فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال هشتم، شماره ۲۸، پاییز ۱۳۹۳

کانی شناسی و ژئوشیمی وآلودگی عنصری طلا، مس ونقره در غرب باغات (شمال حاجی‌آباد)

محمد پوستی[۱]، عبدالحمید امیری[۲]، ماشااله مرادی[۳]، شازدی صفری[٤]

۱- دانشیارگروه زمین شناسی اقتصادی ،دانشگاه هرمزگان. M.Poosti@yahoo.com
۲- دانشیارگروه زمین شناسی اقتصادی ،دانشگاه آزاد واحد شیراز
۳- دانش آموخته کارشناسی‌ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه آزاد واحد شیراز
٤- کارشناس آزمایشگاه گروه زمین‌شناسی، دانشگاه هرمزگان
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۲ تاریخ تصویب: ۹۳/٦/۱۰

چکیده

محدوده مورد مطالعه دراستان هرمزگان ودر پهنه سنندج- سیرجان واقع است. پهنه مذکور مراحل دگرگونی وماگماتیسم فراوانی پشت‌سر گذاشته و فعالترین ناحیه ساختاری ایران از لحاظ زمین‌شناسی است. فرایندهای دگرگونی و ماگماتیسم سبب شده است تا توان معدنی این پهنه درخور توجه باشد. طلا، آهن، مس، کرومیت،سنگ چینی و نما و سیلیس مهمترین توان معدنی این پهنه است. این محدوده عمدتا از مجموعه-های سنگی پالئوزوئیک و مزوزوئیک دکرگون شده تشکیل شده است. با توجه با مطالعات ژئوشیمیایی سنگی و آبراهه‌ای، میزان طلا تقریبا به مقدار ٤ و مس۱۱٦ برابر نسبت به حد کلارک غنی شدگی نشان می‌دهند. بر اساس داده‌های ژئوشیمیایی و داده‌های آنالیز XRD و وجود مجموعه کانیهایی مثل کلریت، اپیدوت، آلبیت، کلسیت وپیریت احتمال وجود ناحیه دگرسانی زون پروپیلیتیک را بیش از پیش تقویت می‌کند.همچنین در برخی از مناطق با توجه به فراوانی اپیدوت می‌توان آلتراسیون اپیدوتی را نیز منظور کرد. نفوذ آندزیتها به داخل آهکها، آنها را دچار آلتراسیون پیریتی وهماتیتی کرده است. با توجه به وجود تخلخل در آهکها و آلتراسیون‌های ذکر شده، آهکهای مذکور (غرب محدوده) زمینه مناسبی جهت کانی‌سازی مس و طلا را دارا می‌باشند که بایستی مورد اکتشافات بعدی قرار گیرند.

واژگان کلیدی: باغات، زون سنندج- سیرجان، آلتراسیون پروپیلیتی، آلتراسیون اپیدوتی

مقدمه

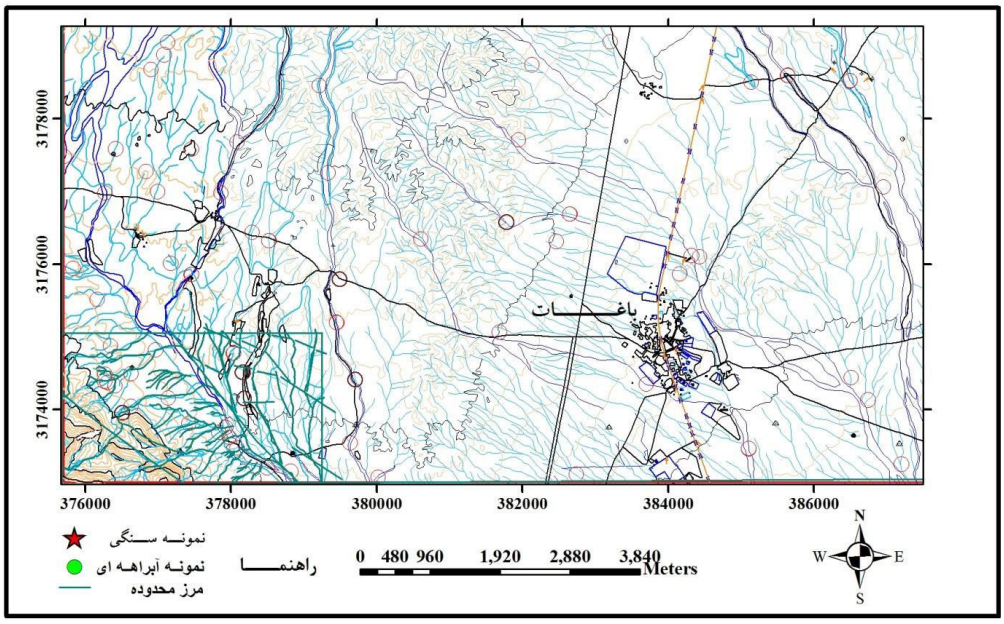
مطالعه محدوده مورد نظر در زون سنندج- سیرجان واقع است مختصات منطقه موردمطالعه به شرح ذیل است. مختصات جغرافیایی محدوده ی موردمساحت چهار ضلعی مذکور حدود ٦/٥ کیلومتر مربع است و درجنوب شهرستان سیرجان و ٥٠ کیلومتری شمال حاجی آباد واقع شده است. این محدوده دربخش مرکزی محدوده ورقه یکصد هزارم باغات قراردارد. مهم ترین وآبادترین روستای این منطقه دهکده باغات است که در جاده آسفالته سیرجان - بندرعباس ودر شرق محدوده قرار دارد.

تراکم جمعیت در منطقه باغات وهمچنین محدوده اکتشافی بسیار کم است و دراین محدوده آبادی مهمی دیده نمی شود. مهم ترین راه ارتباطی این منطقه راه آسفالته سیرجان- بندرعباس است که از بخش شرقی محدوده سیرجان- بندرعباس است که از بخش شرقی محدوده مورد مورد مطالعه عبور می‌کند(شکل۱).

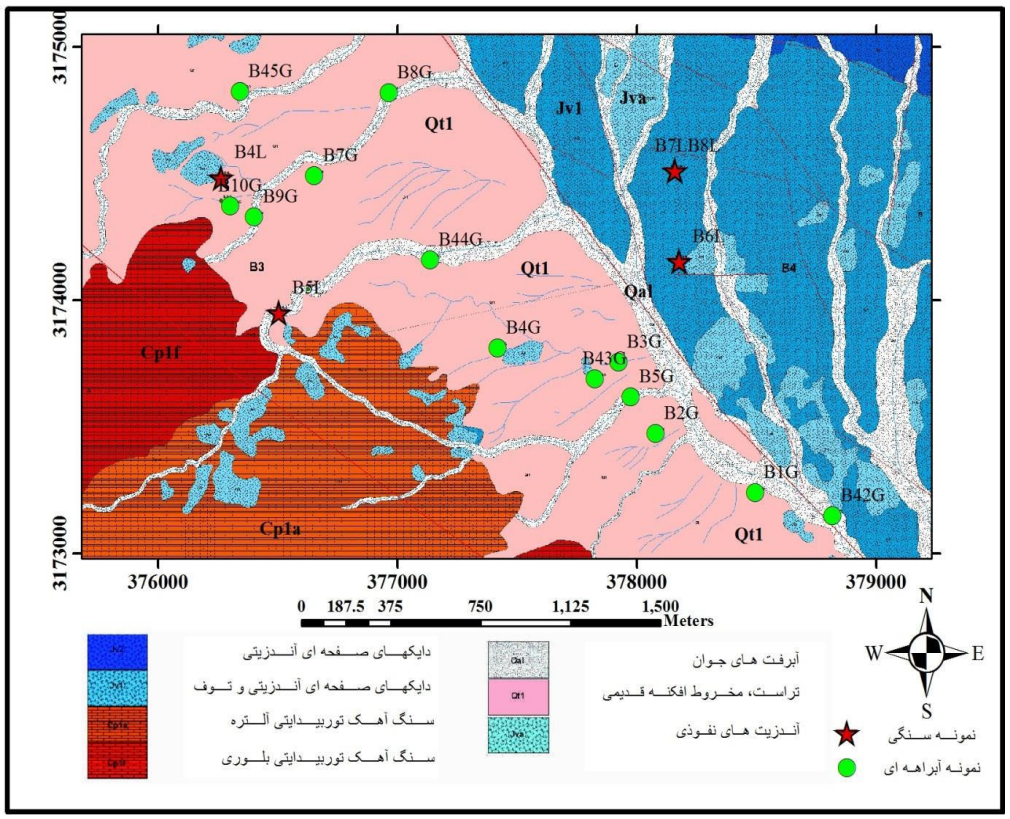
روش تحقیق

نقشه‌های‌زمین‌شناسی، توپوگرافی و عکس‌های ماهواره‌ای محدوده مورد بررسی قرار گرفت. در بازدیدهای صحرایی، نمونه‌های لازم برداشت و از پدیده‌های زمین‌شناسی موردنظر نیز عکس‌برداری شد. براساس مطالعات اولیه، اقدام به برداشت ۱۲ نمونه سنگی گردید و مورد آزمایشات F.A و Icp-Map سپس براساس تلفیق نتایج زمین‌شناسی صحرایی و نتایج آزمایشات حاصل، روش اکتشافی ژئوشیمی آبراهه‌ای انتخاب و۱٦نمونه آبراهه‌ای جهت تعیین عناصر موردنظرمورد آزمایش قرار گرفت. مطالعات سنگ

شناسی وکانی شناسی نمونه های سنگی، مقاطع نازک وصیقلی تهیه ومورد مطالعات میکروسکوپی قرارگرفت. مطالعات آزمایشگاه ونیز تهیه مقاطع نازک و صیقلی توسط شرکت زرآزما انجام گرفته‌است.



شکل ۱- موقعیت دهکده باغات در نقشه توپوگرافی۱:۲۵۰۰۰



شکل۲ - نقشه زمین‌شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه از دیدگاه زمین‌ساختی تماماً در زون سنندج-سیرجان قرار دارد و عمدتاً از مجموعه‌های سنگی پالئوزوئیک و مزوزوئیک دگرگون شده به‌وجود آمده است. مجموعه‌های سنگی پالئوزوئیک و مزوزوئیک به‌صورت تراشه‌های تکتونیکی به‌طور متناوب کنار هم قرار گرفته‌اند. حوضه‌های مزوزوئیک به‌صورت گودالهای نسبتاً باریک و طویل در درون بلوکهای پالئوزوئیک قرار گرفته و توپوگرافی فعلی این محدوده نیز چنان است که مجموعه‌های پالئوزئیک مناطق هورست و مجموعه‌های مزوزوئیک گرابن‌ها را تشکیل می‌دهند (مدنی۱۳۷۳).

ساختار کلی منطقه به‌صورت زونهای تراستی مکرر یا ساختار فلسی است از پدیده های مختلف زمین شناسی و ساختاری عکس های لازم گرفته شده، هم چنین جهت بررسی مقدماتی منطقه، تعدادی نمونه سنگی جهت مطالعات میکروسکپی و ژئوشیمی نیز برداشت شده است.

ضمنا سعی شده تا با استفاده از بررسی های فوق الذکر فرآیند های مختلف زمین شناسی و ساختاری منطقه مورد مطالعه و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است وجود ارتفاعات (تشکیلات آهکی) در غرب محدوده مورد مطالعه ونیز آبرفتهای حاصل از این تشکیلات (که در افق بالاتری نسبت به دیگر نقاط این محدوده قرار دارند) به دلیل حضور آهک های نیمه متبلور ستیغ ساز می‌باشند.

این ارتفاعات بر اثر عملکرد گسل ودیگرعوامل تکتونیکی در راستای شمال غرب- جنوب شرق قرار گرفته اند. در این محدوده واحدهای زمین شناسی زیر وجود دارند.

واحد CP^{1}: شامل آهک توربیدایتی، بخش دولومیتی و کریستالیزه شده است.

واحد Q^{t1}: این واحد شامل نهشته های پادگانی قدیمی و تراس های رودخانه ایی است که قطعات تشکیل دهنده ی ان غالبا از تشکیلات CP^{1} مشتق شده اند.

این منطقه محل برخورد واحد های آهکی با آندزیت می باشد و بر اساس شواهد زمین شناسی و صحرایی، واحد های آهکی (CP^{1}) قدیمی تر بوده و واحدهای آندزیتی- بازالتی (J^{V}) با سن کمتر در هنگام جایگزینی و نفوذ به واحد های آهکی، برخورد نموده اند.

در اثر این برخورد، واحد های آهکی (CP^{1}) دچار آلتراسیون شدیدی (نوع لیمونیتی، هماتیتی، سیلیسی) شده اند.

با توجه به خصوصیات ژئو شیمیایی آهک و تخلخل بالای آن و آلتراسیون های ذکر شده گمان می رود که محل بسیار مناسبی برای کانی زایی عناصر فلزی موجود درآندزیت ها و فعالیت های هیدروترمال بعد از جایگزینی آندزیت ها باشد(آقانباتی۱۳۸۳).

یکی از دلایل اصلی انتخاب این منطقه به عنوان یکی از مناطق امید بخش عملکرد گسل با امتداد شمال غرب و جنوب شرق است که گسل مذکور، مرز جداکننده ی بین آندزیت ها و آهک ها می باشد.

بر همین اساس می تواند محل مناسبی برای کانی سازی عناصر فلزی در طول گسل، در مجاورت توده آندزیتی- بازالتی و نیز فعالیت های هیدروترمال در درون آهک ها باشد.

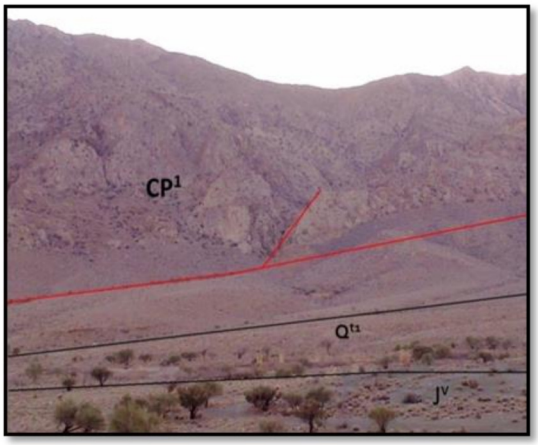
با توجه به شواهد صحرایی ذکر شده ، واحد های آهکی (CP^{1}) می تواند میزبان بسار مناسبی برای حضور محلول های هیدروترمال و کانی سازی عناصر فلزی با ارزش باشد دو نمونه B4L و B5L از آهک‌های آلتره شده در محل برخورد با آندزیت ها و در مجاورت گسل اصلی منطقه برداشت شده است.

این آهک های آلتره به شدت هماتیتی و لیمونیتی شده اند و بلورهای هماتیت در محل تازه شکسته شده، قابل رویت می‌باشد. همچنین رگه ها ورگچه‌های سیلیسی در مرز مشخص بازالت ها با اهک های آلتره مشاهده می شوند. گاهی آهک های آلتره مینرالیزه، غنی از پیریت های بی شکل و آلتره دیده می شود که این پیریت ها مقداری آلتره(اکسید) شده و بخش هایی از آن به هماتیت تبدیل شده اند.

شرق محدوده مورد مطالعه از لحاظ لیتولوژی متشکل از واحد J^{V} که شامل دایک‌های صفحه‌ای (دیو ریت تا گابرو دیوریت پورفیری) گدازه‌های آندزیت- بازالتی، آندزیت پورفیری و توف‌های شیشه‌ای با همین ترکیبات و واحدهای Q^{t1} شامل نهشته‌های پادگانه‌ای قدیمی و تراس‌های رودخانه‌ای می باشد. آندزیت و آندزیت بازالت‌های منطقه به شدت خرد شده می‌باشندو هم چنین رگه‌های سیلیسی بعضاً حاوی کانی سازی مالاکیت- آزوریت مشاهده می گردد. جهت بررسی و مطالعات بیشتر، نمونه‌هایB6L، B7L و B8L از رگه‌های سیلیسی قطع کننده‌ی آندزیت و آندزیت- بازالت‌ها برداشت شد.

نمونه‌های B6L و B7L از رگه‌های سیلیسی با عرض حدود۳۰ سانتی‌متر تا ۱/۵ متر و به طول چندین متر برداشت شده است. امتداد این رگه‌ها شرقی-غربی و شمالی-جنوبی می‌باشد. رگه‌ها مذکور در درون واحدهای آندزیتی به شدت خرد شده قرار دارند و گاهی به شدت کلریتی و اپیدوتی شده اند و همراه با تخلخل نیز مشاهده می‌گردند.

نمونه B8L از رگه‌ی سیلیسی دیگری با ضخامت حدود ۵ سانتی متر همراه با کانی‌سازی مالاکیت و آزوریت برداشت گردیده است. این رگه درون واحد آندزیت‌های به شدت خرد شده قرار دارد.



شکل ۳- نمایی از لیتولوژی آندزیت- بازالت (J^{v})، پادگانه های آبرفتی قدیمی(Q^{t1})، واحد های آهکی (CP^{1}) و گسل منطقه(دید به سمت جنوب).

شکل٤- محل برخورد توده آندزیتی با تشکیلات آهکی

شکل ۵- رگچه‌های سیلیسی در آهک‌های آلتره

شکل ٦- رگه سیلیسی اپیدوتی که توسط آندزیت های آلتره در بر گرفته شده است (دید به سمت شمال).

شکل ۷- رگه سیلیسی دارای تخلخل که کلریتی واپیدوتی نیز شده است. (B6L) (دید به سمت غرب)

کانی‌شناسی: از بعضی از نمونه‌های مناسب تیغه نازک و مقطع صیقلی تهیه و مورد مطالعه میکروسکوپی قرار گرفتند که نتایج آن به صورت عکس و زیر نویس آورده شده است.

مطالعات ژئوشیمیایی: در بررسی های ژئوشیمی اکتشافی در حوضه‌های آبریز تحت شرایط آبراهه‌ای گوناگون، بویژه با بارندگی متوسط، اغلب و یا حتی به‌طور انحصاری روش بررسی رسوبات رودخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این نوع بررسی مواد هر نمونه می‌تواند معرفی از ترکیب شیمیائی مواد بالادست خود باشد.

نظر به وسعت زیاد منطقه تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس۱:۲۰،۰۰۰، لازم است محیط‌های ثانوی تحت پوشش نمونه برداری قرار گیرند (کریم پور ۱۳۷۸).

اساس این‌مطالعات بر نحوه توزیع عناصر در هاله‌های ثانوی سطحی به خصوص رسوبات رودخانه‌ای‌و خاک ها قرار دارد.

در این‌عملیات با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی۱:۲۵۰۰۰ با محل نمونه‌های از پیش تعیین شده ودستگاه موقعیت یاب جغرافیایی (GPS) محل نمونه برداری مشخص می‌گردید.

هر نمونه ژئوشیمیایی متشکل از حدود۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم جزء زیر ۸۰ مش رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد که پس از الک کردن رسوب‌خشک در محل، درون کیسه‌های پلاستیکی نو ریخته شده و شماره گذاری گردیده است.

کلیه نمونه های ژئوشیمیایی سنگی و آبراهه ایی برداشت شده به آزمایشگاه شرکت مطالعات مواد معدنی زر آزما فرستاده شد تا پس از آماده سازی برای عناصر مورد آنالیز قرار گیرند.

روش اندازه گیری برای عنصر طلا روش (Fire Assay) F.A و برای عناصر REE روش Icp-Oes بوده است.

خصوصیات ژئوشیمیایی عناصر آنومال منطقه

در راستای عملیات صحرایی و نمونه‌برداری ژئو شیمیایی و سنگی تعداد ۲۸ نمونه از سنگ و آبراهه برداشت شده است.

با توجه به افزایش غلظت عناصر طلا، مس و نقره نسبت به میزان کلارک غلظت مورد برسی قرار گرفته‌اند کلارک طلا در پوسته زمین $۴/۵\times۱۰^{-۷}$ درصد بوده و در سنگ‌های مختلف، خاکها، خاکسترهای گیاهی، آب رودخانه‌ها یافت می‌شود (اسفندیاری ۱۳۶۸).

کلارک طلا در آب دریاها ۱×۱۰^{-۷} درصد است. در مواد تشکیل دهنده گوشتهٔ زمین نیز کلارک طلا بالااست . منبع اصلی طلای کانسارهای ایندوژن مواد مذاب ماگمای حاصله از گوشته و اندکی مواد مذاب حاصل از آناتکسی بوده است.

در محدوده مورد مطالعه حداقل میزان این عنصر ۱ppb و حداکثر آن ۱۴ ppb می باشد (حسنی پاک۱۳۸۰).

مس: میزان کلارک مس در پوسته زمین ۰/۰۱ درصد می‌باشد. مقدار آن در سنگهای بازیک $۱/۴\times۱۰^{-۲}$ درصد بوده که اندکی از حد کلارک بیشتر است.

مس نسبت به سنگهای اسیدی (۳×۱۰^{-۳}) عنصر کالکوفیل محسوب می‌شود.

مس هم در باز التها و هم در ماگمای گرانتیی تمرکز می‌یابد.

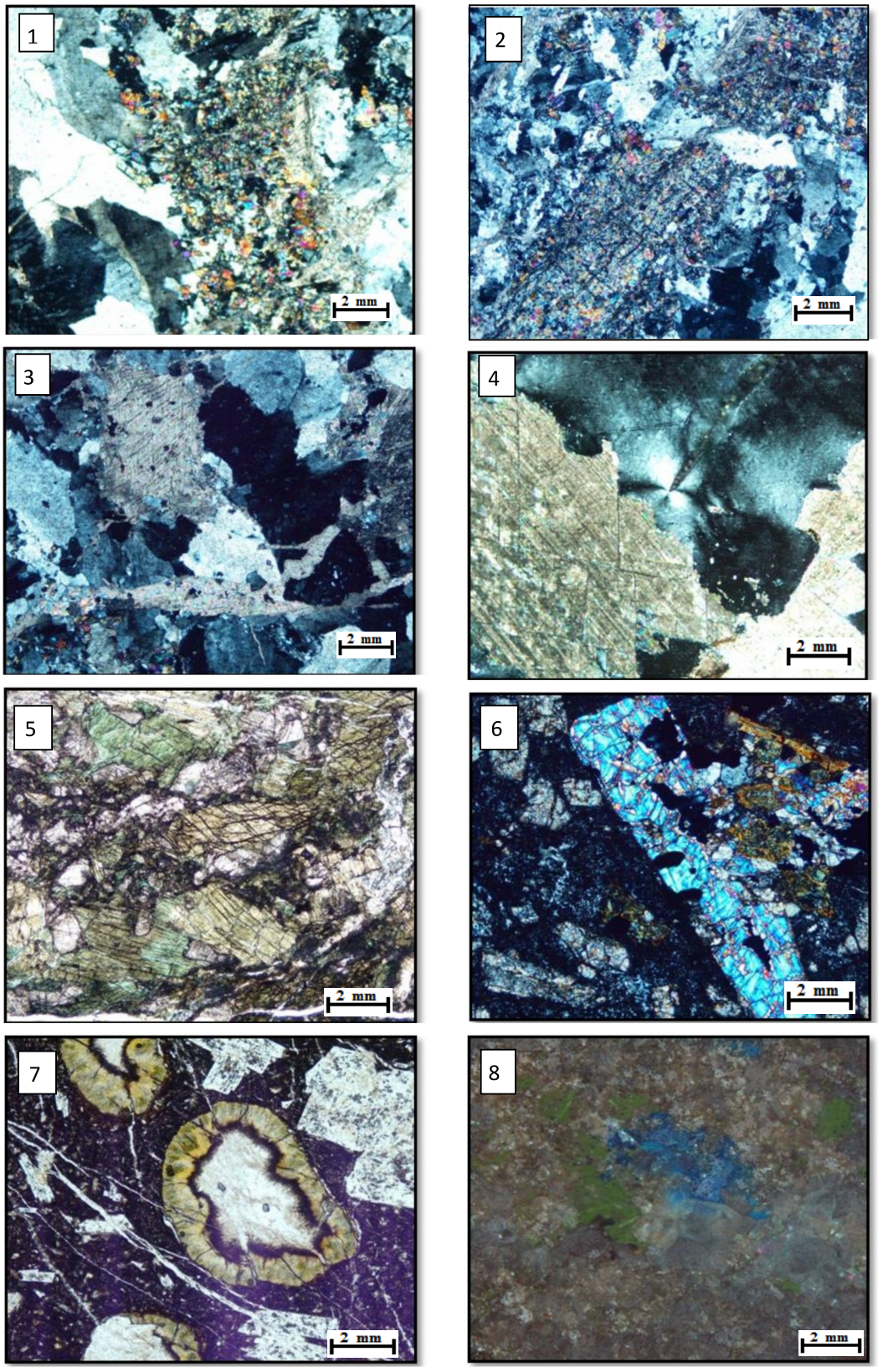
کانسارهای اسکارنی و ولکانوژن مس در ارتباط با ماگما تیسم بازالتی و کانسارهای هیدروترمالی آن در رابطه با ماگما تیسم گرانیتی بوجود می‌آیند (حیدری و همکاران ۱۳۸۷).

در محدوده مورد مطالعه حداقل میزان این عنصر ۴ppm و حداکثر آن ۱۱۶۶۲ ppm می باشد.

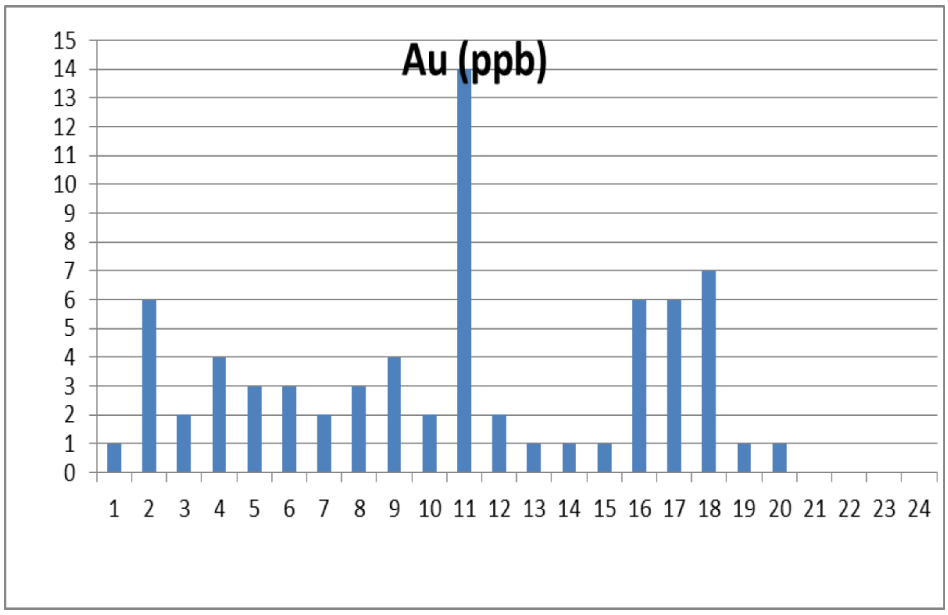
نقره: میزان کلارک نقره در پوسته (۷×۱۰^{-۶} درصد) است.

نقره در شیست‌های رسی تجمع زیادی دارد (۹×۱۰^{-۱}درصد) در محدوده مورد مطالعه حداقل میزان عنصر نقره کمتر از ۰/۱۶ ppmحداکثر آن ۱/۷ ppm می باشد.

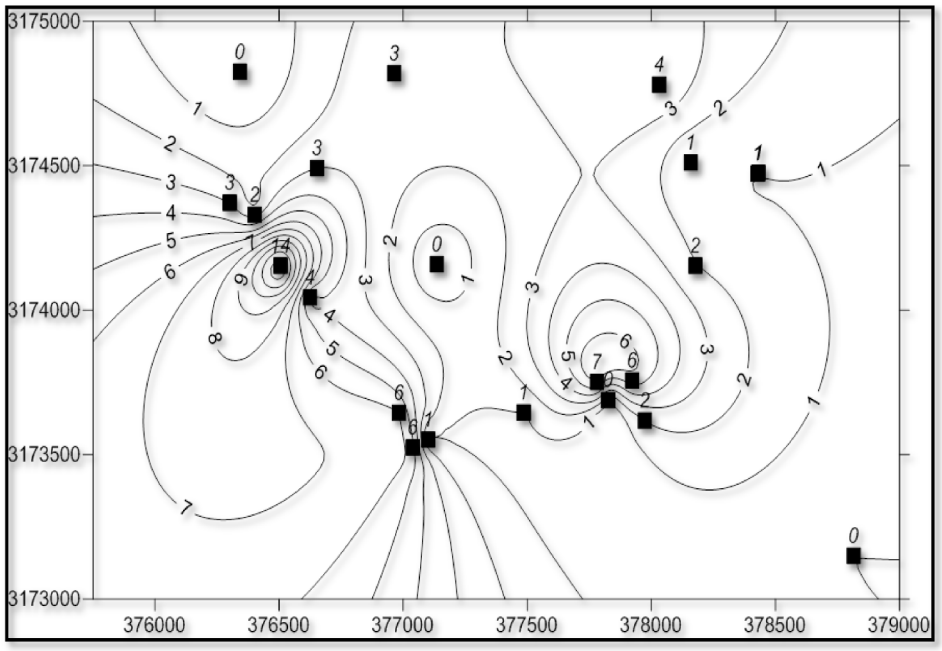
همبستگی طلا: میزان همبستگی عنصر طلا نسبت به عناصر Ca,Ba,Mn,Sb و Th همبستگی متوسط نشان می دهد و نسبت به سایر عناصر همبستگی اندک نشان می دهد (شهاب پور۱۳۸۷).



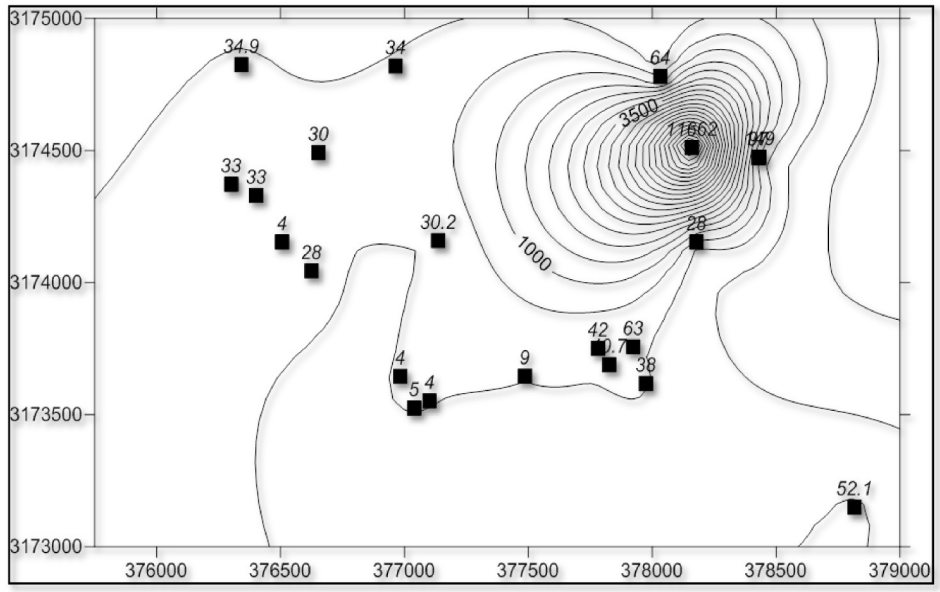
شکل۸ : کلریتیزاسیون و اپیدوتیزاسیون (۱). سوسوریتیزاسیون در حاشیه رگه سیلیسی به همراه آلتراسیون(۲). کانی سازی ثانویه از نوع کلسیت به صورت رگچه‌ای در بین کوارتز (۳). کانی سازی ثانویه کلسیت و آغشتگی به آزوریت در حاشیه یک رگچه سیلیسی (٤). رگچه های کربناتی در شکستگی های ناشی از خردایش یک دایک دولریتی(٥). آمفیبول در حواشی به کلریت و کانی های اوپاک به همراه بلورهای شکل دار پلاژیوکلاز (٦). حفرات ناشی از آلتراسیون سایر کانی‌های اولیه یک سنگ اندزیتی(۷). کانی‌سازی آزوریت و مالاکیت در رگچه سیلیسی(۸).



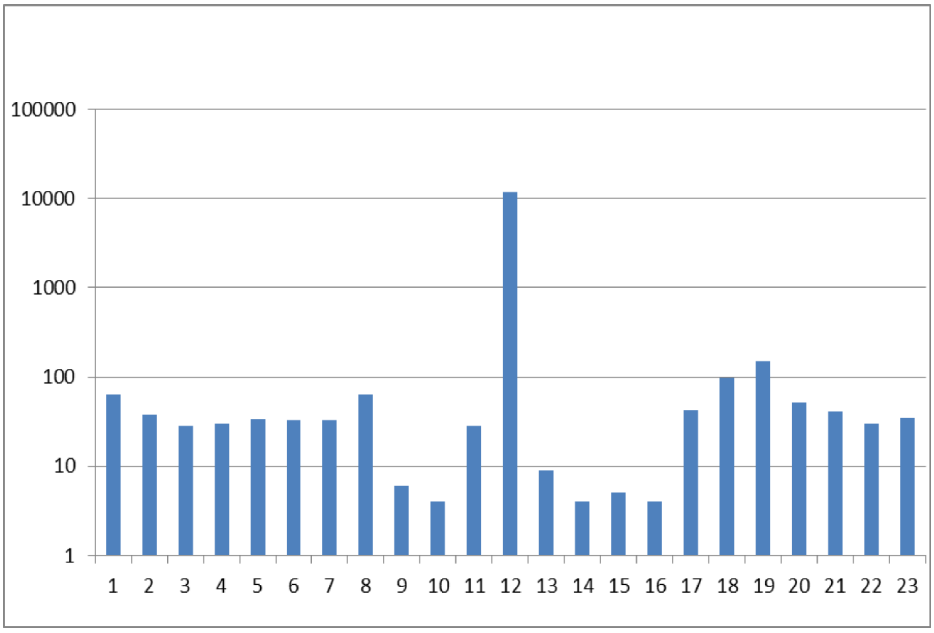
شکل۹- نمودار فراوانی AU در منطقه مورد مطالعه(PPb)



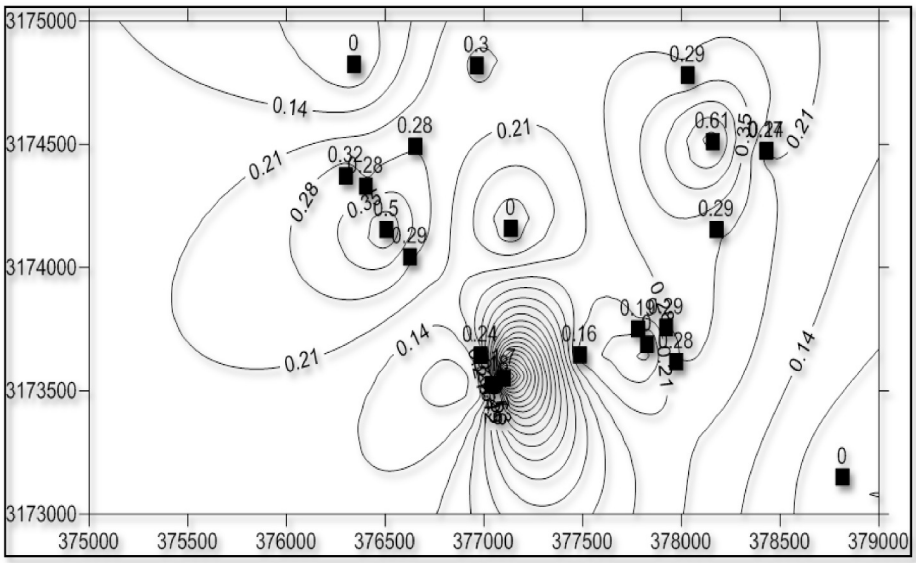
شکل۱۰- نقشه آنومالی و توزیع عنصر طلا (PPb)در محدوده مورد مطالعه و محل نمونه برداری.



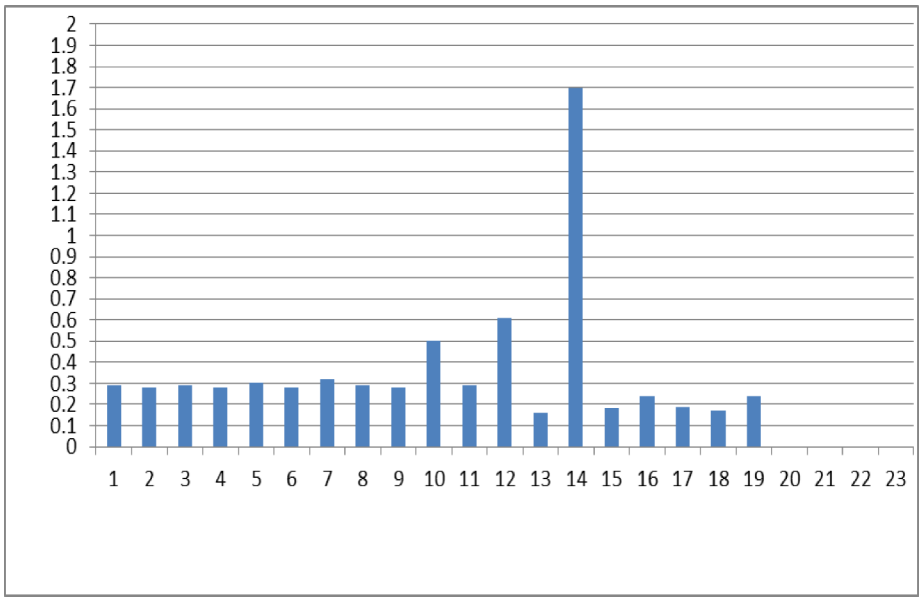
شکل۱۱- نقشه آنومالی و توزیع عنصر **Cu** (**ppm**)در محدوده مورد مطالعه و محل نمونه برداری.



شکل۱۲- نمودار فراوانی **Cu** در منطقه مورد مطالعه(**ppm**) (محور قائم لگاریتمی است)



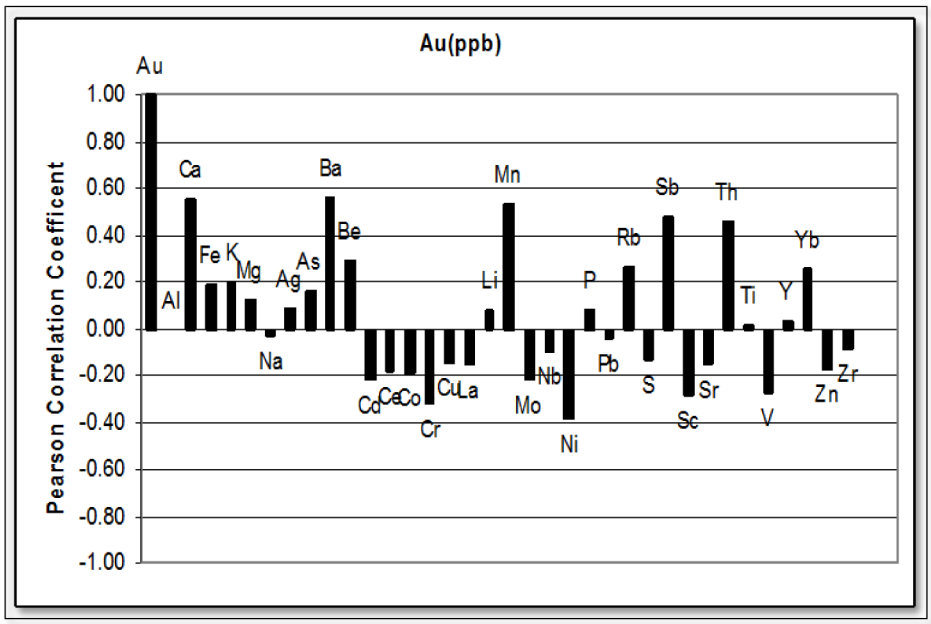
شکل۱۳- نقشه آنومالی و توزیع عنصر Ag (ppm)



شکل۱٤- نمودار فراوانی Ag (ppm)

جدول۲ - ضریب همبستگی پیرسون تعدادی از عناصر نسبت به یکدیگر

	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Ag	Cu
Au	1	-0.004	0.554	0.187	0.202	0.130	-0.028	0.087	-0.140
Al	-0.004	1	-0.100	0.907	0.693	0.391	0.816	0.199	-0.131
Ca	0.554	-0.100	1	0.068	-0.124	0.329	-0.188	0.501	0.377
Fe	0.187	0.907	0.068	1	0.658	0.394	0.726	0.390	-0.046
K	0.202	0.693	-0.124	0.658	1	0.246	0.571	-0.086	-0.136
Mg	0.130	0.391	0.329	0.394	0.246	1	0.285	0.003	-0.222
Na	-0.028	0.816	-0.188	0.726	0.571	0.285	1	-0.065	-0.006
Ag	0.087	0.199	0.501	0.390	-0.086	0.003	-0.065	1	0.196
Cu	-0.140	-0.131	0.377	-0.046	-0.136	-0.222	-0.006	0.196	1



شکل۱۵- نمودار همبستگی پیرسون عنصر Au به سایر عناصر

نتیجه گیری

با مطالعه نمودار های ژئوشیمیایی و آلتراسیون‌های در نمونه‌ها می‌توان بیان کرد که کانی سازی هیدروترمال ضعیف در حد آلتراسیون آرژیلیتی در این ناحیه عمل نموده است که باعث افزایش میزان برخی از عناصر از حد زمینه کلارک شده است.

اما مقدار کانی سازی در حد یک کانسار بالقوه نمی‌باشد. از طرف دیگر وجود انومالی زیاد عنصر در برخی نمونه‌ها و نیز همبستگی این عنصر با عنصر گوگرد به میزان خیلی زیاد می‌تواند نشانه‌ای از وجود ذخایر سولفیدی مس در این ناحیه باشد. که نیازمند مطالعات تفضیلی بیشتری است.با توجه به داده های ژئوشیمیایی و داده های آنالیز XRDوجود مجموعه کانی هایی مثل کلریت، اپیدوت، آلبیت، کلسیت و پیریت، احتمال وجود زون آلتراسیون از نوع پروپلیتیک را بیش از پیش تقویت می کند.

هرچند که در برخی از مناطق فراوانی کانی های اپیدوت بالا بوده ومی توان نام آلتراسیون اپیدوتی را نیز در نظر داشت.

در این نوع آلتراسیون محلولهای ماگمایی و گرمابی غنی از منیزیم، آهن، کلسیم، سدیم و یا بی کربنات، باعث آلتره کردن کانی های آهن و منیزیم دار مثل پیروکسن ها، آمفیبول ها و بیوتیت و همچنین پلاژیوکلازها می شود و موجب تشکیل اپیدوت، کلریت، زوئیزیت و یا آلبیت می شود.

در تشکیل آلتراسیون پروپلیتیک دمای محلول ماگمایی و محلول گرمابی کمتر و pH بیشتر قلیایی است. معمولا در زون پروپلیتیک زون‌بندی دیده می‌شود که اپیدوت–کلریت در مرکز سیستم قراردارد و به طرف خارج به آلبیت، کلسیت و کانی های رسی تبدیل می‌گردد.

زون پروپلیتیک معمولا در اطراف ذخایر مس پورفیری یافت می شود و گاهی وسعت آن تا ٤ کیلومتر در اطراف ذخایر معدنی ادامه می آبد.

گسترش زون پروپلیتیک معمولا راهنمای مفیدی در اکتشاف کانسار ها می‌باشد.

واحدهای آندزیت و آندزیت بازالت شدیدا آلتره وخرد شده می باشند ودر اثر عملکرد فاز هیدروترمال در منطقه باعث ایجاد رگه های سیلیسی حاوی کانه‌های فلزی و یا عناصر با ارزش مثل cu وآلتراسیون در منطقه شده است ،نفوذ تشکیلات ولکانیکی منطقه به درون واحدهای آهکی، عامل آلتراسون لیمونیتی وگاها هماتیتی در منطقه است.

واحدهای آهکی در بخش جنوب غرب محدوده مورد مطالعه اغلب بسیار دانه ریز و میکریتی می‌باشند که بر اثر آلتراسیون کانی‌های اپاک ورگچه‌های سیلیسی ثانویه در آنها مشاهده می‌شود.

واحدهای آندزیتی وآندزیت- بازالتی شدیدا آلتره می‌باشند واغلب کانی‌های اولیه آنها بطور کلی یا بخشی از آن به کانی‌های ثانویه تبدیل شده است. مانند تبدیل پلاژیوکلاز به سریسیت وتبدیل اولیوین و پیروکسن‌ها به کلریت و اپیدوت در اثر آلتراسیون در این منطقه گاهی در واحدهای ولکانیکی می‌توان رگه ورگچه‌هایی از کلسیت‌های درشت‌دانه وسیلیس مشاهده کرد.

غنی شدگی طلا (Au) در رگه‌های سیلیسی واقع در محدوده مورد مطالعه همراه با غنی شدگی روبیدیم (Rb) وگوگرد(S) است که نشان دهنده آلتراسیون هیدروترمال می‌باشد. غنی شدگی مس (Cu) همراه با غنی شدگی گوگرد(S) روبیدیم (Rb) فسفر(P) روی (Zn) در رگه‌های سیلیسی واقع در محدوده مورد مطالعه مشاهده می‌شود که نشان دهنده‌ی آلتراسیون هیدروترمال می‌باشد. وچون این منطقه محل برخورد واحدهای آندزیتی و آندزیت - بازالتی با واحدهای آهکی می باشد. در اثرنفوذ واحدهای آندزیتی تشکیلات آهکی شدیدا آلتره شده وآلتراسیون های لیموتیتی و هماتیتی را می توان درآهک های مذکور مشاهده کرد.

واحدهای آهکی با توجه به اینکه دارای تخلخل بسیار زیاد می باشد ودر فازهای هیدروترمال دمای پایین تا بالا، عناصر فلزی پایه را به خوبی در خود جای می دهند. همچنین عناصر فلزی پایه اغلب آهن دوست بوده (مانندطلا) وآلتراسیون لیمونیتی و هماتیتی متفاوت و به طور گسترده قابل مشاهده است.

منابع

۱- آقانباتی ، ع .، (۱۳۸۳)،" زمین شناسی ایران"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.۲٤٦ص.

۲-کریم پور، م.، (۱۳۷۹)،" کانی ها و سنگ های صنعتی"، انتشارات مجد.۳۱۰ص.

۳-کریم پور، م.، (۱۳۷۸)،"بلورشناسی و کانی شناسی نوری– مینرالوگرافی"، گوتنبرگ.۱٦۰ص.

٤- اسفندیاری، م.، (۱۳٦۸) ،" مبانی ژئوشیمی"، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. ۳۲۰ص.

۵- شهاب پور ، ج.، (۱۳۷۸)،"زمین شناسی اقتصادی"، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان .۵٤۳ ص.

٦- حسنی پاک ، ع .، (۱۳۸۰)، نمونه برداری، انتشارات دانشگاه تهران.۳۰٤ ص.

۷- قدیر زاده ، ا ، عاصم اصل ، ر.، (۱۳۸۳)،"کانسارهای فلزی و غیر فلزی"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور. ۵۳۵ ص.

۸- عطاپور، ح.، (۱۳۸٦)، "سنگ‌های آذرین پتاسیم‌داروکانسار سازی طلا- مس همراه آنها"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۳۰٦ ص.

۹- حیدری، س. م.، اصفهانی‌نژاد، م.، مرادی، م.، (۱۳۸۷)، "مقدمه‌ای بر فرایندهای کانه‌ساز"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸٤ ص.

۱۰- مدنی، ح.، (۱۳۷۳)، "مبانی زمین‌آمار"، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ٦۵۹ ص.

11 - Alavi, M., (1994),"Tectonic Of the Zagros organic belt of Iran", New Data and interpretations, Tectonophysics, 229,pp 211-238.

12- Camp, V.E., Griffis, R.J., (1982), "Character, genesis and tectonic setting of igneous rocks in Sistan Suture zone",Lithos 15,pp 221-239.

13 - Evans, A.M., (1993),"Ore Geology and Industrial Minerals",An Introduction. Blackwell Scientific Publication, 390 P.