



مطالعات کانی سنگین و بررسی انتشار کانی های با اهمیت در منطقه یارالوجه، شمال اهر

محمد سبحان مبشری^{۱*}، سید غفور علوی^۲، وارطان سیمونز^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

پست الکترونیکی: (msmobasheri1377@gmail.com)

۲- استادیار، گروه زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- استادیار، گروه زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

منطقه مطالعاتی مورد نظر در شمال شهرستان اهر و در زون ارسباران قرار گرفته است. این ناحیه بخشی از کمربند فلززایی آلپ - اوراسیا بوده و کانی سازی در منطقه، به طور عمده وابسته به سنگ های ماگمایی ترشیری می باشد. بر اساس مطالعات صورت گرفته در این ناحیه، از نظر کانی زایی طلا و مس به صورت رگه - رگچه ای مستعد بوده و بر این اساس به مطالعه و بررسی بر روی نمونه های برداشت شده از آبرفت های محدوده مطالعاتی مورد نظر به روش مطالعات کانی های سنگین اقدام نمودیم. با توجه نتایج به دست آمده از نمونه های حاصله از حفاری پودری در دو بخش مرکزی و شرق روستا که در آن ها ذرات طلا (به میزان نسبتا خوب) و ذرات گالن و سینابر به صورت همراه (به میزان اندک) مشاهده شد، مشخص گردید این منطقه می تواند از نظر کانه زایی طلا دارای استعداد خوبی باشد.

کلیدواژه ها: اهر، ترشیری، کانه زایی، طلا، کانی سنگین

Heavy mineral studies and investigation of distribution of important minerals in Yaralوجه, north Ahar

Mohammad Sobhan Mobasheri^{1*}, Seyyed Ghafour Alavi², Vartan Simmons³

1* - M.Sc. student, Department of Economic Geology, Tabriz University, Tabriz, Iran

2- Assist. Prof., Department of Economic Geology, Tabriz University, Tabriz, Iran

3- Assist. Prof., Department of Economic Geology, Tabriz University, Tabriz, Iran

Abstract

The study area is located in the north of Ahar city and in Arsbaran zone. This area is part of the Alpe-Eurasia metallogenic belt and mineralization in the area is mainly dependent on Tertiary magmatic rocks. Based on the studies conducted in this area, it is prone to gold and copper mineralization in the form of vein-veins, and based on this, it is studied and investigated on the samples taken from the alluviums of the study area by the method of mineral studies. We took serious action. According to the results obtained from the samples obtained from the powder excavation in the two central and eastern parts of the village, in which gold particles (in a relatively good amount) and galena and cinnabar particles were observed together (in a small amount). This area can have a good talent in terms of gold mineralization.

Keywords: Ahar, Tertiary, Mineralization, Gold, Heavy mineral

۱- مقدمه

یک تعریف ساده از لحاظ نظری در مورد کانی‌های سنگین را این گونه بیان می‌شود که تمام اجزای آواری با چگالی بیش از آستانه معین، که به طور سنتی در بروموفورم معمولی (یعنی $2/89$ گرم بر سانتی‌متر مکعب) می‌باشد. از آنجایی که بروموفورم سرطان را شناخته شد، مایعات متراکم دیگری نیز مورد استفاده قرار گرفتند (به طور کلی پلی تنگستات ها) و مقدار چگالی استاندارد اکنون به طور کلی به $(2/90)$ گرم بر سانتی متر مکعب) می‌رسد.

زمانی که صحبت از یک موضوع اقتصادی می‌شود، زمین‌شناسان اقتصادی و کانی‌شناسان رسوبات پلاسما، به ویژه طلا، عناصر گروه پلاتین (PGE)، مواد معدنی (PGM)، کانی‌های Ti، زیرکون و عناصر کمیاب خاکی (REE) را با دقت بیشتری مورد ارزیابی قرار می‌دهند چرا که کمیاب بوده و از منظر اقتصادی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند [۱،۲]. تقاضا برای مواد معدنی سنگین روز به روز در حال افزایش است به طوری که در سراسر جهان در شاخه‌های مختلف صنایع، مخصوصاً آن‌هایی که با فناوری‌های سبز جدید سروکار دارند، شامل برنامه‌های کاربردی با تکنولوژی بالا مانند موبایل و هوش مصنوعی و علاوه بر این‌ها تولید کنندگان صنایع سنتی مانند رنگدانه، سرامیک، خودرو، شیشه و ساینده هم توجه خود را به سمت این گونه مواد با توجه به ویژگی‌های خاصی که دارند معطوف کرده‌اند [۳،۴].

۲- مواد و روش‌ها

مطالعات کانی‌های سنگین در هر منطقه می‌تواند اطلاعات مناسبی از شیمی معدنی آن ناحیه را در اختیار ما قرار دهد به گونه‌ای که بعضی از آن‌ها به عنوان نشانگر منشأ، برای پی‌جویی‌های بعدی برای یافتن سنگ معدن اصلی کاربرد و استفاده ویژه‌ای در علوم زمین کاربردی دارند [۵،۶]. از جمله روش‌های مطالعه کانی‌های سنگین محاسبه مقدار درصد کانی‌ها (X) می‌باشد: مقدار X نمایانگر مقدار درصد هر کانی در نمونه مورد نظر می‌باشد که از حاصل ضرب مقدار درصد کانی مورد مطالعه در زیر بیناکولار (S) در نسبت بین فراکسیون‌ها (AV، AA و NM) به دست می‌آید.

بر اساس مطالعه و بررسی بر روی نمونه‌های برداشت شده از آبرفت‌های محدوده مطالعاتی مورد نظر به روش مطالعات کانی‌های سنگین و با توجه به حجم بالا بخش سنگین در بیشتر نمونه‌ها پس از مرحله بروموفورم‌گیری و انتشار کانی‌های زیرکون، اسفن، باریت، روتیل، کوارتز و فلدسپار، کلسیت و به مقدار کم آپاتیت، لوکوکسن، آنتاز و همچنین کانی‌های هماتیت، پیروکسن، آمفیبول، مگنیت، اپیدوت، لیمونیت، ایلمنیت، پیریت اکسید و به مقدار کم کانی‌های مارتیت، ذرات طلا، سینابر و گالن در نمونه‌ها مشاهده شده است.

مطالعات کانی‌های سنگی شامل مراحل چون نمونه برداری از رسوبات آبراهه‌ای (سایز 10 مش به حجم 10 لیتر)، شستشو و تغلیظ اولیه، جدایش با محلول‌های سنگی، جدایش مغناطیسی و در نهایت مطالعه فازهای باقیمانده NM-AA-AV می‌باشد. مطالعه رسوبات منشأ گرفته از توده‌های سنگی بالادست و مشاهده کانی‌ها در آن‌ها می‌تواند به عنوان یک لایه اطلاعاتی اکتشافی همزمان و یا غیر همزمان با تحقیقات مورد استفاده قرار گیرد.

۳- بحث

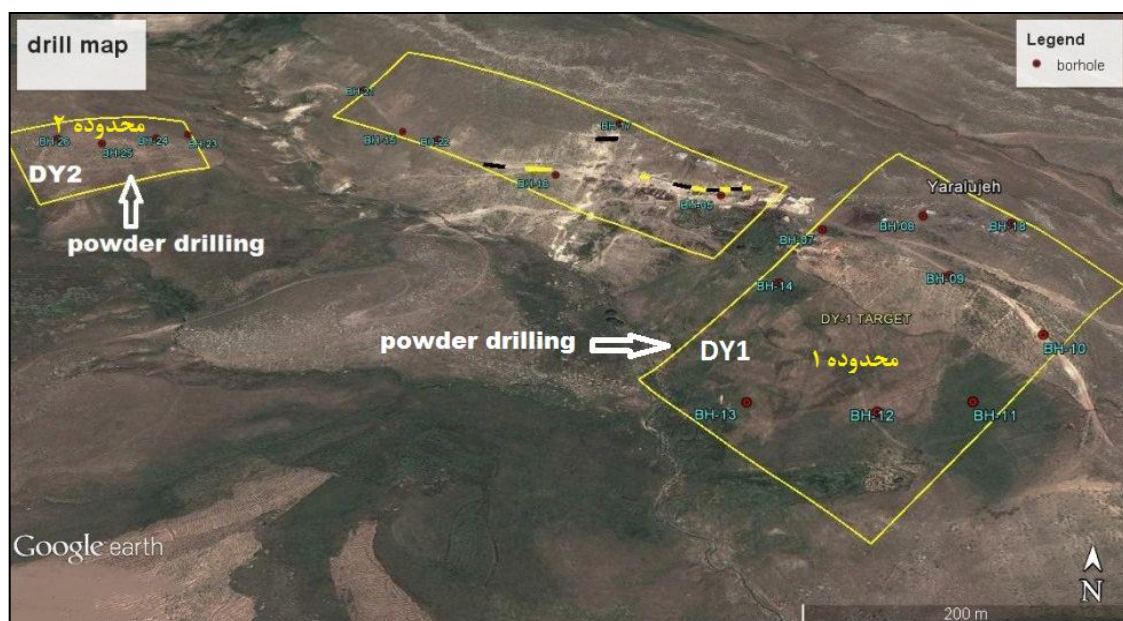
الف) مطالعات کانی سنگین

مطالعات کانی سنگین می‌تواند نقشی مهم در اکتشاف کانسارهای اولیه و به خصوص کانسارهای پلاسما داشته باشد [۵]. بررسی‌های کانی‌های سنگین در محیط‌های آبرفتی در اروپای میانی و کانادا [۷] و همچنین در رسوبات مخروط افکنه نیوزلند [۸] منجر به شناسایی کانی‌سازی طلا شده است. همچنین مطالعات کانی‌های سنگین می‌تواند مشخصات ناحیه

منشا (ایالت های پترولوژی رسوبی - ولکانیکی) و نوع دگرسانی واحدهای سنگی منطقه را نیز مشخص نماید [۹]. لذا تشخیص منشا و منبع تمرکز کانی های سنگین به عنوان کانی های ردیاب می تواند در شناسایی پتانسیل های معدنی نقشی مهمی داشته باشد. از جمله مواد معدنی سنگین (HMs) می توان به روتیل، زیرکون، ایلمنیت، مگنتیت، سیلیمانیت، مونازیت، کرومیت، تورمالین، گارنت و استارولیت اشاره نمود. برخی از این (HM) ها ارزش اقتصادی بیشتری نسبت به بقیه دارند. برخی دیگر به دلیل اهمیتی که در صنایع مختلف دارند محصولاتی مانند رنگدانه ها (ایلمنیت، روتیل و لوکسن)، سرامیک (زیرکون) یا برای بازیابی از اجزای با ارزش بالا مانند خاک کمیاب اکسیدها (مونازیت) مورد استفاده قرار می گیرند [۱۰، ۱۱]. امروزه پردازش و استحصال (HMs) به عنوان یک فعالیت اقتصادی سودآور برای بسیاری از کشورها مانند استرالیا، چین، اندونزی و هند تبدیل شده است [۱۲، ۱۳].

در منطقه مورد مطالعه با توجه به هدف شناسایی پتانسیل احتمالی طلا و تشخیص سنگ منشا، مطالعات کانی های سنگین به روش تعیین اپتیکی (میکروسکوپی) جهت تخمین مقدار طلای قابل رویت همراه با کانی های ردیاب آن انجام گرفته است. طلا می تواند به صورت عنصر آزاد در کانی های سنگین یا به صورت عنصر درگیر در شبکه کریستالی کانی هایی چون پیریت و کالکوپیریت حضور داشته باشد که با روش های آزمایشگاهی قابل تشخیص است [۱۴]. کانی های کانسار ساز به جز تعداد معدودی همچون مگنتیت، ایلمنیت، کرومیت و هماتیت در گروه کانی های غیر مغناطیسی قرار دارند. طلا به صورت عنصر درگیر در شبکه کریستالی کانی های غیر مغناطیسی حضور دارد که با روش های آزمایشگاهی قابل تشخیص می باشد [۱۵].

به منظور شروع مطالعات کانی سنگین بر روی محدوده یارالوجه اقدام به ترسیم و طراحی دو محدوده مطالعاتی در بخش مرکزی و شرقی روستا شامل محدوده ۱ و ۲ گردید تا در مراحل بعدی بر اساس شبکه نمونه برداری مشخص شده مورد حفاری پودری قرار گرفته و مطالعات بر روی آن ها صورت پذیرد (شکل ۱). همچنین مراحل انجام کار در این منطقه قابل مشاهده می باشد (شکل ۲).



شکل ۱- تصویر هوایی از محدوده مطالعاتی ۱ و ۲ و همچنین شبکه نمونه برداری پودری بر روی گوگل ارث.



انجمن بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران

۳۱مین همایش ملی بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران



دانشگاه تبریز



(ب)



(الف)



(ت)



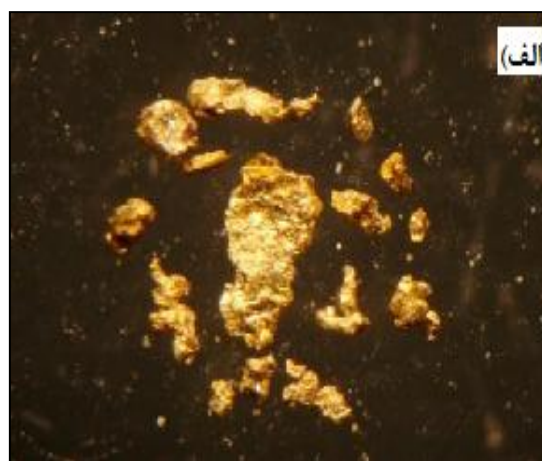
(پ)

شکل ۲- الف و ب) تصاویری از سیستم و نحوه نمونه گیری دستگاه دریل واگن در منطقه مطالعاتی، پ و ت) تصاویری از نمونه های حفاری پودری و مراحل آماده سازی نمونه ها جهت ارسال به آزمایشگاه برای مطالعه کانی سنگین.

همچنین با توجه به این مطالعات محدوده مورد مطالعه از نظر کانی زایی طلا، مس، سرب، تنگستن از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. طلا در ۱۴ نمونه مشاهده شده است (شکل ۳). تعداد ذرات، اندازه و شکل آن ها دارای تغییرات وسیعی می باشد به طوری که از فرم های کاملاً زاویه دار تا نیمه زاویه دار از نظر گردشدگی، گرد شده تا نیمه گرد و بیشتر به شکل لامپی دیده شده است.



(ب)



(الف)

شکل ۳- الف) ذرات طلا در نمونه شماره ۲۰۴ (بخش شرقی)، ب) ذرات طلا و سینابر در نمونه شماره ۱۰۶ (بخش مرکزی).

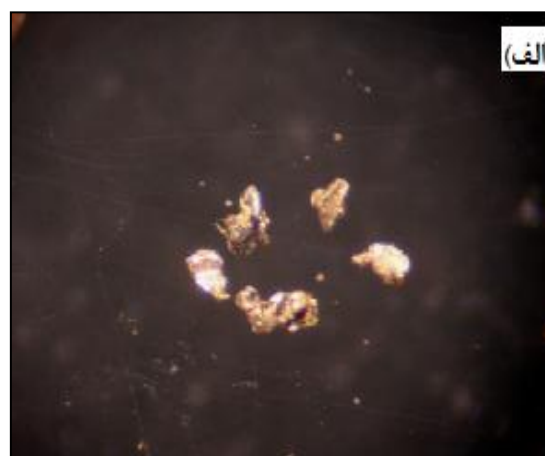
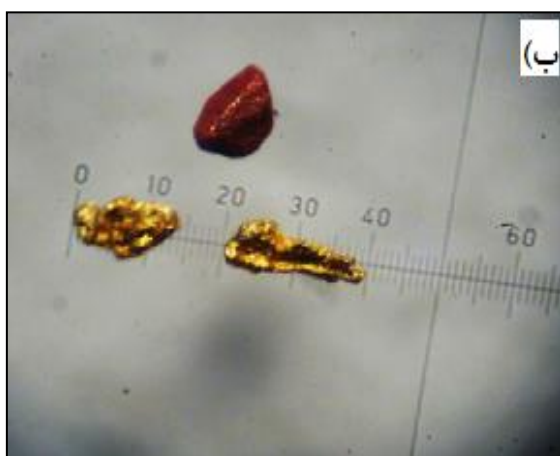


تعداد ۷ نمونه کانی سنگی برداشت شده از محدوده مورد نظر گل شویی و لاوک شویی گردید. باتوجه به حجم نمونه برداشت شده نمونه با دقت لاوک شویی و سپس برموفورم گیری و آماده سازی شد. در نهایت پس از حج سنجی وجدایش مغناطیسی مطالعه و بررسی آن ها انجام پذیرفت. بر اساس مطالعه و بررسی بر روی ۷ نمونه برداشت شده از نمونه های پودری محدوده مطالعاتی DY2 به روش مطالعات کانی های سنگین و با توجه به حجم بخش سنگین در نمونه ها پس از مرحله برموفورم گیری و انتشار کانی های زیرکن، اسفن، باریت، روتیل، کوارتز و فلدسپار، کلسیت و آپاتیت به مقدار کم در فاز NM و همچنین کانی های همتیت، پیروکسن، آمفیبول، اپیدوت، لیمونیت، ایلمنیت، پیریت اکسید و به مقدار کم کانی های مارتیت، در فاز AV نمونه ها مشاهده شده است. همچنین در فاز AA کانی مگنتیت حضور دارد.

مهمترین آنومالی در محدوده مربوط به حضور طلا در نمونه های DY2-1-3 دو ذره، DY2-46-3 یک ذره و DY2-46-6 پنج ذره می باشد (جدول ۱). همچنین ابعاد ذره توسط میکرومتر اندازه گیری شده و در فرم مخصوص ابعاد ذرات طلا درج گردید. در مجموع تعداد هشت ذره طلا در این نمونه مشاهده شده که بزرگترین ذره به طول ۵۲۰ میکرون در نمونه DY2-1-3 می باشد. همچنین در این نمونه یک ذره سینابر هم مشاهده شد (شکل ۴). بنابراین همانگونه که مشاهده می شود علی الرغم حضور ذرات طلا در نمونه های DY2-46-3 و DY2-46-6 عیار طلا بسیار پایین می باشد (جدول ۱).

ردیف	شماره نمونه	تعداد ذرات طلا	Au(ppb)
1	DY1-12-10	0	90
2	DY1-14-3	0	345
3	DY1-19-3	0	343
4	DY1-19-8	0	311
5	DY2-1-3	2	60
6	DY2-46-3	1	55
7	DY2-46-6	5	67

جدول ۱- مطالعات کانی سنگی طلا در نمونه های پودری DY1(12-14-19) و Dy2(46-1) بر اساس آنالیز ASS (طیف سنجی جذب اتمی).



شکل ۴- (الف) حضور پنج ذره طلا در نمونه DY2-46-6، (ب) حضور دو ذره طلا و همچنین یک ذره سینابر در نمونه DY2-1-3.

ب) ترسیم نقشه کانی سنگین و بررسی انتشار کانی های با اهمیت

به منظور تلفیق نتایج ژئوشیمی (آنالیز عنصری) و مطالعات کانی سنگین و درک هر چه بهتر موقعیت مکانی و نحوه انتشار کانی های کانسار ساز در کل گستره منطقه مورد مطالعه اقدام به ترسیم نقشه کانی سنگین گردید. بر روی نقشه موقعیت مکانی نمونه های کانی سنگین و همچنین کانی های با اهمیتی که برای هر نمونه غنی شدگی (تجمع کانی سنگین در نمونه ها) مشخص گردیده اند.

در این مطالعات غنی شدگی کانی های اکسید آهن نظیر مگنتیت و مارتیت، اکسیدهای آبدار آهن نظیر لیمونیت و گوتیت، لکوکسن، همتایت و الیژیست، کانی های خانواده پیریت نظیر پیریت اکسید، پیریت و پیریت لیمونیت، کانی های خانواده سرب و روی و کانی های خانواده مس در گروه های جداگانه و با یک رنگ خاص بر روی نقشه به صورت قطاعی از دایره نشان داده شده اند. لازم به ذکر است با توجه به نقشه پراکندگی کانی های سنگین در منطقه یارالوجه، اندازه قطاع دایره نشان دهنده میزان غنی شدگی آن گروه از کانی ها در نمونه مورد نظر نسبت به سایر کانی های اندازه گیری شده می باشد. کانی های طلا، سینابر، شلیت، پیرولولزیت به صورت مجزا مشخص گردیده اند (شکل ۶).

با توجه به این نقشه، بیشترین غنی شدگی کانی طلا مربوط به نمونه YLJ-H-204 با ۱۵ ذره طلا و YLJ-H-110 می باشد که این نمونه حاوی کالکوپیریت و مقادیر بالایی از کانی گالن می باشد از لحاظ زمین شناسی از لیتیک توف با میان لایه های آندزیتی تشکیل یافته است و سنگ ها در بخش هایی سیلیسی و کربناتیزه شده اند (شکل ۵).



شکل ۵- الف) ذرات گالن و طلا در نمونه شماره ۲۰۴ (بخش شرقی)، ب) ذرات طلا در نمونه شماره ۱۱۰ (بخش مرکزی).

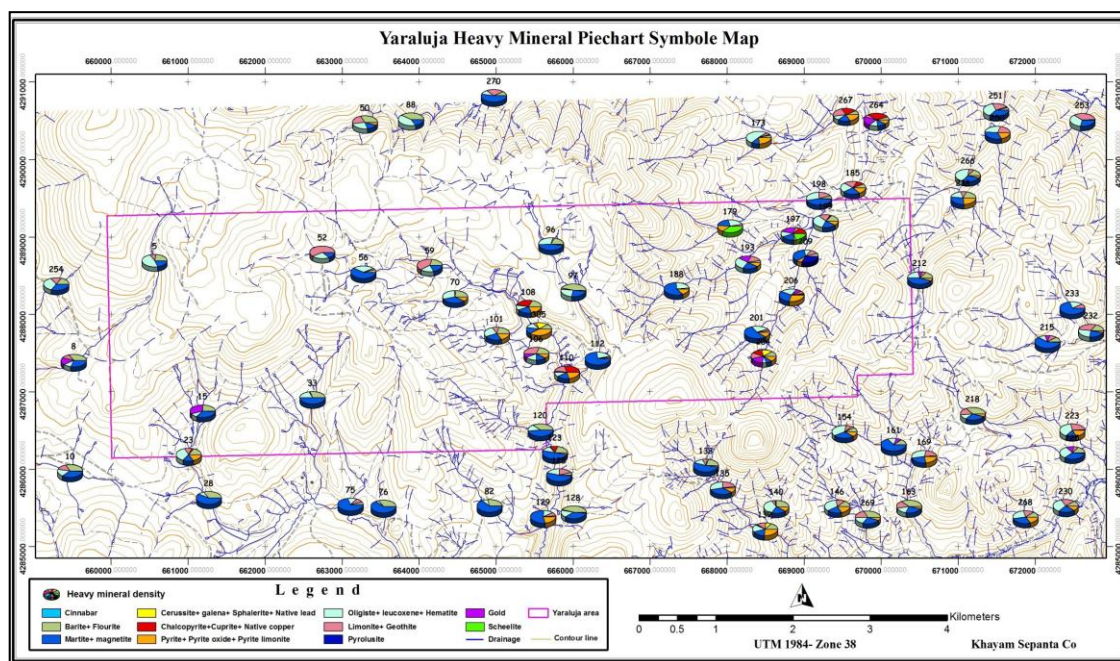
کانی زایی سرب به صورت کانی گالن، سروزیت، پیرومورفیت، لیتارژ و سرب آزاد در چند حوضه مشاهده شده است. مهمترین آن ها حضور گالن در اغلب نمونه هاست که بیشترین مقدار آن در نمونه ۲۰۴ همراه با ذرات طلا با حجم بالای پیریت مشاهده گردید. دو نمونه ۱۹۷ و ۱۹۳ به ترتیب دارای ۱۲ و ۴ ذره طلا می باشند که این دو نمونه در مطالعات ژئوشیمیایی نیز نسبت به عنصر طلا، غنی شدگی نشان داده اند.

بالادست این دو نمونه اغلب از لایه های آندزیتی رسوبات آتشفشانی تشکیل یافته است و دگرسانی سیلیسی، کربناتی و اکسید آهن در اغلب نقاط دیده می شود. همچنین نمونه ۱۹۷ حاوی کانی های شلیت نیز می باشد. نمونه ۱۱۰ در این مطالعات حاوی کانی های کالکوپیریت، گالن و طلا می باشد. بالادست این نمونه اغلب از لیتیک توف، توف کریستالی و ماسه ای تشکیل شده همچنین در بعضی نقاط آلتراسیون فیلیک و زون های اکسید آهن دید می شود. نمونه ۱۰۶ که از آبراهه ای حدود ۳۰۰ متر بالاتر برداشت گردیده حاوی کانی های طلا (۴ ذره)، شلیت (۱۴ ذره) و سینابر (۳ ذره) می باشد. نمونه ۱۴۰



که از جنوب منطقه برداشت شده حاوی کالکوپریت و مس طبیعی (۱ ذره) می باشد. لازم به ذکر است این نمونه در مطالعات ژئوشیمی نیز نسبت به عنصر مس و آرسنیک آنومالی نشان داده است. نمونه ۱۲۳ حاوی کالکوپریت، کوپریت، گالن می باشد. مهمترین ناهنجاری در منطقه مربوط به حضور مس به صورت کانی کالکوپریت می باشد که در چندین نمونه مشاهده شده است.

بیشترین مقدار در نمونه ۱۱۰ دیده شده است. همچنین ناهنجاری های مس در منطقه به صورت مس آزاد درنمونه شماره ۱۲۰ (۱ ذره) و کوپریت در نمونه ۱۲۳ (۴ ذره) مشاهده شده است. آثاری از کانی زایی تنگستن در محدوده به شکل کانی شلیت در ۹ نمونه ۱۷۹، ۱۰۶، ۲۶۷، ۲۱۲، ۲۰۹، ۱۹۸، ۱۹۷، ۱۸۵ و ۲۷۰ دیده شده است (شکل ۶).



۴- نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات کانی سنگین و نقشه پراکندگی کانی های با اهمیت، دو آبریز واقع در مرکز و شرق منطقه از لحاظ آنومالی های ژئوشیمیایی طلا، نقره، سرب، روی و کادمیوم و حضور کانی های بااهمیت اقتصادی نظیر طلا، گالن، کالکوپریت و شلیت اهمیت دارد.

۵- تقدیر و تشکر

سپاس و تقدیر فراوان از اساتید گرانقدر استاد سید غفور علوی و استاد وارطان سیمونز که در راه نگارش این مقاله بنده را یاری نموده و همچنین با تشکر از شرکت خیام سپنتا که در مسیر مطالعه منطقه یارالوجه کمک های شایانی انجام دادند.



- [۱] Li, G.; Yan, W.; Zhong, L.; Xia, Z.; Wang, S., 2015. Provenance of heavy mineral deposits on the northwestern shelf of the South China Sea, evidence from single-mineral chemistry. *Mar. Geol.* 363, 112–124.
- [۲] Nyobe, J.M.; Sababa, E.; Bayiga, E.C.; Ndjigui, P.-D., 2018. Mineralogical and geochemical features of alluvial sediments from the Lobo watershed (Southern Cameroon): Implications for rutile exploration *Comptes Rendus Geosci.* 350, 119–129.
- [۳] Ali, M.Y.; Hibberd, P.; Stoikovich, B., 2018. Origin and prospectivity of heavy mineral enriched sand deposits along the Somaliland coastal areas. *J. Afr. Earth Sci.* 140, 60–75.
- [۴] Pirkle, F.L.; Pirkle, W.A.; Pirkle, E., 2007. Heavy-Mineral Sands of the Atlantic and Gulf Coastal Plains, USA. In *Developments in Sedimentology*; Elsevier BV: Amsterdam, The Netherlands, Volume 58, pp. 1144–1232.
- [۵] Dill, H., 1998. A review of heavy minerals in clastic sediments with case studies from the alluvial-fan through the nearshore-marine environments. *Earth Sci. Rev.* 45, 103–132.
- [۶] Sevastjanova, I.; Hall, R.; Alderton, D., 2012. A detrital heavy mineral viewpoint on sediment provenance and tropical weathering in SE Asia. *Sediment. Geol.* 280, 179–194.
- [۷] Eyles, N., and Kocsis, S.P., 1989. Sedimentological controls on gold in late Pleistocene glacial placer deposit, Cariboo Mining District, British Columbia, Canada. *Sediment.Geol.* 65, 45–6.
- [۸] Youngson, J., and Craw, D., 1996. Recycling and chemical mobility of alluvial gold in Tertiary and Quaternary sediments, central and East Otago, New Zealand. *N. Z. J. Geol. Geophys.* 39, 493–508.
- [۹] Westerhof, A.B., 1986. Heavy minerals in exploration the present state of an old art. *ITC J.* 290–296.
- [۱۰] Mudd, G. and Jowitt, S., 2016. Rare earth elements from heavy mineral sands: assessing the potential of a forgotten resource. *Applied Earth Science*, DOI: 10.1080/03717453.1194955.
- [۱۱] Fawzy, M. Abu El Ghar, M. Gaafar, I. El shafey, A. Diab, M. and Hussein, A., 2022. Diit Quaternary stream sediments, southern coast of the Red Sea, Egypt: potential source of ilmenite, magnetite, zircon and other economic heavy minerals. *Mining, Metallurgy & Exploration*, published online January.
- [۱۲] Moscoso-Pinto, F. and Kim, H., 2021. Concentration and recovery of valuable heavy minerals from dredged fine aggregate waste. *Minerals.* 11(1): 49.
- [۱۳] Sibon, M. Jamil, H. Umor, M. and Hassan, W., 2013. Heavy Mineral Distribution in Stream Sediment of Tapah Area, Perak, Malaysia. *AIP Conference Proceedings.* 1571, 411.



۳۱مین همایش ملی بلورشناسی و کانی شناسی ایران



[۱۴] Mccready, A.j., Parnell, j., and Castro, L., 2003. Crystalline Place Gold from the Rioneuquen, Argentina Implications for the Gold Budget in place Gold Formation. Journal of Economic Geology. 98, 623-633.

[۱۵] Carmen, G.D., 2003. Geology, mineralization, and hydrothermal evolution of the Ladolam gold deposit, LihirIsland, Papua New Guinea. Economic Geology Special Publication10. 247-284.