

۲-۱- مقدمه

در عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰/۰۰۰ «۱» نظر به وسعت محدوده‌ی تحت پوشش هاله‌های ژئوشیمیایی ثانویه مورد بررسی قرار می‌گیرند. اکثر این مطالعات به نحوه‌ی توزیع عناصر در هاله‌های ثانویه‌ی سطحی مانند رسوبات رودخانه‌ای، آبرفت‌ها، یخرفت‌ها و خاک بستگی دارد. هدف از نمونه‌برداری و سایر عملیات اکتشافی در این مقیاس، کشف تمرکزهای غیرعادی از عناصر مرتبط با کانی‌سازی احتمالی در محیط‌های ثانویه حاصل از فرسایش خواهد بود. در این خصوص هر چه هاله‌ی ثانویه وسیع‌تر و به هاله‌ی اولیه نزدیک‌تر باشد و یا الگوی توزیع آن همبستگی ژنتیکی و انطباق فضایی بیشتری را نسبت به هاله‌ی اولیه نشان دهد از ارزش اکتشافی بالاتری برخوردار خواهد بود. واضح است که رخدادهای متعددی باعث می‌گردد تا هاله‌ی ثانویه توسعه یافته در نواحی پایین‌دست نقاط کانی‌سازی شده، توزیع دوباره یابد و همبستگی ژنتیکی و انطباق فضایی مورد نظر مغشوش شود. این نوع اغتشاشات کار تفسیر هاله‌های ثانویه را در جهت تعیین هر چه دقیق‌تر منشأ دشوار ساخته و از این نظر از ارزش اکتشافی آن‌ها خواهد کاست. به عنوان مثال می‌توان به این موضوع اشاره کرد که روش اکتشافات آبراهه‌ای، رسوبات رودخانه‌هایی که در سنگ بستر حفر شده‌اند از ارزش اکتشافی بالاتری نسبت به رودخانه‌ای که در آبرفت‌ها و یا محیط‌های ثانویه‌ی دیگر حفر گردیده برخوردارند.

همان‌طور که اشاره شد یکی از محیط‌های تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ محیط رسوبات رودخانه‌ای است که تحت شرایط آب و هوایی گوناگون قابل نمونه‌برداری هستند. استفاده از ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای به مدت بیش از ۵۰ سال نشان داده است که این روش، یک متد مستقل و مفید برای تشخیص نواحی با پتانسیل بالای معدنی می‌باشد. بنیادی‌ترین پیش‌فرض در این روش آن است که یک رسوب آبراهه‌ای معرف محصولات هوازدگی و فرسایش در بالادست محل نمونه‌برداری می‌باشد. به هر ترتیب برداشت و آنالیز سیستماتیک نمونه‌های آبراهه‌ای یک روش معمول در اکتشافات کانساری، هم در مقیاس ناحیه‌ای و هم در عملیات تفصیلی‌تر در اغلب نقاط جهان است. برخی از مزایایی که باعث کارآمدی این روش گردیده است عبارتند از:

الف) وجود شرایط اکسیدان در محیط‌های رودخانه‌ای و آبرفتی که خود موجب تحرک عناصر کانساری و در نتیجه افزایش وسعت هاله‌های آن‌ها می‌گردد.

ب) بزرگی میدان اثر نمونه‌ها

ج) سهولت نمونه‌برداری و آماده‌سازی

در مقابل این مزایا بالا بودن پتانسیل آلودگی برای محیط‌ها، به خصوص در صورت وجود مواد آلی که تفسیر داده‌ها را کمی پیچیده خواهد نمود یک نقص برای این روش اکتشافی محسوب می‌گردد. متغیرهای مؤثر در تمرکز عناصر در رسوبات رودخانه‌ای زیاد هستند. در حالت کلی نسبت اجزاء آواری و دانه‌بندی آن‌ها، میزان تمرکز مواد کلوئیدی در رسوبات و بالاخره PH و Eh محیط از عمده‌ترین عوامل کنترل‌کننده‌ی تمرکز عناصر می‌باشند.

با توجه به موارد برشمرده، اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای می‌تواند تا حد زیادی، روشن‌کننده‌ی روند کانی‌سازی و خصوصیات اقتصادی ناحیه‌ی مورد مطالعه باشد. پس این روش به عنوان اصلی‌ترین لایه اطلاعاتی جهت تشخیص پتانسیل‌های معدنی احتمالی در برگه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰:۱ دشت‌ور مورد استفاده و تجزیه و تحلیل قرار گرفت که شرح فعالیت‌های انجام شده در ادامه خواهد آمد. اما در برگه‌ی مورد مطالعه فعلی بخش وسیعی از منطقه توسط خاک پوشیده شده که این امر امکان نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای را ناممکن می‌سازد و باعث ایجاد یک خلأ نمونه‌برداری در برخی مناطق خواهد شد. لذا با نظر ناظر محترم طرح تصمیم بر آن شد تا در این مناطق با ایجاد شبکه‌بندی منظم از خاک نمونه برداشته شود. بررسی خاک‌ها، به ویژه خاک‌های برجا، از نظر اکتشافی و هم‌چنین زیست‌محیطی به خصوص در نواحی خشک و مسطح که روش‌های دیگر اکتشافی کاربرد چندانی ندارند، امکان‌پذیر و با اهمیت است بررسی آماری ۳۰ نمونه‌ی برداشتی از خاک با توجه به ناهمگنی آن‌ها با سایر اعضای جامعه نمونه‌برداری به طور مجزا صورت خواهد پذیرفت ولی جهت تهیه نقشه با استفاده از روش‌هایی خاص که به موقع در مورد آن بحث می‌شود یک نقشه‌ی واحد تهیه و ارایه خواهد گردید.

۲-۲- طراحی شبکه‌ی نمونه‌برداری

در انتخاب و تشخیص نواحی دارای احتمال کانه‌زایی آنچه مد نظر است محدود کردن مناطق امیدبخش از چند صد کیلومتر مربع به چند کیلومتر مربع، به وسیله عملیات ژئوشیمیایی و مؤلفه‌های فضایی شناخته شده، می‌باشد. از آن‌جا که تکنیک‌هایی بعد از این مرحله تفضیلی و گران هستند، ضروری است که طراحی و تعیین اهداف مورد نظر و محدود ساختن آن‌ها به مناطق حتی‌الامکان کوچک‌تر، با دقت هرچه تمام‌تر صورت گیرد برای رسیدن به این مقصود از اطلاعات ذیل بهره گرفته شد:

الف) نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰:۱ دشت‌ور

ب) نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰/۰۰۰:۱ ارزوئیه، وکیل‌آباد، شمیل و فارغان

ج) نقشه‌ی ژئومغناطیس هوایی ۱:۲۵۰/۰۰۰ حاجی آباد

چگالی برداشت نمونه‌ها، براساس شرح خدمات پروژه، یک نمونه در هر ۲ کیلومتر مربع از آبراهه‌های منشأ گرفته از رخنمون‌های سنگی و یک نمونه از هر ۸ کیلومتر مربع دشت در نظر گرفته شد. در طراحی شبکه مواردی هم چون حداکثر یکنواختی توزیع نمونه‌ها و متناسب بودن تعداد نمونه‌ها با مساحت حوضه‌ی آبریز لحاظ گردید که چون تمامی این اهداف با استفاده از روش مرکز ثقل توپولوژیکی شبکه‌ی آبراهه‌ای محقق می‌گردد، اساس طراحی شبکه، این متد در نظر گرفته شد. همان‌طور که در بند قبل نیز بحث گردید ۳۰ نمونه به صورت شبکه‌بندی منظم نیز از خاک‌ها برداشت شد.

به جهت حصول نتایج واقعی، علاوه بر معیارهای اصولی بر شمرده شده موارد زیر نیز در هنگام برداشت‌های رسوبات آبراهه‌ای مورد توجه قرار گرفت:

الف) اولویت دادن به رسوبات آبراهه‌ای که سنگ بستر خود را قطع می‌کنند.

ب) در صورت کاهش تعداد حوضه‌های آبریز، مساحت آن‌ها و یا تعداد انشعابات آن‌ها که عموماً از ویژگی مناطق با توپوگرافی متوسط تا آرام می‌باشند و عاملی تا آبراهه‌هایی که قدرت حفر بستر خود را دارند کم شوند، رسوبات رودخانه‌هایی که سنگ بستر را قطع نمی‌کنند به عنوان گزینه‌ای اجباری و البته در مقایسه با سایر گزینه‌ها بهترین انتخاب، در اولویت هستند.

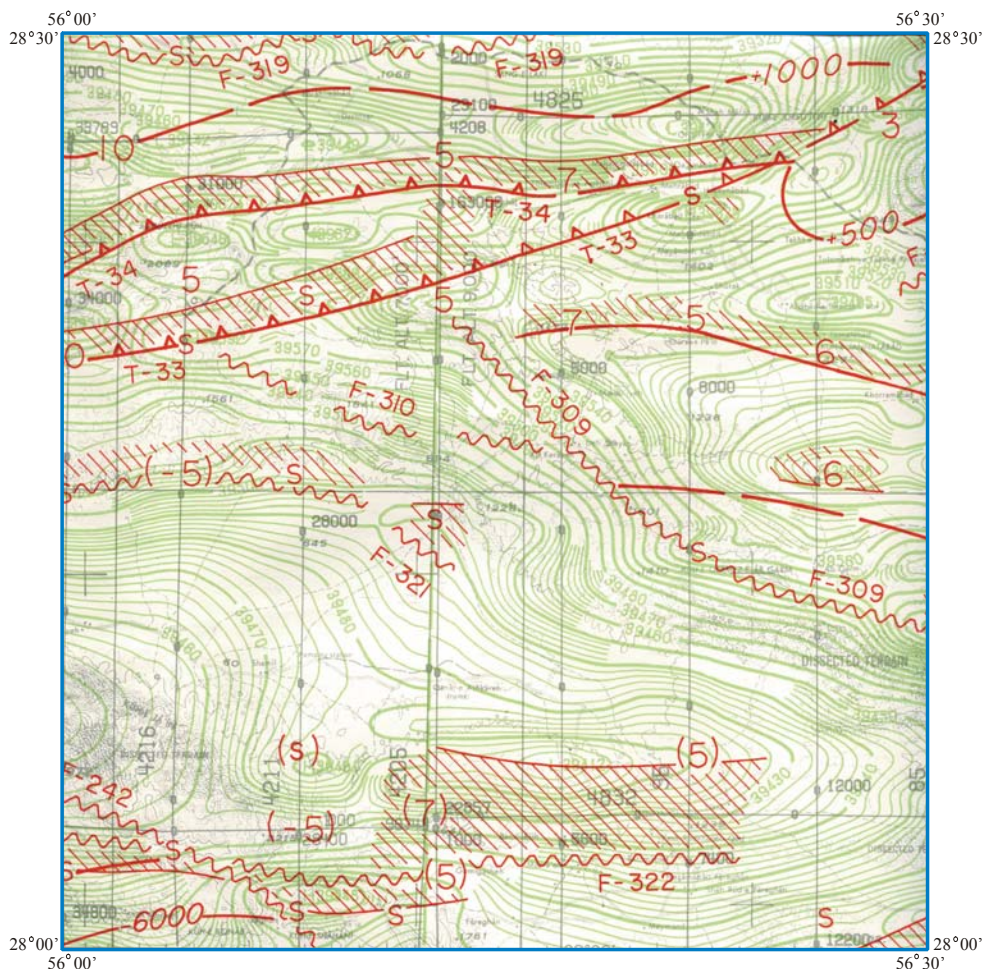
ج) در صورت نبود آبراهه‌های نوع اخیر اولویت با آبرفت‌های غیر کشاورزی است.

د) در مناطقی با پوشش گسترده‌ای از رسوبات بادرفتی، هرچند که آبراهه‌ی قطع‌کننده‌ی آن از انواع اصلی و مهم نیز باشد، نمونه‌برداری از پایین‌دست آن‌ها صحیح نیست، زیرا اولاً منشأ این رسوبات مشخص نیست و در ثانی به علت کوچک بودن اندازه این رسوبات (کمتر از ۸۰ مش)، نمونه‌ی برداشتی از عناصر کانسارساز ترقیق گردیده و نتایج آنالیز عنصری با خطا همراه خواهد شد. لذا در صورت برخورد با چنین وضعیتی، محل نمونه‌برداری به اولین نقطه‌ای که رسوبات بادی، فراوانی کمتری دارند انتقال خواهد یافت.

ه) دسترسی آسان به نقاط مورد نظر از پارامترهای مؤثر در انتخاب محل نمونه‌برداری خواهد بود. این امر در کاهش مدت زمان نمونه‌برداری مؤثر می‌باشد.

و) علی‌رغم این که توزیع یکنواخت نمونه یکی از ملاک‌های شبکه ایده‌آل نمونه‌برداری می‌باشد، اما لازم است که در مواردی این اصل نادیده گرفته شود. به عبارت دیگر هنگام طراحی شبکه‌ی نمونه‌برداری یک سری اطلاعات

اولیه هم‌چون محل توده‌های نیمه عمیق، روندهای خطی استخراج شده از برداشت‌های ژئوفیزیکی (تصویر ۱-۲) و نقشه‌ی ۱:۱۰۰/۰۰۰ زمین‌شناسی منطقه، محل واحدهای سنگی که پتانسیل کانه‌زایی بیشتری دارند و محل گسل‌ها و تراس‌های بزرگ بر روی نقشه‌ی منعکس شده و چگالی شبکه‌ی نمونه‌برداری در آبراهه‌های منشعب از این پدیده نسبت به سایر مناطق بیشتر منظور می‌شود تا در صورت وجود کانی‌سازی احتمالی بتوان به ثبت دقیق آن کمک کرد. هم‌چنین به کارشناسان نمونه‌بردار اجازه داده می‌شود تا در حین عملیات صحرایی با تشخیص مناطق احتمالاً پتانسیل‌دار به خصوص روندهای خطی، زون‌های آلتره، دگرگونی‌های مجاورتی و کنتاکت واحدهای دارای پتانسیل کانه‌سازی نسبت به تغییر محل‌هایی که از پیش تعیین شده و یا اضافه و کم کردن نمونه‌ها اقدام نمایند.



تصویر ۱-۲- بخشی از نقشه‌ی ژئوفیزیک هوایی ۱:۲۵۰/۰۰۰ حاجی‌آباد که محدوده‌ی اکتشافی را در بر می‌گیرد.

نقشه ۱ پیوست موقعیت نهایی برداشت ۷۸۱ نمونه برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای که پس از اعمال تمامی معیارهای فوق تعیین گردیده به علاوه نقاط نمونه‌برداری از محیط خاکی را نشان می‌دهد و موقعیت دقیق آن‌ها بر اساس مختصات UTM در زون 40S در جدول ۱ پیوست ۱ آمده است.

۲-۳- نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

در نمونه‌برداری ژئوشیمیایی به ویژه از رسوبات رودخانه‌ای باید هرگونه تفریق ممکن را مورد توجه قرار داد، زیرا فرایند تفریق ممکن است موجب کاهش شدت تمرکز در رسوبات گردد. برای مثال تغییرات موسمی آب و هوا، افزایش شدت بارندگی در فصلی خاص و خشک یا آبدار بودن رودخانه‌های فصلی به شدت در مقدار تمرکز عناصر کمیاب اثر می‌گذارد. بدین جهت توصیه می‌شود تا کل عملیات نمونه‌برداری از یک محدوده‌ی اکتشافی طی یک فصل و آن هم در مدت زمانی کوتاه انجام پذیرد تا از ثابت بودن این متغیرها حداکثر اطمینان حاصل گردد. از این رو تمامی برداشت‌های آبراهه‌ای در فروردین ماه ۱۳۸۴ و طی ۱۷ روز انجام گردید.

در نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای که به طور عمده دارای اجزای آواری می‌باشند، الک کردن رسوبات و برداشت اجزایی در اندازه‌ی مناسب امری ضروری است. این اندازه معمولاً براساس تجربه در کارهای ژئوشیمیایی انجام پذیرفته یا در حال انجام در کشور، ۸۰- مش در نظر گرفته می‌شود. مقدار رسوب برداشت شده با این اندازه در حدود ۲۰۰ گرم می‌باشد. برداشت از محیط خاکی نیز به همین وزن و اندازه انجام پذیرفت. پس از انتقال این نمونه‌ها به آزمایشگاه مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها شامل: خشک نمودن، حذف مواد آلی، پودر کردن تا اندازه ۲۰۰ مش و موارد دیگر انجام و پس از نگهداری نیمی از نمونه به عنوان شاهد، مابقی آن جهت آنالیز عناصر توسط دستگاه XRF (Magix Pro) و عنصر طلا به روش Aqua Regia به آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارسال گردید.

۲-۴- پردازش‌های آماری

پردازش داده‌های ژئوشیمیایی فاز مستقلی را در بین فازهای مختلف عملیات اکتشافی تشکیل می‌دهد که چنانچه به طریق مناسبی صورت پذیرد موجب تسهیل فاز تحلیل داده‌ها می‌گردد. این مرحله یکی از مشکل‌ترین و مهم‌ترین مراحل در کاربرد موفقیت‌آمیز ژئوشیمی اکتشافی است. اگرچه مقالات و نوشتارهای آماری متنوعی

وجود دارد که دامنه وسیعی از تکنیک‌های پردازش داده‌ها را معرفی می‌کنند ولی با در نظر گرفتن این که هر کدام از آن‌ها در جای خاصی کاربرد داشته و مزیت خاصی دارند، افراد معمولی و غیر متخصص را با مسئله‌ی تصمیم‌گیری در مورد انتخاب روش مناسب برای پردازش داده‌های حاصل از یک عملیات ژئوشیمیایی روبرو می‌کند. تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی در بیشتر موارد تجربی بوده و این امر به علت خصلت اساساً عددی این داده‌ها و نبود مدل‌های ریاضی لازم جهت توصیف نوع منبع، چگونگی مهاجرت، تفریق، ته‌نشست و تمرکز عناصر کمیاب در سنگ‌ها است. از این رو جای تعجب نیست که داده‌های ژئوشیمیایی، در معرض تجزیه و تحلیل آماری قرار گیرند. یکی دیگر از علل تجزیه و تحلیل آماری ژئوشیمیایی شناسایی آنومالی‌های مرتبط با کانی‌سازی از انواع بی‌اهمیت است. به طور کلی عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی زمانی می‌تواند نتیجه بخش باشد که برای هر مورد خاص در انتخاب بهترین روش اکتشافی، محیط نمونه‌برداری، اندازه و بزرگی ذرات تشکیل‌دهنده نمونه، فواصل بین‌نمونه‌برداری و روش‌های آماری که باید به منظور تفسیر تغییرات موجود در داده‌ها به کار گرفته شوند، توجه لازم به عمل آید.

تنوع روش‌های آماری باعث می‌گردد تا کاربر بتواند تعداد زیادی تجزیه و تحلیل از داده‌ها انجام دهد اما آنچه مهم است این که آیا چنین روش‌هایی در تفسیر کلی جوامع مورد پردازش مؤثرند یا خیر؟ لذا به جهت عدم ارایه‌ی مطالب زاید دو ملاک در انجام هر پردازش مدنظر قرار گرفت که عبارتند از :

۱- وجود داده‌های کافی جهت انجام هر پردازش

۲- مفید بودن پردازش مورد نظر به لحاظ یافت جواب سؤالات مجهول مورد توجه در بحث اکتشاف

۲-۴-۱- فایل‌بندی داده‌های خام :

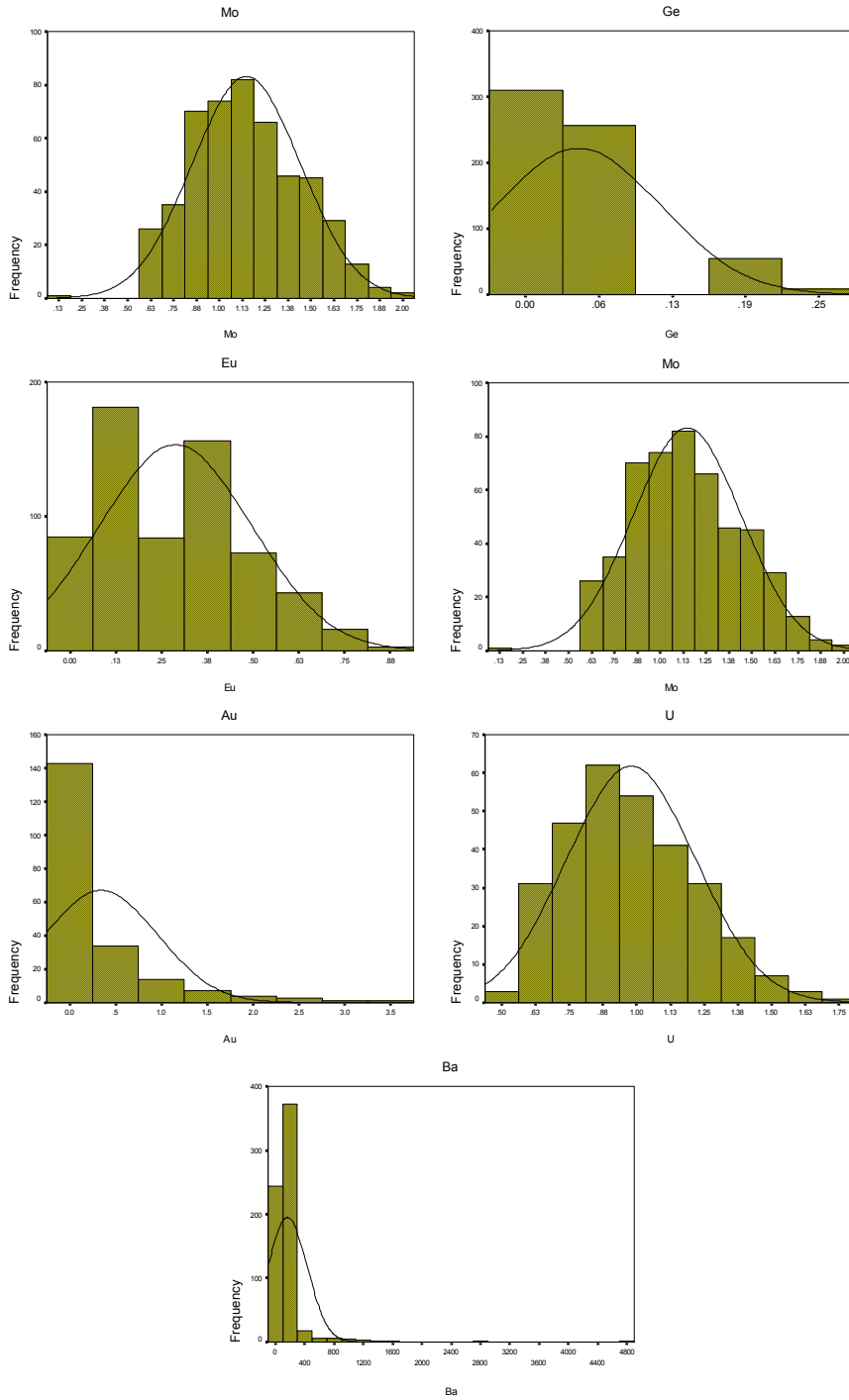
اولین قدم در انجام مراحل مختلف پردازش داده‌ها وارد کردن و فایل‌بندی داده‌های حاصل از آنالیز در رایانه و بانک اطلاعاتی مورد نظر است. این کار برای تمامی ۷۸۱ نمونه‌ی ژئوشیمیایی به همراه مختصات، شماره نمونه، روش آنالیز و حد حساسیت برای هر عنصر و با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel انجام گردید. اعداد وارد شده برای بار دوم قرائت و کنترل گردید تا از هر گونه اشتباه در وارد کردن داده‌ها جلوگیری به عمل آید. جدول ۲ پیوست ۱ داده‌های خام حاصل از آنالیز نمونه‌های برگه‌ی دشت‌ور را نشان می‌دهد. لازم به توضیح و تذکر مجدد می‌باشد که تمامی مراحل پردازش ذیل صرفاً بر روی داده‌های رسوبات آبراهه‌ای صورت پذیرفته است.

۲-۴-۲- پردازش داده‌های خارج از حدود سنسورد:

در عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی به دلیل عدم تناسب بین حد حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری و غلظت عناصر و فراوانی آن‌ها در طبیعت، معمولاً بخشی از داده‌ها به صورت اعدادی کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از یک مقدار معین که همان حد قابل ثبت دستگاه است، گزارش می‌گردد. تکنیک‌های آماری موجود این امکان را به دست می‌دهند که چنانچه فقط بخشی از داده‌های مربوط به یک عنصر خارج از حدود سنسورد باشند بتوان در مورد توزیع این گونه داده‌ها، تخمین‌های لازم را انجام داد. این تخمین‌ها به خصوص در مورد میانگین توزیع مقادیر زیر حد سنسورد الزامی است. در جایگزینی داده‌های کمتر از حد کمینه‌ی سنسورد برای عناصر مختلف، به کار بردن نصف حد حساسیت فقط در شرایطی می‌تواند صادق باشد که توزیع عناصر کمیاب در زیر حد قابل ثبت از توزیع نرمال برخوردار باشند. از آنجا که چنین امکانی بسیار نامحتمل است به جای روش فوق از راه‌حل‌های دیگری استفاده می‌نماییم. بدین صورت که در مورد عناصری هم‌چون Co که زیر ۱۰٪ از کل داده‌ها سنسورد می‌باشند $\frac{3}{4}$ حد حساسیت پایین دستگاه برای مقادیر کوچک‌تر از آن جایگزین می‌شود که به این روش اصطلاحاً جایگزینی ساده^۱ می‌گویند. اما در مورد عناصری هم‌چون Mo که تعداد داده‌های سنسورد به بیش از ۱۰٪ کل نمونه‌ها می‌رسد این روش خطای بزرگی در مطالعات آماری ایجاد خواهد کرد. بنابراین روش بیشترین درست‌نمایی کوهن^۲ جهت تخمین مقادیر سنسورد مناسب‌تر می‌باشد. ایده‌ی اصلی روش کوهن این است که مقادیر سنسورد به وسیله‌ی میانگین مقادیری که به دلیل محدودیت اندازه‌گیری به صورت سنسورد گزارش شده‌اند، جایگزین گردد. در این روش فرض بر نرمال بودن توزیع است، لذا قبل از اعمال روش فوق این فرض در مورد عناصر مورد نظر بررسی گردید که بر اساس نمودارهای تصویر ۲-۲ و جدول ۱-۲ نتیجه به جز در مورد Ba و Au رضایت‌بخش بود لذا دو عنصر یاد شده نیز علی‌رغم آن که بیش از ۱۰٪ کل نمونه‌ها پایین‌تر از حد سنسورد است، با روش ساده جایگزین و در مورد S عنصر دیگر روش کوهن اعمال گردید. عناصر Ag و Tl نیز به دلیل آن که بیش از ۹۰٪ نمونه‌ها دارای عیاری کمتر از حد آشکارسازی پایینی بوده‌اند به کلی از جریان پردازش حذف شده‌اند.

1- Simple Replacment Method

2 - Cohen Method



تصویر ۲-۲- نمودار ستونی عناصر دارای بیش از ۱۰٪ داده‌های سنسورد

جدول ۲-۱- مقادیر موثر در تعیین نرمال بودن یا غیر نرمال بودن عناصر دارای بیش از ۱۰٪ داده‌های سنسورد

	Ge	Mo	Cd	Eu	U	Au	Ba
Skewness	0.752	0.241	0.168	0.33	0.552	2.183	10.283
Kurtosis	-0.103	-0.386	-0.621	-0.553	-0.162	5.394	147.866
K-S Test	0	0.024	0.022	0	0.005	0	0

برای مقادیری که بالاتر از حد بیشینه‌ی سنسورد دستگاه بوده‌اند جایگزینی به روش ساده یعنی $\frac{4}{3}$ حد بالای آشکارسازی، روشی معمول و مورد قبول است. در نهایت برای تمامی عناصر دارای مقادیر خارج از حدود سنسورد با توجه به درصد چنین داده‌هایی مقادیر جایگزینی محاسبه و در جدول ۲-۲ گزارش شده است. عناصر Ti, Ag به دلیل بالاتر بودن مقادیر خارج از حدود آشکارسازی، از ۹۰٪ کل داده‌ها، به طور کلی از جریان پردازش حذف شدند. مورد دیگری که در جدول ۲-۲ نیز به آن بر می‌خوریم وجود حد صحت اندازه‌گیری جهت عناصر است. با توجه به این که آنالیز تمامی عناصر مورد بررسی به جز طلا با دستگاه XRF (Magix Pro) و با در نظر گرفتن این که قبل از آنالیز نمونه‌ها، دستگاه جهت عناصر مختلف با محلول‌های استاندارد که دارای عیار معین می‌باشند کالیبره می‌گردد تنها عیار نمونه‌هایی را می‌توان واقعی در نظر گرفت که غلظت عنصر مورد تجزیه در محدوده‌ی حدود کالیبره‌ی دستگاه قرار گیرد و در خارج از این محدوده تنها می‌توان به عیارهای گزارش شده‌ی، که از طریق برون‌یابی حاصل گردیده‌اند، به عنوان ملاکی جهت مقایسه‌ی بالاتر یا پایین‌تر بودن غلظت عنصر در آن‌ها و نه مقدار مطلق عنصر یاد شده در آن نمونه استفاده نمود لذا در جدول ۲-۲ مقادیر صحت بالا و پایین دستگاه نیز آورده شده است.

جدول ۲-۲

۲-۴-۳- کنترل کیفیت نتایج آزمایشگاهی :

کنترل کیفیت داده‌های آزمایشگاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا اولاً میزان اعتماد به داده‌ها را مشخص می‌کند و ثانیاً اگر خطای داده‌ها زیاد باشد و نتوان اندازه‌گیری‌ها را تکرار نمود بهتر است در تفسیر نتایج دقت بیشتر به عمل آورد. برای تعیین دقت آزمایشگاه تعداد ۴۰ نمونه تکراری تهیه و به صورت کاملاً محرمانه کدگذاری گردید (جدول ۲-۳) سپس از نتایج آنالیز داده‌های تکراری (جدول ۳ پیوست ۱) جهت مقایسه و تعیین درصد خطا از دو روش ترسیمی و محاسباتی بهره گرفته شد.

در روش ترسیمی دقت اندازه‌گیری‌های از طریق آنالیز جفت نمونه‌های تکراری بررسی می‌شود. نمودار تامسون، هوارث (۲۰۰۲) جهت این منظور استفاده گردید. در این نمودار مقدار میانگین دوبار اندازه‌گیری بر روی محور افقی و قدر مطلق تفاضل دو مقدار اندازه‌گیری شده بر روی محور عمودی پیاده می‌شود. تلاقی این دو به صورت نقطه‌ای در دستگاه مختصات نمایش داده می‌شود. در دستگاه مختصات دو خط مایل و شناور، نسبت به مقدار سنسور دستگاه، برای ۵۰٪ و ۹۵٪ رسم می‌گردد که فرمول این دو عبارتند از:

$$P_{50} = 0.954\left(\frac{C_L}{3} + BC\right)$$

$$P_{95} = 2.772\left(\frac{C_L}{3} + BC\right)$$

که در آن C غلظت، CL حد آشکارسازی پایینی و B یا به عبارتی (FFPC)^۱ مجموعه اعدادی ثابت هستند که انتخاب آن‌ها باید به نحوی صورت پذیرد که منحنی تعیین خطا در محدوده‌ی مورد نظر به دست آید. سپس نقاط بر روی آن قرار داده شده و در صورتی که غالب نمونه‌ها زیر خط ۵۰٪ و ۹۵٪ از آن‌ها زیر خط ۹۵٪ قرار گیرند دقت دستگاه در حد مجاز یعنی ۱۰٪ برآورد می‌گردد (تصویر ۱ پیوست ۲).

علاوه بر روش فوق، روش محاسباتی نیز جهت تعیین خطا به کار گرفته شده که فرمول

$$e = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i - y_i}$$

به عنوان ملاک تعیین خطا در نظر گرفته شده است که در آن n تعداد نمونه‌های تکراری و X و Y مقادیر اندازه‌گیری شده در نمونه‌های تکراری متناظر می‌باشند. مقادیر محاسبه شده برای عناصر مختلف

1- Fitness for Purpose Criteria

در جدول (۲-۴) گزارش شده و ریز عملیات انجام شده نیز در جدول ۴ پیوست ۱ آورده شده است..
تفسیر این اعداد براساس ملاک‌های زیر انجام پذیرفت:

$$X > 20d.l. \Rightarrow e < 10\%$$

$$20d.l. > X > 10d.l. \Rightarrow e < 20\%$$

$$X = 10d.l. \Rightarrow e < 3d.l.$$

که در آن e مقدار خطا، d.l. حد پایینی آشکارسازی است که البته در این برکه حد پایین صحت جانشین آن گردید و X عیار عنصر در نمونه‌ی اصلی می‌باشد. با تلفیق نتایج دو روش فوق می‌توان عناصر اکسیدها را به لحاظ مقدار خطا در پنج گروه تقسیم بندی نمود:

الف) عناصر دارای خطای قابل قبول شامل V, Cr, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Eu, V, P, Ti

ب) عناصر دارای خطای متوسط شامل Mn, Ge, Ga, Co

ج) عناصر دارای خطای متوسط رو به بالا شامل Pb, Sb

د) عناصر دارای خطای بالا شامل La, Ba, Cd

ه) عنصر Nd با خطای بسیار بالا که به کلی از پردازش حذف می‌گردد.

جدول ۲-۳- نمونه‌های تکراری و کدهای محرمانه آن‌ها برای تعیین خطای آنالیز

Main Sample	Duplicate Sample
Field. No	Field. No
DSH-16	DSH-840
DSH-27	DSH-841
DSH-78	DSH-842
DSH-81	DSH-843
DSH-88	DSH-844
DSH-105	DSH-845
DSH-129	DSH-846
DSH-152	DSH-847
DSH-172	DSH-848
DSH-190	DSH-849
DSH-214	DSH-850
DSH-225	DSH-851
DSH-259	DSH-852
DSH-280	DSH-853
DSH-295	DSH-854

ادامه جدول ۲-۳- نمونه‌های تکراری و کدهای محرمانه آن‌ها برای تعیین خطای آنالیز

Main Sample	Duplicate Sample
Field. No	Field. No
DSH-317	DSH-855
DSH-328	DSH-856
DSH-342	DSH-857
DSH-376	DSH-858
DSH-398	DSH-859
DSH-415	DSH-860
DSH-420	DSH-861
DSH-458	DSH-862
DSH-495	DSH-863
DSH-512	DSH-864
DSH-559	DSH-865
DSH-573	DSH-866
DSH-589	DSH-867
DSH-533	DSH-868
DSH-608	DSH-869
DSH-641	DSH-870
DSH-671	DSH-871
DSH-682	DSH-872
DSH-713	DSH-873
DSH-739	DSH-874
DSH-759	DSH-875
DSH-774	DSH-876
DSH-782	DSH-877
DSH-808	DSH-878
DSH-830	DSH-879

جدول ۲-۴- مقادیر خطای آنالیز محاسبه شده به روش محاسباتی

Element	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	Sr	Y	Zr	Nb
Units	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
حد صحت دستگاه	5	5	1	2	15	20	3	0.5	15	10	30	8
خطای محاسبه شده	6.26	8.82	24.44	8.02	26.68	3.19	27.06	33.65	1.09	15.20	9.07	36.29

Element	Cd	Sb	Ba	La	Nd	Eu	Pb	U	P	Ti	Mn	Au
Units	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%	%	%
حد صحت دستگاه	0.1	0.4	40	10	10	0.5	1	2	7	1000	100	1
خطای محاسبه شده	46.42	32.41	82.68	83.88	198.58	16.95	54.33	15.77	3.70	3.67	20.24	15.71

۲-۴-۴- نرمال‌سازی داده‌ها و حذف مقادیر خارج از رده :

اکثر روش‌های آماری، به جز روش‌های آماری ناپارامتری، فرض نرمال بودن داده‌ها را به همراه دارند. توزیع نرمال، زنگی شکل است که اولین بار در قرن هجدهم میلادی مورد بحث و بررسی قرار گرفت. درحالت کلی دلیل خاصی برای این که تغییرات عیار یک ناحیه‌ی مطالعاتی، از توزیع نرمال پیروی کند وجود ندارد. از آن جا که پارامترهای زیادی در تشکیل یک کانسار و شکل‌گیری تابع توزیع عیار آن مؤثر است، لذا نوع تابع توزیع عیار اغلب یک تابع نرمال ساده نیست. آزمون کولوموگروف - اسمیرنوف^۱ به عنوان یکی از معیارهای مهم جهت تشخیص نرمال یا غیر نرمال بودن توزیع‌های مختلف کاربرد دارد. چولگی و کشیدگی دو معیار دیگر جهت کنترل میزان نرمال بودن جامعه است. به طور کلی جوامع نرمال دارای چولگی صفر و کشیدگی ۳ می‌باشند. هر چند نرم‌افزارهای آماری مورد استفاده یعنی SPSS , Microsoft Excel به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده‌اند که مقدار کشیدگی برای جوامع نرمال را نیز صفر نشان می‌دهند.

برای نرمال‌سازی جوامع آماری می‌توان از توابع تبدیل مختلفی استفاده نمود. در مبحث تبدیل داده‌های آماری، بیشتر تبدیلات غیر خطی مد نظر می‌باشند. هدف اصلی از تبدیلات غیر خطی، تغییر شکل توزیع فراوانی است که این کار از یک تبدیل خطی ساخته نیست. سه هدف عمده برای تغییر شکل توزیع فراوانی با استفاده از تبدیلات غیر خطی وجود دارد که عبارتند از:

الف) تثبیت پراش

1- Kolomogrov-Smirnov

ب) رسیدن به خاصیت جمع‌پذیری

ج) بدست آوردن یک توزیع نرمال

اغلب گفته می‌شود که داده‌های ژئوشیمیایی اکتشافی و به خصوص عناصر کمیاب از توزیع لاگ نرمال تبعیت می‌کنند. توزیع لاگ نرمال در مورد داده‌هایی به کار می‌رود که با تبدیل لگاریتم طبیعی، شکل نرمال به خود می‌گیرند.

با اعمال تبدیل لگاریتم نیز توزیع برخی از عناصر به حد نرمال نزدیک نمی‌شود. این مورد می‌تواند به دلیل وجود برخی مقادیر که به طور معنی‌دار نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند و اصطلاحاً مقادیر خارج از ردیف گفته می‌شوند، باشد. واضح است که عناصر دارای داده‌های خارج از رده فاقد توزیع نرمال هستند. مراجع زیادی در مورد روش‌های تشخیص مقادیر خارج از ردیف وجود دارد. در پروژه‌ی حاضر صرفاً عنصر استرونیوم دارای مقادیر خارج از رده بوده که روش دورفل برای تعیین مقادیر خارج از ردیف در نظر گرفته شد. بر این اساس شماره‌ی داده‌های خارج از ردیف و همچنین مقدار جانشین شده‌ی آن در جدول ۲-۵ گزارش گردیده است.

جدول ۲-۵- شماره داده‌های خارج از ردیف و مقادیر جانشین شده آنها در برگه دشت‌ور

عنصر	شماره داده‌های خارج از رده													مقدار جایگزینی
	Sr	729	414	435	532	526	392	434	728	557	718	535	727	530

جداول ۲-۶ تا ۲-۲۹ و تصاویر ۲-۳ تا ۲-۲۶ مقادیر داده‌های آماری و همچنین مقدار آزمون کولوموگروف - اسمیرنوف در سه حالت اولیه، لگاریتم طبیعی و لگاریتم طبیعی بدون مقادیر خارج از رده را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که جهت مقایسه راحت میان مقادیر، پارامترهای آماری میانگین و واریانس به دست آمده در حالت‌های لگاریتم طبیعی و بدون داده‌های خارج از رده با استفاده از فرمول‌های زیر به صورت عددهای واقعی گزارش گردیدند:

$$X = E(X) = \exp \left\{ \mu + \frac{1}{2} \delta^2 \right\}$$

$$\text{Var}(x) = e^{\delta^2} (1 - e^{-\delta^2}) e^{2\mu}$$

که در آن‌ها μ میانگین به صورت لگاریتم طبیعی و δ^2 واریانس در حالت لگاریتم طبیعی است.

مقادیر میانه با تبدیل ساده‌ی عکس لگاریتم (exp) از میانه در حالت لگاریتم طبیعی و انحراف از استاندارد با جذر ساده از واریانس جدید حاصل پس از تبدیل، به دست می‌آید.

بر اساس پارامترهای تعیین کننده‌ی مرحله‌ی نرمال شدن، عناصر را می‌توان به سه گروه تقسیم نمود. عناصر نرمال که بدون هیچ تغییری و از همان ابتدا نرمال بوده‌اند. عناصر دارای توزیع لاگ نرمال که پس از تبدیل لگاریتمی به حالت نرمال تبدیل شدند و سومین گروه، که فقط استرنسیوم را شامل می‌گردد، در هیچ یک از این حالت‌ها به حد نرمال‌شدگی نرسیده و لذا جهت نزدیک شدن به حالت نرمال تعدادی از داده‌های خارج از رده در کران بالای آن حذف گردید. با توجه به اصول حاکم بر پردازش‌های آماری تفسیر داده‌ها در بهترین حالت نرمال‌شدگی هر عنصر صورت پذیرفت.

۲-۴-۵- بررسی‌های آماری تک متغیره :

قبل از آن که عناصر را به صورت منفرد پردازش کنیم، به توضیح مختصری در مورد روش‌های تک‌متغیره‌ی مورد استفاده و کاربرد هر یک از آن‌ها می‌پردازیم.

۲-۴-۵-۱- پارامترهای مرکزی^۱ :

مهم‌ترین موضوع در مطالعه هر جامعه‌ی آماری تعیین حد مرکزی یعنی مقدار نماینده‌ای که مشاهدات در اطراف آن توزیع شده‌اند می‌باشد. هر معیار عددی که معرف مجموعه‌ی داده‌ها باشد پارامتر مرکزی نامیده می‌شود. برای اندازه‌گیری پارامترهای مرکزی جامعه آماری روش‌های متعددی وجود دارد که در این پروژه از میانه و میانگین استفاده شد. لازم به ذکر است نوع میانگین استفاده شده حسابی است. زیرا تفسیر داده‌ها بر پایه‌ی مرحله‌ای از داده‌پردازی صورت می‌پذیرد که جامعه تقریباً نرمال بوده و این نوع میانگین برای چنین جوامعی مناسب است.

۲-۴-۵-۲- پارامترهای پراکندگی^۲ :

برای آن که داده‌ها به طور واقعی‌تر توصیف شوند و مجموعه‌های مشاهدات با هم مقایسه گردند باید قدم دیگری برداشته شود و برای سنجش میزان تفاوت‌های آن‌ها نیز چند معیار عددی تعریف گردد. آن چنان که گفتیم مهم‌ترین شاخص مرکزی، میانگین است. این پارامتر در همه‌ی موارد جوابگوی نیاز تصمیم‌گیرنده

1- Central Parameter

2- Dispersion Parameters

نیست؛ چرا که ممکن است جوامع آماری مورد مقایسه دارای میانگین مساوی باشند. در این صورت می‌توان توزیع داده‌های آماری را از نظر شدت نوسان داده‌ها حول مرکز خود مورد بررسی قرار داد که به آن‌ها اصطلاحاً پارامترهای پراکندگی گفته می‌شود. واریانس یکی از شاخص‌های پراکندگی است که به علت این‌که تفسیر آن زیاد ساده نیست و به علاوه مفهوم مشکل و نامأنوس‌تری نسبت به مرکزیت دارد، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نقایص با جذر گرفتن از واریانس مرتفع می‌شود و پارامتر جدید به نام انحراف از معیار حاصل می‌گردد که دارای واحدی مشابه با واحدهای مشاهدات اصلی است. در بررسی‌های انجام شده هر دو مورد فوق در کنار یکدیگر گزارش شده‌اند.

۲-۴-۵-۳- ضریب پراکندگی^۱:

در بسیاری از تحقیقات لازم است که برای توصیف داده‌ها، پراکندگی به صورت کسری از میانگین بیان شود. یکی از معیارهای پراکندگی نسبی که ضریب پراکندگی نامیده به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C.V. = \frac{\delta_x}{\mu_x}$$

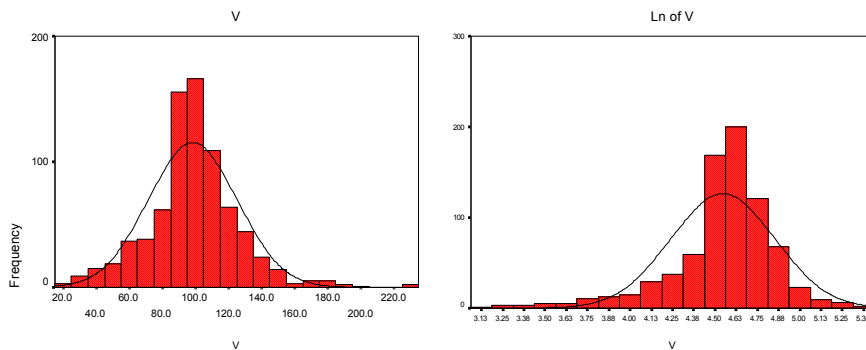
ضریب پراکندگی کاربردهایی دارد که واریانس و انحراف معیار فاقد آن‌ها هستند. کاربرد اول آن در جایی است که دو یا چند جامعه آماری مورد مقایسه، مشاهدات ناهمگون و نامتجانس داشته باشند. برای مثال پراکندگی یک جامعه بر حسب ppm و در جامعه دیگر بر حسب درصد باشد. این پراکندگی‌ها قابل مقایسه نیستند و برای این که قابل مقایسه شوند، باید اندازه‌ی آن‌ها به صورت کمیت مجرد بیان گردد. گاهی نیز مقیاس صفت مورد اندازه‌گیری نیز در جامعه یکسان است ولی بزرگی مشاهدات آن‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای تفاوت دارد. برای مثال اگر بخواهیم پراکندگی عنصری مثل طلا با فراوانی اندک و سرب با فراوانی بالا را مقایسه کنیم چاره‌ای جز استفاده از ضریب همبستگی نخواهیم داشت. کاربرد دوم این پارامتر در جایی است که دو جامعه یکسان ولی میانگین متفاوت داشته باشند. انحراف معیار بدون در نظر گرفتن میانگین نمی‌تواند بیان‌کننده پراکندگی جامعه باشد و پراکندگی دو جامعه در مقایسه با یکدیگر، زمانی مفهوم پیدا می‌کند که نسبت به میانگین سنجیده شود.

1- Coefficient of Variant

۲-۴-۵-۴- بررسی آماری تک‌متغیره عناصر مختلف:

وانادیم

توزیع این عنصر نرمال و ضریب تغییرات آن نسبتاً پایین می‌باشد. منفی شدن چولگی این عنصر با اعمال تبدیل لگاریتمی نشان دهنده فاصله نسبتاً زیاد نمونه‌های دارای مقادیر کران پایین از بازه‌ی کلی و یا به عبارتی وجود آنومالی منفی وانادیم می‌باشد.



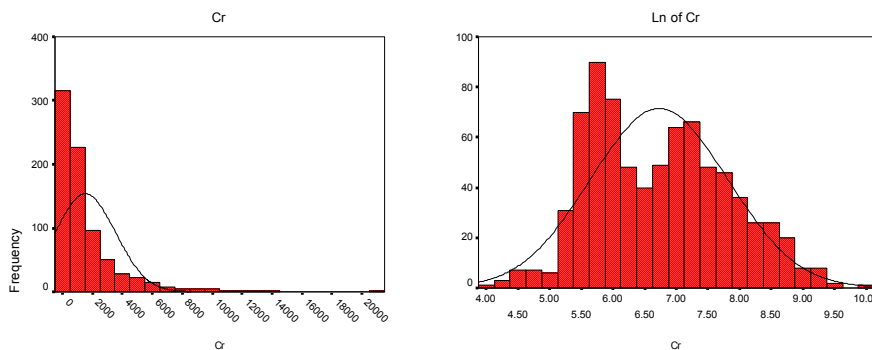
تصویر ۲-۳ - نمودارهای ستونی عنصر وانادیم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۶ - پارامترهای آماری تک‌متغیره‌ی عنصر وانادیم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	V	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	98.3435	98.82148099
Median	98.0455	98.04239626
Std. Deviation	26.8651	31.02942624
Variance	721.7321	9.63E+02
Skewness	0.383	-1.232
Kurtosis	2.201	3.242
Minimum	23.87	23.80748436
Maximum	228.7	228.1492454
C.V.	0.273176163	0.31399475
K-S Test	0	0

کروم

توزیع این عنصر لاگ نرمال است و ضریب تغییرات آن بالا می‌باشد. کاهش مقدار چولگی با تبدیل لگاریتمی دلیلی بر توزیع یکنواخت و تفاوت اندک مقدار نمونه‌های دارای ناهمگنی با جامعه اصلی از بازه کلی جامعه می‌باشد. بالا بودن غیر عادی انحراف از معیار این عنصر می‌تواند به دلیل میانگین بالای آن می‌باشد. این عنصر یکی از عناصر مهم در این برگه می‌باشد بنابراین باید در تفسیر آنومالی‌های آن دقت زیادی به عمل آورد.



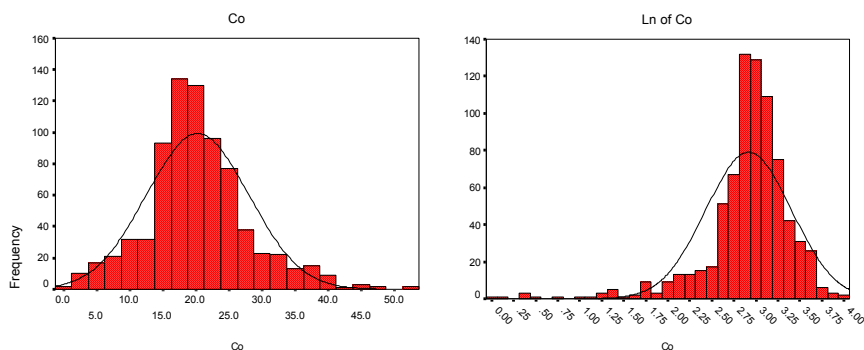
تصویر ۲-۴- نمودارهای ستونی عنصر کروم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۷- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر کروم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Cr	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	1525.6907	1503.197823
Median	784.2	784.2281612
Std. Deviation	2014.5192	2249.335785
Variance	4058287.659	5.06E+06
Skewness	3.357	0.279
Kurtosis	17.702	-0.621
Minimum	56.68	56.82634281
Maximum	21141.6	21162.79572
C.V.	1.320398165	1.496367112
K-S Test	0	0

کبالت

این عنصر دارای توزیع نرمال با ضریب تغییرات متوسط است. افزایش کشیدگی و چولگی با اعمال تبدیل لگاریتمی از قرارگیری غالب نمونه‌ها حول میانه‌ی جامعه خبر می‌دهد. در حالی که نمونه‌های بسیار انگشت شماری نیز در فاصله دورتر از بازه کلی و البته در سمت کران پایین قرار می‌گیرند.



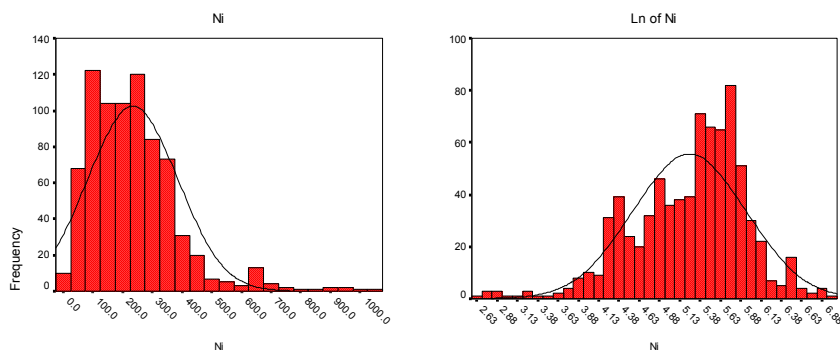
تصویر ۲-۵- نمودارهای ستونی عنصر کبالت برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۸- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر کبالت برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Co	
	Primary Data	Ln of Data
N	772	772
Mean	20.2642	20.79265917
Median	19.511	19.51142126
Std. Deviation	7.7408	10.74266863
Variance	59.9207	1.15E+02
Skewness	0.549	-1.984
Kurtosis	1.356	7.292
Minimum	0.98	0.980198673
Maximum	52.9	52.98453084
C.V.	0.381993861	0.516656794
K-S Test	0.001	0

نیکل

توزیع نیکل لاگ نرمال بوده و ضریب تغییرات آن نیز متوسط رو به بالا می‌باشد. کاهش چولگی و کشیدگی با تبدیل لگاریتمی نشان دهنده فاصله کم مقادیر کران بالای این عنصر با بازه کلی می‌باشد. همچنین بالا بودن انحراف معیار این عنصر تاییدی بر توزیع غیر یکنواخت آن در منطقه است.



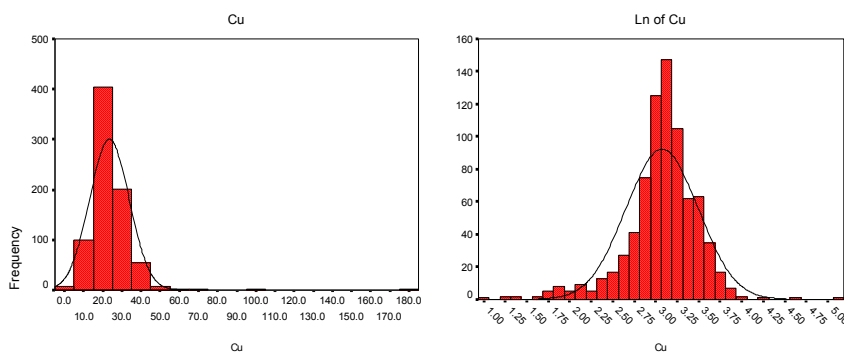
تصویر ۲-۶- نمودارهای ستونی عنصر نیکل برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۹- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر نیکل برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Ni	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	234.1869	241.4107887
Median	216.25	216.2423999
Std. Deviation	151.2029	190.9740917
Variance	22862.3197	3.65E+04
Skewness	1.612	-0.657
Kurtosis	4.432	0.773
Minimum	14.39	14.43996919
Maximum	1056.9	1053.633557
C.V.	0.645650547	0.791075215
K-S Test	0	0

مس

توزیع این عنصر تقریباً لاگ نرمال بوده و ضریب تغییرات آن متوسط رو به پایین می‌باشد. کشیدگی و این عنصر بالا می‌باشد که با اعمال تبدیل لگاریتمی مقدار آن کاهش یافته و به حد نرمال نزدیک می‌شود. کشیدگی بالای این عنصر از تجمع غالب نمونه‌ها در حول میانه خبر می‌دهد.



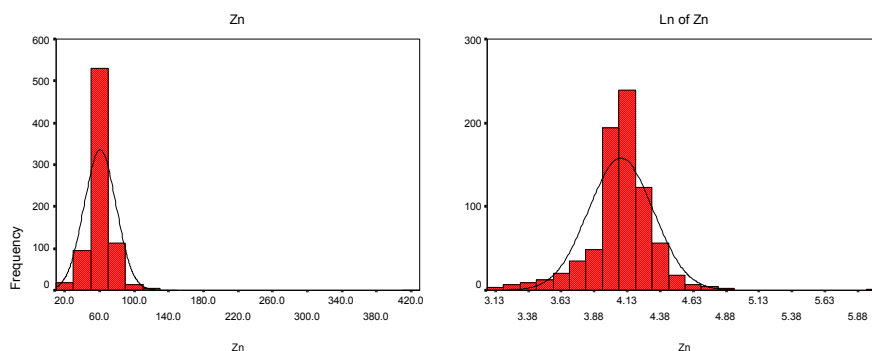
تصویر ۲-۷- نمودارهای ستونی عنصر مس برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۱۰- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر مس برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Cu	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	23.4335	23.59889762
Median	22.345	22.3449423
Std. Deviation	10.2977	10.34589223
Variance	106.0436	1.07E+02
Skewness	5.031	-0.954
Kurtosis	66.082	3.818
Minimum	2.8	2.801065835
Maximum	176.69	175.9148375
C.V.	0.439443532	0.438405742
K-S Test	0	0

روی

توزیع این عنصر تقریباً لاگ نرمال بوده و ضریب تغییرات آن نیز پایین می‌باشد. نزدیکی مقادیر میانگین و میانه و کاهش شدید مقادیر کشیدگی و چولگی پس از اعمال تبدیل لگاریتمی می‌تواند ناشی از توزیع یکنواخت و تفاوت اندک مقدار نمونه‌های دارای ناهمگنی با جامعه اصلی از بازه کلی جامعه این عنصر باشد.



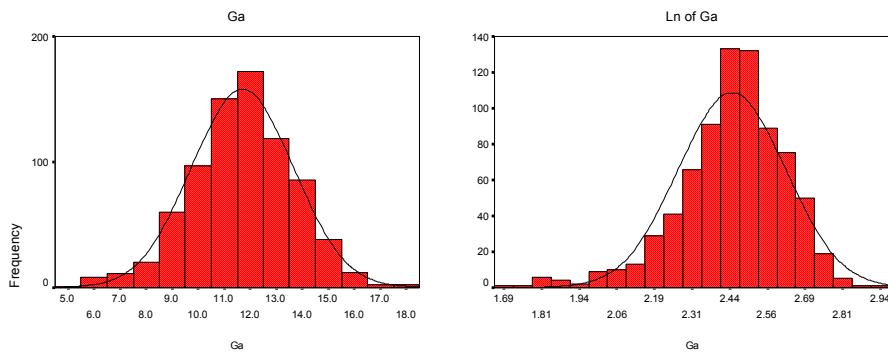
تصویر ۲-۸- نمودارهای ستونی عنصر روی برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۱۱- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر روی برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Zn	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	60.8123	60.74987351
Median	59.623	59.62053132
Std. Deviation	18.4548	15.12349699
Variance	340.5809	2.29E+02
Skewness	9.099	-0.134
Kurtosis	169.129	6.983
Minimum	22.89	22.87397954
Maximum	412.13	411.5785957
C.V.	0.303471502	0.248946971
K-S Test	0	0

گالیوم

توزیع این عنصر نرمال و ضریب تغییرات آن پایین است. نزدیکی مقادیر میانه و میانگین دلیلی دیگر بر توزیع یکنواخت و تفاوت اندک مقدار نمونه‌های دارای ناهمگنی با جامعه اصلی از بازه کلی جامعه است.



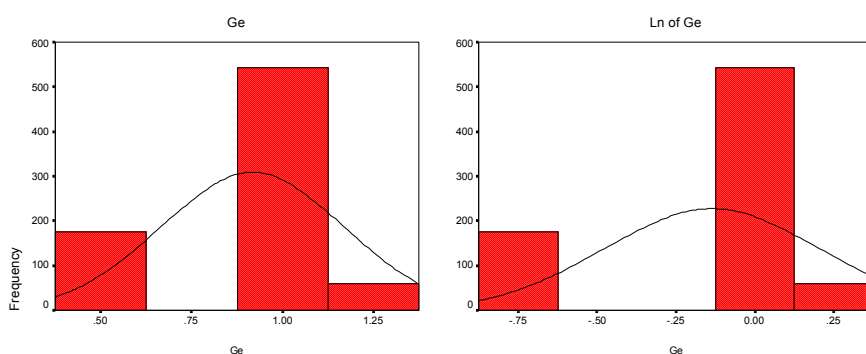
تصویر ۲-۹- نمودارهای ستونی عنصر گالیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۱۲- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر گالیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Ga	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	11.6984	11.70773811
Median	11.772	11.77171947
Std. Deviation	1.9607	2.101132817
Variance	3.8445	4.41E+00
Skewness	-0.166	-0.859
Kurtosis	0.415	1.629
Minimum	5.34	5.365555971
Maximum	18.31	18.35679857
C.V.	0.167604117	0.179465307
K-S Test	0.167	0

ژرمانیوم

بهترین حالت نرمال شدگی این عنصر در مرحله داده‌های خام می‌باشد هر چند در این مرحله نیز توزیع تا حدودی دارای چولگی منفی است که این به دلیل وجود تعداد زیادی نمونه دارای مقدار ژرمانیوم کمتر از حد آشکار سازی پایینی دستگاه می‌باشد. ضریب تغییرات این عنصر پایین است.



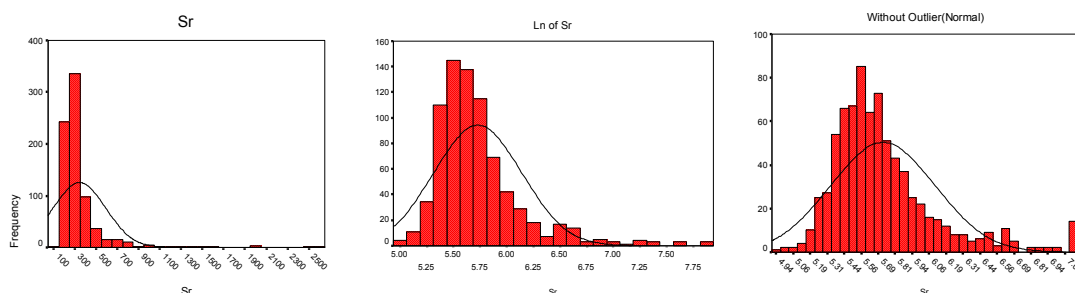
تصویر ۲-۱۰ - نمودارهای ستونی عنصر ژرمانیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۱۳- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر ژرمانیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Ge	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	0.9175	0.924779452
Median	0.981	0.980999823
Std. Deviation	0.2509	0.32432725
Variance	6.30E-02	1.05E-01
Skewness	-1.05	-1.196
Kurtosis	-0.455	-0.366
Minimum	0.47	0.467666427
Maximum	1.31	1.309964451
C.V.	0.27346049	0.350707673
K-S Test	0	0

استرانسیوم

ضریب تغییرات استرانسیوم نسبتاً پایین می‌باشد. این عنصر با حذف نمونه‌های خارج از رده به حالت نرمال نزدیک می‌شود. بالا بودن مقادیر غیرعادی انحراف از معیار به دلیل بالا بودن میانگین بالای این عنصر می‌باشد.



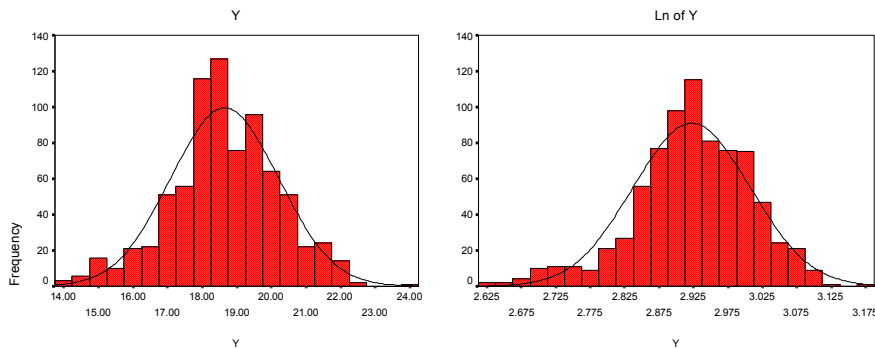
تصویر ۲-۱۱- نمودارهای ستونی عنصر استرانسیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی و پس از حذف داده‌های خارج از رده

جدول ۲-۱۴- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر استرانسیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی و پس از حذف داده‌های خارج از رده

Statistical parameter	Sr		
	Primary Data	Ln of Data	Whitout Outlier Data (Normal)
N	778	778	778
Mean	344.7614	334.6382173	329.1619899
Median	279.476	279.4714107	279.4714107
Std. Deviation	247.1514	143.4520919	131.5119981
Variance	61083.8124	2.06E+04	17295.40565
Skewness	5.227	1.938	1.497
Kurtosis	35.751	5.435	2.663
Minimum	140.07	139.7702496	139.7702496
Maximum	2618.2	2617.565588	1224.147546
C.V.	0.716876657	0.42867815	0.399535797
K-S Test	0	0	0

ایتریوم

توزیع این عنصر از نوع نرمال و ضریب تغییرات آن در حد پایین‌ترین ضریب تغییرات در این برکه می‌باشد. این شواهد به علاوه مقدار نسبتاً مساوی میانه و میانگین حکایت از همگنی توزیع این عنصر در برکه‌ی مورد بحث دارد.



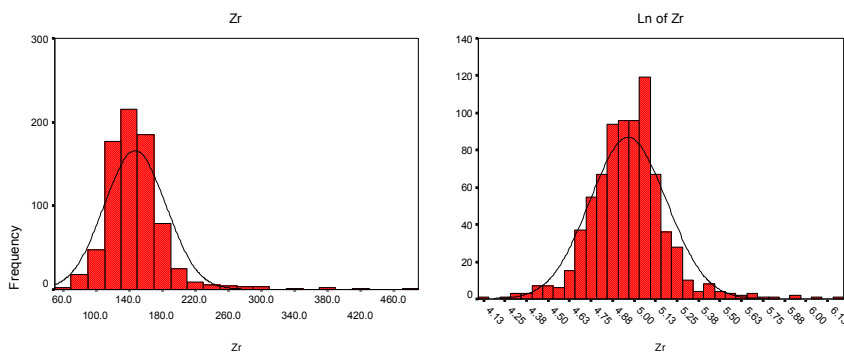
تصویر ۲-۱۲- نمودارهای ستونی عنصر ایتريوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آنها

جدول ۲-۱۵- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر ایتريوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آنها

Statistical parameter	Y	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	18.6509	18.65145203
Median	18.639	18.63981716
Std. Deviation	1.5571	1.590776464
Variance	2.4246	2.53E+00
Skewness	-0.225	-0.523
Kurtosis	0.34	0.672
Minimum	13.84	13.8737699
Maximum	23.87	23.80748436
C.V.	0.083486588	0.085289685
K-S Test	0.061	0.005

زیرکونیوم

بهترین حالت نرمال شدگی این عنصر در مرحله‌ی لگاریتم طبیعی می‌باشد هر چند در این مرحله نیز کشیدگی بالا می‌باشد که حاکی از تجمع غالب نمونه‌ها حول میانه می‌باشد. ضریب تغییرات این عنصر پایین است.



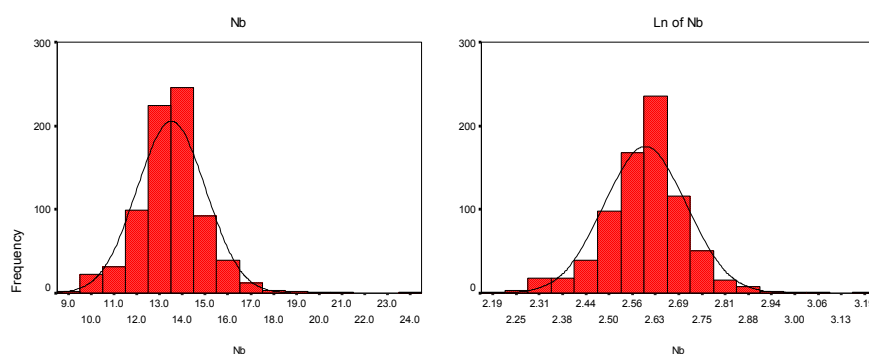
تصویر ۲-۱۳- نمودارهای ستونی عنصر زیرکونیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۱۶- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر زیرکونیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Zr	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	147.2258	147.0157906
Median	143.008	143.0079181
Std. Deviation	37.3637	33.1795923
Variance	1396.0462	1.10E+03
Skewness	2.792	0.576
Kurtosis	16.7	3.447
Minimum	63.44	63.4340003
Maximum	474.7	473.4280748
C.V.	0.253785002	0.225687269
K-S Test	0	0.002

نیوبیوم

بهترین حالت نرمال شدگی عنصر نیوبیوم در مرحله‌ی لگاریتم طبیعی می‌باشد هر چند در این مرحله نیز دارای کشیدگی بالا می‌باشد ضریب تغییرات آن پایین می‌باشد. به طور کلی شواهد از توزیع یکنواخت این عنصر در برکه حکایت می‌کند.



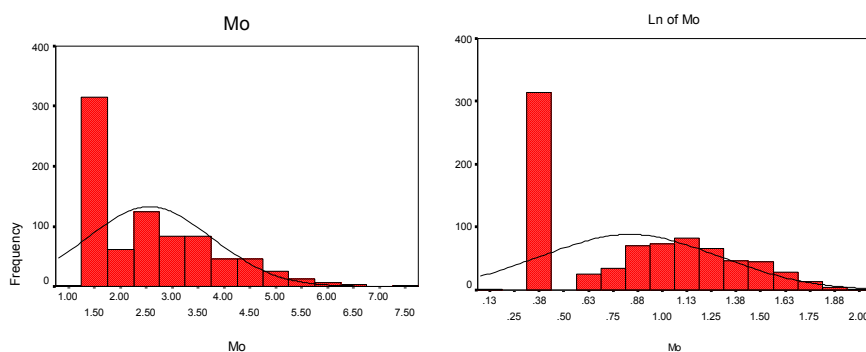
تصویر ۲-۱۴ - نمودارهای ستونی عنصر نیوبیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۱۷ - پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر نیوبیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Nb	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	13.5107	13.51101123
Median	13.516	13.51634914
Std. Deviation	1.5061	1.497520305
Variance	2.2684	2.24E+00
Skewness	0.731	-0.045
Kurtosis	4.497	2.139
Minimum	8.83	8.846306259
Maximum	23.98	24.04675355
C.V.	0.111474609	0.110837026
K-S Test	0	0.001

مولیدن

این عنصر دارای توزیع نرمال و ضریب تغییرات متوسط رو به پایین می‌باشد. عیار پایین این عنصر در برکه مهم‌ترین مسئله برداشتی از جدول داده‌های آماری آن می‌باشد.



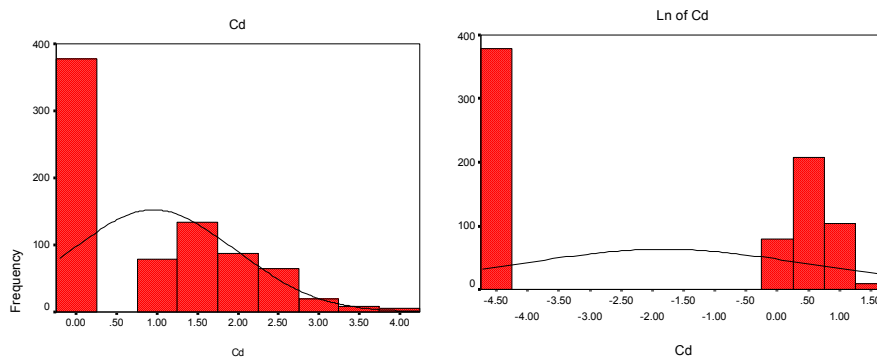
تصویر ۲-۱۵- نمودارهای ستونی عنصر مولیدن برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۱۸- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر مولیدن برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Mo	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	2.5247	2.517962392
Median	2.289	2.288965571
Std. Deviation	1.1986	1.194891835
Variance	1.4367	1.43E+00
Skewness	0.981	0.324
Kurtosis	0.556	-1.179
Minimum	1.2	1.197217363
Maximum	7.74	7.767901106
C.V.	0.474749475	0.474547133
K-S Test	0	0

کادمیوم

توزیع این عنصر نرمال و ضریب تغییرات آن بالا می باشد. میانگین بسیار پایین این عنصر نشانگر این است که به این عنصر تنها باید به دید یک عنصر ردیاب نگاه کرد. پس از اعمال تبدیل لگاریتمی وضعیت نرمال‌شدگی بدتر می‌شود که این می‌تواند به دلیل تعداد زیاد و فاصله‌دار داده‌های پایین‌تر از حد کمینه‌ی آشکارسازی جانشین شده دستگاه باشد.



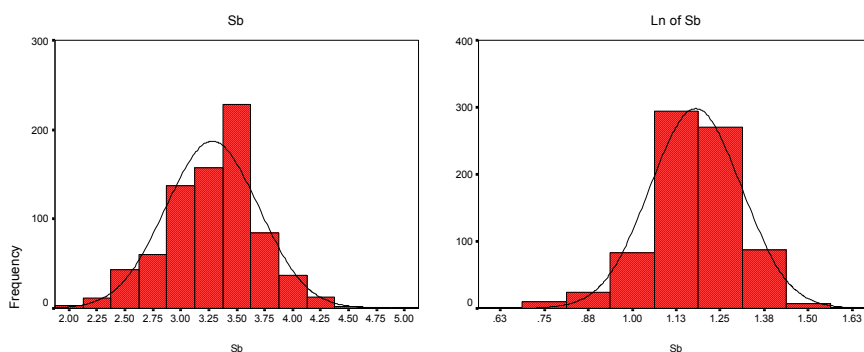
تصویر ۲-۱۶- نمودارهای ستونی عنصر کادمیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۱۹- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر کادمیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Cd	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	0.9522	3.304879458
Median	0.981	0.980999823
Std. Deviation	1.0174	67.27541324
Variance	1.0352	4.53E+03
Skewness	0.578	-0.029
Kurtosis	-0.797	-1.967
Minimum	0.01	0.013167547
Maximum	4.14	4.13712044
C.V.	1.06847301	20.35638942
K-S Test	0	0

آنتیموان

توزیع این عنصر نرمال بوده و ضریب تغییرات آن بسیار اندک می‌باشد. پارامترهای آماری بر یکنواختی توزیع آن در منطقه حکایت می‌نماید. با این حال به لحاظ اهمیت آنتیموان به عنوان یک عنصر ردیاب قوی، باید در تفسیر آنومالی‌های این عنصر دقت نمود.



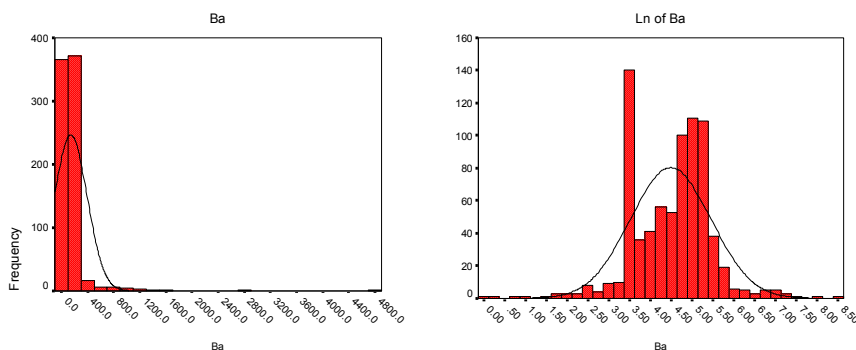
تصویر ۲-۱۷- نمودارهای ستونی عنصر آنتیموان برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر آنتیموان برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Sb	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	3.2822	3.282925679
Median	3.27	3.27003275
Std. Deviation	0.4141	0.428206055
Variance	0.1715	1.83E-01
Skewness	-0.073	-0.554
Kurtosis	0.467	0.872
Minimum	1.96	1.954237321
Maximum	4.91	4.903748928
C.V.	0.126165377	0.130434282
K-S Test	0.004	0

باریم

بهترین حالت نرمال شدگی این عنصر در مرحله لاگ نرمال می‌باشد هر چند در این مرحله نیز کشیدگی اندکی بالا است. ضریب تغییرات این عنصر بالا می‌باشد. کاهش شدید چولگی و کشیدگی با اعمال تبدیل لگاریتمی نشان‌دهنده فاصله کم مقادیر کران بالای توزیع این عنصر با بازه کلی می‌باشد. بالا بودن غیرعادی انحراف از معیار دلیلی دیگر بر ناهمگنی توزیع این عنصر می‌باشد.



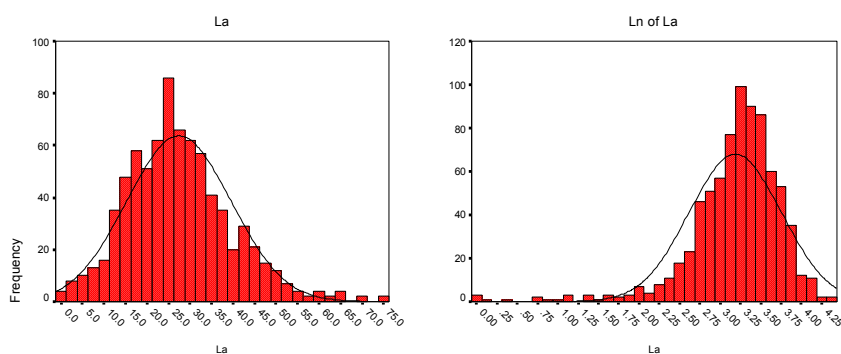
تصویر ۲-۱۸- نمودارهای ستونی عنصر باریم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲۱- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر باریم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Ba	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	143.2413	140.9492646
Median	107.147	107.1468153
Std. Deviation	251.152	174.3706592
Variance	63077.3259	3.04E+04
Skewness	10.79	-0.281
Kurtosis	165.888	1.663
Minimum	1.1	1.105170918
Maximum	4744	4722.057998
C.V.	1.753349069	1.237116488
K-S Test	0	0

لانتانیوم

توزیع این عنصر نرمال بوده و ضریب تغییرات آن نسبتاً متوسط می‌باشد. ضریب تغییرات این عنصر پس از اعمال تبدیل لگاریتمی افزایش یافته که این به وجود تعدادی نمونه کم عیارتر از سایر نمونه‌ها در کران پایین توزیع دارد.



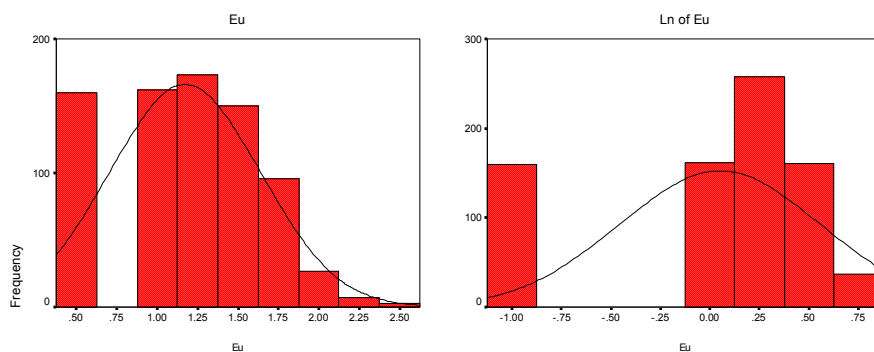
تصویر ۲-۱۹- نمودارهای ستونی عنصر لانتانیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲۲- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر لانتانیوم برای داده‌های خام و لگاریتم

Statistical parameter	La	
	Primary Data	Ln of Data
N	776	776
Mean	27.395	28.43867459
Median	26.16	26.15917528
Std. Deviation	12.1342	17.56948112
Variance	147.2382	3.09E+02
Skewness	0.625	-1.875
Kurtosis	0.853	6.747
Minimum	1	1
Maximum	75.86	75.94428657
C.V.	0.442934842	0.61780239
K-S Test	0.023	0

یورویوم

توزیع این عنصر نرمال و ضریب تغییرات آن نسبتاً پایین می‌باشد. مقدار کشیدگی این عنصر پس از اعمال تبدیل لگاریتمی افزایش و مقدار چولگی کاهش یافته ولی توزیع این عنصر همچنان نرمال باقی می‌ماند. هم‌چنین ضریب تغییرات این عنصر پس از اعمال تبدیل لگاریتمی بالاتر می‌رود که این را می‌توان به وجود فاصله تعدادی نمونه با مقادیر کم در کران پایین توزیع این عنصر نسبت داد.



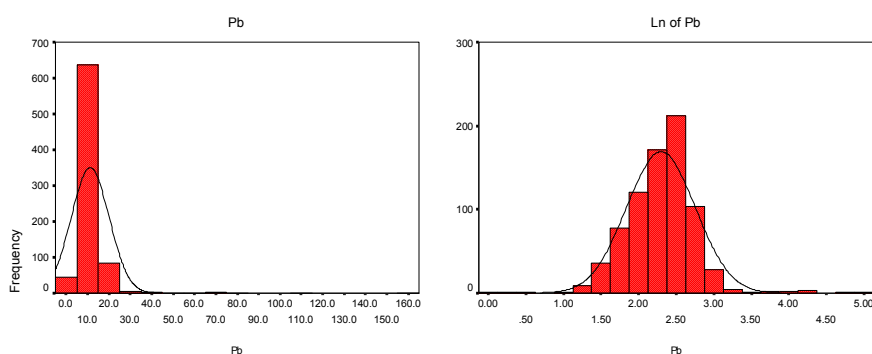
تصویر ۲-۲۰- نمودارهای ستونی عنصر یورویوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲۳- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر یورویوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Eu	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	1.172	1.196726605
Median	1.199	1.199014537
Std. Deviation	0.4663	0.648546119
Variance	0.2175	4.21E-01
Skewness	-0.26	-0.968
Kurtosis	-0.531	-0.385
Minimum	0.42	0.414782912
Maximum	2.4	2.386910854
C.V.	0.397866894	0.541933401
K-S Test	0	0

سرب

بهترین حالت نرمال شدگی در مرحله‌ی لگاریتم طبیعی می‌باشد هر چند در این مرحله نیز دارای کشیدگی بالا است. ضریب تغییرات سرب بالا می‌باشد هر چند کاهش چشمگیر مقدار ضریب تغییرات با تبدیل لگاریتمی، توزیع نه‌چندان ناهمگن جامعه را نشان می‌دهد.



تصویر ۲-۲۱- نمودارهای ستونی عنصر سرب برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

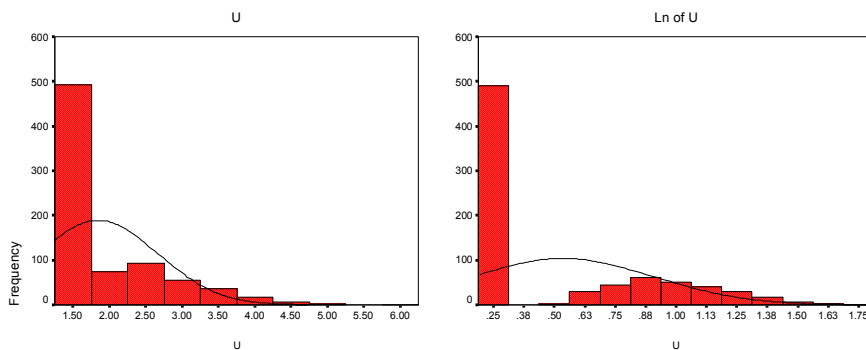
جدول ۲-۲۴- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر سرب برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Pb	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	11.2362	11.03144686
Median	10.137	10.13708012
Std. Deviation	8.8505	5.328405943
Variance	78.3311	2.84E+01
Skewness	9.288	0.425
Kurtosis	123.046	4.76
Minimum	1.09	1.094174284
Maximum	156.2	156.0224645
C.V.	0.787677329	0.483019681
K-S Test	0	0.004

اورانیوم

توزیع این عنصر تقریباً لاگ نرمال و ضریب تغییرات آن در حد متوسط می‌باشد. عیار اورانیوم در این برکه

بسیار اندک می‌باشد.



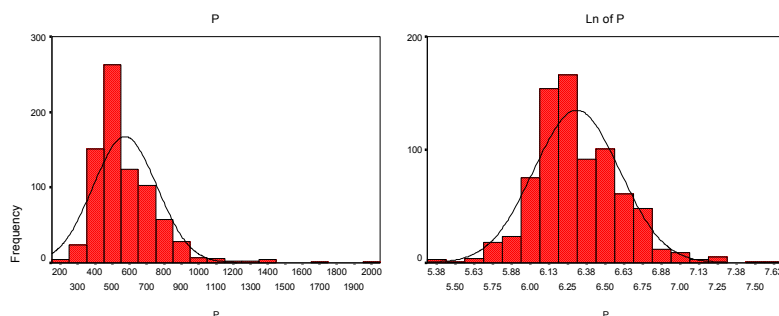
تصویر ۲-۲۲- نمودارهای ستونی عنصر اورانیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲۵- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر اورانیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	U	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	1.8457	1.830702916
Median	1.3124	1.312455749
Std. Deviation	0.8189	0.707499645
Variance	0.6706	5.01E-01
Skewness	1.536	1.024
Kurtosis	1.932	-0.316
Minimum	1.31	1.309964451
Maximum	6	5.989452466
C.V.	0.443679905	0.386463385
K-S Test	0	0

فسفر

توزیع این عنصر تقریباً لاگ نرمال و ضریب تغییرات آن نسبتاً پایین می‌باشد. مقادیر بالای انحراف از معیار نیز به دلیل میانگین بالای این عنصر می‌باشد.



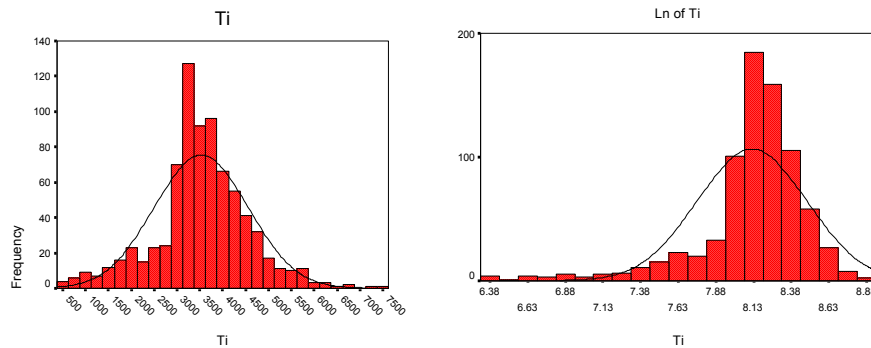
تصویر ۲-۲۳- نمودارهای ستونی عنصر فسفر برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲۴- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر فسفر برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	P	
	Primary Data	Ln of Data
N	777	777
Mean	573.6078	572.3410185
Median	529.413	529.4294938
Std. Deviation	184.8074	167.3858198
Variance	34153.7891	2.80E+04
Skewness	2.093	0.48
Kurtosis	9.098	1.235
Minimum	208.08	208.5127103
Maximum	2044.84	2038.56213
C.V.	0.322184252	0.292458193
K-S Test	0	0.001

تیتانیوم

توزیع این عنصر تقریباً نرمال بوده و ضریب تغییرات آن پایین می‌باشد. بالا بودن مقادیر انحراف از معیار به دلیل بالا بودن مقدار میانگین می‌باشد. مقدار چولگی پس از اعمال تبدیل لگاریتمی منفی می‌گردد این به دلیل وجود تعدادی نمونه دارای مقدار تیتانیوم کمتر از حد آشکار سازی پایینی دستگاه می‌باشد.



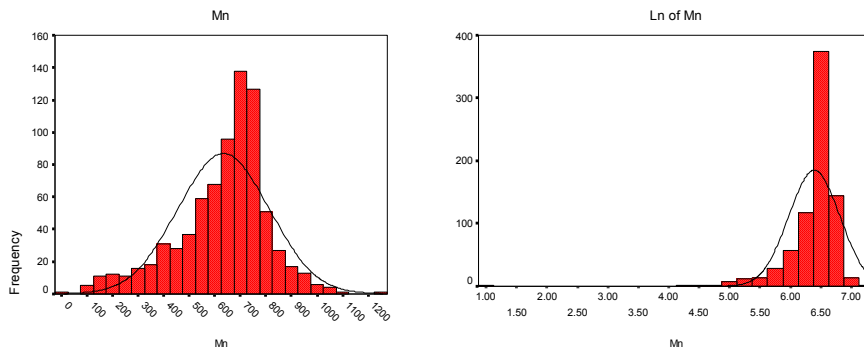
تصویر ۲-۲۴- نمودارهای ستونی عنصر تیتانیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲۷- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر تیتانیوم برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Ti	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	3528.5619	3569.390029
Median	3513.1245	3513.261193
Std. Deviation	1026.7131	1341.361556
Variance	1054139.808	1.80E+06
Skewness	-0.09	-1.83
Kurtosis	1.093	5.194
Minimum	581.5	584.0578289
Maximum	7536.7	7555.265376
C.V.	0.29097211	0.375795737
K-S Test	0	0

منگنز

این عنصر دارای توزیع نرمال است و ضریب تغییرات آن نسبتاً پایین می‌باشد. افزایش چولگی با اعمال تبدیل لگاریتمی به واسطه حضور تک نمونه‌هایی دارای عیار بسیار پایین‌تر از بازه کلی توزیع داده‌ها می‌باشد. بالا بودن غیرعادی انحراف از معیار نیز به دلیل میانگین بالای این عنصر می‌باشد.



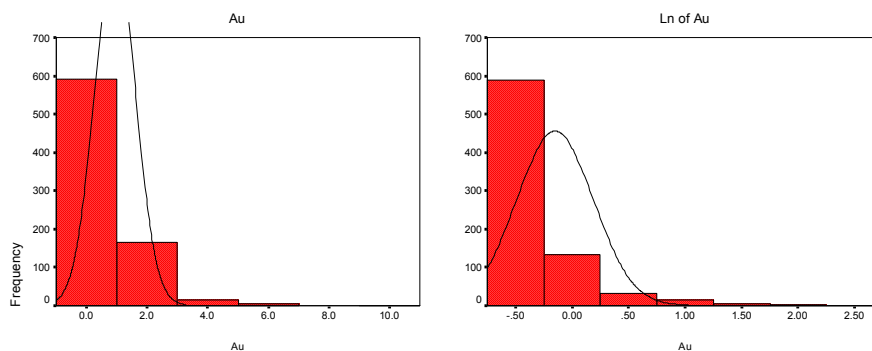
تصویر ۲-۲۵- نمودارهای ستونی عنصر منگنز برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲۸- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر منگنز برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Mn	
	Primary Data	Ln of Data
N	778	778
Mean	634.1486	651.2867361
Median	669.7505	669.7469805
Std. Deviation	178.2929	284.9075003
Variance	31788.3408	8.12E+04
Skewness	-0.712	-4.042
Kurtosis	0.888	35.453
Minimum	3	3.004166024
Maximum	1259.6	1261.428389
C.V.	0.281153187	0.437453251
K-S Test	0	0

طلا

توزیع این عنصر دارای چولگی مثبت و ضریب تغییرات آن نیز متوسط می‌باشد. مقادیر چولگی و کشیدگی این عنصر پس از اعمال تبدیل لگاریتمی به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد که دلیلی بر فاصله کم مقادیر بالای این عنصر با بازه کلی می‌باشد. توزیع این عنصر حتی پس از اعمال تبدیل لگاریتمی و حذف داده‌های خارج از رده نیز نرمال نگردیده است که این را می‌توان به دلیل عدم وجود ارتباط مشخص این عنصر با فاز اصلی ناهمگنی در منطقه تفسیر کرد.



تصویر ۲-۲۶- نمودارهای ستونی عنصر طلا برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

جدول ۲-۲۹- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عنصر طلا برای داده‌های خام و لگاریتم طبیعی آن‌ها

Statistical parameter	Au	
	Primary Data	Ln of Data
N	780	777
Mean	0.9397	0.91055888
Median	0.75	0.749986554
Std. Deviation	0.6637	0.318170996
Variance	0.4405	1.01E-01
Skewness	6.805	3.484
Kurtosis	63.572	13.559
Minimum	0.75	0.748263568
Maximum	10	9.974182455
C.V.	0.706289241	0.349425006
K-S Test	0	0

۲-۵- حذف تأثیر سنگ بالادست و پردازش گروه‌های سنگی

در روش رسوبات آبراهه‌ای و یا لیتوژئوشیمیایی اکتشافات ژئوشیمیایی، صرف‌نظر از آلودگی‌های مصنوعی، تغییرپذیری دارای دو مؤلفه اساسی است که عبارتند از:

الف) مؤلفه‌ی سین ژنتیک که مربوط به سنگ‌زایی و تغییرات لیتوژئوشیمیایی می‌باشد.

ب) مؤلفه‌ی اپی ژنتیک که در ارتباط با فرایندهای کانی‌سازی و به عنوان مؤلفه‌ی مفید در اکتشاف شناخته شده است.

آنچه که در اکتشافات ژئوشیمیایی به دنبال کشف آن هستیم مؤلفه‌های اپی ژنتیک وابسته به فرایندهای کانی‌سازی اقتصادی است ولی گاهی مؤلفه‌ی سین ژنتیک، یعنی تغییرات لیتولوژی، چنان قوی می‌باشد که مؤلفه اپی ژنتیک نمی‌تواند اثر خود را آشکار سازد. این رخداد شناسایی مؤلفه‌ی مرتبط با کانی‌سازی را دشوار می‌کند. بررسی جداول کلارک عناصر مختلف در سنگ‌های گوناگون نشان می‌دهد که توزیع عناصر کانساز در سنگ‌های مختلف دارای اختلافات قابل‌توجهی است. روش‌های مختلفی برای خنثی‌سازی اثر لیتولوژی وجود دارد که به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

الف) روش‌های غیر مستقیم مثل کاربرد منطق فازی، تجزیه‌ی عاملی و تحلیلی مؤلفه‌های اصلی

ب) روش مستقیم

در این پروژه ترجیح داده شد به واسطه‌ی سادگی و به علاوه مطمئن‌تر بودن روش مستقیم، از آن بهره گرفته شود. بر این اساس فعالیت‌هایی جهت حذف تأثیر سنگ بالادست و به علاوه تفسیر تغییرات عنصری صورت پذیرفت که در ادامه شرح داده می‌شود.

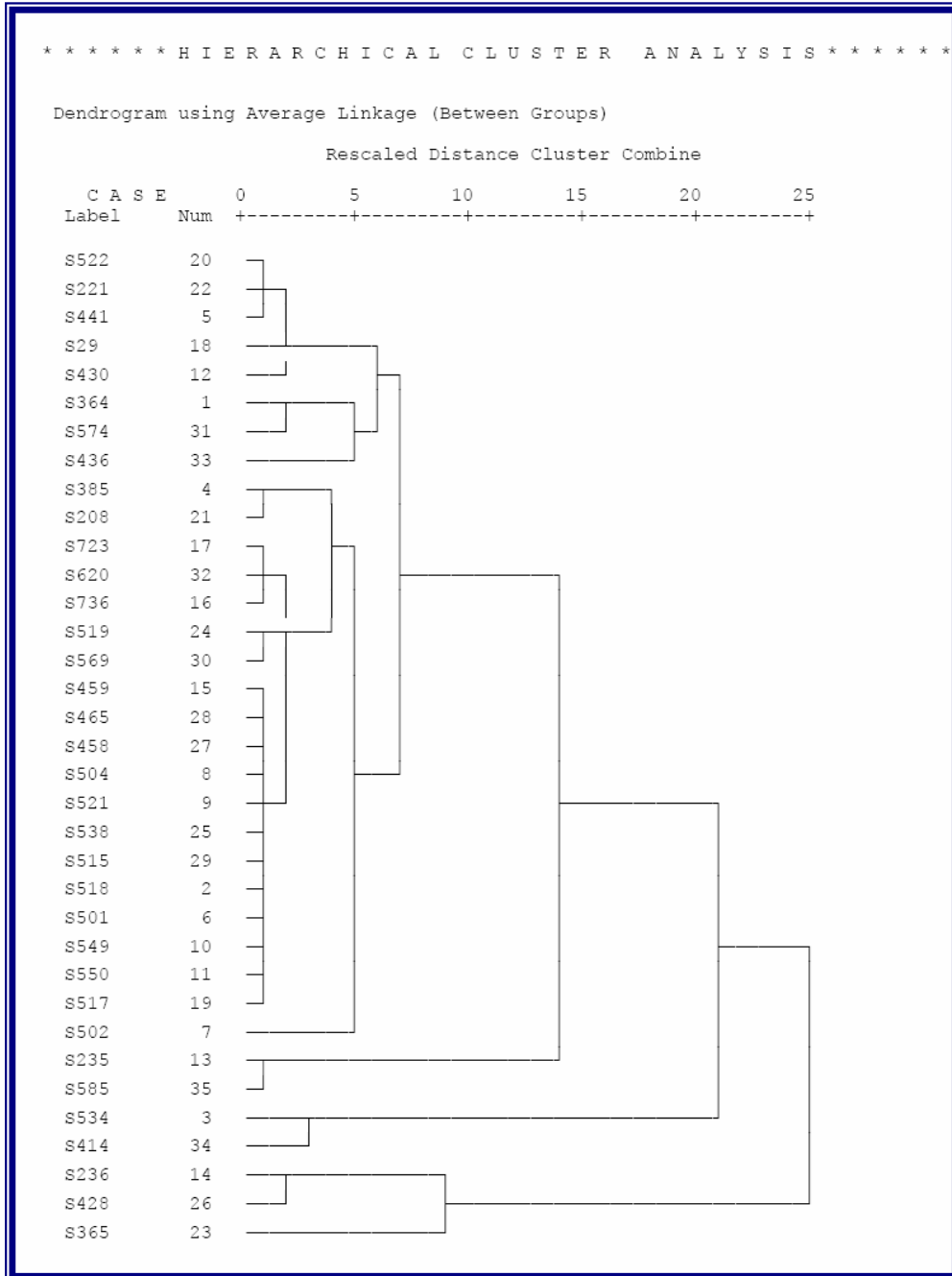
۲-۵-۱- جداسازی نمونه‌ها براساس واحدهای سنگی مؤثر در آن‌ها:

در بالا ذکر گردید که برای حذف و یا کاهش اثر لیتولوژی بر داده‌ها لازم است تا نمونه‌ها براساس جوامع سنگی مؤثر در آن‌ها طبقه‌بندی شوند. در اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای واحدهای سنگی مؤثر در مؤلفه‌ی سین ژنتیک آن‌هایی هستند که در بالادست نمونه‌ی مورد نظر قرار گرفته‌اند. برای یافتن این واحدها لازم است نقشه‌ی نمونه‌برداری بر نقشه‌ی توپوگرافی منطبق شود و پس از مشخص شدن حوضه‌ی آبریز، این بار با انطباق آن بر نقشه‌ی زمین‌شناسی تمامی واحدهای سنگی که رسوبات حاصل از فرسایش آن‌ها در تشکیل نمونه نقش داشته‌اند شناسایی گردند.

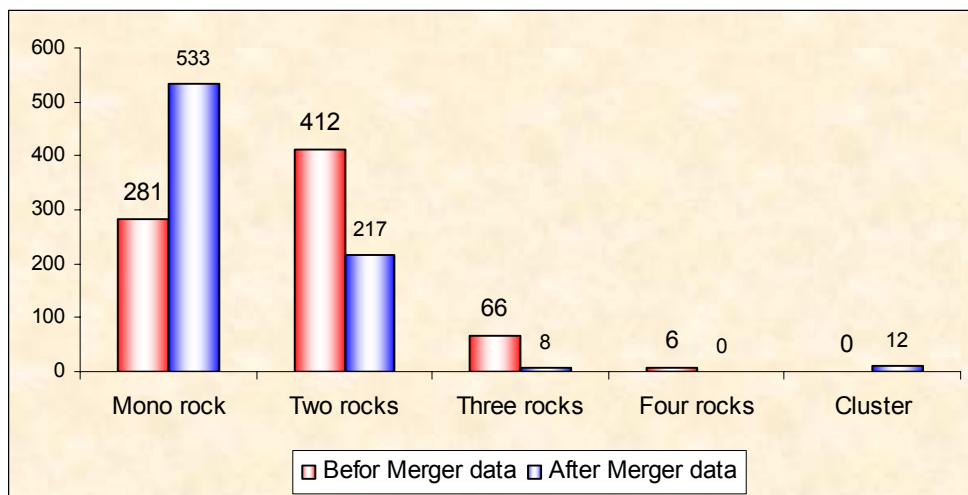
با اعمال این روش بعضاً شاهد حضور جوامعی با تعداد نامتعارفی سنگ بالادست هستیم. به طور مثال در این برگه نمونه‌ای با ۳۹ نوع سازند بالادست وجود داشت اما با توجه به در اختیار داشتن مساحت کل حوضه آبریز و مساحت هر سازند، می‌توان درصد تأثیر هر واحد در رسوبات ایجادی را می‌توان به دست آورد به طور مثال بیش از ۲۰ واحد در نمونه‌ی مورد مثال در مجموع کمتر از ۵٪ مساحت حوضه را اشغال می‌کنند که این نمی‌تواند تأثیر عمده و چندانی در تغییر ترکیب عنصری نمونه‌ی برداشتی داشته باشد و به کلی قابل حذف هستند. کل واحدهای آبرفتی کواترنر نیز با یکدیگر ادغام و به عنوان Q وارد پردازش می‌شوند. البته زمانی Q در پردازش‌ها دخیل می‌گردد که تشخیص سنگ بالادست غیرممکن باشد یعنی در صورتی که از طریق نقشه اطمینان حاصل نماییم Q مورد نظر خود حاصل از واحد سنگی خاص است از Q صرف نظر می‌گردد.

با توجه به موارد فوق نهایتاً ۱۳۸ گروه سنگی حاصل گردید. اما تعداد نمونه‌های برخی از این گروه‌ها از ۶، که در غالب پردازش‌های آماری به عنوان حداقل داده‌های هر جامعه محسوب می‌گردد کمتر است و به علاوه بسیاری از آن‌ها به لحاظ سنگ‌شناسی با یکدیگر تشابه دارند. فاصله ماهالانوبیس و آنالیز خوشه‌ای به طور گسترده‌ای برای توزیع این داده‌ها به کار برده می‌شود. در روش خوشه‌ای نمونه‌ها به لحاظ پارامتر مرکزی با هم مقایسه و گروه‌های جدیدی ایجاد می‌گردند که حداقل ۶ عضو دارند. روش ماهالانوبیس نیز یک گروه را به طور کلی بر اساس پارامتر مرکزی با گروهی که بیشترین شباهت را با آن دارد ادغام می‌کند. آن گونه که در ادامه خواهد آمد، روش انتخابی ما برای نرمالایز کردن جوامع، تعیین ضریب غنی‌شدگی داده‌ها بر اساس تقسیم بر یکی از پارامترهای مرکزی است. به طور قطع زمانی که روش خوشه‌ای اساس گروه‌بندی جدید باشد، با مجموعه نمونه‌هایی مواجه هستیم که پارامترهای مرکزی آن‌ها مشابه بوده لذا ضریب غنی‌شدگی نیز شبیه و احتمالاً نزدیک به یک خواهد شد. فاصله ماهالانوبیس نیز چنین وضعی دارد. از این بحث می‌توان نتیجه گرفت که بهترین کار برای ادغام گروه‌های سنگی دارای حداقل عضو استفاده از تشابه سنگ‌شناسی این گروه‌ها نسبت به انواع دارای اعضای متعارف است برای مثال چند سازند با لیتولوژی آهکی در بالادست یک نمونه حاضر است. برای ایجاد گروه‌هایی مناسب با تعداد اعضای قابل قبول پیشنهادات مختلف وجود دارد. با این حال نهایتاً گروه‌های نمونه‌های محدودی باقی می‌مانند که توزیع آن‌ها بر روی سایر گروه‌ها با استفاده از تشابه لیتولوژیکی امکان‌پذیر نیست لذا در این زمان روش آنالیز خوشه‌ای مورد توجه قرار گرفت (تصویر ۲-۲۷) که طی آن یک گروه با نام C1 با ۱۲ نمونه حاصل گردید و ۲۲ نمونه در هیچ یک از این گروه‌ها قرار نگرفت. این نمونه‌های باقی‌مانده بر اساس حداکثر شباهت ممکن با سایر گروه‌ها ادغام گردیدند. با به کارگیری این روش‌ها تعداد گروه‌های سنگی به این

ترتیب تغییر کرد: ۹ گروه تک سنگی با ۵۴۲ عضو، ۱۰ گروه دو سنگی با ۲۱۹ عضو، ۱ گروه سه سنگی با ۸ عضو، و یک گروه کلاستر با ۱۲ عضو. تصویر ۲-۲۸ و جدول ۲-۳۰ تعداد اعضای گروه‌های بر اساس تعداد سنگ، جدول ۲-۳۱ زیر عضوها و کد نسبت داده شده به آن‌ها و جدول ۲-۳۲ مربوط به تشریح واحدهای سنگی آن‌ها می‌شود.



تصویر ۲-۲۷- آنالیز خوشه‌ای جهت رده‌بندی نمونه‌های نامتعارف



تصویر ۲-۲۸- گروه‌های سنگی و تعداد اعضای آن‌ها قبل و بعد از ادغام گروه‌های زیر ۶ عضو

جدول ۲-۳۰- گروه‌های سنگی و تعداد اعضای آن‌ها قبل و بعد از ادغام گروه‌های زیر ۶ عضو

	Befor Merger data	After Merger data
Mono rock	281	533
Two rocks	412	217
Three rocks	66	8
Four rocks	6	0
Cluster	0	12

جدول ۲-۳۱- گروه‌های مختلف ایجاد و زیر گروه‌های آنها

Item	Group No.	Members	Number of Members
1	11	$E^f (12), K_u^f (8), K_u^f - Q(8), E^f - Q(4), E^f - K_u^f (1), E^f - K_u^f (1)$	34
2	12	$E_j (9), E_j - Q(4), JK^1 (4), JK^1 - Q(15), J_{su} (2), K_g (14), K_{ta} (2), J_{su} - K_g - K_{ta} - Q(1), J_{su} - K_{sa} (1), J_{su} - K_{sa} - K_{ta} (1), J_{su} - K_{sa} - Q(1), K_g - K_{sa} - K_{ta} (1), K_g - K_{sa} - Pe_{sa} (1), K_g - K_{ta} (11), K_{sa} - Pe_{sa} (1), K_{ta} - Pe_{sa} - Q(1), OM_a (1), J_{su} - K_{sa} - Mp_{la} (1)$	71
3	13	$JK^v (12), JK^v - Q(9), JK^v - Q(4)$	25
4	14	$Cm(9), Cm - Q(10), Cm - Pd(10), Pd(16), Cm - Pd - Q(5), Pd - Q(7)$	57
5	16	$mb(9), mb - Q(8)$	17
6	17	$Mp_{la} (101), Mp_{la} - Q(73)$	174
7	18	$Pl_b (75), Pl_b - Q(55)$	130
8	19	$PzJ_1^{sch} (3), PzJ_1^{sch} - Q(3), PE - \epsilon_{hsp} - EO_{ja} (2), JK^v - PzJ_1^{sch} (1), mb - PzJ_1^{sch} (2), Mp_{la} - PE - \epsilon_h^{sp} (1), PE - \epsilon_h^{sp} - Pl_b (4), Mp_{la} - PE - \epsilon_h^{sp} - Pl_b (2), EO_{ja} - PE - \epsilon_h^{sp} - Pl_b (1), PE - \epsilon_h^{sp} - Pl_b - Q(1), EO_{ja} - Mp_{la} - PE - \epsilon_h^{sp} (1), Cm - JK^v - Q(1)$	19
9	110	Sediments, andesite and porphyritic andesite, which situated in the south-west of Khabr 1:100000 geological map (North-West of Dashtvar map) are main source of these samples.	10
10	21	$Cm - E^f (10), K_u^f - Pd (5), K_u^f - Pd - Q(1), Cm - E^f - Pd(2), Cm - E^f - K_u^f (2), Cm - E^f - Q(1), Cm - K_u^f (14), Cm - K_u^f - Q(6), Cm - E^f - Pl_b (2), K_u^f - Pd - Pl_b - Q(2), Cm - E^f - Mp_{la} - Pd(1), Cm - K_u^f - K_u^f (2)$	48
11	22	$E^f - Mp_{la} (7), E^f - Mp_{la} - Q(2)$	9
12	23	$E^f - Pl_b (12), Cm - K_g (1)$	13
13	24	$E_j - OM_a (10), E_j - Mp_{la} (1), E_j - Mp_{la} - OM_a (1), E_j - Pl_b (1), E_j - K_g (2), E_j - K_{ta} (1), E_j - mb(1)$	18
14	25	$EO_{ja} - Mp_{la} (9), EO_{ja} (4), EO_{ja} - Mp_{la} - Q(2)$	15
15	26	$JK^1 - JK^v (6), JK^v - K_g (4), JK^1 - JK^v - Q(4), JK^v - K_g (1)$	15
16	27	$K_g - PzJ_1^{sch} (4), E_j - mb - PE - \epsilon_h^{sp} (1), K_u^f - PzJ_1^{sch} (1), K_g - K_{ta} - PE - \epsilon_h^{sp} (1)$	7
17	28	$mb - Mp_{la} (4), mb - Mp_{la} - Q(3), Mp_{la} - Mp_{la} - Q(1), K_{sa} - Mp_{la} (1)$	9
18	29	$Mp_{la} - Pl_b (46), Mp_{la} - Pl_b - Q(22)$	68
19	30	$Pd - Pl_b (9), Pd - Pl_b - Q(2), Cm - Pl_b (2), Cm - Pl_b - Q(1), Mp_{la} - Pd(2)$	16
20	31	$E^f - Mp_{la} - Pl_b (7), E^f - Mp_{la} - Pd(1)$	8
21	C1	-	12

جدول ۲-۳۲- مشخصات واحدهای سنگی محدوده دشت‌ور

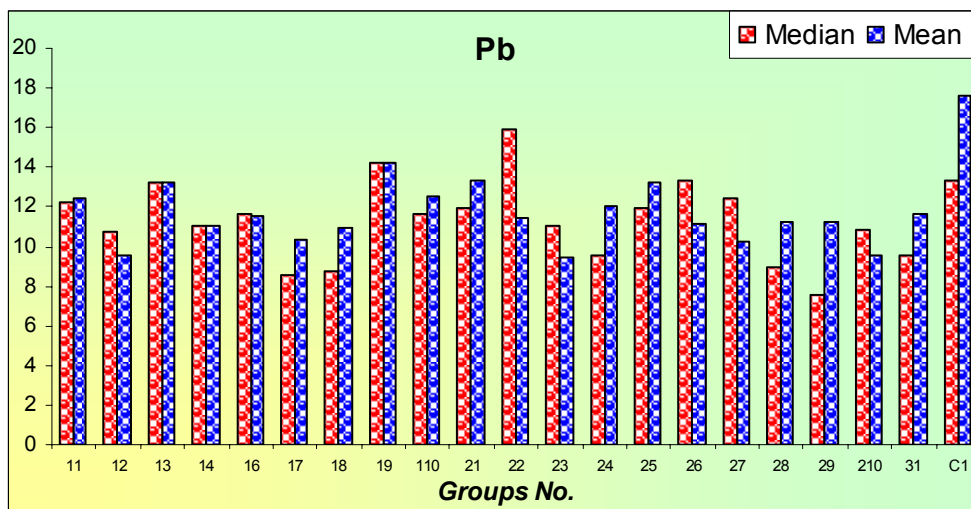
علامت اختصاری	شرح علامت اختصاری
Cm	آمیزه‌های رنگی: افیولیت، ولکانیک‌های بازیک، کراتوفیر، چرت رادیولاریتی، سنگ آهک پلاژیک
E ^f	رسوبات فیلیشی به همراه شیل‌های مایل به سبز دگرسان شده، ماسه سنگ توفی و آهکی، کنگلومرا، مارن
K _g	سنگ آهک دگرسان شده زرد روشن به همراه مارن و شیل (سازند گورپی)
K _u ^f	رسوبات فیلیشی به همراه شیل‌های مایل به سبز دگرسان شده و ماسه سنگ آهکی
Pd	پریدوتیت شامل هارزبورگیت، دونیت دارای افق کرومیتی محلی و به مقدار کم لِرزولیت
Mp _{la}	سنگ‌های رسوبی شامل کنگلومرای زرد مایل به قهوه‌ای، ماسه‌سنگ، سیلت‌استون و مارن (سازند آغاچاری)
JK ^v	بازالت، آندزیت و توف کریستالی شده
Pl _b	کنگلومرای بختیاری
mb	سنگ آهک کریستالیزه (مرمر)
E _j	سنگ آهک و دولومیت خاکستری تا قهوه‌ای (سازند جهرم)
JK ^l	سنگ آهک قهوه‌ای روشن به همراه فسیل کالیپونلا
PzJ ₁ ^{sch}	بیوتیت، مسکویت، شیسست ترمولیت-اکتینولیت، میکاشیست گارنت‌دار، بازالت بالشتی، اسلیت متادیاباز، گرانیت میلونیتی شده به همراه گنایس
PE-€ _n ^{sp}	ژیپس، نمک، دولومیت، شیل و ماسه‌سنگ، سنگ‌های ولکانیکی اسیدی به مقدار کم و دایک دیابازی (سری هرمز)
OM _a	مارن زرد رنگ دگرسان شده و سنگ آهک آرزیلیتی با بین‌لایه‌هایی از شیل
EO _{ja}	سنگ‌های رسوبی (آهکی- مارن و ...) ائوسن-الیگوسن تقریباً نشده (سازندهای آسماری و رازک)
J _{su}	سنگ آهک چرتی خاکستری و دولومیت آهکی (سازند سورمه)
K _{sa}	سنگ آهک آرزیلیک خاکستری که گاهی دارای آمونیت می‌باشد به همراه شیل خاکستری و مارن (سازند سروک)
Pe _{sa}	دولومیت توده‌ای خاکستری (سازند ساچون)
K _{ta}	سنگ آهک آرزیلیتی دگرسان شده خاکستری و مارن (سازند تارپور)
K _u ^l	سنگ آهک پلاژیک گلوبوترونکانادار کرم تا صورتی
K _u ^v	بازالت بالشی، کراتوفیر، داسیت، ریولیت و توف

۲-۵-۲- مقایسه کلارک جهانی و عیار عناصر در گروه‌های مختلف:

برای آن که دید بهتری از میزان غنی‌شدگی و یا فقیرشدگی عناصر آنالیز شده در این برکه نسبت به کلارک جهانی پیدا کنیم نمودار عیاری در گروه‌های مختلف برای میانه و میانگین رسم گردید (تصاویر ۲-۲۹ تا ۲-۵۲). این نمودارها با متوسط عیار (کلارک) در پوسته‌ی قاره‌ای، به استثنای سنگ‌های رسوبی، سنگ‌های رسوبی تخریبی کوارتز - فلدسپاتی، سنگ‌های بازیک و اولترابازیک، که بخشی از پوشش منطقه را تشکیل داده، به عنوان مادر اصلی سنگ‌های رسوبی تخریبی محسوب می‌گردند، مقایسه و به صورتی که در ادامه خواهد آمد نتایج آن تفسیر گردید.

۲-۵-۲-۱- سرب:

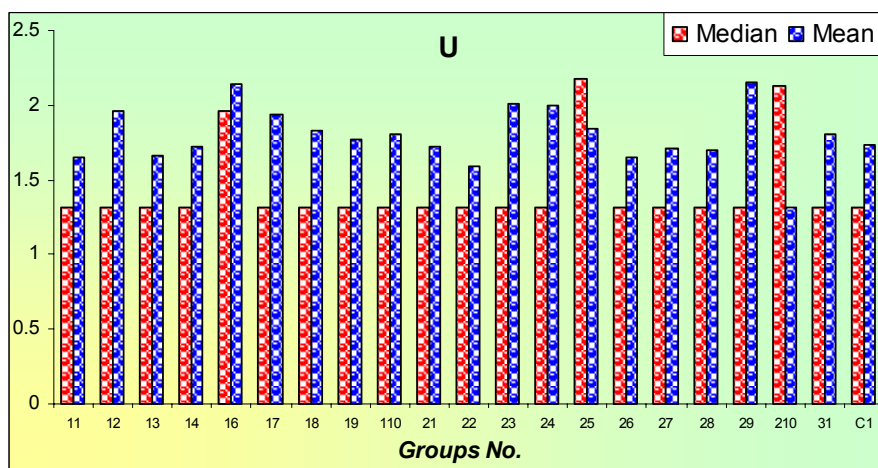
تفاوت محسوسی بین عیار سرب در گروه‌های مختلف دیده نمی‌شود اما غالباً میانه از میانگین پایین‌تر است که این به دلیل وجود محدود نمونه‌هایی با عیار بالاتر نسبتاً به آن گروه‌ها است. در گروه‌های خاصی مثل ۲۲ این وضعیت عکس شده و احتمالاً با آنومالی منفی برخی نمونه‌ها روبرو هستیم. به طور کلی عیار Pb در نمونه‌ها نسبت به میانگین عیارهای جهانی سنگ‌های رسوبی معمولی کمی افزایش دارد. با توجه به منشأ گرفتن این سنگ‌ها از انواع بازیک و اولترابازیک این افزایش قابل توجیه است.



تصویر ۲-۲۹- نمودار میله‌ای میانه و میانگین عنصر سرب در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۲-۵-۲- اورانیوم:

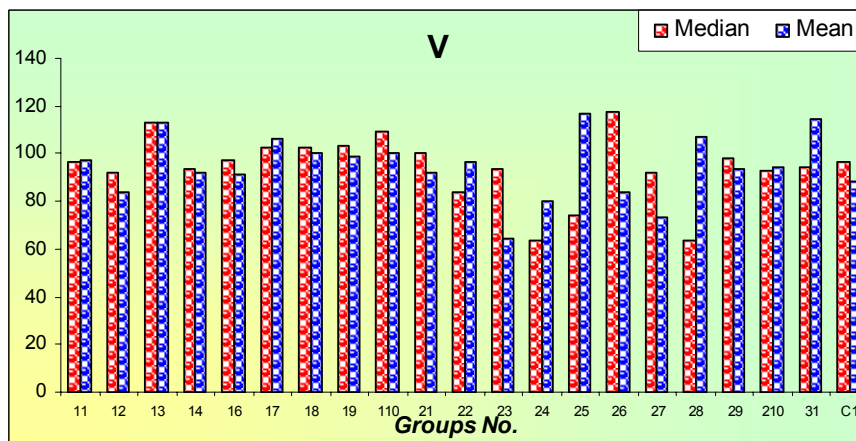
اورانیوم به لحاظ مقایسه با کلارک جهانی در همان حدود بوده و یکنواختی آن در برگه‌ی دشتور از پایین‌تر از حد سنسورد بودن آن ناشی می‌شود. چند گروه که میانگین بالاتری نسبت به بقیه دارند با سازندهای رازک و پریدوتیت و یک گروه (۱۶) با سازندهای آهکی کریستالیزه در ارتباط است.



تصویر ۲-۳- نمودار میله‌ای میانه و میانگین عنصر اورانیوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۲-۵-۳- وانادیوم:

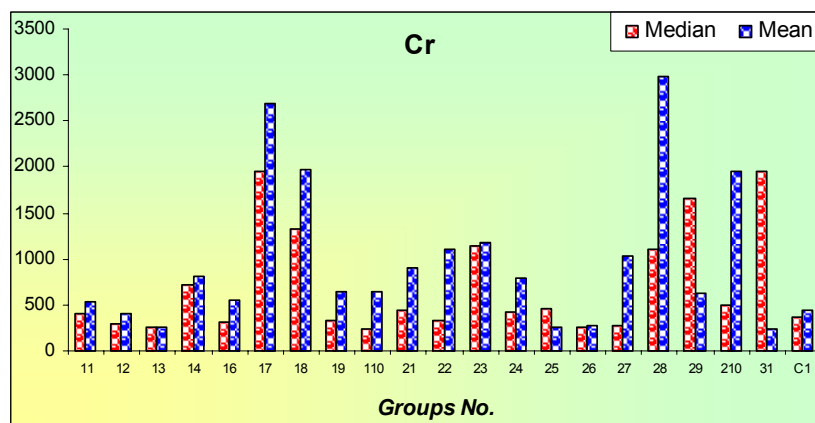
مقدار عیاری وانادیوم از کلارک جهانی آن در سنگ‌های رسوبی تخریبی، قاره‌ای و بازیک پایین‌تر بوده اما مقداری از آن، از عیار سنگ‌های اولترابازیک بالاتر است. به لحاظ کلی چند گروه دارای عیاری کمی بالاتر از سایر گروه‌ها با بازالت‌ها و سنگ‌های بازیک در ارتباط بوده که امری طبیعی است.



تصویر ۲-۳۱- نمودار میله‌ای میانه و میانگین عنصر وانادیوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۴- کروم:

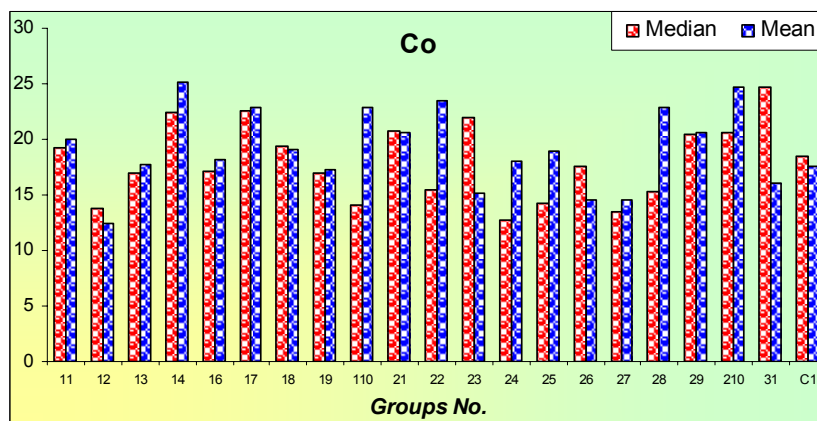
کروم به لحاظ مقایسه با کلارک جهانی در برخی گروه‌ها حتی از کلارک سنگ‌های اولترابازیک نیز غنی‌تر می‌باشد. نکته مهم‌تر این است که از میان ۷ گروه دارای عیار بالا، ۵ گروه با سنگ‌های تخریبی، به خصوص سازند آجاجاری و بختیاری، در ارتباط هستند و این شاید به دلیل منشأ گرفتن این سنگ‌ها از افیولیت‌های بالا دست باشد که کروم به لحاظ سنگینی در آن‌ها تجمع یافته است. اما دو گروه ۲۱۰ و ۳۱ با پریوتیت‌ها، که میزبان اصلی نهشته‌های اقتصادی کروم هستند مرتبط می‌شوند.



تصویر ۲-۳۲- نمودار میله‌ای میانگین و میانگین عنصر کروم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۵- کبالت:

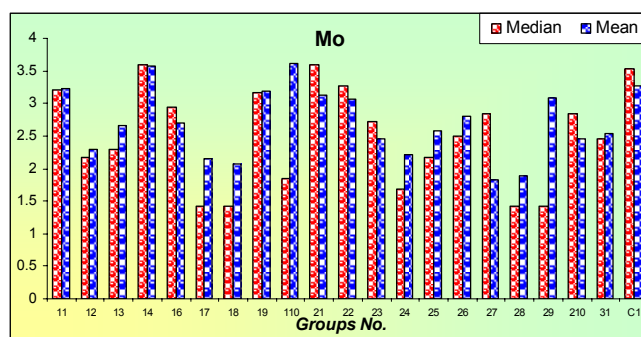
تغییرات عیاری کبالت چندان بالا نبوده و غالباً پایین‌تر از حدود عیاری سنگ بازیگ و بسیار پایین‌تر از سنگ‌های اولترابازیک است.



تصویر ۲-۳۳- نمودار میله‌ای میانگین و میانگین عنصر کبالت در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۶- مولیبدن:

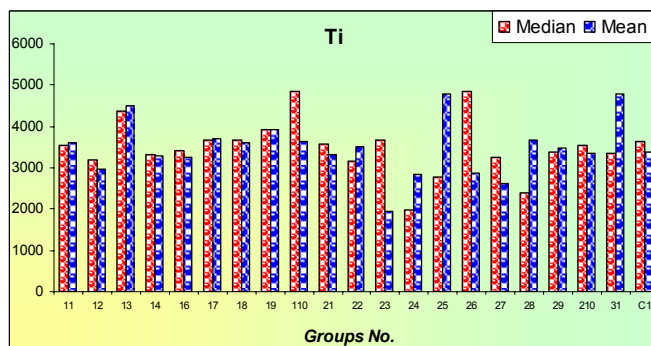
هر چند عیار مولیبدن نسبت به کلارک جهانی آن تقریباً در تمامی گروه‌ها بالاتر است اما به چند دلیل نمی‌توان به کانه‌سازی آن امید بست؛ اول آن که دستگاه XRF-Magixo Pro قابلیت سنجش عیاری مولیبدن را به صورت دقیق ندارد و حتی در مرحله‌ی تعیین خطا از اندازه‌گیری عیار آن توسط خود آزمایشگاه مربوطه خودداری شده است، دومین دلیل به وجود عوامل آلوده‌کننده‌ی این عنصر در منطقه باز می‌گردد. کودهای شیمیایی جهت کشاورزی به طور وسیع استفاده می‌شوند و گنبد‌های نمکی در محدوده حضور دارند که هر دو آلودگی این عنصر موجب گردیده تفسیر نتایج با مشکل مواجه می‌شود. دلیل مهم دیگر آن که اصولاً کانسارهای مولیبدن با سنگ‌های اسیدی در ارتباط می‌باشند که در برگی دشت‌ور حاضر نیستند.



تصویر ۲-۳۴- نمودار میله‌ای میانگین و میانگین عنصر مولیبدن در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۷- تیتان:

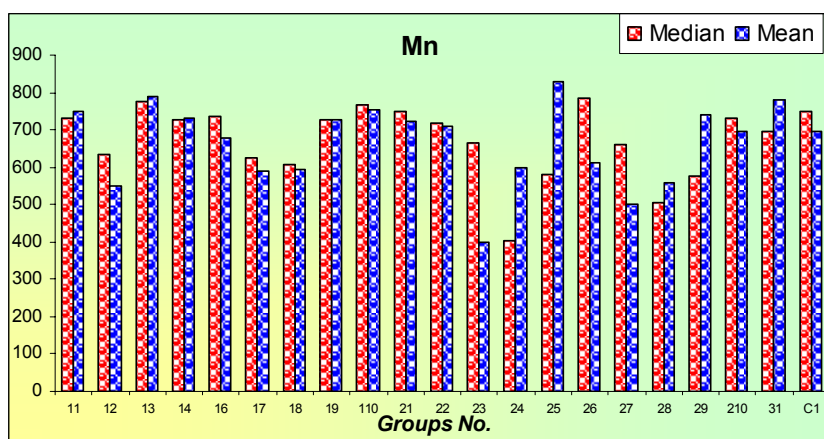
غنی‌شدگی تیتان در رسوبات آبراهه‌ای این منطقه حتی نسبت به کلارک سنگ‌های بازیگ (۸۰۰ گرم در تن) به عنوان سنگ‌های دارای بیشترین مقدار از این عنصر جالب و در عین حال با توجه به پلاسرس ساز بودن و سنگینی عنصر مربوطه امری طبیعی است. گروه‌های عیار بالای این عنصر نیز به وضوح با آندزیت‌ها و بازالت‌ها در ارتباط می‌باشند.



تصویر ۲-۳۵- نمودار میله‌ای میانگین و میانگین عنصر تیتان در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۱- منگنز:

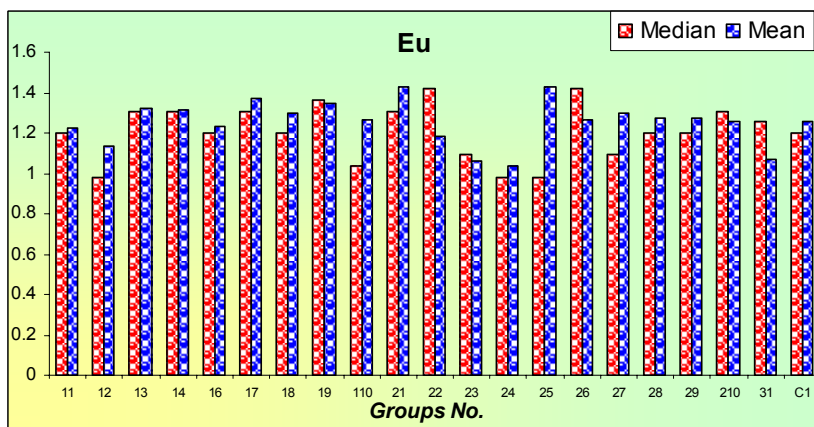
پراکندگی عیار منگنز در منطقه تقریباً یکنواخت و پایین‌تر از کلارک آن در کل پوسته ی قاره‌ای، سنگ‌های بازیک و اولترابازیک و بیش از کلارک سنگ‌های رسوبی (۴۰۰ گرم در تن) است که با لحاظ منشأ گرفتن سنگ‌های رسوبی منطقه از سنگ‌های اولترابازیک و بازیک این افزایش عیار قابل توجیه است. با این حال سازند آغاچاری غالباً با عیار پایین این عنصر در منطقه مرتبط است.



تصویر ۲-۳۶- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر منگنز در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۹- یوروپیم:

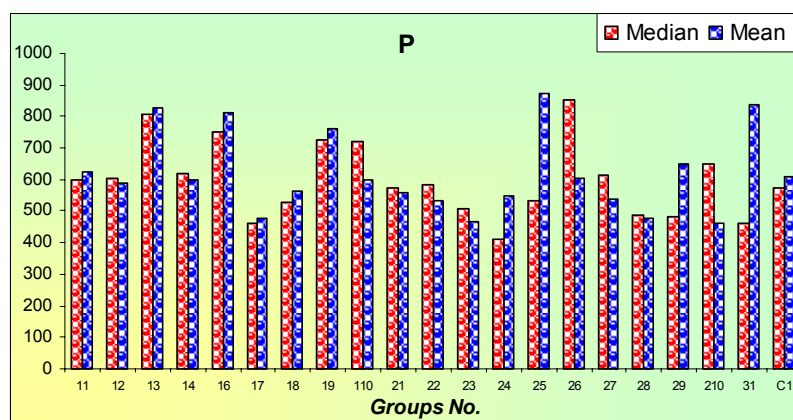
یوروپیم از عناصر نادر خاکی است که عیار آن در گروه‌های مختلف یکسان و در حدود عیار کلارک جهانی می‌باشد. با توجه به ارتباط این عنصر با محیط‌های آذرین اسیدی، تفسیر آن در منطقه حاضر سود چندانی نخواهد داشت.



تصویر ۲-۳۷- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر یوروپیم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۱- فسفر:

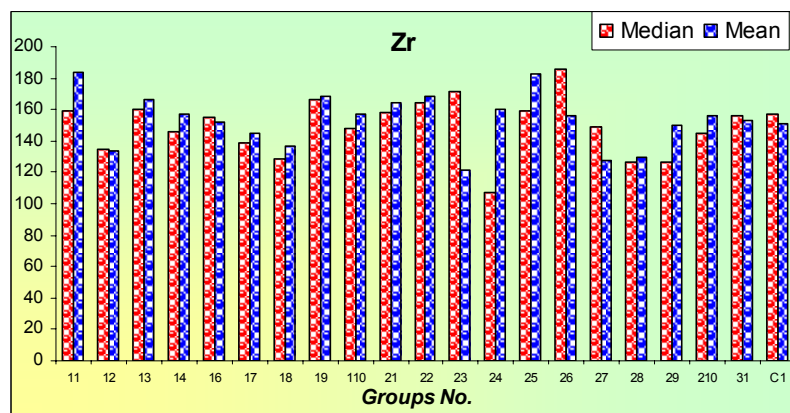
فسفر می‌تواند در سنگ‌های بازیگ تا حدودی غنی شود که در گروه‌های ۳۱ و ۱۳ این امر قابل مشاهده است. اما عیار، بسیار کمتر از کلارک جهانی سنگ‌های اسیدی است. وجود شیل‌ها که مقداری فسفر غیر اقتصادی دارند نیز باعث افزایش عیار در برخی گروه‌ها گردیده است. عیارهای فسفر در این برکه به طور کلی پایین‌تر از کلارک جهانی می‌باشد.



تصویر ۲-۳۸- نمودار میله‌ای میانه و میانگین عنصر فسفر در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۱۱- زیرکونیوم:

۱۱- از نمودار عنصر زیرکونیوم به یکنواختی عیار آن در منطقه پی می‌بریم اما به هر ترتیب مقداری غنی‌شدگی عیارها نسبت به کلارک جهانی سنگ‌های بازیگ با اولترابازیک و حتی رسوبی وجود دارد. با این حال مقدار غنی‌شدگی (کمتر از ۳۰٪) پایین‌تر از آن است که جهت توجیه به مشکل برخورد نماید.

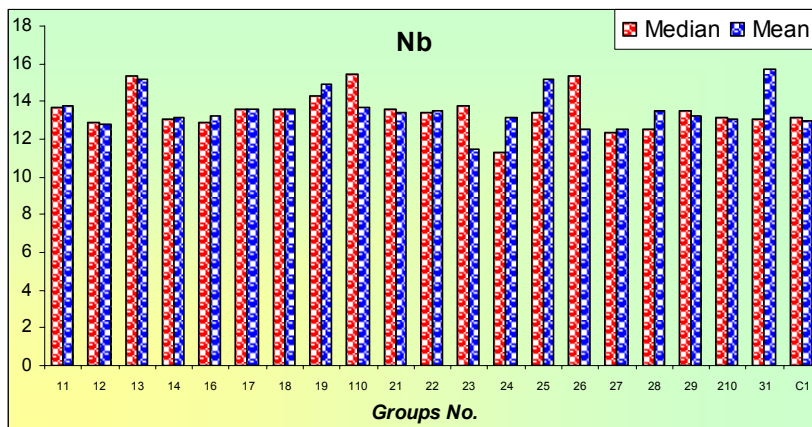


تصویر ۲-۳۹- نمودار میله‌ای میانه و میانگین عنصر زیرکونیوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲- نیویوم:

عیار نیویوم در منطقه دشت‌ور کاملاً یکنواخت و پایین‌تر از کلارک جهانی آن در سنگ‌های اصلی منطقه‌ی

مورد بحث دارد.



تصویر ۲-۴- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر نیویوم در گروه‌های سنگی مختلف

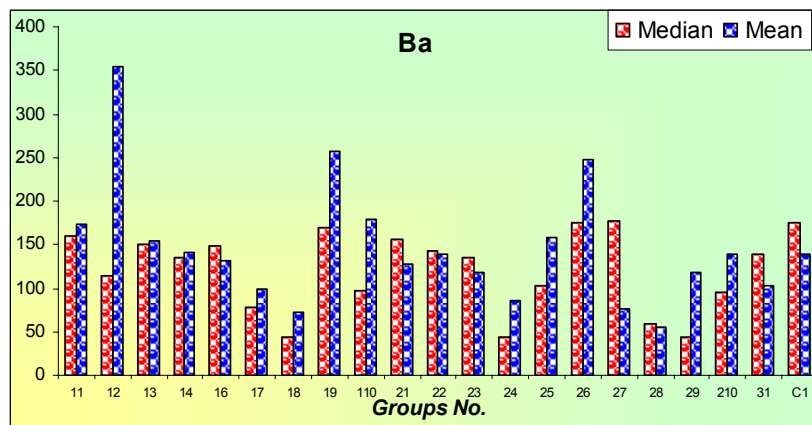
۲-۵-۲-۱۳- باریم:

عیار باریم در برخی واحدهای سنگی به طور چشمگیری افزایش یافته است که این افزایش به طور خاص با

شیل‌های منطقه در ارتباط است. با توجه به عدم حضور کانسارهای اقتصادی عنصر یاد شده در این سنگ‌ها

نمی‌توان به وجود کانه‌سازی در منطقه امید داشت هر چند بررسی‌های بیشتر و پیمایشات صحرائی نتیجه‌ی

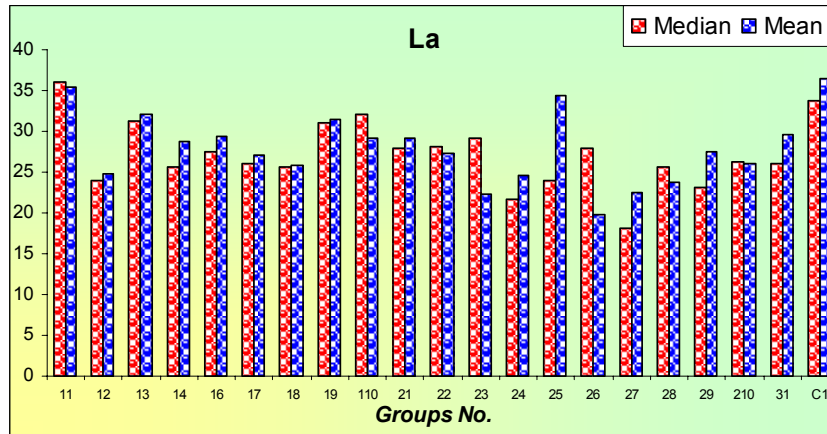
قطعی را مشخص می‌سازد.



تصویر ۲-۴-۱ نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر باریم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۱۴- لاتانیوم:

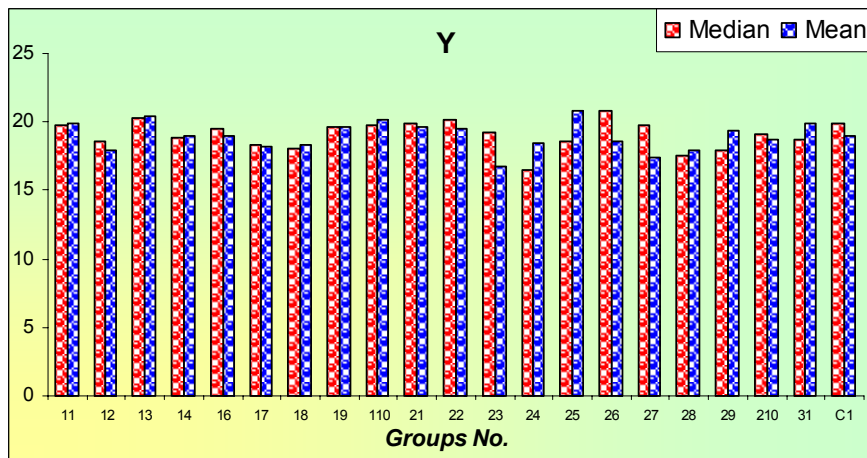
لاتانیوم از عناصر نادر خاکی است که در برکه‌ی مورد بحث یکنواختی‌هایی داشته و عیار آن در حدود کلارک جهانی است.



تصویر ۲-۲-۴- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر لاتانیوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۱۵- ایتریوم:

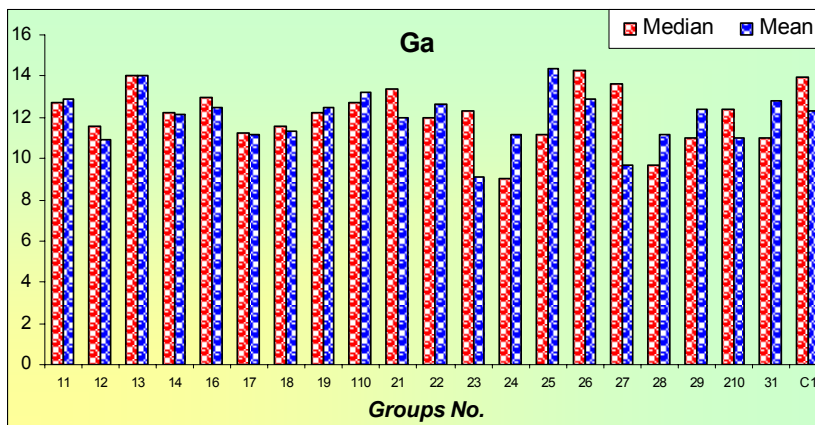
یکنواختی ایتریوم در گروه‌های سنگی منحصر به فرد بوده و عیار آن از کلارک‌های جهانی قابل مقایسه کمتر است.



تصویر ۲-۲-۳- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر ایتریوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۱۶-گالیوم:

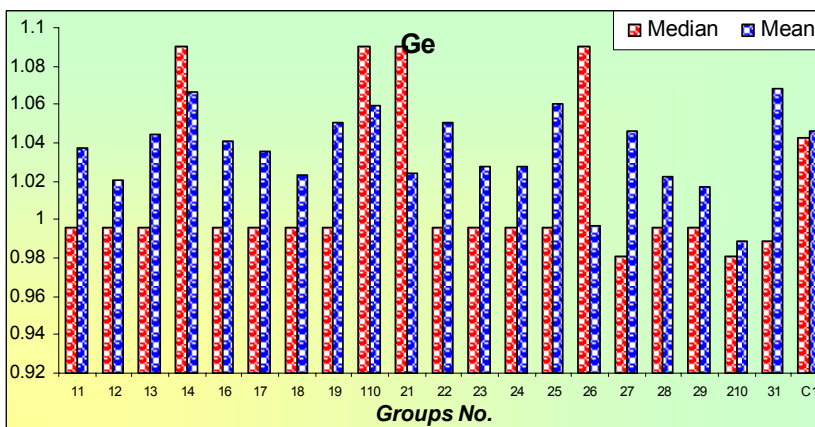
عیار گالیوم نیز در بر گه‌ی دشت‌ور یکنواخت و بسیار پایین از کلارک جهانی آن در سنگ‌های بازیگ و اولترابازیک و در حدود سنگ‌های تخریبی کوارتز - فلدسپاتی است.



تصویر ۲-۵-۲-۱۶- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر گالیوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۱۷-ژرمانیوم:

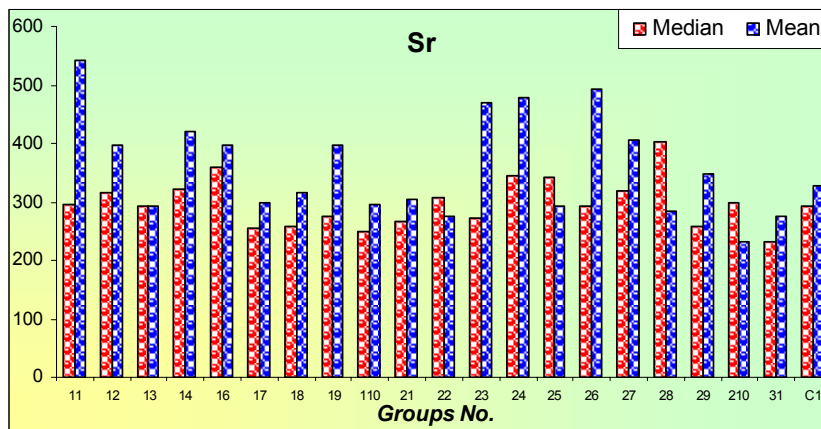
ژرمانیوم به طور کلی عیاری پایین‌تر از حدود جهانی دارد و تنها در چند گروه با افزایش عیار روبرو است که در آن‌ها سنگ‌های ولکانیک حد واسط و بازیگ وجود دارند و این امر بالا رفتن میانگین را توجیه می‌نماید.



تصویر ۲-۵-۲-۱۷- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر ژرمانیوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۱۸- استرنسیوم:

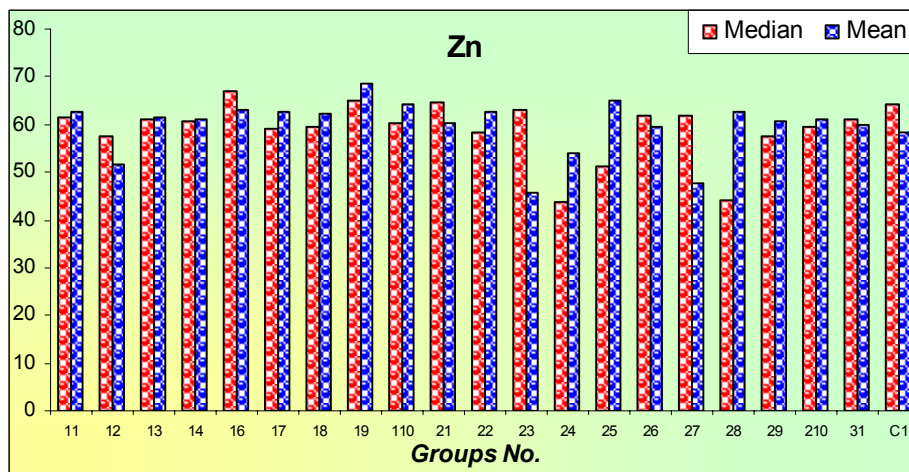
عیار استرنسیوم در حدود کلارک جهانی قاره‌ای و بازیگ می‌باشد و مقادیر بالا نیز با سنگ‌های ولکانیک و به خصوص افیولیتی، که طبیعتاً Sr بالایی دارند، در ارتباط است.



تصویر ۲-۴۶- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر استرنسیوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۱۹- روی:

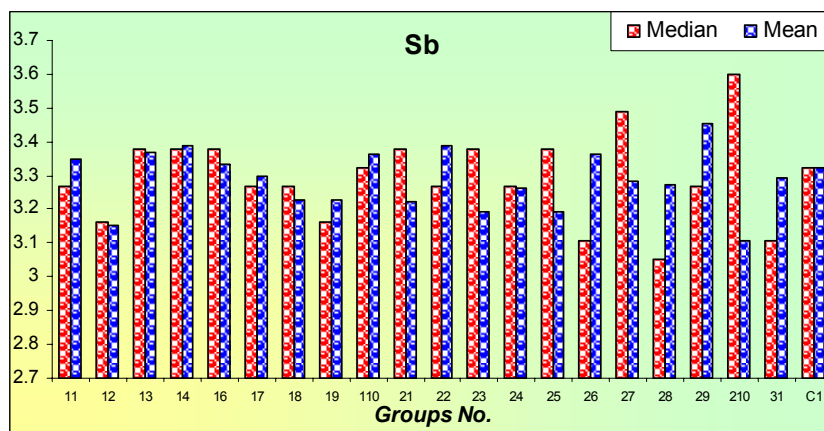
عیار روی در گروه‌های مختلف بسیار یکنواخت و پایین‌تر از کلارک سنگ‌های بازیگ و قاره‌ای و بالاتر از کلارک سنگ‌های رسوبی کوارتز - فلدسپاتی و در حدود عیاری سنگ‌های اولترابازیک است.



تصویر ۲-۴۷- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر روی در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۲- آنتیموان:

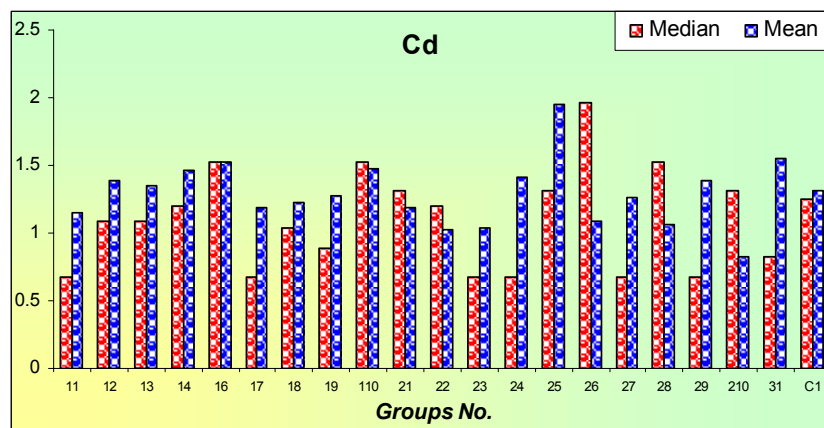
به جز گروه‌های ۲۱۰ و ۲۷ که مقداری از آنتیموان غنی شده‌اند و با سنگ‌های آذرین، به ویژه انواع حد واسط در ارتباط هستند، مابقی گروه‌ها عیاری یکنواخت، اندکی بالاتر از کلارک جهانی سنگ‌های قاره‌ای و رسوبی تخریبی دارند.



تصویر ۴۸- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر آنتیموان در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۲- کادمیوم:

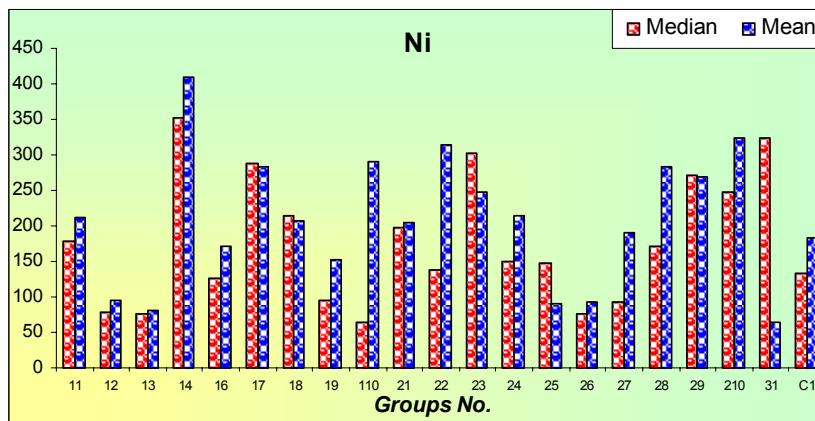
به طور کلی عیار این عنصر در حدود کلارک جهانی سنگ‌های اولترابازیک بوده و به شدت از کلارک سنگ‌های بازیک کمتر است. افزایش مقدار این عنصر در برخی گروه‌ها نیز به وجود سنگ‌های آتشفشانی بازیک باز می‌گردد.



تصویر ۴۹- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر کادمیوم در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۲۲- نیکل :

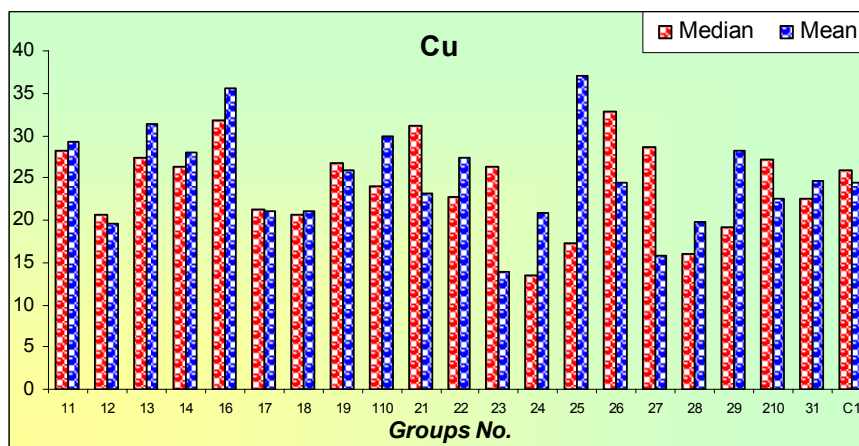
عیار متوسط نیکل از کلارک سنگ‌های بازیک بیشتر و از سنگ‌های اولترابازیک به شدت کمتر است. در کل مقادیر عیاری بالا در برخی گروه‌ها به سنگ‌های آتشفشانی بازیک - اولترابازیک مربوط می‌شود.



تصویر ۲-۵- نمودار میله‌ای میانگین و میانگین عنصر نیکل در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲-۲۳- مس :

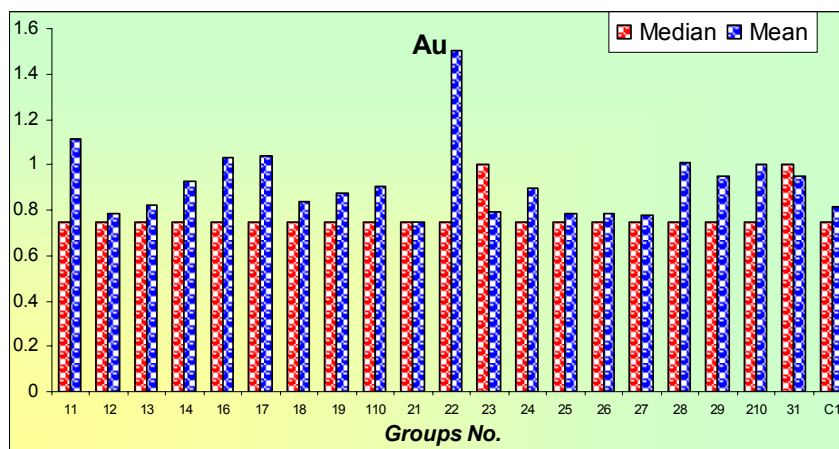
عیار متوسط مس از کلارک پوسته‌ی قاره‌ای و الترامافیک‌ها پایین‌تر بود و از سنگ‌های بازیک و رسوبی تخریبی بالاتر است. با این حال افزایش عیار در برخی گروه‌ها به شیل‌ها مربوط است تا به سنگ‌های ولکانیکی.



تصویر ۲-۵- نمودار میله‌ای میانگین و میانگین عنصر مس در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۲- طلا :

تغییرات عیاری طلا در گروه‌های مختلف چندان زیاد نیست و مقداری تفاوت در چند گروه که با واحد سنگی E^f که شامل فیلیش و مارن است و یا واحدهای تخریبی آغاچاری و بختیاری در ارتباط می‌باشد و بدین جهت اکتشاف جهت انواع پلاستی این عنصر در منطقه می‌تواند سودمند باشد.



تصویر ۲-۵-۲- نمودار میله‌ای میان‌ه و میانگین عنصر طلا در گروه‌های سنگی مختلف

۲-۵-۳- مقایسه‌ی میانگین گروه‌های سنگی:

علاوه بر مقایسه‌ای که میان میان‌ه و میانگین‌های با کلارک جهانی گروه‌های سنگی، صورت پذیرفت لازم است تا، میانگین گروه‌ها نیز با یکدیگر مقایسه و تفاوت یا عدم تفاوت میان آن‌ها مشخص گردد. بدین جهت از آنالیز آنووا^۱ که بعضاً آف تست^۲ نیز نامیده می‌شود بهره گرفته شد. جدول ۲-۳۳ نشان می‌دهد که بر پایه‌ی نتایج حاصل از این روش مقایسه‌ای تمام عناصر به غیر از طلا و مولیبدن دارای میانگین متفاوتی در حداقل یکی از گروه‌های خود می‌باشند.

1- Anova

2 - F test

جدول ۲-۳۳- مقادیر محاسبه شده‌ی آنووا جهت مقایسه‌ی میانگین گروه‌ها

Element		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
V	Between Groups	83447.233	20	4172.362	6.620	.000
	Within Groups	475848.764	755	630.263		
	Total	559295.997	775			
Cr	Between Groups	774284378.842	20	38714218.942	12.285	.000
	Within Groups	2379214663.660	755	3151277.700		
	Total	3153499042.502	775			
Co	Between Groups	9755.726	20	487.786	9.552	.000
	Within Groups	38555.392	755	51.067		
	Total	48311.117	775			
Ni	Between Groups	5754411.044	20	287720.552	18.019	.000
	Within Groups	12055359.501	755	15967.364		
	Total	17809770.545	775			
Cu	Between Groups	17779.835	20	888.992	10.447	.000
	Within Groups	64247.516	755	85.096		
	Total	82027.351	775			
Zn	Between Groups	15824.806	20	791.240	2.413	.001
	Within Groups	247567.144	755	327.904		
	Total	263391.950	775			
Ga	Between Groups	774.185	20	38.709	13.246	.000
	Within Groups	2206.368	755	2.922		
	Total	2980.552	775			
Ge	Between Groups	.185	20	9.258E-03	1.938	.008
	Within Groups	3.607	755	4.777E-03		
	Total	3.792	775			
Sr	Between Groups	3882937.294	20	194146.865	3.363	.000
	Within Groups	43590422.070	755	57735.658		
	Total	47473359.364	775			
Y	Between Groups	574.904	20	28.745	16.449	.000
	Within Groups	1319.357	755	1.747		
	Total	1894.261	775			
Zr	Between Groups	168974.043	20	8448.702	6.966	.000
	Within Groups	915697.553	755	1212.844		
	Total	1084671.596	775			
Nb	Between Groups	348.325	20	17.416	8.974	.000
	Within Groups	1465.313	755	1.941		
	Total	1813.639	775			

جدول ۲-۳۳- مقادیر محاسبه شده‌ی آنووا جهت مقایسه‌ی میانگین گروه‌ها

Element		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Mo	Between Groups	255.257	20	12.763	11.234	.000
	Within Groups	857.773	755	1.136		
	Total	1113.030	775			
Cd	Between Groups	21.648	20	1.082	2.041	.005
	Within Groups	400.324	755	.530		
	Total	421.972	775			
Sb	Between Groups	4.233	20	.212	1.245	.210
	Within Groups	128.406	755	.170		
	Total	132.640	775			
Nd	Between Groups	57184237.978	20	2859211.899	3.715	.000
	Within Groups	581015963.730	755	769557.568		
	Total	638200201.708	775			
Eu	Between Groups	6.460	20	.323	3.490	.000
	Within Groups	69.878	755	9.255E-02		
	Total	76.338	775			
Pb	Between Groups	1464.095	20	73.205	.931	.548
	Within Groups	59389.410	755	78.661		
	Total	60853.505	775			
U	Between Groups	13.087	20	.654	.976	.489
	Within Groups	505.951	755	.670		
	Total	519.038	775			
Ti	Between Groups	163772554.855	20	8188627.743	9.356	.000
	Within Groups	660791866.512	755	875221.015		
	Total	824564421.367	775			
Ba	Between Groups	5236792.013	20	261839.601	4.442	.000
	Within Groups	44506002.201	755	58948.347		
	Total	49742794.214	775			
La	Between Groups	7895.994	20	394.800	2.809	.000
	Within Groups	105835.127	753	140.551		
	Total	113731.121	773			
P	Between Groups	8259945.895	20	412997.295	16.825	.000
	Within Groups	18507632.160	754	24545.931		
	Total	26767578.055	774			
Mn	Between Groups	6310666.427	20	315533.321	12.845	.000
	Within Groups	18546298.725	755	24564.634		
	Total	24856965.151	775			
Au	Between Groups	14.463	20	.723	1.685	.031
	Within Groups	324.385	756	.429		
	Total	338.848	776			

گروه‌هایی که دارای عیار متفاوت از سایرین هستند، در جدول ۲-۳۴ نشان داده شده‌اند. نتایج حاصله آن چه در بند قبلی تشریح گردید را تأیید می‌نماید.

جدول ۲-۳۴- گروه‌های دارای میانگین متفاوت از سایرین بر اساس آنالیز آنووا

Elements	No Homogeny Groups	
	Lower Mean Groups	Higher Mean Groups
V	-	34
Cr	110	26-17-31
Co	12	14-31
Ni	110	14-31
Cu	24-28	26-16
Zn	24	19
Ga	24	26-13
Sr	13	11
Y	24	26-13
Zr	24	11-26
Nb	24	110
Mo	28-29	21-14
Cd	-	26
Nd	27	22
Eu	25	22
Tl	24	26-110
La	27	C ₁
P	31-24	26-110-13-16
Mn	24	26

۲-۵-۴- خنثی‌سازی اثر مؤلفه‌ی سین ژنتیک در هر جامعه:

پس از آن‌که جوامع آماری بر اساس روش‌های فوق‌الذکر جدا گردیدند، باید اثر مؤلفه‌ی سین ژنتیک در هر یک از جوامع حذف و یا به حداقل کاهش یابد. برای این منظور روش‌های مختلفی ارایه شده است. در این روش‌ها مقدار زمینه‌ی هر یک از جوامع باید تعیین گردد. معمولاً از مقدار میانگین یا میانه هر یک از جوامع به عنوان مقدار زمینه استفاده می‌شود. میانگین معیاری از مرکز ثقل داده‌ها است به طوری که مجموع انحرافات داده‌ها از آن صفر است. بدین دلیل تحت تأثیر مقادیر کرانه‌ای توزیع قرار می‌گیرد. میانه به علت این‌که مستقل از توزیع داده‌ها و مقادیر کرانه‌ای تابع توزیع است به میانگین ترجیح داده می‌شود.

پس از تعیین مقدار زمینه با تقسیم هر یک از داده‌ها بر آن، کل داده‌های مجموعه را نرمال می‌کنیم. مقدار

حاصل را اصطلاحاً شاخص غنی‌شدگی^۱ می‌گویند و مدل ریاضی آن به صورت روبرو است:

$$e_i = \frac{C_i}{C_m}$$

1- Enrichment Index

در این فرمول e_i شاخص غنی‌شدگی، C_i غلظت عنصر مورد نظر در نمونه‌ی آم از جامعه‌ی تحت بررسی و بالآخره C_m مقدار زمینه (میانگین و یا میانه) مربوط به جامعه مورد نظر است. شاخص غنی‌شدگی تا حدود زیادی مستقل از تغییرات لیتولوژی است. بنابراین پس از محاسبه شاخص غنی‌شدگی برای جوامع مختلف می‌توان آن‌ها را با هم ادغام کرده و تحت یک جامعه آماری مورد بررسی قرار داد. از خواص دیگر شاخص غنی‌شدگی آن است که تا حدودی خطاهای تصادفی را کاهش می‌دهد.

برای ضرایب غنی‌شدگی نیز پارامترهای آماری مؤثر در تعیین مرحله‌ی نرمال‌شدگی محاسبه شد تا در هنگام تهیه‌ی نقشه بتوان از آن بهره گرفت. جدول شماره‌ی ۲-۳۵ این پارامترها و مرحله‌ی نرمال‌شدگی هر عنصر را به نمایش می‌گذارد.

جدول ۲-۳۵- پارامترهای کشیدگی و چولگی و تست کولوموگراف-اسمیرنوف و مرحله‌ی نرمال‌شدگی هر عنصر

	Skewness	Kurtosis	K.S. Test	Skewness	Kurtosis	K.S. Test
V	0.229	3.045	0	-1.211	3.567	0
Cr	4.051	25.162	0	0.054	0.529	0.004
Co	0.758	3.494	0	-2.418	9.972	0
Ni	2.661	11.167	0	-0.168	1.711	0
Cu	2.838	30.874	0	-1.238	4.681	0
Zn	8.601	159.835	0	0.027	8.002	0
Ga	-1.379	7.022	0	-1.189	3.039	0
Ge	-4.747	49.81	0	0.728	0.809	0
Sr	5.24	35.557	0	2.098	6.312	0
Y	-4.92	46.188	0	-0.721	1.927	0
Zr	2.833	21.866	0	1.069	5.272	0
Nb	-1.991	21.583	0	0.202	2.555	0.018
Mo	2.08	6.136	0	0.467	0.861	0
Cd	1.515	2.674	0	0.326	-0.566	0
Sb	-1.676	10.929	0	-0.588	1.156	0
Ba	8.462	104.517	0	-1.234	0.606	0
La	0.547	0.768	0.025	-1.903	6.997	0
Nd	-0.192	1.507	0.258	-3.883	40.941	0
Eu	0.571	1.756	0	0.395	-0.335	0
Pb	11.522	181.898	0	0.825	7.71	0
U	1.532	2.246	0	0.955	-0.041	0
P	1.569	8.812	0	0.216	2.106	0.003
Ti	-0.159	1.989	0	-1.867	5.893	0
Mn	-0.923	1.828	0	-6.995	85.243	0
Au	7.017	68.762	0	3.507	14.094	0

۲-۶- مطالعات آماری چند متغیره

روش‌های چند متغیره امکان آنالیز آماری هم‌زمان چندین متغیر را فراهم می‌کنند. مسایل مربوط به یک، دو و یا سه متغیر را می‌توان تصور کرده و به طور گرافیکی نمایش داد، ولی مسایل اکتشافی اغلب با یک فضای چندین متغیره روبرو هستند که این باعث دشواری در بررسی و تشخیص رابطه بین آن‌ها می‌شود. در این گونه موارد لازم است با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به کاهش تعداد بعدها در فضای مورد بررسی اقدام نمود، به طوری که مطالعه‌ی این ابعاد جدید و یا به عبارتی بهتر متغیرهای جدید، که تعدادی به مراتب کمتر از حالت اولیه دارند بتواند بخش اعظم تغییرپذیری داده‌ها را تشریح کند. به عنوان مثال در ژئوشیمی اکتشافی می‌توان تغییرپذیری هم‌زمان چندین عنصر یا متغیر را برای کشف دقیق‌تر آنومالی‌های احتمالی آن‌ها مورد بررسی قرار داد.

۲-۶-۱- تعیین نوع ارتباط میان گروه‌های عنصری مختلف:

برای داشتن درکی صحیح از چگونگی توزیع عناصر مختلف در یک ناحیه نیازمند در اختیار داشتن پارامترهایی هستیم تا بتواند نوع و ارتباط آن‌ها را تشریح کند. با تفسیر پارامترهای این چنینی، امکان یافتن ارتباط ژنتیکی میان عناصر فراهم خواهد آمد. در این میان پارامترهای ضریب همبستگی به دلیل عدم وابستگی به واحد اندازه‌گیری بهترین گزینه محسوب می‌گردد. در محاسبه‌ی همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد، تا توزیع آن‌ها حالت نرمال به خود گیرد؛ البته در این گونه موارد تعبیر و تفسیر همبستگی متغیرها باید با دقت همراه باشد. بالاخره درحالی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روش‌های ناپارامتری که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند استفاده نمود. در این پروژه به واسطه‌ی آن‌که علی‌رغم اعمال روش‌های مختلف برخی از عناصر به حد نرمال‌شدگی نرسیدند از هر دو روش بهره گرفته شد و تفسیر نهایی با ادغام این دو ارایه می‌گردد. جدول ۲-۳۶ نتایج همبستگی پارامتری پیرسون و جدول ۲-۳۷ نتایج همبستگی ناپارامتری اسپیرمن را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۳۶- نتایج آزمون همبستگی پیرسون (پارامتری) بر روی داده‌های ژئوشیمی آبراهه‌ای دشت‌ور

جدول ۲-۳۷- نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن (ناپارامتری) بر روی داده‌های ژئوشیمی آبراهه‌ای دشت‌ور

حال دو سری داده مربوط به همبستگی میان عناصر اندازه‌گیری شده و در نمونه‌های برداشتی برگه‌ی دشت‌ور در دست است. برای تفسیر داده‌ها باید به دو جنبه توجه نمود:

الف) جنبه توصیفی که شامل بررسی شدت یا ضعف همبستگی، همراه با جهت تبعیت تغییرات دو متغیره نسبت به هم می‌باشد.

ب) جنبه استنباط آماری که مهم‌تر بوده و به معنی‌دار بودن و یا به عبارت دیگر واقعی بودن آن برمی‌گردد. اگر همبستگی بین دو متغیر، در سطح معینی از معنی‌داری، بی‌اهمیت باشد، دلالت بر آن دارد که همبستگی محاسبه شده ممکن است ناشی از عوامل تصادفی باشد؛ بنابراین در تفسیر استنباطی، ضریب همبستگی واقعی میان دو متغیره مطرح است نه سنجش مقدار آن. در هر دو جدول ۲-۳۶ و ۲-۳۷ مقادیر معنی‌دار با رنگ متفاوت مشخص شده‌اند.

رتبه‌بندی شدت همبستگی دو متغیره و رده‌بندی آن‌ها اکثراً به طور دلخواه صورت می‌گیرد، در این پروژه برای تفسیر توصیفی، از رده‌بندی زیر استفاده گردید :

الف) $r < 0.2$ همبستگی بسیار ضعیف و ناچیز

ب) $0.2 < r < 0.4$ همبستگی ضعیف

ج) $0.4 < r < 0.6$ همبستگی متوسط

د) $0.6 < r < 0.8$ همبستگی قوی

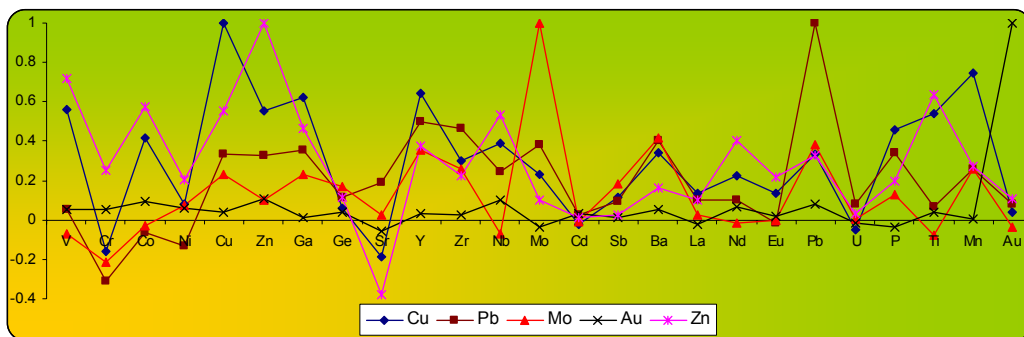
ه) $r > 0.8$ همبستگی بسیار قوی

با در نظر گرفتن این نکات پردازش ضرایب همبستگی با دو روش یاد شده می‌تواند متضمن نتایج زیر می‌باشد (تساویر ۲-۵۳ و ۲-۵۴):

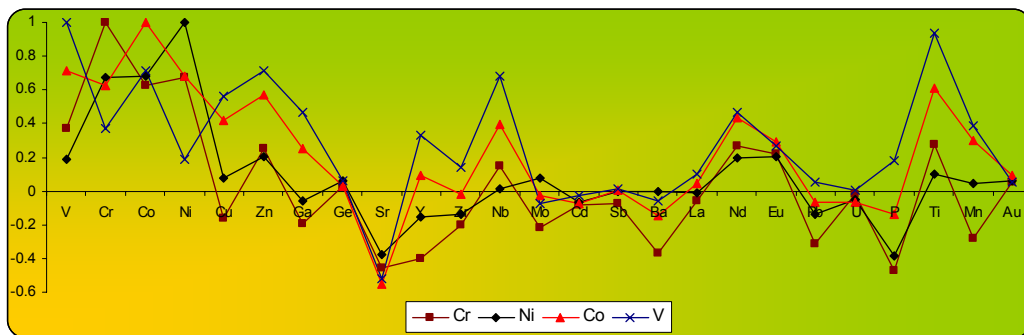
طلا، اورانیوم، لانتانیوم، کادمیوم، ژرمانیوم و آنتیموان فاقد همبستگی چندان و حتی معنی‌دار با بسیاری از عناصر دیگر می‌باشند.

- عناصر مافیک مانند کبالت، وانادیوم، کروم، نیکل، تیتانیوم به همراه عناصری مثل مس، روی، گالیوم، نیوبیوم با یکدیگر دارای همبستگی مثبت و با Sr همبستگی منفی نشان می‌دهد.

- سرب، روی، گالیوم، مولیبدن، فسفر، باریوم و ایتربیوم با یکدیگر همبستگی معنادار و تقریباً متوسط دارند.



تصویر ۲-۵۳- میزان همبستگی اسپیرمن میان ضرایب غنی شدگی عناصر سرب، روی، مس، مولیبدن و طلا با سایر عناصر



تصویر ۲-۵۴- میزان همبستگی اسپیرمن میان ضرایب غنی شدگی عناصر کروم، نیکل، کبالت و وانادیوم با سایر عناصر

۲-۶-۲- آنالیز خوشه‌ای:

در تحلیل خوشه‌ای هدف دست یافتن به ملاکی جهت طبقه‌بندی هر چه مناسب‌تر متغیرها و یا نمونه‌ها بر اساس تشابه حداکثر درون گروهی و اختلافات هر چه بیشتر بین گروهی است. این خصوصیت کمک می‌کند تا بتوان متغیرها و نمونه‌ها را به صورت خوشه‌ای که بیشترین تشابه ممکن را درون خود و حداکثر اختلاف را بین خود دارند طبقه‌بندی کرد. همان طوری که فاصله دو نمونه و یا دو متغیر می‌تواند ملاک تشابه قرار گیرد، ضریب همبستگی دو متغیره نیز می‌تواند ملاک تشابه رفتاری آن‌ها باشد. اگر بخواهیم شباهت بین رفتار تغییرپذیری متغیرها را محاسبه کنیم ضرایب همبستگی بین آن‌ها معیار مناسب‌تری نسبت به فاصله در اختیار می‌گذارد. این روش همان چیزی است که در رسم دندوگرام به کار گرفته شده است.

تصویر ۲-۵۵ نمودار خوشه‌ای حاصل از تحلیل کلاستر ضرایب غنی شده را نشان می‌دهد. هرچند نتایج حاصل از تفسیر این نمودار می‌تواند مفید باشد ولی نباید براساس آن نتیجه گیری اساسی نمود، زیرا اصولاً این یک

واقعیت است که تجزیه و تحلیل خوشه‌ای یک روش آماری غیر قابل آزمون است؛ بدین معنی که هیچ راهی برای دانستن این که داده‌ها بیشتر از آن چه از یک جامعه تصادفی انتظار می‌رود خوشه‌بندی شده‌اند یا خیر وجود ندارد.

بر اساس نمودار حاصله، عناصر به طور کلی به ۶ خوشه قابل تقسیم هستند که عبارتند از:

خوشه (۱): عناصر Y ، Nb ، Ge ، Ga ، Sb ، Zr ، P ، Eu ، V ، Ti ، Zn و Cu .

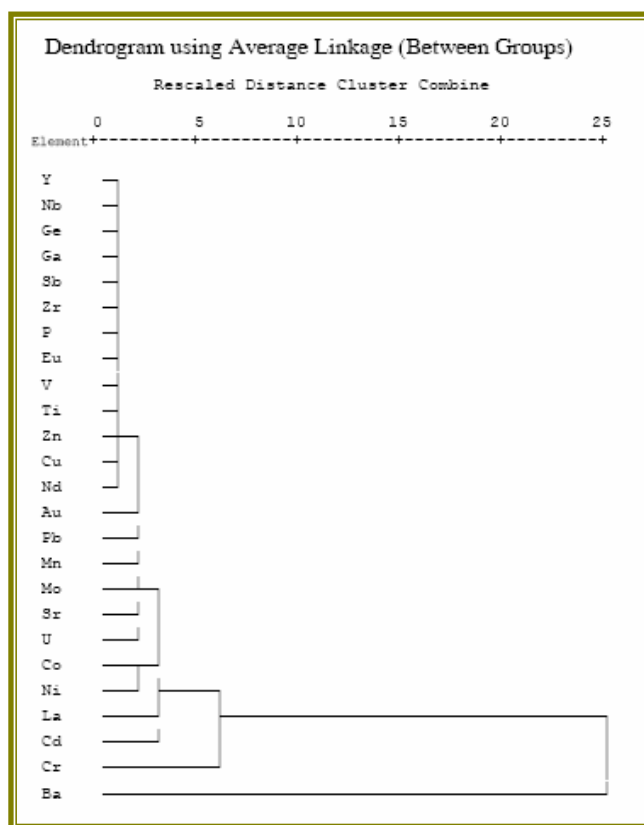
خوشه (۲): عناصر Au ، Pb ، Mn ، Mo ، Sr و V .

خوشه (۳): عناصر Ni و CO .

خوشه (۴): عناصر La و Cd .

خوشه (۵): عنصر Cr .

خوشه (۶): عنصر Ba .



تصویر ۲-۵۵- نمودار خوشه‌ای ضرایب غنی‌شدگی

۲-۶-۳- روش‌های مبتنی بر مقادیر ویژه:

در روش‌های مبتنی بر مقادیر ویژه با استفاده از مقادیر ویژه و بردارهای ویژه جهت‌هایی با حداکثر تغییرپذیری شناسایی می‌شود. سپس با تعریف متغیرهای جدیدی که ترکیب خطی از متغیرهای اولیه است تعداد ابعاد (متغیرها) کاهش یافته و نقش هر یک از متغیرها در تغییرپذیری مشخص می‌گردد. این روش‌ها عمدتاً شامل تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تجزیه و تحلیل عاملی می‌باشد. با توجه به این که در صورت انجام صحیح و تفسیر منطقی نتایج تجزیه و تحلیل آماری غالباً نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی را نیز در خود نهفته دارد، در این پروژه صرفاً از تجزیه و تحلیل عاملی که بر روی ضرایب غنی‌شدگی انجام پذیرفت، استفاده گردید. با اعمال تجزیه و تحلیل عاملی^۱ ابعاد داده‌ها از تعداد ۲۵ عنصر به تعداد کمتری عامل کاهش پیدا می‌کند این عوامل دارای دو خاصیت مهم هستند:

الف) بخش اعظم تغییرپذیری را توجیه می‌کنند.

ب) متغیرهای جدید (فاکتور) که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند بین خود همبستگی نشان نمی‌دهند. این امر کاربرد روش مورد نظر را آسان می‌کند. یکی از پارامترهای گزارش شده در هنگام پردازش عاملی مقدار KMO^۲ است. مقادیر بزرگ KMO دلالت بر تأیید تجزیه عاملی و مقادیر کوچک آن دلالت بر عدم تأیید تجزیه عاملی دارد. این مقدار در مورد نمونه‌های برگه‌ی دشت‌ور بر اساس جدول ۲-۳۸، برای ضرایب غنی‌شدگی ۰/۸۴ می‌باشد که بر اساس بازه‌های تعریفی این کمیت در کتاب‌های زمین‌آمار (حسینی‌پاک، ۱۳۸۰) تجزیه‌ی عاملی را در رده مناسب قرار می‌دهد.

جدول ۲-۳۸- پارامترهای گزارش شده در هنگام پردازش عاملی مقدار KMO برای ضرایب غنی‌شدگی

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.84
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	13326.29
	df	300.00
	Sig.	0.00

1- Factor Analysis

2- Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy

پارامتر دیگر ارایه شده در حین این پردازش‌ها درصد مشارکت^۱ برای هر عضو است که در جدول ۲-۳۹ آمده است. بر اساس جدول مذکور تمامی عناصر دارای درجه مشارکت با ضریب ۱ یا نزدیک به آن هستند و این بدان معناست که تمامی این عناصر تقریباً صد در صد ماهیت ژئوشیمی خود را تجزیه و تحلیل عاملی نشان داده است.

جدول ۲-۳۹- درصد مشارکت عناصر مختلف در آنالیز فاکتوری پس از محاسبه ضرایب غنی‌شدگی

Communalities	
	Extraction
V	0.99
Cr	1.00
Co	1.00
Ni	1.00
Cu	1.00
Zn	1.00
Ga	1.00
Ge	1.00
Sr	1.00
Y	1.00
Zr	1.00
Nb	1.00
Mo	1.00
Cd	1.00
Sb	1.00
Ba	1.00
La	1.00
Nd	1.00
Eu	1.00
Pb	1.00
U	1.00
P	1.00
Ti	0.99
Mn	1.00
Au	1.00

Extraction Method: Principal Component Analysis

با توجه به جداول ۲-۴۰ مشخص است که ۷ عامل اول که در صد تجمعی واریانسی نزدیک به ۵۲ درصد دارند می‌توانند معرف تقریبی کل جامعه باشند لذا به تهیه نقشه و تفسیر این عوامل کفایت نموده و نیازی به تفسیر مابقی عوامل نیست.

1- Commulative Percent

جدول ۲-۴- درصد تجمعی واریانسی فاکتورهای مختلف پس از محاسبه ضرایب غنی‌شدگی

Total Variance Explained			
Component	Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5.46	21.85	21.85
2	1.77	7.08	28.92
3	1.24	4.98	33.90
4	1.19	4.74	38.64
5	1.15	4.59	43.23
6	1.11	4.45	47.68
7	1.09	4.35	52.02
8	1.08	4.34	56.36
9	1.02	4.07	60.43
10	1.02	4.07	64.50
11	1.01	4.05	68.56
12	1.01	4.05	72.61
13	1.01	4.04	76.64
14	1.01	4.03	80.68
15	1.01	4.02	84.70
16	0.91	3.64	88.34
17	0.83	3.31	91.65
18	0.49	1.95	93.59
19	0.43	1.72	95.31
20	0.29	1.14	96.45
21	0.28	1.10	97.55
22	0.27	1.07	98.62
23	0.26	1.04	99.65
24	0.07	0.27	99.92

Extraction Method: Principal Component Analysis.

مقادیر فاکتوری ضرایب غنی‌شدگی (جدول ۲-۴) تحت فرآیند تخمین (ر ک ۲-۷-۲) قرار گرفته و نهایتاً مقادیر آنومال آن‌ها نیز بر اساس درصدهای تعریف شده در بند ۲-۷-۱ مشخص و نقشه‌های آن‌ها ترسیم گردید. (نقشه ۲-۱ تا ۲-۷). با توجه به داده‌ها و نقشه‌های حاصل از این آنالیز چنین می‌توان تفسیر نمود که : الف) فاکتور ۱ شامل: عناصر V ، Ti ، Zn ، CO ، Cu ، Ga ، Nb و Y می‌باشد. پراکندگی اصلی آنومالی این فاکتور در قسمت‌های شمال و شمال شرق برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ ارزوئیه و نواری با امتداد شمال غرب، جنوب شرق برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ فارغان می‌باشد. این مناطق به ترتیب با واحدهای آذرین حد واسط تا بازیک و سازند آغاچاری در ارتباط می‌باشند.

ب) فاکتور ۲ در بردارنده‌ی عناصر Cr، Ni و Co بوده و عمدتاً توزیع آن در شمال‌غرب برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ شمیل و گوشه‌ی شمال‌شرق برگه‌ی فارغان می‌باشد که با واحدهای پریدوتیتی و سازند آجاجاری در ارتباط می‌باشد.

ج) Mn فاکتور ۳ را می‌سازد. مناطق آنومال این فاکتور در شمال، مرکز و جنوب برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ و کیل‌آباد و شمال برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ ارزوئیه و غرب برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ شمیل به چشم می‌خورد. به نظر می‌رسد این فاکتور بیش از هر چیزی مربوط به آلودگی گنبد‌های نمکی است.

د) Ba تنها عنصر فاکتور ۴ است. بیشترین پراکندگی این فاکتور در جنوب‌غرب برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ شمیل به چشم می‌خورد که مانند فاکتور شماره ۳ می‌تواند مربوط به آلودگی گنبد نمکی باشد.

ه) فاکتور یک عضوی ۵ توزیع Mo را توجیه می‌کند. ۲/۵ درصد بالایی مقادیر این فاکتور، منطبق بر مرکز برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ شمیل و شمال‌غرب برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ ارزوئیه می‌باشد. نزدیکی آنومالی‌های این فاکتور به خاک‌ها و محیط‌های کشاورزی و با در نظر گرفتن این نکته که در غالب کودهای کشاورزی عنصر مولیبدن وجود دارد، ناهنجاری‌های مشخص شده بیش از آن که به کانه‌سازی ربط داشته باشد در ارتباط با آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کشاورزی هستند.

و) ششمین فاکتور نسبتاً مهم برگه‌ی دشت‌ور عنصر P را شامل می‌شود که در بخش‌های مرکزی برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ و کیل‌آباد با روند شمال‌شرق - جنوب‌غرب و غرب برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ شمیل و همچنین شمال، مرکز و جنوب شرق برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ ارزوئیه به چشم می‌خورد که به نظر می‌رسد در ارتباط با گنبد‌های نمکی، خاک‌ها و محیط‌های کشاورزی و در نهایت پریدوتیت‌ها باشد که پریدوتیت‌ها غالباً دارای زمینه‌ی بالایی از فسفر هستند. به نظر می‌رسد آنومالی‌های این عنصر در محیط‌ها و خاک‌های کشاورزی و گنبد‌های نمکی کاذب باشد.

ز) آخرین فاکتور مورد بحث نیز تک عضوی بوده و با Pb در ارتباط می‌باشد. این فاکتور در غرب برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ و کیل‌آباد و در کل برگه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ فارغان پراکنده می‌باشد که در منطقه‌ی اول با واحدهای پریدوتیتی در ارتباط می‌باشد و در منطقه‌ی دوم با واحدهای تخریبی که به وفور شیل و مارن دارند، دیده می‌شود.

جدول ۲-۴- نتایج آنالیز فاکتوری و بار فاکتوری ضرایب غنی‌شدگی عناصر مختلف

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V	0.96	0.12	0.04	-0.06	-0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.09	0.02
Ti	0.93	0.07	0.13	-0.03	0.00	0.12	0.04	0.09	0.02	0.07	0.01
Zn	0.78	0.13	-0.08	0.08	0.05	0.04	0.27	0.06	-0.01	0.09	0.04
Co	0.77	0.54	0.14	-0.04	0.01	-0.06	0.07	0.02	0.00	0.07	0.01
Cu	0.74	0.07	0.28	0.20	0.10	0.19	0.13	0.08	0.04	0.04	0.03
Ga	0.68	-0.03	0.23	0.14	0.14	0.19	0.09	0.11	0.07	0.03	0.06
Nb	0.67	-0.08	0.03	0.00	-0.09	0.16	0.07	0.18	-0.02	0.08	0.00
Y	0.57	-0.11	0.31	0.23	0.25	0.25	0.11	0.23	0.06	0.00	0.07
Ni	0.17	0.95	0.07	-0.04	0.03	-0.15	-0.01	-0.09	-0.01	0.05	0.03
Cr	0.27	0.59	-0.22	-0.24	-0.21	-0.26	-0.12	-0.07	-0.05	0.10	0.00
Mn	0.27	0.05	0.92	0.12	0.08	0.14	0.08	0.05	0.10	0.00	0.01
Ba	0.04	-0.09	0.11	0.95	0.14	0.08	0.10	0.13	0.09	-0.02	0.03
Mo	0.05	-0.01	0.08	0.14	0.96	0.06	0.15	0.09	0.08	-0.01	0.12
P	0.28	-0.25	0.16	0.10	0.07	0.89	0.10	0.10	0.01	-0.02	0.02
Pb	0.21	-0.03	0.09	0.10	0.16	0.09	0.93	0.13	0.04	-0.02	0.04
Zr	0.24	-0.11	0.07	0.16	0.12	0.11	0.16	0.88	0.01	0.00	0.03
Sb	0.03	-0.02	0.09	0.08	0.07	0.01	0.03	0.01	0.99	-0.02	0.01
Eu	0.18	0.07	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	0.98	0.03
Ge	0.05	0.03	0.01	0.02	0.11	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.99
Nd	0.41	0.15	0.02	-0.06	0.03	0.02	0.05	0.04	-0.01	0.04	0.01
La	0.06	-0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00	-0.01	-0.01
Au	0.05	0.03	-0.02	0.00	0.00	-0.03	0.03	-0.01	0.00	0.03	0.01
U	0.00	-0.02	-0.03	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Cd	-0.01	-0.04	-0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	-0.05	-0.03	0.03
Sr	-0.37	-0.20	-0.04	0.07	0.00	0.00	0.10	0.36	0.00	-0.10	-0.02

Extraction Method: Principal Component Analysis.

۲-۷- تکنیک‌های رسم نقشه و جداسازی مناطق آنومال

در این پروژه، استخراج نواحی آنومال توسط محاسبه‌ی مقادیر زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی‌های هر عنصر و همچنین فاکتورها در دستور کار قرار گرفت ولی قبل از آن بر روی این داده‌ها پردازش تخمین شبکه‌ای انجام پذیرفت که در ادامه مراحل مختلف کار تشریح می‌گردند.

۲-۷-۱- جدایش آنومالی‌ها به روش تک متغیره:

روش‌های آماری که برای جداسازی و تشخیص مناطق آنومال از حد زمینه توسعه یافته‌اند، هر یک دارای محاسن و معایبی هستند. یکی از روش‌هایی که در جهت تفکیک مناطق آنومال از سایر نواحی استفاده می‌گردد، برآورد حد آستانه‌ای بر اساس میانه و انحراف معیار است.

یکی از روش‌های آماری جهت تعیین مقدار حد آستانه‌ای برابر قرار دادن آن با مقدار میانگین یا میانه و یا لگاریتم آن‌ها به اضافه یک، دو و سه برابر انحراف معیار در یک جامعه نرمال است. در اینجا مقدار حد آستانه‌ای را برابر مقدار میانه به اضافه دو برابر انحراف معیار هر متغیر در نظر گرفته‌ایم. جهت تمایز بین آنومالی‌های ممکن، احتمالی و قطعی از حد آستانه‌ای به اضافه ضریبی از انحراف استاندارد هر متغیر استفاده می‌شود. لذا خواهیم داشت:

$x < \bar{X} + S$	مقدار زمینه	منطبق بر ۸۴٪ فراوانی جامعه نرمال
$\bar{X} + 2S$	حد آستانه‌ای	منطبق بر ۹۷/۵٪ فراوانی جامعه نرمال
$\bar{X} + 2S$ to $\bar{X} + 3S$	آنومالی ممکن	$97/5 < X < 99$ ٪ فراوانی
$x > \bar{X} + 3S$	آنومالی احتمالی	$X > 99$ ٪ فراوانی

شرط استفاده از این روش برای به‌دست آوردن آنومالی‌ها، نرمال بودن توزیع می‌باشد. لذا این روش برای بهترین حالت نرمال شدگی عناصر و یا ضرایب غنی‌شدگی آن‌ها به کار گرفته شده است.

۲-۷-۲- تخمین سطح:

پیش از این ذکر گردید که نمونه‌برداری‌های آبراهه‌ای معمولاً در شبکه‌های نامنظم انجام می‌گیرند. اما آن‌چه که مورد نیاز است یک نقشه شامل شبکه‌ی منظمی از داده‌های اندازه‌گیری شده تا تخمین زده شده می‌باشد. برای انجام این کار نیاز به تخمین شبکه‌ای منظم از نقاط می‌باشد.

برای هر تخمین لازم است پارامترهایی با توجه به نوع داده‌ها، هدف تخمین و ساختار فضایی داده‌ها تأمین شود. کارایی هر روش تخمین تا حدود زیادی به تعیین این پارامترها بستگی دارد که عبارتند از: الف) تعیین معیار همبستگی (ب) مثلث‌بندی (ج) جستجوی نقاط و نحوه آن (د) ابعاد شبکه (ه) وزن کنترلی در تخمین نقطه‌ای مورد تخمین.

پس از تعیین این پارامترهای مؤثر در تخمین، نوبت به انتخاب روش مفید جهت آن است. الگوریتم‌های مختلفی برای تخمین نقاط مجهول وجود دارد که در این پروژه روش تخمین شبکه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. پس از تخمین مقادیر هر عنصر، برای داده‌های خام و نرمال شده و همچنین فاکتورهای همین داده‌ها، اقدام به تهیه نقشه‌های آنومالی هر عنصر گردید که تشریح آن‌ها در فصل چهارم صورت خواهد پذیرفت تا بتوان نتایج بررسی چگالی گسل و کانی‌های سنگین را نیز با آن ادغام کرد.

۲-۸- ارتباط تکتونیک و نوامی آنومال

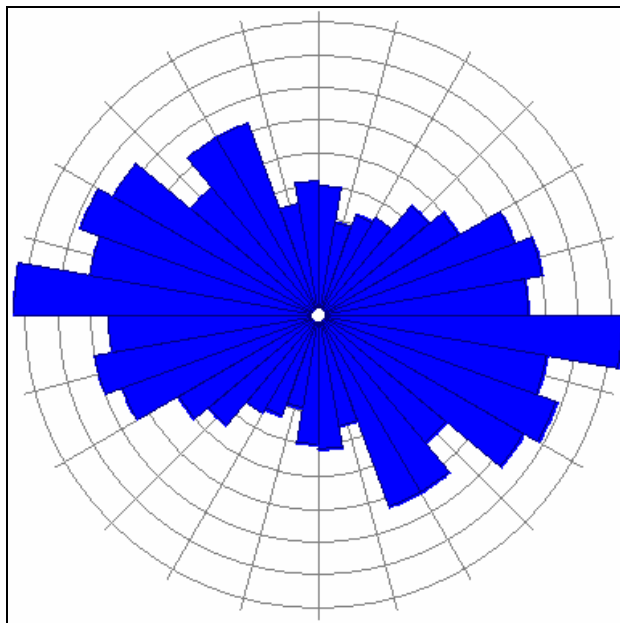
ارتباطی که بین گروه‌های خاصی از مواد معدنی و محیط‌های تکتونیک وجود دارد، تأثیر بسیار مهمی بر روی اکتشاف مواد معدنی داشته است. با استفاده از بازسازی قاره‌ها، حضور یک نوع کانسارسازی خاص در یک منطقه پیش‌بینی و سپس عملیات اکتشافی در منطقه صورت می‌گیرد. در مقیاس محلی نیز اکثر کانسارها ارتباط فضایی معنادار با ساختمان‌های زمین‌شناسی داشته و اغلب زون‌های کانی‌سازی با این پدیده‌های ساختاری مرتبط می‌باشند. بنابراین بررسی ساختارهای تکتونیک منطقه گامی مهم در شناخت فرایندهای مؤثر در کانی‌سازی به شمار می‌رود.

گسل‌ها به عنوان مهم‌ترین ساختارهای تکتونیک، حداقل در مبحث زمین‌شناسی اقتصادی مطرح می‌باشند. این اهمیت به جهت آن است که ساختارهای یاد شده شکاف‌های عمیقی در سنگ‌ها تولید می‌کنند که این شکاف‌ها محلی مناسب جهت عبور سیالات حاوی کانی می‌باشند. برای آن که دیدی کلی از چگونگی پراکندگی و همچنین جهت‌یابی اصلی گسل‌های منطقه به دست آید اقدام به بررسی وزن‌دار آن‌ها گردید. برای این منظور به صورت وزنی به مطالعه گسل‌های موجود در نقشه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ دشت‌ور پرداخته شد. بدین ترتیب که ابتدا این ساختارها توسط نرم‌افزار Arc GIS بازسازی و بعد از آن جهت رسم چگالی گسل‌ها، شبکه‌بندی با ابعاد ۵۰۰ متری در هر نقشه اعمال گردید. با توجه به توانایی نرم‌افزار Arc GIS بدون دخالت کاربر، ارزش عددی هر یک از واحدها مشخص و نقشه‌ی کنترلی آن رسم گردید. (نقشه ۲-۸) و برای آن که بتوان ارتباط احتمالی آنومالی‌ها را با نوع خاصی از گسل‌ها درک نمود علاوه بر

نقشه‌ی چگالی گسل‌های منطقه دو نقشه‌ی تفکیکی از گسل‌های نرمال و تراست‌ها نیز رسم گردید. (نقشه ۲-۹ و ۲-۱۰)

براساس این نقشه‌ها می‌توان توزیع کلی مناطق گسل خورده را به صورت زیر تفسیر نمود:
پراکندگی اصلی گسل‌ها نرمال به صورت منطقه‌ای در جنوب‌غرب بر گه‌ی ۱:۵۰/۰۰۰ شمیل و همچنین نواری در امتداد شمال‌غرب - جنوب‌شرقی که از بر گه‌های ۱:۵۰/۰۰۰ و کیل‌آباد ارزوئیه می‌باشد. روند اخیر به خصوص با شکستگی‌های عمومی زاگرس هم‌خوانی دارد و به واقع مرز میان زون سندج سیرجان و زاگرس می‌باشد.

گسل‌های معکوس نیز در جهت شمال‌غرب - جنوب‌شرق کشیده شده و در امتداد روند عمومی زاگرس است. علاوه بر تعیین نواحی دارای چگالی بالای گسل تشخیص امتداد گسل‌خوردگی‌ها نیز دارای اهمیت است. بر این اساس شبکه‌بندی ۲×۲ کیلومتری بر روی گسل‌های ترسیم و اعمال گردید و امتداد تمامی گسل‌های موجود در این شبکه‌ها مشخص گردید. سپس این داده‌ها به نرم‌افزار Rock Ware انتقال و در آن جا نمودار گل سرخی گسل‌ها رسم شد (تصویر ۲-۵۶) براساس این نمودار بیشتر گسل‌های منطقه دارای امتداد غرب - شرق و شمال‌غرب - جنوب‌شرق می‌باشند که مربوط به زون گسله و تراستی زاگرس است. اما در سایر جهات نیز گسل‌هایی به چشم می‌خورند که این پراکندگی بیش از هر چیز به دلیل حضور منطقه در دو ناحیه‌ای تکتونیکی متفاوت از یکدیگر است.



تصویر ۲-۵۶- دیاگرام گل سرخی گسل‌های محدوده‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ دشت‌ور

