطقه که رسوبات کواترنری قسمتی از دگرسانی در این اندیس را پوشانده با توجه به شواهد کانی سازی ضعیف و گسترش کم آنومالی به نظر می رسد انجام ادامه ی کارهای اکتشافی بر روی این آنومالی در حال حاضر مقرون بصرفه نیست.

## ۷. منابع

1. Exploration for ore deposits in kerman. Geological survey of Iran. Report No. YU/53.1973.
2. Report on prospecting for use full mineral sheets, 7348-Baft, 7248-Balvard. Rep. No. YU/30.
۳. حسنی پاک علی اصغر - شرف الدین محمد، ۱۳۸۰، تحلیل داده های اکتشافی (جدایش زمینه از آنومالی، آمار و احتمال مهندسی، تخمین ذخیره)، انتشارات دانشگاه تهران.