

سنگ‌نگاری، کانی‌شناسی، لیتوژئوشیمی و مطالعات میانبارهای سیال در کانسار طلا-مس قشلاق‌میل، شمال باختر ساوه، ایران

مریم سادات لاجوئی کلاکی^۱، افشین اکبرپور^۲، الکساندر تارانتولا^۳، شهره حسن‌پور^۴، بهزاد محمدی^۵ و منیره پشتکوهی^۶

^۱ کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

^۲ استادیار، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

^۳ دانشیار، دانشگاه لورین، نانسی، فرانسه

^۴ دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران

^۵ کارشناسی ارشد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

^۶ دکتر، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۷

چکیده

کانسار قشلاق‌میل بر روی کمر بند ماگمایی ارومیه- دختر واقع شده است. کانی‌سازی رگه‌ای در داخل سنگ‌های میزبان متاتوف ریوداسیتی و ریولیتی اتوسن تشکیل شده است. زون‌های دگرسانی سریستی، سیلیسی، آرژلیک و اکسیدهای آهن‌دار در محدوده مورد مطالعه مشاهده می‌شوند. کانه‌های اولیه سولفیدی پیریت، کالکوپیریت ریزدانه و اکسیدی اسپیکولاریت و کانی‌های ثانویه گوتیت، لیمونیت، مالاکیت و کوآرتز در بررسی‌های میکروسکوپی و صحرایی شناسایی شده‌اند. در مطالعات کانی‌شناسی (XRD) کانی‌های کلریت، ایلیت، کانولینیت، همتایت، کوآرتز، گروه میکا و کلسیت در رگه‌های طلا شناسایی شدند. با توجه به مطالعات لیتوژئوشیمیایی، عنصر طلا با عناصر آهن، مولیبدن، نیکل و سرب دارای همبستگی مثبت است. مطالعات میانبارهای سیال (۱۵۷ میانبار) در مناطق کانه‌دار قشلاق‌میل، دمای کانی‌سازی را ۹۹ تا ۲۹۹ درجه سانتی‌گراد و میزان شوری کانسار را ۱/۸۱ تا ۱۲/۳۰ درصد معادل وزنی نمک طعام نشان داده است. با استفاده از مطالعات لیزر رامان (۱۳ نقطه)، حضور فازهای گازی (CO_2 , N_2 , H_2O) در میانبار سیال ثابت گردید. با توجه به مطالعات صورت گرفته در این ناحیه، کانه‌زایی قشلاق‌میل را می‌توان احتمالاً نوعی کانی‌زایی رگه‌ای- گرمایی طلا - مس دانست.

کلید واژه‌ها: کانه‌زایی طلا-مس، لیتوژئوشیمی، میانبار سیال، قشلاق‌میل

*نویسنده مسئول: افشین اکبرپور

E-mail: afshinakbarpour@gmail.com

۱- پیش‌نوشتار

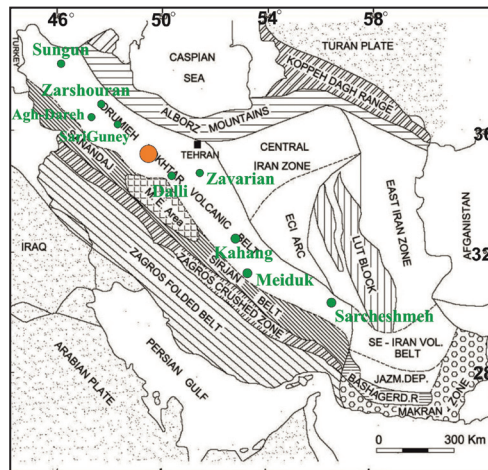
محدوده مورد مطالعه در فاصله ۷۰ کیلومتری شمال باختر شهر ساوه (استان مرکزی) واقع گردیده است. این محدوده در طول‌های جغرافیایی $49^{\circ} 57' 06''$ تا $49^{\circ} 58' 18''$ خاوری و عرض‌های جغرافیایی $35^{\circ} 29' 00''$ تا $35^{\circ} 29' 22''$ شمالی قرار می‌گیرد. از نظر زمین‌شناسی ساختاری، این منطقه بر روی نوار ماگمایی ارومیه-دختر قرار گرفته است (Stöcklin, 1968) (شکل ۱). کمان ماگمایی ارومیه-دختر با طولی تقریبی ۲۰۰۰ کیلومتر و عرض ۵۰ کیلومتر از شمال باختر تا جنوب خاور کشور گسترش دارد و در ارتباط با فروانش صفحه اقیانوسی نئوتتیس و به دنبال آن برخورد صفحه عربی به صفحه ایران که در زمان میوسن میانی رخ داده، تشکیل شده است (Omran et al., 2008; Stampli and Borel, 2002; Alavi, 1994; Berberrian and King, 1981; Niazi et al., 1978). این کمان یکی از مهم‌ترین مجموعه واحدهای امیدبخش کانه‌زایی در ایران است که کانه‌زایی‌های مس-سرچشمه، میدوک، کهنک، دالی، سونگون و کانه‌زایی‌های طلای زرشوران، آق‌دره، ساری‌گونای و زواریان از مهم‌ترین کانه‌زایی‌های این کمان هستند (شکل ۱). از آنجا که محور نویران- ساوه از نظر اکتشاف و استخراج مواد معدنی در چند سال اخیر با شناسایی کانسارهای مس، طلا و آهن (مس نارباغی، مس-طلای علیشار، مس-طلا-آهن قمشلو، مس-نقره جارو، مس-نقره چاقو) مورد توجه قرار گرفته است، بررسی‌های بیشتر کانه‌زایی‌های فلزی این منطقه می‌تواند در شناخت و گسترش عملیات اکتشاف و مشخص شدن ارتباط آنها دارای اهمیت باشد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی کانی‌سازی رگه‌های طلا-مس قشلاق‌میل، از نظر زمین‌شناسی، سنگ‌نگاری، دگرسانی، کانی‌شناسی، زمین‌شیمی، میانبار سیال و تجزیه رامان می‌باشد و سعی شده تا چگونگی شرایط این کانی‌سازی مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

۲- روش مطالعه

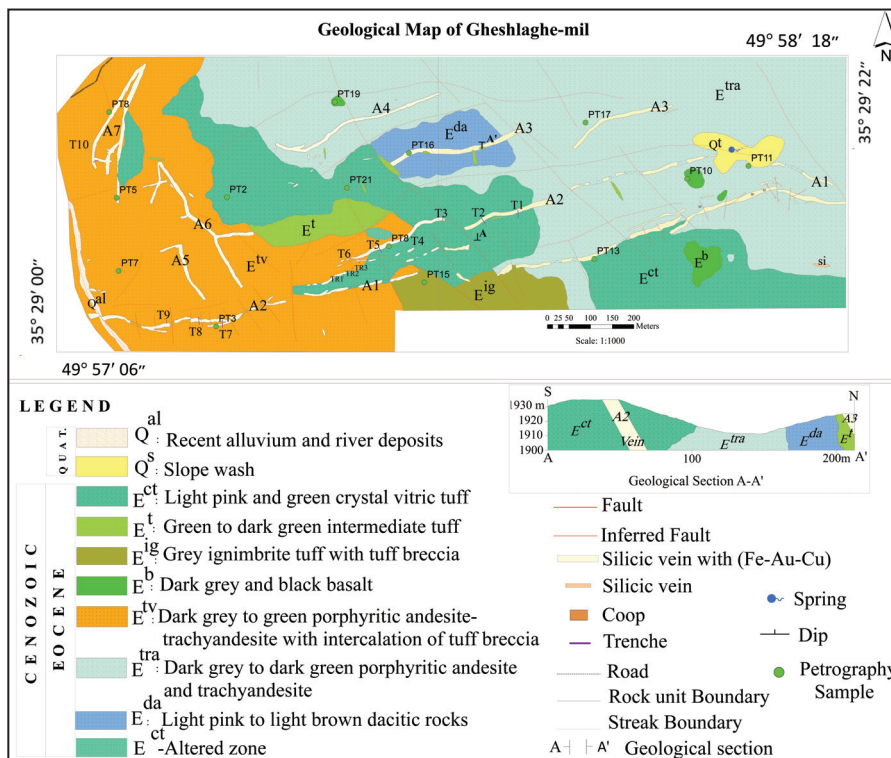
جهت انجام مطالعات سنگ‌نگاری و کانه‌نگاری تعداد ۱۱ نمونه مقطع نازک صیقلی و ۹ مقطع صیقلی تهیه شد. به منظور مطالعات دگرسانی، تعداد ۶ نمونه به روش پراش پرتو ایکس (XRD) توسط دستگاه D4 Bruker، لامپ Cu و جریان ۳۰ میلی‌آمپر برای مطالعات کانی‌شناسی به آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی تهران و همان نمونه‌ها جهت تفکیک انواع کانی‌های رسی، توسط دستگاه D5000 Diffraktometer، لامپ Cu و جریان ۳۰ میلی‌آمپر در سازمان زمین‌شناسی مرکز تبریز تجزیه گردید. برای انجام مطالعات ژئوشیمیایی، نمونه‌برداری سطحی از ۱۲ ترانشه حفاری شده در رگه‌ها و به تعداد ۳۷ نمونه برداشت و سپس در آزمایشگاه زراآما برای ۲۰ عنصر، مورد تجزیه قرار گرفت. روش تجزیه برای تمامی عناصر ICP-OES و برای طلا Fire Assay است. تعداد ۹ مقطع دوبر صیقل از ترانشه‌های حفر شده بر روی رگه‌های طلادار تهیه شد. مطالعات مربوط به میانبارهای سیال و رامان با استفاده از استیج Linkam مدل MDS 600 در آزمایشگاه مرکز GeoResources دانشگاه لورین نانسی، فرانسه مطالعه شده است.

۳- زمین‌شناسی منطقه

محدوده قشلاق‌میل در بخش شمال خاوری ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ نویران قرار دارد (علائی مهابادی و خلعت‌بری جعفری، ۱۳۷۷). بر اساس نقشه ۱:۱۰۰ زمین‌شناسی، رخنمون‌های این محدوده از قدیم به جدید شامل سنگ‌های داسیتی، آندزیت-تراکی‌آندزیت، آندزیتی-تراکی‌آندزیتی با توف برش حدواسط، تراکی‌بازالت، ایگنمبریت، سنگ‌های توفی، آذرآواری توف‌های ریوداسیتی مربوط به اتوسن می‌باشند. روند عمومی گسل‌های منطقه شمال باختر- جنوب خاور بوده و گسل امتدادلغز با روند شمال خاور- جنوب باختر و گاهی با روند شمالی- جنوبی، گسل‌های اصلی را قطع کرده و واحدهای سنگی منطقه را جابه‌جا کرده‌اند (شکل ۲).



شکل ۱- واحدهای ساختمانی - رسوبی ایران (Stöcklin, 1968) و موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی آن که با دایره نارنجی رنگ مشخص شده است.



شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰ قشلاق‌میل که رگه‌های طلادار A7 تا A1 در آن مشخص شده است (گزارش داخلی شرکت آریا معدن کاو جم، ۱۳۹۱).

۴- ژئومتری، سنگ‌نگاری و کانی‌شناسی رگه‌های کوارتزی طلا-مس

کانی‌سازی در منطقه قشلاق‌میل در رگه‌های کوارتزی دیده می‌شود که داخل واحدهای سنگی آذرآواری و آتشفشانی محدوده نفوذ کرده‌اند، این رگه‌ها حاصل فعالیت گرمایی (هیدروترمالی) ناشی از فعالیت توده‌های نفوذی (گرانودیوریت، مونزونیت) با سن الیگومیوسن هستند که واحدهای سنگی را دگرسان نموده‌اند. کانه‌زایی در دو رگه اصلی A2 و A7 رخ داده است (شکل ۳- الف)، رگه A2 با روند عمومی ۶۰E - ۴۰N و با شیب حدود ۶۰ تا ۷۰ درجه به سمت شمال و طول تقریبی یک کیلومتر با سبترای متغیر از ۲ تا ۸ متر می‌باشد. این رگه توسط گسل‌هایی با روند عمومی شمال باختر- جنوب خاور جابه‌جایی پیدا نموده که عمده‌ترین آن گسل

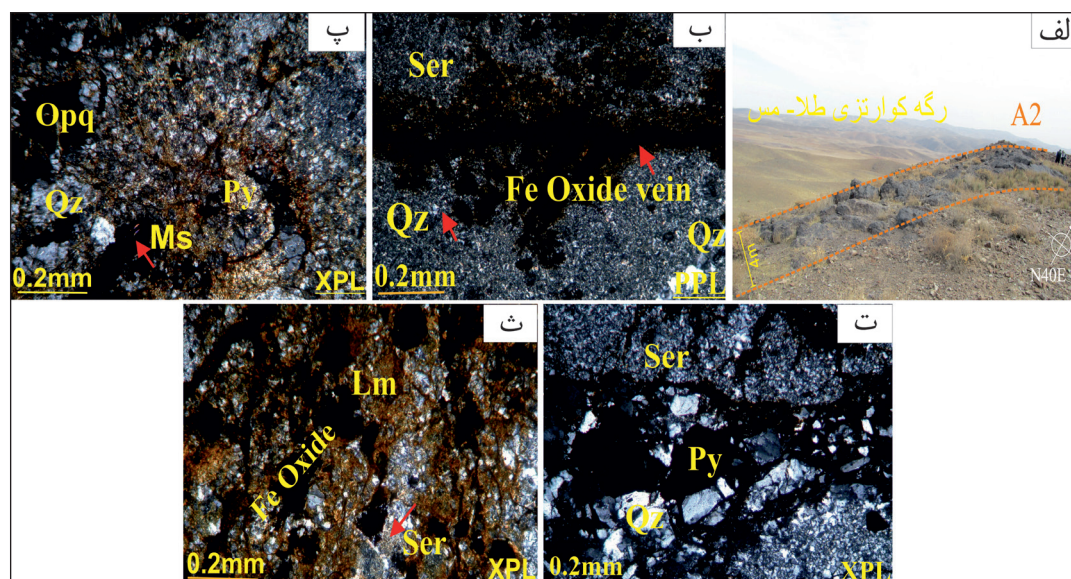
امتدادلغز راست‌گرد است. رگه اصلی A7 با روند عمومی شمالی- جنوبی، به وسیله رگه و رگچه‌های کوارتزی همراه با اکسیدهای آهن و نیز حاوی کانی‌زایی مس (مالاکیت و کالکوپیریت) قطع شده است. با بررسی‌های سنگ‌نگاری بر روی میزبان رگه‌های کوارتزی طلا- مس در ناحیه مورد مطالعه، مشخص گردید که سنگ‌های منطقه به شدت دگرسان شده و سنگ میزبان کانی‌سازی عمدتاً شامل سنگ‌های متاتوف با ترکیب ریوداسیتی و ریولیتی می‌باشند. این سنگ‌ها به شدت دگرسان شده، با بافت پورفیریتیک و خمیره تشکیل شده از شیشه بوده و به مجموعه کانی‌های فیلسلیکاته (میکا، کلریت، رس)، سیلیس و رس دگرسان شده‌اند و خمیره سنگ

مشخص گردید که کانی‌هایی مانند آلکالی فلدسپار، پلاژیوکلاز، کلریت، ایلیت، کائولینیت، همتیت، گروه میکا و کلیست به مقدار کم نیز در رگه‌های طلا-مس دار حضور دارند (جدول ۱). انواع ساخت و بافت ماده معدنی در کنسار قشلاق میل شامل پرکننده حفرات و نوارهای متحدالمرکزی از بافت‌های قلوهای شکل، رگه-رگچه‌ای و داربستی می‌باشند. کانی‌های پیریت، کالکوپیریت، اسپیکولاریت کانی‌سازی اولیه در محدوده هستند که تحت تأثیر اکسیداسیون سطحی به اکسیدها و هیدروکسیدهای ثانویه آهن از جمله گوتیت، همتیت، لیمونیت و کربنات ثانویه مس (مالاکیت) تبدیل شده‌اند. از دیگر کانی‌های ثانویه می‌توان به کانی‌های رسی (ایلیت، کائولینیت) و کلیست اشاره کرد. کوارتز هم به صورت اولیه و هم ثانویه در نمونه‌ها دیده شده است. با توجه به شواهد بافتی، ساختی، مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی، توالی پاراژنتیک کانی‌ها ترسیم گردید (شکل ۵).

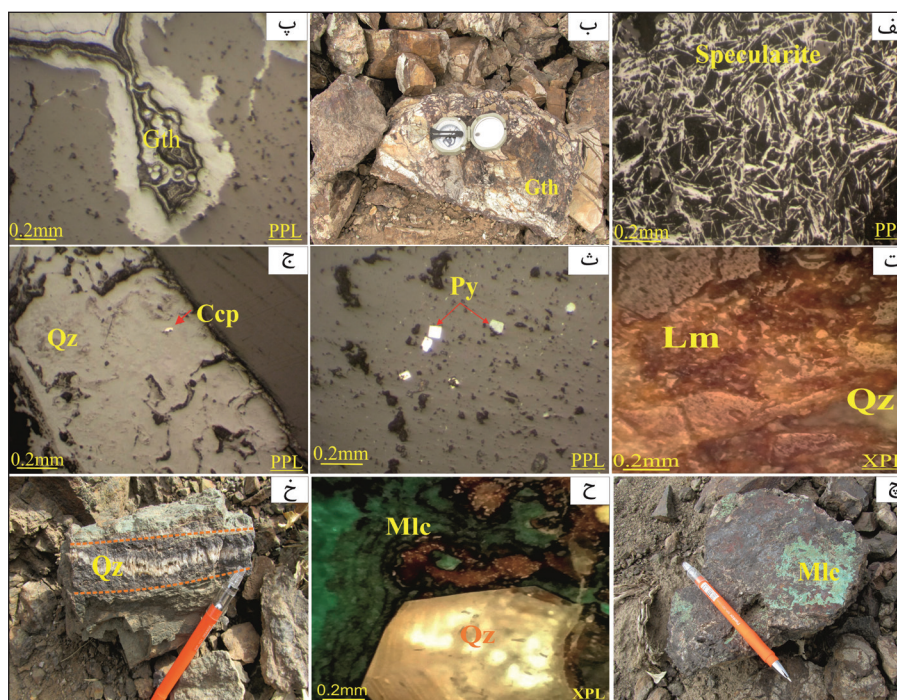
۵- دگرسانی در رگه‌های کوارتزی طلا-مس

مطالعات صحرایی، بررسی‌های سنگ‌نگاری و تجزیه XRD وجود دگرسانی‌های فیلیک (سریستی)، سیلیسی، آرژیلیک و اکسیدهای آهن‌دار را در محدوده نشان می‌دهد. دگرسانی فیلیک از گسترش زیادی در منطقه برخوردار است (شکل ۶-الف و ب). دگرسانی سیلیسی در گستره وسیعی از دما رخ می‌دهد (Lagast, 2009)، این رخداد در بیشتر محدوده به شکل رگه-رگچه‌ای و به صورت انتشاری است که به صورت ذرات ریز در متن سنگ‌ها و به سمت مرکز رگه‌ها افزایش پیدا می‌کند (شکل ۶-پ و ت). دگرسانی آرژیلیک شامل ترکیبی از کانی‌های رسی است که مهم‌ترین آنها ایلیت و کائولینیت هستند و در واحد سنگی متاتوف ریوداستیتی گسترش دارند و در حاشیه رگه‌ها دیده می‌شوند (شکل ۶-ث و ج). دگرسانی اکسیدهای آهنی به صورت رگچه‌های اکسید و هیدروکسیدهای آهن همراه با رگه‌های محدوده دیده می‌شوند (شکل ۶-چ و ح). براساس نتایج تجزیه پراش پرتو ایکس (جدول ۱) دگرسانی‌های فیلیک±آرژیلیک، آرژیلیک±فیلیک و فیلیک، کانه‌زایی مس را همراهی می‌نمایند.

میکروگرانولار-میکروکریستالی می‌باشد. کوارتز به صورت پورفیروکلاست و اکسیدهای آهن به شکل شاخه‌درختی مشاهده می‌شود (شکل ۳-ب). کانی‌های مافیک شامل قالب‌هایی از کانی آهن و منیزیم‌دار هستند که با اکسید آهن و کانی‌های فیلوسیلیکاته جایگزین شده‌اند. پیریت به صورت افشان و یا در امتداد رگه‌ها (شکل ۳-پ) و اکسیده و همتیتی شده به صورت خوشه‌ای یا مکعبی (شکل ۳-ت) و اکسیدهای آهن فراوان، لیمونیت دیده می‌شود (شکل ۳-ث). بر اساس مطالعات صحرایی، کانه‌نگاری، مجموعه کانیایی زون اکسیده شامل اکسید و هیدروکسیدهای آهن‌دار (هماتیت نوع اسپیکولاریت، گوتیت، لیمونیت) می‌باشند. اسپیکولاریت فراوان‌ترین کانی اکسیدی در منطقه قشلاق میل است و در مقطع میکروسکوپی به صورت تیغه‌ای، رگچه‌ای و به صورت بافت پرکننده حفرات بوده (شکل ۴-الف) و هیدروکسیدهای آب‌دار آهن (گوتیت) در نمونه دستی با جلای تیره و به صورت رگه-رگچه‌ای (شکل ۴-ب) و در مقطع میکروسکوپی با بافت‌های نواری متحدالمرکز و قلوهای شکل و یا به صورت بافت پرکننده حفرات مشاهده می‌شوند (شکل ۴-پ). بخش‌های عمده باطله و کانی‌های غیرفلزی با لیمونیت آغشته شده‌اند (شکل ۴-ت). کانه‌های سولفیدی پیریت با ابعاد کمتر از ۶۰ میکرون، به شکل خودشکل و پراکنده ریزدانه نیمه‌شکل‌دار و بعضی از آنها توسط هیدروکسیدهای آهن جانشین شده‌اند (شکل ۴-ث). بلورهای نیمه‌شکل‌دار کالکوپیریت با ابعاد کمتر از ۵۰ میکرون مشاهده می‌شوند که داخل کوارتز به تله افتاده و تحت دگرسانی سوپرژن قرار نگرفته‌اند (شکل ۴-ج). کانی مالاکیت، تنها کانی ثانویه مس‌دار است که تحت تأثیر دگرسانی کالکوپیریت تشکیل شده است و در نمونه دستی به رنگ سبز (شکل ۴-چ) و در مقاطع میکروسکوپی به صورت بافت‌های قلوهای شکل متحدالمرکز یا بافت پرکننده حفرات در فضای بین بلورهای باطله و غیرفلزی و به صورت رگه-رگچه‌ای قابل مشاهده می‌باشد (شکل ۴-ح). کانی‌های باطله کلیست و کوارتز هستند که کوارتز فراوان‌ترین کانی سیلیکاته باطله در محدوده به‌شمار می‌رود و به صورت رگه‌ای، شکافه‌پرکن و شانه‌ای مشاهده می‌شود (شکل ۴-خ). افزون بر کانی‌های یاد شده، در بررسی نتایج حاصل از تجزیه پراش پرتو ایکس (XRD)،



شکل ۳- الف) رگه کوارتزی طلا-مس و دید به سمت شمال خاور (A2). ب) کانی‌های کوارتز، سریست و رگه اکسید آهن با بافت شاخه درختی در متاتوف ریوداستیتی، PPL. پ) پیریت به صورت افشان و خوشه‌ای همراه با کوارتز، مسکویت و کانی‌های کدر در متاتوف ریوداستیتی، XPL. ت) سریست، پیریت اکسیده به شکل‌های خوشه‌ای و خودشکل در رگه سبتر کوارتز در سنگ توف ریوداستیتی (برشی)، XPL. ث) اکسیدهای آهن فراوان، لیمونیت و سریست در سنگ‌های به شدت دگرسان شده، XPL. Qz: کوارتز، Ser: سریست، Fe Oxide: اکسید آهن، Fe Oxide Veinlet: رگچه اکسید آهن، Opq: کانی اپاک، Py: پیریت، Lm: لیمونیت (علائم اختصاری کانی‌ها از Withney and Evans, 2010).



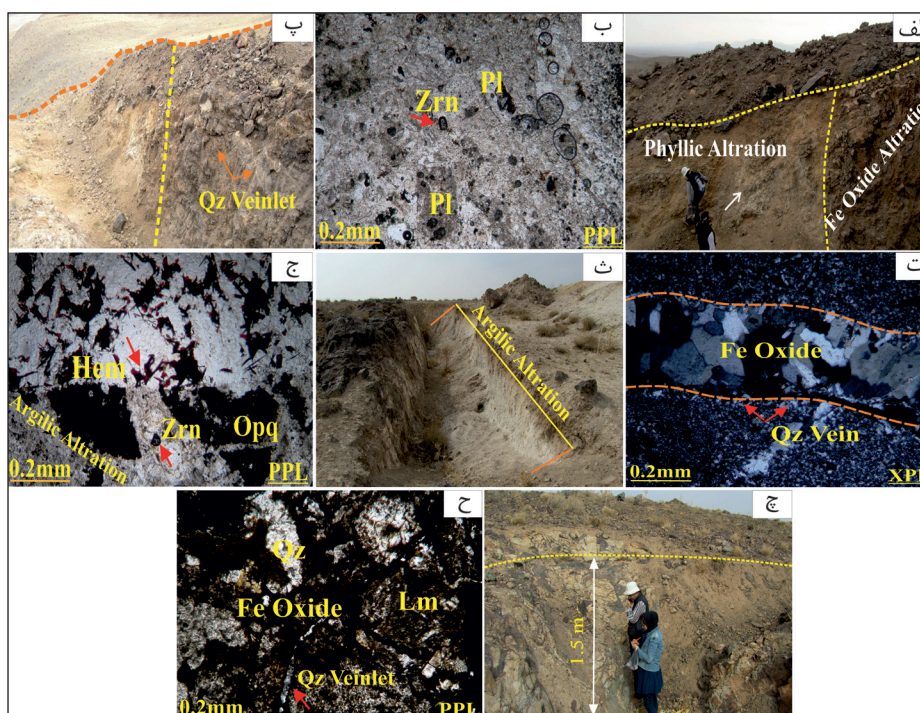
شکل ۴- الف) بلورهای تیغه‌ای و صفحه‌ای اسپیکولاریت، PPL. ب) گوتیت با ساختاری رگه-رگچه‌ای در نمونه دستی. پ) گوتیت با بافت‌های نواری، قلوه‌ای شکل و پرکننده حفرات، PPL. ت) آغشتگی لیمونیت با کوارتز، XPL. ث) پیریت به شکل اولیه و خودشکل (نسل اول) و پراکنده ریزدانه نیمه‌شکل‌دار (نسل دوم)، PPL. ج) بلورهای ریز نیمه‌شکل‌دار کالکوپیریت در داخل کوارتز، PPL. چ) مالاکیت در نمونه دستی. ح) مالاکیت با بافت پرکننده حفرات، رگه- رگچه‌ای و قلوه‌ای شکل، XPL. خ) کوارتز با بافت رگه‌ای و شکافه‌پرکن. Qz: کوارتز، Py: پیریت، Cep: کالکوپیریت، Gth: گوتیت، Lm: لیمونیت، Mlc: مالاکیت (علائم اختصاری کانی‌ها از Withney and Evans, 2010).

جدول ۱- نتایج تجزیه ترکیب کانی‌شناسی و تفکیک کانی‌های رسی با روش پراش پرتو ایکس (XRD).

Field No.	X	Y	Rock Type	XRD Results	Remarks	Altration
T1-4	49°57'48"	35°29'10.9"	Rhyodacitic metatuff	Quartz + Feldspar (K) + Chlorite + Illite	Quartz + Feldspar (Orthoclase) + Hematite + Mica groupe + Clay minerals (Illite, Kaolinite)	Phyllic ± Argilic
T1-5	49°57'48"	35°29'10.7"	Rhyodacitic metatuff	Quartz + Kaolinite + Illite (minor)	Quartz + Feldspar + Hematite + Amphibole + Clay minerals (Illite, Kaolinite)	Argilic ± Phyllic
TL.5	49°57'56"	35°29'8"	Rhyolite tuff	Quartz + Illite	Quartz + Feldspar + Hematite + Mica groupe + Clay minerals (Kaolinite, Illite)	Phyllic ± Argilic
T4-4	49°57'39"	35°29'9"	Tuff rhyodacit	Quartz + Feldspar (K) + Kaolinite + Illite + Hematite + Calcite (minor).	Quartz + Feldspar + Hematite + Mica groupe + Clay minerals (Kaolinite, Illite)	Phyllic ± Argilic
T7-5	49°57'21"	35°29'2"	Sandstone metatuff	Quartz + Feldspar (K) + Chlorite + Illite + Hematite	Quartz + Feldspar + Hematite + Mica groupe + Clay minerals (Chlorite, Illite)	Phyllic
T9-4	49°57'16"	35°29'2"	Trachy dacite	Quartz + Feldspar (K, Na, Ca) + Kaolinite + Illite	Quartz + Feldspar (Orthoclase, Albite) + Hematite + Mica groupe + Clay minerals (Kaolinite, Illite, Montmorillonite)	Phyllic ± Argilic

Minerals	Early	Hypogene	Late	Oxidized Zone
Pyrite	—————	—————	—————	
Chalcopyrite		—————	—————	
Specularite		—————	—————	
Quartz	—————	—————	—————	—————
Goethite				—————
Hematite				—————
Limonite				—————
Malachite				—————
Clay Minerals				—————
Calcite				—————

شکل ۵- توالی پاراژنری تشکیل کانی‌ها در کانسار قشلاق‌میل.



شکل ۶- الف) نمایی از دگرسانی فیلیک، دید به سمت خاور. ب) دگرسانی سربستی، تجزیه پلاژیوکلازها به سربست، PPL. پ) نمایی از رگه و رگچه‌های کوارتز، دید به سمت شمال خاور. ت) دگرسانی سیلیسی، کوارتز به صورت رگه‌ای سبتر همراه با کانه‌زایی اکسید آهن، XPL. ث و ج) دگرسانی آرژیلیک موجود در منطقه، PPL. چ و ح) دگرسانی اکسید آهن و لیمونیتی شدن، PPL. PL: پلاژیوکلاز، Qz Veinlet: رگچه کوارتز، Hem: هماتیت، Fe Oxide: اکسید آهن، Opq: کانی اپاک، Lm: لیمونیت، Zr: زیرکن، Phyllic Alteration: دگرسانی فیلیک، Argilic Alteration: دگرسانی آرژیلیک (علائم اختصاری کانی‌ها از (Withney and Evans, 2010).

۶- مطالعات لیتوژئوشیمیایی رگه‌های کوارتزی طلا- مس

تعداد ۳۷ نمونه مینرالیزه به صورت معرف از ۱۲ ترانشه حفر شده در رگه‌ها انتخاب شده و در آزمایشگاه زر آزما برای ۲۰ عنصر، مورد تجزیه قرار گرفتند (جدول ۲). پس از انجام تصحیحات لازم بر روی داده‌ها، هیستوگرام توزیع فراوانی عناصر مربوطه رسم شد که برخی عناصر دارای توزیع لاگ نرمال و برخی دیگر به روش لگاریتم، به‌نجار شدند. برای تعیین ارتباط پاراژنتیکی بین عناصر از ضریب همبستگی اسپیرمن (برای داده‌های خام)، پیرسون (برای داده‌های نرمال)، تحلیل فاکتوری و خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار SPSS استفاده شد و نقشه‌های بی‌هنجاری عناصر با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS رسم گردید. براساس نتایج اسپیرمن عنصر طلا با عناصر مولیبدن (۰/۶۴۳)، آهن (۰/۵۷۶)، سرب (۰/۵۶۷) و نیکل (۰/۵۴۲) در

سطح اعتماد بالای ۹۹ درصد دارای همبستگی مثبت است و عنصر مولیبدن بیشترین همبستگی مثبت را با طلا دارد. براساس تحلیل‌های چند متغیره به روش فاکتوری، داده‌های ژئوشیمیایی منطقه به ۴ عامل فاکتوری تقسیم‌بندی شده است. فاکتور ۱ شامل آهن، کبالت، سرب، نیکل، وانادیم، آنتیموان و طلا است (جدول ۳). روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی روشی مناسب برای تحلیل داده‌ها است که برای ارزیابی داده‌ها از دید آماری در زمین‌شناسی اهمیت خاصی دارند (Zhang, 2012). با استفاده از این روش، عناصر آهن، طلا و مس در یک خوشه و در دو زیر گروه متفاوت قرار گرفته‌اند (شکل ۷). نقشه عیار تغییرات عناصر نشان می‌دهد که در این رگه‌ها آهن، طلا و مس عناصر کانسارساز هستند و تغییرات عیار طلا از ۷ تا

نقاط حفاری پس از عملیات ژئوفیزیک و چگونگی ارتباط عناصر با ارزش کمک می‌نماید.

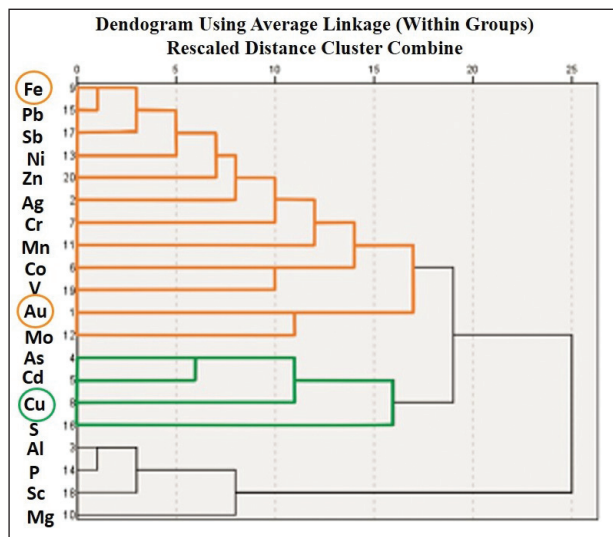
۱۳۹۲ میلی گرم در تن، تغییرات عیار آهن از ۳/۴ تا ۱۳/۵ درصد و تغییرات عیار مس از ۰/۱۱ تا ۲/۸ درصد می‌باشد (شکل ۸). نتایج به‌دست آمده به تعیین دقیق

جدول ۲- نتایج تجزیه‌های ICP-OES عناصر مختلف و عنصر طلا با استفاده از Fire Assay.

Trenches	X	Y	Ag(ppm)	Al(ppm)	As(ppm)	Au (FA-ppb)	Cd(ppm)	Mg(ppm)	Co(ppm)	Cr(ppm)	Cu(ppm)	Fe(ppm)
T1-1	49° 57'48"	35° 29'10"	0.3	13713	10.3	87	0.27	573	14	2	523	61695
T1-2	49° 57'48.8"	35° 29'10.7"	0.58	5375	6.1	692	0.28	767	26	6	590	89175
T1-3	49° 57'48.8"	35° 29'10.6"	0.38	13304	7.5	45	0.26	547	14	2	199	72490
T1-4	49° 57'48.8"	35° 29'10.4"	0.26	13685	2.4	<	0.28	891	9	< 1	211	34999
T2-1	49° 57'45.5"	35° 29'10.3"	0.41	12615	19.5	246	0.29	817	12	3	5931	60778
T2-2	49° 57'45.6"	35° 29'10.1"	0.43	7646	4.7	941	0.28	799	12	5	396	78036
T2-3	49° 57'45.6"	35° 29'10.1"	0.33	11039	8.4	1045	0.28	847	15	6	279	72366
T2-4	49° 57'45.7"	35° 29'9.9"	0.3	19912	11.6	9	0.31	1606	11	1	497	47284
T3-1	49° 57'41"	35° 29'10"	0.32	24229	2.6	19	0.26	4088	9	1	148	58699
T3-2	49° 57'41"	35° 29'10.3"	0.46	12017	2.8	367	0.27	1038	11	4	270	70309
T3-3	49° 57'41.9"	35° 29'10.2"	0.57	4661	15.4	1392	0.3	790	9	8	2395	82373
T3-4	49° 57'41.9"	35° 29'10.1"	0.38	14918	2.7	118	0.27	866	13	7	326	71036
T4-1	49° 57'39"	35° 29'9.2"	0.47	21183	7.9	199	0.31	718	14	13	1420	70079
T4-2	49° 57'39"	35° 29'9.2"	0.59	7532	66.4	40	0.34	790	15	8	6356	97031
T4-3	49° 57'39"	35° 29'9.1"	0.37	15522	2.6	457	0.27	867	11	1	365	65172
T5-1	49° 57'36"	35° 29'7"	0.33	7820	44.7	275	0.34	755	18	6	465	89452
T5-2	49° 57'36"	35° 29'7.8"	0.28	12753	12.5	100	0.29	853	14	4	509	72485
T5-3	49° 57'36"	35° 29'7.7"	0.22	14888	6.9	18	0.29	1366	8	2	230	66122
T6-1	49° 57'33"	35° 29'7.2"	0.29	22531	7.8	36	0.25	1944	24	1	117	70098
T6-2	49° 57'33"	35° 29'7.1"	0.36	7098	67	974	0.31	623	20	6	231	92434
T6-3	49° 57'33"	35° 29'7"	0.29	27041	9.4	347	0.26	1716	19	3	227	82548
T6-4	49° 57'33"	35° 29'6"	0.44	17953	16.2	117	0.28	1183	26	4	543	98571
T7-1	49° 57'21"	35° 29'2"	0.35	14761	6.2	693	0.27	2372	20	6	400	79240
T7-2	49° 57'21"	35° 29'2.2"	0.32	43252	2.3	7	0.28	8835	23	1	874	68682
T7-3	49° 57'21"	35° 29'2.0"	0.3	11145	13.7	265	0.29	1696	16	12	9785	75639
T8-1	49° 57'19"	35° 29'2.6"	0.33	19159	7.1	7	0.29	1382	21	< 1	591	69762
T8-2	49° 57'19"	35° 29'2.5"	0.38	9975	7.7	400	0.29	987	25	2	408	88447
T8-3	49° 57'19"	35° 29'2.4"	0.35	12219	5.2	1292	0.27	1048	21	3	3368	82894
T9-1	49° 57'16"	35° 29'2.3"	0.31	36880	12.7	14	0.26	7217	35	2	3666	74035
T9-2	49° 57'16"	35° 29'2.1"	0.34	8155	17.2	305	0.26	935	59	4	228	89357
T9-3	49° 57'16"	35° 29'2.0"	0.48	6056	2.5	257	0.29	1026	18	2	149	77615
T10-1	49° 57'10"	35° 29'14"	0.33	38374	12	7	0.28	6212	28	31	597	8168
T10-2	49° 57'10"	35° 29'14"	2	14254	81.2	925	0.35	1750	43	16	15639	134538
T10-3	49° 57'10"	35° 29'14"	1.2	16438	48.2	253	0.33	1261	51	11	28279	80768
T10-4	49° 57'10"	35° 29'14"	0.92	43100	23.1	26	0.3	5937	41	29	2366	88096
TR1-1	49° 57'32"	35° 29'6"	0.29	6630	62.3	514	0.4	621	19	7	613	53405
TR3-1	49° 57'33"	35° 29'6"	0.55	10042	371	1350	1.9	975	17	6	22783	83413

ادامه جدول ۲

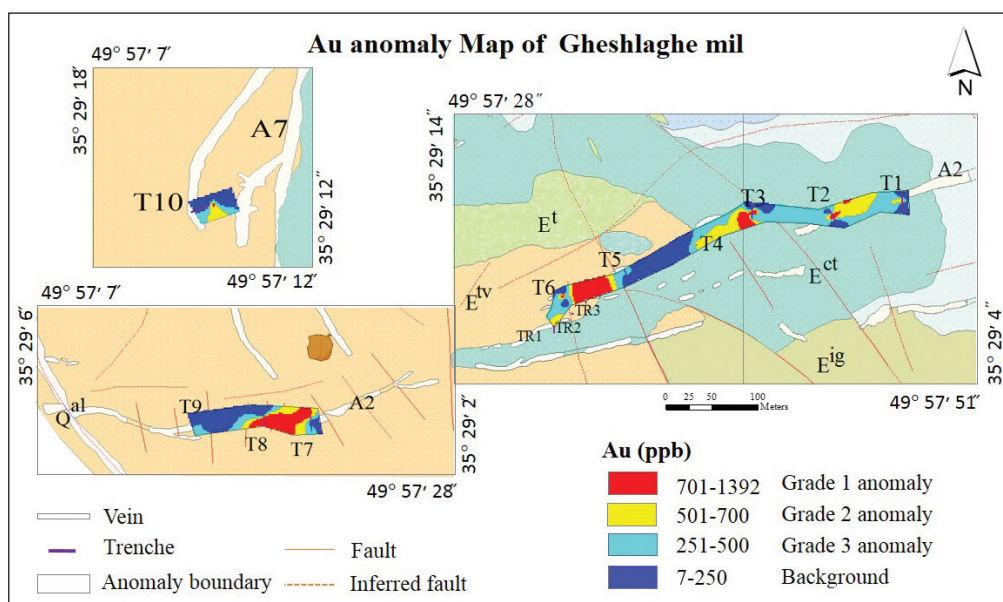
Trenches	X	Y	Mn(ppm)	Mo(ppm)	Ni(ppm)	P(ppm)	Pb(ppm)	S(ppm)	Sb(ppm)	Sc(ppm)	V(ppm)	Zn(ppm)
T1-1	49° 57' 48"	35° 29' 10"	1482	11.7	9	494	19	81	1.2	2.7	11	70
T1-2	49° 57' 48.8"	35° 29' 10.7"	2987	26	28	44	28	101	1.3	1.6	22	125
T1-3	49° 57' 48.8"	35° 29' 10.6"	1484	17.9	9	375	19	90	1.27	3.6	17	64
T1-4	49° 57' 48.8"	35° 29' 10.4"	830	4.7	5	730	6	55	1.06	2.6	11	39
T2-1	49° 57' 45.5"	35° 29' 10.3"	936	14.4	7	473	17	167	1.2	3.2	14	72
T2-2	49° 57' 45.6"	35° 29' 10.1"	2216	40.6	15	79	17	156	1.09	2.4	19	74
T2-3	49° 57' 45.6"	35° 29' 10.1"	1226	16.3	10	197	18	533	1.19	2.4	17	74
T2-4	49° 57' 45.7"	35° 29' 9.9"	1059	7	4	559	8	80	1.1	2.8	12	53
T3-1	49° 57' 41"	35° 29' 10"	1452	8.5	5	598	8	69	1.28	2.6	13	72
T3-2	49° 57' 41"	35° 29' 10.3"	2561	28.8	7	252	17	369	1.26	2.7	16	71
T3-3	49° 57' 41.9"	35° 29' 10.2"	1925	36.7	9	45	25	243	1.29	1.7	21	61
T3-4	49° 57' 41.9"	35° 29' 10.1"	2421	21.1	9	415	18	65	1.16	3.1	18	72
T4-1	49° 57' 39"	35° 29' 9.2"	1935	37	10	906	17	690	1.25	7.7	63	83
T4-2	49° 57' 39"	35° 29' 9.2"	2145	37.2	13	100	41	220	1.36	2.5	32	146
T4-3	49° 57' 39"	35° 29' 9.1"	2627	9.4	5	452	7	52	1.17	2.9	14	115
T5-1	49° 57' 36"	35° 29' 7"	1086	20.4	15	119	25	414	1.37	2.1	23	79
T5-2	49° 57' 36"	35° 29' 7.8"	1602	17	8	338	17	237	1.27	2.6	19	71
T5-3	49° 57' 36"	35° 29' 7.7"	864	7.9	4	598	6	331	1.08	2.8	15	44
T6-1	49° 57' 33"	35° 29' 7.2"	1635	14.5	7	954	16	160	1.21	6.7	50	70
T6-2	49° 57' 33"	35° 29' 7.1"	1307	27.7	12	96	28	166	1.43	2.6	30	78
T6-3	49° 57' 33"	35° 29' 7"	1076	12.3	16	1002	23	3985	1.33	18.8	145	95
T6-4	49° 57' 33"	35° 29' 6"	2762	27.9	14	445	26	503	1.3	5.2	30	129
T7-1	49° 57' 21"	35° 29' 2"	921	20.2	6	150	18	81	1.33	2.5	23	60
T7-2	49° 57' 21"	35° 29' 2.2"	1711	5.6	5	484	18	55	1.2	3	16	76
T7-3	49° 57' 21"	35° 29' 2.0"	394	10.9	7	321	20	98	1.23	4	26	95
T8-1	49° 57' 19"	35° 29' 2.6"	1757	14.8	5	1042	17	66	1.35	6.7	66	77
T8-2	49° 57' 19"	35° 29' 2.5"	1834	16.9	13	248	23	70	1.33	3	34	64
T8-3	49° 57' 19"	35° 29' 2.4"	1277	16.9	15	362	20	101	1.26	3.1	27	82
T9-1	49° 57' 16"	35° 29' 2.3"	1149	17.2	6	922	17	113	1.24	6.6	65	88
T9-2	49° 57' 16"	35° 29' 2.1"	1837	21.4	15	114	23	95	1.28	2.2	37	64
T9-3	49° 57' 16"	35° 29' 2.0"	2855	15.5	14	52	21	104	1.29	1.6	34	58
T10-1	49° 57' 10"	35° 29' 14"	2532	1.6	21	1401	20	59	1.35	7.3	52	160
T10-2	49° 57' 10"	35° 29' 14"	2290	12	29	559	54	683	1.7	5	42	219
T10-3	49° 57' 10"	35° 29' 14"	2332	9.9	13	1044	23	297	1.41	6.1	32	172
T10-4	49° 57' 10"	35° 29' 14"	2445	5.7	21	1247	23	199	1.47	6.5	52	152
TR1-1	49° 57' 32"	35° 29' 6"	1950	11.9	9	141	8	296	1.1	1.9	46	63
TR3-1	49° 57' 33"	35° 29' 6"	3479	44.7	17	517	29	171	1.68	5.2	26	167



شکل ۷- تحلیل خوشه‌ای داده‌های ژئوشیمیایی ترانسه‌های قشلاق‌میل.

جدول ۳- نتایج تحلیل فاکتوری، فاکتور اول نشان‌دهنده کانه‌زایی در قشلاق‌میل است.

	Component			
	1	2	3	4
Fe	.833	-.168	.203	.311
Co	.780	.282	.045	.133
Pb	.750	-.278	.261	.349
Ni	.744	-.241	.194	.365
V	.729	.306	.179	-.086
Sb	.719	.076	.268	.363
Al	.025	.935	-.137	-.024
P	-.098	.925	.117	-.045
Sc	.333	.800	.223	.045
Mg	.215	.741	-.172	-.024
AU	.438	-.696	.337	.062
Mo	.193	-.637	.207	.243
Cd	.004	-.183	.834	.225
As	.381	-.091	.810	.000
Cu	.141	.169	.720	.383
S	.337	-.163	.604	-.222
Cr	.504	-.100	.518	.229
Mn	.228	-.126	-.027	.829
Ag	.361	-.240	.297	.755
Zn	.502	.274	.392	.621



شکل ۸- محدوده‌های بی‌هنگاری پیشنهادی طلا بر روی بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰ قشلاق‌میل.

۷- مطالعات میانبارهای سیال

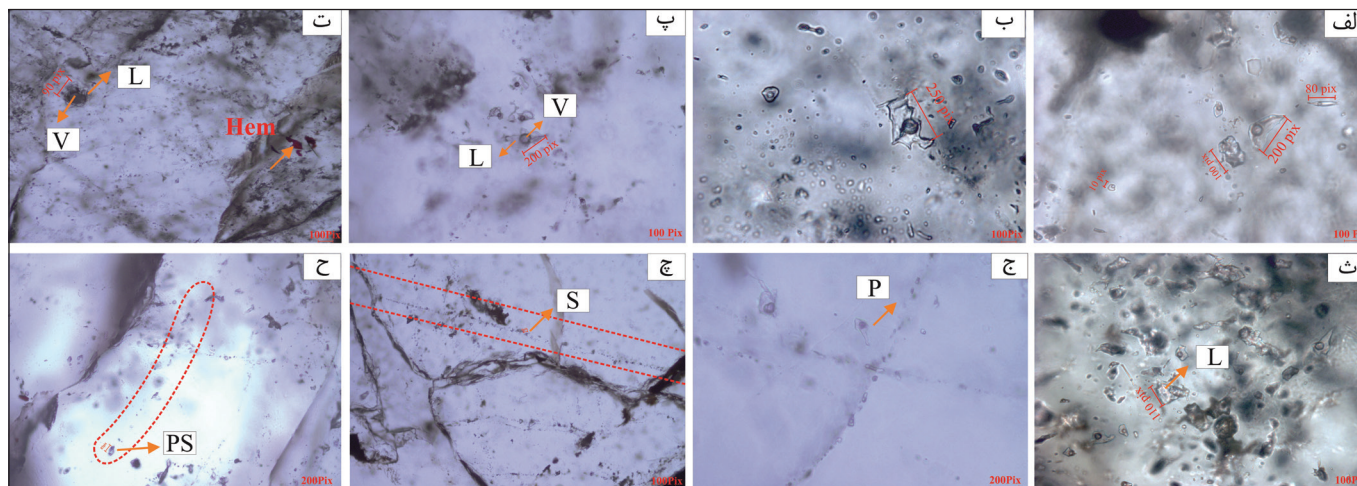
میانبارهای دوفازی غنی از گاز (VL) و ۵ درصد میانبارهای تک فازی مایع (L) می‌باشد و فاز جامد در آنها دیده نشده است (شکل ۹ - پ، ت، ث). بیشترین نوع میانبار سیال مطالعه شده در نمونه‌ها دو فازی مایع-گاز است. اندازه‌گیری دماسنجی، تعیین نوع محلول و مقداری شوری بر روی میانبار سیال اولیه نوع LV و کمتر انجام گرفته است (جدول ۴). براساس تقسیم بندی (Van den Kerkhof and Hein, 2001)، سه نوع میانبار اولیه، ثانویه و ثانویه کاذب تشخیص داده شده است. میانبارهای سیال اولیه (P) به صورت سیال‌های مجزا و درشت در داخل کانی کوارتز پراکنده هستند (شکل ۹- ج). میانبارهای سیال ثانویه (S) به صورت فراوان به صورت خطی تشکیل شده‌اند (شکل ۹- چ) و میانبارهای سیال ثانویه کاذب (PS) بیشتر به صورت ادخال‌های ریز و ممتد (خطی) در کانی‌ها مشاهده شده‌اند (شکل ۹- ح). در مطالعات میکروترمومتری محاسبه میزان شوری میانبارهای سیال براساس فرمول

به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی سیالات کانه‌ساز، آزمایش‌های میکروترمومتری روی میانبارهای سیال موجود در کانی کوارتز همراه با کانه‌زایی طلا انجام گرفت. تعداد ۹ مقطع دوبر صیقل تهیه شد. ۱۲ مجموعه میانبار سیال اولیه و ثانویه کاذب در سطح دو مقطع به شماره‌های (T1.2 - T4.2) مورد مطالعه قرار گرفتند که خلاصه نتایج در جدول ۴ ارائه شده است.

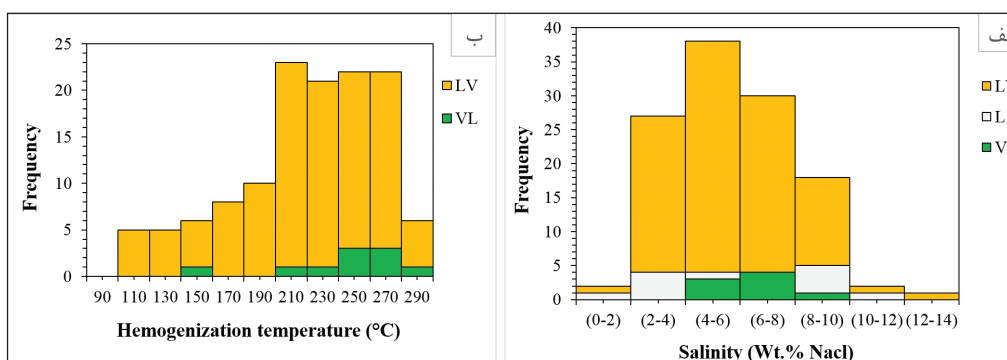
مطالعات سنگ‌نگاری میانبارهای سیال در کوارتز نشان داده است که میانبارها به شکل‌های کروی، کشیده و بی‌شکل هستند و بیشترین فراوانی را میانبارهای کشیده و بی‌شکل دارند (شکل ۹- الف) و اندازه میانبارهای سیال بین ۵ تا ۲۵ میکرون است (شکل ۹- ب). بیشترین فراوانی میانبارهای دو فازی مایع - بخار در محدوده ۱۰-۸ میکرون است. بر اساس تقسیم بندی (Shepherd et al. (1985) و (Roedder (1984)، سه نوع میانبار سیال ۸۰ درصد میانبارهای دو فازی غنی از مایع (LV)، ۱۵ درصد

LV, VL استفاده شده است. در نمودار ستونی دمای همگن شدن، میانبرهای دوفازی مایع-بخار بیشترین فراوانی را داشته و دمای همگن شدن آنها در محدوده ۲۷۰ تا ۲۹۰ درجه سانتی گراد می باشد (شکل ۱۰-ب). در این مطالعه فشار به دام افتادن میانبار سیال براساس فرمول Zhang and Frantz (1987) از مجموعه میانبرهای سیال دارای جوشش استفاده گردیده و حدود ۰/۴۴ تا ۰/۰۳ مگا پاسکال تخمین زده شد (جدول ۴).

Hall et al. (1988) صورت پذیرفته است. نمودار ستونی، میزان شوری نسبت به درصد فراوانی میانبرهای سیال کانسار قشلاق میل را نشان می دهد که میانبرهای دوفازی مایع-بخار با بیشترین فراوانی شوری در محدوده ۶-۴ و میانبرهای تک فازی مایع در محدوده ۱۰-۸ و میانبرهای دوفازی مایع-بخار در محدوده ۸-۶ قرار گرفته اند (شکل ۱۰-الف). برای اندازه گیری دمای همگن شدن (Th) از میانبرهای سیال نوع



شکل ۹- شکل های میانبرهای سیال: الف) شکل های کشیده و بی شکل میانبرهای سیال. ب) اندازه بزرگترین میانبار سیال. پ) میانبار دوفازی مایع-بخار. ت) میانبار دوفازی بخار-مایع. ث) میانبار تک فازی مایع. ج) میانبار سیال اولیه. چ) میانبار سیال ثانویه. ح) میانبار سیال ثانویه کاذب.



شکل ۱۰- الف) نمودار ستونی فراوانی شوری، ب) نمودار ستونی دمای همگن شدن.

جدول ۴- خلاصه نتایج مطالعات میانبرهای سیال در کانسار قشلاق میل.

Sample Name	Host mineral	Fluid inclusion Type	Number of fluid inclusion	Size (µm)	Te	Tmice	Th (°C)	Salinity (wt.% NaCl)	Pressure (Mpa)	Raman Result (13 point)
T4.2	Qz	LV	77	5-25	-38 _ -22	-6.9 _ -1.5	99 _ 299	2.47 _ 12.30	0.44 _ 8.03	Number 9 Lv (H ₂ O,
T4.2	Qz	VL	9	8-18	-28 _ -22	-5.5 _ -3.5	153 _ 298	5.62 _ 8.51	0.5 _ 6	Little CO ₂ or H ₂ O)
T1.2	Qz	LV	53	8-15	-30 _ -22	-4.8 _ -1.1	120 _ 295	1.81 _ 8.10	0.45 _ 7.57	Number 4 Vl (H ₂ O,
T1.2	Qz	L	16	5-15	-30 _ -22	-7.1 _ -1.2	_	1.98 _ 10.6	_	Little CO ₂ or H ₂ O)
T1.2	Qz	VL	2	10-12	_	-3.1	220 _ 265	5.01	1.95 _ 4.67	

۸- بحث

فائد امینی هارونی، ۱۳۹۴)، تیپ های اپی ترمال طلا دشت لوئین ساوه (گوهری و همکاران، ۱۳۹۳)، طلا- نقره (مس) توزلار (Heidari et al., 2013, 2015a, 2015b)،

در ایالت فلرزایی ارومیه- دختر، تاکنون کانی سازی های طلا و مس متعددی شناخته شده است که می توان کانی سازی های تیپ IOCG مس- طلای اندیس علیشار

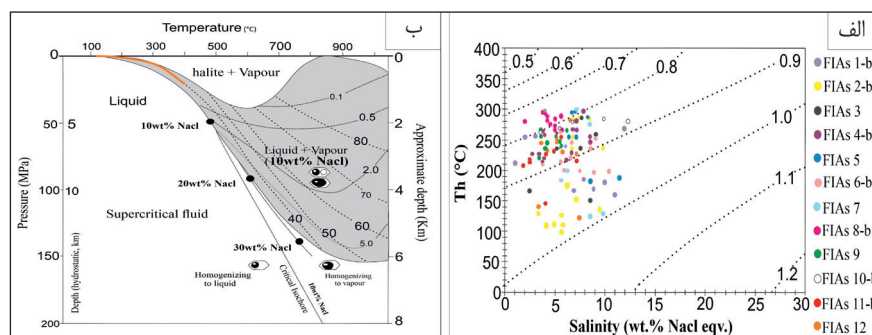
کمر بند ماگمایی ارومیه- دختر تشکیل شده است. با توجه به نوع سنگ میزبان، دگرسانی، کانه‌زایی و وجود اسپیکولاریت به میزان زیاد که نشان‌دهنده فوگاسیته بالای اکسیژن در محلول و مقدار پیریت و کالکوپیریت به میزان کمتر در رگه‌های طلا دار و نتایج مطالعات لیتوژنوشیمیایی رگه‌ها، مقایسه‌ای بین این محدوده با کانسار IOCG، اندیس علیشار ساوه (فاندامینی هارونی، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۲) که در فاصله حدود ۱۱ کیلومتری قشلاق‌میل قرار دارد و محدود نامق در شمال خاور کاشمر (تقدسی، ۱۳۹۶) صورت گرفته است (جدول ۵). محدوده مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های زمین‌شناسی، دگرسانی، کانی‌سازی و غیره تقریباً احتمال مشابهت با کانسارهای گفته شده را دارد.

سازی گونای قروه (Granian et al., 2016; Asadi et al., 2014) کالجویه اصفهان (Mehvary et al., 2012)، چاه زرد- دره زرشک یزد (دهقان‌پور فراشاه، ۱۳۹۳)، تیپ‌های پلی‌متان اندیس آفتاب‌رو ساوه (Sabzian et al., 2015; 2017) و طلا در بی‌هنجاری شماره ۳ کوه‌دم اصفهان (نظیری و همکاران، ۱۳۹۰)، تیپ‌های پورفیری مس- طلای دالی اراک (Asadi et al., 2015)، شجاع‌آباد در نظنز اصفهان (سهیل و همکاران، ۱۳۹۸) و دره‌زار سیرجان (Alizadeh and Hezarkhani, 2014; Derakhshani and Abdolzadeh, 2009) را نام برد. کانسار قشلاق‌میل به شکل کانی‌سازی رگه‌ای طلا- مس همراه با عوامل کنترل‌کننده ساختاری در پهنه فروانش

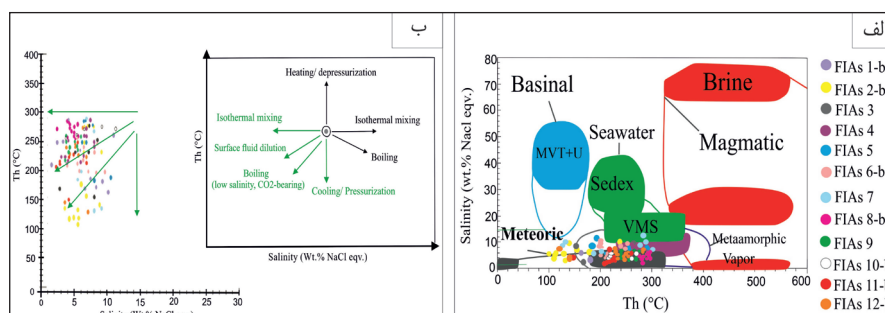
جدول ۵- مقایسه ویژگی‌های مختلف کانسار قشلاق‌میل با کانسارهای IOCG در ایران.

ویژگی	کانسارهای IOCG	اندیس علیشار	محدوده نامق	قشلاق‌میل
محیط زمین‌ساختی	ریفت درون قاره‌ای و شرایط کششی درون قوس ماگمایی	کمان آتشفشانی ارومیه- دختر	کمر بند ماگمایی خواف- کاشمر- بردسکن و در زون فروانش	کمان آتشفشانی ارومیه- دختر
سن تشکیل	پروتروزویک تا پلیوسن	پس از ائوسن	ائوسن	پس از ائوسن
سنگ درونگیر	آتشفشانی نوع توف، آندزیت، بازالت، آندزیت بازالتی و سنگ‌های رسوبی کربناتی	آتشفشانی با ترکیب گدازه آندزیتی، تراکی آندزیت، آندزیتی بازالتی، توف‌های آندزیتی، آندزیتی بازالتی و توف ریولیتی، داسیتی و نفوذی‌های مونزونیتی	آتشفشانی با ترکیب آندزیت تا ریولیت و توف تراکی آندزیتی	آتشفشانی با ترکیب داسیتی، آندزیت- تراکی آندزیت، آندزیتی- تراکی آندزیتی با توف برش حدواسط، تراکی بازالت، ایگنمبریت، سنگ‌های توفی، آذرآواری متاتوف با ترکیب ریوداسیتی و ریولیتی
کانی‌شناسی	کانه‌های اصلی هماتیت، مگنتیت، کالکوپیریت و انواع ریفت درون قاره دارای مقادیر اورانیم و عناصر نادر خاکی	کانه‌های اصلی هماتیت، گوتیت، مگنتیت، کانه‌زایی مس (کالکوپیریت) و کم و بیش طلا	کانی‌های اولیه اسپیکولاریت، کالکوپیریت، مگنتیت، باطله کوارتز و کانی‌های ثانویه گوتیت، هماتیت و مالاکیت	اکسیدهای آهن شامل هماتیت (اسپیکولاریت)، گوتیت، لیمونیت. کانی سولفیدی کالکوپیریت و مالاکیت
ساخت و یافت	جانشینی، رگه- رگچه‌ای، پراکنده، برشی، پرکننده فضاهای خالی، توده‌ای و نواری	جانشینی، رگه‌ای (شکافه پرکن)، قلوه‌ای شکل، جعبه‌ای، توده‌ای و تیغه‌ای	رگه‌ای، تیغه‌ای، قلوه‌ای شکل و پراکنده	داربستی (رگه- رگچه‌ای) و عنکبوتی شکل، تیغه‌ای و پرکننده حفرات، بافت‌های نواری متحدالمرکز، قلوه‌ای شکل و شانه‌ای
دگرسانی	در عمق زیاد سدیک و عمق میانه تا کم پتاسیک و در سطح سربستی و سیلیسی شدن همراه با اکسیدهای آهن	سربستی، سیلیسی، پروپیلیتیک و جانشینی هماتیت در سطح	سیلیسی، سربستی، آرژیلیک و کمتر پروپیلیتیک	سربستی، سیلیسی، آرژیلیک و اکسیدهای آهن
عناصر اصلی و همراه	Fe, Cu, Au, U, Ag, Ni, Mo, Co, Bi, Zn, Ba	Fe, Cu, Au± Ag± Bi	Fe, Cu, Au (Low)	Fe, Au, Cu, Mo, Ni, Pb
دمای همگن شدن	۲۰۰ تا ۴۰۰ یا کمتر از ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد	۲۰۱-۳۰۰ درجه سانتی‌گراد	۳۰۰-۴۹۶ درجه سانتی‌گراد	۲۹۹-۹۹ درجه سانتی‌گراد
شوری	سیالات مرحله هماتیتی ۱ تا ۸ درصد وزنی	۱۸/۷-۲۲/۵	۱۱-۲۲	۱/۸-۱۲/۳۰
مقدار CO ₂	متغیر	مشاهده نشده	-	کم
عمق تشکیل	معمولاً کمتر از یک کیلومتر	کمتر از یک کیلومتر	۰/۵ تا ۲ کیلومتری	کمتر از یک کیلومتر
منشأ	معمولاً ماگمایی و در بعضی کانسارها همراه با آب‌های جوی	اختلاط آب ماگمایی و جوی	اختلاط آب ماگمایی و جوی	اختلاط آب ماگمایی و جوی
ارتباط با توده نفوذی	مشکوک و غیر واضح	نامشخص	مونزونیت، مونزودوریت و دیوریت	گرانودیوریت و مونزودوریت
کنترل ساختاری و عوامل آن	قوی، شکستگی‌ها، گسل‌ها و مناطق برشی	قوی، شکستگی‌ها و گسل‌ها	شکستگی‌ها و گسل‌ها	قوی، شکستگی‌ها و گسل‌ها
همراهی با تبخیری‌ها	معمولاً دارند	ندارد	-	نامشخص
منابع	کریم‌پور (۱۳۸۴ و ۱۳۸۲)، Williams (2010); Silitoe (2003); Pollard (2006, 2001); Hitzman & Porter (2000); Hitzman et al. (1992)	فاندامینی هارونی (۱۳۹۲ و ۱۳۹۴)	تقدسی و ملک‌زاده (۱۳۹۷)؛ تقدسی (۱۳۹۶)	-

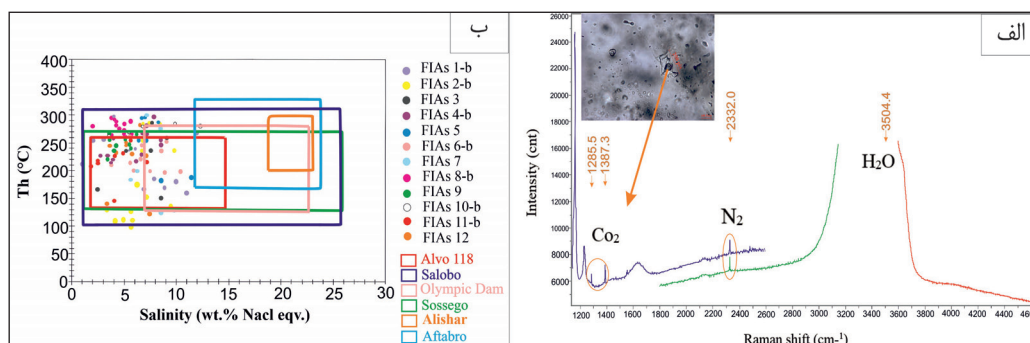
بر اساس مطالعه میانبار سیال و با توجه به گسترده دمایی و شوری رگه‌های طلا- مس قشلاق‌میل، چگالی سیال کانه‌زا بین 0.7 gr/cm^3 تا 1.0 gr/cm^3 و همچنین پرمعیت‌ترین گروه از میانبارهای سیال مطالعه شده در محدوده چگالی 0.8 gr/cm^3 تا 0.9 gr/cm^3 قرار می‌گیرند (شکل ۱۱- الف، Bodnar, 1983) و این کانی‌سازی در ژرفای تقریباً کمتر از ۱ کیلومتری زیر سطح زمین (نواحی کم‌ژرفا و بر پایه فشار سنگ‌کره) تشکیل شده است (شکل ۱۱- ب، Wilkinson, 2001). همچنین براساس نمودار دما- شوری سیال کانه‌دار، منشأ کانسار قشلاق‌میل ماگمایی است و با آب‌های جوی دما و شوری پایین‌تر اختلاط پیدا کرده است (شکل ۱۲- الف، Kesler, 2005). دمای همگن‌شدن و شوری قشلاق‌میل در نمودار شوری- دما و وجود میانبارهای سیال از هر دو نوع دو فازه و تک فازه در نمونه‌های مورد مطالعه می‌تواند گویای رخداد پدیده اختلاط سیال و رقیق‌شدگی همراه با جوشش و شوری کم باشد. پدیده سردشدگی هم احتمالاً به دلیل آمیختگی با آب‌های جوی و واکنش با سنگ‌های دیواره رخ داده است (شکل ۱۲- ب، Wilkinson, 2001). تجزیه لیزر رامن بر روی میانبارهای سیال برای تعیین ترکیب فاز گازی در میانبارهای سیال در کانی‌کوارتز که برای تعیین ترکیبات گازی نوع فازهای جامد (دختر) در میانبارهای سیال و اندازه‌گیری درصد شوری (Wt% equi-NaCl) در فاز مایع و تعیین نوع و درصد فازهای گازی مخلوط به کار می‌رود، استفاده شده است (Tarantola and Caumon, 2015; Caumon et al., 2013). با استفاده از نتیجه لیزر رامن فاز گازی غنی از H_2O و CO_2 به صورت غیر قابل امتزاج در میانبارهای سیال مشاهده شده است (شکل ۱۳- الف) و وجود فازهای گازی (CO_2 , N_2 , H_2O) تأیید شده است (Sirbescu and Nabelek, 2003; Coveney and Kelly, 1971). حضور کم CO_2 در این میانبارهای سیال را می‌توان به فرایند گاززدایی در طی مراحل پایانی تفریق ماگما نسبت داد و نشان می‌دهد که سیال اولیه CO_2 دار بوده و تبدیل به میانبار دوفازی مایع- بخار و یخار- مایع شده است (شکل ۱۳- الف). نتایج لیزر رامن وجود گاز



شکل ۱۱- نمودار شوری در برابر همگن‌شدن، (الف) ایزوگرهای چگالی (Bodnar, 1983)، (ب) تعیین عمق به‌دام افتادن میانبارهای سیال (عمق کانی‌سازی) بر اساس نمودار دما-فشار (Wilkinson, 2001) FIAs: مجموعه میانبارهای سیال، b: جوشش.



شکل ۱۲- (الف) نمودار شماتیک جهت‌های اصلی شوری- دمای همگن‌شدن میانبارهای سیال رگه‌های قشلاق‌میل طی فرایندهای مختلف تکامل میانبارهای سیال (Wilkinson, 2001). (ب) نمودار پیشنهادی Kesler (2005)، نمایش منشأ سیالات کانه‌ساز در تیپ‌های مختلف که نمونه‌های قشلاق‌میل یک روند خطی را در محدوده آب‌های جوی نشان می‌دهند (FIAs: مجموعه میانبارهای سیال، b: جوشش).



شکل ۱۳- الف) نمودار تجزیه لیزر رامان. نمودار آبی فاز گازی شامل مقادیر کم CO_2 و مقادیر کمی N_2 که برابر با نیتروژن هوا است، نمودار قرمز نسبت درصد شوری با استفاده از نسبت شدت (Intensity)، نمودار سبز همراه با پیک تصحیح نیتروژن هوا (FIAs): مجموعه میان‌بارهای سیال، b: جوشش). ب) مقایسه شوری و دمای همگن‌شدن کانسار قشلاق‌میل با برخی کانسارهای تیپ IOCG در دنیا و ایران (قائد امینی هارونی، ۱۳۹۲؛ Sabzian et al., 2017; Torresi et al., 2012; Carvalho, 2009; Requía and Xavier, 1995; Oreskes and Einaudi, 1992).

۹- نتیجه گیری

در کانسار قشلاق‌میل میزبان رگه‌های مورد مطالعه بیشتر متاتوف ریوداستیتی و ریولیتی است. کانه‌های اولیه پیریت، کالکوپیریت، اسپیکولاریت، کوارتز و کانی‌های ثانویه گوتیت، لیمونیت، مالاکیت، کلسیت دیده شده است. ساخت و بافت کانی‌سازی به صورت رگه- رگچه‌ای، تیغه‌ای، پرکننده حفرات، نواری متحد‌المرکز، قلوه‌ای شکل و شانه‌ای است. نتایج پراش پرتو ایکس کانی‌های آلکالی فلدسپار، پلاژیوکلاز، کلریت، ابلیت، کائولینیت، همتایت و گروه میکا را در رگه‌های طلا- مس نشان می‌دهد. دگرسانی در حاشیه رگه‌ها عمدتاً سریستی، سیلیسی، آرژیلیک و اکسید آهن است. بر طبق نتایج زمین‌شیمی بیشینه عنصر طلا ۱۳۹۲ میلی گرم در تن، آهن ۱۳/۵ درصد و مس ۲/۸ درصد است. نتایج مطالعات میان‌بارهای سیال دمای ۹۹ تا ۲۹۹ درجه سانتی‌گراد و شوری ۱/۸۱ تا ۱۲/۳۰ درصد وزنی نمک طعام را نشان می‌دهد. منشأ کانسار ماگمایی است و با آب‌های جوی دما و شوری پایین‌تر اختلاط پیدا کرده است. نتایج لیزر رامان وجود گاز

H_2O ، CO_2 و N_2 را نشان می‌دهد. بر طبق مجموعه مطالعات صورت گرفته از داده‌های سطحی زمین‌شناسی و مطالعه ترانشه‌ها شامل سنگ‌نگاری، کانه‌زایی و دگرسانی، زمین‌شیمی، میان‌بار سیال و تطبیق مطالعات و شواهد صحرایی، رخداد کانه‌زایی رگه‌های کوارتزی طلا- مس مورد مطالعه در قشلاق‌میل را می‌توان احتمالاً به یک کانی‌سازی گرمایی نسبت داد که شباهت بیشتری به نوع کانی‌سازی IOCG دارد و اثبات دقیق این موضوع نیازمند داده‌های تفصیلی و عمقی بیشتر است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله لازم می‌دانند نهایت قدردانی خود را از همکاری نازنین ظاهری در انجام آنالیز میان‌بارهای سیال در مرکز GeoResource دانشگاه لورین نانسی فرانسه ابراز کنند.

کتابنگاری

- آریا معدن‌کاو جم، ۱۳۹۱- نقشه ۱:۱۰۰۰ قشلاق‌میل، گزارش داخلی شرکت آریا معدن‌کاو جم.
- تقدسی، ح.، ۱۳۹۶- زمین‌شناسی، دگرسانی، کانی‌سازی، ژئوشیمی و مطالعات سیالات درگیر در منطقه اکتشافی نامق، شمال شرقی کاشمر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۰۳ ص.
- تقدسی، ح. و ملک‌زاده شفاوردی، آ.، ۱۳۹۷- کانی‌شناسی، دگرسانی، زمین‌شیمی و بررسی سیال‌های درگیر کانی‌سازی اکسید آهن- مس منطقه نامق، شمال شرق کاشمر، مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، سال بیست و ششم، شماره سوم، ص. ۵۴۱-۵۵۴.
- دهقان‌پور فراراهه، م. ص.، ۱۳۹۳- بررسی و پتانسیل‌یابی کانی‌سازی طلای اپی‌ترمال و مس پورفیری حداث‌فصل منطقه چاه‌زرد- دره زرشک، جنوب یزد در محیط GIS، کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۶۲ ص.
- سهیل، ف.، باقری، ه.، مهموری، ر.، ۱۳۹۸- دگرسانی، زمین‌شیمی، کانه‌زایی و مطالعه میان‌بارهای سیال در منطقه مس- طلا شجاع آباد، جنوب شرق نطنز، مجله پژوهش‌های دانش زمین، ص. ۱۷۹-۲۰۱.
- علائی مهابادی، س.، خلعت‌بری جعفری، م.، ۱۳۷۷- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نوبران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- قائد امینی هارونی، م.، ۱۳۹۲- ژئوشیمی و مدل زایشی اندیس مس علیشار در استان مرکزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۰۱ ص.
- قائد امینی هارونی، م.، ۱۳۹۴- تعیین شرایط تشکیل اندیس مس علیشار (استان مرکزی) با استفاده از داده‌های کانه‌نگاری و سیالات درگیر، مجله پترولوژی، دوره ۶، شماره ۲۱، ص. ۱-۱۸.
- کریم‌پور، م. ح.، ۱۳۸۲- کانی‌شناسی، دگرسانی، سنگ منشأ و محیط تکتونیکی کانسارهای Iron Oxide Cu-Au و مثال‌هایی از ایران، فشرده مقالات یازدهمین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، یزد، ص. ۱۸۴-۱۸۹.
- کریم‌پور، م. ح.، ۱۳۸۴- مقایسه کانسار Cu-Ag-Au قلعه‌زری با دیگر کانسارهای نوع IOCG و ارائه رده بندی جدید، مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، شماره ۱، ص. ۱۶۷-۱۸۴.
- گوهری، ح.، رسولی جمادی، ف.، مهرپرتو، م.، ۱۳۹۳- بررسی داده‌های ژئوشیمیایی عناصر نادر در توده نفوذی لوئین (شمال باختر ساوه) با نگرشی بر کانه‌زایی مس، همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران.
- نظیری، م. ا.، مقدسی، س. ج.، یزدی، م.، محبعلی، ا. ر.، ۱۳۹۰- اکتشافات لیتوژئوشیمیایی طلا و عناصر همراه آنومالی ۳ کانسار کوه دم، شمال شرق اردستان، اصفهان، دومین همایش ملی انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران.

References

- Alavi, M., 1994- Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: new data and interpretations. *Tectonophysics*, 229(3-4), 211-238. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(94\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0040-1951(94)90030-2).
- Alizadeh Sevari, B., and Hezarkhani, A., 2014- Hydrothermal evolution of Darrehzar porphyry copper deposit, Iran: evidence from fluid inclusions, *Arabian Journal of Geosciences*, 7, 1463-1477. <https://doi.org/10.1007/s12517-012-0744-x>.
- Asadi, H. H., Kianpouryan, S., Lu, Y. J., and McCuaig, T. C., 2014- Exploratory data analysis and C-A fractal model Applied in mapping multi-element soil anomalies for drilling: A case study from Sari Gunay epithermal gold deposit, NW Iran, *Journal of Geochemical Exploration*, 145, 233–241. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.07.005>.
- Asadi, H. H., Porwal, A., Fatehi, M., Kianpouryan, S., and Lu, Y. J., 2015- Exploration feature selection applied to hybrid data integration modeling: Targeting copper-gold potential in central Iran, *Ore Geology Reviews*, 71, 819–838. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2014.12.001>.
- Bodnar, R. J., 1983- A method of calculating fluid inclusion volumes based on vapor bubble diameters and P-V- T-X properties of inclusion fluid, *Economic Geology*, 78, 535-542. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.78.3.535>.
- Berberian, M., and King, G. C. P., 1981- Towards a paleo-geography and tectonic evolution of Iran, Reply. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 18(11), 1764- 1766. <https://doi.org/10.1139/e81-163>.
- Carvalho, ER., 2009- Caracterização geológica e gênese das mineralizações de oxido de Fe-Cu-Au e metaisassociados na Provincia Mineral de Carajas: estudo de caso do deposito Sossego, PhD thesis, Universidade Estadual de Campinas, 158 pp.
- Caumon, M. C., Dubessy, J., Robert, P., and Tarantola, A., 2013- Fused-silica capillary capsules (FSCCs) as reference synthetic aqueous fluid inclusions to determine chlorinity by Raman spectroscopy. *European Journal of Mineralogy*, 25(5), 755-763. <https://doi.org/10.1127/0935-1221/2013/0025-2280>.
- Coveney, Jr., R. M., and Kelly, W. C., 1971- Dawsonite as a daughter mineral in hydrothermal fluid inclusions *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 32(4), 334-342. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00373350>.
- Derakhshani, R., and Abdolzadeh, M., 2009- Geochemistry, mineralization and alteration zones of Darrehzar porphyry copper deposit, Kerman, *Iran Journal of Applied Sciences*, 9(9), 1628-1646. <http://dx.doi.org/10.3923/jas.2009.1628.1646>.
- Fu, B., Williams, P.J., Oliver, N.H., Dong, G., Pollard, P.J., and Mark, G., 2003- Fluid mixing versus unmixing as an ore- forming process in the Cloncurry Fe-oxide-Cu-Au District, NW Queensland, Australia: evidence from fluid inclusions, *Journal of Geochemical Exploration*, 78, 617-622. [https://doi.org/10.1016/S0375-6742\(03\)00117-1](https://doi.org/10.1016/S0375-6742(03)00117-1).
- Geranian, H., Tabatabaei, S. H., Asadi, H., and Carranza, E. J., 2016- Application of discriminant analysis and Support Vector machine in mapping gold potential areas for further drilling in the Sari-Gunay Gold Deposit, NW Iran, *Natural Resources Research*, 25(2), 145-159. <https://doi.org/10.1007/s11053-015-9271-2>.
- Hall, D.L., Sterner, M., and Bodnar, R.J., 1988- Freezing point depression of NaCl-KCl-H₂O solutions, *Economic Geology*, 83(1), 197-202. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.83.1.197>.
- Heidari, S. M., Daliran, F., Paquette, J. L., and Gasquet, D., 2015a- Geology, timing, and genesis of the high sulfidation Au (-Cu) deposit of Touzlar, NW Iran, *Ore Geology Reviews*, 65, 460-486. doi.org/10.1016/j.oregeorev.2014.05.013.
- Heidari, S.M., Ghaderi, M., and Afzal, P., 2013- Delineating mineralized phases based on lithogeochemical data using multifractal model in Touzlar epithermal Au-Ag (Cu) deposit, NW Iran, *Applied Geochemistry*, 31, 119-132. doi.org/10.1016/j.apgeochem.2012.12.014.
- Heidari, S.M., Ghaderi, M., Kouhestani, H., and Hosseini, M., 2015b- Touzlar epithermal Au-Ag (Cu) Deposit, Subvolcanic Intrusion-related of itera-arc extensional setting, northwest Mahneshan, Iran, *Geosciences*, 24, 329-348.
- Hitzman, M.W., and Porter, T. M., 2000- Iron oxide-Cu-Au deposits: what, where, when, and why. *Hydrothermal iron oxide copper-gold and related deposits: A global perspective*, 1, 9-25.
- Hitzman, W. M., Oreskes, N., and Einaudi, M. T., 1992- Geological characteristics and tectonic setting of protozoic iron- Oxide (Cu-U-Au-REE) deposits, *Precambrian research*, 58, 241-287. [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(92\)90121-4](https://doi.org/10.1016/0301-9268(92)90121-4).
- Karimpour, M. H., and Mazloomi A. R., 1998- Geochemistry and genesis of Kuh-e- Zar gold prospecting area (Torbat Heydariyeh, Iran), *Scientific Quarterly Journal, Geosciences*, 7, 1-13.
- Karimpour, M. H., Zaw Kh., and Atkinson, W. W., 2001- Fluid inclusion thermometry, stable isotope geochemistry and genesis of a specularite-rich Cu-Au-Ag deposit, QalehZari mine, Iran: *Geological Society of America Abstracts, with Programs*, 33, 129.
- Kesler, E. S., 2005- Ore-Forming Fluids. *Elements*, 1, 13-18. <https://doi.org/10.2113/gselements.1.1.13>.
- Lagast, J., 2009- Hydrothermal alteration mineralogy in geothermal fields with case examples from Olkaria domes geothermal field, Kenya.
- Marschick, R., and Fontbot, Æ L., 1996- Copper (Iron) mineralization and superposition of alteration events at the Punta del Cobre Belt, northern Chile, *Special Publication of the Society of Economic Geologists*, 16, 171-189.
- Mehvay, R., Noghrean, M. and Mackizadeh, M.A., 2012- Mineralization and fluid inclusions studies on quartz mineralized veins at Kalchoyeh epithermal deposit, southwest Nain, *Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy*, 20, 111-122.

- Niazi, M., Asoudeh, I., Ballard, G., Jackson, J., King, G., and McKenzie, D. P., 1978- The depth of seismicity in the Kermanshah region of the Zagros Mountains (Iran), *Earth and Planetary Science Letters*, 40, 270-274. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(78\)90097-3](https://doi.org/10.1016/0012-821X(78)90097-3).
- Omrani, J., Agard, P., Whitechurch, H., Benoit, M., Prouteau, G., and Jolivet, L., 2008- Arc- magmatism and subduction history beneath the Zagros Mountain, Iran: A new report of adakites and geodynamic consequences. *Lithos*, 106(3-4), 380-398. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2008.09.008>.
- Oreskes, N., and Einaudi, M.T., 1992- Origin of hydrothermal fluids at Olympic Dam: Preliminary results from fluid inclusions and stable isotopes: *Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists*, 87(1), 64-90, <https://doi.org/10.22113/gsecongeo.87>.
- Pollard, P.J., 2001- Sodic (calcic) alteration in Fe-oxide-Cu-Au districts: An origin via unmixing of magmatic H₂O-CO₂-NaCl ± CaCl₂-KCl fluids. *Mineralium Deposita*, 36(1), 93- 100. <https://dx.doi.org/10.1007/s001260050289>.
- Pollard, P.J., 2006- An intrusion-related origin for Cu-Au mineralization in iron oxide copper-gold (IOCG) provinces. *Mineralium Deposita*, 41(2), 179-187. <https://doi.org/10.1007/s00126-006-0054-x>.
- Réquia, K. C. M., and Xavier, R.P., 1995- Fases fluidas na evolução metamórfica do depósito de Cu-Au de Salobo, Carajás, Pará. *Revista da Escola de Minas*, 49, 117-122.
- Rieger, A., Marschik, R., and Díaz, M., 2012- The evolution of the hydrothermal IOCG system in the Mantoverde district, northern Chile: New evidence from microthermometry and stable isotope geochemistry. *Mineralium Deposita*, 47(4), 359-369. <https://doi.org/10.1007/s00126-011-0390-3>.
- Roedder, E., 1984- Fluid inclusions, *Mineralogical Society of America, Reviews in mineralogy*, 12, 646.
- Sabzian, A., Masoudi, F., Asadi Harooni, H., Emami, M.H., Nezafati, N., 2015- Application of Feldspar and Hornblende Composition to Investigate the Nature and Thermobarometry Aftabrou Pluton, Northwest Uroumieh-Dokhtar Magmatic Belt, Iran. *Journal of Biodiversity and Environmental Science*, 6, 609-662.
- Sabzian, A., Masoudi, F., Asadi-Harooni, H., Emami, M. H., and Nezafati, N., 2017- Geology of the Aftabrou Polymetallic Deposit, Saveh, Iran, *Open Journal of Geology*, 7(07), 978-999. <https://doi.org/10.4236/ojg.2017.77066>.
- Shepherd, T. J., Ranbin, A. H., and Alderton, D. H. M., 1985- A practical guide to fluid inclusion studies: Blackie and Son Ltd. Glasgow, 239.
- Sillitoe, R. H., 2003- Iron oxide - copper - gold deposits: an Andean view: *Mineralium Deposite*, 38(7), 787-812. <https://doi.org/10.1007/s00126-003-0379-7>.
- Simard, M., Beaudoin, G., Bernard, J., and Hupé, A., 2006- Metallogeny of the Mont-de-l'Aigle IOCG deposits, Gaspé Peninsula, Québec, Canada, *Mineralium Deposita*, 41(6), 607-636. <https://doi.org/10.1007/s00126-006-0061-y>.
- Sirbescu, M. L. C., and Nabelek, P., 2003- Dawsonite: An inclusion mineral in quartz from the Tin Mountain pegmatite, Black Hills, South Dakota. *American Mineralogist*, 88(7), 1055-1059. <https://doi.org/10.2138/am-2003-0714>.
- Stampfli, G. M., and Borel, G. D., 2002- A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrone, *Earth and Planetary Science Letters*, 196(1-2), 17-33. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(01\)00588-X](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(01)00588-X).
- Stöcklin, J., 1968- Structural history and tectonics of Iran: A review. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 52(7), 1229-1258. <https://doi.org/10.1306/5D25C4A5-16C1-11D7-8645000102C1865D>.
- Tarantola, A., and Caumon, M. C., 2015- Ramanspectra of water in fluid inclusions: II. Effect of negative pressure on salinity measurement. *Journal of Raman Spectroscopy*, 46(10), 977-982. <https://dx.doi.org/10.1002/jrs.4668>.
- Torresi, I., Xavier, R. P., Bortholoto, D. F. A., and Monteiro, L. V. S., 2012- Hydrothermal alteration, fluid inclusions and stable isotope systematics of the Alvo 118 iron oxide-copper-gold deposit, Carajás Mineral Province (Brazil): Implications for ore genesis, *Mineralium Deposita*, 47(3), 229-323. <https://dx.doi.org/10.1007/s00126-011-0373-4>.
- Van den Kerkhof, A.M., and Hein, U.F., 2001- Fluid inclusion petrography, *Lithos* 55(1-4), 27-47. [https://doi.org/10.1016/S0024-4937\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0024-4937(00)00037-2).
- Whitney, D.L., and Evans, B.W., 2010- Abbreviations for names of rock-forming minerals. *American Mineralogist*, 95(1), 185-187. <https://doi.org/10.2138/am.2010.3371>.
- Wilkinson, J. J., 2001- Fluid inclusion in hydrothermal ore deposits, *Lithos*, 55(1), 229-272.
- Williams, P.J., 2010- Classifying IOCG deposits, in: Corriveau, L., Mumin, H., (eds.), *Exploring for iron-oxide copper gold deposits: Canada and global analogues*, Québec, Geological Association of Canada and Geological Survey of Canada, 11-19.
- Zhang, A. Y., 2012- Evidence on the trade-off between real activities manipulation and accrual-based earnings management, *the Accounting Review* 87 (2), 675-703. <https://doi.org/10.2308/accr-10196>.
- Zhang, Y.G., and Frantz, J.D., 1987- Determination of the homogenization temperatures and densities of supercritical fluids in the system NaCl-KCl-CaCl₂-H₂O using synthetic fluid inclusions: *chem. Geol.* 64, 335-350. [https://doi.org/10.1016/0009-2541\(87\)90012-X](https://doi.org/10.1016/0009-2541(87)90012-X).

Petrography, mineralogy, litho-geochemistry and studies of fluid inclusions in Gheshlaghe Mil gold-copper ore deposit, northwest of Saveh, Iran

M. Lajouei Kalaki¹, A. Akbarpour^{2*}, A. Tarantola³, Sh. Hassanpour⁴, B. Mohammadi⁵ and M. Poshtkoobi⁶

¹ M.Sc., Research Institute for Earth Sciences, Geological survey of Iran, Tehran, Iran

² Assistant Professor, Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

³ Associate Professor, University of Lorraine, Nancy, France

⁴ Associate Professor, Department of Geology, Payame Noor University, Iran

⁵ M.Sc., Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

⁶ Ph.D., Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2019 December 18

Accepted: 2020 December 29

Abstract

The Gheshlaghe mil deposit is located in the Urumieh-Dokhtar magmatic belt. Vein- type mineralization is concordance within the rhyodacitic and rhyolite meta-tuff with Eocene age. Alteration zones of sericite, silica, argillic and iron oxides are observed in the investigated area. Primary sulfide minerals of pyrite, fine-grained chalcopryrite and Oxidized specularite and Secondary minerals goethite, limonite, malachite and quartz in microscopic and field studies have been identified. Based on X-ray diffraction analysis studies minerals such as chlorite, illite, kaolinite, hematite, quartz, mica group and calcite have been observed in the bearing gold veins. According litho-geochemical studies, the gold element has a positive correlation with iron, molybdenum, nickel and lead. A number of 157 fluid inclusion studies in the Gheshlaghe Mil ore mineralization area has been showed mineralization temperature of 99 to 299 °C, rate of salinity ore deposit 1.81 and 12.30 equivalent to the NaCl weight percent. Using Raman laser studies (13 points), the presence of gaseous phases (CO₂, N₂, H₂O) in the fluid inclusions have been demonstrated. Regarding to studies have been done in this area, the Gheshlaghe Mil ore mineralization can be known as a vein type- hydrothermal bearing gold-copper ore deposit.

Keywords: Au, Cu ore mineralization, Litho-geochemistry, Fluid inclusion, Gheshlaghe Mil.

For Persian Version see pages 199 to 212

*Corresponding author: A. Akbarpour; E-mail: afshinakbarpour@gmail.com