

## زمین شناسی اقتصادی اندیس مس باغ حاجی در شمال شرقی شهرستان بافت (استان کرمان)

حمیدرضا جعفری<sup>۱</sup>، افشار ضیاء ظریفی<sup>۲</sup>

۱- هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

۲- گروه مهندسی اکتشاف معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

### چکیده

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین ساختی ایران در قسمت مرکزی کمر بند ولکانوپلوتونیک دهج- ساردوئیه در استان کرمان که قسمتی از کمر بند آتشفشان ارومیه - دختر به شمار می آید، قرار می گیرد. از نظر مورفولوژی و آب و هوایی این منطقه کوهستانی بوده و دارای توپوگرافی خشن می باشد. سنگ های منطقه متعلق به دوران سوم زمین شناسی هستند، که قدیمی ترین تشکیلات منطقه را سنگ های آتشفشانی و پیروکلاستیک با سن ائوسن زیرین تا الیگوسن زیرین تشکیل داده که این تشکیلات بعد از ائوسن تحت تاثیر توده نفوذی نیمه عمیق منطقه قرار گرفته و باعث بوجود آمدن دگرسانی و کانه زائی در منطقه شده است. در مورد محیط تشکیل و منشاء ماگمای مادر سنگ های منطقه می توان گفت این سنگ ها دارای خصوصیات کالک آلکان می باشند. با استفاده از نرم افزار SPSS، هیستوگرام فراوانی عناصر مس، سرب، روی، کبالت و مولیبدن ترسیم شد که همگی با توجه به نامتقارن بودن تابع توزیع و محاسبه حد آستانه ای ( $X+2S$ ) نشان دهنده آنومالی در منطقه بودند. همچنین جهت بررسی نحوه ارتباط و میزان همبستگی عناصر در منطقه ضریب همبستگی اسپیرمن محاسبه شد که طبق آن عنصر مس بیشترین همبستگی را با مولیبدن و کبالت نشان می دهد در صورتی که این عنصر یک همبستگی منفی با عنصر نیکل دارد. با توجه به مطالعات انجام شده و ترسیم نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر مس، سرب، روی و مولیبدن بیشترین تجمع غیر عادی در اطراف روستای باغ حاجی است که با توجه به شواهد کانه زائی، زمین شناسی، ژئوشیمی و پارامترهای مختلف آماری و عیار مناسب می توان این اندیس را در اولویت اول کارهای اکتشافی بعدی در منطقه قرار داد.

**واژه های کلیدی:** مس، باغ حاجی، دگرسانی، دهج- ساردوئیه.

## ۱. مقدمه

اندیس مس مورد نظر در ۴۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان بافت در جنوب استان کرمان و در مجاور روستای باغ حاجی قرار دارد (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه دارای توپوگرافی نا هموار و کوهستانی بوده که ارتفاعات و بلند های آن قسمتی از ارتفاعات کوه های لاله زار محسوب می شوند و اکثراً بین ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ متر بلندی دارند. منطقه مورد مطالعه جزء ناحیه بزرگی است که در سالهای ۱۳۵۲-۱۳۴۸ توسط زمین شناسان یوگسلاو مورد مطالعه قرار گرفته اما از آنجایی که اکثر اندیس های یافت شده در اطراف معدن مس سر چشمه قرار داشتند به منطقه مورد مطالعه توجه کمتری شد.

هدف اصلی بررسی و ارزیابی زمین شناسی اقتصادی و اکتشافات مقدماتی در منطقه باغ حاجی است که جهت این منظور بعد از طراحی شبکه نمونه برداری به روی نقشه به مقیاس ۱/۲۰۰۰۰، نمونه برداری لیتیو ژئوشیمیایی از مناطق دگرسان شده و همچنین از سازنده ها و طبقات سنگی موجود در منطقه انجام شد، و تعداد ۳۰ مقطع نازک جهت مطالعات پتروگرافی و پترولوژی و ۲۰ مقطع صیقلی از مناطق کانی سازی شده جهت مطالعات مینرالوگرافی تهیه شد و تعداد ۵۰ نمونه به روش XRF و ۱۵ نمونه به روش XRD مورد آنالیز قرار گرفتند تا با تجزیه و تحلیل و بررسی ژئوشیمیایی و پترولوژیکی نتایج حاصل از آنالیز نمونه ها و رسم نمودارها و هیستوگرام های مربوطه و محاسبه پارامترهای آماری لازم بتوان نسبت به اقتصادی یا عدم اقتصادی بودن این آنومالی مطالعه شود.



شکل ۱: قسمتی از اندیس مس باغ حاجی که روستای باغ حاجی نیز در تصویر دیده می شود

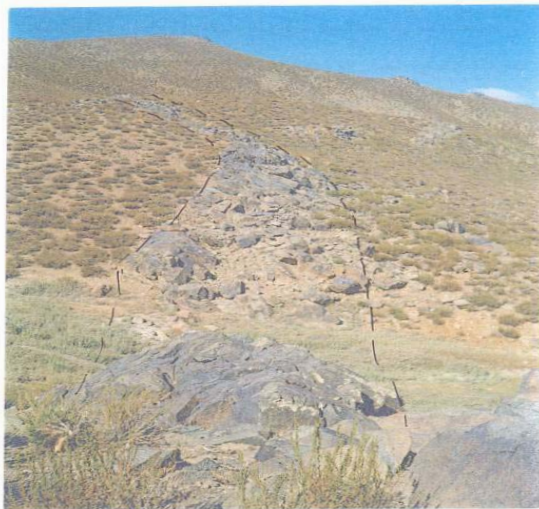
## ۲. بحث

## ۲-۱. بررسی های زمین شناسی منطقه

اندیس مس باغ حاجی از نظر زمین شناسی در قسمت جنوبی کمربند آتشفشانی ارومیه - دختر قرار دارد. با بررسی های انجام شده و تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ منطقه باغ حاجی می توان گفت سنگ های آتشفشانی و پیروکلاستیکی این منطقه جزء تشکیلات زمان ائوسن به حساب می آیند که شامل آندزیت، بازالت، جریان های ریولیتی، آگلومرا به همراه انواع مختلفی از توف می باشند [۱].

این تشکیلات بعد از ائوسن تحت تأثیر توده نیمه عمیق منطقه با سن تقریبی الیگوسن قرار گرفته (شکل ۲) و باعث بوجود آمدن دگرسانی و کانه زایی در منطقه شده است. توده نفوذی منطقه در حین جاگزینی متحمل تفریق گشته و ترکیب آن از گرانودیوریت به سمت کوارتز دیوریت و کوارتز مونزونیت متمایل گشته که در مرحله پایانی این فاز به شدت تحت تأثیر محلول های کانه دار و سیلیسی قرار گرفته و رگه و رگچه های سیلیسی به همراه سیلیسی شدن گرانودیوریت ها در بعضی قسمت ها گسترش دارد.

از نظر تکتونیک منطقه مورد مطالعه منطقه ای فعال بوده و بیشتر سنگ های گرانودیوریتی بشدت تکتونیزه شده اند. شکستگی های موجود در منطقه اغلب حاصل فعالیت گسل ها است و از مهمترین دایک های موجود در منطقه می توان به دایک های میکرو دیوریتی اشاره کرد که در بعضی موارد طول تقریبی آنها به یک کیلومتر می رسد (شکل ۳).

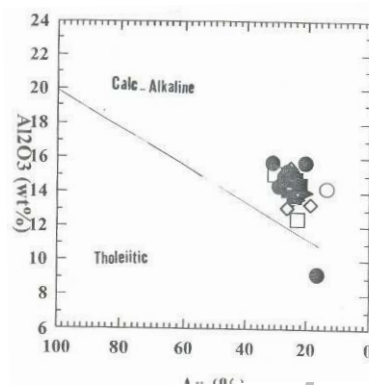


شکل ۳: نمائی از یک دایک میکرو دیوریتی در منطقه با طول تقریبی یک کیلومتر



شکل ۲: قسمتی از توده گرانودیوریتی منطقه که ولکانیک های ائوسن را قطع کرده است

بر اساس مطالعات انجام شده در مورد منشاء و محیط تشکیل ماگمای مادر سنگ های منطقه می توان گفت سنگ های این محدوده دارای خصوصیات کالکوآلکالن می باشند (شکل ۴) و در مورد منشاء ماگمای کالکوآلکالن با توجه به قرار گیری منطقه به روی کمربند ولکانیکی ارومیه - دختر این نوع ماگما را مربوط به زون سابداکشن حاشیه فعال قاره ها می دانند [۲].

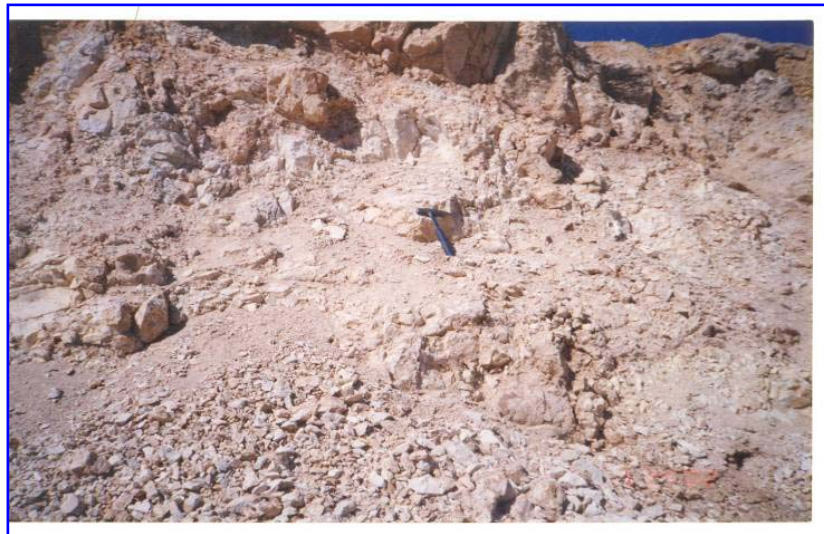


شکل ۴: دیاگرام اروین وبارگارت جهت تعیین سری ماگمایی که نمونه ها منطقه بر اساس این نمودار در سری ماگمایی کالکوآلکالن قرار می گیرند

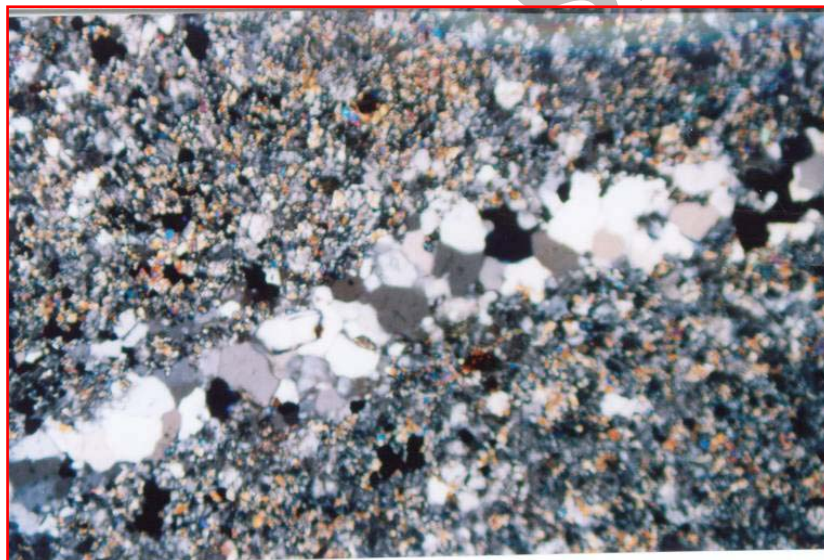
## ۲-۲. مطالعات دگرسانی و کانه زایی

توده نیمه عمیق گرانودیوریتی منطقه همراه با سیالات کانه دار ضمن نفوذ در سنگهای ولکانیکی ائوسن منطقه سبب دگرسانی شدید واحدهای تشکیل دهنده و سنگهای درونگیر شده که با تلفیق نتایج حاصل از آنالیز XRD، مطالعه مقاطع نازک و مطالعات صحرائی بیشترین نوع دگرسانی های موجود در منطقه دگرسانی های آرژیلیکی، سیلیسی و پروپیلیتیکی است که با توجه به وجود کانی های رسی مانند مونتموریونیت و ایلیت در نتایج آزمایشات XRD و همچنین تبدیل پلاژیوکلازها و فلدسپات های پتاسیم به کانی های رسی، سرسیت و کلسیت که در مقاطع نازک به خوبی مشهود می باشد، دگرسانی آرژیلیکی در منطقه را تأیید می کند (شکل ۵). دگرسانی سیلیسی نیز در اثر هجوم سیالات غنی از سیلیس به سنگ توسط محلول های ماگمایی یا گرمایی به صورت رگه و رگچه های فراوان، سنگهای نفوذی منطقه را تحت تأثیر قرار داده است (شکل ۶).



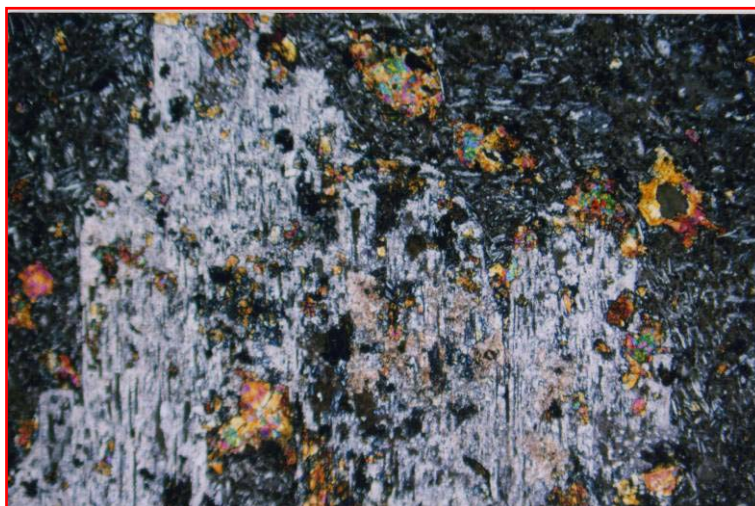


شکل ۵: قسمتی از زون دگرسانی آرژیلیکی در اطراف اندیس باغ حاجی



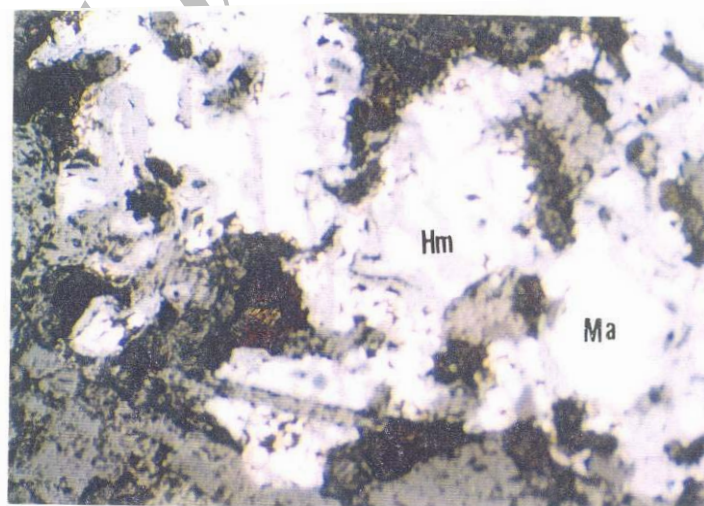
شکل ۶: نفوذ یک رگه سیلیسی در یک گرانودیوریت و تشکیل دگرسانی سیلیسی (XPL.5X)

دگرسانی پروپیلیتیک بیشتر در کنتاکت بین توده نفوذی با سنگهای ولکانیکی دیده می شود و در مقاطع میکروسکوپی به صورت تبدیل پلاژیوکلازها به اپیدوت، کلریت و کلسیت مشخص شده که تمام دگرسانی های منطقه را از اطراف احاطه کرده (شکل ۷).



شکل ۷: تبدیل کامل یک فنوکریست پلاژیوکلازها به اپیدوت، کلریت و کلسیت در یک بازالت پورفیری (دگرسانی پروپیلیتیک) (XPL.5X)

بررسی مقاطع صیقلی از نمونه های سطحی منطقه نشان داد که کانه های عمده این کانسارها عبارتند از کالکوپیریت، پیریت، مالاکیت، آزوریت، مگنتیت، هماتیت و لیمونیت. ضمن اینکه کالکوسیت و کوولیت ثانویه به مقدار جزئی در مقاطع مشاهده شد. بافت کانه های مس بیشتر از نوع پراکنده در متن و به مقدار کم از نوع پرکننده فضای خالی است. هماتیت در بیشتر موارد حاصل دگرسان شدن سولفیدهایی مانند کالکوپیریت و پیریت است و همچنین عملکرد محلولهای داغ باعث مارتیتیزه شدن مگنتیت می شود (شکل ۸). در این کانسار سولفیدهای اولیه مس به همراه مگنتیت در مرحله اول و مالاکیت و کانه های آهن دار دیگر مانند لیمونیت و هماتیت در مرحله بعدی تشکیل شده اند [۳].



شکل ۸: پدیده مارتیتی شدن که طی آن مگنتیت در حال تبدیل شدن به هماتیت است بزرگنمایی ۱۲۰ برابر نور در حالت (PPL)

### ۲-۳. بررسی های ژئوشیمی

هدف اصلی کار ژئوشیمی یافتن تمرکز هایی از یک یا چند عنصر و یا ترکیبات آنها با غلظتی بالاتر از حد مقدار زمینه است که آن را بتوان آنومالی تلقی کرد. در این منطقه جهت نمونه برداری لیتو ژئوشیمیایی سه پروفیل اصلی به موازات یکدیگر زده شد و تعداد ۱۱۰ نمونه سنگی برداشت شد که از این تعداد ۵۰ نمونه جهت آنالیز شیمیایی به روش XRF برای ۳۰ عنصر در نظر گرفته شد. با توجه به نتایج آنالیز های شیمیایی با استفاده از نرم افزار SPSS، توزیع فراوانی عناصر مختلف و محاسبه پارامتر های آماری جهت تعیین مناطق ناهنجار در منطقه انجام شد که بر اساس هیستوگرام فراوانی عنصر مس با میانگین ۱۹۰۰ ppm مس در منطقه و انحراف معیار ۳۳۷۰ ppm مقدار زمینه ناحیه ای، آنومالی ممکن و آنومالی احتمالی [۴]. به صورت زیر در منطقه بدست آمد:

$$(X+S=5270\text{ppm}) \quad \text{مقدار زمینه ای ناحیه ای}$$

$$(X+2S=8641\text{ppm}) \quad \text{حد آستانه ای محلی (آنومالی ممکن)}$$

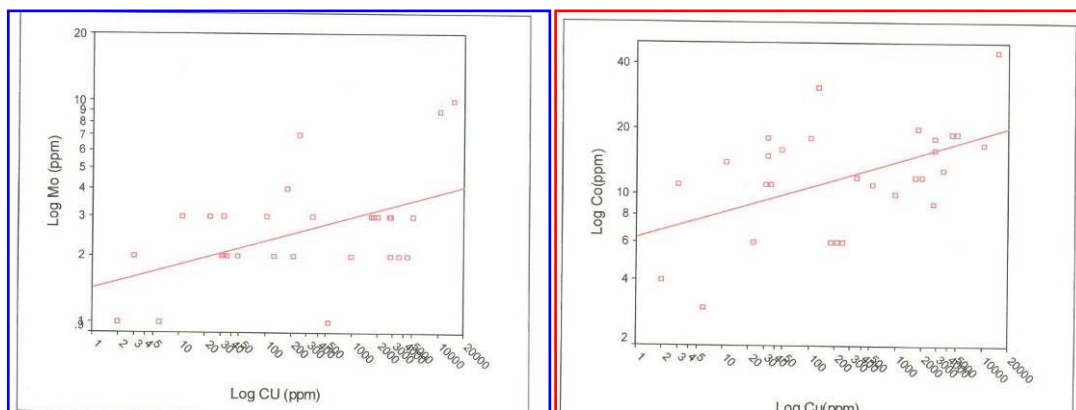
$$(X+3S=12011\text{ppm}) \quad \text{آنومالی احتمالی}$$

این ضرایب برای عناصر سرب، روی، مولیبدن و کبالت نیز بدست آمد که میانگین این عناصر نسبت به کلارک آن غنی شدگی از خود نشان می دهند. همچنین جهت بررسی نحوه ارتباط و میزان همبستگی بین عناصر اقدام به محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن شد که طبق شکل ۹ بیشترین ضریب همبستگی مس با عناصر کبالت و مولیبدن است که با توجه به مثبت بودن شیب خط یک همبستگی مثبت بین آنها دیده می شود و مقدار ضریب همبستگی بین آنها به ترتیب ۰/۵+ و ۰/۴۱۱+ است. در منطقه مس با تنها عنصری که همبستگی منفی نشان می دهد عنصر نیکل است.

### ۳. نتیجه گیری

توده نفوذی منطقه با سن میوسن زیرین بیشتر با ترکیب گرانودیوریت - دیوریت ضمن نفوذ در سنگ های ولکانیکی و پیروکلاستیکی با سن ائوسن، سبب دگرسانی و کانه زایی در منطقه شده و سنگ های منطقه دارای خصوصیات کالک آلکال می باشند. دگرسانی های آرژیلیکی، سیلیسی و پروپلیتیکی به عنوان گسترده ترین دگرسانی های موجود در منطقه به شمار می روند ضمن اینکه کانه زایی به صورت انتشاری و رگچه ای بوقوع پیوسته و کانه های کالکوپیریت، پیریت، مالاکیت، هماتیت، لیمونیت و مگنتیت به عنوان پارازنز کانه ها در اندیس باغ حاجی مطرح هستند. با بررسی های ژئوشیمیایی در منطقه مشخص شد که عناصر مس، سرب، روی و مولیبدن در منطقه با توجه به هیستوگرام های فراوانی این عناصر آنومالی نشان می دهند و عنصر مس بیشترین همبستگی را با عناصر مولیبدن و کبالت نشان می دهد.

اندیس مس باغ حاجی با توجه به گسترش آلتراسیون، زون بندی منظم و تنوع آلتراسیون، میانگین عیار مس مناسب در نمونه های سطحی برابر با ۰/۶۳ درصد، شواهد کانی سازی مشهود و دگرسانی سیلیسی که در فاز آخر محلول های هیدروترمال برجا گذاشته شده اند و همچنین وجود کلاک های آهنی (گوسان) در اطراف این اندیس همگی دال بر وجود کانه زایی مس قوی در این محل است که می توان این اندیس را در اولویت اول کارهای اکتشافی بعدی قرار داد.



شکل ۹: نمودارهای همبستگی بین عنصر مس با عناصر کبالت و مولیبدن که نشان دهنده یک همبستگی مثبت بین این عناصر در منطقه باغ حاجی است

#### ۴. 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. جعفری، حمید رضا ۱۳۸۱. زمین شناسی اقتصادی کانسارهای مس منطقه حراران در استان کرمان. رساله کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
۴. 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.

Archive of SID