## مقـــــد مـــــه

در بررسی های اکتشافی در مقیاس ناحیه ای که به منظور کشف هاله های ثانویه کانسار انجام میپذیرد معمولا ابتدا منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشاف ژئو شیمیایی قرار میگیرد این عملیات منجر به کشف آنومالی های ظاهری در محیط های ثانوی میگردد . از آنجا که در روشهای ژئو شیمیایی هر عنصر مستقیما مورد اندازه گیری قرار میگیرد ، توجهی به فاز پیدایش آن نمیشود . از این رو هاله های ثانوی کشف شده نمی توانند همیشه معرف کانی سازی باشند . بنابراین برای تمیز آنومالی های واقعی که در ارتباط با پدیده کانی سازی میباشند ، از انواع دیگر که معمولا در ارتباط با پدیده های سنگ زایی هستند باید از روشهای متعددی استفاده کرد که شامل بررسی مناطق دگرسان شده ، زون های مینرالیزه احتمالی، سیستمهای پلمبینگ و بالا خره مطالعه نمونه های کانی سنگین در محدوده آنو مالی های مقدماتی است . در بین روشهای فوق مطالعات کانی سنگین به عنوان روشی که در آن فاز پیدایش یک عنصر مورد مطالعه قرار میگیرد ، میتواند مفید واقع شود . بدیهی است پیدایش یک عنصر در فاز های مختلف ارزش متفاوتی دارد و برای پی بردن به ارزشهای متفاوت پیدایش یک عنصر ، نیاز به تمیز فاز پیدایش آن است ،با توجه به نتایجی که از آنالیز کانی های سنگین بدست می آید ، میتوان هاله های ثانوی را به دو نوع تقسیم کرد

۱ ـ هاله های ثانوی مرتبط با کانی سازی

۲ ـ هاله های ثانوی مرتبط با پدیده های سنگ زایی

در حالت اول کانی های مستقل یک عنصر معمولا در جزءِ سنگین( بصورت فازمستقل ) یافت میشود حال آنکه در حالت دوم پیدایش یک عنصر معمولا به صورت ترکیب محلول جامد در ساختمان شبکه همراه با عناصر دیگر است . البته این حالت ممکن است استثناءِ نیز داشته باشد . بدیهی است که تحرک یک ذره کانی سنگین نسبت به تحرک یک یون بسیار کمتر است . لذا هاله های ژئو شیمیایی ثانوی میتواندبه مراتب بزرگتر از هاله کانی سنگین مربوط به همان عنصر باشد . بدین لحاظ برداشت نمونه های کانی سنگین در محدوده هاله های ژئو شیمیایی ، میتواند مفید واقع شود . در این پروژه برداشت نمونه های کانی سنگین به عنوان روشی برای کنترل آ نومالی ها و جدا کردن انواع مرتبط با کانی سازی از سایر انواع ، صورت پذیرفته است .

### ٤-۱- رد یابهای کانی سنگین

ارزش مشاهدات مربوط به کانی های سنگین ردیاب ، بدان جهت که اغلب این کانی ها جزءِ کانی های فرعی سازنده سنگ هستند و ممکن است در مناطق غیر کانی سازی نیز یافت شود ، با اندازه عناصر ردیاب نمی باشند

ولی میتوانند به عنوان معرفی برای حضور محیط و سنگ مناسب که احتمال وقوع کانی سازی در آن هست به کار روند در زیر به عنوان مثال چند نمونه ذکر میشود .

۱ ـ طلا : حضور طلا در بخش تلغیظ یافته کانی سنگین میتوانددلالت بر وجود مناطق امید بخش باشد و در تعیین منا طق امید بخش مؤثر واقع شود ولی نبود آن به علت خطای زیاد وابسته به نمونه برداری و آنالیز این روش ممکن است نتیجه عکس نداشته باشد . در نهشته های اپی ترمال دانه ریز به ندرت ممکن است طلا در نمونه تغلیظ شده کانی سنگین معمولی یافت شود ، در صورت پیدایش و همراهی آن با سینابرو استیبنیت ، اهمیت منطقه اکتشافی دو چندان میشود.

۲ ـ باریت : باریت به صورت گانگ در بسیاری از کانسارها ی فلزات پایه وجود دارد . وجود آن در بخش تغلیظ یافته کانی سنگین دلالت بر وجود احتمالی چنین نهشته هایی است . از آنجا که هاله های آن نسبتا وسیع است ، میتواند بسیار مفید واقع شود . این کانی در کانسار های تیپ ماسیو سولفاید با میزبان شیلی ، به وفور یافت میشود . ممکن است وجود آن معرف وجود کانی سازی باریت لایه ای و یا رگه ای باشد .

۳ ـ تورمالین : این کانی ممکن است در سنگهای مختلفی شامل سنگهای ماگمایی ، متامورفیک ، رسوبی تخریبی وبه صورت محصولات آلتراسیون هیدروترمال یافت شود . پیدایش تورمالین در بعضی از مجموعه های پاراژنزی مانند مولیبدنیت ، ارسنوپیریت و فلو ئورین میتواند به تعیین دقیق تر مناطق امید بخش کمک کند . شواهد چندی نشان داده است که تور مالین های غنی از Mg میتواند به عنوان رد یاب کانساری تیپ ماسیو سولفایدی بکار رود .

## ٤-۲ - بزرگی هاله های کانی سنگین

عوامل مؤثر در توسعه هاله های کانی سنگین ( بطرف پایین دست ) تابع عوامل زیر است :

۱ ـ ترکیب و بزرگی رخنمون دار در ناحیه منبع

۲ ـ تغییرات شیمیایی که در ناحیه منبع رخ می دهد : بعضی از کانی ها در مقابل فرسایش شیمیایی مقاوم و بعضی نا مقاومند . این امر در خرد شدن کانی ها و مسافت حمل و نقل آنها بسیار مؤثر است .

۳ ـ خواص مکانیکی کانی ها و تغییرات مکانیکی در محیط انتقال و رسوبگذاری : بعضی از کانی ها در مقابل فرسایش مکانیکی مقاوم وبعضی نا مقاوم بوده و خرد میشوند تعدادی از این عوامل بستگی به شرایط آب و هوایی و ژئو مورفولوژی محیط دارد . بدین جهت مسافتهای حمل و نقل گزارش شده برای کانی های مختلف متفاوت میباشد . برای مثال در مورد طلاو و لفرامیت هاله هایی به طول چند ده کیلومتر ثبت گردیده است . در مواردی که رخنمون منبع کوچک باشد ، این فواصل ممکن است تاچند کیلومتر کاهش یابد . در چنین مواردی

ممکن است مقدار بعضی از کانی های سنگین در رسوبات در یک کیلومتر اول مسیر تا ۹۰ درصد کاهش پیدا میکند . بنابراین بهتر است محل نمونه های کانی سنگین نسبت به منبع احتمالی آن چندان دور نباشد . در این پروژه انتخاب محل نمونه های کانی سنگین به نحوی صورت گرفته است که حتی الامکان کانی سازی احتمالی موجود در منطقه در این نمونه ها منعکس گردند .

### ٤-۳- نمونه برداری کانی سنگین و منیرالیزه

در یک پروژه اکتشافی به روش کانی سنگین طراحی ایستگاههای نمونه‌برداری و تعیین محل نمونه‌برداری نقش مهمی در هدایت اکتشاف کانسارها ایفا می‌کند. توجه به شرایط زمین شناختی منطقه، مسائل تکتونیکی، ویژگیهای رخساره‌های سنگی، گسترش پلاسرها و سایر پارامترهای تاثیر گذار بر کانسارها می‌توانند روش اکتشافی مورد نظر را هدف دار سازد.

در راستای طراحی و نمونه‌برداری از رسوبات آبرفتی آبراهاها سعی گردیده که ایستگاههای نمونه‌برداری در مرز جدایش ارتفاعات با نقاط پست، محل پیچش آبراهه‌ها، محل اتصال آبراهه‌ها، گودالهای آبراهه‌ای، مرکز ثقل آبریزها، جبهه مقابل جریان آب و بطور کلی هر محلی که احتمال کاهش سرعت جریان آب و بر جای گذاشته شدن کانیهای سنگین میرود در نظر گرفته شوند.

برای اکتشافات بزرگ مقیاس که در آن برداشت کانی سنگین به عنوان یک روش اکتشافی مستقل استفاده میشود رودخانه های فرعی با حوضه آبریز وسیع مناسب ترند زیرا محدودیت تعداد نمونه ها در آنها برطرف میگردد.

هر نمونه کانی سنگین از چند محل که احتمال تمرکز کانی سنگین در آن بیشتر بوده (تله کانی سنگین) برداشت شده است.در چنین مکانهایی ذرات شن و ماسه بیشتر حضور دارند. چگالی نمونه برداری کانی سنگین ، علاوه برسقف بودجه ، عمدتا تابع مساحتی است که باید با استفاده از این روش تحت ارزیابی قرار گیرد. در این پروژه در شرایط مساعد آن مقدار از رسوب رود خانه که لازم است برداشت شود تا پس از الک کردن حدود ۷ لیتر از جزء ۲۰ ـ مش حاصل گردد . نمونه های ،برداشت شده ,در محل الک گردیده است . این الک کردن اولیه در روی زمین موجب کاهش وزن نمونه ( حدود ۸ کیلوگرم ) وسهولت حمل و نقل و شستشوی آن میگردد.

برای برگه ۱:۲۵۰۰۰ شامکان۱(تجرود) ،در محدوده آنومالی‌های ژئوشیمیایی حاصل از برداشت‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ اقدام به برداشتو مطالعه ۱۳۱ نمونه کانی سنگین بصورت مستقل از نمونه‌های رسوب‌آبراهه‌ای گردیده است . نقشه ٤-۱ محل نمونه های کانی سنگین و مینرالیزه را برای محدوده اکتشافی شامکان۱(تجرود)

نشان میدهد . نتایج داده های کانی سنگین در پیوست۳ و همچنین بر روی لوح فشرده همراه گزارش آورده شده است .

در این محدوده اقدام به برداشت ۵۶ نمونه اززون‌های آلتره و مینرالیزه گردیده است. این نمونه‌ها جهت شناخت نوع مینرالیزاسیون احتمالی و میزان غنی شدگی عناصر مختلف در زون های آلتره و خرد شده برداشت گردیده است . در نقشه ٤-١،محل این نمونه ها نمایش داده‌شده‌است. همچنین به منظور شناخت بهتر توده‌های مرتبط با کانی سازی ٤ نمونه مقطع صیقلی و ۱۹ نمونه مقطع نازک از زون کانی سازی، توده‌های نفوذی و ولکانیکی موجود در محدوده‌های آنومال برداشت گردید که نتایج مطالعات نمونه‌های فوق در پیوست ٤ ارائه گردیده است.

### ٤-٤- آنالیز کانی های سنگین

آماده سازی نمونه های کانی سنگین شامل گل شویی و لاوک شویی است قبل از انجام این مراحل ، اندازه گیری حجم کل نمونه برای محاسبات بعدی الزامی است . در مرحله گل شویی با شستشوی کامل نمونه ، گل آن که عمدتا شامل ذرات دانه ریز رسی است از آن جدا شده و نمونه آماده لاوک شویی است . در مرحله لاوک شویی ، نمونه به درون ظرف مخصوص ریخته شده وپس از غوطه ور کردن نمونه در آب وتکان دادن آن مواد سبک شستشو و از آن خارج و جزء سنگین تر باقی میماند . این نمونه که نسبت به نمونه اولیه حجم بسیار کمتری دارد ، خشک شده و مورد حجم سنجی قرار میگیرد و اعداد حاصل در فرم مربوطه ثبت میشود . مرحله بعدی شامل کاهش وزن نمونه از طریق تقسیم کن شانه ای است . بخشی از این جزء از طریق برمو فرم گیری به دو قسمت جزء سبک و جزء سنگین تقسیم میگردد . پس از برمو فرم گیری حجم هر یک از دو بخش سنجیده میشود و سپس از طریق بکار گیری آهنربای دستی با ، بار معین ، جزء سنگین به سه بخش تقسیم و حجم هر یک تعیین میشود .جزء فرو مغناطیسی دارای خاصیت مغناطیسی شدید بوده و بطور عمده شامل مگنتیت و گاهی ایلمنیت میباشد . جزء دیگر دارای خاصیت مغناطیسی متوسطی است و بیشتر شامل کانی های مافیک مانند پیروکسن ،آمفیبول و بیوتیت میباشد ، جزء غیر مغناطیسی که خاصیت مغناطیسی نداشته و اغلب کانی های فرعی مانند آپاتیت و زیرکن و بسیاری از کانه ها در آن متمرکز میشود . در این پروژه هر سه بخش با استفاده از میکروسکوپ بینوکولار مورد مطالعه چشمی قرار گرفته است در این روش مشخصات فیزیکی کانی ها مانند رنگ ، سیستم تبلور ، جلا ، سختی ، شفافیت و ... اساس تشخیص میباشد . از این طریق نسبت درصد هر کانی در نمونه به طریق حجمی برآورد میگردد . برای محاسبه فراوانی نسبی کانی های سنگین در نمونه اصلی ( به صورت برداشت شده ) از فرمول زیر استفاده گردیده است .

(X*Y*B*D*۱۰۰۰۰)/(A*D*C)= فراوانی کانی سنگین ( گرم در تن )

در این رابطه متغیرها عبارتنداز :

X : درصد کانی مورد نظر ضرب در جرم فراکسیون مربوط به آن پس از جدایش مغناطیسی .

Y : حجم نمونه پس از برومو فرم گیری

B : حجم نمونه پس از شستشو

D : وزن مخصوص کانی مورد مطالعه

A :حجم کل نمونه برداشت شده در صحرا ( پس از الک کردن )

C : حجم نمونه انتخابی برای جدایش با بروموفرم

D :وزن مخصوص رسوب برداشت شده در صحراست که در این پروژه معادل ۱/۵ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر گرفته شده است

### ٤-۵- پردازش داده های کانی سنگین

گزارش منطقه مورد مطالعه با تعداد ۱۳۱ نمونه کانی سنگین به شرح زیر می باشد :

۱-کانی مس در منطقه بصورت کانی های مالاکیت ، مس آزاد و کالکوپیریت حضور داشته که بیشتر بصورت پراکنده در نمونه ها مشاهده شده است.

۲-کانی های سرب در منطقه بصورت گالن، میمتیت، سروزیت، پیرومورفیت، سرب آزاد ، لیتارژ و ولفنیت مشاهده شده است.

۳-از کانی‌های روی به اسفالریت می‌توان اشاره کرد که در چند نمونه و به مقدار کم مشاهده شده است. حداکثر مقدار مشاهده شده ۰/۱۱*ppm* است.

٤-پیریت در چند نمونه و به مقدار کم و با حداکثر مقدار ۰/۳۹*ppm* مشاهده شده است.

۵-سینابر بصورت کاملا" پراکنده دیده شده است. حداکثر مقدار سینابر ۰/۶۲*ppm* می‌باشد.

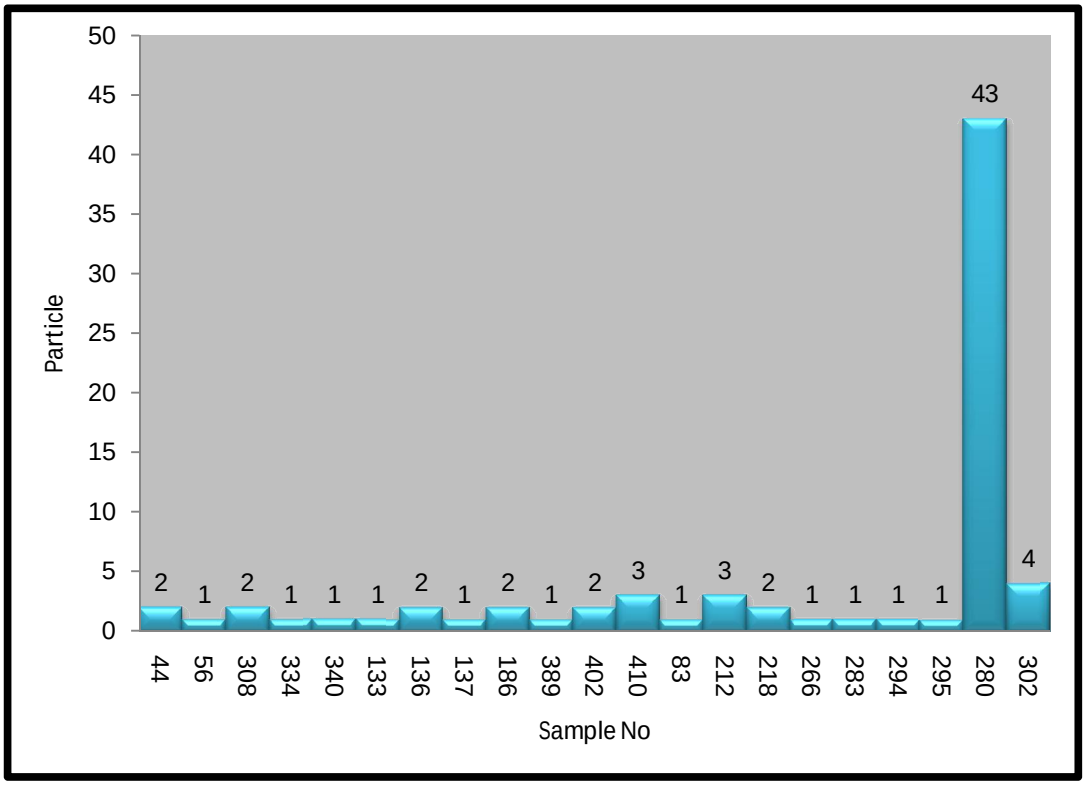
۶-کانی‌های تیتان به صورت ایلمنیت، اسفن وآناتاز به صورت پراکنده و با مقدار کم دیده می‌شوند. بیشترین مقدار مربوط به ایلمنیت با مقدار ۲۰*ppm* مشاهده شده است.

۷-حضور فراوان کانی های گارنت با حداکثر مقدار ۲۲۵*ppm* و اپیدوت با حداکثر مقدار۱۹۷/۹*ppm*در مطالعات زون‌های دگرگونی و اسکارنی می تواند مورد توجه قرار گیرد.

۸-وجود لیمونیت و گوتیت نیز در برخی از نمونه ها مشاهده گردیده‌است که در بررسی های آلتراسیون می تواند مورد توجه قرار گیرد.

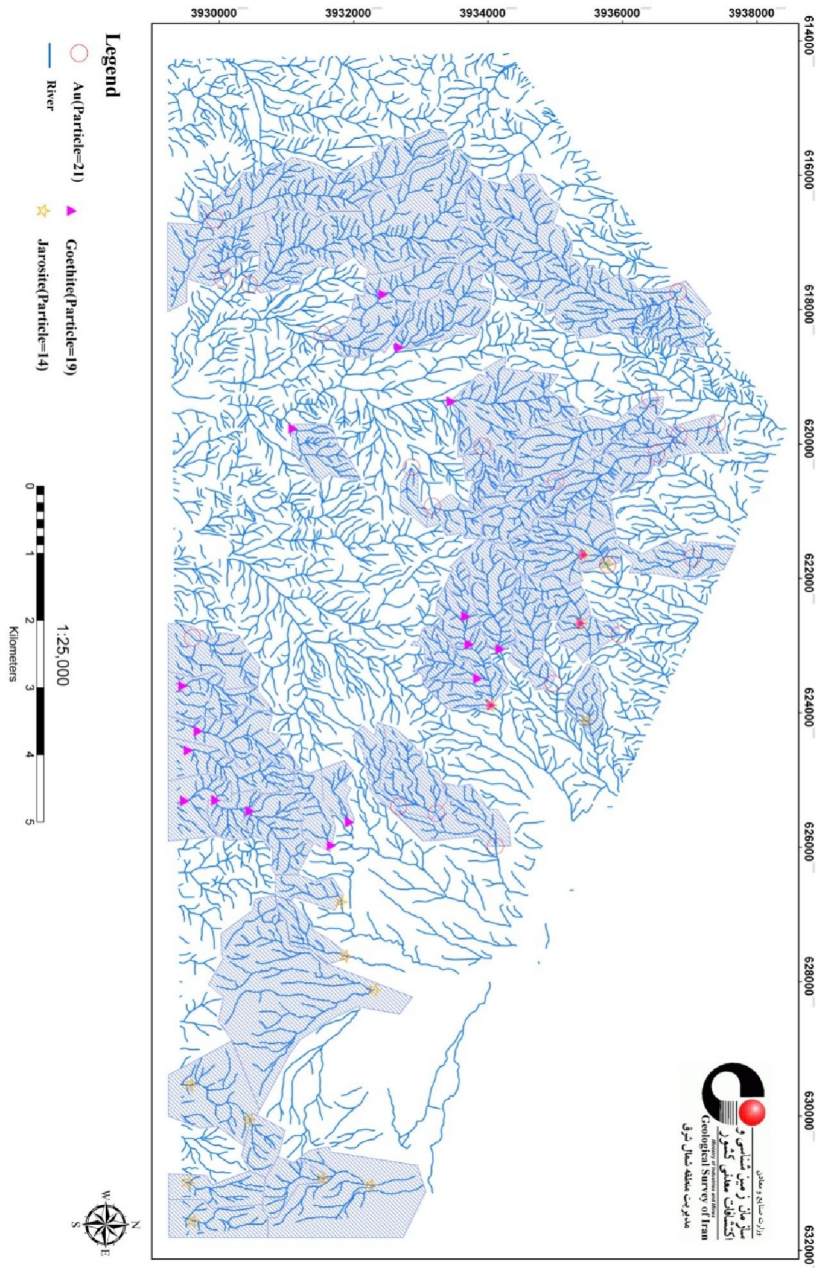
۹- کرومیت در اغلب نمونه‌ها و باحداکثر مقدار $ppm$ ۵۳۱ دیده می شود.

۱۰- از ۱۳۱ نمونه کانی‌سنگین برداشت شده ، ۲۱ نمونه حاوی یک تا چهل و سه ذره طلا بوده‌اند. در این نمونه‌ها در مجموع ۷۶ ذره طلا رویت شد. بیشترین ذره طلا در نمونه شماره ۲۸۰ با ٤۳ ذره مشاهده شد.نمودار شماره ٤-۱ بر اساس مشاهدات ذرات طلا در نمونه‌های کانی سنگین رسم شده است. همچنین در نقشه ٤-۲ نیز پراکندگی نمونه‌های کانی‌سنگین طلادار نمایش داده‌شده‌است.

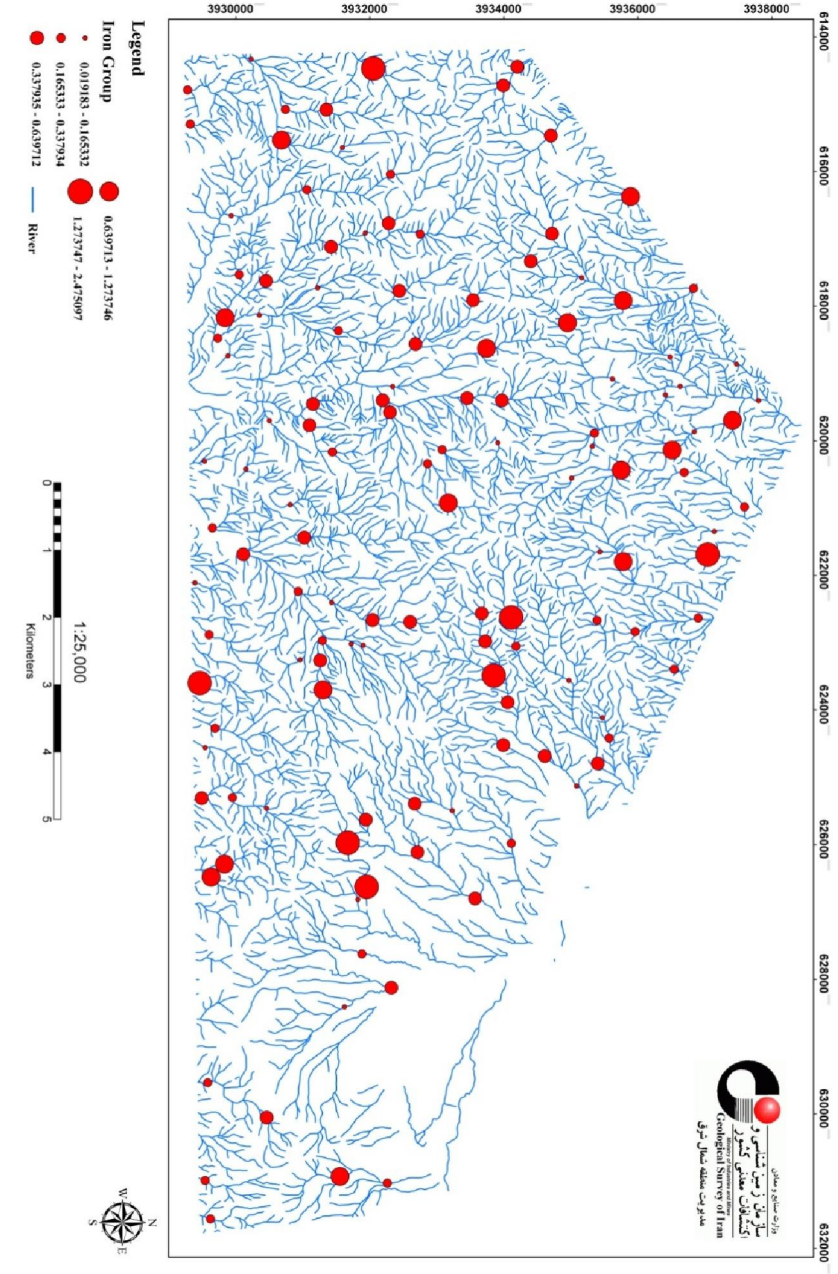



نمودار ٤-۱-پراکندگی ذرات طلا در نمونه‌های کانی‌سنگین

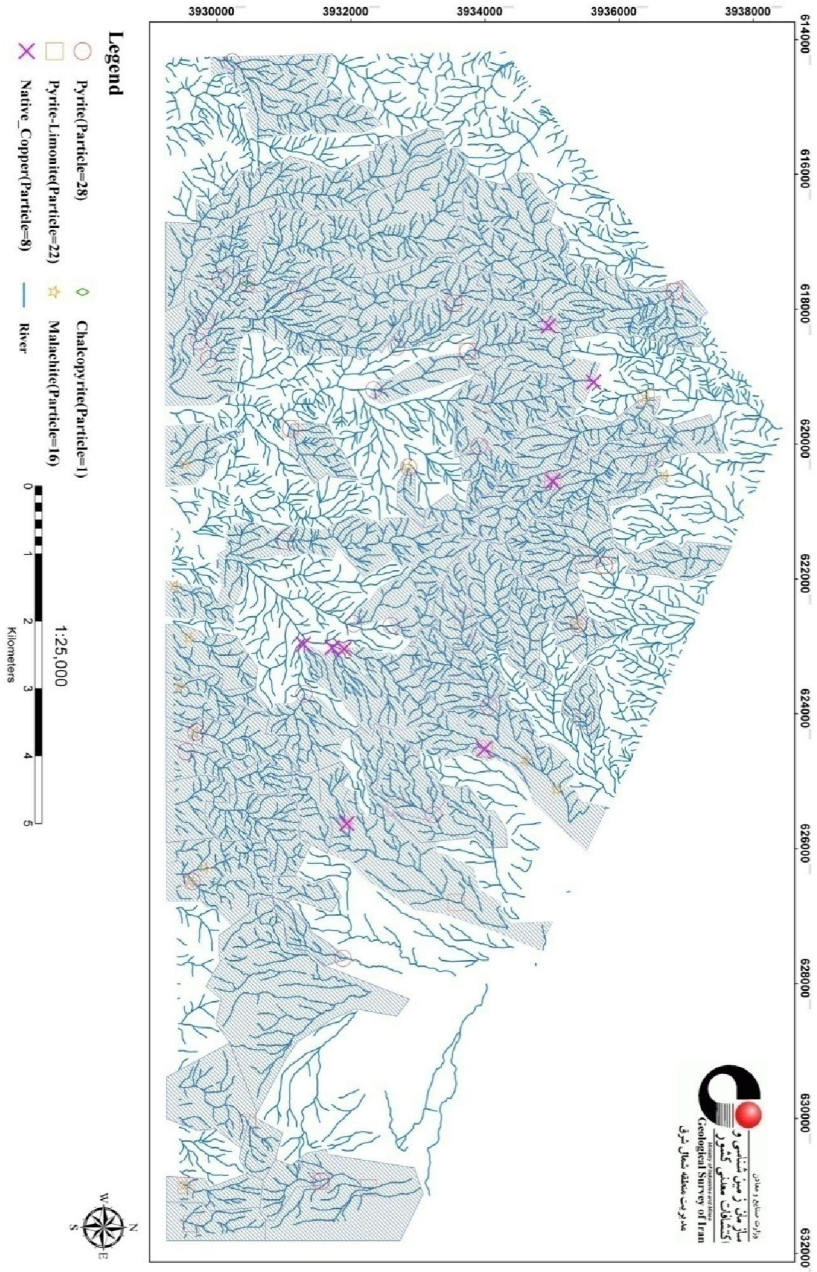
نقشه ٤-١- نقشه پراکندگی نمونه‌های مینرالیزه



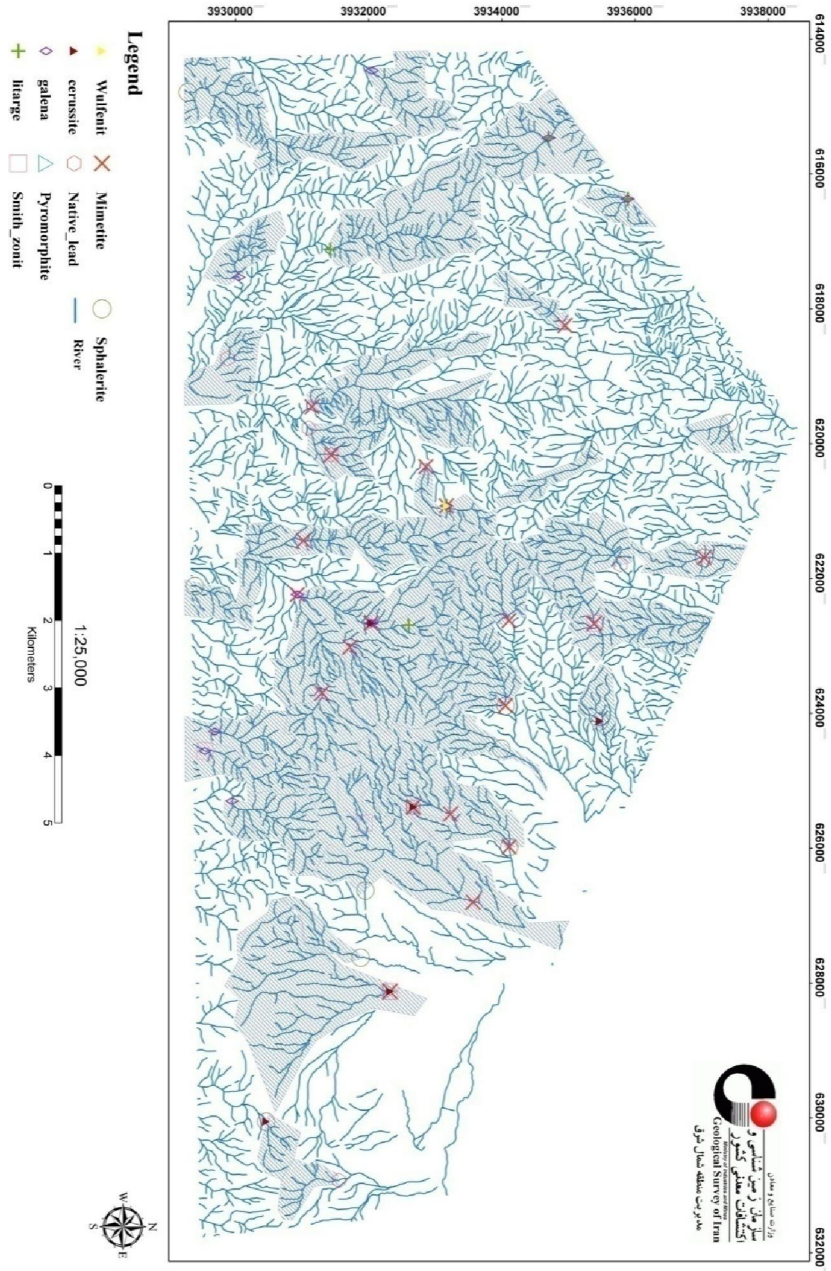

نقشه ٤-٢- نقشه پراکندگی نمونه‌های کانی سنگین - طلادار



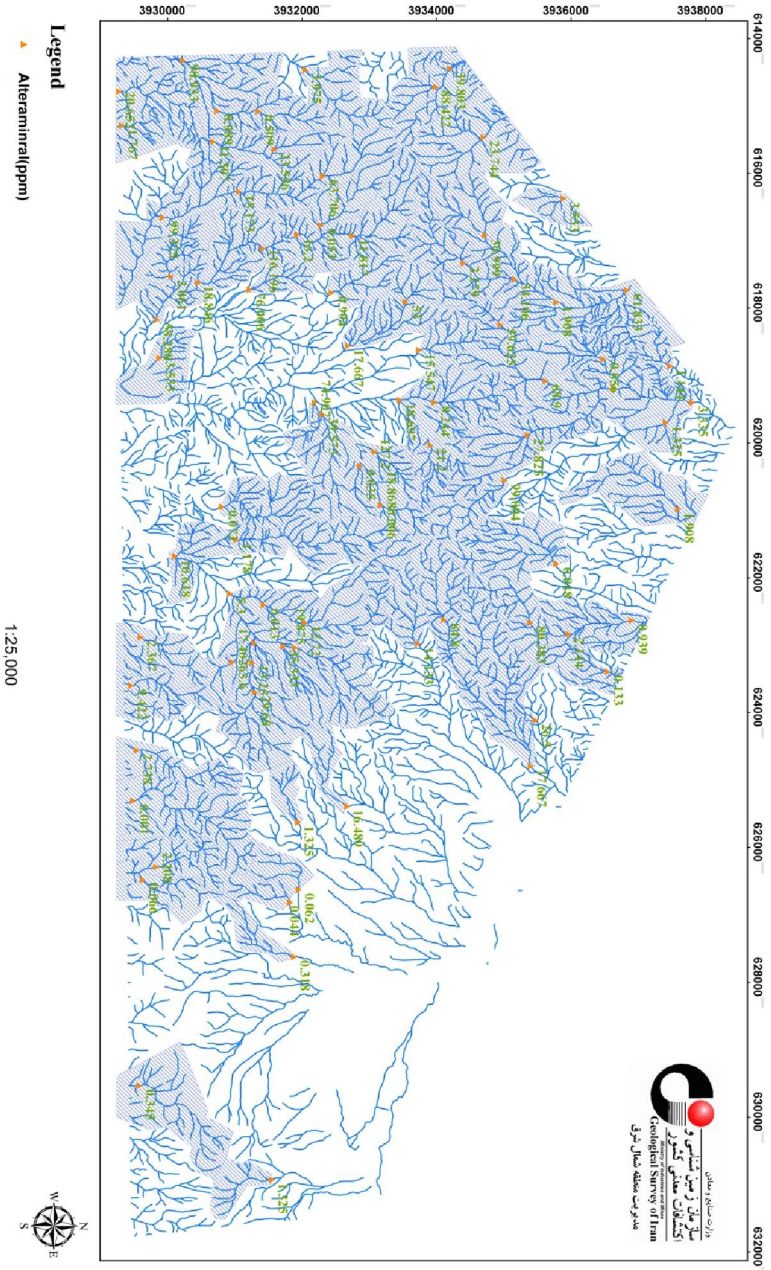

نقشه ٤-٣- نقشه پراکندگی نمونه‌های کانی سنگین – کانی‌های آهن




نقشه ٤-٤- نقشه پراکندگی نمونه‌های کانی سنگین – کانی‌های مس




نقشه ٤-٥- نقشه پراکندگی نمونه‌های کانی سنگین – کانی‌های سرب و روی




نقشه ٤-۶- نقشه پراکندگی نمونه‌های کانی سنگین – کانی‌های آلتره شده

## ٤-۶- نمونه های مینرالیزه

در بررسی ها ی اکتشافات ژئو شیمیایی ، به دلیل بروز خطای ناشی از تغییرات سنگ بستر ، تغییر پذیری مقدار مواد آلی و عناصر جذب کننده مانند آهن و منگنز کلوئیدی و ۰۰۰ فاز کنترل آنومالی ها میتواند در انتخاب انواع مرتبط با کانی سازی بسیار مفید واقع گردد .در این پروژه از طریق برداشت نمونه های کانی سنگین ، نمونه های مینرالیزه احتمالی و آلتراسیون و نیز نمونه های سنگی از شکستگی های محل عبور محلول های کانی سازی ( Plumbing System) در محدوده آنومالی های ژئو شیمیایی ، به کنترل آنومالی های ظاهری اولیه اقدام گردیده است در این صورت میتوان نتایج حاصل از روشهای مختلف در یک مدل مورد بررسی قرار داد و از این طریق به ارزیابی نهایی مناطق آنومال پرداخت . در این پروژه در محدوده آنومالی های ژئو شیمیایی اقدام به برداشت ۵۶ نمونه سنگ از زون های مینرالیزه گردیده است(جدول ٤-۱). این نمونه ها در محدوده زونهای آنومالی یا در اطراف آنها از رگه های سیلیسی ، آلتره شده هماتیتی و لیمونیتی و کلا" زونهای مینرالیزه برداشت گردیده است .برای نام‌گذاری نمونه‌های مینرالیزه از ازشماره نزدیکترین نمونه رسوب‌آبراهه‌ای بعلاوه حرف M و بتعداد نمونه‌های مینرالیزه در همان محدوده نمونه رسوب‌آبراهه‌ای از اعداد ۱ تا ۵ استفاده گردیده‌است(۲۷٤M۵) . تمامی ۵۶ نمونه جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه فرستاده شد که نتایج آنالیز ۵۷ عنصری آن درCDآورده شده است . برای تعیین دقت آزمایشگاه تعداد ۱۰ عدد نمونه‌ی تکراری انتخاب و به صورت کاملاً محرمانه کدگذاری گردید. از روش محاسباتی زیر جهت تعیین خطای‌این نمونه‌ها استفاده گردیده است.

$$e = \frac{2}{n}\sum\left(\frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i}\right)$$

که دراین فرمول n تعداد نمونه‌های تکراری و X و Y مقادیر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های تکراری متناظر می‌باشد. جدول ٤-۲ نمونه‌های تکراری و کدهای محرمانه آن برای تعیین خطای آنالیز را نشان می‌دهد.

به طور کلی حداکثر خطای پذیرفته شده برای هر عنصر در محدوده عیاری کمتر از ۱۰ برابر حد حساسیت، ۵۰% و در محدوده عیاری بیش از ۱۰ برابر حد حساسیت، ۲۰% می‌باشد. جدول ٤-۳ و نمودار ٤-۲-نتایج حاصل از محاسبات خطا را نشان می‌دهد. وجود خطا برای برخی عناصر بدان معناست که تحلیل‌های صورت پذیرفته بر مبنای این عناصر در نمونه‌های مورد تجزیه و تحلیل با خطا مواجه بوده و بایستی با احتیاط با آنها برخورد کرد. ریز عملیات انجام شده نیز در جداول پیوست آورده شده است.

جدول ٤ـ ١-مختصات نمونه‌های مینرالیزه اخذشده از محدوده‌های آنومال

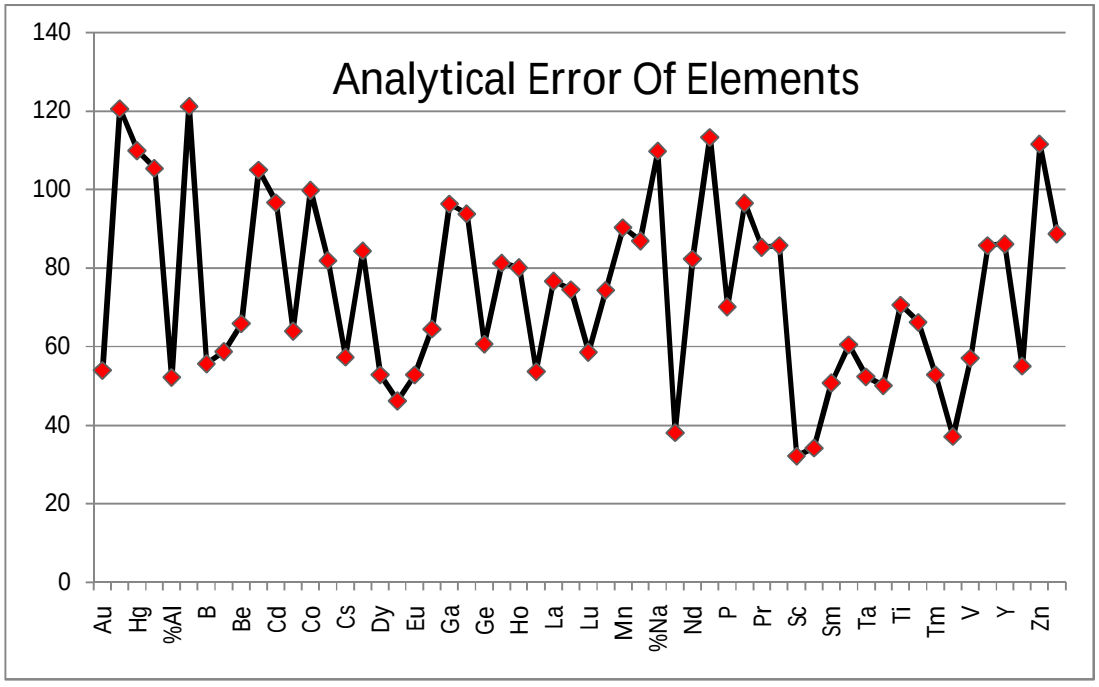
| ROW | KODE | X(UTM) | Y(UTM) | ROW | KODE | X(UTM) | Y(UTM) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | ١ M١ | ٦١٤,٩٢٢ | ٣,٩٢٩,٨٠٧ | ٢٩ | ٢٧٨ M١ | ٦٢١,٥٣٤ | ٣,٩٣٤,٦٢٨ |
| ٢ | ١ M٢ | ٦١٤,٧٩٥ | ٣,٩٢٩,٨٧٥ | ٣٠ | ٢٨١ M١ | ٦٢٠,٦٨٩ | ٣,٩٣٤,١٥٦ |
| ٣ | ١٣٣ M١ | ٦١٩,٩١٣ | ٣,٩٣٣,٥٤٦ | ٣١ | ٢٨٢ M١ | ٦٢٠,٧٩٠ | ٣,٩٣٤,٥٨٧ |
| ٤ | ١٣٣ M٢ | ٦١٩,٩٩١ | ٣,٩٣٣,٦٦٦ | ٣٢ | ٣٠٥ M١ | ٦٢٢,٣٢٤ | ٣,٩٣٥,١٦٧ |
| ٥ | ١٣٣ M٣ | ٦٢٠,٤٤٦ | ٣,٩٣٤,٤٦٣ | ٣٣ | ٣٠٥ M٢ | ٦٢٢,١٦٩ | ٣,٩٣٥,١٠٥ |
| ٦ | ١٣٤ M١ | ٦٢٠,٤٤٩ | ٣,٩٣٣,٤٤٤ | ٣٤ | ٣٠٥ M٣ | ٦٢١,٩٦٥ | ٣,٩٣٤,٩١٣ |
| ٧ | ١٣٤ M٢ | ٦٢٠,٢٢٩ | ٣,٩٣٣,٣٧٠ | ٣٥ | ٣٠٦ M١ | ٦٢٢,٧٩١ | ٣,٩٣٥,٣٦٦ |
| ٨ | ١٣٦ M١ | ٦٢٠,٧٣٠ | ٣,٩٣٢,٩٨١ | ٣٦ | ٣٠٦ M٢ | ٦٢٢,٧٢٦ | ٣,٩٣٥,٢٤١ |
| ٩ | ١٣٦ M٢ | ٦٢٠,٥٨٤ | ٣,٩٣٣,٢٠٤ | ٣٧ | ٣٠٦ M٣ | ٦٢٢,٦٤٣ | ٣,٩٣٥,٣٠١ |
| ١٠ | ١٣٧ M١ | ٦٢٠,٧٠١ | ٣,٩٣٢,٩٤٣ | ٣٨ | ٣٠٦ XRD | ٦٢٢,٧٢٦ | ٣,٩٣٥,٢٤١ |
| ١١ | ١٣٩ M١ | ٦٢١,٤٧٩ | ٣,٩٣٣,٩٧١ | ٣٩ | ٣١١ M١ | ٦٢٣,٣٢١ | ٣,٩٣٥,٧٦٧ |
| ١٢ | ١٣٩ M٢ | ٦٢١,٤٥٤ | ٣,٩٣٤,١٧٨ | ٤٠ | ٣١١ M٢ | ٦٢٣,٢٩٧ | ٣,٩٣٥,٧٠٥ |
| ١٣ | ١٤١ M١ | ٦٢١,٥٣٠ | ٣,٩٣٣,٢٤٧ | ٤١ | ٣١١ M٣ | ٦٢٣,٢٢٨ | ٣,٩٣٥,٦٣٤ |
| ١٤ | ١٤١ M٢ | ٦٢١,٢٢٠ | ٣,٩٣٣,١٤١ | ٤٢ | ٣١١ M٤ | ٦٢٣,٢٨٨ | ٣,٩٣٥,٧٢١ |
| ١٥ | ١٤١ M٣ | ٦٢١,٠٠٦ | ٣,٩٣٢,٨٤٢ | ٤٣ | ٣١١ M٥ | ٦٢٣,٣٥٣ | ٣,٩٣٥,٨٥٢ |
| ١٦ | ١٤١ M٤ | ٦٢١,٢١٨ | ٣,٩٣٢,٨١٧ | ٤٤ | ٣٣٤ M١ | ٦١٩,٩٥٥ | ٣,٩٣٦,٤١١ |
| ١٧ | ١٤٢ M١ | ٦٢١,٥٥٠ | ٣,٩٣٢,٧١٠ | ٤٥ | ٣٣٤ M٢ | ٦١٩,٨١٦ | ٣,٩٣٦,٦١٠ |
| ١٨ | ١٤٤ M١ | ٦٢١,٥٩٢ | ٣,٩٣٢,٤١٩ | ٤٦ | ٣٣٦ M١ | ٦١٩,٣٣٣ | ٣,٩٣٦,١٨٠ |
| ١٩ | ١٤٤ M٢ | ٦٢١,٦٦٥ | ٣,٩٣٢,٤٢٣ | ٤٧ | ٣٨٩ M١ | ٦٢٤,٥٨٠ | ٣,٩٣٣,٠٣١ |
| ٢٠ | ٢١٢ M١ | ٦٢٥,١٣٦ | ٣,٩٣٢,٦٦١ | ٤٨ | ٣٨٩ M٢ | ٦٢٥,١٠١ | ٣,٩٣٣,٠٨٢ |
| ٢١ | ٢١٦ M١ | ٦٢٤,٧٠٠ | ٣,٩٣٣,٠٤٦ | ٤٩ | ٣٩٢ M١ | ٦٢٠,٦٩١ | ٣,٩٢٩,٩٠١ |
| ٢٢ | ٢١٦ M٢ | ٦٢٤,٨٦٠ | ٣,٩٣٣,٠٢٠ | ٥٠ | ٤٠٦ M١ | ٦١٨,٦٢٨ | ٣,٩٣٥,٤٠٢ |
| ٢٣ | ٢٥٢ M١ | ٦٢٢,٤٣٧ | ٣,٩٣٣,٦٢١ | ٥١ | ٤٤ M١ | ٦١٧,٥٩١ | ٣,٩٣٠,٠٦٥ |
| ٢٤ | ٢٧٤ M١ | ٦٢١,٩٠١ | ٣,٩٣٤,٨٨٤ | ٥٢ | ٤٤ M٢ | ٦١٧,٤٤٢ | ٣,٩٣٠,٠٤٣ |
| ٢٥ | ٢٧٤ M٢ | ٦٢١,٨٧٨ | ٣,٩٣٤,٨٦٥ | ٥٣ | ٤٤ M٣ | ٦١٧,٣٥٣ | ٣,٩٢٩,٩٦٩ |
| ٢٦ | ٢٧٤ M٣ | ٦٢١,٧٧٠ | ٣,٩٣٤,٧٨٩ | ٥٤ | ٤٦ M١ | ٦١٧,٧٦٧ | ٣,٩٢٩,٩٤٤ |
| ٢٧ | ٢٧٤ M٤ | ٦٢١,٧٥١ | ٣,٩٣٤,٧١٧ | ٥٥ | ٩ M١ | ٦١٥,١٦٦ | ٣,٩٣٠,٣٢٨ |
| ٢٨ | ٢٧٤ M٥ | ٦٢١,٦٦٨ | ٣,٩٣٤,٦٥٨ | ٥٦ | ٩ M٢ | ٦١٥,٢٢٥ | ٣,٩٣٠,٢٤٤ |

جدول ٤ـ ٢-مشخصات نمونه‌های تکراری مینرالیزه

| نمونه تکراري | شماره نمونه | ردیف | نمونه تکراري | شماره نمونه | ردیف |
|---|---|---|---|---|---|
| ٥٠٦ | ٢٧٤ M٤ | ٦ | ٥٠١ | ٤٤ M١ | ١ |
| ٥٠٧ | ١٣٦ M١ | ٧ | ٥٠٢ | ١٤٢ M١ | ٢ |
| ٥٠٨ | ٣٣٤ M١ | ٨ | ٥٠٣ | ١٣٣ M٣ | ٣ |
| ٥٠٩ | ١٣٦ M٢ | ٩ | ٥٠٤ | ٤٠٦ M١ | ٤ |
| ٥١٠ | ٢٧٨ M١ | ١٠ | ٥٠٥ | ٣٠٥ M١ | ٥ |

جدول ٤ـ ۳-خطای آنالیز نمونه‌های مینرالیزه

| Element | Error % | Element | Error % | Element | Error % | Element | Error % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Au | 54 | Cs | 57 | %Mg | 74 | Ta | 52 |
| Sb | 121 | Cu | 84 | Mn | 90 | Th | 50 |
| Hg | 110 | Dy | 53 | Mo | 87 | Ti | 71 |
| Ag | 105 | Er | 46 | %Na | 110 | Tl | 66 |
| %Al | 52 | Eu | 53 | Nb | 38 | Tm | 53 |
| As | 121 | %Fe | 65 | Nd | 82 | U | 37 |
| B | 56 | Ga | 96 | Ni | 113 | V | 57 |
| Ba | 59 | Gd | 94 | P | 70 | W | 86 |
| Be | 66 | Ge | 61 | Pb | 97 | Y | 86 |
| %Ca | 105 | Hf | 81 | Pr | 85 | Yb | 55 |
| Cd | 97 | Ho | 80 | S | 86 | Zn | 112 |
| Ce | 64 | %K | 54 | Sc | 32 | Zr | 89 |
| Co | 100 | La | 77 | Se | 34 | Sr | 60 |
| Cr | 82 | Li | 75 | Sm | 51 | Lu | 59 |




نمودار ٤-۲-خطای آنالیز نمونه‌های تکراری

## ۴-۷- بررسی عیار در نمونه‌های مینرالیزه

بطوری که در قسمت‌های قبل ذکر شد در مرحله آنومالی‌چکینگ تعداد ۵۶ نمونه مینرالیزه از زون‌های کانی‌سازی شده اخذ و پس از آماده‌سازی به روش ICP_MS آنالیز گردیدندکه نتایج آنالیز در پیوست ٤ آمده است.در حدود ۲۵% نمونه‌ها عیار طلا، آرسنیک،نقره ،آهن،سرب و روی قابل توجه بود. عیار طلا در این تعداد از نمونه‌ها از ppm ۲۵- ۰.۱ متغیر بوده است و این مسئله ایجاب می‌نماید که محدوده مورد کاوش بیشتر قرارگیرد.در زیر شرح مختصری از مشاهدات صحرایی تعدادی از نمونه‌ها به همراه تعدادی تصاویر ارائه می‌گردد.

**ST-۱۳۷-M۱**

این نمونه از یک رگه کربناتی – کلسیتی با روند تقریبی شرقی و غربی با شیب بسمت شمال برداشت شد. آثار اکسیدهای آهن گوتیت – هماتیت – بیسموت و همچنین کلسیت ثانویه در آن مشاهده می شود. ضخامت رگه حدود ۵ متر و همچنین طول آن تا ۵۰ متر قابل ردیابی است. و در کنتاکت سنگهای ولکانیکی ونفوذی می باشد.بر اساس مطالعات پتروگرافی سنگ میزبان آن تراکیت تا تراکیت آندزیت می‌باشد.عیار طلا و آرسنیک این نمونه به ترتیب ۱۵۰PPb و ۳۰۱۳ PPm بوده است.

**ST-۱۳۶-m۱**

ادامه رگه کربناتی به شدت اکسیده شده به رنگ زرد لیمویی حاوی اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز فراوان به عرض حدود ۵ متر که واحدهای ولکانیکی را قطع نموده است. این نمونه نیز با عیار ۱۵۰ ppb و آرسنیک آن در حد ۱.۲% بوده است .

**ST-۱۳۶-m۲**

یک پیچ بزرگ دگرسان شده حاوی رگه های کربناتی به شدت اکسیده شده با هیدروکسیدهای آهن و منگنز می‌باشد.سنگ میزبان سنگ های ولکانیکی توف که توسط سنگ های نفوذی در زیر قطع شده اند.شاخص این نمونه عیار بالای ۲۰% سرب و روی و طلا ی ppb۱۲۰ می‌باشد.همچنین انتیموان آن نیز در حدود ۰.۲% گزارش گردیده‌است.وجود عیار ۶۹۵ ppm و ۰.۱% منگنز نیز آنرا متمایز نموده‌است.

**ST-۱۳٤-m۱**

نمونه ای از پائین دست زون کربناتی – سیلیسی که حاوی اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن می باشد. از ویژگی‌های آن سیلیسی شدن بیشتر نسبت به سایر بخشها و وجود دگرسانیهای اپیدوتی در سنگ های میزبان می باشد از دیگر مشخص های زون های کانه دار این بخش آرژیلیکی شدن همراه با رگه های عیار دار می باشد. بر اساس مطالعات پتروگرافی سنگ میزبان آن تراکیت تا تراکیت آندزیت می‌باشد عیار طلا در این نمونه بالای ppm ۶گزارش گردیده‌است.

**ST-۱٤٤-m۱**

نمونه ای از یک آگلومرای خاکستری رنگ سخت که در سطح بشدت اکسیده و حاوی سولفیدهای دانه ریز بسیار زیادی می باشد. عرض این زون بیش از ۲۰ متر و در کنتاکت واحدهای آهکی با سنگهای ولکانیکی نفوذی قرار دارد. مقطع TP برداشته شد (ST-۱٤٤TP) این نمونه غنی‌شدگی خاصی نسبت به عناصر مورد آنالیز نشان نمی‌دهد.

**ST-۱٤٤-m۲**

نمونه ای از پچ سیلیسی کربناتی به طول تقریبی ۲۰ متر و عرض حدود ۱۰ متر حاوی سیلیس و کربنات و کانی های اکسید و هیدروکسید آهن مانند لیمونیت – گوتیت – هماتیت برداشت شد. در حاشیه این پچ وجود آینه گسلی مشهود است. سنگ میزبان آهک می باشد.عیار طلا در این نمونهppb ۳۰ گزارش شده‌است.

**ST-۱٤۱-M۲**

این نمونه از یک رگه سیلیسی – کربناتی با طول ۱۰۰ متر و عرض ۵ متر با آلتراسیون آرژیلیتی -هماتیتی که در حاشیه سنگ های اپیدوتی واقع شده است،برداشت گردید و مقدار طلای آن بالای ppm ۲۵گزارش گردید که در تکرار نیز ppm ۵ گزارش شده‌است.

**ST-۲۱۶-m۱**

نمونه ای از دایک های خاکستری رنگ (بر اساس مطالعات پتروگرافی سنگ میزبان آن پیروکسن آندزیت می‌باشد) که به تعداد در محدوده آنومالی وجود داند و واحدهای ولکانیکی را قطع نموده اند. ازمشخص های

این دایک وجود دگرسانی اپیدوتی و سولفید زایی (احتمالاً پیریت) بصورت پراکنده در داخل آنها دیده می شود.

این نمونه نیز غنی‌شدگی خاصی نشان نمی‌دهد.

**ST-۴۰۶-M۱**

نمونه ای از یک پچ کوچک دگرسان شده سیلیسی شده در مرز واحد اولترامافیک که حاوی اکسید و هیدروکسیدهای آهن فراوان بوده و در بخش های سیلیسی تازه تر حاوی سولفید می باشد برداشت گردید و مقدار طلای آن در ppb ۱۴۰ گزارش شده‌است.

**ST-۳۱۱m۵**

نمونه ذکر شده از یک کریستال توف حاوی اکسید و هیدروکسید های آهن فراوان کربناتها (کلسیتی) که کریستالیزه شده و بافت های شانه ای نشان میدهند. مقدار طلای آن در ppb ۳۱۰ گزارش شده‌است.

**ST-۳۰۵-m۱**

نمونه گرفته شده از یک زون کربناتی – آرژیکیلی که تحت تاثیر فرآیندهای سوپرژن قرارگرفته‌است ،اخذ شده و مقدار طلای آن در ppb ۱۴۰ گزارش شده‌است.

**ST-۲۷۴-m۳ و ST-۲۴۷-m۴ و ST-۲۷۴-m۵**

نمونه از یک زون سیلیسی- کربناتی به شدت اکسیده شده حاوی لیمونیت و گوتیت برداشت شد از مشخصه بارز این نمونه وجود دانه های ریز از کانیهای پیریت و ارسنوپیریت در بخشهای تازه سنگ است و در قسمت‌های اکسیده حفرات خالی که در اثر شسته شدن سولفور اولیه سنگ بوجود آمده است مشاهده می‌شود .مقادیر طلا در این سه نمونه از ppb ۱۰۰ تا ppb ۲۳۰ متغیر بوده‌است.

**ST-۱۳۳-m۱ و ST-۱۳۳-m۲ و ST-۱۳۳-m۳**

توف سیلیسی – کربناتی شده به طول ۲۵۰ تا ۳۰۰ متر و عرض کمتر از یک متر تا حدود ۱/۵ متر با شدت اکسیداسیون بالا که در مرز واحد اولترامافیک سرپانیتی شده و سنگهای ولکانیکی – نفوذی قرار دارد. از مشخصه‌های بارز آن وجود هیدروکسیدهای آهن (لیمونیت و گوتیت) ، سیلیسی شدن و برشی شدن شدید می‌باشدحداکثر مقدار طلا در این قسمت از رگه ppb۲۰۰ گزارش گردیده‌است.

**ST-۴۶-m۱**

رگه سیلیسی به رنگ سبز تا بی رنگ همراه با دایک های ولکانیکی (توف) نخودی تا کرمی رنگ با روند NE-SW که ذرات پراکنده سولفید هم در آن مشاهده می‌شود،حداکثر مقدار طلا ppb۲۰ گزارش گردیده‌است.

**ST-۳۳٤-m۲ - ST-۳۳٤-m۱**

ای نمونه‌ها از یک زون گسله سیلیسی – لیمونیتی شده در مرز واحدهای اولترامافیک با سنگ‌های ولکانیکی همراه با دایک های نفوذی که حاوی کانی های هیدروکسید آهن مانند لیمونیت و گوتیت می باشد ،برداشت گردید. از مهمترین ویژگی های آن وجود خش لغزش های گسل در بخش های سیلیسی – لیمونیتی عیار دار است.

لنزها و رگه های سیلیسی - کربناتی واحدهای اولترامافیک با واحدهای ولکانیکی و نیز توده های نفوذی را قطع کرده اند ،احتمالاً سن کانی زایی جوانتراز توده نفوذی که آخرین فاز ماگماتیسم منطقه بوده، می باشد . حداکثر مقدارppb ۲۰۰ طلا در آن گزارش گردیده‌است.

تصویر ٤-١- نمایی از زون‌های کانی‌سازی در محدوده اکتشافی

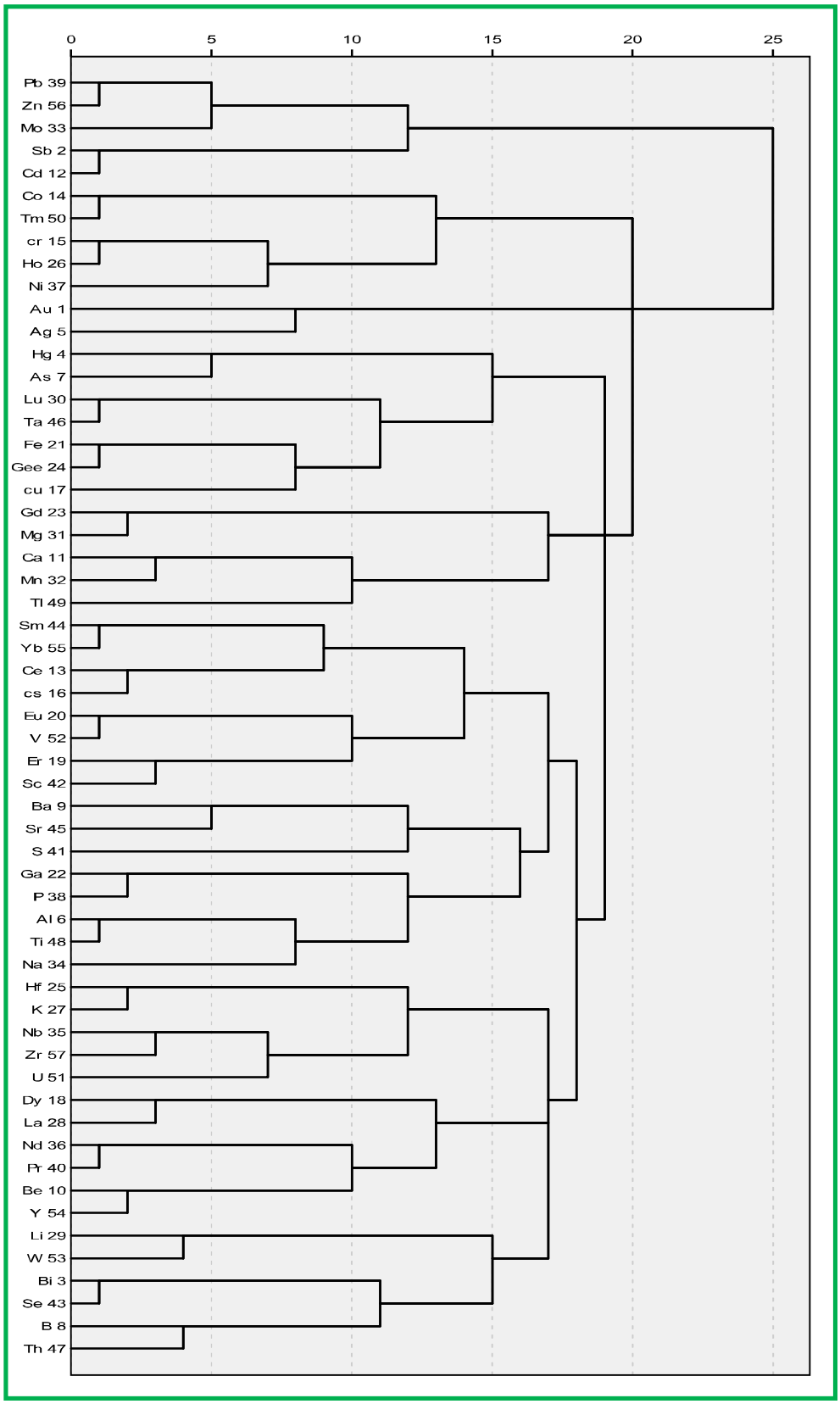
## ٤-٨ ـ آنالیز کلاستر و ویژگی نمونه های مینرالیزه

با آنالیز کلاستر بر روی داده‌های مینرالیزه می‌توان میزان همبستگی فاصله‌ای بین عناصر را در مجموعه اخیر از نمونه‌ها و یا بعبارتی دیگر پاراژنز عناصر را مشخص نمود.لذا با توجه به نمودار ٤-٣- چهار گروه مهم کانسارساز شامل ( Pb-Zn ) ، (Ni-Cr) ، ( Au-Ag ) و ( As-Hg ) قابل تشخیص می‌باشد که این نمودار انومالی‌های منتج از داده‌های رسوب آبراهه‌ای را هم تایید می‌نماید.

آنالیز ویژگی نیز جهت رتبه بندی نمونه ها وعناصر اندازه گیری شده صورت می پذیرد . این آنالیز عناصر کانساری را از جهت پتانسیل کانی سازی آنها رتبه بندی میکند .

( جدول ٤-۶ ) رتبه بندی نمونه را بر حسب پتانسیل نزولی آنها نشان میدهد . اعداد مربوط به رتبه هر یک از نمونه ها و متغیر ها بر اساس رتبه های معادل ۱،۲ و صفر به ترتیب برای کانی سازی غنی شده، کانی سازی پراکنده و عقیم هر یک از عناصر در نمونه محاسبه گردیده است . بدین صورت که در ماتریس نمونه عنصر مقدار فراوانی یک عنصر یا در حد کانی سازی غنی شده و یا در حد کانی سازی پراکنده و یا عقیم بوده است . در این صورت برای هر یک ، به ترتیب اعداد ۱،۲ و صفر در ماتریس ذکر شده قرار داده می شود ، ماتریس حاصل یک بار برای متغیرهای عنصری و یک بار برای نمونه ها آنالیز ویژگی میشود . داده های این جدول معرف آن است بیشترین امتیاز کسب شده برای کانی سازی در نمونه M۱ ۱۳٤ ، M۲ ۱٤۱ ، M٤ ۲۷٤ و M۵ ۳۱۱ با ۱۹۲ امتیاز و مینیمم آن یعنی صفردر چندین نمونه مشاهده میشود (جدول ٤-۵ ).

به منظور تعیین پتانسیل کانی سازی نسبت به عناصر کانساری در محدوده اکتشافی اخیر آنالیز ویژگی برای عناصر نیز صورت پذیرفته است . که نتیجه آن در جدول (٤-۶ ) آمده است . داده های این جدول معرف آن ست که بیشترین پتانسیل کانی سازی در نمونه های مینرالیزه به Mn,As,Au,Zn میباشد . امتیاز تعدادی از عناصر در این آنالیز صفر است که نشان از عدم پتانسیل کانی سازی در این منطقه دارد .




نمودار ٤-٣ –آنالیزخوشه‌ای نمونه‌های مینرالیزه

جدول ٤-٥-آنالیز ویژگی نمونه‌های مینرالیزه محدوده

| Sample No. | score | Sample No. | score | Sample No. | score | Sample No. | score |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۳٤ M۱ | 192 | ۲۱۲ M۱ | 48 | ۳۱۱ M۲ | 48 | ۱٤٤ M۱ | 0 |
| ۱٤۱ M۲ | 192 | ۲۵۲ M۱ | 48 | ST-۳۱۱ M٤ | 48 | ۲۱٦ M۱ | 0 |
| ۲۷٤ M٤ | 192 | ۲۷٤ M۱ | 48 | ۳۳٤ M۱ | 48 | ۲۱٦ M۲ | 0 |
| ۳۱۱ M۵ | 192 | ۲۷٤ M۳ | 48 | ۳۳٤ M۲ | 48 | ۲۷٤ M۲ | 0 |
| ۱۳۳ M۲ | 48 | ۲۷٤ M۵ | 48 | ۳۸۹ M۱ | 48 | ۲۸۱ M۱ | 0 |
| ۱۳٦ M۱ | 48 | ۲۷۸ M۱ | 48 | ٤۰٦ M۱ | 48 | ۳۰۵ M۳ | 0 |
| ۱۳٦ M۲ | 48 | ۲۸۲ M۱ | 48 | ٤٦ M۱ | 48 | ۳۳٦ M۱ | 0 |
| ۱۳۷ M۱ | 48 | ۳۰۵ M۱ | 48 | ۳۱۱ M۳ | 48 | ۳۸۹ M۲ | 0 |
| ۱۳۹ M۱ | 48 | ۳۰۵ M۲ | 48 | ST-۱M۱ | 0 | ۳۹۲ M۱ | 0 |
| ۱۳۹ M۲ | 48 | ۳۰٦ M۱ | 48 | ۱ M۲ | 0 | ٤٤ M۱ | 0 |
| ۱٤۱ M۳ | 48 | ۳۰٦ M۲ | 48 | ۱۳۳ M۱ | 0 | ٤٤ M۲ | 0 |
| ۱٤۱ M٤ | 48 | ۳۰٦ M۳ | 48 | ۱۳۳ M۳ | 0 | ٤٤ M۳ | 0 |
| ۱٤۲ M۱ | 48 | ۳۰٦ XRD | 48 | ۱۳٤ M۲ | 0 | ۹ M۱ | 0 |
| ۱٤٤ M۲ | 48 | ۳۱۱ M۱ | 48 | ۱٤۱ M۱ | 0 | ۹ M۲ | 0 |

جدول ٤-٦-آنالیز ویژگی عناصر در نمونه‌های مینرالیزه محدوده

| Element | Scoure | Element | Scoure |
|---|---|---|---|
| Mn | 117.6733 | Ag | 20.68816 |
| As | 99.37303 | Cr | 14.52584 |
| Au | 77.23989 | Ba | 3.162278 |
| Zn | 50.72475 | V | 0 |
| Cu | 31.60696 | Bi | 0 |
| Sb | 29.69848 | Cd | 0 |
| Ni | 29.44486 | W | 0 |
| Pb | 28.79236 | Co | 0 |
| Mo | 23.66432 | Sr | 0 |