

ژئوشیمی، دگرسانی و کانی‌زایی طلا در منطقه شائق، دلیجان (اصفهان)

منیره سخدری^۱، محمد یزدی^۱ و مهرداد بهزادی^۱

^۱دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۰/۱۲

چکیده

منطقه شائق در بخش مرکزی پهنه سندج - سیرجان و در ۲۸ کیلومتری جنوب خاور دلیجان قرار دارد. واحدهای سنگی رخنمون یافته در منطقه شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های رسوبی کربناتی، ماسه‌سنگی و سیلتی، رسوبی - آتشفشانی (آندزیتی تا آذرآواری‌های (پیروکلاستیک) توف آندزیتی) هستند که توده‌های پلوتونیک در امتداد شمال‌خاور - جنوب‌باختر و شمال‌باختر - جنوب‌خاور در آنها نفوذ کرده است. سن واحدهای آذرین به ائوسن تا پس از میوسن نسبت داده می‌شود. واحدهای سنگی تحت تأثیر زون‌های گسلی، پهنه‌های برشی، سیستم‌های رگه‌ای، استوک و رک و دایک‌ها است. کانی‌زایی توسط زون‌های برشی، گسل‌ها و دگرسانی کنترل می‌شود. سنگ‌های میزبان (مونزونیت، کوارتز مونزونیت، آندزیت، دیوریت) تحت تأثیر دگرسانی‌های متفاوت، با شدت‌های مختلف قرار گرفته‌اند که مهم‌ترین آنها سریسیتی، کانولینیتی، کربناتی و سیلیسی است. کانی‌سازی ماده معدنی بسیار ساده بوده و شامل پیریت، کالکوپیریت، اکسیدها و هیدرواکسیدهای آهن است. بر اساس بررسی‌های میکروسکوپی نوری، طلا به صورت آزاد چه درون باطله و چه در حاشیه کانی‌های سولفیدی دیده نشد اما در اکتشافات ژئوشیمیایی سنگی طلا در نمونه‌ها اندازه‌گیری شده که بیشترین مقدار طلا ۲۷۶۰ ppb و میانگین آن ۸۱ ppb است. نتایج بررسی‌های انجام شده و مقایسه ویژگی‌های منطقه شائق با کانسارهای نوع اپی‌ترمال حاکی از آن است که منطقه شائق از نظر ویژگی‌های زمین‌شناسی و کانی‌زایی بیشترین شباهت را با کانسارهای نوع اپی‌ترمال دارد.

کلیدواژه‌ها: کانی‌زایی، دگرسانی، شائق، دلیجان، اصفهان

***نویسنده مسئول:** منیره سخدری

E-mail: monire.sakhdari@gmail.com

۱- مقدمه

توده‌های نفوذی منطقه، افق‌های چینه‌شناسی مختلفی را قطع کرده‌اند. شکل این توده‌ها و وسعت آنها متغیر است که بیشتر به صورت استوک و دایک بیرون‌زدگی دارد و سنگ‌های قدیمی با سن ائوسن را قطع نموده‌اند (شکل ۲). در نتیجه می‌توان سن نسبی آن را به میوسن به بعد نسبت داد. جایگیری این توده‌ها در راستای شکستگی‌ها و گسل‌های منطقه با روند NW-SE و NE-SW است. کانی‌سازی در موارد زیادی در جوار سنگ‌آهک‌های منطقه به صورت رگه‌ها و پهنه‌های کانه‌دار و یا درون خود آنها به صورت استوک و رک و به صورت رگه‌های صفحه‌ای کوارتز، سنگ‌آهک و اکسید آهن در جهت‌های گوناگون دیده می‌شود. عمده کانی‌زایی ایجاد شده در این بخش‌ها دیده می‌شود. بیشتر نمونه‌های برداشت شده از این مناطق به شدت دچار دگرسانی هستند. بنابراین شناسایی آنها سخت بوده اما شواهد باقی‌مانده نشان دهنده ترکیب کوارتز مونزونیت تا دیوریت است. فعالیت‌های آتشفشانی منطقه به صورت انفجاری و گدازه‌ای بوده است. مواد آذرآواری شامل واحدهای آندزیتی، برش‌های اتوکلاستیک، اپی‌کلاستیک و همچنین توف با سن میوسن که از تنوع زیادی برخوردار است، هستند (شکل ۲).

۴- ساختار منطقه شائق

درزه‌ها و گسل‌ها در محدوده مورد نظر از گسترش به نسبت فراوانی برخوردارند که زمین‌ریخت‌شناسی منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. بسیاری از رگه‌ها و یا پهنه‌های کانه‌دار منطقه نیز همراه با این گسل‌ها و شکستگی‌ها هستند. از آثار گسل‌خوردگی در منطقه می‌توان به مواردی مانند وقوع یا افزایش در شدت دگرسانی در راستای گسل‌ها، جایگیری رگه‌ها و وقوع کانه‌سازی، جایگیری توده‌های نفوذی (شکل ۳)، جدایش در راستای رگه‌ها و لایه‌ها، تغییر در شیب لایه‌ها و نیز خردشدگی شدید واحدهای سنگی و تشکیل برش گسلی اشاره نمود. سنگ‌های تشکیل دهنده پهنه‌های گسلی در این منطقه، از نظر ساختاری تقریباً خرد شده هستند به طوری که قطعه‌های تشکیل دهنده آن بسته به جنس سنگ میزبان، به شدت خرد شده و تشکیل قطعه‌های

منطقه اکتشافی شائق، بخشی از چهار گوش نقشه زمین‌شناسی گلبایگان واقع در پهنه دگرگونی - ماگمایی سندج - سیرجان است. این محدوده در ۲۸ کیلومتری جنوب خاور دلیجان واقع شده است (شکل ۱). نفوذ واحدهای پلوتونیک در واحدهای رسوبی کربناتی، ماسه‌سنگی و سیلتی و آتشفشانی باعث دگرسانی و کانی‌زایی در آنها شده است. وجود پهنه‌های برشی - گسلی در این منطقه سبب فراهم آوردن معبری مناسب برای عبور احتمالی محلول‌های گرمایی منشأ گرفته از توده‌های نفوذی یادشده و در نتیجه دگرسانی و کانی‌زایی در آنها شده است. عمده توده‌های منطقه کم‌ژرفا و نیمه آتشفشانی هستند که بیشتر به صورت توده‌های کوچک یا به شکل استوک و رک و دایک، واحدهای قدیمی تر را قطع می‌کنند (شکل ۲). مقاله حاضر به بررسی ویژگی‌های سنگ‌شناسی، کانی‌سازی و ژئوشیمی این توده‌های آذرین می‌پردازد.

۲- روش بررسی

روش مطالعه در منطقه، شامل مراحل زیر است. تهیه نقشه زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰، تهیه نقشه بی‌هنجاری ژئوشیمیایی برای طلا و عناصر وابسته در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، بررسی ژئوشیمیایی و آماری ۳۳۳ نمونه سنگی از ترانشه‌های سطحی و ۴۲۷ نمونه ژئوشیمی سنگی از حفاری‌ها که برای تجزیه ICP-MS توسط شرکت Amdel کانادا صورت گرفت. بررسی ۹۳ مقطع نازک و ۳۷ مقطع صیقلی از نمونه‌های سنگی سطحی و حفاری‌ها، برداشت ۱۰ نمونه دگرسان شده برای بررسی‌های XRD که در دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی انجام شد.

۳- زمین‌شناسی

منطقه شائق از نظر ساختاری زمین‌شناسی، در شمال محدوده زون سندج - سیرجان قرار می‌گیرد. منطقه اکتشافی مورد نظر، از واحدهای نفوذی، آتشفشانی، آتشفشانی - رسوبی و رسوبی با سن ائوسن به بعد واقع شده است. سنگ‌های آتشفشانی - رسوبی نئوزن میزان مناسبی برای کانی‌زایی اپی‌ترمال مناسب هستند (Carlile et al., 1991).

کانه‌دار گسلی - برشی در دیگر بخش‌ها نیز با عیار طلای مشابه دیده می‌شود. اما نوع دیگر کانه‌زایی در منطقه‌ای مورد بررسی، کانه‌زایی در میزبان کربناتی یا مجاور آن و در نزدیکی توده‌های نفوذی است. این نوع از کانه‌زایی در نواحی که واحدهای کربناتی - مارنی از رخنمون برخوردارند (بخش‌های باختری و جنوبی) و توسط توده‌های نفوذی قطع شده‌اند، رخ داده و در بسیاری از موارد تحت تأثیر شکستگی‌ها، تشکیل پهنه‌های کانه‌دار با عرض و طول زیاد (عرض حدود ۸۰ و طول حدود ۲۰۰ متر) ایجاد شده است. در اینجا نیز راستای عمده رگه‌ها و پهنه‌های کانه‌دار، به پیروی از ساخت‌های اصلی (گسل‌ها و لایه‌بندی)، E-NE است. بیشترین عیار طلای حاصل در چنین رگه‌ها و پهنه‌هایی در بخش جنوب و جنوب‌باختری محدوده و برابر ۲۷۶۰ ppb است. به‌طور کلی رگه‌ها در این منطقه از تنوع برخوردارند. به‌طوری‌که یک دسته از آنها، شامل رگه‌ها و رگچه‌های کربناتی (و گاه ژیبسی) بوده که اثری از کانه‌زایی در منطقه نشان نمی‌دهند. اما دسته مهمی از رگه‌ها که از گسترش بسیاری در منطقه برخوردارند، رگه‌های سیلیسی - کربناتی کانه‌دار هستند که این رگه‌ها در بیشتر موارد همراه با پهنه‌های گسلی و دگرسان شده دیده می‌شوند (شکل ۷).

کانی‌زایی دیده شده در مقاطع میکروسکوپی شامل: پیریت، گوتیت، هماتیت، لیمونیت، کالکوپریت، مالاکیت و آزوریت است. همچنین کانی‌های کوارتز، کانی‌های رسی (مونت مورینیت، ایلیت، کائولینیت و...)، کربنات، آپاتیت و زیرکن از کانی‌های همراه این مجموعه به شمار می‌آیند. پیریت کانی سولفیدی چیره در منطقه شائق است که در این جا شامل دو نسل است که نسل اول متوسط تا درشت دانه، خود شکل، انتشاری در متن سنگ پراکنده است و در نتیجه فعالیت‌های اولیه گرمایی - ماگمایی ایجاد شده است و در مرحله دوم یعنی دگرسانی در حال تبدیل به هماتیت و گوتیت هستند و اما شکل بلوری خود را حفظ کرده است (شکل ۸ و ۹). و نسل دوم این کانی همچنین به صورت سالم با بافت پراکنده و پرکننده فضای خالی که رگه‌ها و رگچه‌ها را پر کرده که به صورت شکل‌دار تا نیمه شکل‌دار و ریزدانه دیده می‌شود که توسط سیال‌های گرمایی جایگزین شده است (شکل ۱۰). هماتیت و گوتیت خود به شکل ثانویه در مقاطع دیده می‌شوند که از تغییر شکل و هوازدگی پیریت تشکیل شده‌اند. کالکوپریت به مقدار کم در این سنگ‌ها به صورت پراکنده و افشان درون کانی‌های سیلیکات دیده می‌شود که شکل منظمی ندارد و بیشتر از حاشیه به اکسیدها و هیدرواکسیدهای آهن تبدیل شده‌اند (شکل ۱۱). بررسی‌های میکروسکوپی نمونه‌های دگرسان شده نشان دهنده سه نوع کوارتز است که شامل کوارتز پیش از مرحله دگرسانی، کوارتز مرحله اول گرمایی (همراه با سولفید) و کوارتز مرحله آخر است. کوارتزهای پیش از دگرسانی در متن سنگ به صورت پورفیر و کلاست دیده می‌شود. در زیر میکروسکوپ، ظاهری کثیف از خود نشان داده، اندازه آنها ۲-۳ میلی‌متر است و تبلور دوباره یافته‌اند و آثار دگرسانی در آنها دیده می‌شود. کوارتز مرحله اول گرمایی ظاهری روشن و شفاف دارند و ابعاد آنها در زیر میکروسکوپ به ۳-۲ میلی‌متر هم می‌رسد. این کوارتزها همراه با سولفید دیده می‌شود. این کوارتزها در حاشیه بیشتر توسط رگه‌های کوارتز مرحله گرمایی و کربنات‌ها قطع می‌شود و کوارتز مرحله آخری که فاقد کانی‌زایی و تحت شرایط تبلور دوباره ایجاد شده است و اندازه آنها ۱-۰/۵ میلی‌متر می‌رسد. (شکل ۱۲)

۷- توالی پاراژنتیکی

بر اساس بررسی‌های انجام شده در مقیاس صحرایی، نمونه دستی، میکروسکوپی، ژئوشیمیایی و دگرسانی توالی پاراژنتیک کانی‌های منطقه شائق در شکل ۱۳ آورده شده است.

۸- ژئوشیمی

در راستای بررسی‌های لیتوژئوشیمیایی انجام شده نمونه‌های ژئوشیمیایی از بخش‌های

زاویه‌دار در ابعاد مختلف در زمینه‌ای از کربنات کلسیم و اکسیدهای آهن داده‌اند و ایجاد برش کرده‌اند که تحت تأثیر سیال‌های کانه‌دار گرمایی، سیمانی و سخت شده‌اند و تشکیل برش‌های گسلی - گرمایی را داده‌اند. از بررسی تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی و مشاهدات صحرایی می‌توان به این نتیجه رسید که ساختارهای اصلی موجود در منطقه دارای دو روند مهم NW-SE و NE-SW هستند. عمده کانی‌زایی ایجاد شده در این بخش‌ها، با روند NE-SW و عمود بر روند اصلی منطقه که بیشتر در امتداد شکستگی‌های مناطق دگرسان به وجود آمده‌اند، دیده می‌شوند که در اثر تجمع کانی‌های فلزی طلا‌دار مانند پیریت و به مقدار کمتر کالکوپریت‌های طلا‌دار درون سنگ‌های منطقه در درون شکاف‌های گسل‌های موجود که به صورت تله‌ای برای گرفتن آنها عمل و ایجاد شده‌اند. کانی‌زایی طلای یادشده همراه با ویژگی‌هایی از کیفیت سیلیسی شدن و سرسیتی شدن و کربناتی شدن سنگ‌های در برگیرنده همراه با برشی شدن رگه‌های کوارتز و کانی پیریت است.

۵- دگرسانی

بررسی‌های سنگ‌نگاری بر روی مقطع نازک و صیقلی به منظور شناخت انواع کانی‌های فلزی در سنگ‌های منطقه، بررسی بافت‌های کانی‌سازی، مراحل مختلف کانی‌سازی و همچنین شناخت ارتباط ژنتیکی میان فازهای کانی‌سازی صورت گرفت. در نمونه‌های برداشت شده از واحدهای موجود در منطقه عمده کانی‌های تشکیل شده شامل: فلدسپارهای قلیایی، پلاژیوکلازها، کوارتز، هورنبلند، پیروکسن و مقادیر کمی بیوتیت، آپاتیت و زیرکن هستند. دگرسانی گرمایی سبب گسترش کانی‌های ثانویه مثل کلسیت، هیدرواکسیدهای آهن، سرسیت و کانی‌های رسی بویژه در موزونیت‌ها شده است (شکل ۴). محصولات دگرسانی گرمایی می‌توانند نشان‌دهنده تحول سیال، مسیر مهاجرت آن و نیز منشأ سیال گرمایی باشند (اشرف‌پور، ۱۳۸۷). بیشتر فلدسپارها و پلاژیوکلازها در حال تبدیل به سرسیت، کانی‌های رسی و کربنات‌ها هستند (شکل ۵). در برخی از نمونه‌های کانی‌های مافیک مانند پیروکسن‌ها و آمفیبول‌ها در حال تبدیل به کلریت و اکسیدها و هیدرواکسیدهای آهن هستند. سنگ‌های درون‌گیر در منطقه تا درجات مختلفی به شدت دگرسان شده‌اند. بافت اولیه تا حد زیادی از میان رفته است. بر مبنای بررسی‌های صحرایی، میکروسکوپی و دستگاه پرتو ایکس دگرسانی‌های ایجاد شده شامل آرژلیت، سرسیت، کربناتی، سیلیسی سولفیدی و مقداری کلریتی است که با گسترش آنها با پهنه‌های برشی و شکستگی‌ها و گسل‌ها موجود در منطقه هم‌خوانی دارد. تعیین ویژگی‌های رخداد‌های اپی‌ترمال بر مبنای پایداری مرحله سولفیداسیون در کانی‌زایی و تجمع‌ات در دگرسانی بستگی دارد (Chapman et al., 2006). دگرسانی سولفیدی به طور عموم با دگرسانی سیلیسی همراه است (شکل ۶). این نوع دگرسانی با رنگ سرخ و زرد حاصل از هوازدگی سولفیدها به اکسید و هیدرواکسیدهای آهن (لیمونیت، هماتیت، گوتیت) به راحتی در صحرا قابل تشخیص است (کوهستانی، ۱۳۸۵).

۶- کانی‌زایی

در منطقه مورد بررسی افزون‌بر کانی‌سازی انتشاری، کانی‌سازی رگه‌ای نیز دیده می‌شود. به طور کلی کانی‌زایی در محدوده با توجه به مقیاس بررسی (۱:۵۰۰۰) به دو گونه رگه‌هایی با ستبرای کم از چند سانتی‌متر تا چند متر و پهنه‌هایی برشی قابل تقسیم است. بر اساس بررسی‌های صحرایی، این بخش (شمال محدوده) در واقع در یک پهنه گسلی - برشی قرار گرفته که با فراهم آوردن معبری مناسب برای عبور سیال‌های کانه‌دار، دچار دگرسانی و کانی‌زایی شده است (یزدی، ۱۳۸۱). رنگ رگه‌ها و بخش‌های دگرسان آن، سرخ تا سیاه است که از مقادیر بالای اکسیدهای آهن و سیلیس حکایت می‌کند. بیشترین طول رگه‌های رخنمون یافته در این بخش حدود ۲۰۰ متر و با ستبرای حدود ۸۰ سانتی‌متر است. از این مدل رگه‌ها و پهنه‌های

مثبت میان دگرسانی و کانی‌زایی، همچنین رخداد‌های کانی‌های سولفیدی در رگه‌های کوارتزی بیانگر ته‌نشست هم‌زمان کوارتزها و سولفیدها طی یک رخداد گرمایی است. بنابراین می‌توان ته‌نشست طلا را در منطقه شائق با فرایند دگرسانی گرمایی در سنگ دیواره مرتبط دانست و می‌توان آن را با کانسارهای نوع اپی‌ترمال قابل مقایسه دانست. دیگر شواهد کانی‌شناسی، ژئوشیمیایی، بافتی و ساختی شامل حضور کانی‌سازی فلزی سولفیدی در سنگ‌های آذرین درونی با سن ترشیاری (ائوسن تا الیگوسن) به صورت رگه‌ای تا استوک‌ورک، همراهی کانی‌سازی با دگرسانی گرمایی وسیع منطقه از جمله دگرسانی آرژیلیتی، سربستی، سیلیسی، کربناتی و کلریتی، حضور بافت‌های پرکننده فضای خالی و برشی به صورت چیره در کانی‌سازی منطقه، حضور کانی‌سازی در زون‌های گسلی و برشی که نشانگر کنترل ساختمانی قوی در کانی‌سازی موجود در منطقه است، حضور کانی‌های کوارتز، کلسدون، کربنات‌ها، کانی‌های رسی، بی‌هنجاری عناصر، Cu, Au, As, Pb, در کانی‌سازی منطقه است. تشکیل کانی‌سازی در ژرفای کمتر از ۱ کیلومتر با توجه به حفاری‌های منطقه است.

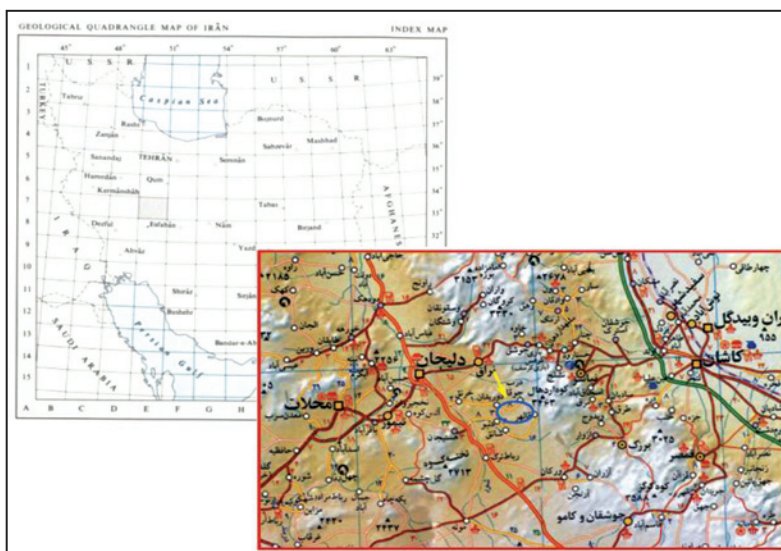
سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت‌های مالی و فنی شرکت مهندسی کان آذین و شرکت تهیه و تولید مواد معنی ایران انجام شد. از مدیران، کارشناسان و همکاران مختلفی که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند به ویژه آقای مهندس قربانی کارشناس محترم شرکت کان آذین سپاسگزاری می‌شود.

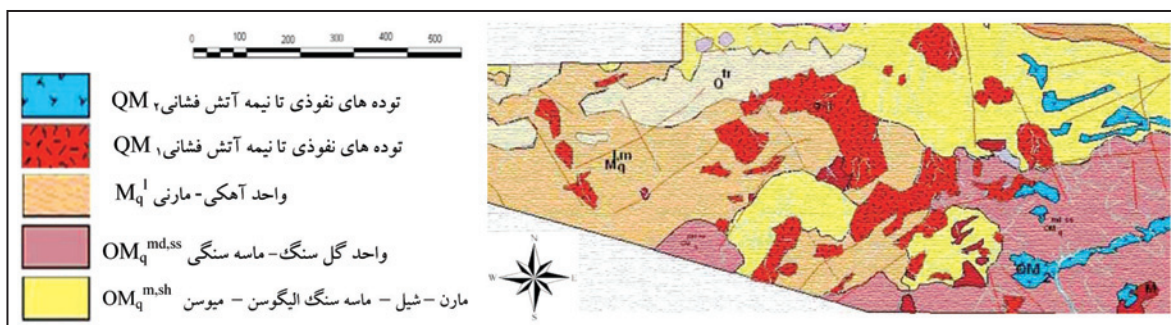
کانی‌سازی شده و دگرسان شده در مجاورت توده‌های نفوذی (مونزونیت)، برداشت شد و در نتایج به دست آمده از همبستگی‌های ناپارامتری و خوشه‌های با ضریب اعتماد ۹۵ درصد در بین عناصر اصلی، آهن و در میان عناصر فرعی، بیسموت بیشترین همبستگی و آرسنیک، آنتیموان نیز همبستگی اندکی را با طلا در بخش‌های پر عیار از خود نشان داده (شکل ۱۴) و با افزایش طلا در بخش‌های به شدت دگرسان شده، افزایش می‌یابند و در حد بی‌هنجاری هستند. به دلیل وجود همبستگی مثبت و قوی میان طلا و بیسموت در این محدوده به احتمال کانی‌زایی بیسموت عملکرد مثبتی در حمل طلا داشته است. این منطقه شامل ساختاری پیچیده از توده‌های نفوذی در مجاورت واحدهای رسوبی مثل مارن و سنگ آهک و شیل است. توده نفوذی شامل آثار کانی‌سازی نیست و نقش شار گرمایی را در تمرکز عناصر داشته است. میانگین طلا در این بخش ۸۱ PPb و بیشترین مقدار آن ۲۷۶۰ ppb است و میانگین دیگر عناصر همراه شامل: Cu: 67.6ppm, Pb: 18.6ppm, Zn: 111ppm, Ag: 0.78ppm, As: 93.86ppm, Sb: 23.4ppm, Bi: 1.66ppm هستند که منطبق بر گسل خوردگی، شکستگی‌ها و دگرسانی‌های موجود است. نقشه بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی برخی عناصر وابسته به طلا در شکل ۱۵ و ۱۶ آورده شده است.

۹- نتیجه‌گیری

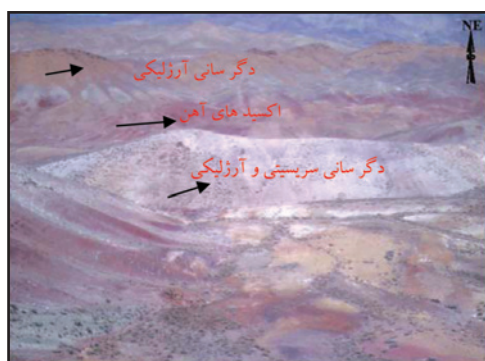
مشاهدات صحرایی و میکروسکوپی و ژئوشیمیایی و انطباق عیارهای بالای طلا در منطقه شائق با بخش‌های به شدت دگرسان شده و پهنه‌های برشی و ارتباط مکانی



شکل ۱- موقعیت محدوده اکتشافی در روی نقشه ایران و راه‌های دسترسی به منطقه شائق ۱:۲۰۰۰۰۰



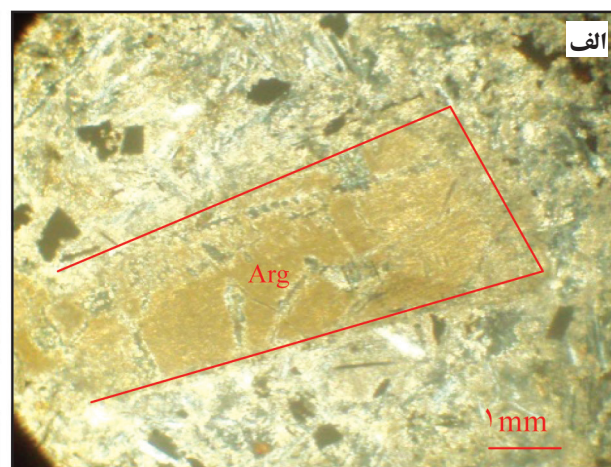
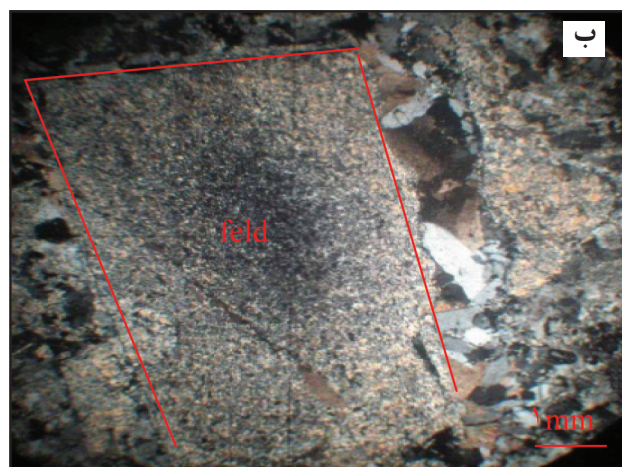
شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی (توده‌های نفوذی که در بخش جنوبی واقع شده‌اند) منطقه شائق با مقیاس ۱:۵۰۰۰



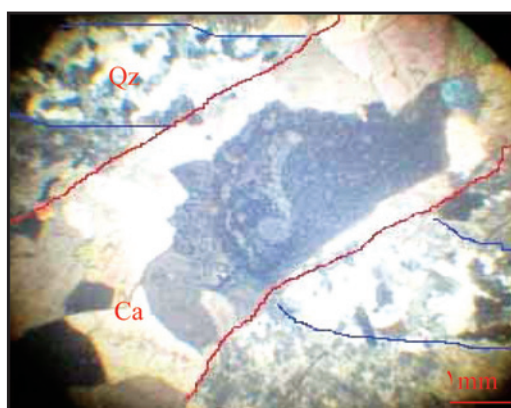
شکل ۴- دگرسانی آرتزلیک ، سریستیک و اکسیدهای آهن (هماتیت، گوتیت و لیمونیت) در توده‌های نفوذی که به دلیل شدت بالای دگرسانی بسیار درهم است.



شکل ۳- توده‌های نفوذی در مجاورت واحد آهکی مارنی



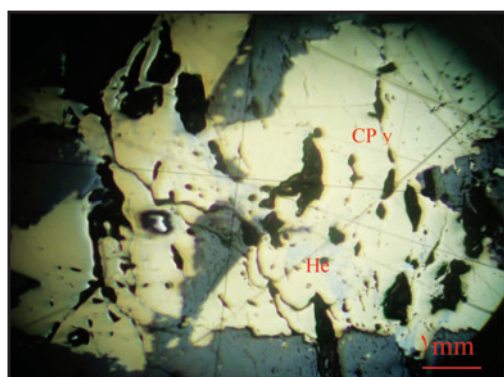
شکل ۵- الف) کانی‌های فلدسپار که به شدت دچار دگرسانی آرتزلیکی شده‌اند. ب) دگرسانی سریستی در فلدسپارها (نور شکل الف ppl و تصویر ب XPL).



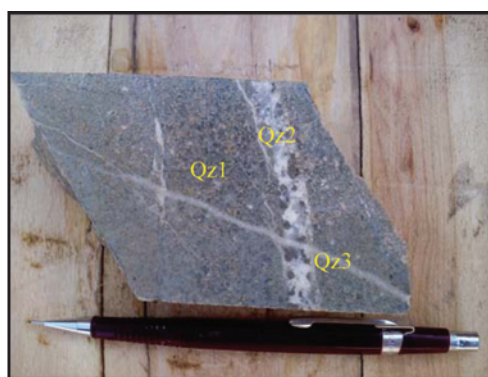
شکل ۷- رگه‌های کوارتز که توسط رگه‌های کربناتی قطع شده است (نور xpl).



شکل ۶- رگه‌های هماتیت، گوتیت و پیریت در پهنه‌های برشی در شمال منطقه.



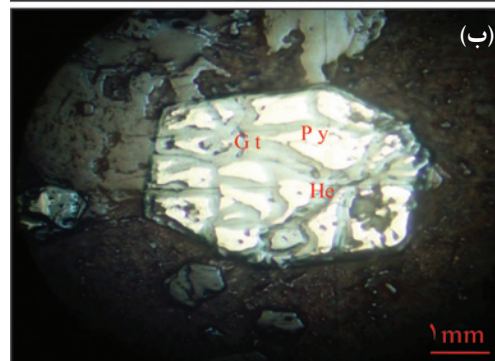
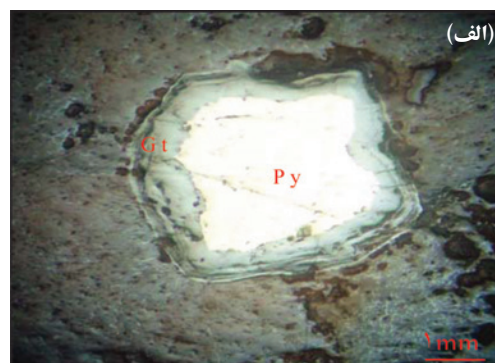
شکل ۱۱- کانی کالکوپیریت در حال تبدیل به هماتیت است (نور xpl).



شکل ۱۲- کوارتز نسل اول که در زمینه سنگ دیده می‌شود، کوارتز نسل دوم که به همراه سولفید و کربنات دیده می‌شود و کوارتز نسل سوم که در مراحل آخر گرمایی به وجود آمده است و کوارتز نسل دوم را قطع کرده است.

کانی ها	تأخر زمانی → تقدم زمانی
پیریت نسل اول (رگه ای)	—————
پیریت نسل دوم	
کالکوپیریت	—————
هماتیت	
لیمونیت	
گوئیتیت	
مالاکیت	—————
آزوریت	—————

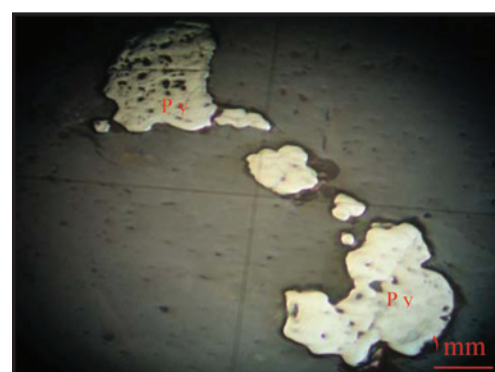
شکل ۱۳- توالی پاراژنتیکی کانی‌ها در منطقه در شاق.



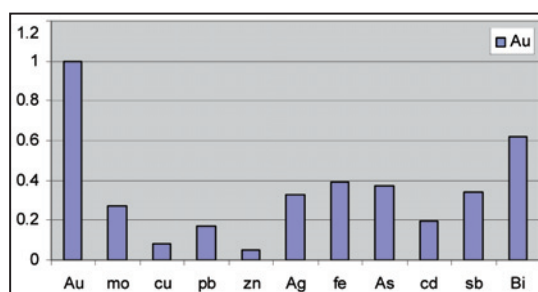
شکل ۸- الف) پیریت نسل اول که بسیار درشت دانه است و با چشم غیر مسلح به راحتی دیده می‌شود از حاشیه در حال تبدیل به گوئیتیت و هماتیت است و در بخش (ب) به شکل جزیره‌های در حال تبدیل به هماتیت و گوئیتیت است. (نور xpl).



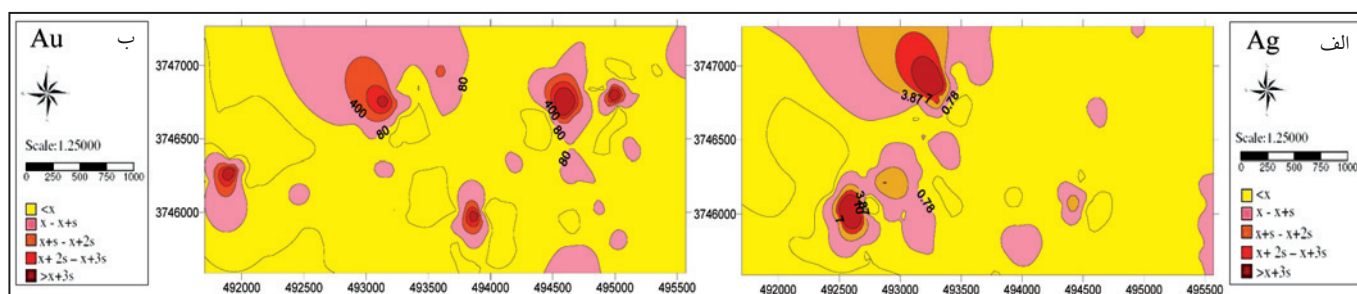
شکل ۹- کانی پیریت در درون رگه‌ای سیلیسی کربناتی که از حاشیه در حال تبدیل به هماتیت و گوئیتیت است.



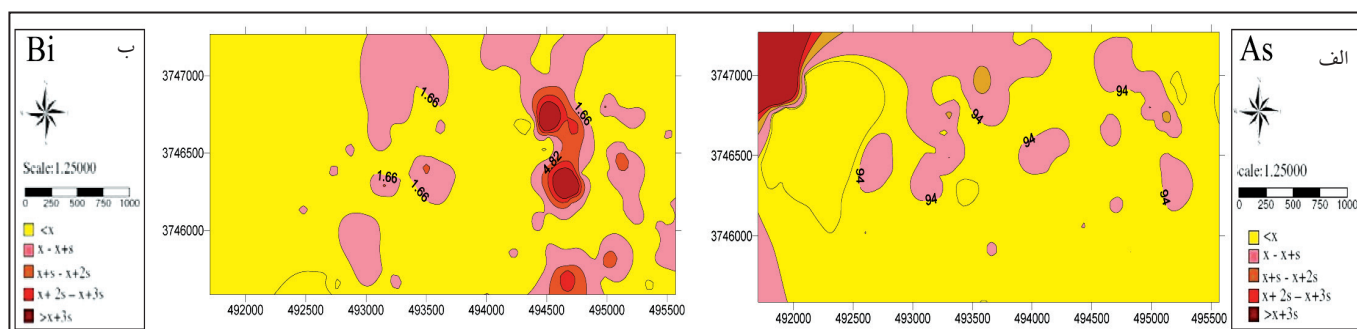
شکل ۱۰- کانی پیریت که به شکل پراکنده دانه در متن سنگ دیده می‌شود و به نسبت ریز دانه است. (نور xpl).



شکل ۱۴- همبستگی ناپارامتری (پیرسون) عناصر با طلا در نمونه‌های برداشت شده از توده‌های نفوذی در محدوده شائق.



شکل ۱۵- نقشه بی‌هنجاری ژئوشیمیایی الف (نقره و ب) طلا، در توده‌های نفوذی در منطقه جنوبی شائق.



شکل ۱۶- نقشه بی‌هنجاری ژئوشیمیایی الف (آرسنیک و ب) بیسموت، در توده‌های نفوذی در منطقه جنوبی شائق.

کتابنگاری

- اشرف پور، ا.، ۱۳۸۷- ویژگی‌های ژئوشیمیایی، کانی‌شناسی و دگرسانی محدوده طلای ارغش، پایان‌نامه دکتری، زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه شهید بهشتی.
- حسنی پاک، ع.، ۱۳۷۸- اکتشافات ذخایر طلا، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۰۹.
- سخت‌داری، م.، ۱۳۸۸- ژئوشیمی، کانی‌زایی و دگرسانی سنگ‌های آذرین منطقه شائق، دلیجان، دوازدهمین گردهمایی انجمن علوم زمین، اهواز.
- کوهستانی، ح.، راستاد، ا.، رشیدزادعمران، ن. و محجل، م.، ۱۳۸۵- کانی‌زایی طلا در پهنه‌های برشی شکل‌پذیر و شکنای کانسار چاه باغ، فصلنامه علمی - پژوهشی، وزارت صنایع و معادن و سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- یزدی، م.، ۱۳۸۱- روش‌های مرسوم در اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۱۸۰.

References

- Chapman, R. J. & Mortensen, J. K., 2006- Application of microchemical characterization of placer gold grains to exploration for Epithermal gold mineralization in regions of poor exposure, p 26.
- Thiersch P. C., Williams-Jones, A. E. & Clark, J. R., 2004- Shasta Au-Ag deposit, Toodoggone District, British Columbia, Canada, p44 -57.
- Camprubi, A., Gonzalez-artida, E. & Iriondo, A., 2006- Mineralizing fluids of the shallow epithermal Au-Ag deposits of the El Barqeno district, Jalisco, Mexico, Journal of geochemical Exploration 39-44.
- Carlile, J. C., Davey, G. R., Kadir, I., Langmead, R. P. & Rafferty, W. J., 1991- Discovery and exploration of the Gosowong epithermal gold deposit, Halmahera, Indonesia, p207.