



پی جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی تویسرکان ۱



وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

.....

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

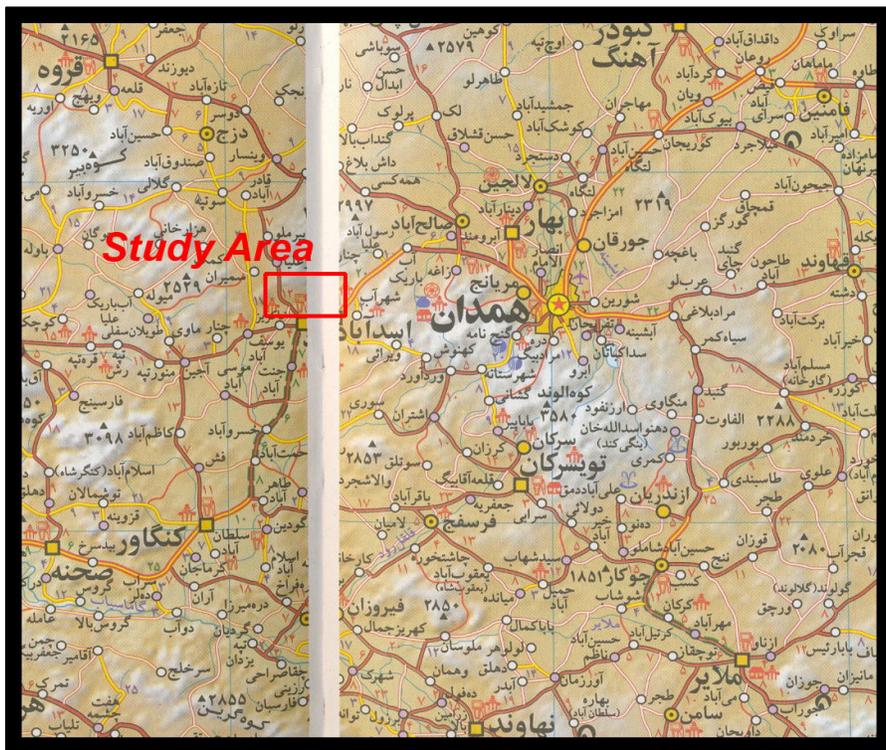
در اجرای قرارداد شماره ۲۱۶۴-۳۰۰ مورخ ۱۳۸۶/۴/۱۲ بین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسی مشاور پیوند معدن آراء، مبنی بر انجام مطالعات ژئوشیمیایی در محدوده تویسرکان به گسترش ۷۳/۵ کیلومتر مربع، کارشناسان شرکت مشاور پس از جمع آوری و پردازش داده های زمین شناسی، معدنی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوایی، طراحی شبکه نمونه برداری و برداشت ۳۷۰ نمونه ژئوشیمیایی آبراهه ای و ۱۴۰ نمونه کانی سنگین انجام و طی مدت ۱۵ روز عملیات صحرایی نمونه گیری در محدوده مذکور را انجام و پس از آماده سازی و کدگذاری به آزمایشگاه های مربوطه ارسال گردید. پس از کسب نتایج آنالیز نمونه ها و مطالعات کانی سنگین و مشخص شدن مناطق ناهنجاری، عملیات صحرایی کنترل ناهنجاری ها و رخنمون های سنگی اطراف حوضه آبریز آن ها، تعداد ۵۲ نمونه سنگی از زون های دگرسانی و سیلیسی برای آنالیز شیمیایی تعداد ۳۴ نمونه برای مطالعات کانی سنگین برداشت گردید. گزارش حاضر نتایج بررسی های انجام شده در دو مرحله برداشت ژئوشیمیایی و کانی سنگین و کنترل ناهنجاری های شناسایی شده است که به شرح زیر ارائه می شود:

۲-۱- موقعیت جغرافیایی و وضعیت آب و هوایی منطقه

منطقه مورد مطالعه در محدوده‌ای بین طول‌های جغرافیائی "۲۰' ۱۱' ۴۸° و "۳۲' ۴۸°۰۴' خاوری و عرض‌های جغرافیائی "۳۲' ۴۷' ۳۴° و "۲۰' ۵۱' ۳۴° شمالی قرار گرفته است، این محدوده در استان همدان و در فاصله حدوداً یک کیلومتری شمال شهر اسدآباد و ۸۰ کیلومتری باختر شهرستان همدان قرار گرفته است.

۳-۱- راههای دسترسی

شبکه راههای ارتباطی متراکمی در منطقه احداث شده است که مهمترین آنها راههای آسفالتی همدان - اسدآباد - کنگاور (همدان - کرمانشاه) می‌باشند، همچنین جاده‌های خاکی متعددی در منطقه ایجاد شده است که مناطق کوهستانی و آبادی‌ها را به یکدیگر و مناطق شهری مرتبط می‌کند و بیشتر از مناطق کوهستانی عبور می‌کند، بخش‌های مرکزی و باختری منطقه مورد مطالعه از طریق جاده‌های فرعی ترخین‌آباد - ملحمدره که از کیلومتر ۴ راه اسدآباد - چنارعلیا منشعب می‌شود، قابل دسترسی است و بخش‌های جنوب خاوری منطقه از طریق جاده‌های فرعی اسدآباد - شهراب (به طول ۳ کیلومتر) منشعب از درون شهر اسدآباد قابل دسترسی می‌باشد، ضمناً به بخش شمال خاوری منطقه میتوان از جاده اختصاصی شرکت مخابرات در نزدیکی ایستگاه امداد هلال احمر بر روی گردنه اسدآباد (به طول ۴ کیلومتر) استفاده نمود.



شکل ۱-۱: راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه

۱-۳- شرایط آب و هوایی، پوشش گیاهی و جغرافیای انسانی محدوده مورد مطالعه قسمت عمده‌ای از منطقه مورد مطالعه توسط کوه الوند پوشش داده شده است، بلندترین ارتفاع محدوده از سطح دریا در حدود ۲۹۹۳ متر (ارتفاعات آلمابولاغ) و کمترین ارتفاع محدوده از سطح دریا در حدود ۱۵۰۰ متر (دشت‌های اطراف شهر اسدآباد) می‌باشد. منطقه دارای شرایط آب و هوایی نیمه مرطوب- نیمه خشک می‌باشد، زمستان‌های منطقه سرد و طولانی و تابستان آن معتدل است و پوشش گیاهی منطقه با تراکم کم تا متوسط و بیشتر شامل علفزار می‌باشد.

رودخانه‌های مهم منطقه شامل آبشینه، عباس آباد، الوند، روان، آب باریک و سیمین میباشد که پس از الحاق به یکدیگر رودخانه قوری چای را ایجاد میکنند که سرانجام به دریاچه قم میریزند.

فعالیت‌های کشاورزی و زراعی منطقه بیشتر شامل کشت دیم و آبی گندم و جو میباشد و علاوه بر آن دامپروری و صنایع دستی نیز در منطقه رواج دارد.

۱-۵- جمع‌آوری اطلاعات موجود قبلی

جهت حصول نتایج مناسب و بهره‌وری کامل از اطلاعات و اطمینان بخشی این نتایج در منطقه مورد مطالعه، لازم است اطلاعات زمین شناسی و اکتشافی موجود جمع‌آوری شود. در هر حال، فعالیتهای انجام شده در منطقه شامل موارد زیر است:

- نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، اسد آباد (سازمان نقشه برداری، ۱۳۷۸)
- نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، اسد آباد I,II (سازمان نقشه برداری، ۱۳۷۸)
- نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ تویسرکان (سازمان زمین شناسی کشور)
- نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ همدان (سازمان زمین شناسی کشور)
- نقشه ژئوفیزیک هوایی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ همدان (سازمان زمین شناسی کشور)
- اکتشافات ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ تویسرکان (سازمان زمین شناسی کشور)

براساس مطالعات انجام شده در پروژه فوق تعداد ۲۰ منطقه ناهنجار اولویت‌های ۵ تا ۳ معرفی شده است که تنها تعدادی از آنها مورد مدل‌سازی قرار گرفته است (شکل ۱-۲) (جدول ۱-۱).

در پروژه حاضر که با عنوان تویسرکان یک به این شرکت محول شده است تعداد سه محدوده ناهنجار با شماره‌های *TO11*، *TO12* و *TO15* را پوشش میدهد به طوری که:

محدوده *TO11* که تنها منطقه دارای اولویت یک یا با اهمیت میباشد علاوه بر ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی عنصر طلا، ناهنجاری‌های کانی سنگین شامل ۱۵ ذره طلا، ۵ ذره سینابر و آثاری از پیریت، نقره، سروزیت، گالن، اسفالریت و ... مشاهده شده است.

محدوده *TO12* دارای اولویت دو میباشد که دارای ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی عناصر کادمیم، آرسنیک، روی و کبالت می باشد و در مطالعات کانی سنگین هیچگونه کانی با ارزشی مشاهده نشده است، لازم به ذکر است که نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده تأیید کننده موارد ذکر شده نمی باشد

محدوده *TO15* دارای اولویت دو میباشد که دارای ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی عناصر آنتیموان، آرسنیک، روی، مولیبدن، نقره و کبالت می باشد و در مطالعات کانی سنگین هیچگونه کانی با ارزشی مشاهده نشده است، لازم به ذکر است که نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده تأیید کننده موارد ذکر شده نمی باشد.



پی جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی تویسرکان ۱



وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

.....



پی جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی تویسرکان ۱



وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

.....

۱-۶- زمین شناسی عمومی

منطقه مورد مطالعه جزئی از ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ تویسرکان میباشد که از نظر ساختاری در زون سنندج- سیرجان قرار میگیرد و ویژگی های کلی این زون را دارا میباشد. از ویژگی های مهم این زون دگرگونی ناحیه ای گسترده در سنگ های پالئوزوئیک و مزوزوئیک و دیگری ماگماتیسیم گسترده لارامید بصورت نفوذ توده های گرانیتوئیدی به داخل سنگهای دگرگونه در کوههای الوند و آلمابولاغ است.

۱-۷- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه تویسرکان

محدوده مورد بررسی شامل مجموعه دگرگونه شیست، مرممر و سنگهای آتشفشانی دگرگون شده است که در دامنه جنوبی کوه آلمابولاغ گسترش داشته و دارای روند شمال خاور - جنوب باختری بوده و شامل واحدهای سنگ چینه ای زیر می باشد (شکل ۱-۲).

۱-۷-۱- واحد Mth

بخشی سترگ از ورقه تویسرکان را سنگهای شیستی خاکستری - نقره ای تا خاکستری رنگ می پوشاند. این واحد سنگی بطور معمول زیر نام شیست ها یا اسلیت های همدان شناخته شده از ضخامت و گسترش زیادی برخوردارند و رخنمونهای آن در ورقه های سنقر، همدان، ملایر، نهاوند، قره، کوهین و ... نیز دیده شده است. در این سنگها، دست کم، دو فولیاسیون و لیناسیون خوبی قابل تشخیص

است و لیتولوژی کنونی آنها را بطور عمده شیست با میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های دگرگونه و گدازه‌های دگرگونه اسیدی و بازیک (Bimodal) می‌سازد. سنگ خاستگاه اولیه واحد یاد شده بیشتر شیل و ماسه‌سنگ (پلیتی) است و عدسی‌های سنگ آهکی و مواد حاصل از فوران‌های آتشفشانی نیز در میان آنها تشکیل شده است. رخساره دگرگونی این سنگها در حد شیست سبز است. بیشتر بصورت کلریت - موسکویت شیست کربنات دار یا کوارتز- سریسیت شیست در قسمت‌های پلیتیک و شیست سبز در بخشهای آذرینی دیده می‌شود. ضخامت واحد M^{th} به گمان به حدود ۲۰۰۰ متر می‌رسد. زیر واحد L.S در شمال ورقه شامل توالی شیست و آهک‌های خاکستری تبلور دوباره یافته است که با وجود دگرگونی در آنها آثار فسیلی شبیه مرجان‌ها و جلبک‌ها دیده می‌شود، لیکن بدلیل از میان رفتن ساختمان فسیل قابل تشخیص نیستند. در درون واحد دو مجموعه با رخساره سنگ‌شناسی متفاوت رخنمون دارد که زیرنام دو مجموعه M^{tc} و M^{ta} مشخص شده است.

۱-۷-۲- واحد M^{ta}

از دید چینه‌نگاری زیرترین طبقات رخنمون یافته در سطح ورقه و در کوه آلبابولاغ است، دربرگیرنده مجموعه رسوبی - آتشفشانی با ضخامتی در حدود ۴۰۰-۳۰۰ متر است. ترکیب کلی سنگ‌های آن متاریولیتی، متاریوداسیتی، متاولکانیک‌های

بازیک تا متوسط، سنگ آهک مرمریتی، دولومیتی و اسکاپولیتی شده و سنگهای متاپلیتیک است.

سنگهای متاریولیتی - متاریوداسیتی بیشترین حجم مجموعه یادشده را می سازند و بسان گدازه، توف و پیروکلاستیک در افقهای ناهمسان نمایان شده اند. بیشتر رنگ ظاهری سفید تا خاکستری روشن، گاهی سفید متمایل به صورتی کم رنگ دارند. بافت اولیه این سنگها پورفیریتیک با زمینه کریپتومیکروکریستالین و حتی شیشه ای است و بافت کنونی آنها نماتوبلاستیک تا گرانوبلاستیک است. فنوکریست ها دربرگیرنده بلورهای پلاژیوکلان، فلدسپات آکالن، کوارتز و کمی میکا است. کوارتز میکرو و کریپتوکریستالین، ریز بلورهای فلدسپات (شاید فلدسپات آکالن)، تیغک های بیوتیت، اسفن، اپیدوت، موسکویت و کربنات کانیهای زمینه را می سازند و لوکوکسن، زیرکن، تورمالین، کانیهای تیره، اکسید آهن و ... کانیهای فرعی آنها هستند.

درون مجموعه M^{ta} سنگهای دگرگونه و بشدت متاسوماتیزه (متاسوماتیت) به رنگ سبز و سبز تیره رخنمون دارد که ترکیب اولیه آنها سنگهای آذرین بازیک تا متوسط (بازالت، تراکی آندزیت، آندزیت، تراکیت) است و بافت اولیه آنها در بخش های متابازیتی گرانولار تا پورفیریتیک با زمینه آفانیتیک و بافت کنونی آن ها در بیشتر جاها نماتوبلاستیک و گرانوبلاستیک میلونیتی شده است. کانیهای فرومنیزین اولیه پیروکسن (اغلب کلینوپیروکسن) و آمفیبول و کانیهای ثانوی ترمولیت - اکتینولیت، اپیدوت (پستاسیت، زوئیزیت، کلینوزوئیزیت)، اسفن، آپاتیت، اوپاک و اکسید آهن در آنها قابل

تشخیص است. مجموعه M^{ta} دست کم، دو رویداد دگرگونی با رخساره شیست سبز را تحمل کرده است. سنگهای این مجموعه گاهی ساخت و بافت گنایس چشمی دارند و در آنها پولکهای موسکویت و لکههای سفید چشمی فلدسپات (پلاژیوکلاز و ارتوز) پدیدار شده است. پدیدههای دگرسانی کانی‌هایی مانند سربیسیت، اپیدوت، کلریت، ترمولیت و اکتینولیت را پدید آورده است. تهاجم سیالات گرمایی با شکل‌گیری اکسیدهای آهن آبدار و کربناتهای ثانوی در درزه‌ها و شکستگیهای سنگها نمود یافته است. در بخش‌های کریستال توف و توف‌های شیشه‌ای ریولیتی کانی سانیدین درشت بلور در زمینه‌ای مخفی بلور دیده می‌شود که در اثر فعالیت‌های تکتونیک به شدت خرد شده اند و کوارتز - فلدسپات آنها میکرو برشی شده است. سنگهای متاسوماتیتی با ترکیب اولیه متوسط تا اسیدی و بافت‌های نخستین پورفیریتیک با زمینه‌های آفانیتیک، میکرولیتیک، میکروکریستالین، اینترسرتال، گلومروپورفیریتیک داشته، در آنها جهت یافتگی کانیها و میلونیتی شدن بارز است. سنگهای کربناتی بیشتر سبتر تا متوسط لایه‌اند و در آنها افزون بر اسکاپولیت ناخالصی‌های تالک، بیوتیت، موسکویت، اپیدوت دیده می‌شود. در مواردی به کالک شیست و کالک میکاشیست تغییر یافته‌اند. این سنگها بافت‌های شیستوز تا دیابلاستیک با بلورهای درشت موزائیکی و جهت یافته دارند. بخش‌های متاپلیتیک این مجموعه بیشتر فیلیت و اسلیت با سبترای کم است که در بین سایر نهشته‌ها با رنگ ظاهری خاکستری تا سبز خاکستری قرار گرفته‌اند. بافت

آنها شایسته است و از کانی‌های کوارتز، میکا، کلریت، فلدسپات، لوکوکسن، کلسیت و کانی تیره تشکیل یافته‌اند.

در چندین نقطه مانند شمال روستای باباعلی، رگه‌های کوارتز و کوارتز - کیانیت‌داری بوجود آمده که متاریولیت‌ها را بریده‌اند، شکل‌گیری رگه‌های مذکور در ارتباط با محلول‌های پنوماتولیتیکی بوده و از تغییر کانیهای رسی متاریولیت‌ها (کوارتز + کائولینیت به پیروفیلیت و آب و پس از آن به کانیهای کوارتز و کیانیت آبدار) حاصل شده‌اند. گواهان دگرگونی همبری در این مجموعه با بودن لکه‌های دربردارنده کانیهای گروه اپیدوت (زوئیزیت و کلینوزوئیزیت)، پرهنیت، اکتینولیت، کلریت، گروسولر، کلسیت، اسکاپولیت، ولاستونیت، دیوپسید، همتایت و ... در گستره‌ای بسیار محدود و در همبری توده‌های نفوذی گابرویدیوریتی کوه آلمابولاغ (واحد d) پدید آمده است.

۱-۷-۳- واحد M^{tc}

رخنمون‌های این مجموعه در کوه‌های آلمابولاغ، خال برف، چقچقه، گودین و دیده میشود و حجمی شایان توجه از آنرا سنگ‌های آهکی - دولومیتی به رنگ خاکستری روشن و تیره با ساخت نواری و بافت دانه شکری پدید آورده است. مجموعه یاد شده که بر روی واحد M^{ta} جای دارد در اطراف روستای چنارشیخ (واقع در ورقه سنقر) از ضخامت زیاد و تنوع ترکیب سنگ شناختی برخوردار است و شامل توالی نامنظمی از

سنگهای آهکی با تبلور دوباره، مرمر و مرمر دولومیتی شده، سنگهای آتشفشانی دگرگونه بازیک و اسیدی، شیست، فیلیت، آمفیبول شیست، گروناشیست و کمی ماسه سنگ دگرگونه است که با نام مجموعه چنارشیخ یاد شده است. سنگهای آتشفشانی و نیمه آتشفشانی دگرگونه (متابازیک) دارای آثار بافت اولیه اینترسرتال است و بافت کنونی آنها نماتوبلاستیک است. کانیهای سنگ را آمفیبولهای منشوری و سوزنی کشیده (بطور عمده هورنبلند سبز، ترمولیت - آکتینولیت) اپیدوت، کوارتز، گرونا، اسفن، کربنات، کانیهای اوپاک و اکسید آهن تشکیل می دهد.

۷-۱-۴- توده های نفوذی

۷-۱-۴-۱- توده متادیوریت - گابروی آلمابولاغ (واحد d)

این توده در سه نقطه برونزد دارد ولی از دیدگاه گسترش بسیار کوچکتر از توده گابرویی الوند است. در میان نهشته های مجموعه M^{ta} نیز شماری دایک و یا آپوفیزهایی با ترکیب متامیکرودیوریتی - دلریتی رخنمون یافته است که با توده دیوریت - گابرویی آلمابولاغ وابستگی ژنتیکی دارند (این واحد بر روی نقشه زمین شناسی منطقه که از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ برگرفته شده است وجود ندارد اما در بررسی های صحرائی شواهد آن قابل مشاهده است). سنگهای وابسته به این توده بیشتر به رنگ خاکستری تا خاکستری روشن همراه با لکه های سبز و گاهی تیره دیده می شوند.

بافت کنونی این سنگها گرانوبلاستیک، نیمه شیستوز و لپیدوبلاستیک است و دارای بافت اولیه پورفیروئیدی، دانه ای ریزبلور تا متوسط، افیتیک و گاهی دلریتی اند و بخش عمده ای از فنوکریست های آنها را پلاژیوکلاز با ترکیب لابرادور - آندزین تشکیل می دهد که به شدت زیرتأثیر دگرسانی و متاسوماتیسم به کلریت، اپیدوت و کائولینیت تغییر یافته اند. کانیهای مافیک هم بیشترشان به کانیهای ثانویه فرواکتینولیت - ترمولیت، اپیدوت، کلریت، همتایت، ایلمنیت، اسفن، منیتیت و ... تجزیه شده اند. از نکات قابل توجه، حضور کانیهای مافیک سدیم دار از آن شمار آمفیبولهای سدیم دار ثانویه است که در درزه ها و شکستگیها همراه با رگه های اکسید آهن آبدار و کربنات کلسیم ثانوی پدیدار شده اند. پدیده های اسکاپولیت زایی به خرج کانیهای پلاژیوکلاز و تا اندازه ای آلپیت زایی و حتی بیوتیت زایی از جلوه های دیگر دگرسانی در این سنگها است.

در ضمن نشانه هایی ضعیف از کانیهای اسکارنی نیز در ارتباط با این توده دیده شده است. روند طولی رخنمونهای این توده به تقریب همسو با فولیاسیونهای عمومی دگرگونی بوده است و شواهدی از تأثیر دست کم، دو رویداد دگرگونی و متاسوماتیسم دیده می شود. درجه دگرگونی سنگهای توده یادشده در اندازه شیست سبز است. در ضمن در مواردی شدت دگرسانی آنها تا بدانجاست که به متاسوماتیت تبدیل شده اند شواهد روی زمین نشانگر سن پیش از ژوراسیک برای این توده می باشد. یادآور میشود که م. ولی زاده (۱۹۷۶) سن توده بازیک آلمابولاغ را بروش روییدیم - استرانسیم در حدود ۳۰ + ۱۴۴ میلیون سال (اواخر ژوراسیک) ذکر کرده است، اما با در

نظر گرفتن این واقعیت که در این سنگها چندین مرحله تحولات کانی شناسی صورت گرفته و حتی در آنها نسل های مختلف یک کانی مشاهده می شود، سنیابی یادشده بیانگر کهن ترین رویداد زمین شناختی نبوده و تنها می تواند زمان یکی از رویدادهای بوقوع پیوسته را مشخص نماید. درون واحد M^{fa} ، فیلون ها و یا سنگهای نفوذی کم عمق از جنس متاکوارتز مونزونیت، متامیکرودیوریت و متاکوارتز مونزونیت پورفیری رخنمون دارد که قابل تفکیک بر روی نقشه نبوده اند. این سنگها نیز بشدت دگرسان شده اند و به سنگهای متاسوماتیتی (متابازیت ها) تغییر یافته اند.

۱-۷-۴-۲- توده متاکوارتز سینیت (واحد sy)

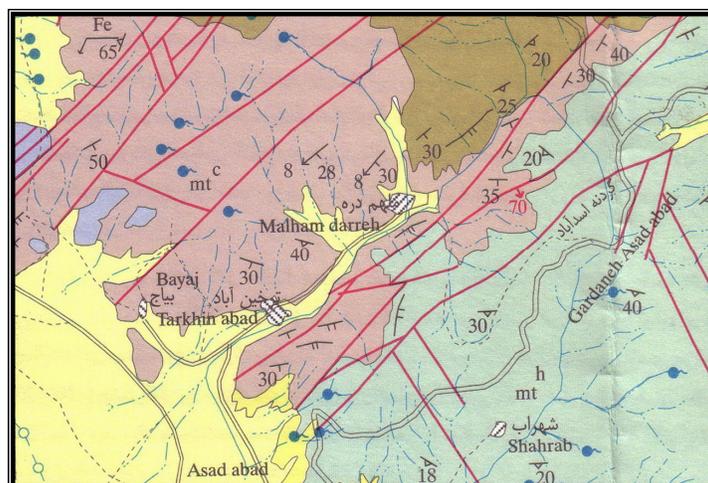
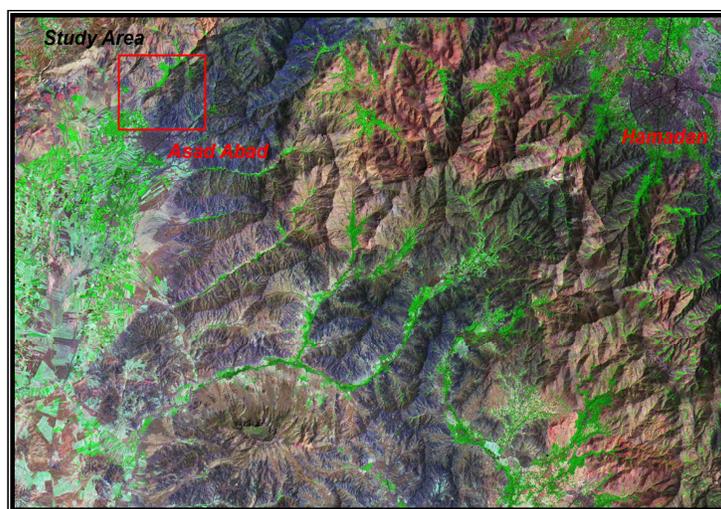
در کوه آلمابولاغ رخنمون هایی از سنگهای بیشتر متاکوارتز سینیتی دیده می شود که دارای ترکیب سنگ شناختی کوارتز سینیت، گرانودیوریت و کمی میکروکوارتز مونزوسینیت است. این سنگها توپوگرافی ملایمی دارند و در بیشتر جاها توسط واریزه ها پوشیده شده اند. گاهی نیز به مقدار کم توسط گرانیت های آکالن رگه ای قطع شده اند. سنگهای یاد شده بافت اولیه پورفیری با زمینه میکروگرانولار و یا میکروهلوکریستالین، گرانولار پرتیتی و گرافیکی دارند و بافت کنونی آنها بیشتر، پورفیروبلاستیک تا گرانوبلاستیک است که بصورت توده نفوذی کم ژرفا و دگرگونه برونزد یافته اند. ترکیب کانی شناختی آنها بطور معمول عبارت از فلدسپات آکالن، پلاژیوکلاز، کوارتز، آمفیبول، بیوتیت و ... است. میزان فلدسپات آکالن در بیشتر جاها

بیش از پلاژیوکلاز است و بصورت ارتوز پرتیتی و یا میکروکلین با ماکل پریکلین و تکراری دیده می شود. پلاژیوکلازها ترکیب آلبیت - الیگوکلاز با ماکل پلی سنتیتک و بافت آنتی پرتیتی دارند و دنداندار و خردشده اند و دارای حاشیه واکنشی با فلدسپات آلکالن هستند. کوارتز، نزدیک به ۱۰ تا ۲۰ درصد حجم سنگ را فراگرفته است و دارای پیکری بی شکل، دانه ریز، رشد توام با فلدسپات و آمفیبول سبز، رشد موزائیکی و خاموشی موجی، و رشد گرافیکی با فلدسپات آلکالن است. آمفیبولها دربرگیرنده هورنبلند، ترمولیت، اکتینولیت، آمفیبول سدیمدار و ... هستند و بیوتیتها نیز بصورت تیغهای ظریف و پولک همراه با آلانیت و کانی تیره و انکلوزیونهای زیرکن، بصورت مجتمع و جهت یافته دیده می شوند. کانیهای ثانویه شامل کانیهای رسی، کلریت، اپیدوت، زوئیزیت، لوکوکسن، اسفن، آپاتیت، بیوتیت، آمفیبول های نسل دوم، زیرکن، روتیل، کربنات، کانی تیره و اکسید آهن هستند.

این توده تحت تاثیر فرآیندهای دگرگونی، متاسوماتیسم و تنش های تکتونیکی قرار گرفته و به شدت دگرسان شده اند و دست کم یک رویداد دگرگونی در حد شیست سبز را تحمل کرده است. شواهد روی زمین سن پیش از ژوراسیک را برای توده یاد شده نشان می دهد که بدلیل داشتن انکلاوهای متادیوریت - گابروئی جوانتر از واحد d هستند (این واحد بر روی نقشه زمین شناسی منطقه که از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ برگرفته شده است وجود ندارد اما در بررسی های صحرایی شواهد آن قابل مشاهده است).

۱-۷-۴-۳- نهشته های آبرفتی

این واحد شامل نهشته های آبرفتی مخروط افکنه ای، پادگانه های جواندشت ها (Q^{t2}) و پادگانه های قدیمی رودخانه ای (Q^{t1}) بوده و شامل رس، سیلت همراه با قطعات سنگهای دگرگونه و گرانیتوئیدی است و بخشهای فرو رفته جنوب باختری محدوده مورد بررسی را میپوشاند.



شکل ۱-۳- نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه (برگرفته از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تویسرکان)

۸-۱- زمین شناسی اقتصادی

آهن: کانی زایی آهن در نزدیکی روستای باباعلی و چنارعباس خان برونزد دارد. این کانسار از نوع اسکارنی است و کانی های اصلی آن شامل مگنتیت، هماتیت، پیریت و گوتیت میباشد.

سرب و روی: کانی زایی ضعیفی از سرب و روی در ناحیه ویرایی به صورت رگه های هیدروترمال در حاشیه گرانیته الوند و هورنفلس های آن گزارش شده است.

طلا: کانی زایی ضعیفی از طلا (۵۲-۳۲۰ ppb) در مناطق چشمه قصابان، دره مرادبیک، دره مریانج و دره گنجامه به صورت رگه های هیدروترمال در رگه های کوارتز- آنکریت و کوارتز- میکا گزارش شده است.

بطور کلی در محدوده مورد بررسی کانی سازی آهن از نوع اسکارن - دگرگونه ، کانی سازی رگه ای پلی متال - طلا دار و وابسته به فازهای گرمابی توده های گرانیته ویدی ، کانی سازی طلای تیپ (Sheared Zone) در این منطقه قابل پی جویی است که در این بررسی ها به آن توجه ویژه خواهد شد، ضمناً کانی سازی کبالت تیپ اقلید و کانی سازی پلی متال - تنگستن دگرگونی اسکارن مشابه چاه کلب نیز در این منطقه قابل بررسی است که در این مطالعات مورد توجه قرار خواهد گرفت.

فصل دوم

اکتشافات ژئوشیمیایی

۲-۱- مقدمه

اکتشافات ژئوشیمیایی امروزه بعنوان یکی از لایه‌های اطلاعاتی در اکتشافات مواد معدنی در جهان شناخته شده است. گستره میدان آنالیزهای ژئوشیمیایی، حد تشخیص و حساسیت مناسب دستگاههای آنالیزکننده و دقت آنها امکان آنالیز متغیرهای گوناگون ژئوشیمیایی را فراهم میکند که روشهای متنوع در پردازش داده‌ها با هدف اخذ نتایج بهینه به همراه نرم‌افزارهای مناسب و کارا به عنوان دست‌افزارهایی یک ژئوشیمیست نیل به اهداف اکتشافی را تسهیل میکند.

در حقیقت تحولات سالهای اخیر را میتوان به عنوان انقلاب در سیستم‌های اکتشافی قلمداد نمود که در راستای آن دستاوردهای شایان توجه در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی حاصل شده که حاصل تلاش بی وقفه اساتید این شاخه و پیگیری رهروان این علم است.

حجم عظیم اطلاعاتی که در چرخه داده پردازشی‌های ژئوشیمی اکتشافی وارد شده، کارشناسان را برآن می‌دارد که پس از رقومی کردن آنها به راه‌حلهایی متوسل شوند که نتیجه آن دستیابی به مناطق پرپتانسیل و امیدبخش است. کارآیی سیستم کلاسیک اکتشافی و تکیه بر یافته‌های عینی در صحرا، امروزه در اکتشافات جایگاه مقبولی ندارد. هنر اکتشافات با در نظر گرفتن قوانین آمار و احتمالات و با علم بر احتمال تمرکز مواد معدنی، احتمال کشف و دسترسی به اهداف اکتشافی را سالم تر و آسان تر مینماید. یکی از راههای مرکزیت اکتشافی صنایع و معادن، اولویت‌بندی اکتشافی و

تحقق پیش زمینه آن یعنی تهیه نقشه و تدوین گزارشات اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ است. در این راستا طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سراسری کشور تنظیم و بصورت برنامه‌ای میان مدت و بلند مدت به تقریب به پایان رسید. پیرو اتمام نقشه های ۱:۱۰۰/۰۰۰ ژئوشیمیایی، طرح اکتشافات نیمه تفصیلی در مقیاس ۱:۲۵/۰۰۰ در محدوده مناطق امیدبخش در دستور کار متولیان امور اکتشاف قرار گرفت و پیرو این راه، محدوده های امیدبخش اکتشافی بصورت پیمانی (شرکت‌های مهندسیین مشاور) در دستور کار عملیات اکتشافی قرار گرفت. محدوده اکتشافی تویسرکان نیز یکی از نواحی اولویت دار اکتشافی پیمانی است که به شرکت مهندسیین مشاور پیوند معدن آراء محول شد.

۲-۲- انتخاب محیط

در اکتشافات ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس، نمونه برداری از رسوب‌های آبراه‌های هدف اول عملیات صحرایی است. انتخاب محیط مناسب نمونه برداری از اهمیت بسزایی برخوردار است که همچنان در بررسی ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۲۵/۰۰۰ بهترین مکان برای نمونه برداری رسوبات رودخانه ای است (با توجه به جغرافیای طبیعی، توپوگرافی و زمین شناسی ایران) که خود معلول شرایط گوناگون آب و هوایی، وضعیت زمین شناسی، توپوگرافی، کانی سازی و هم چنین شیب آبراهه ها و شیب کلی منطقه است.

میزان بارندگی در محیط های گوناگون عامل مهمی در ایجاد درجات متفاوتی از انواع فرسایش مکانیکی و شیمیایی و میزان انتقال رسوبات است و ارتفاع نیز در شدت و نوع فرسایش و انتقال رسوبات در مناطق مختلف نقش بسزایی ایفا میکند.

با بررسی کامل حوضه های آبریز طراحی و برداشت نمونه ها، امکان بررسی نهایی و دستیابی به اطلاعات حوضه های بالادست فراهم می آید و این خود راهنمای مناسبی برای رسیدن به آنومالی های احتمالی است. در راستای جلوگیری از خطای نمونه برداری شایسته است که نمونه از رسوبات آبرفتی از سطح تا عمق (حداکثر عمق ۵۰ سانتیمتر برای نمونه های کانی سنگین) برداشت شود. هم چنین نمونه از محیط غیر همگن و از مرکز آبراهه برداشت شود. در مواردی مشاهده شده که نمونه بردار در جهت سهولت و سرعت کار محل نمونه را در بخش کناری آبراهه و در جایی که نهشته های آبرفتی پوشیده از سیلت و رس است انتخاب کرده که این محل ها در بسیاری از موارد نمی توانند گویای انتشار و انتقال رسوبات از محیط های اولیه بالادست به این نقاط باشند.

۲-۳- طراحی شبکه

یکی از مراحل مهم و اساسی هر فاز اکتشافات ژئوشیمیایی طراحی نقاط نمونه برداری است که بعنوان اساس و پایه کار میبایست بدون خطا یا با کمترین خطا صورت گیرد. طراحی یاد شده با بررسی و شناخت حوضه های آبریز یا شبکه آبراهه

ها و با هدف نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای انجام میگیرد. البته عوامل گوناگونی می تواند در طراحی نمونه ها دخیل باشد که از آن جمله میتوان به رخنمونهای سنگی، پوشش گیاهی، مزارع و مناطق کشاورزی اشاره کرد.

در هر حال ابتدا با بررسی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه، محدوده حوضه های آبریز بررسی و سیستم آبراهه ها تکمیل میشود، سپس با استفاده از نقشه زمین شناسی منطقه و با در نظر گرفتن واحدهای سنگی مستعد کانی سازی، توده های نفوذی، همبری های مهم، سیستم های گسلی، معادن قدیمی، فعال و همچنین با استفاده از نقشه ژئوفیزیک هوایی و بررسی شواهد موجود در آن از جمله گسل های پنهان، وضعیت توده های نفوذی نیمه عمیق و سرانجام بررسی وضعیت جغرافیایی منطقه، راه های دسترسی و با توجه به زمان و بودجه پروژه، امر طراحی نمونه ها در محدوده مورد مطالعه انجام میشود. برای طراحی بهینه نمونه ها و انتخاب مناسب ترین نقاط علاوه بر زمان و بودجه، معیارهای زیر می باید مورد توجه قرار گیرد.

- دستیابی به توزیع یکنواخت نمونه ها در کل نقشه

- رعایت چگالی نمونه های ژئوشیمیایی و کانی سنگین برپایه استاندارد جهانی و ویژگی هر نقشه.

- توزیع همگون و تا حد امکان یکنواخت نمونه ها متناسب با سطح حوضه آبریز و تعداد انشعاب آن .

- اولویت به رسوبات رودخانه ای که سنگ بستر خود را قطع میکنند .

- بررسی و امکانات جاده‌ای و در نظر گرفتن شرایط اسکان در نزدیکترین محل به نقشه .

پس از این مرحله نقشه‌های توپوگرافی مربوط به محدوده اکتشافی اسکن و برای رقومی کردن محل نمونه‌ها، آبراهه‌ها، جاده‌ها و ... از نرم‌افزارهای *Arctview, GIS* استفاده شده و با نرم افزار لیست نمونه‌ها همراه با مختصات آنها در سیستم تهیه و جهت عملیات صحرائی آماده میگردد. مختصات دقیق هر نمونه همراه با نقشه‌های نمونه‌برداری و دستگاه *GPS* کمک شایانی را در تسهیل امر نمونه‌برداری به خصوص در مناطق دشت و بیابان می‌نمایند. بطور کلی در محدوده اکتشافی تویسرکان تراکم نمونه‌برداری برای نمونه‌های ژئوشیمی به تقریب برای هر کیلومتر مربع ۵ نمونه و برای نمونه‌های کانی سنگین ۲ نمونه بوده است.

۲-۴- عملیات صحرائی

مراحل گوناگون اکتشافات ژئوشیمیایی همچون طراحی نمونه، نمونه‌برداری، آنالیز نمونه‌ها، داده‌پردازی، بررسی و تدوین گزارش همانند دانه‌های زنجیر بهم پیوسته میباشند و از آنجا که داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌ها در مرحله داده‌پردازی و تعیین نواحی آنومالی نقش اساسی را برعهده دارند ، لذا دقت در نمونه‌برداری همچون دیگر مراحل بسیار مهم است.

در محدوده اکتشافی تویسرکان، با توجه به سابقه نمونه برداری قبلی از این ناحیه در عملیات صحرایی (مرحله ناحیه‌ای ۱۰۰/۰۰۰:۱) و انتخاب اندازه دانه بندی نمونه‌های ژئوشیمیایی در حد ۲۰۰ مش و پارامترهایی همچون اکتشاف طلا و کمبود زمان، مش نمونه برداری در این مرحله همچون فاز ناحیه‌ای ۱۲۰ مش انتخاب گردید. نمونه های ژئوشیمی در صورت خشک بودن محل نمونه برداری از جزء ۱۲۰ مش برداشت و در صورت خیس بودن ابتدا نمونه‌ها خشک شده، سپس با الک ۱۴۰ مش مورد جدایش قرار گرفته است. وزن نمونه‌های برداشت شده با توجه به اندازه دانه بندی حدود ۲۰۰-۳۰۰ گرم می باشد. گروه نمونه بردار با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ و مختصات نقاط ثبت شده در دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS) نمونه ها را برداشت کردند. نمونه ها پس از مرحله آماده سازی صحرایی در کیسه های مناسب و دولایه ریخته و شماره آنها بصورت برچسب و همچنین بصورت اتیکت درون نمونه ها ثبت میشود. لیست نمونه های برداشت شده در پایان هر روز کنترل و انتقال شماره های نهایی به نقشه های اصلی پیشرفت کار ادامه می یابد.

پس از طراحی محل نمونه ها ، ۴ گروه نمونه بردار در منطقه مورد مطالعه مستقر شده و با توجه به شرایط توپوگرافی سخت منطقه، در طی ۱۵ روز کاری نمونه برداری انجام پذیرفت.

جهت کدگذاری نمونه ها در محدوده اکتشافی تویسرکان از کدهای *TU-86-1 (G)*

و *TU-86-1 (H)* استفاده شده است که *(TU)* نام محدوده مطالعاتی تویسرکان، *(1386)*

سال نمونه برداری و (G) نمونه های ژئوشیمیایی و (H) کانی سنگین میباشد، لازم به ذکر است در کد TU-86-1 (G) تنها نمونه های ژئوشیمیایی و با وزنی در حدود ۱۵۰-۲۰۰ گرم برداشت شد اما در کد مشخص شده با TU-86-1 (H) به طور همزمان نمونه های ژئوشیمیایی و کانی سنگین (۷ لیتر با جزء زیر الک ۲۰ مش) برداشت شده است. نمونه های کانی سنگین در کیسه های ضخیم بسته بندی و کدگذاری شد و جهت حفظ شماره نمونه ها، شماره نمونه در کیسه های کوچک قرار گرفت و در درون نمونه های کانی سنگین جاسازی شد که جهت آماده سازی در انبار موجود بوده که با نظر مساعد ناظر محترم عملیات آماده سازی بر روی آن انجام خواهد شد. در بررسی های صحرائی، هرگونه عارضه ای مهم در خصوص کانی زایی اعم از دگرسانی، رگه و رگچه های سیلیسی و ... برداشت و بر روی نقشه پیشرفت مشخص میشود.

با توجه به مساحت محدوده مطالعاتی (حدود ۷۳/۵ کیلومتر مربع) در این پروژه لازم است تعداد ۳۷۰ نمونه ژئوشیمیایی و ۱۴۰ نمونه کانی سنگین برداشت شود اما تغییرات ایجاد شده توسط ناظر محترم باعث افزایش تعداد نمونه ها ژئوشیمیایی به تعداد ۴۶۰ نمونه شد که بسیار بیشتر از شرح خدمات بود که در طی مکاتبات و گفتگوهای شفاهی به ۳۷۰ نمونه کاهش یافت (پیوست ۷).

۲-۵- آماده سازی و آنالیز نمونه‌ها

بخشی از مرحله آماده سازی نمونه‌ها با انتخاب قطر بهینه ذرات بوسیله الک ۸۰ مش در صحرا انجام میگردد. نمونه‌ها پس از کنترل نهایی شماره‌ها همراه با لیست مربوطه جهت نرمایش تا مرحله جزء ۲۰۰ مش به قسمت نمونه کوبی ارسال و سپس به آزمایشگاه زرآزما ارسال شد.

۲-۶- تحلیل دقت آنالیزهای دستگاهی

یکی از پارامترهای شاخص و تعیین کننده در راستای تهیه گزارش اکتشافی ژئوشیمیایی بررسی صحت و دقت آنالیزهای انجام شده بر روی نمونه‌های ژئوشیمیایی است.

صحت آنالیزها را بطور معمول می‌توان با شاخص‌هایی همچون لیتولوژی سنگهای در بر گیرنده، حوضه نمونه برداری، وضعیت زمین ساخت، مقایسه با نتایج بدست آمده از مطالعات کانی سنگین، نتایج بدست آمده از نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی، اثرات شناخته شده معدنی، پاراژنز عنصری و ... مشخص و معین ساخت. پس از اطمینان از درستی نتایج حاصله می‌توان به بحث درباره دقت نتایج بدست آمده پرداخت.

روش بکار برده شده جهت تخمین میزان خطای آنالیزهای شیمیایی روشی است که توسط محققین کالج سلطنتی لندن در سال ۱۹۷۸ ارائه و در جزوات ژئوشیمی

اکتشافی، استفاده از آن در بررسی ژئوشیمیایی آبراهه‌ای توصیه شده است (تامسون و هاوارث). در این روش در یک سیستم مختصات تمام لگاریتمی بر روی محور افقی میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های اصلی و نمونه‌های تکراری متناظر با آن و بر روی محور قائم قدر مطلق اختلاف بین دو اندازه‌گیری آورده می‌شود. دیاگرام فوق بعنوان نمودار کنترلی خوانده می‌شود. در این دیاگرام خطوط مایلی دیده می‌شوند که معرف سطح دقت مورد نظر (معادل ۱۰٪) می‌باشند. حال اگر مجموع نقاط طوری در نمودار کنترلی توزیع شوند که ۹۰٪ آنها زیر خط پایینی و ۹۹٪ آنها زیر خط بالایی قرار گیرند، در این صورت خطای آنالیز ۱۰٪ خواهد بود، در جدول شماره ۱ نمونه‌های اولیه و تکراری ثبت و درج شده است. بر پایه مقایسه نمودارهای کنترلی با نمونه‌های اصلی می‌توان گفت که میزان اندازه‌گیری شده تمامی متغیرها خطایی پایین تر از ۱۰٪ داشته است که نشان دهنده دقت آنالیزهای انجام شده است، به منظور کنترل دقت آزمایشگاه، ۳۰ نمونه تکراری بطور کاملاً تصادفی (جدول ۲-۱) از نمونه‌های اولیه جدا شد که نتایج آنالیز آن در پیوست ۱ ارائه شده است.

جهت تخمین دقت آزمایشگاه از نمودار کنترلی یا نمودار تامپسون (نمودار ۲-۱) و روش محاسباتی میزان خطاهای آنالیز شیمیایی نمونه‌ها استفاده شده است که نتایج آنها در جدول شماره ۲-۲ و پیوست ۲ ارائه شده است که با توجه به خطای محاسبه شده می‌توان گفت:

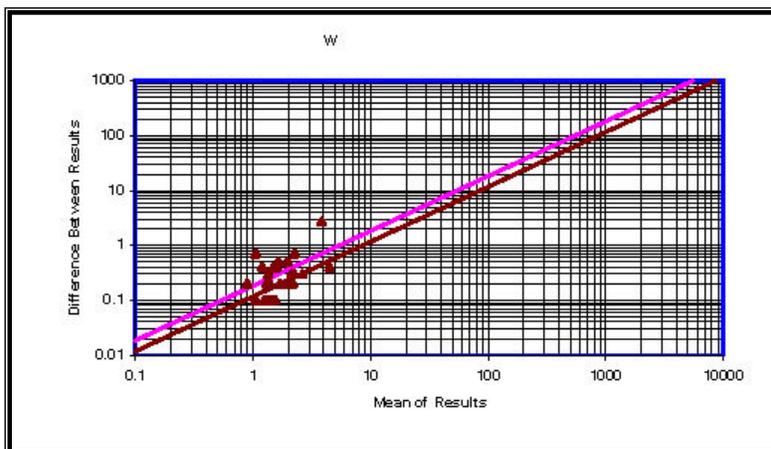
میزان خطای اندازه گیری در مورد عناصر Ni, V, Mn, Ba کمتر از ۱۰ درصد می باشد که کاملاً قابل قبول می باشد.

میزان خطای اندازه گیری در مورد عناصر La, Co, U, Ce, Pb, Sb, Cu, Ag, W, Te, Hg بین ۱۰ تا ۲۰ درصد است که تقریباً قابل قبول می باشد.

میزان خطای اندازه گیری در مورد عنصر Au بین ۲۰ تا ۳۰ درصد است که تا حدودی میتوان به آن استناد نمود.

جدول ۱-۲- لیست نمونه های اصلی و تکراری در محدوده مطالعاتی تویسرکان

ORIGINAL SAMPLE	DUPLICATE SAMPLE	ORIGINAL SAMPLE	DUPLICATE SAMPLE
Tu-۵۷	HA, ۱	Tu-۱۱۲	HA, ۲۳
Tu-۴۱۸	HA, ۱۰	Tu-۲۲۷-H	HA, ۲۴
Tu-۳۴۰-H	HA, ۱۱	Tu-۲	HA, ۲۵
Tu-۴۱۱	HA, ۱۲	Tu-۷۶-H	HA, ۲۶
Tu-۸۱	HA, ۱۳	Tu-۱۶-H	HA, ۲۷
Tu-۱۴۰	HA, ۱۴	Tu-۴۵۵	HA, ۲۸
Tu-۱۸۰	HA, ۱۵	Tu-۱۳	HA, ۲۹
Tu-۲۲	HA, ۱۶	Tu-۲۷-H	HA, ۳
Tu-۴۰۴	HA, ۱۷	Tu-۸۹-H	HA, ۳۰
Tu-۳۰	HA, ۱۸	Tu-۴۶۱	HA, ۴
Tu-۹۶	HA, ۱۹	Tu-۱۱۰-H	HA, ۵
Tu-۲۱۲-H	HA, ۲	Tu-۷۰	HA, ۶
Tu-۴۳۸	HA, ۲۰	Tu-۴۳۲	HA, ۷
Tu-۹	HA, ۲۱	Tu-۲۰۳-H	HA, ۸
Tu-۱۹۹	HA, ۲۲	Tu-۳۰۰	HA, ۹



نمودار ۲-۱- نمودار خطاگیری تامپسون برای عنصر تنگستن در نمونه های تکراری تویسرکان

جدول ۲-۲- خطای محاسبه شده برای نمونه های تکراری در محدوده مطالعاتی تویسرکان

Element	Ba	Mn	Ni	V						
Relative Error%	۶,۷	۸,۶۱	۸,۶۵	۸,۳۷						
Element	La	Te	Co	Zr	U	Sb	Mo	Ag	Pb	Ce
Relative Error%	۱۰,۲	۱۱,۷۶	۱۲,۳۹	۱۲,۸۸	۱۴,۰۶	۱۴,۸	۱۴,۸۸	۱۴,۹۱	۱۴,۹۲	۱۵,۸۴
Element	Cu	Bi	Hg	Sn	Cr	Zn	As	W	Cd	
Relative Error%	۱۶,۰۳	۱۶,۱۷	۱۶,۲۸	۱۶,۵۹	۱۶,۹۲	۱۷,۴۹	۱۸,۱۳	۱۹,۲۴	۱۹,۶۴	
Element	Au									
Relative Error%	۲۱,۹									

۲-۷- مطالعه آماری تک متغیره

در بررسی‌های ژئوشیمیایی به هر عنصر یا اکسید یا هر ترکیبی که بررسی آنالیز نمونه آن انجام میشود متغیر گفته میشود. در مطالعات آماری تک متغیره ($n=1$) پردازش روی مقادیر یک متغیر بدون در نظر گرفتن بقیه متغیرها صورت میگیرد. این مطالعات شامل محاسبات پارامتری آماری، نرمال سازی، رسم نمودارها، تهیه جداول مقادیر ($\bar{X} + ns$) برای داده‌های نرمال، جدایش مقادیر خارج از رده و رسم نقشه برای هر عنصر میباشد.

۲-۸- فایل بندی داده های خام

با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از داده پردازش‌ها با استفاده از رایانه انجام میشود، لذا قبل از شروع پردازش باید کنترل شده و شکل و اندازه (*Format*) ویژه نرم افزارهای آماری مانند *SPSS* و *Excel* و... را بپذیرد. این عمل برای تمامی ۴۶۰ نمونه ژئوشیمیایی و ۳۰ نمونه تکراری در محدوده اکتشافی تویسرکان انجام شده است. در این قالب در ستون اول شماره نمونه، در ستون‌های بعدی مختصات جغرافیایی نمونه‌ها و عیار عناصر گوناگون نمایش داده شده است.

۲-۹- پردازش داده های سنسورد

داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود، که توسط آزمایشگاه به صورت مقادیر کمتر یا بیشتر از یک عدد (حد تشخیص دستگاه آنالیزکننده) گزارش می‌شوند که

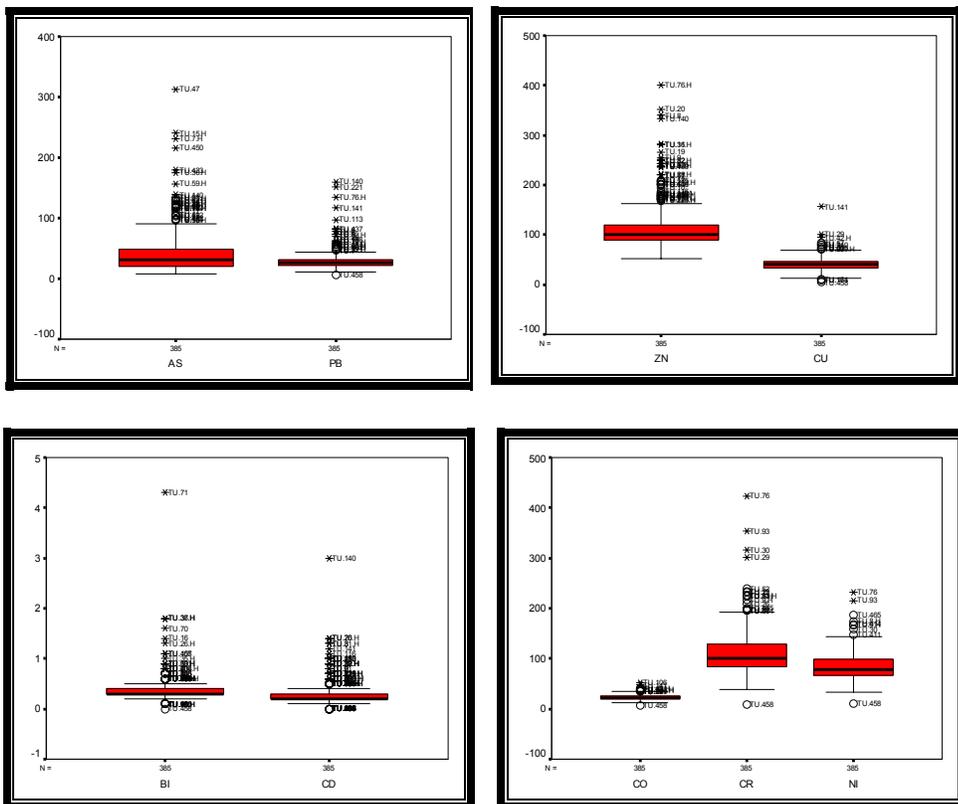
به ترتیب متناظر با علامات a و b هستند. معنی علامت a این است که مقدار عنصر مورد سنجش موجود در این نمونه کمتر از حد تشخیص دستگاه است. در این مورد حد تشخیص دستگاه یا توانایی تشخیص آن حداقل a گرم در تن می باشد. معنی علامت b این است که مقدار عنصر مورد سنجش موجود در این نمونه بیشتر از حد تشخیص دستگاه است. در این مورد حد تشخیص دستگاه یا توانایی تشخیص آن حداکثر b گرم در تن می باشد.

داده های سنسورد برای داده پرداز و به ویژه نرم افزارهای مورد استفاده معنایی ندارد. زیرا نرم افزارهای داده پرداز فقط داده عددی را به ازای هر متغیر (عنصر) و هر شماره نمونه می شناسد. بنابراین بایستی داده های سنسورد با بهترین مقدار عددی جایگزین شوند. این اعداد که توسط فرمولها و روشهای گوناگون محاسبه می شوند، فقط هنگامی جایگزین می شوند که تعداد کل داده های سنسورد نسبت به کل داده ها از حد معینی فراتر نباشد. با بررسی داده های سنسورد و روش های جایگزینی آنها به جای مقادیر سنسورد در حد بالا ($b >$) $4/3$ و بجای مقادیر سنسورد حد پایین ($a <$) $3/4$ جایگزین می شود. انتخاب بهترین مقدار برای جایگزینی داده های سنسورد امر مهم و حساسی است زیرا تعداد زیاد سنسوردهای حد پایین، حد زمینه را پایین برده و آنومالی ها را کمرنگ می کند. هنگامی که تعداد داده های سنسورد نسبت به کل داده ها (درصد داده های سنسورد) بیشتر از حد معینی باشند، بهترین راه حذف عنصر

مورد نظر از جریان داده پردازی است. در محدوده اکتشافی تویسرکان برای هیچ عنصری مقادیر سنسورد گزارش نشده است.

۲-۱۰- جدایش مقادیر خارج از رده

مقادیر خارج از رده به مقادیری گفته میشود که به نحو چشمگیری خارج از مقادیر داده‌ها در آخرین حد مقادیر کم یا زیاد قرار داشته باشند، لازم به ذکر است این مقادیر می‌توانند ناهنجاری محسوب شده و می‌توان آنها را به مناطقی که دارای کانی‌سازی هستند، منتسب کرد. برای تشخیص و تعیین مقادیر خارج از رده استفاده از نمودار جعبه‌ای (Box-Plot) می‌باشد که یکی از طرق تعیین مقادیر خارج از رده میباشد، در محدوده اکتشافی تویسرکان در راستای محاسبات پارامتری آماری و رسم نقشه‌های ناهنجاری از روش جدایش مقادیر خارج از رده از نمودار جعبه‌ای استفاده شده است (نمودار ۲-۲) (جدول ۲-۳).



نمودار ۲-۲- نمودار جعبه‌ای برای تعدادی از عناصر در محدوده تویسرکان

جدول ۲-۳- مقادیر خارج از رده در محدوده تویسرکان

عنصر	مقادیر بالای خارج از رده	مقادیر پائین خارج از رده
Ag	TU.85.H	TU.111.H
As	TU.47	TU.35
Au	TU.415	TU.1
Ba	TU.106	TU.6
Bi	TU.71	TU.175
Cd	TU.140	TU.107
Ce	TU.100.H	TU.104
Co	TU.106	TU.458
Cr	TU.76	TU.50
Cu	TU.141	TU.209.H
Hg	TU.109.H	TU.105.H
Ia	TU.106	TU.74
Li	TU.194	TU.133
Mn	TU.106	TU.1
Mo	TU.62.H	TU.20
Ni	TU.76.H	TU.411
Pb	TU.140	TU.7
Sb	TU.140	TU.36
Sn	TU.32	TU.20
Sr	TU.10	TU.130
Te	TU.220	TU.85.H
U	TU.106	TU.1.H
V	TU.29	TU.84.H
W	TU.21	TU.81.H
Zn	TU.76.H	TU.225.H
Zr	TU.458	TU.32

۲-۱۱- پردازش های آماری

۲-۱۱-۱- پارامترهای آماری

پارامترهای آماری در سه گروه پارامترهای مرکزی (Central Tendency)،

پارامترهای پراکنندگی (Dispersion) و پارامترهای توزیعی (Distribution) طبقه بندی

میشوند. گروه اول شامل میانگین (\bar{X}) که میزان تمایل به مرکز داده‌ها را مشخص میکند، گروه دوم شامل انحراف معیار (S) و واریانس و بیشترین و کمترین مقدار داده‌هاست که میزان پراکندگی داده‌ها نسبت به میانگین را مشخص میکنند، گروه سوم شامل چولگی (Skewness) و کشیدگی (Kurtosis) است که به ترتیب میزان تقارن حول میانگین و تیزی منحنی را نشان میدهند.

انتظار یک ژئوشیمیست در مقیاس ناحیه ای، داشتن جوامع لاگ نرمال با چولگی مثبت است، زیرا در این جوامع مقادیر بالا با فراوانی اندک میتواند معرف پتانسیل های اقتصادی باشند. جوامع لاگ نرمال به جوامعی گفته میشود که لگاریتم داده‌های آن جوامع دارای توزیع نرمال باشد.

کمترین مقادیر چولگی داده‌های خام را عنصر باریوم با مقدار ۰/۴۴ نشان داده و کمترین کشیدگی مربوط به عنصر زیرکونیم با مقدار ۰/۷۵ میباشد. در ضمن بیشترین میانگین مربوط به عنصر منگنز با مقدار ۱۱۱۸ و کمترین میانگین مربوط به عنصر جیوه با مقدار ۰/۰۹ میباشد علاوه بر آن بیشترین انحراف استاندارد و واریانس مربوط به استرانسیوم با مقادیر ۱۳۰/۵۴ و ۱۷۰۴۰ و کمترین انحراف استاندارد و واریانس مربوط به جیوه با مقدار ۰/۰۹ و ۰/۰۱ است.

جدول ۲-۴- پارامترهای آماری داده‌های خام در محدوده توپسرکان

Element	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
Sb	1.97	1.70	1.70	1.65	2.73	10.20	144.84	0.20	27.20
Sr	163.17	140.00	145.00	130.54	17040.55	8.83	90.24	84.00	1720.00
Bi	0.39	0.30	0.30	0.29	0.08	7.83	94.30	0.00	4.30
Au	2.42	2.00	2.00	2.08	4.34	6.04	69.51	0.00	29.00
Sn	3.12	2.90	2.80	1.24	1.55	5.63	46.68	1.60	14.90
Pb	29.53	26.50	25.50	15.75	248.14	4.62	29.19	7.00	160.00
Cd	0.31	0.20	0.20	0.26	0.07	4.36	33.82	0.00	3.00
Te	0.06	0.00	0.00	0.17	0.03	4.23	22.96	0.00	1.00
As	42.48	31.20	20.50	36.58	1337.77	2.97	13.00	7.60	313.00
Zn	114.30	101.00	102.00	45.57	2076.80	2.68	9.56	53.00	401.00
Cr	110.80	101.00	87.00	44.25	1957.66	2.28	10.00	9.00	424.00
Ag	0.31	0.26	0.33	0.22	0.05	2.24	6.65	0.00	1.42
Hg	0.09	0.08	0.00	0.09	0.01	2.10	7.59	0.00	1.00
Mn	1117.58	1080.00	1020(a)	313.56	98318.07	1.99	7.58	495.00	2930.00
Mo	1.22	1.10	0.80	0.57	0.32	1.98	5.51	0.40	4.10
Cu	40.75	39.80	35,3(a)	14.38	206.88	1.82	11.23	4.50	156.00
W	1.46	1.30	1.20	0.73	0.53	1.81	7.40	0.00	6.00
Li	47.83	46.40	33(a)	13.51	182.48	1.50	6.83	12.00	136.00
Ni	84.17	79.00	80.00	26.07	679.64	1.46	4.68	11.00	232.00
Co	23.30	22.50	20,1(a)	5.24	27.43	1.08	3.43	7.20	52.20
V	135.74	135.00	128(a)	24.02	576.88	0.74	3.29	48.00	266.00
La	41.12	41.00	43.00	7.18	51.54	0.70	2.35	23.00	80.00
U	1.65	1.61	1.61	0.33	0.11	0.58	1.12	0.81	2.94
Ce	84.95	84.10	104.00	14.88	221.52	0.57	1.02	49.80	139.00
Zr	51.24	50.00	54.00	14.47	209.52	0.48	0.75	17.00	117.00
Ba	342.21	339.00	337.00	62.58	3916.47	0.44	1.99	162.00	656.00

۲-۱۱-۲- رسم نمودارها

۲-۱۱-۲-۱- هیستوگرام

به نموداری که در آن فراوانی (تعداد) نمونه‌های مربوط به یک (یا یک محدوده) عیار نسبت به خود (محدوده) عیار رسم میشوند، هیستوگرام گفته میشود. اندازه گروه‌های انتخابی در هیستوگرام بر مبنای تابع توزیع توسط نرم افزار روی محور افقی و فراوانی هر گروه روی محور عمودی مشخص میشود. در تعیین فواصل گروهی بهینه

از روش های متعددی استفاده میشود. مثلاً یک روش محاسبه فرمول $K=10\log N$ که K تعداد فواصل و N تعداد داده هاست. آمارهای انحراف معیار، میانگین و تعداد داده ها در سمت راست هیستوگرام آورده شده اند. از روی هیستوگرام سه ویژگی مهم، موقعیت (Location)، پراکندگی (dispersion) و شکل (Shape) منحنی توزیع را میتوان دریافت و بررسی کرد. موقعیت یک جامعه آماری از روی میانگین حسابی، هندسی، میانه و مد جامعه بررسی میشود. پراکندگی یک جامعه آماری از روی فاکتورهای گروه دوم پارامترهای آماری یعنی واریانس، انحراف معیار دامنه و انحراف درون چارکی قابل بررسی است. اما شکل هیستوگرام یک جامعه آماری به تعداد مد جامعه، چولگی و کشیدگی آن بستگی دارد که در بخش تشریح ناهنجاری ها، هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام ارائه شده است.

۲-۱۱-۲-۲- تابع توزیع احتمالی (Probability plot)

این نمودار نحوه توزیع فراوانی جامعه (روی محور افقی) نسبت به فراوانی نسبی تجمعی مورد انتظار از یک جامعه نرمال (روی محور عمودی) را نشان میدهد. اگر جامعه ما نرمال باشد، این نمودار بطور دقیق روی خط ۴۵ درجه قرار میگیرد. در غیراینصورت مربعات کوچک قرار گرفته در زیر و روی خط نرمال انحرافات نسبت به جامعه نرمال میباشد. از این نمودار میتوان جوامع فرعی (منطبق با جدایش و شکستگی در نمودار) را تشخیص داد. همچنین این نمودار میزان تقریبی نرمال بودن جامعه را

نشان میدهد. لازم به ذکر است که جوامع فرعی را از روی هیستوگرام نیز با کمی دقت میتوان مشخص کرد.

۲-۱۱-۳- ضرایب همبستگی

در بررسی های تک متغیره روابط بین متغیرها در نظر گرفته نمی شود و عملیات پردازش روی متغیرها بدون در نظر گرفتن ارتباط بین آنها صورت می گیرد. در صورتیکه در مبحث زمین شناسی اقتصادی، روابط و همبستگی ژنتیکی مستقیم و معکوس بین عناصر در کانسارهای گوناگون وجود داشته و از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در بررسی های دو متغیره همبستگی بین متغیرها با عددی بنام ضریب همبستگی (Correlation coefficient) نشان داده میشود. ضریب همبستگی میتواند نشانگر ارتباط همسوی دو متغیره a و b و یا ارتباط غیر همسوی آن دو باشد. در حالت اول همبستگی مستقیم و در حالت دوم همبستگی معکوس است.

ضرایب همبستگی دارای مقدار عددی بین -1 و $+1$ است که عدد 1 بیانگر همبستگی کامل مستقیم، صفر بیانگر عدم همبستگی و -1 بیانگر همبستگی کامل منفی است. در بررسی های دو متغیره از نمودارهای پراکنش نیز استفاده میشود. ضرایب همبستگی از درجه اعتبار و سطح معنی دار بودن (Significant Level) معینی برخوردار هستند. این اطلاعات همراه با خود ضرایب همبستگی در یک جدول توسط نرم افزار

محاسبه میشود. این درجه اعتبار به تعداد نمونه ها بستگی دارد، هرچه تعداد نمونه ها بیشتر باشد، ضرایب همبستگی از درجه اعتبار بیشتری برخوردار میباشند.

روشهای گوناگونی برای محاسبه ضرایب وجود دارد. روش محاسبه پیرسون که به نوع تابع توزیع حساس است و روش های رتبه ای که چندان حساسیتی به تابع توزیع ندارند. از میان روشهای گوناگون موجود برای محاسبه ضرایب همبستگی در این پروژه روش محاسبه ضرایب رتبه ای اسپیرمن انتخاب شده که مستقل از تابع توزیع است، در محدوده اکتشافی تویسرکان، ضرایب همبستگی بصورت جداگانه برای هر عنصر نسبت به سایر عناصر و سطح اعتماد این ضرایب با استفاده از ۳۸۵ داده ژئوشیمیایی ثبت و درج شده است (جدول ۲-۵).



پی جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی تویسرکان ۱



وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

.....

۲-۱۱-۴- نرمال سازی داده های خام و بررسی پارامترهای آماری داده های نرمال
اکثر محاسبات و روشهای آماری نیازمند داده های نرمال میباشد، چنانچه
منحنی توزیع یک مجموعه از داده ها مطابق با منحنی توزیع نرمال باشد آن منحنی را
نرمال و آن مجموعه داده ها را داده های نرمال گویند از خصوصیات یک توزیع نرمال
می توان کشیدگی در حد ۳، چولگی صفر، انطباق سه آماره میانگین و میانه و مد،
شکل زنگوله ای متقارن و... را نام برد(در نرم افزار SPSS مقادیر محاسبه شده برای
کشیدگی و چولگی لازم است با مقدار عددی ۳ جمع شود).

جدول ۲-۶- پارامترهای آماری لگاریتمی داده های خام در محدوده تویسرکان

Element	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
Sr	5.00	4.94	4.98	0.35	0.12	2.71	14.36	4.43	7.45
Sn	1.09	1.06	1.03	0.27	0.08	1.62	6.91	0.47	2.70
Sb	0.55	0.53	0.53	0.44	0.20	0.93	5.86	-1.61	3.30
Cr	4.64	4.62	4.47	0.36	0.13	-0.34	5.52	2.20	6.05
Ni	4.39	4.37	4.09	0.30	0.09	-0.48	4.93	2.40	5.45
Pb	3.31	3.28	3.24	0.36	0.13	1.23	4.77	1.95	5.08
Cu	3.65	3.68	3,56(a)	0.36	0.13	-0.95	4.27	1.50	5.05
Bi	-1.05	-1.20	-1.20	0.45	0.20	0.71	3.72	-2.30	1.46
W	0.29	0.26	0.00	0.47	0.22	-0.72	3.46	-2.30	1.79
V	4.90	4.91	4,85(a)	0.18	0.03	-0.43	3.22	3.87	5.58
Zn	4.68	4.62	4.62	0.31	0.10	1.24	2.28	3.96	5.99
Co	3.12	3.11	3,00(a)	0.22	0.05	-0.13	2.17	1.97	3.96
Ag	-1.34	-1.31	-1.11	0.66	0.44	-0.46	2.02	-4.61	0.35
Li	3.83	3.84	3,50(a)	0.27	0.08	-0.23	1.97	2.48	4.91
Mn	6.99	6.98	6,92(a)	0.25	0.06	0.51	1.63	6.20	7.98
Ba	5.82	5.83	5.82	0.19	0.03	-0.42	1.15	5.09	6.49
Au	0.76	0.69	1.00	0.54	0.29	0.45	0.86	0.00	3.00
Cd	-1.29	-1.20	-1.61	0.60	0.36	0.60	0.68	-2.30	1.10
La	3.70	3.71	3.76	0.17	0.03	-0.08	0.66	3.14	4.38
Zr	3.90	3.91	3.99	0.29	0.09	-0.50	0.65	2.83	4.76
U	0.48	0.48	0.48	0.20	0.04	-0.17	0.48	-0.21	1.08
Ce	4.43	4.43	4.64	0.17	0.03	-0.08	0.46	3.91	4.93
Mo	0.11	0.10	-0.22	0.40	0.16	0.51	0.42	-0.92	1.41
As	3.50	3.44	3.02	0.66	0.44	0.54	0.04	2.03	5.75
Hg	-1.60	-2.04	0.00	1.07	1.14	0.58	-1.27	-3.00	0.00

در مرحله اول وضعیت داده‌ها از دیدگاه نرمال بودن مشخص می شود. در صورت نرمال یا لاگ نرمال بودن تقریبی داده‌ها حتی المقدور بررسی‌ها به ترتیب بر روی همان داده‌های خام یا لگاریتم داده‌ها انجام شده در غیراینصورت برای نرمال سازی می توان از تبدیل لگاریتمی چند متغیره یا تبدیل کاکس و باکس (Cox & Box) استفاده نمود. برای نرمال سازی باید شروط نزدیک کردن چولگی به صفر و کشیدگی به عدد ۳ فراهم شود، با توجه به پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده که براساس تبدیل لگاریتمی در داده‌های خام انجام شده است (جدول ۲-۶) نتیجه مطلوب حاصل نشد که در مرحله بعد با استفاده از جایگزینی مقادیر خارج از رده بالا به آنچه می‌خواهیم دست پیدا کردیم (جدول ۲-۷).

جدول ۲-۷- پارامترهای آماری لگاریتمی داده‌ها با جایگزینی مقادیر خارج از رده در محدوده توپسرکان

Element	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum
Ag	-1.36	-1.31	-1.11	0.61	0.37	-0.41	0.99	-3.51
As	3.47	3.43	3.02	0.62	0.38	0.33	-0.47	2.03
Au	0.76	0.69	0.69	0.53	0.28	0.21	-0.21	0.00
Ba	5.81	5.83	5.82	0.18	0.03	-0.73	0.85	5.09
Bi	-1.08	-1.20	-1.20	0.38	0.15	-0.36	0.84	-2.30
Cd	-1.32	-1.20	-2.00	0.56	0.31	0.37	0.19	-2.00
Ce	4.43	4.43	4.64	0.17	0.03	-0.08	0.46	3.91
Co	3.11	3.11	3,00(a)	0.19	0.04	-0.12	-0.31	2.62
Cr	4.64	4.61	4.47	0.32	0.10	0.20	-0.05	3.69
Cu	3.65	3.68	3,56(a)	0.30	0.09	-0.61	0.56	2.67
Hg	-1.60	-2.04	0.00	1.07	1.14	0.58	-1.27	-3.00
La	3.70	3.71	3.76	0.15	0.02	-0.27	-0.41	3.30
Li	3.82	3.84	3,50(a)	0.24	0.06	-0.47	-0.13	3.14
Mn	6.98	6.98	6,92(a)	0.23	0.05	0.07	0.47	6.20
Mo	0.08	0.10	-0.22	0.36	0.13	0.17	-0.16	-0.92
Ni	4.38	4.36	4.09	0.26	0.07	0.04	-0.32	3.64
Pb	3.28	3.27	3.24	0.27	0.08	0.30	0.46	2.64
Sb	0.53	0.53	0.53	0.36	0.13	0.24	-0.02	-0.36
Sn	1.08	1.06	1.03	0.23	0.05	0.38	0.25	0.47
Sr	4.97	4.93	4.98	0.25	0.06	0.37	-0.53	4.43
U	0.47	0.48	0.48	0.19	0.04	-0.41	0.23	-0.21
V	4.89	4.90	4,85(a)	0.15	0.02	-0.49	0.18	4.36
W	0.29	0.26	0.00	0.38	0.14	-0.33	0.40	-0.92
Zn	4.67	4.61	4.62	0.28	0.08	0.98	1.18	4.10
Zr	3.89	3.91	3.99	0.29	0.08	-0.64	0.61	2.83

۲-۱۲- بررسی آماری چند متغیره

۲-۱۲-۱- مقدمه

تکنیک‌های آماری چند متغیره بطور همزمان اندازه‌گیری‌های متعددی را در هر مشاهده مورد تجزیه و تحلیل قرار میدهند و به معنی گسترده آن دربرگیرنده بسیاری

از روش‌های استنباط آماری معمول است. هر تجزیه و تحلیل همزمان بیش از دو متغیر می‌تواند آنالیز چند متغیره تلقی شود.

تجزیه عاملی (Analysis Factor) یکی از مهمترین روش‌های آمار چند متغیره است که از میان یک سری از متغیرها، متغیرهای کنترل کننده اصلی را شناسایی میکند و از طرف دیگر آنالیز ممیز (Discriminate Analysis) که گروهها را بر مبنای یک سری متغیرها از همدیگر تفکیک می‌نماید. هر گروه معینی از عناصر نسبت به یک سری از شرایط محیطی، کم و بیش و بطور مشابه حساسیت نشان میدهند. شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل موجود میان عناصر گوناگون می‌تواند در شناخت دقیق تر تغییرات موجود در محیط های ژئوشیمیایی بکار گرفته شود.

در ضمن تجمع ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است به عنوان راهنمای مستقیمی در تفسیر نوع نهشته‌ای که با احتمال در ناحیه وجود دارد بکار رود و برعکس تجمع بعضی از عناصر نیز ممکن است دلالت بر وجود آنومالی هایی داشته باشد که بی اهمیت و گمراه کننده اند. روی هم رفته شناخت بستگی های ژنتیکی که در میان عناصر وجود دارد اطلاعات لازم را در راستای تفسیر هر چه صحیح تر داده های ژئوشیمیایی در اختیار میگذارد. در این میان آمار چند متغیره می‌تواند پاسخگوی مسائل بالا باشد. تجربه نشان داده است که اگر ترکیبی از مقادیر یک گروه از عناصر معرف به جای مقدار یک عنصر خاصی بکار گرفته شود، هاله های ژئوشیمیایی در پیرامون توده های

کناساری بهتر مشخص میشوند. افزون بر این اثرات خطاهای تصادفی در آنها به حداقل میرسد. بطور کلی دو ویژگی عمده در بررسی های آماری چند متغیره وجود دارد :

۱- هاله هایی که از روش های آماری چند متغیره و براساس ارتباط میان عناصر بدست می آید رابطه نزدیکتری را با ویژگی های ساختمانی، زمین شناسی و ماهیت ژنتیکی نهشته های کناساری نشان میدهند.

۲- هاله های مرکب می توان خطاهای تصادفی، تعداد داده ها و تعداد نقشه ها را کاهش داده و به نتایج کارآمدتری منتج شود. در این بخش برای بیان ارتباط ژنتیکی میان عناصر از تجزیه و تحلیل خوشه ای و تجزیه عاملی استفاده شده است.

۲-۱۲-۲- تجزیه و تحلیل خوشه ای داده ها (Cluster Analysis)

در تجزیه و تحلیل و تفسیر نمودار خوشه ای داده ها گروه و یا زیرگروه متعلق به یک تیپ کانی سازی یا یک گروه سنگی با توجه به همبودهای ژئوشیمیایی عناصر قابل تفکیک است که میتواند متأثر از عوامل زمین شناسی و سنگ شناسی خاص است. بنابر این هرگروه یا زیرگروه را بایستی با همدیگر تعبیر و تفسیر نمود. البته در مواردی ممکن است به خاطر خطای آنالیز نمونه ها، روش انتخابی آنالیز خوشه ای و عوامل دیگر، ساختار درختی هیچگونه رابطه خاصی را بین عناصر نشان ندهد. در ساختار درختی داده ها، دو گروه اصلی A و B مشاهده می شود (نمودار ۲-۳).

گروه A: شامل دو زیرگروه A1 و A2 میباشد که به زیرگروههای دیگری تقسیم میشود به طوری که عناصر La, Ce, Ba, Li با ارتباط خوبی نسبت به هم در یکی از زیرگروهها قرار گرفته اند که میتواند متاثر از لیتولوژی (واحدهای اسیدی یا پگماتیتها در صورت وجود) منطقه باشد.

عناصر Cr, Ni, V, Co, Cu با ارتباط خوبی نسبت به هم در یکی دیگر از زیرگروهها قرار گرفته اند که میتواند متاثر از لیتولوژی منطقه (واحدهای مافیک یا کانی سازی احتمالی مس) باشد.

عناصر Zr, U با ارتباط خوبی نسبت به هم در یکی دیگر از زیرگروهها قرار گرفته اند که میتواند متاثر از لیتولوژی منطقه (واحدهای اسیدی) باشد.

عناصر Zn, Pb با ارتباط خوبی نسبت به هم و Cd, Mn با ارتباط ضعیفتری با آنها در یکی دیگر از زیرگروهها قرار گرفته اند که میتواند متاثر از کانی زایی احتمالی در منطقه باشد.

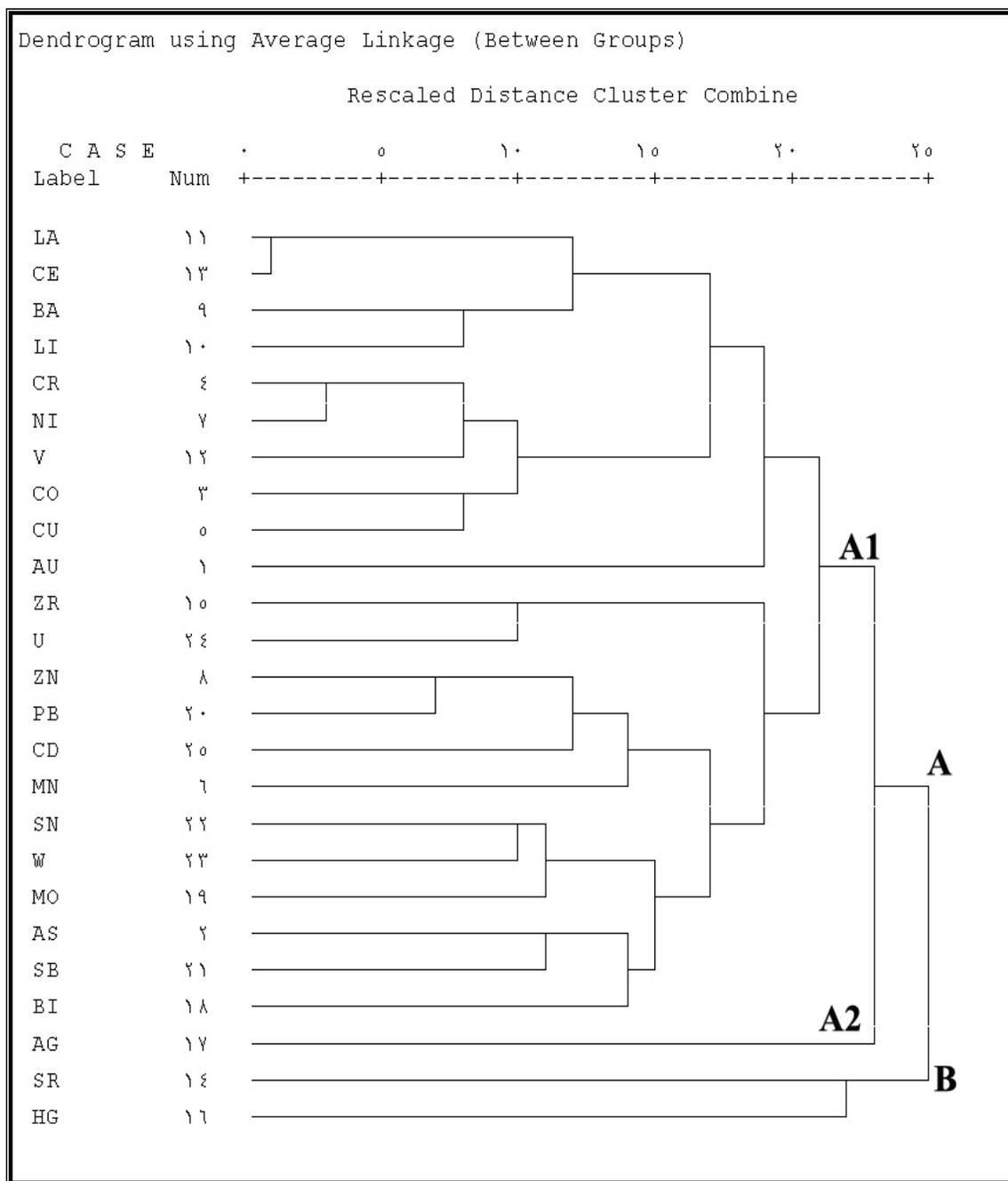
عناصر Sn, W, Mo, As, Sb, Bi با ارتباط خوبی نسبت به هم در دیگر زیر گروه قرار گرفته اند که میتواند متاثر از کانی زایی احتمالی این عناصر در ارتباط با سنگهای اسیدی موجود در منطقه باشد.

گروه B: شامل عناصر Sr, Hg بوده که ارتباط منطقی مابین این عناصر نمیتوان

دید.

مس، آنتیموان، نقره، طلا و آرسنیک، بصورت هاله‌های ژئوشیمیایی در بسیاری از کانسارها بویژه کانسارهای تیپ پلی‌متال با خاستگاه اپی‌ترمال با دمای حرارت متوسط تا پایین یافت میشود. پیکره‌های نفوذی گرانودیوریتی یا داسیتی باعث ایجاد رگه‌هایی با ترکیب عناصر فوق شده‌اند.

ترکیب عناصر گروه A در زیرگروهی که شامل Zn,Pb,Cd,Mn میباشد، احتمال کانسارهای پلی‌متال و تیپ رگه‌ای را در ناحیه اکتشافی بازگو می‌نماید. با توجه به اثرات برجای کانی‌زایی در محدوده اکتشافی تویسرکان، تجزیه و تحلیل آنالیز خوشه‌ای داده‌ها بنظر با سنگها و کانی‌سازی احتمالی به طور نسبی تطبیق داشته باشد بسیار پیچیده میباشد.



نمودار ۲-۳- نمودار درختی داده‌های محدوده توپسرکان

۲-۱۲-۳- تجزیه عاملی (Factor Analysis)

تجزیه عاملی تکنیکی آماری است که بین مجموعه فراوانی از متغیرهایی که به ظاهر بی ارتباط هستند، رابطه خاصی را تحت یک مدل فرضی برقرار می کند. بنابراین یکی از اهداف اصلی تکنیک تجزیه عاملی، کاهش ابعاد داده ها است. فرض اساسی در بکارگیری این روش، وجود الگوی زیربنایی یا مدلی خاص در تعیین مفاهیم پیچیده ارتباطی بین متغیرها است. این ارتباط در قالب یک عامل در این مدل فرضی ظاهر می شود.

در این مرحله از داده پردازی پس از نرمال سازی داده ها، فایل داده ها به نرم منتقل و تکنیک تجزیه عاملی بر روی داده های نرمال اجرا و نتایج آن در ذیل آورده شده است.

الف- برای مشخص نمودن صحت و تایید تجزیه عاملی، ضریب KMO همراه با آزمون مربع کای (خی) محاسبه گردیده است. مقادیر بزرگ KMO دلالت بر تایید تجزیه عاملی و مقادیر کوچک آن دلالت بر عدم تایید تجزیه عاملی دارد. مقادیر حدود ۰/۹ این کمیت تجزیه عاملی را بسیار مناسب، مقادیر حدود ۰/۸ تجزیه عاملی را مناسب، مقادیر حدود ۰/۷ تجزیه عاملی را در حد مناسب، مقادیر حدود ۰/۶ تجزیه عاملی را حد متوسط و مقادیر حدود ۰/۵ و پایین تر از آن تجزیه عاملی را نامناسب جلوه می دهد. تمامی این مقادیر در صورتی که آزمون مربع کای (خی) در سطح اعتماد ۹۵ درصد معتبر باشد، صحیح تلقی می گردند. با توجه به جدول ۲-۸

مقادیر محاسبه شده ، مقدار KMO برابر ۰/۷۵۳ می باشند که تجزیه عاملی را در رده مناسب قرار می دهد.

جدول ۲-۸- محاسبه ضرایب KMO در محدوده تویسرکان

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.753
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	5386.04
	df	300
	Sig.	

ب) مقادیر ویژه ، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس هر مولفه بطور جداگانه محاسبه و باعث شده است که شش مولفه انتخاب شود که انتخاب مولفه‌ها به دو پارامتر بستگی دارد:

پارامتر اول: بررسی‌های انجام شده در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی این نتیجه حاصل شده است که درصد تجمعی واریانس بالای ۷۵ درصد از یک جامعه ژئوشیمیایی می‌تواند معرف تقریبی جامعه باشد حال با در نظر گرفتن شش مولفه به تقریب ۶۵/۳۱ درصد واریانس تجمعی جامعه پوشش داده می‌شود که برای تجزیه و تحلیل مولفه‌ها تا حدودی مناسب به نظر می‌رسد.

پارامتر دوم: در بررسی‌های آماری از نمودار صخره‌ای (Scree plot) استفاده میشود که مقادیر ویژه بالای دومین شکست معتبر (مقادیر ویژه بالای یک) برای انتخاب

مolfه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (نمودار ۲-۴)، حال با توجه به جدول ۲-۹ مقادیر ویژه خام مolfه اول ۵/۸۲، مolfه دوم ۲/۴۹، مolfه سوم ۲/۴۸، مolfه چهارم ۱/۹، مolfه پنجم ۱/۳۴ و مolfه ششم ۱/۳ است از طرفی مقادیر ویژه تبدیل یافته مolfه اول ۴/۰۹، مolfه دوم ۳/۰۹، مolfه سوم ۲/۷۴، مolfه چهارم ۲/۷۴، مolfه پنجم ۲/۳۲ و مolfه ششم ۱/۳۵ است که با توجه به موارد فوق انتخاب شش مolfه، تا حدودی منطقی به نظر می‌رسد.

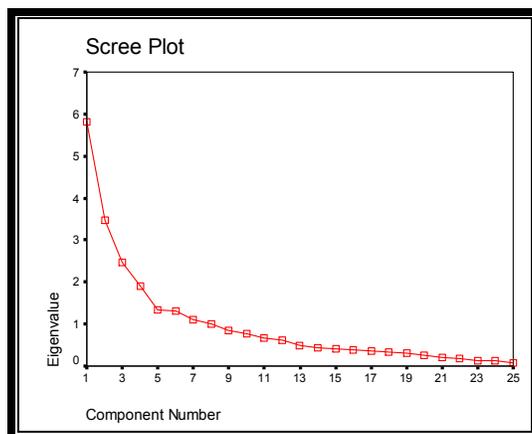
ج) پس از اینکه مolfه‌ها انتخاب شدند باید در نظر داشت که مolfه‌های خام (اولیه) نمی‌توانند تمامی تغییر پذیری واقعی جامعه را نشان دهد چون در بسیاری از موارد تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه یا حتی به تعدادی از عاملها بستگی دارند و این تعبیر عوامل را با مشکل روبرو خواهد کرد. از این رو روشهایی بوجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک، باعث تعبیر ساده عوامل می‌شوند، این روشها همان دوران عاملها هستند، بنابراین مolfه‌های خام بایستی تحت تابع مشخص تغییر جهت نموده تا بهترین واریانس جامعه عمومی بدست آید.

در بررسیهای ژئوشیمیایی بیشتر از تابع وریمکس استفاده می‌شود. با انتخاب تابع وریمکس، دورانی متعامد بر روی ضرایب عاملها صورت می‌گیرد. با این دوران تغییرات مربعات عناصر ستونی، بر آورد ضرایب عاملها را به حداکثر می‌رساند، این روش مقادیر به نسبت بزرگ (از نظر قدر مطلق) یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها اختصاص میدهد، در نتیجه عواملی ایجاد میشود که یا شدیداً با متغیرها وابسته

اند و یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده تر شدن تغییر عاملها خواهد شد. مولفه های چرخش یافته جدیدی که بدین ترتیب بدست می آیند (جدول ۲-۱۰)، مولفه های اصلی برای محاسبه امتیازات (Score) هستند (جدول ۲-۱۱) با توجه به این ضرائب به تقریب روابط بین فاکتورها و عناصر را می توان محاسبه نمود.

جدول ۲-۹- واریانس کل و ضرایب تجمعی مولفه ها در محدوده تویسرکان

Com.	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	%Var.	Cum. %	Total	%Var.	Cum. %	Total	%Var.	Cum. %
1	5.82	23.26	23.26	5.82	23.26	23.26	4.09	16.37	16.37
2	3.49	13.94	37.20	3.49	13.94	37.20	3.09	12.37	28.73
3	2.48	9.93	47.14	2.48	9.93	47.14	2.74	10.96	39.69
4	1.90	7.60	54.73	1.90	7.60	54.73	2.74	10.94	50.64
5	1.34	5.36	60.10	1.34	5.36	60.10	2.32	9.27	59.90
6	1.30	5.21	65.31	1.30	5.21	65.31	1.35	5.41	65.31
7	1.10	4.39	69.70						
8	1.01	4.03	73.72						
9	0.84	3.36	77.08						
10	0.77	3.08	80.16						
11	0.67	2.66	82.82						
12	0.63	2.52	85.34						
13	0.49	1.96	87.29						
14	0.44	1.78	89.07						
15	0.41	1.64	90.71						
16	0.39	1.57	92.29						
17	0.35	1.41	93.70						
18	0.32	1.29	94.99						
19	0.30	1.20	96.18						
20	0.25	0.98	97.16						
21	0.20	0.80	97.97						
22	0.19	0.77	98.74						
23	0.14	0.54	99.27						
24	0.12	0.47	99.74						
25	0.07	0.26	100.00						



نمودار ۲-۴- نمودار صخره‌ای برای تعیین بهینه تعداد عاملها

جدول ۲-۱۰- ماتریس مولفه‌ها در حالت دوران یافته و خام در محدوده تویسرکان

Rotated Component Matrix(a)							Component Matrix(a)						
	Component							Component					
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
Au	0.28	0.21	-0.22	0.05	-0.28	0.30	Au	0.12	0.40	-0.19	0.17	0.25	0.20
As	0.34	-0.19	0.10	0.69	-0.08	-0.06	As	0.45	0.03	0.44	0.35	0.28	-0.20
Co	0.68	0.19	0.21	-0.01	0.12	0.23	Co	0.60	0.41	0.04	-0.22	-0.01	0.17
Cr	0.86	-0.18	0.03	0.08	0.03	-0.11	Cr	0.45	0.61	0.39	-0.13	-0.01	-0.20
Cu	0.64	0.16	0.22	0.13	-0.23	0.33	Cu	0.56	0.47	0.08	0.13	0.03	0.31
Mn	0.20	0.24	0.64	0.08	0.24	-0.22	Mn	0.59	-0.22	0.05	-0.10	-0.45	-0.06
Ni	0.86	-0.01	0.00	-0.11	0.34	0.15	Ni	0.52	0.57	0.20	-0.50	0.08	-0.01
Zn	0.19	0.08	0.81	0.27	0.07	0.15	Zn	0.68	-0.26	0.25	0.10	-0.30	0.32
Ba	0.42	0.62	0.13	0.10	0.30	-0.18	Ba	0.67	0.10	-0.38	-0.20	-0.09	-0.26
Li	0.69	0.41	-0.15	0.11	-0.21	-0.06	Li	0.49	0.62	-0.23	0.13	0.06	-0.17
La	0.19	0.88	0.11	0.07	-0.09	-0.07	La	0.54	0.09	-0.70	0.16	-0.13	-0.07
V	0.78	0.10	0.18	0.16	-0.11	-0.17	V	0.60	0.51	0.18	0.07	-0.14	-0.19
Ce	0.07	0.87	0.09	0.12	-0.05	0.16	Ce	0.51	-0.01	-0.72	0.14	0.03	0.12
Sr	0.12	-0.45	0.00	0.17	-0.38	-0.02	Sr	-0.14	0.20	0.45	0.36	0.03	0.02
Zr	0.20	0.00	0.01	0.05	0.84	0.18	Zr	0.35	-0.20	0.10	-0.73	0.27	-0.06
Hg	0.06	0.00	-0.30	0.31	-0.20	0.13	Hg	0.00	0.14	-0.01	0.27	0.39	-0.04
Ag	0.02	-0.04	0.08	0.04	0.19	0.79	Ag	0.15	-0.07	0.05	-0.23	0.38	0.66
Bi	-0.01	0.40	-0.02	0.63	0.25	0.08	Bi	0.51	-0.32	-0.20	0.12	0.43	-0.16
Mo	-0.03	-0.07	0.38	0.39	0.58	-0.19	Mo	0.44	-0.54	0.29	-0.24	0.00	-0.25
Pb	0.08	0.24	0.69	0.15	-0.25	0.20	Pb	0.50	-0.14	0.00	0.32	-0.33	0.42
Sb	0.15	0.03	0.33	0.74	-0.04	0.09	Sb	0.59	-0.23	0.28	0.40	0.23	0.00
Sn	-0.18	0.34	0.39	0.47	0.26	-0.24	Sn	0.49	-0.56	-0.11	0.14	-0.07	-0.24
W	-0.06	0.12	0.20	0.69	0.14	0.02	W	0.46	-0.41	0.11	0.26	0.28	-0.11
U	-0.18	0.38	0.25	0.23	0.55	0.29	U	0.44	-0.52	-0.24	-0.31	0.19	0.17
Cd	0.08	-0.25	0.61	0.31	0.25	0.04	Cd	0.43	-0.35	0.50	-0.04	-0.15	0.12

جدول ۲-۱۱- امتیاز ویژه ماتریس مولفه‌ها در محدوده توپسرکان

	Component Score Coefficient Matrix					
	Component					
	1	2	3	4	5	6
Au	0.05	0.07	-0.12	0.06	-0.11	0.22
As	0.08	-0.12	-0.09	0.32	-0.06	-0.06
Co	0.16	0.01	0.06	-0.08	0.04	0.13
Cr	0.24	-0.11	-0.04	0.02	0.05	-0.12
Cu	0.13	0.01	0.08	-0.01	-0.14	0.22
Mn	0.03	0.04	0.27	-0.13	0.04	-0.19
Ni	0.24	-0.06	-0.06	-0.09	0.19	0.06
Zn	0.00	-0.03	0.35	-0.06	-0.08	0.10
Ba	0.09	0.19	-0.04	-0.03	0.12	-0.18
Li	0.16	0.12	-0.12	0.05	-0.08	-0.08
La	0.00	0.30	0.01	-0.03	-0.08	-0.08
V	0.20	-0.01	0.04	0.01	-0.05	-0.17
Ce	-0.04	0.30	-0.01	-0.01	-0.07	0.10
Sr	0.04	-0.16	0.02	0.12	-0.18	0.00
Zr	0.07	-0.05	-0.12	-0.01	0.41	0.10
Hg	0.01	0.00	-0.20	0.22	-0.07	0.10
Ag	-0.03	-0.05	0.01	-0.01	0.06	0.59
Bi	-0.04	0.11	-0.19	0.29	0.09	0.04
Mo	-0.01	-0.07	0.05	0.10	0.23	-0.15
Pb	-0.05	0.05	0.35	-0.08	-0.22	0.14
Sb	-0.01	-0.05	0.01	0.29	-0.09	0.06
Sn	-0.08	0.09	0.07	0.13	0.05	-0.19
W	-0.05	0.00	-0.06	0.29	0.01	0.01
U	-0.08	0.10	0.00	0.03	0.21	0.20
Cd	0.01	-0.14	0.23	0.02	0.04	0.02

با استفاده از جدول عاملی مقادیر چرخش یافته، مقدار ضریب چرخش یافته $+0/5$ اساس انتخاب هر متغیر در هر عامل است. لازم به ذکر است که اعداد مثبت رابطه معکوس با اعداد منفی خواهند داشت. با توجه به مطالب فوق، شش عامل برگزیده شامل عناصر ذیل است (جدول ۲-۱۰).

عامل شماره یک: این عامل شامل متغیرهایی Li, Ni, Cu, Cr, Co و V میباشد که

با توجه به متغیرهای بدست آمده ارتباط این عناصر کاملاً معنی دار میباشد.

عامل شماره دو: این عامل شامل روابط مثبت بین عناصر La, Ba و Ce و

روابط منفی با Sr می باشد.

عامل شماره سه: این عامل شامل روابطی مثبت از عناصر Pb و Cd, Zn, Mn

می باشد.

عامل شماره چهار: این عامل شامل عناصر AS و Hg, Bi, Sb, Sn می باشد.

عامل شماره پنج: این عامل شامل عنصر Mo, Zr و U است.

عامل شماره شش: این عامل شامل عناصر Ag و Au است.

توسط این شش عامل به عنوان کنترل کننده های اصلی تا حدودی می توان

فرایندهای زمین شناسی و سنگ شناسی و تیپهای احتمالی کانی سازی در منطقه

را شناسایی کرد. این کار با رسم نقشه های فاکتوری (نقشه های ۲۰ الی ۲۵) و مقایسه

آنها با نقشه های زمین شناسی و نقشه های تک عنصری و استفاده از مشاهدات

صحرائی انجام پذیر است. البته در اینجا با انتخاب تعداد کمتری از متغیرها، با هدف

معرفی ناهنجاری های احتمالی مرکب از عناصر، تحلیل عاملی انجام شده است. که

در این حالت با ظاهر شدن تعداد کمتری از عناصر در عاملها و احتمالاً کاهش تعداد

عاملها، تعبیر و تفسیر راحت تر خواهد بود.

۲-۱۳- تکنیک رسم نقشه ها

در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی، اهمیت تغییرات فضایی داده ها در راستای تشخیص الگوهای غیرمعمول که ممکن است در ارتباط با پتانسیل های کانی سازی باشند، برکسی پوشیده نیست. توزیع فضایی مقادیر غلظت عناصر بصورت نقشه توصیف میشود که طبیعت و مقیاس این نقشه به هدف مورد نظر بستگی دارد. نقشه های ژئوشیمیایی را میتوان به دو گروه تقسیم کرد:

۱- نقشه هایی که غلظت عناصر را در محل نمونه هایشان نشان میدهند (نقشه های نمادین یا Symbol Map).

۲- نقشه هایی که تأکید بر الگوی توزیع عناصر در مقیاس ناحیه ای و محلی دارند. (نقشه های کنٹوری و طیفی).

تکنیک رسم نقشه های نوع دوم بطور مرسوم و گسترده در بسیاری از نرم افزارهای کامپیوتری مورد استفاده قرار میگیرد. در محدوده اکتشافی تویسرکان ۱۹ نقشه تک متغیره و ۶ نقشه فاکتوری رسم شده است.

۲-۱۴- شرح نقشه ناهنجاری های ژئوشیمیایی

در توضیح نقشه ناهنجاریها تلاش شده است تا شرح به نسبت کاملی از عیار هر عنصر، نشانی دقیق ناهنجاریها، شماره و موقعیت نمونه های ناهنجار، شدت و

درجه نسبی ناهنجاری‌ها و انطباق ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی بر ناهنجاری دیگر عناصر ارائه گردد.

در بررسی صحت و درستی نواحی ناهنجان، برای هر عنصر (یا مجموعه‌ای از عناصر) مرحله کنترل ناهنجاریها نقش انکار ناپذیری را ایفا می کند. در این مرحله از عملیات صحرائی، مشاهدات اکتشافگران در همسویی با پدیده‌های زمین‌شناسی، زمین ساختی، کانه زائی، دگرسانی و... در تعبیر و تفسیر نواحی ناهنجان، روشنگر بسیاری از رفتارهای غیرعادی ژئوشیمیایی خواهد بود. برداشت نمونه های کانی سنگین از آبرفتهای موجود در محدوده ناهنجاریها و نیز برداشت نمونه های لیتوژئوشیمیایی از نواحی دگرسان شده و کانی ساز نقش راهگشا در تحلیل نواحی پیشنهادی ایفا می کند.

درجه و شدت ناهنجاری‌ها با توجه به تعداد نمونه‌های ناهنجان در محدوده ناهنجاری و قرارگیری عیار نمونه در دامنه‌های سه‌گانه زیر:

(۱) بزرگتر از $X+3S$ تا مقدار ماکزیمم

(۲) از $X+2S$ تا $X+3S$

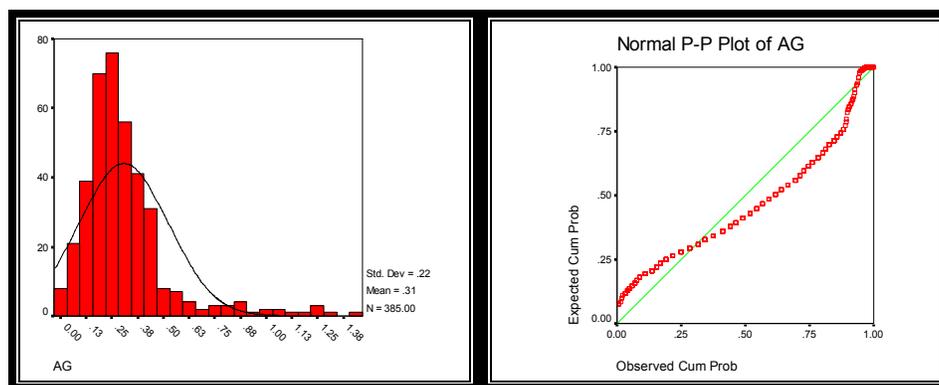
(۳) از $X+1S$ تا $X+2S$

بیان شده است، (X میانگین و S انحراف معیار داده‌های نرمال شده می‌باشد) بطوری که هرچه تعداد نمونه‌های ناهنجان در محدوده بیشتر بوده و مقدار عیار این نمونه‌ها در دامنه بالاتر قرار گرفته باشد شدت ناهنجاری با درجات ۱ یا ۲ گزارش شده

است، شرح ناهنجاری ژئوشیمیایی عناصر با اهمیت با توجه به نقشه‌های مربوطه به ترتیب زیر می‌باشد، لازم به ذکر در تعدادی از جداول منحصراً نمونه‌های ناهنجار درجه ۱ ارائه شده است (برای دستیابی به شرح واحدها به بخش زمین شناسی مراجعه شود).

۲-۱۴-۱- توصیف ناهنجاری‌های عنصر نقره

این عنصر دارای مقدار میانگین ۰/۳۱، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱/۴۱ و صفر گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۲/۲۴ و ۶/۶۵، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۲۲ و ۰/۰۵ میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (نمودار ۲-۵) و خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۴،۹۱ میباشد که در حد قابل قبول ارزیابی میشود.



نمودار ۲-۵- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر نقره

در جداول ارائه شده، نمونه‌ها بر مبنای بالاترین مقدار تا مقادیر پایین مرتب شده‌اند. بطور کلی و با نگرشی کلی بر جدول فوق و نقشه ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی عنصر نقره (نقشه ۱) معلوم می‌شود که هیچگونه محدوده ناهنجار با ارزشی را نمیتوان برای این عنصر متصور شد و عمدتاً ناهنجاری‌های درجه ۲ در محدوده گسترش دارد.

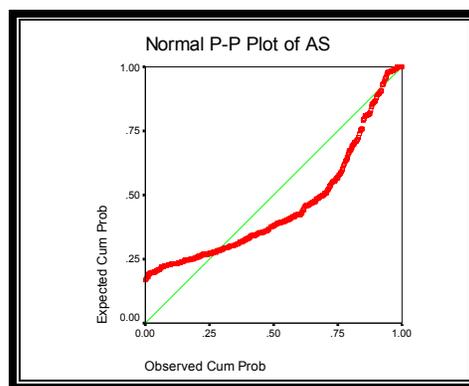
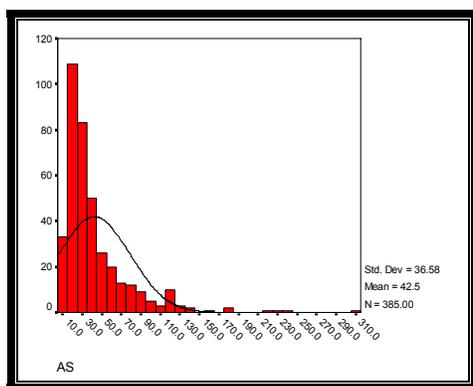
جدول ۲-۱۲- توصیف ناهنجاری‌های عنصر نقره در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبودهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه		Ag	
			X	Y	شماره نمونه	ناهنجاری درجه
-	Sy-M ^{ta} .d	1.32	242700	3857345	TU-83-H	2
-	Sy-M ^{ta} .d	1.27	242726	3859743	TU-84-H	2
-	Q ^{t2}	1.24	232599	3856812	TU-200-H	2
-	Q ^{t2}	1.22	236239	3855699	TU-114-H	2
Cd	Q ^{t2}	1.18	239562	3858857	TU-140	2
-	Q ^{t2}	1.12	234790	3854767	TU-202-H	2
-	Q ^{t2}	1.06	242685	3858629	TU-86-H	2

۲-۱۴-۲- توصیف ناهنجاری‌های عنصر آرسنیک

این عنصر دارای مقدار میانگین ۴۲/۴۸، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۳۱۳ و ۴/۶ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۲/۹۷ و ۱۳، انحراف استاندارد و واریانس آن

به ترتیب ۳۶/۵۸ و ۱۳۳۷/۷۷ می باشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده های این عنصر است (نمودار ۲-۶)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۸/۱۳ می باشد که در حد قابل قبول ارزیابی میشود.



نمودار ۲-۶- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام عنصر آرسنیک

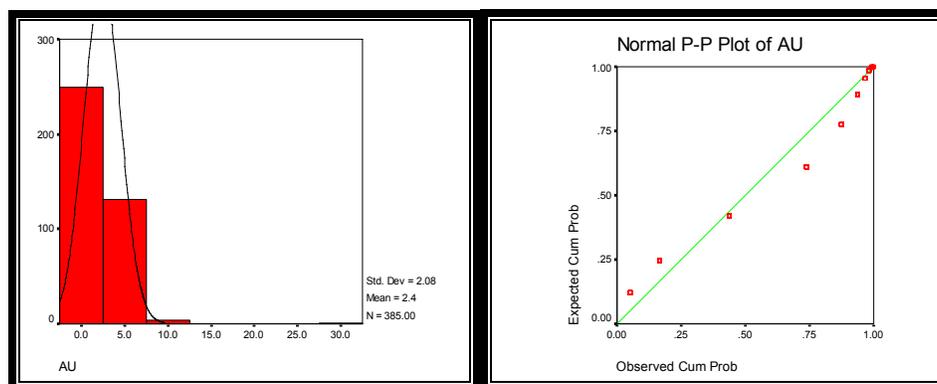
جدول ۲-۱۳- توصیف ناهنجاری های عنصر آرسنیک در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		As	
			X	Y	شماره نمونه	ناهنجاری درجه
-	m^{tc}, Q^{t2}	40	233985	3856831	TU-15-H	2
-	m^{tc}	20	238680	3859311	TU-7-H	2
-	m^{tc}, Q^{t2}	60	236290	3856206	TU-450	2

در جدول ۲-۱۳، نمونه‌های ناهنجار درجه یک و نمونه‌های ناهنجار درجه دو با مقدار بالا ارائه شده است (نقشه ۲)، همانگونه که ملاحظه میشود هیچگونه ارتباط و همبودی بین این عنصر و عناصر دیگر وجود ندارد و همین مسئله باعث کاهش ارزش این ناهنجاری‌ها میشود.

۲-۱۴-۳- توصیف ناهنجاری‌های عنصر طلا

این عنصر دارای مقدار میانگین ۲/۴۲، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۲۹ ppb و صفر، چولگی و کشیدگی ۶/۰۴ و ۶۹/۵۱، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۲/۰۸ و ۴/۳۴ میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (نمودار ۲-۷) خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۲۱/۹ میباشد که تا حدودی بالا است و باید با آن با احتیاط برخورد نمود.



نمودار ۲-۷- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر طلا

جدول ۲-۱۴- توصیف ناهنجارهای عنصر طلا در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

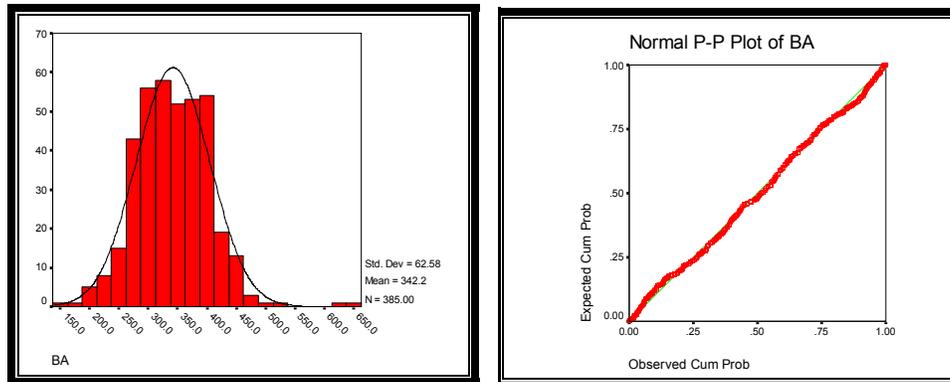
همبوندهای عنصری	واحد سنگی	عبار (ppb)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Au	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری

در جدول فوق تک نمونه ناهنجار با اهمیت درجه یک برای عنصر طلا ارائه شده است که فاقد هرگونه همبودی با عناصر پاراژنز خود میباشد (جدول ۲-۱۴) (نقشه ۳).

۲-۱۴-۴- توصیف ناهنجارهای عنصر باریم

این عنصر دارای مقدار میانگین ۳۴۲/۱، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۶۵۶ و ۱۶۲ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۰/۴۴ و ۱/۹۹، که نشان دهنده نرمال بودن تقریبی توزیع داده های این عنصر است (نمودار ۲-۸)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۶/۰۷ میباشد که کاملاً قابل قبول میباشد.

.....



نمودار ۲-۸- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر باریم

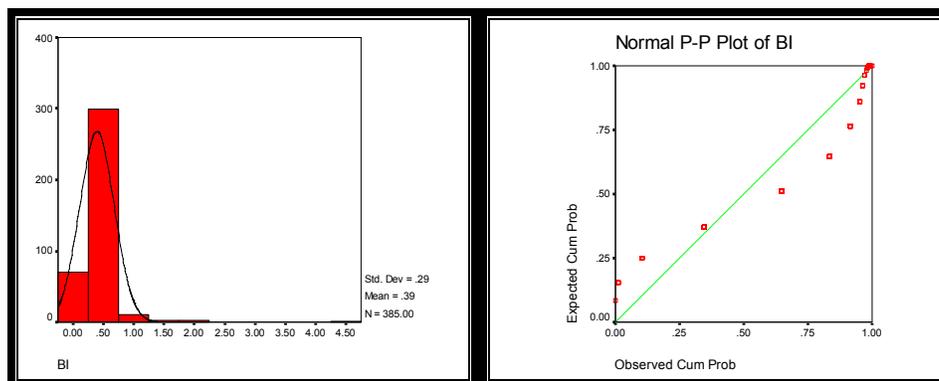
در جدول ۲-۱۵ که ناهنجاری‌های با اهمیت درجه یک و تعدادی از ناهنجاری‌های درجه دو ارائه شده است، ملاحظه میشود که نمونه شماره $TU.106$ با شدت ناهنجاری درجه یک و همبود با عناصر منگنز، تنگستن و آنتیموان میتواند قابل توجه باشد اما پراکندگی دیگر نمونه‌های ناهنجار این عنصر و عدم ارتباط آن با دیگر عناصر از ارزش آنها می‌کاهد (نقشه ۴).

جدول ۲-۱۵- توصیف ناهنجارهای عنصر باریم در محدوده مورد مطالعه توپسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Ba	
			X	Y	شماره نمونه	ناهنجاری درجه
-	m ^{tc}	616	237707	3858207	TU-73	1
-	m ^{tc}	524	234945	3860444	TU-6	2

۲-۱۴-۵- توصیف ناهنجارهای عنصر بیسموت

این عنصر دارای مقدار میانگین ۰/۳۹، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۴/۳ و صفر گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۷/۸۳ و ۹۴/۳، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۰۸ میباشد که موید توزیع غیرنرمال با چولگی مثبت برای داده‌های این عنصر است (نمودار ۲-۹)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۶/۱۷ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



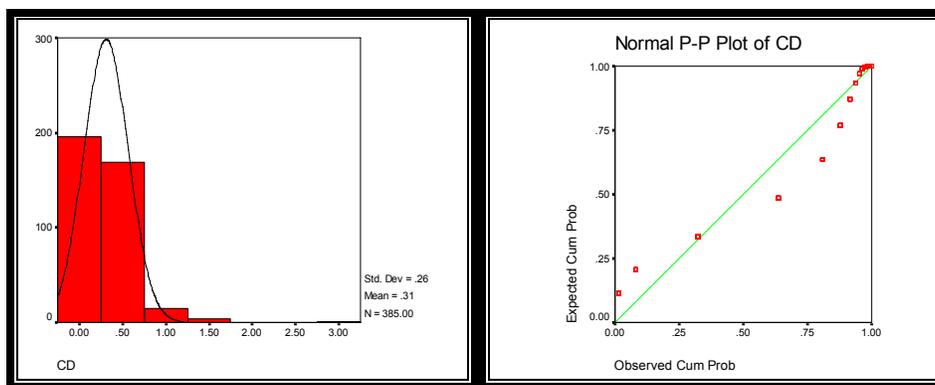
جدول ۲-۱۶- توصیف ناهنجاریهای عنصر بیسموت در محدوده مورد مطالعه توپسرکان

همبندیهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Bi	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری
-	mtc	1.8	237571	3857997	TU-36-H	1
-	mtc	1.8	237512	3857910	TU-37-H	1
-	mtc	1.6	237437	3858432	TU-70	1
-	mtc	1.4	235503	3859484	TU-16	1
-	mtc	1.3	236582	3858308	TU-26-H	1
-	mtc,mta,sy	1.1	238201	3859979	TU-157	1
-	mtc	1.1	236728	3858987	TU-405	1

همانگونه که در جدول ناهنجاری با اهمیت درجه یک و نیز نقشه ارائه شده برای عنصر بیسموت ملاحظه میشود (جدول ۲-۱۶) بیشتر نمونه ها در متمرکز بوده و این موضوع ارزش دو چندان به ناهنجاری های این عنصر میدهد (نقشه ۵) اما عدم ارتباط این عنصر با دیگر عناصر میبایستی مد نظر قرار گیرد.

۲-۱۴-۶- توصیف ناهنجاری های عنصر کادمیم

این عنصر دارای مقدار میانگین ۰/۳۱، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۳ و صفر گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۴/۳۶ و ۳۳/۸۲، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۲۶ و ۰/۰۷ میباشد که موید توزیع غیر نرمال با چولگی مثبت بسیار بالای داده های این عنصر است (نمودار ۲-۱۰)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۹/۶۴ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



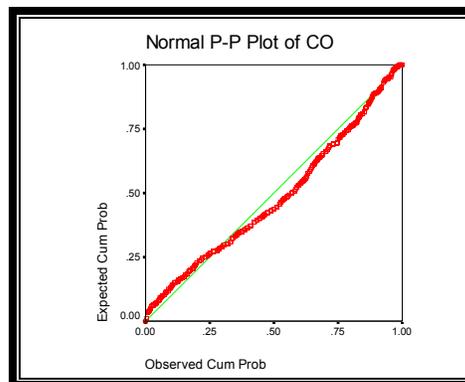
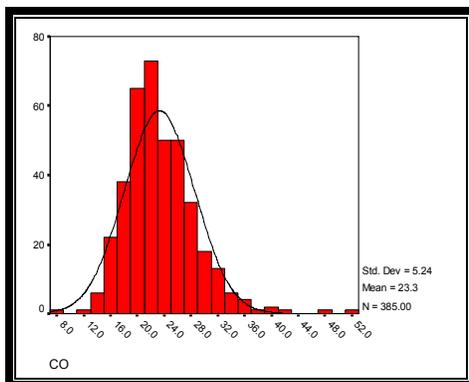
نمودار ۲-۱۰- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام عنصر کادمیم

جدول ۲-۱۷- توصیف ناهنجارهای عنصر کادمیم در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Cd	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری
-	mth,mtc,sy,d	1.4	240464	3858026	TU-20	1
-	mth,mtc,sy,d	1.4	240129	3858615	TU-76-H	1
-	mtc	1.3	235229	3860664	TU-8	1
-	mtc	1.3	235950	3859418	TU-31-H	1
-	mth,mtc,sy,d	1.2	239473.9	3858814	TU-141	1
-	mth,mtc,sy,d	1	236046.9	3859675	TU-18	2
-	mth,mtc,sy,d	1	235919.6	3859852	TU-17	2

۲-۱۴-۷- توصیف ناهنجارهای عنصر کبالت

این عنصر دارای مقدار میانگین ۲۳/۳، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۲۶۶ و ۴۸ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۱/۰۸ و ۳/۴۳، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۵/۲۴ و ۲۷/۴۳ میباشد که موید توزیع غیر نرمال داده های این عنصر با چولگی مثبت است (نمودار ۲-۱۱)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۲/۳۹ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



نمودار ۲-۱۱- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر کبالت

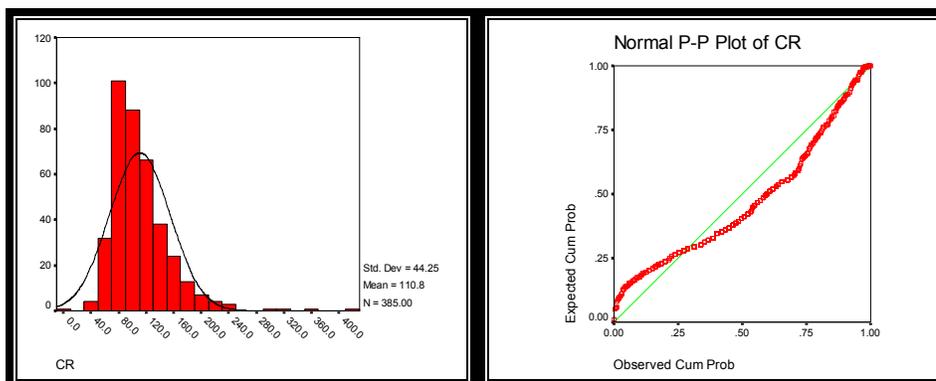
همانگونه که در جدول ناهنجاری‌های با اهمیت درجه یک، دو و همچنین نقشه پراکنندگی عنصر کبالت نمایان است (جدول ۲-۱۸)، با توجه به شدت ناهنجاری و همبود عناصر، نمونه‌های *TU.106* و *TU.141* دارای ارزش بالایی هستند و باید مورد توجه بیشتری قرار گیرند (نقشه ۷).

جدول ۲-۱۸- توصیف ناهنجارهای عنصر کبالت در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبادهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Co	
			X	Y	شماره نمونه	ناهنجاری درجه
Cu	m th ,m ^{tc} ,sy,d	47.2	239474	3858814	TU-141	1
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	41	238017	3857974	TU-42-H	2
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	39.8	242397	3855949	TU-22	2
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	37.2	242199	3855981	TU-100-H	2
-	m ^{tc}	36.4	233791	3858707	TU-30	2
-	m ^{tc}	36.3	233692	3858733	TU-29	2

۲-۱۴-۸- توصیف ناهنجارهای عنصر کروم

این عنصر دارای مقدار میانگین ۱۱۰/۸، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۴۲۴ و ۹ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۲/۲۸ و ۱۰، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۴۴/۲۵ و ۱۹۵۷/۶۶ میباشد که نشان دهنده توزیع غیرنرمال داده‌های این عنصر با چولگی مثبت است (نمودار ۲-۱۲)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۶/۹۲ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



نمودار ۲-۱۲- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر کروم

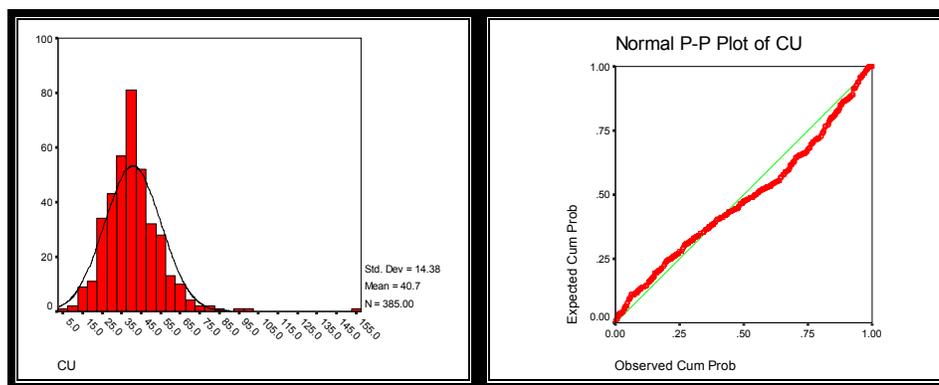
جدول ۲-۱۹- توصیف ناهنجاری‌های عنصر کروم در محدوده مورد مطالعه توپسرکان

همبوندهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Cr	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری
Ni	math,mtc	353	238176	3855323	TU-93	1
-	m^{tc}	316	233791	3858707	TU-30	1
Mn	mtc	302	233692	3858733	TU-29	1
-	m^{tc}	239	235513	3858365	TU-52	2
-	m^{tc}	233	235190	3859303	TU-15	2
-	m^{tc}	232	242397	3855949	TU-22	2
-	m^{tc}	225	234823	3859391	TU-13	2
-	m^{tc}	216	234223	3858475	TU-9-H	2
-	m^{tc}	209	233679	3859369	TU-26	2

ناهنجاری‌های با اهمیت (جدول ۲-۱۹) و همچنین نقشه پراکنندگی این عنصر از بالا بودن اهمیت نمونه های $TU.29$ ، $TU.93$ ، $TU.76$ حکایت میکند چراکه علاوه بر شدت ناهنجاری، همبودهای عنصری باارزشی نیز از خود نشان داده است (نقشه ۸).

۲-۱۴-۹- توصیف ناهنجاری‌های عنصر مس

این عنصر دارای مقدار میانگین ۴۰/۵۷، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱۵۶ و ۴/۵ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۱/۸۲ و ۱۱/۲۳، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱۴/۳۸ و ۲۰۶/۸۸ میباشد که غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر با چولگی مثبت را نشان میدهد (نمودار ۲-۱۳)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۶/۰۳ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



نمودار ۲-۱۳- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام عنصر مس

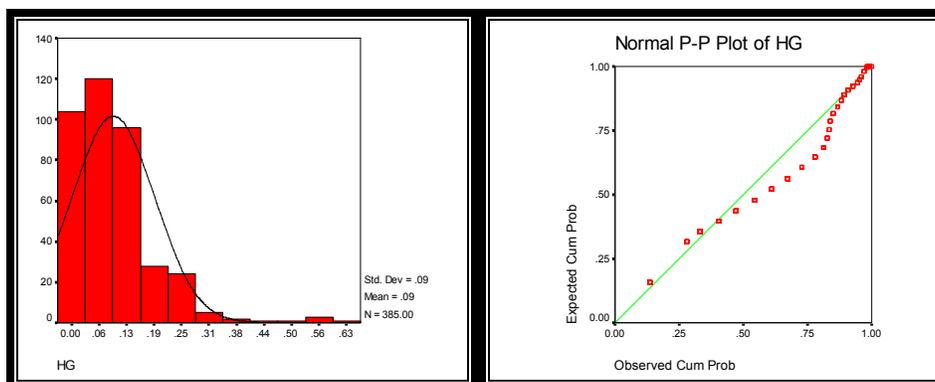
مس یکی از با ارزش ترین عناصر در زمینه اکتشاف میباشد و در تمام موارد تغییرات آن با دقت مورد توجه قرار میگیرد، همانگونه که در جدول ناهنجاری های با اهمیت درجه یک، دو (جدول ۲-۲۰) و همچنین نقشه ارائه شده برای عنصر مس ملاحظه میشود که تنها یک نمونه با شماره TU.141 دارای شدت ناهنجاری درجه ۱ میباشد که این نمونه نیز هیچگونه ارتباطی با دیگر عناصر از خود نشان نمیدهد (نقشه ۹).

جدول ۲-۲۰- توصیف ناهنجاری های عنصر مس در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Cu	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری
-	m^{tc}	101	233692	3858733	TU-29	2
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	94.6	238017	3857974	TU-42-H	2
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	83.5	235958	3857082	TU-57	2
-	m^{tc}	79.3	233828	3860371	TU-2	2
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	79.3	239562	3858858	TU-140	2

۲-۱۴-۱۰- توصیف ناهنجارهای عنصر جیوه

این عنصر دارای مقدار میانگین ۰/۰۹، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱ و صفر گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۲/۱ و ۷/۵۹، که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (نمودار ۲-۱۴)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۶/۲۸ می‌باشد که تا حدودی قابل قبول می‌باشد.



نمودار ۲-۱۴- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر جیوه

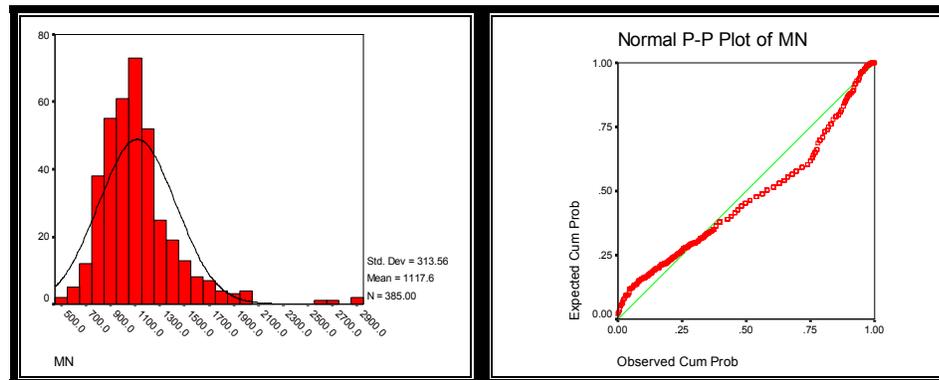
جیوه یکی از با ارزشمندترین عناصر محسوب شده که لازم است تغییرات آن دقت مورد توجه قرار گیرد، همانگونه که در جدول ناهنجاری‌های با اهمیت درجه یک، دو (جدول ۲-۲۱) و همچنین نقشه ارائه شده برای عنصر جیوه ملاحظه می‌شود بسیار با اهمیت تلقی می‌شوند اما با این حال هیپگونه ارتباطی با دیگر عناصر از خود نشان نمی‌دهند (نقشه ۱۰).

جدول ۲-۲۱- توصیف ناهنجارهای عنصر جیوه در محدوده مورد مطالعه تویسرکان (نقشه ۱۰)

همبندیهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Hg	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری
	m^{th}	0.6	242013	3854487	TU-109-H	1
	m^{th}	0.59	242504	3854472	TU-107-H	1
	m^{th}	0.59	242343	3854289	TU-108-H	1
	m^{th}	0.57	242154	3854777	TU-106-H	1
	m^{th}	0.5	241346	3858489	TU-89-H	1

۲-۱۴-۱۱- توصیف ناهنجارهای عنصر منگنز

این عنصر دارای مقدار میانگین ۱۱۱۷، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۲۹۳۰ و ۴۹۵ گرم در تن ، چولگی و کشیدگی ۱/۹۹ و ۷/۸۵، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۳۱۳ و ۹۸۳۱۸ میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (نمودار ۲-۱۵)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۸/۶۱ میباشد که تا کاملاً قابل قبول میباشد.



نمودار ۲-۱۵- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر منگنز

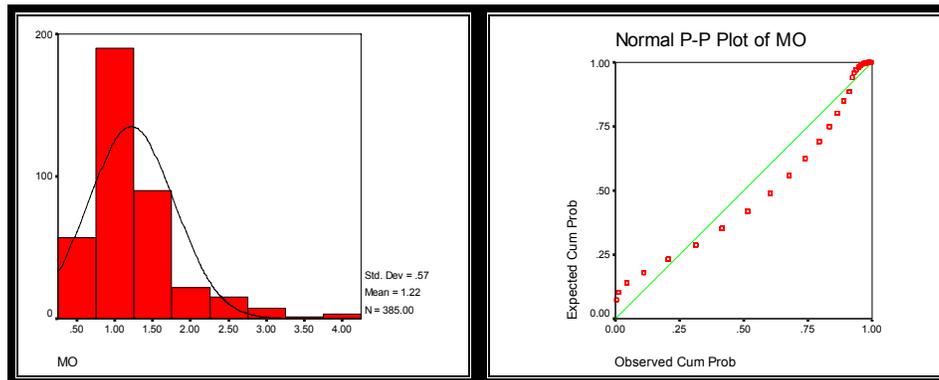
منگنز یکی از فراوان‌ترین عناصر در طبیعت محسوب شده و تغییرات گسترده‌ای را از خود بروز میدهد. با اینحال میبایستی به آن توجه شود، همانگونه که در جدول ناهنجاری‌های با اهمیت درجه یک، دو (جدول ۲-۲۲) و همچنین نقشه ارائه شده برای عنصر منگنز ملاحظه میشود با توجه به شدت ناهنجاری‌ها و همبود با دیگر عناصر، نمونه‌های $TU.29$ ، $TU.106$ با اهمیت تلقی میشوند (نقشه ۱۱).

جدول ۲-۲۲- توصیف ناهنجاریهای عنصر منگنز در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه		Mn	
			نمونه برداری (UTM)		شماره نمونه	درجه ناهنجاری
			X	Y		
Co	m^{th}, m^{tc}	2930	239084	3854972	TU.106	1
-	mth,mtc	2880	238704	3857155	TU.130	1
Cr	mtc	2690	233692	3858733	TU.29	1
-	m^{th}, m^{tc}	2590	239026	3853863	TU.54.H	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2040	241256	3860160	TU.179	2
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2020	239562	3858858	TU.140	2
-	Q^{t2}	2000	234139	3856056	TU.224	2
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	1990	239895	3859450	TU.164	2
-	m^{tc}	1910	234945	3860444	TU.6	2
	m^{tc}	1910	235229	3860664	TU.8	2
	m^{tc}	1850	234510	3860694	TU.2.H	2
	m^{tc}	1840	236390	3859465	TU.21	2

۲-۱۴-۱۲- توصیف ناهنجارهای عنصر مولیبدن

این عنصر دارای مقدار میانگین ۱/۲۲، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۴/۱ و ۰/۴ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۱/۹۸ و ۵/۵۱، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۳۲ میباشد که غیرنرمال بودن توزیع داده‌ها این عنصر را نشان میدهد (نمودار ۲-۱۶)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۴/۸۸ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



نمودار ۲-۱۶- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر مولیبدن

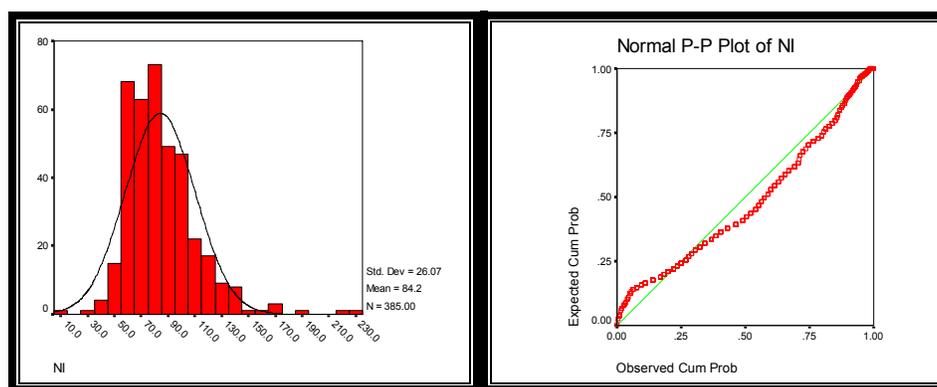
جدول ۲-۲۳- توصیف ناهنجارهای عنصر مولیبدن در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Mo	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری
-	m^{tc}	4.1	239014	3854073	TU.104	1
-	m^{tc}	3.8	233828	3860371	TU.2	1
-	m^{th}, m^{tc}	3.7	239084	3854972	TU.106	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	3.1	235998	3860743	TU.10	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	3	239562	3858858	TU.140	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	3	236390	3859465	TU.21	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2.9	241939	3856439	TU.220.H	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2.8	234647	3860547	TU.5	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2.8	233854	3860140	TU.4	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2.7	234945	3860444	TU.6	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2.7	235229	3860664	TU.8	1
-	m^{tc}	2.7	235920	3859852	TU.17	1
-	m^{th}, m^{tc}	2.6	239457	3853983	TU.105	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2.5	234872	3860317	TU.7	1
-	m^{th}, m^{tc}, sy, d	2.5	235704	3860752	TU.9	1

مولیبدن یکی از ارزشمندترین عناصر در مراحل اکتشاف محسوب شده که لازم است تغییرات آن دقت مورد توجه قرار گیرد، همانگونه که در جدول ناهنجاری‌های با اهمیت درجه یک، دو (جدول ۲-۲۳) و همچنین نقشه ارائه شده برای عنصر مولیبدن ملاحظه میشود، نمونه‌های ذکر شده با اهمیت تلقی میشوند اما با اینحال هیچگونه ارتباطی با دیگر عناصر از خود نشان نمیدهند (نقشه ۱۲).

۲-۱۴-۱۳- توصیف ناهنجاری‌های عنصر نیکل

این عنصر دارای مقدار میانگین ۸۴/۱۷، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۲۳۲ و ۱۱ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۱/۴۶ و ۴/۶۸، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۲۶/۰۷ و ۶۷۹/۶۴ میباشد که توزیع غیرنرمال داده‌های این عنصر را نشان میدهد (نمودار ۲-۱۷)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۸/۶۵ میباشد که تا کاملاً قابل قبول میباشد.



نمودار ۲-۱۷- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر نیکل

جدول ۲-۲۴- توصیف ناهنجاریهای عنصر نیکل در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Ni	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری
Cr	m th ,m ^{tc}	215	238176	3855323	TU-93	1
-	m ^{tc}	187	234956	3858637	TU-465	1

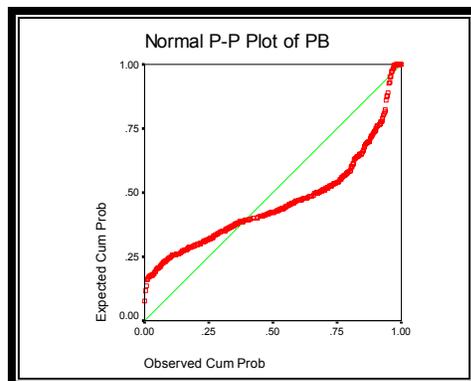
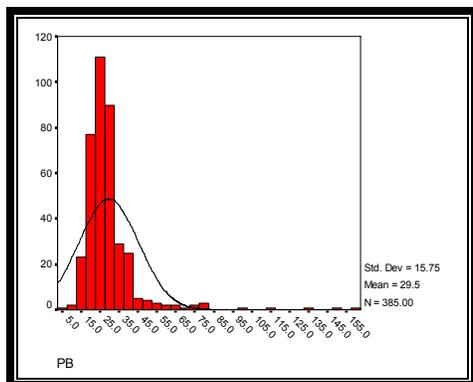
نیکل عنصری است که بستگی زیادی به سنگهای منطقه دارد، بنابراین واحدهای سنگ شناسی بر اهمیت یا بی اهمیت بودن ناهنجاریهای این عنصر اثر دارد. همانگونه که در جدول ناهنجاریهای با اهمیت درجه یک (جدول ۲-۲۴) و همچنین نقشه ارائه شده برای عنصر نیکل ملاحظه میشود، نمونههای ذکر شده با توجه به واحدهای سنگ شناسی و عیار این نمونهها دارای اهمیت بالا نیستند (نقشه ۱۳).

۲-۱۴-۱۴- توصیف ناهنجاریهای عنصر سرب

این عنصر دارای مقدار میانگین ۲۹/۵۳، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱۶۰ و ۷ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۴/۴۲ و ۲۹/۱۹، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱۵/۷۵ و ۲۴۸/۱۴ میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع دادههای این عنصر است (چولگی بسیار بالای این عنصر از عیارهای غیرعادی بالا ناشی میشود که در

جامعه فوق دیده میشود) (نمودار ۲-۱۸)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با

۱۴/۹۲ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد .



نمودار ۲-۱۸- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر سرب

این عنصر یکی از با ارزش‌ترین عناصر منطقه محسوب میشود که همپوشانی

مکانی آن با عناصری مانند روی ، بیسموت و آنتیموان ارزش بسیار زیادی به آن

میدهد (جدول ۲-۲۵) (نقشه ۱۴).

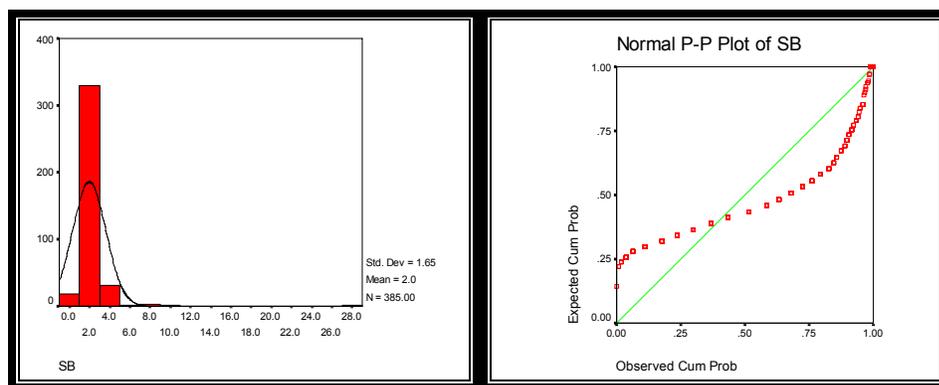
جدول ۲-۲۵- توصیف ناهنجارهای عنصر سرب در محدوده مورد مطالعه توپسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	بیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Pb	
			X	Y	شماره نمونه	ناهنجاری درجه
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	151	241967	3856129	TU.221	1
Zn	m th ,m ^{tc} ,sy,d	135	240130	3858615	TU.76.H	1
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	117	239474	3858814	TU.141	1
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	97.5	241364	3854085	TU.113	۱
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	82.2	242443	3858702	TU.437	1
-	m ^{tc}	81.1	235229	3860664	TU.8	1
-	m ^{tc}	77.5	234945	3860444	TU.6	1
Zn	mtc	74	234647	3860547	TU.5	1
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	73	241068	3859176	TU.82.H	1
Zn	m th ,m ^{tc} ,sy,d	70.1	240464	3858026	TU.20	1

۲-۱۴-۱۵- توصیف ناهنجارهای عنصر آنتیموان

این عنصر دارای مقدار میانگین ۱/۹۷، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۲۷/۲ و ۰/۲ گرم در تن ، چولگی و کشیدگی ۱۰/۲ و ۱۴۴/۸۴، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱/۶۵ و ۲/۷۳ میباشد که غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این

عنصر را نشان میدهد (این عنصر دارای بالاترین مقدار چولگی بین تمام عناصر پردازش شده میباشد) (نمودار ۲-۱۹) است، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۴/۸ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد (نقشه ۱۵).



نمودار ۲-۱۹- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر آنتیموان

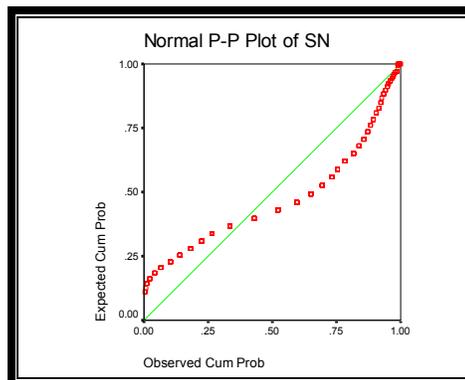
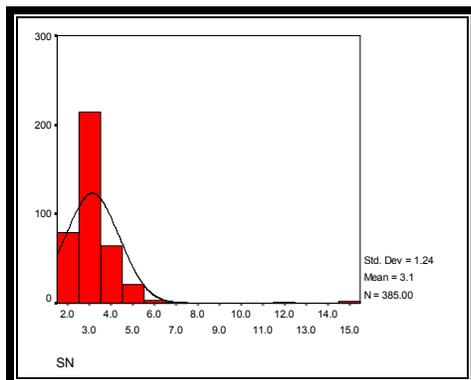
این عنصر به همراه عناصری مانند کادمیم، جیوه و آرسنیک در بیشتر کانسارها به عنوان یک ردیاب بسیار مهم مورد توجه ژئوشیمیست‌ها است و کوچکترین تغییرات آن مورد توجه قرار میگیرد، با این شرح نمونه‌های $TU.17$ ، $TU.140$ از اهمیت بالایی برخوردار میباشند (جدول ۲-۲۶).

جدول ۲-۲۶- توصیف ناهنجارهای عنصر آنتیموان در محدوده مورد مطالعه توپسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Sb	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجاری
Pb,Cd	m th ,m ^{tc} ,sy,d	27.2	239562	3858858	TU.140	1
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	10.3	239474	3858814	TU.141	1
Sn,W	mtc	8.6	235920	3859852	TU.17	1
-	m ^{tc}	8.5	233064	3858583	TU.455	1
-	m th	7.7	239084	3854972	TU.106	1

۲-۱۴-۱۶- توصیف ناهنجارهای عنصر قلع

این عنصر دارای مقدار میانگین ۳/۱۲، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱۴/۹ و ۱/۶ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۵/۶۳ و ۴۶/۶۸، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱/۲۴ و ۱/۵۵ میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های عنصر قلع است (نمودار ۲-۲۰)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۶/۵۹ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



نمودار ۲-۲۰- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر قلع

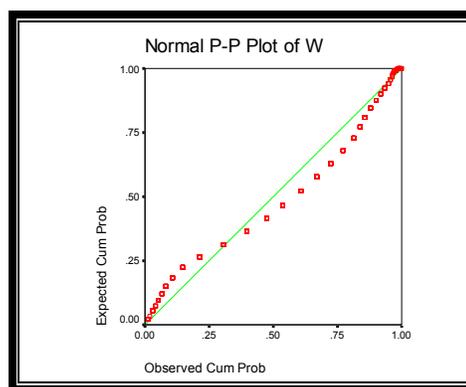
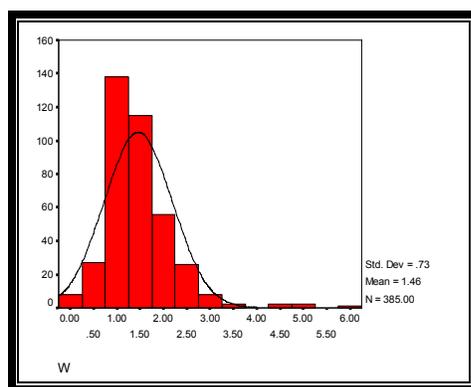
در جدول فوق که ناهنجاری‌های با اهمیت درجه یک برای عنصر قلع ارائه شده است، با توجه به شدت ناهنجاری و همبود با دیگر عناصر نمونه *TU.17.H* تقریباً با ارزش محسوب شده و لازم است مورد توجه بیشتری قرار گیرد (جدول ۲-۲۷) (نقشه ۱۶).

جدول ۲-۲۷- توصیف ناهنجاری‌های عنصر قلع در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Sn	
			X	Y	شماره نمونه	درجه ناهنجار ی
Sb, W	Q^{t2}	0	235357	3855090	TU.17.H	1
-	m^{th}, m^{tc}	12	233149	3857594	TU.38	1
-	m^{th}, m^{tc}	7	242356	3854792	TU.213	1
-	m^{th}, m^{tc}	6	232820	3858081	TU.33	1

۲-۱۴-۱۷- توصیف ناهنجارهای عنصر تنگستن

این عنصر دارای مقدار میانگین ۱/۴۶، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۶ و صفرگرم در تن ، چولگی و کشیدگی ۱/۸۱ و ۷/۴، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۷۳ و ۰/۵۳ میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (نمودار ۲-۲۱)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۹/۲۴ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



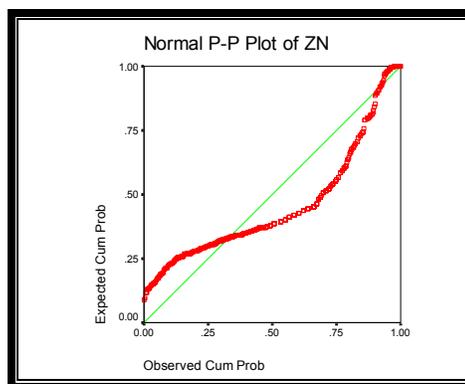
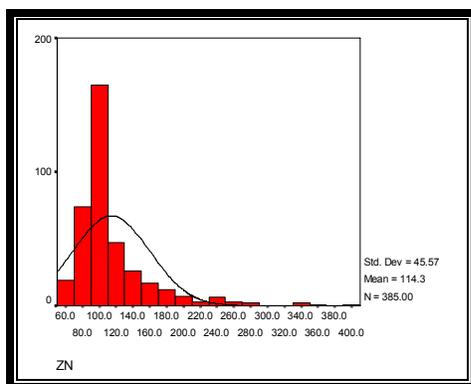
نمودار ۲-۲۱- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر تنگستن

جدول ۲-۲۸- توصیف ناهنجارهای عنصر تنگستن در محدوده مورد مطالعه تویسرکان

همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		W	
			X	Y	نمونه شمار	ناهنجاری درجه
Sn, Sb	Q^{t2}	5.2	235357	3855090	TU.17.H	1
-	m^{th}, m^{tc}	4.8	239404	3857029	TU.62.H	1

۲-۱۴-۱۸- توصیف ناهنجارهای عنصر روی

این عنصر دارای مقدار میانگین 114.3 ، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب 401 و 53 گرم در تن، چولگی و کشیدگی $2/68$ و $9/56$ ، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب $2076/8$ و $45/57$ میباشد که موید غیر نرمال بودن توزیع داده های این عنصر است (نمودار ۲-۲۲)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با $17/49$ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.



نمودار ۲-۲۲- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام عنصر روی

جدول ۲-۲۹- توصیف ناهنجارهای عنصر روی در محدوده مورد مطالعه توپسرکان

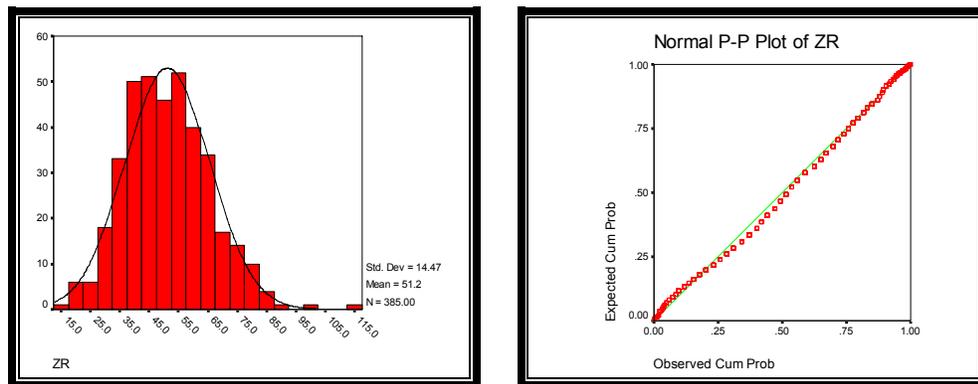
همبدهای عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Zn	
			X	Y	شماره نمونه	ناهنجار
pb	m th ,m ^{tc} ,sy,d	401	240130	3858615	TU.76.H	1
Pb	m th ,m ^{tc} ,sy,d	352	240464	3858026	TU.20	1
Ag	m ^{tc}	340	235229	3860664	TU.8	1
-	m th ,m ^{tc} ,sy,d	333	239562	3858858	TU.140	1
	m ^{tc}	282	235951	3859418	TU.31.H	1
Bi	m ^{tc}	281	235504	3859484	TU.16	1
-	m ^{tc}	266	236272	3859661	TU.19	1
-	m ^{tc}	255	235704	3860752	TU.9	1
Pb	m th ,m ^{tc} ,sy,d	249	241068	3859176	TU.82.H	1
Pb	mtc	243	234647	3860547	TU.5	1

این عنصر همانند بیسموت، سرب، آنتیموان و کادمیم یکی دیگر از با ارزش ترین عناصر منطقه محسوب میشود که از بین نمونه های ذکر شده در جدول فوق، نمونه های *TU.76.H, TU.20, TU.8, TU.16, TU.82.H, TU.5* با توجه به شدت ناهنجاری و همبدهای عنصری از ارزش بالاتری برخوردارند (جدول ۲-۲۹) (نقشه ۱۸).

۲-۱۴-۱۹- توصیف ناهنجارهای عنصر زیرکونیم

این عنصر دارای مقدار میانگین ۵۱/۲۴، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱۱۷ و ۱۷ گرم در تن، چولگی و کشیدگی ۰/۴۸ و ۰/۷۵ انحراف استاندارد و واریانس آن

به ترتیب ۱۴/۴۷ و ۲۰۹/۵۲ می باشد که موید نرمال بودن توزیع داده های این عنصر است (نمودار ۲-۲۳)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۲/۸۸ می باشد که تا حدودی قابل قبول می باشد .



نمودار ۲-۲۳- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام عنصر زیرکونیم

با توجه به جدول شدت ناهنجاری این عنصر ملاحظه می شود که هیچگونه نمونه با ارزشی در منطقه وجود ندارد و ظاهراً نمیتوان آن را مورد توجه قرار داد (جدول ۲-۳۰) (نقشه ۱۹).

جدول ۲-۳۰- توصیف ناهنجارهای عنصر زیرکونیم در محدوده مورد مطالعه توپسرکان

همبده عنصری	واحد سنگی	عیار (گرم در تن)	ایستگاه نمونه برداری (UTM)		Zr	
			X	Y	نمونه شماره	ناهنجاری
-	m ^{tc}	117	238851	3858623	TU.458	2
-	m ^{tc}	101	233208	3860139	TU.463	2
-	m ^{tc}	89	233013	3858450	TU.32	2

۲-۱۵- معرفی مناطق امید بخش به روش مطالعات ژئوشیمیایی

براساس مطالعات ژئوشیمیایی چند محدوده معرفی میشود که مهمترین آنها به

شرح ذیل است:

۲-۱۵-۱- منطقه امیدبخش شماره ۱ (target 1)

این منطقه ناهنجار که بزرگترین محدوده محسوب میشود در شمال و شمال خاوری روستای ملحمدره واقع شده است. باتوجه به نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ توپسرکان، سنگهای دگرگونی شامل بازالت، آندزیت، تراکی آندزیت، تراکیت، ریولیت های دگرگون شده، مرمر و دولومیت های مرمری، کوارتزسینیت و آلکالی گرانیات، متابازیت، گابرو و دیوریت های متاسوماتیسم در این منطقه است. نمونه های موجود در این محدوده برای عناصر Zn, Sb, Cu, Bi, Cd و Pb ناهنجاری درجه یک و

نیز کانی‌های خانواده سرب، تنگستن، مس و جیوه در نمونه‌های کانی سنگین

برداشت شده مشاهده شده است (نقشه ۳۱).



شکل ۲-۱: نمایی از منطقه امیدبخش شماره ۱ (شمال و شمال باختری ملحمدره، دید به سمت شمال باختر)

۲-۱۵-۲- منطقه امید بخش شماره ۲ (target2)

این منطقه در گوشه جنوب خاوری منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است و به صورت شیست، شیست سبز و مرمز در این منطقه رخنمون دارد. عناصر Hg, Pb, Sn در نمونه‌های این منطقه دارای ناهنجاری درجه یک می باشند. همچنین کانی سرب در نمونه کانی سنگین پایین دست حوضه آبریز محدوده مشاهده گردیده است.

۲-۱۵-۳- منطقه امید بخش شماره ۳ (target3)

این محدوده در گوشه جنوب باختری منطقه مورد مطالعه واقع شده است و سنگهای دگرگونی شامل بازالت، آندزیت، تراکی آندزیت، تراکیت، ریولیت های دگرگون شده، مرمر و دولومیت های مرمری و واحدهای جوان، در این منطقه رخنمون دارد. عناصر Sn, W, Au, Ag, As در نمونه های این منطقه دارای ناهنجاری درجه یک و دو می باشند و نمونه های واقع در این محدوده برای کانی های سنگین سینابر، طلا، سرب و روی و تنگستن ناهنجاری نشان می دهند (نقشه ۳۱).

.....

فصل سوم

اکتشاف کانی‌های سنگین

۳-۱- مقدمه

جداول مربوط به کانی سنگین در واقع نمایشی از مشاهدات کیفی کانی های سنگین مشاهده شده نیست و تشکیل چنین جداولی برای بررسی همبدها و تهیه نقشه های توزیع سطحی امری مشخص است اما پردازش های آماری معمول نظیر محاسبه پارامترهای آماری، ترسیم هیستوگرام، ضرایب همبستگی تقریباً غیرمعمول است و علاوه بر آن تعبیر و تفسیر گرم بر تن برای یک کانی به اندازه یک عنصر معمول نیست (جداول مربوط به محاسبات گرم بر تن نمونه های کانی سنگین در پیوست آمده است).

۳-۲- نتایج حاصل از مطالعه کانی سنگین

بر پایه مطالعات کانی سنگین در این منطقه، نتایجی به شرح زیر حاصل گردید. لازم به ذکر است که این نتایج ممکن است به عنوان راهنما یا کمک برای تفسیر نتایج پردازش های ژئوشیمی که قبلاً به آن پرداخته شد بکار گرفته شود (پیوست ۴)، از دید مطالعات کانی سنگین در منطقه تویسرکان که به دقت صورت گرفته است نتایج زیر به دست آمده است:

کانی های گالن، سرروزیت، باریت، مالاکیت، کوپریت، اسمیت زونیت، سلسیت، سینابر، اسفالریت، مس طبیعی، فلوریت، سرب طبیعی و بروشانتیت با انتشاری جزئی کانی های کانسار ساز را تشکیل داده اند.

کانی‌های هماتیت، گوتیت، لیمونیت، منیتیت، پیریت‌های هماتیتی شده و پیریت‌های لیمونیتی شده مجموعه کانی‌های آهن‌دار این منطقه را تشکیل داده‌اند. مجموعه یاد شده از انتشار قابل توجهی برخوردار است. همچنین مجموعه متشکل از پیروکسن، آمفیبول، اپیدوت، آپاتیت و زیرکن بهترین مجموعه کانی‌های سنگ‌ساز منطقه به شمار می‌آید.

۳-۳- پردازش داده‌های کانی‌سنگین

۳-۳-۱- فایل بندی داده‌ها

اطلاعات دریافتی به صورت فایل محاسبات گرم برتن گزارش میشود، این فایل برای محاسبات آماری آماده و مورد استفاده قرار میگیرد .

۳-۳-۲- مطالعات آماری

در محدوده تویسرکان به تعداد ۱۳۹ موقعیت برای نمونه‌برداری کانی‌سنگین انتخاب و مورد برداشت قرار گرفت، نمونه‌های کانی‌سنگین بعد از آماده‌سازی مورد مطالعه میکروسکوپی قرار گرفت (نتایج خام و محاسبات گرم برتن مطالعات به طور کامل در پیوست ارائه شده است) و نتایج حاصله مورد پردازش واقع و با استفاده از برنامه‌های آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، در جدول ۳-۱ پارامترهای آماری مربوط به کانی‌های سنگین منطقه تویسرکان ارائه شده است. لازم به ذکر است

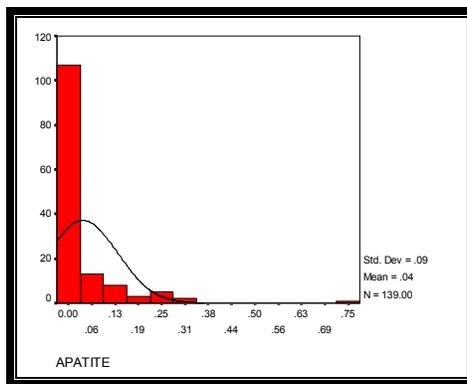
که معمولاً اعتبار آنها مشکوک تلقی می شود مگر اینکه داده های با تعداد کافی و توزیع مناسب بکار گرفته می شود.

جدول ۳-۱: پارامترهای آماری نمونه های کانی سنگین در محدوده تویسرکان

	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis
	Valid	Missing							
Magnetite	139	0	277.90	27.75	0.00	875.88	767169.07	7.13	61.73
APATITE	139	0	0.04	0.00	0.00	0.09	0.01	4.34	26.07
ZIRCON	139	0	0.18	0.13	0.00	0.21	0.05	3.00	10.85
RUTILE	139	0	0.14	0.07	0.00	0.26	0.07	3.89	19.34
ANATASE	139	0	0.05	0.00	0.00	0.09	0.01	2.28	4.70
SPHENE	139	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.79	48.18
Leucoxene	139	0	0.09	0.00	0.00	0.15	0.02	2.53	7.15
BARITE	139	0	1.37	0.13	0.00	3.63	13.15	4.37	21.64
PYRITE	139	0	0.20	0.00	0.00	1.28	1.63	11.30	130.95
Carbonates	139	0	0.47	0.06	0.00	1.15	1.33	4.06	19.62
FQ	139	0	4.19	0.31	0.23	12.54	157.36	4.62	24.17
NIGRINE	139	0	0.16	0.00	0.00	0.54	0.29	8.15	76.10
Celestite	139	0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	11.79	139.00
GALENA	139	0	0.04	0.00	0.00	0.15	0.02	3.91	15.50
Cerussite	139	0	0.06	0.00	0.00	0.16	0.03	2.77	7.12
Malachite	139	0	0.01	0.00	0.00	0.08	0.01	9.23	92.08
GOLD	139	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.79	139.00
SAPPHIR	139	0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	11.79	139.00
CINNABAR	139	0	0.04	0.00	0.00	0.17	0.03	5.49	34.11
Scheelite	139	0	0.06	0.00	0.00	0.38	0.14	6.77	48.47
FLUORITE	139	0	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	4.89	25.05
SILVER	139	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Nativelead	139	0	0.04	0.00	0.00	0.21	0.04	8.33	77.04
Andalusite	139	0	0.73	0.16	0.00	2.82	7.95	9.60	102.60
DISTHENE	139	0	0.15	0.02	0.00	0.57	0.33	7.39	57.87
Sphalerite	139	0	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	11.79	139.00
Smithsonite	139	0	0.02	0.00	0.00	0.07	0.01	3.49	11.69
Nativecopper	139	0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	10.65	117.91
Brochantite	139	0	0.02	0.00	0.00	0.12	0.02	10.31	112.38
CUPRITE	139	0	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	11.79	139.00
HEMATITE	139	0	238.90	148.19	25.24	279.27	77989.08	1.93	4.26
GOETHITE	139	0	59.46	34.85	0.00	83.12	6908.38	2.85	10.76
LIMONITE	139	0	40.55	21.28	0.00	56.61	3204.38	2.39	6.59
Pyriteoxide	139	0	111.69	26.36	21.60	188.69	35602.71	2.63	7.99
Pyritelimonite	139	0	32.38	11.21	0.00	48.28	2330.85	2.08	4.29
OLIGISTE	139	0	4.22	0.00	0.00	23.84	568.20	8.16	74.01
PYROXENS	139	0	9.12	0.03	0.00	54.13	2929.56	10.68	119.71
Amphibols	139	0	8.64	4.61	2.56	13.83	191.22	5.09	38.52
EPIDOTS	139	0	21.85	7.97	0.00	30.73	944.39	1.89	3.76
GARNETS	139	0	0.52	0.00	0.00	3.01	9.08	8.88	88.59
CHLORITE	139	0	1.92	0.16	0.00	3.03	9.17	1.80	2.70
BIOTITE	139	0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	11.79	139.00
ILMENITE	139	0	0.08	0.00	0.00	0.91	0.83	11.76	138.50
MARTITE	139	0	1.38	0.00	0.00	8.32	69.18	7.71	64.87
SERICITE	139	0	10.84	6.60	0.00	13.40	179.45	2.57	9.61
Blackspinel	139	0	0.01	0.00	0.00	0.08	0.01	11.79	139.00
SCHIST	139	0	359.22	300.90	336.30	251.44	63223.28	1.14	1.33
Altreadsilicate	139	0	75.28	16.20	1.08	149.91	22472.34	3.62	15.35

۳-۳-۳- نمودارهای هیستوگرام

نمودارهای هیستوگرام بسادگی وضعیت توزیع عیاری مربوط به کانی‌های سنگین در منطقه تویسرکان را نمایش می‌دهند (نمودار ۳-۱) (پیوست ۵) اما ظاهر آن شکل نیست، در واقع چنین نموداری گویای خوبی برای پراکندگی کانی‌های سنگین نیست چرا که نمونه‌های کانی سنگین می‌تواند نوعی نمونه انتخابی باشد، زیرا نتایج این نمونه توسط افراد مختلف می‌تواند منجر به نتایج کاملاً متفاوت شود.



نمودار ۳-۱- هیستوگرام کانی آپاتیت در منطقه تویسرکان

۳-۳-۴- ضرایب همبستگی ژاکارد

از آنجائیکه داده‌های کانی سنگین بر حسب ذرات کاملاً گسیخته گزارش میشوند، عملاً نمیتوان تحلیل‌های آماری شناخته شده از جمله، نمودارهای هیستوگرام، ضرایب همبستگی و .. در مورد آنها کاملاً بی‌معنی خواهد بود، راه حل مناسب در این مورد

استفاده از کد صفر و یک برای حالاتی است که در نمونه‌ها، کانی‌سنگین حضور نداشته باشد و یا موجود باشد.

بنابراین می‌توان ضرایب همبستگی را با استفاده از این روش که روش ژاکارد نامیده میشود، محاسبه کرد. جدول ۲-۳ نتایج حاصل از محاسبه ضرایب همبستگی بین تمامی کانی‌های سنگین مورد مطالعه واقع شده را به روش ژاکارد نمایش می‌دهد.



پی جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی تویسرکان ۱



وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

.....

۳-۳-۵- پردازش چند متغیره

در تحلیل‌های مختلف به منظور تفسیر نهایی رفتار و رخداد‌های متعدد زمین‌شناختی و ژئوشیمیایی موجود در پهنه مورد بررسی، همواره تشخیص ارتباط بین متغیرها مورد توجه بوده و با ارزش تلقی می‌شود.

۱- سروزیت، اسمیت زونیت، گالن و فلوریت با ارتباط بسیار قوی و سینابر با ارتباط ضعیف تر نسبت به آنها در گروهی قرار دارند که میتواند معرف کانی‌های کانسار ساز سرب و روی باشند و بنابراین می‌تواند نشانه خوبی بر وجود استعداد برای این عناصر در منطقه باشد .

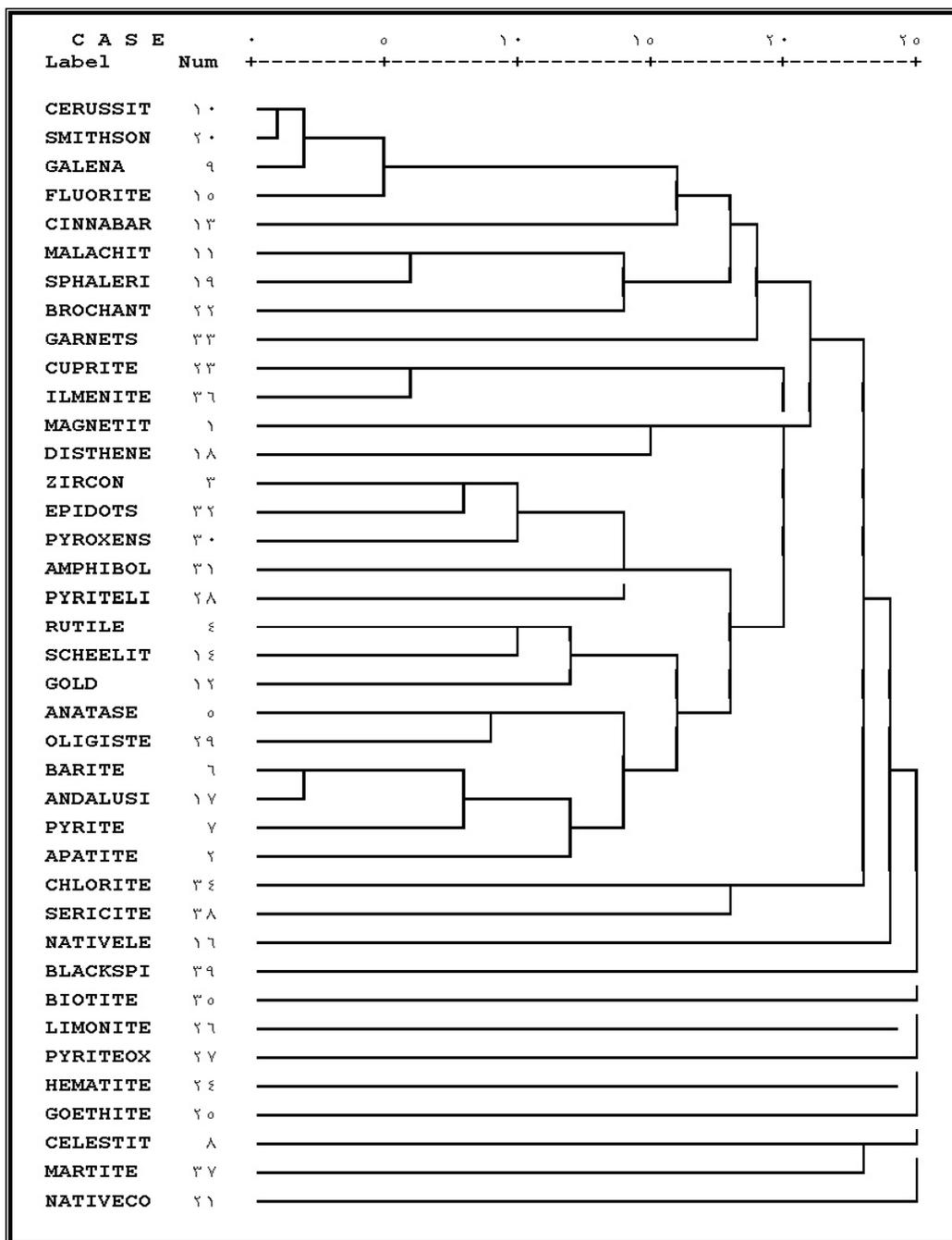
۲- مالاکیت و اسفالریت با ارتباط بسیار قوی بروشانیت با ارتباط ضعیف‌تر نسبت به آنها در گروهی قرار دارند که میتواند معرف کانی‌های کانسار ساز مس و روی باشند و بنابراین می‌تواند نشانه خوبی بر وجود استعداد برای این عناصر در منطقه باشد.

۳- کوپریت و ایلمنیت با ارتباط بسیار قوی و مگنتیت و اسفن با ارتباط ضعیف‌تر نسبت به آنها در گروهی قرار دارند که میتواند معرف محیط سنگی اشباع از سیلیس باشد.

۴- زیرکن، اپیدوت، پیروکسن و آمفیبول در گروهی قرار دارند که میتواند معرف محیط سنگی بازیک و همچنین اثر آلودگی سنگ‌شناسی (اثر سنگ‌های بالادست) حاصل شده باشد.

۵- روتیل، شئلیت و طلا در یک گروه و آنتاز، الیژیست، باریت، آندالوزیت، پیریت و آپاتیت در گروهی دیگر میتواند معرف محیطی نسبتاً خنثی از جهت اکسیداسیون- احیا در سیستم هیدروترمال باشد. این حالت در مراحل بلوغ یک مجموعه هیدروترمال ایجاد می‌گردد. (حضور آندالوزیت که یک کانی دگرگونی میباشد، میتواند ناشی از آلودگی نمونه‌ها به این کانی حاصل شده باشد.

براساس پردازش‌های انجام شده بر روی داده‌های حاصل از مطالعات کانی‌سنگین نقشه‌های متنوعی می‌توان ترسیم نمود، از آنجائیکه معمولاً توزیع کانی‌های سنگین در تکنیک برداشت آبراه‌های بسیار پراکنده و گسسته است لذا معمولاً از ترسیم نمادین برای نمایش توزیع داده‌های کانی‌سنگین بهره برده می‌شود که در این پروژه از نمایش تک کانی استفاده شده است.



نمودار ۲-۳- نمودار درختی کانی‌های سنگین در محدوده توپسرکان

فصل چهارم
کنترل ناهنجاری

۴-۱- مقدمه

به منظور پی بردن به ارزش ناهنجاری‌های به دست آمده در مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین، لازم است مرحله‌ای دیگر از مطالعات بر روی مناطق ناهنجار متمرکز شده و نمونه‌های سنگی و کانی سنگین بیشتری برداشت شود، در این مرحله که به مرحله کنترل ناهنجاری معروف است، تعداد ۵۲ نمونه سنگی و ۳۴ نمونه کانی سنگین برداشت شد که کاملاً با شرح خدمات ارائه شده از طرف کارفرمای محترم مطابقت دارد از طرف دیگر در یکی از بندهای شرح خدمات به لزوم برداشت نمونه‌های سنگی از زون های دگرسان جهت مطالعات پراش سنجی اشعه ایکس اشاره شده است که هیچگونه زون دگرسان در منطقه مورد مطالعه مشاهده نشده است، ضمناً از مهمترین نمونه‌های برداشت شده تعداد ۵ نمونه برای مطالعات مقاطع صیقلی مورد بررسی قرار گرفت (نقشه ۳۲)، تمامی نمونه‌های مینرالیزه (۵۲ نمونه) به روش ICP و برای ۵۳ عنصر بدون عنصر طلا آنالیز گردید. نتایج حاصل از آنالیزهای یاد شده به طور کامل در پیوست آمده است، در این مرحله از کار اکتشافی (کنترل ناهنجاری) می‌توان تطبیق ناهنجاری‌های اولیه استخراج شده از مراحل مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین را با نتایج مزبور بررسی نمود، اگر چه باید در نتیجه‌گیری نهایی، تمامی اطلاعات بصورت موازی بررسی و بر مبنای آن تصمیم‌گیری صورت گیرد. براساس مطالعه نمونه‌های سنگی یاد شده (جدول ۴-۱) نتایج زیر حاصل شده است:

دو نمونه با شماره‌های *TU-R-1, TU-R-13* دارای بالاترین مقادیر زیرکن به ترتیب ۱۷۱۲ و ۱۱۹۱ و نمونه‌های *TU-R-2, TU-R-5, TU-R-9, TU-R-17, TU-R-13*، *TU-R-18, TU-R-39, 36, TU-R-44* و *TU-R-44* با مقادیر بین ۵۰۵ تا ۷۹۲ گرم در تن زیرکن میباشد.

زیرکن یکی از کانی‌های فرعی در سنگ‌های آذرین و بویژه سنگ‌های نفوذی غنی از سدیم است (مقدار زیرکن در سنگ‌های اولترامافیک در حدود ۳۰ گرم در تن، در سنگ‌های بازیک در حدود ۱۰۰ گرم در تن، در سنگ‌های اسیدی در حدود ۲۰۰ گرم در تن و در سنگ‌های نفلین سینیت در حدود ۶۸۰ گرم در تن میباشد بنابراین در سنگ‌های تحت اشباع دارای بیشترین مقدار و در سنگ‌های اولترامافیک کمترین مقدار را دارا میباشد) و بصورت بلورهای کوچک و پراکنده در سنگ‌های نفوذی ماگمایی نظیر نفلین سینیت، گرانیت، دیوریت و گنایس رخ میدهد ولی غالب اوقات به صورت بلورهای درشت در پگماتیت‌های گرانیتی و سینیتی مشاهده میشود.

زیرکن یکی از اولین کانی‌هایی است که در فرایندهای تفریق انتهایی از ماگما متبلور میشود و غالباً با آپاتیت، فلوریت و میکا همراه است.

بررسی اشکال زیرکن نشان میدهد که انواع زیرکن‌های مدور در سنگ‌های آذرین دیده میشود در حالیکه در فرایندهای دگرگونی زیرکن با یک ویژگی تحلیلی رفتگی در حاشیه دیده میشود.

نخایر اصلی زیرکن به صورت پلاسری است، با اینحال در رگه‌های گرانیتوئیدی و دایک‌های پگماتیتی نیز مقادیر قابل ملاحظه‌ای از این عنصر دیده میشود.

در منطقه مورد مطالعه به نظر میرسد رگه‌های سیلیسی حاوی زیرکن مربوط به فعالیت‌های انتهایی توده‌های نفوذی گرانیتی تا سینوگرانیتی موجود در منطقه باشد که حضور مقادیر عناصر نادر در این رگه‌ها و ارتباط مثبت آنها با افزایش زیرکن حکایت از ارتباط تنگاتنگ آن با فعالیت آپلیتیک- پگماتیتهای توده‌های نفوذی موجود و همچنین رگه‌های سیلیسی زیرکن دار در منطقه است.

بررسی‌ها و نمونه‌گیری‌های انجام شده و نتایج آنالیز و مطالعات کانی سنگین، گسترش و پراکندگی کانی زیرکن در رگه‌ها را نشان داده است. لذا به نظر میرسد با توجه به نتایج حاصل، انجام یکسری مطالعات اکتشافی و بررسی‌های بیشتر بر روی رگه‌های سیلیسی موجود در منطقه اجتناب‌ناپذیر است. نمونه‌های فوق از رگه‌های سیلیسی موجود در واحدهای دگرگونی برداشت شده است، این رگه‌ها که شیری رنگ همراه با مقادیری اکسید آهن است سنگ همبر خود را قطع و به ندرت دارای ضخامتی در حدود ۰/۵ متر است احتمالاً حاصل عملکرد فازی بجز فازهای دگرگونی است.

علاوه بر نمونه‌های ذکر شده در بالا نمونه‌های شماره *TU-R-17*، *TU-R-2* و

TU-R-43 نیز برای عناصر سرب، روی، آرسنیک و کادمیم حائز اهمیت می‌باشد.

Field No	X	Y	Bi	Mo	As	Sn	Cd	Zr	آهک سیلیسی، حفره دار، اکسید آهن
TU-R-2	237595	3860036	22.26	49.96	1776.67	30.37	23.45	544	
Field No	X	Y	Cu	Ag	Pb	Zr			آهک های سیلیسی
TU-R-17	233184	3858498	286.16	1.40	2331.46	776			
Field No	X	Y	Zn	Pb					سیلیس های آهن دار
TU-R-43	240750	3859604	3739.74	2019.70					

علاوه بر نمونه‌های فوق‌الذکر نتایج آنالیز نمونه‌ها نشان می‌دهد که نمونه‌های *TU-R-3, TU-R-7, TU-R-8* دارای مقادیر بالایی از عناصر قلع و تنگستن می‌باشد. نمونه‌های فوق از سیلیس‌های آهن‌دار با گسترشی در حدود چند مترمربع و با سنگ همبر متاریولیتی، متاریوداسیتی، متاولکانیک‌های بازیک تا متوسط، سنگ آهک مرمریتی، دولومیتی و اسکاپولیتی شده و سنگهای متاپلیتیک برداشت شده است.

Field No	X	Y	S	Sn	پچ سیلیسی آهن دار
TU-R-3	238131	3859135	1119.97	53.41	
Field No	X	Y	Sn	W	مگنتیت، هماتیت، منگنز
TU-R-7	237246	3857948	61.51	11.06	
Field No	X	Y	Sn		مگنتیت، هماتیت، منگنز
TU-R-8	237034	3858170	57.87		

نمونه‌های *TU-R-2, TU-R-3, TU-R-7, TU-R-8, TU-R-14, TU-R-17* که در محدوده امید بخش شماره ۱ واقع شده‌اند برای عناصر *Ni, Sn, W, Cu, Zn, Pb, As, Cd* و *Bi* از استعداد مناسبی برای کانی‌سازی برخوردار است (اشکال ۴-۱ الی ۴-۵) که در بالا تشریح گردید. نمونه‌های *TU-R-37, TU-R-39, TU-R-43* نیز برای عناصر *Pb* و *Zn* از استعداد مناسبی برای کانی‌سازی برخوردار است.

Field No	X	Y	Zn		شلیست های سیلیسی شده
TU-R-37	241022	3860829	1028.44		
Field No	X	Y	Pb	Zr	سیلیس های شیری رنگ و آهن دار درون واحدهای دگرگونی
TU-R-39	240031	3861075	1333.61	505	
Field No	X	Y	Zn	Pb	سیلیس های شیری رنگ و آهن دار
TU-R-43	240750	3859604	3739.74	2019.70	

با بررسی موقعیت نمونه های برداشت شده بر روی نقشه زمین شناسی منطقه، ملاحظه میشود که نمونه های فوق از سیلیس های آهن دار با سنگ همبر متاریولیتی، متاریوداسیتی، متاولکانیک های بازیک تا متوسط، سنگ آهک مرمریتی، دولومیتی و اسکاپولیتی شده و سنگهای متاپلیتیک برداشت شده است.

سنگهای متاریولیتی - متاریوداسیتی رنگ ظاهری سفید تا خاکستری روشن، گاهی سفید متمایل به صورتی کم رنگ دارند و بافت اولیه این سنگها پورفیریتیک با زمینه کریپتومیکروکریستالین و حتی شیشه ای است و بافت کنونی آنها نماتوبلاستیک تا گرانوبلاستیک است. فنوکریستها دربرگیرنده بلورهای پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکان، کوارتز و کمی میکا است. کوارتز میکرو و کریپتوکریستالین، ریز بلورهای فلدسپات (شاید فلدسپات آلکان)، تیغه های بیوتیت، اسفن، اپیدوت، موسکویت و کربنات کانیهای زمینه را می سازند و لوکوکسن، زیرکن، تورمالین، کانیهای تیره، اکسید آهن و ... کانیهای فرعی آنها هستند. در درون مجموعه M^{ta} سنگهای دگرگونه و بشدت متاسوماتیزه

(متاسوماتیت) به رنگ سبز و سبز تیره رخنمون دارد، که ترکیب اولیه آنها سنگهای آذرین بازیک تا متوسط (بازالت، تراکی آندزیت، آندزیت، تراکیت) است و بافت اولیه آنها در بخشهای متابازیتی گرانولار تا پورفیریتیک با زمینه آفانیتیک و بافت کنونی آنها در بیشتر جاها نماتوبلاستیک و گرانوبلاستیک میلونیتی شده است. کانیهای فرومیزین اولیه پیروکسن (اغلب کلینوپیروکسن) و آمفیبول و کانیهای ثانوی ترمولیت - اکتینولیت، اپیدوت (پستاسیت، زوئیزیت، کلینوزوئیزیت)، اسفن، آپاتیت، اوپاک و اکسید آهن در آنها قابل تشخیص است. مجموعه M^{fa} دست کم، دو رویداد دگرگونی با رخساره شیست سبز را تحمل کرده است. سنگهای این مجموعه گاهی ساخت و بافت گنایس چشمی دارند و در آنها پولکهای موسکویت و لکههای سفید چشمی فلدسپات (پلاژیوکلاز و ارتون) پدیدار شده است.

پدیدههای دگرسانی کانیهای مانند سریسیت، اپیدوت، کلریت، ترمولیت، اکتینولیت و ... را پدید آورده است. تهاجم سیالات گرمابی با شکلگیری اکسیدهای آهن آبدار و کربناتهای ثانوی در درزهها و شکستگیهای سنگها نمود یافته است. در بخشهای کریستال توف و توفهای شیشه ای ریولیتی کانی سانیدین درشت بلور در زمینه ای مخفی بلور دیده می شود که در اثر فعالیت های تکتونیکی به شدت خرد شده اند و کوارتز - فلدسپات آنها میکرو برشی شده است. سنگهای متاسوماتیتی با ترکیب اولیه متوسط تا اسیدی و بافت های نخستین پورفیریتیک با زمینه های آفانیتیک، میکرو لیتیک، میکرو کریستالین، اینترسرتال، گلومرو پورفیریتیک داشته، در آنها جهت یافتگی کانیها و

میلونیتی شدن بارز است. سنگهای کربناتی بیشتر ستر تا متوسط لایه اند و در آنها افزون بر اسکاپولیت ناخالصی های تالک، بیوتیت، موسکویت، اپیدوت دیده می شود. در مواردی به کالک شیست و کالک میکاشیست تغییر یافته اند. این سنگها، بافت های شیستوز تا دیابلاستیک با بلورهای درشت موزائیکی و جهت یافته دارند.

بخش های متاپلئیک این مجموعه بیشتر فیلیت و اسلیت با ستریای کم است که در بین سایر نهشته ها با رنگ ظاهری خاکستری تا سبز خاکستری قرار گرفته اند. بافت آنها شیستوز است و از کانیهای کوارتز، میکا، کلریت، فلدسپات، لوکوکسن، کلسیت و کانی تیره تشکیل یافته اند.

در چندین نقطه مانند شمال روستای باباعلی رگه های کوارتز و کوارتز - کیانیت داری بوجود آمده است که متاریولیت ها را بریده اند، شکل گیری رگه های مذکور در ارتباط با محلولهای پنوماتولیتیکی بوده و از تغییر کانیهای رسی متاریولیت ها (کوارتز + کائولینیت به پیروفیلیت و آب و پس از آن به کانیهای کوارتز و کیانیت آبدار) حاصل شده اند. گواهان دگرگونی همبری در این مجموعه با بودن لکه های دربردارنده کانیهای گروه اپیدوت (زوئیزیت و کلینوزوئیزیت)، پرهنیت، اکتینولیت، کلریت، گروسولر، کلسیت، اسکاپولیت، ولاستونیت، دیوپسید، هماتیت و ... در گستره ای بسیار محدود و در همبری توده های نفوذی گابرویدیوریتی کوه آلمابولاغ (واحد d) پدید آمده است.



شکل ۴-۱- نمایی از نمونه شماره ۲ در منطقه امیدبخش شماره ۱



شکل ۴-۴ - نمایی از زون های گسلی در منطقه امیدبخش شماره ۱

جدول ۴-۱- مهمترین نمونه‌های برداشت شده در مرحله کنترل ناهنجاری

Field No	X	Y	Zr						رکجه های سیلیس
TU-R-1	237232	3860448	1191						
Field No	X	Y	Bi	Mo	As	Sn	Cd	Zr	آهک سیلیس،خمره ناز، اکسید آهن
TU-R-2	237595	3860036	22.26	49.96	1776.67	30.37	23.45	544	
Field No	X	Y	S	Sn					په سیلیس آهن ناز
TU-R-3	238131	3859135	1119.97	53.41					
Field No	X	Y	Zr						واحد های دگرگزی سیلیس فلد
TU-R-5	239975	3858985	687						
Field No	X	Y	Sn	W					مگنتیت هماتیت سنگنر
TU-R-7	237246	3857948	61.51	11.06					
Field No	X	Y	Sn						مگنتیت هماتیت سنگنر
TU-R-8	237034	3858170	57.87						
Field No	X	Y	Zr						مگنتیت هماتیت سنگنر
TU-R-9	236854	3858195	626						
Field No	X	Y	Cd	Zn					واحد های ولکانیکی سیلیس فلد
TU-R-14	233639	3858982	14.09	1814.62					
Field No	X	Y	Zr						سیلیس درون واحد های دگرگزی
TU-R-13	233793	3858621	1712						
Field No	X	Y	Cu	Ag	Pb	Zr			آهک های سیلیس
TU-R-17	233184	3858498	286.16	1.4	2331.46	776			
Field No	X	Y	Zr						آهک های سیلیس
TU-R-18	233184	3858498	792						
Field No	X	Y	Mn	Zr					شپست های سیلیس فلد
TU-R-36	241218	3860868	9167	692					
Field No	X	Y	Zn						شپست های سیلیس فلد
TU-R-37	241022	3860829	1028.44						
Field No	X	Y	Pb	Zr					سیلیس های آهن ناز درون واحد های دگرگزی
TU-R-39	240031	3861075	1333.61	505					
Field No	X	Y	Zn	Pb					سیلیس های آهن ناز
TU-R-43	240750	3859604	3739.74	2019.7					
Field No	X	Y	Zr						سیلیس های آهن ناز
TU-R-44	240593	3859628	583						

۴-۲- نتایج مطالعات کانی سنگین

بعد از مشخص شدن مناطق ناهنجار، تعدادی نمونه کانی سنگین نیز برداشت و پس از آماده سازی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مطالعات بر روی نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده از منطقه تویسرکان (تعداد ۳۴ نمونه) ، عقیم بودن منطقه را از نظر نمونه‌های با ارزش کانی سنگین نشان میدهد (پیوست ۷) ، بر پایه این مطالعات ، کانی باریت شاخص‌ترین کانی در بخش غیرمغناطیسی نمونه کانی سنگین میباشد، از دیگرکانی‌های کانسار ساز می‌توان کانی شینلیت با انتشاری متوسط را نام برد.

۴-۲-۱- کانی‌های سرب و روی

کانی‌های این خانواده شامل سرب طبیعی در دو نمونه به شماره *TU-AN-7* و *TU-AN-28* است که دارای مقدار قابل توجهی نیست که در نمونه شماره *TU-AN-28* علاوه بر کانی های خانواده سرب مقداری شیئلیت نیز حضور دارد. سنگ های بالا دست نمونه شماره *TU-AN-7* را مجموعه رسوبی - آتشفشانی با ضخامتی در حدود ۴۰۰-۳۰۰ متر با ترکیب کلی سنگهای متاریولیتی، متاریوداسیتی، متاولکانیک های بازیک تا متوسط، سنگ آهک مرمریتی، دولومیتی و اسکاپولیتی شده و سنگهای متاپلیتیک تشکیل داده است در حالی که سنگ های بالا دست نمونه شماره *TU-AN-28* را رخنمون‌هایی از سنگهای آهکی - دولومیتی به رنگ خاکستری روشن و تیره با ساخت نواری و بافت دانه شکری تشکیل میدهد. مجموعه یاد شده در اطراف روستای چنارشیخ (واقع در ورقه سنقر) از ضخامت زیاد و تنوع ترکیب سنگ شناختی برخوردار است و شامل توالی نامنظمی از سنگهای آهکی با تبلور دوباره، مرمر و مرمر دولومیتی شده، سنگهای آتشفشانی دگرگونه بازیک و اسیدی، شیست، فیلیت، آمفیبول شیست، گروناشیست و کمی ماسه سنگ دگرگونه است که با نام مجموعه چنارشیخ یاد شده است.

سنگهای آتشفشانی و نیمه آتشفشانی دگرگونه (متابازیک) دارای آثار بافت اولیه اینترسرتال است و بافت کنونی آنها نماتوبلاستیک است. کانیهای سنگ را آمفیبولهای

منشوری و سوزنی کشیده (بطور عمده هورنبلند سبز، ترمولیت - آکتینولیت)، اپیدوت، کوارتز، گرونا، اسفن، کربنات، کانیهای اوپاک و اکسید آهن تشکیل می دهد.

۲-۲-۴- کانی های مس

کانی های این خانواده در منطقه شامل مس طبیعی در نمونه شماره 5-TU-AN می باشد که مقدار قابل توجهی نیست که با کانی زیرکن و باریت همراهی میشود.

۳-۲-۴- کانی باریت

کانی های باریت در منطقه در بیشتر نمونه ها با مقادیر مختلف دیده میشود اما باریت در نمونه شماره 5-TU-AN مقدار قابل توجهی است و توسط مقدار ناچیزی سرب طبیعی و زیرکن همراهی میشود.

۳-۴- تفسیر نتایج

با توجه به نتایج آنالیز ۵۲ نمونه سنگی برداشت شده از مناطق ناهنجار و همچنین مطالعات انجام شده بر روی نمونه های کانی سنگین (۳۴ نمونه)، معلوم می شود که واحدهای سنگی متاریولیتی، متاریوداسیتی، متاولکانیک های بازیک تا متوسط، سنگ آهک مرمریتی، دولومیتی و اسکاپولیتی شده و سنگ های متاپلیتیک مناطق مستعدی را برای عناصری همچون سرب، روی و زیرکن و به مقدار کمتر آرسنیک، تنگستن و قلع

به وجود آورده است می باشد که تنها نتایج آنالیز شیمیایی این موضوع را تایید میکند. نکته قابل توجه در مورد نمونه های فوق و بخصوص نمونه های برداشت شده از رگه ها و پچ های سیلیسی، گسترش محدود آنها می باشد که موجب شده است با دیده تردید به آنها توجه نمود.

۴-۴- مطالعات مقاطع صیقلی و نازک

با بررسی نمونه های دستی مربوط به نمونه های مینرالیزه، نهایتاً تعداد ۵ نمونه از آنها برای مطالعات مقاطع صیقلی تعیین گردید که نتایج آن به شرح زیر می باشد :

جدول ۴-۲- شرح میکروسکوپی نمونه TU-R-2

شماره	TU-R-2	X	237595
نمونه		Y	3860036
بافت	بافت: رگه- رگچه ای - پرشدگی حفرات		
نمونه دستی: آهک سیلیسی شده، حفره دار، اکسید آهن به رنگ قهوه‌ای متمایل به قرمز			
<p>بررسی میکروسکوپی: ماگنتیت، بصورت کانی سازی مشخص در اشکال پرکردگی حفرات-فضاهای خالی مقطع را پر کرده است. اشکال بلورین این کانه بصورت اتومورف تا نیمه اتومورف مشخص است. بصورت بخشی و انتخابی هماتیت جانیشینی ماگنتیت شده است. همچنین در شکستگی ها و درزه های موجود در ماگنتیت هماتیت پرکردگی دارد. مقدار آن در مقطع حدوداً ۴٪ برآورد می گردد و هماتیت و هم بصورت جانیشینی حواشی قالب های ماگنتیت بوجود آمده است و هم بصورت یک پرکردگی بعدی در کلیه حفرات و شکستگی ها دیده می شود. در قالب ماگنتیت ها نیز پرکردگی های تیغه ای هماتیت و همچنین مارنیتی شدن بصورت شعله ای قابل مشاهده می شود مقدار آن در این مقطع ۱۷٪ برآورد می گردد.</p>			
کانی های ثانوی	<p>کالکوپیریت: بعنوان کانی کمیاب در زمینه چند عدد از بلورهای ماگنتیت بصورت انکلوژین دیده می شود . پیریت: نیز بعنوان کانی کمیاب در اشکال نیمه اتومورف در زمینه چند عدد از بلورهای ماگنتیت وجود دارد</p>		
کانی های فرعی	<p>مالاکیت: بصورت یک آلودگی ضعیف در حاشیه رگچه های اکسید آهن دیده می شود. اکسید آهن: بصورت یک آلودگی عمومی در سطح مقطع و کلیه درزه و حفرات و رگچه های موجود در مقطع دیده می شود.</p>		

جدول ۳-۴- شرح میکروسکوپی نمونه TU-R-3

شماره	TU-R-3	X	238131
نمونه		Y	3859135
بافت	بافت : کلو فرم ، رگچه ای		
نمونه دستی: پیچ سیلیسی آهن دار به رنگ قهوای			
<p>بررسی میکروسکوپی: مگنتیت در این مقطع مانند TU.R.46 یک پرشدگی گسترده است ، مگنتیت در داخل شکستگی ها ، درزه ها و رگچه اتفاق افتاده است . به احتمال زیاد این پرکردگی در یک درجه حرارت نسبتاً پایین رخ داده و بافت کلو فرم نیز شاهدهی بران است . در مواردی یک تناوب از گانگ و مگنتیت قابل مشاهده است . مگنتیت ها در این مقطع بصورت بی شکل تا نیمه شکل دار است که در حواشی مقطع بوضوح بافت کلو فرم در اشکال بسیار زیبایی تشکیل شده است و نشان از نهشت متناوب کانه های مگنتیت و کانی گانگ است . گاه تیغه های دوقلوبی مگنتیت بصورت توسط گانگ پر شده است . تقریباً ۴۰ درصد سطح مقطع را مگنتیت فراگرفته است .</p>			
کانی های ثانوی			
<p>هماتیت در یک فرایند دگرسانی گسترده هماتیت در سراسر مقطع جانشین مگنتیت شده است . تقریباً بخش عمده مگنتیت در این مقطع توسط هماتیت جانشین شده است و گاه در زیر میکروسکوپ مگنتیت بصورت جزایری مجزا در زمینه هماتیت قابل مشاهده است.</p>			
کانی های فرعی			

جدول ۴-۶- شرح میکروسکوپی نمونه TU-R-46

شماره نمونه	TU-R-46	X	235065
		Y	3857400
بافت	بافت : دانه پراکنده		
<p>بررسی میکروسکوپی: ماگنتیت در زمینه مقطع تقریباً تنها بلور مشخص است که در اشکال خود شکل تا نیمه شکل قابل مشاهده است. اندازه بلورهای ماگنتیت تا ۵۰۰ میکرون می رسد. بطور مشخص در زمینه آن مارتیتی شدن قابل مشاهده است و گاه در بخش اعظم بلور ماگنتیت نیز می توان مارتیتی شدن را مشاهده نمود.</p> <p>بطور گسترده در حواشی کلیه بلورهای ماگنتیت بطور بعدی هماتیت جانشین شده است و همچنین در درزه و شکستگی ها نیز هماتیت پر کرده است. در دو مورد بصورت انکوزیون، بلورهای کالکوپیریت در زمینه ماگنتیت دیده می شود و نشان از کانی سازی بسیار ضعیف سولفیدی در سیستم کانی سازی داشته است.</p> <p>وجود یک مورد بلور پیریت نیز حکایت از کانی سازی سولفیدی بسیار ضعیف در سیستم دارد. در مواردی یک تناوب از ماگنتیت و گانگ دیده می شود.</p>			
کانی های ثانوی			
کانی های فرعی	<p>اکسید آهن در حواشی بعضی از پرکردگی های هماتیت و همچنین در درزه و رگچه های موجود در مقطع به چشم می خورد</p>		

نکته بسیار مهم در خصوص نمونه های مورد مطالعه فوق عدم انطباق نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی نمونه ها و نتایج مطالعات میکروسکوپی است، به طور مثال در نمونه شماره TU-R-2 مطالعات میکروسکوپی موید حضور کالکوپیریت و مالاکیت به عنوان

کانه های مس دار میباشد در حالی که نتایج آنالیز شیمیایی عیار بسیار پایین مس را نشان میدهد (123-631 ppm) که میتوان این موضوع را به بخش های جدا شده از سنگ برای تهیه مقطع صیقلی و همچنین بخش های جدا شده جهت آنالیز نمونه ها نسبت داد به این معنی که ممکن است کانی های ریز دانه کالکوپیریت یا مالاکیت در این بخش وارد نشده و یا مقدار آن جزئی باشد، در ضمن عکس حالت فوق نیز ممکن است به وجود آید به این معنی که نتایج آنالیز شیمیایی عیار بالای یک عنصر را نشان دهد و در مطالعه مقطع صیقلی مقدار کانی های مربوط به عنصر فوق الذکر کمتر از حد انتظار باشد که میتوان این موضوع را به ریز دانه بودن این کانی ها نسبت داد که زیر میکروسکوپ به راحتی قابل تشخیص نمیشود.

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری

بررسی های اکتشافی انجام شده در محدوده تویسرکان منجر به نتایجی شده که چکیده هر یک از این دستاوردها به قرار زیر است:

الف- در مرحله اول در محدوده مورد مطالعه تعداد ۳۷۰ نمونه ژئوشیمیایی و ۱۴۰ نمونه کانی سنگین برداشت شد که بر پایه نتایج بدست آمده از نمونه های ژئوشیمی، تعداد ۲۶ عنصر مورد داده پردازی قرار گرفته و نقشه های ناهنجاری برای ۱۹ عنصر با اهمیت آن بطور جداگانه ترسیم شده است. همچنین تعداد ۶ نقشه تحت عنوان نقشه های عاملی در این گزارش ارائه شده است.

ب- در نتایج بدست آمده از مطالعات ژئوشیمیایی، ناهنجاری های با اهمیتی قابل معرفی نیست.

ج- نتایج بدست آمده از روش مطالعاتی کانی سنگین همپوشانی قابل قبولی را با نتایج بدست آمده از آنالیزهای دستگاهی نمونه های ژئوشیمی نشان نمی دهد.

د- نتایج بدست آمده از مطالعات کانی سنگین، کانیهای کانسارسازی همچون کانی های خانواده مس، باریت، سینابر و سرب را به مقدار ناچیز شناسایی و بر روی نقشه انتشار کانی های سنگین معرفی نموده است.

ه- بر پایه ناهنجاریهای بدست آمده از نمونه های ژئوشیمی و کانی سنگین ۴ محدوده تحت عنوان مناطق امیدبخش معدنی شناسایی و معرفی شده است. لازم به

ذکر است این محدوده ها دارای اهمیت نسبی هستند و معرفی آنها با توجه به مرحله اکتشافات مقدماتی و مشاهدات صحرایی صورت پذیرفته است.

و- در مرحله کنترل ناهنجاری تعداد ۵۲ نمونه لیتوژئوشیمیایی و ۳۴ نمونه کانی سنگین برداشت شد.

ز- با توجه به مجموعه نتایج بدست آمده در هر دو مرحله مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین و کنترل ناهنجاری ها، بنظر می رسد محدوده تویسرکان از استعداد نسبی عناصر روی، سرب، کادمیم، بیسموت و زیرکن برخوردار بوده که مطالعات اکتشافی مراحل بعد را کم و بیش توجیه می نماید.

ح- احتمالاً کانی زایی سرب، روی، کادمیم و بیسموت موجود در منطقه را میتوان به فعالیت های گرمابی درجه حرارت پایین در مجموعه های دگرگونه مرممر، شیبست و آمفیبولیت کمپلکس های چنارشیخ و آلمابولاغ نسبت داد که بصورت رگه های سیلیس در سنگ های دگرگونه فوق تظاهر دارد، درحالی که کانی زایی زیرکن احتمالاً مربوط به تشکیل همزمان آن در متاریولیت ها و متاسینیت های کمپلکس دگرگونه آلمابولاغ می باشد.

۲-۵- پیشنهادات

بطور کلی با توجه به جمع بندی نتایج بدست آمده، از مراحل اکتشافات نیمه تفصیلی و مشاهدات صحرایی ناهنجاری ها، مناطق امیدبخش زیر به ترتیب اولویت

معرفی شده است که نیاز به بررسی و کنترل دقیق تری داشته و لازم است پی جوئی های اکتشافی دقیق و سیستماتیک و نمونه برداری های ژئوشیمیایی متراکم تر در آن انجام شود تا با ارزیابی این محدوده بتوان به نتایج مطلوب تر دست پیدا کرد (نقشه ۳۳).

۱- محدوده شماره ۱ به مختصات X از ۲۳۶۰۰۰ تا ۲۴۰۳۰۰ و Y از ۳۸۵۷۳۰۰ تا ۳۸۵۹۵۰۰، برای عناصر بیسموت، سرب، روی و کادمیم (مساحت ۹/۷ کیلومتر مربع) با توجه به ویژگیهای سنگ چینه ای رخنمونهای سنگی موجود در این محدوده، که عمدتاً از مجموعه دگرگونه مرمر، دولمیت با بین لایه های آمفیبولیت و آمفیبول، شیست کمپلکس چنار شیخ تشکیل شده، کانی سازی نوع رگه ای سرب و روی همراه با بیسموت و کادمیوم در رگه های سیلیسی مربوط به فعالیت های گرمایی درجه حرارت پایین وابسته به فعالیت های ماگمایی جوان ترسیر مورد انتظار است.

۲- محدوده شماره ۲ به مختصات X از ۲۳۹۶۰۰ تا ۲۴۱۷۰۰ و Y از ۳۸۵۹۳۰۰ تا ۳۸۶۱۰۰۰، برای عناصر روی، سرب، زیرکن (مساحت ۴ کیلومتر مربع)، با توجه به ویژگی سنگ چینه ای، رخنمونهای سنگی موجود در این محدوده که عمدتاً مجموعه دگرگونه متاآندزیت و متاریولیت و مرمر، کمپلکس آلمابولاغ را در بر می گیرد، کانی سازی زیرکن در ارتباط با آلکالی گرانیات و سینیت و ریولیت های دگرگون شده موجود در این کمپلکس و کانی سازی روی و سرب در رگه های

سیلیسی قطع کننده که مربوط به فعالیت های گرمابی ماگماتیسیم جوان ترسیر می باشد، قابل انتظار است.

۳- محدوده شماره ۳ به مختصات X از ۲۳۲۸۰۰ تا ۲۳۴۵۰۰ و Y از ۳۸۵۹۰۰۰ تا ۳۸۵۸۰۰۰، برای عنصر زیرکن (مساحت ۱/۸ کیلومتر مربع)، با توجه به ویژگی سنگ چینه ای رخنمون های سنگی موجود در این محدوده که مجموعه دگرگونه مرمر و آمفیبولیت کمپلکس چنار شیخ را در برمی گیرد، کانی سازی زیرکن در رگه های سیلیسی و سنگ های متاریولیتی و متاگرانیت- سینیتی موجود در این کمپلکس قابل انتظار است .

۴- محدوده شماره ۴ به مختصات X از ۲۳۶۹۰۰ تا ۲۳۸۲۰۰ و Y از ۳۸۶۰۵۰۰ تا ۳۸۵۹۵۰۰، برای عنصر زیرکن (به مساحت ۱/۶ کیلومتر مربع)، با توجه به ویژگی سنگ چینه ای رخنمون های سنگی موجود در این محدوده که مجموعه های دگرگونه کمپلکس های چنار شیخ و آلمابولاغ را در برمی گیرد، کانی سازی زیرکن در رگه های سیلیسی و توده های دگرگونه متاریولیت، متاآلکالی گرانیت و سینیت موجود در این دو کمپلکس مورد انتظار است.

بطور کلی اگرچه ناهنجاری های شناخته شده ، چشم انداز کانی سازی قابل توجهی را در محدوده تویسرکان نشان نمی دهد ، ولی گسترش زیاد نمونه های ناهنجار در محدوده شماره ۱ و نیز تمرکز بالای زیرکن در محدوده های شماره ۲ ، ۳ و ۴ ، این محدوده ها را از نظر وجود کانی سازی رگه ای سرب ، روی همراه با

بیسموت و کادمیم و نیز کانی سازی زیرکن با سنگ میزبان ریولیتی مستعد نشان می دهد که انجام بررسی های اکتشافی دقیق بر روی آنها کم و بیش توجیه دارد ، لذا پیشنهاد می شود در محدوده های مذکور به ترتیب اولویت مطالعات اکتشافی به شرح زیر انجام شود:

۱- تهیه نقشه توپوگرافی- زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ و مشخص نمودن زونهای کانی سازی همراه با پدیده های دگرسانی، تکتونیک، ماگماتیسم و دگرگونی و ارتباط آنها با کانی سازی

۲- حفر ترانشه های عرضی عمود بر امتداد طولی زون های کانی سازی همراه با برداشت زمین شناسی و نمونه گیری سیستماتیک

۳- نمونه گیری ژئوشیمیایی از سنگ بستر یا پوشش خاک در شبکه های ۱۰۰×۱۰۰ یا ۲۰۰×۲۰۰ متری و آنالیز نمونه ها

۴- پردازش داده های ژئوشیمیایی و تهیه نقشه های ناهنجاری عناصر

۵- تعبیر و تفسیر نتایج مطالعات زمین شناسی و ژئوشیمیایی و ارائه گزارش

نهایی.