

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت
صنایع و معادن

سازمان زمین‌شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
معاونت اکتشاف
مدیریت امور اکتشاف

طرح تلفیق لایه‌های اطلاعاتی پایه و معرفی مناطق امیدبخش معدنی کشور

گزارش عملیات اکتشافات ژئوشیمیائی نیمه‌تفصیلی
در محدوده مهرآبادو (استان اصفهان)

مجری طرح : مهندس ناصر عابدیان
مجری فنی طرح : مهندس بهروز برنا
ناظر پروژه : مهندس پیام سودی‌شعار

تهیه کنندگان :

مهندس حسین همتیان علمی

مهندس بهزاد براتی

مهندس نسترن ابراهیمی

آبان ماه 1388

فصل اول

کلیاتی در مورد زمین‌شناسی محدوده مهرآبادو

- 2 (1-1) مقدمه
- 2 (2-1) راه دسترسی و موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه
- 4 (3-1) زمین‌شناسی محدوده مهرآبادو
- 8 (4-1) شرح مختصری از کانه‌زایی منطقه در بررسی‌های ناحیه‌ای

فصل دوم

نمونه‌برداری ژئوشیمیایی

- 10 (1-2) مقدمه
- 10 (2-2) طراحی شبکه نمونه‌برداری
- 11 (3-2) عملیات نمونه‌برداری
- 13 (4-2) آماده‌سازی نمونه‌ها
- 13 (5-2) آنالیز نمونه‌ها

فصل سوم

پردازش داده‌های ژئوشیمیایی

- 16 (1-3) مقدمه
- 16 (2-3) تخمین مقادیر سنسورد
- 17 (3-3) بررسی داده‌های خام
- 40 (5-3) بررسی مقادیر خارج از ردیف
- 49 (6-3) نرمال‌سازی داده‌ها
- 50 (7-3) محاسبه ضریب همبستگی عناصر
- 54 (8-3) بررسی آماری چند متغیره

| | |
|----|---|
| 54 | 1-8-3) آنالیز خوشه‌ای و تفسیر آن |
| 56 | 2-8-3) تجزیه و تحلیل عاملی (آنالیز فاکتوری) |
| 63 | 9-3) جداسازی آنومالی‌ها از جامعه زمینه به روش P.N |
| 66 | 10-3) تخمین شبکه‌ای داده‌ها |
| 67 | 11-3) تشریح آنومالی‌های ژئوشیمیایی |

فصل چهارم

فاز کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی

| | |
|-----|--|
| 106 | 1-4) مقدمه |
| 107 | 2-4) روش کانی‌سنگین |
| 107 | 1-2-4) ردیابی کانی‌سنگین |
| 108 | 2-2-4) طراحی و نمونه‌برداری کانی‌سنگین |
| 111 | 3-2-4) آماده‌سازی و مطالعه |
| 126 | 3-4) پردازش داده‌های کانی‌سنگین |
| 134 | 4-4) متغیرهای کانی‌سنگین |
| 150 | 5-4) برداشت نمونه‌های مینرالیزه |

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

| | |
|-----|-----------------|
| 159 | 1-5) نتیجه‌گیری |
| 163 | 2-5) پیشنهادات |

چکیده

محدوده مهرآبادو در شرق نقشه زمین‌شناسی مقیاس یکصدهزارم زواره و در جنوب شرقی شهرستان زواره قرار گرفته است.

وسعت این محدوده در حدود 25 کیلومتر مربع می‌باشد که پس از اکتشاف ژئوشیمیایی سیستماتیک مقیاس یکصدهزارم نقشه زواره به عنوان یکی از مناطق پربتانسیل این برکه معرفی گردید. با توجه به اطلاعات اولیه‌ای که از اکتشاف ناحیه‌ای بدست آمده بود، این محدوده به منظور اکتشاف ژئوشیمیایی نیمه تفصیلی طراحی شبکه گردید و تعداد 83 نمونه سیلت و 49 نمونه کانی‌سنگین اخذ گردید. ضمناً در زمان برداشت این نمونه‌ها، تعداد 7 نمونه مینرالیزه نیز گرفته شد که با تکیه بر این داده‌ها، این گزارش تهیه گردید.

معرفی 2 آنومالی و پیشنهاد ادامه کار نمونه برداری چکشی به منظور تکمیل داده‌های این فاز از اکتشاف، ماحصل انجام این گزارش است.

فصل اول

کلیات زمین شناسی محدوده

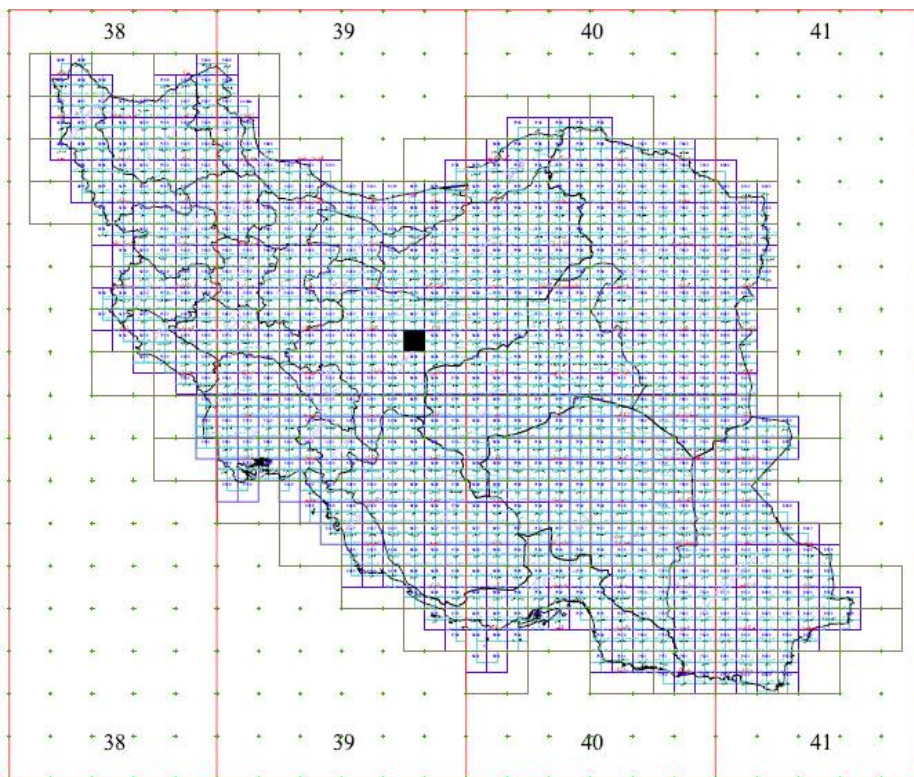
1-1) مقدمه

محدوده مهرآبادو واقع در شرق نقشه زمین شناسی یکصد هزارم زواره (شهراب)، در جنوب شرقی شهرستان زواره قرار گرفته است.

پس از اکتشاف ژئوشیمیایی مقیاس یکصد هزارم زواره (شهراب)، محدوده اکتشافی مهرآبادو به عنوان یکی از مناطق پریپتانسیل این برگه معرفی گردید. این محدوده پس از ثبت در سازمان صنایع و معادن استان اصفهان، با توجه به اطلاعات اولیه‌ای که از اکتشاف ناحیه‌ای در فاز ژئوشیمی مقیاس یکصد هزارم موجود بود طراحی شبکه اولیه گردید و در زمان عملیات صحرایی هر جا که کارشناس تشخیص داده تغییراتی باید در طراحی صورت گیرد، آن را به وضعیت احسن تغییر داده است.

2-1) راه دسترسی و موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

موقعیت برگه یکصد هزارم زواره (شهراب) در شکل (1-1) به صورت یک چهارگوش سیاه رنگ نشان داده شده است.



شکل (1-1): موقعیت برگه یکصد هزارم زواره (شهراب) در ایندکس نقشه‌ها

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

راه دسترسی به این محدوده، از طریق جاده ارتباطی اردستان به زواره و سپس جاده آسفalte شهراب و بالاخره مسیر روستای مهرآبادو و گل اشکنان می باشد. همانطور که در شکل (1-2) نشان داده شده است، پس از پیمایش حدود 55 کیلومتر می توان به محدوده مهرآبادو رسید.



شکل (1-2): موقعیت جغرافیایی و وضعیت دسترسی محدود اکتشافی مهرآبادو

از نظر آب و هوا، این محدوده بدلیل نزدیکی و مجاورت با کویر، معمولا در تابستانها گرم و خشک و در زمستانها سرد است، در حالیکه نواحی کوهستانی منطقه در تابستانها آب و هوای نسبتا معتدلی دارد.

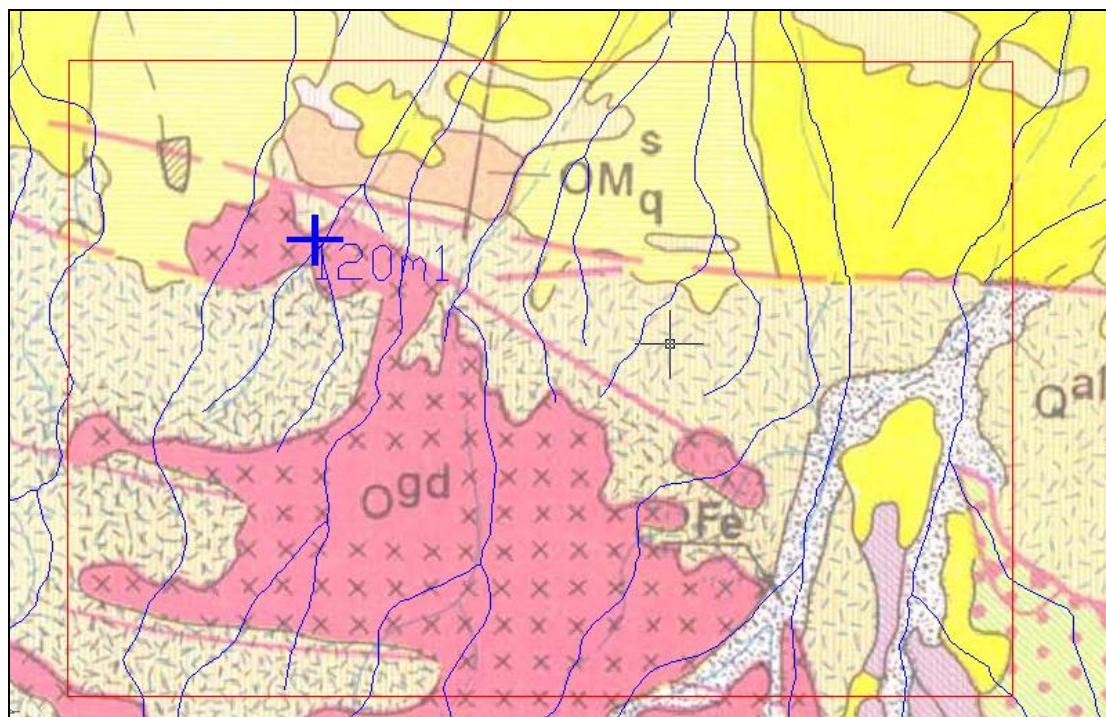
دمای هوا در گرمترین روز سال گاه به حدود 48 درجه سانتیگراد و در سردترین روز به حدود 5 تا 10 درجه سانتیگراد زیر صفر می رسد. قنوات و چشمه ها مهمترین منابع تامین کننده آب کشاورزی و آشامیدنی محدوده مورد مطالعه و اطراف آن بشمار می روند.

در محدوده مورد نظر رودخانه دائم و پرآب وجود ندارد. گندم، جو، گردو، توت و انار از مهمترین محصولات کشاورزی منطقه می باشد. صنعت قالی بافی در این نواحی از اهمیت خاصی برخوردار است.

3-1) زمین شناسی محدوده مهرآبادو

شکل (3-1) وضعیت زمین شناسی محدوده را بر مبنای نقشه زمین شناسی 1:100,000 شهراب

نشان می دهد.



شکل (3-1): وضعیت زمین شناسی منطقه بر مبنای نقشه زمین شناسی مقیاس یکصد هزارم شهراب

از لحاظ زمین شناسی در برگه یکصد هزارم زواره (شهراب) ترادفی از سنگهای آذرین، رسوبی و آذرآواری از پالئوزوئیک تا عهد حاضر برونزد دارند و در این میان فعالیت های آتشفشانی ائوسن از گسترش چشمگیری برخوردار است. در محدوده مورد نظر که بخش از این برگه می باشد، واحدهای سنگی رسوبی، نفوذی، آذر آواری، ساب ولکانیک و ولکانیک دیده می شود که شامل:

| | |
|--|----------------|
| <p>واحد O^{gd}: کوارتز دیوریت و گرانودیوریت واحد OM^V_q: گدازه آندزیتی واحد OM^l_q: سنگ آهک ماسه‌ای، آهک تخریبی و مارن واحد OM^S_q: ماسه سنگ آهکی، مارن و سنگ آهک ماسه‌ای همراه با کنگلومرا</p> | <p>الیگوسن</p> |
| <p>واحد E^{at}: تناوب توف سنگی بلورین و توفیت همراه با گدازه داسیتی-آندزیتی</p> | <p>ائوسن</p> |
| | <p>کرتاسه</p> |

واحد K_S : اسپیلیت، بازالت، برشهای آتشفشانی و دیاباز

با توجه به این که مطالعات زمین شناسی در این محدوده تنها به تهیه نقشه مقیاس یکصد هزار زواره (شهراب) محدود میگردد در این گزارش علاوه بر مطالعات این مقیاس، از مشاهدات زمین شناسی صحرائی کارشناس نیز استفاده شده است. آنچه که در ذیل آمده است آن واحدهای سنگی است که در محدوده مهرآبادو رخنمون داشته است.

- واحد اسپیلیت، بازالت و دیاباز (K_S):

در محدوده جنوب شرقی منطقه اکتشافی مهرآبادو (کوه زرد) و در میان آهک‌های کرتاسه و پالئوسن می‌توان بخشهای سبز تیره را دید که حالتی متبلور دارند و ریز بلور تا متوسط بلورند، به این سنگ‌ها نام دیاباز داده شده است. این سنگها در لابلای واحدهای آهکی جای داشته و تنها در کوه زرد دیده می‌شوند. بر پایه بررسی‌های صحرائی به نظر می‌رسد که این سنگهای متبلور دارای خاستگاه قطع کننده بوده و همبری آنها با سنگهای آهکی از نوع آذرین و غیر عادی است. این سنگها به شدت هوازده و دگرسان شده‌اند. دیابازها گرچه دارای همبری آذرین و قطع کننده‌اند ولی بدلیل وجود گسلش راندگی و نابرجا بودن بخش‌های گوناگون کوه زرد، این واحدها نیز از جایگاه نخستین خود جابجا شده‌اند. رخداد خرد شدگی شدید در این سنگها به ویژه در مرز دیاباز و واحدهای کربناته تأییدی بر این نظر است.

- واحد توف برش و گدازه آندزیتی (E^{at}):

بخش زیادی از محدوده مهرآبادو را مجموعه ضخیمی از سنگهای آذرآواری و گدازه با ترکیب متوسط بصورت نواری درامتداد خاوری- باختری تشکیل می‌دهد. این مجموعه آواری- آتشفشانی

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآباد و

شامل تناوب توف‌های سنگی بلورین، توفیت همراه با گدازه‌های داسیتی و آندزیتی است که توسط شبکه‌های دایک دیابازی فراوانی قطع شده است. زبانه‌هایی از توده کوارتز دیوریت - گرانودیوریتی الیگوسن این مجموعه را قطع نموده و دگرگونی مجاورتی درجه پائین در حد کلریتی و اپیدوتی شدن را در آنها ایجاد نموده است.

- واحد ماسه‌سنگی (Om^s_q):

این واحد در بخش شمال و شمال غربی منطقه مورد بررسی و در مجاور منطقه گسله اصلی زواره رخمون دارد. واحد اخیر بواسطه مجاورتی که با گسل زواره دارد به شدت دچار دگرریختگی و گسلش شده و بهم ریخته است. این واحد متشکل از ماسه‌سنگ و کنگلومرا است و قطعات تشکیل دهنده آن دارای خاستگاه یکنواختی است. این واحد دارای توپوگرافی بسیار ملایمی بوده و رنگ این واحد نیز کرم تا زرد خاکستری است. در میان این واحد می‌توان بخشهایی از مارن‌های ماسه‌ای را دید. بدلیل جاگیری تکتونیکی واحد مزبور مشکل بتوان در مورد ستبرا و چگونگی وابستگی آن با واحدی کهن‌تر اظهار نظر کرد در میان واحد اخیر بخشهایی از آهک ماسه‌ای یافت می‌شود که به رنگ کرم خاکستری هستند. در بخشهای مجاور منطقه گسله زواره، قسمتهایی از مواد آتشفشانی دیده می‌شود که بشدت خرد شده‌اند و در لابلای واحد مزبور قرار دارند. وابستگی این واحد آتشفشانی و واحد ماسه‌سنگی و کنگلومرای چندان مشخص نیست. این واحد دارای شیب بسیار تندی است و در رخمونهایی می‌توان وجود برگشتگی طبقات را، بویژه با نزدیک شدن به منطقه گسله اصلی ناحیه مشاهده کرد. گمان می‌رود که واحد ماسه‌سنگی و کنگلومرای، معادل بخش زیرین سازند قم بوده و بگونه‌ای هماهنگ بر روی واحدهای قرمز زیرین جای می‌گیرد.

- واحد آهکی (Om^a_1):

این واحد در بخش شمال خاوری منطقه مورد بررسی و در کنار گسله اصلی زواره جای دارد، این واحد بطور عمده از سنگهای آهکی زرد تا کرم رنگ پدید آمده و دارای فسیل‌های متنوعی است. این سنگها در مقطع تازه کرم خاکستری دیده می‌شوند. آهکهای به صورت آواری نیز دیده می‌شوند.

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

در این واحد فسیل‌های فراوانی از دوکفه‌ای و خارپوستان و مرجانها می‌توان ملاحظه کرد. گاهی اوقات می‌توان این واحد را به همراه مارنهای سبز کرم بگونه‌ای متناوب مشاهده کرد. در میان واحد آهکی می‌توان میان لایه‌هایی از آهکهای تخریبی و ماسه‌ای و برشی را دید. به طور کلی واحد یاد شده دارای دگرشکلی بسیار شدید و پیچیده است و می‌توان در آن وجود خردشدگی و درزه فراوانی را مشاهده کرد که بخوبی مؤید مطلب بالا هستند. گمان می‌رود که این واحد یک رخساره دریای کم ژرفا باشد. با نگرش به دگرشکلی و بهم ریختگی شدیدی که در مجموعه سنگهای هم ارز سازند قم وجود دارد و به دشواری می‌توان درباره وابستگی میان آنها و سنگهای آتشفشانی ائوسن داوری کرد. با توجه به بررسیهای زمین‌شناختی انجام شده توسط تکنواکسپورت در بخش‌های مجاور منطقه مورد بررسی گمان می‌رود که پیش از واحدهای ماسه‌ای و آهکی هم ارز سازند قم، واحدهای تخریبی و مارنی قرمز رنگ، سازند قرمز زیرین وجود داشته و بنابراین به گونه‌ای عادی واحدهای اولیگو - میوسن با واحدهای آتشفشانی ائوسن و سنگهای کهن‌تر همبری هماهنگ نداشته‌اند و در بعضی از رخنمونها به نظر می‌رسد که واحدهای ماسه‌ای و آهکی هم ارز سازند قم با یک قاعده کنگلومرایی و ماسه‌سنگی که آهکی هستند بر روی واحدهای آتشفشانی ائوسن قرار می‌گیرند.

- واحد گرانودیوریت (O^{gd}):

این واحد، بیشترین گستردگی را در محدوده مورد مطالعه دارد. ترکیب کانی‌شناسی این واحد عبارت است از پلاژیوکلاز، کوارتز، پیروکسن و دیگر کانیهای فرومنیزین، کانیهای اوپاک نیز به صورت فرعی در این سنگها قابل مشاهده است. از نظر بافت شناسی این سنگها دارای بافت گرانولار تا میکروگرانولار می‌باشند.

4-1) شرح مختصری از کانه‌زایی منطقه در بررسیهای ناحیه‌ای

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

برمبنای اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه 1:100,000 شهراب رخنمون‌های کانه‌زایی جالب توجهی بدست‌آمد که به منظور ادامه عملیات اکتشافی اقدام به ثبت این محدوده‌ها گردید. با توجه به آنچه که در شکل قبلی نشان داده شده است، از اکتشاف ناحیه‌ای در فاز قبلی تنها یک نمونه سنگی مینرالیزه به شماره 120m1 از این محدوده اخذ گردیده است. در جدول زیر نتیجه آنالیز مربوط به نمونه 120m1 آمده است.

| Au (PPM) | Cu (%) | Pb (%) | Zn (%) | عنصر |
|----------|--------|--------|--------|--------------|
| 6.29 | 1.43 | 8.43 | 1.17 | مقدار آنالیز |

همانطور که در جدول قابل مشاهده است، این نمونه مقادیر قابل توجهی را که از خود نشان داده است. به همین دلیل لازم شد که منطقه مورد بررسی بیشتری قرار بگیرد.

فصل دوم

نمونه برداری

1-2) مقدمه

نمونه‌برداری، تجزیه نمونه‌ها و تفسیر نتایج سه بخش اساسی در ژئوشیمی اکتشافی هستند. در صورتیکه خطائی در تجزیه نمونه‌ها رخ دهد باید بار دیگر آنرا تکرار کرد و به تفسیر مجدد داده‌ها پرداخت. ولی در صورت ایجاد خطا در نمونه‌برداری نه تنها باید این مرحله را تکرار کرد بلکه باید تجزیه نمونه‌ها و تفسیر داده‌ها را نیز دوباره انجام داد که در مجموع مخارج زیادی را در بر می‌گیرد. بنابراین نمونه‌برداری صحیح از اهمیت خاصی برخوردار است. در نمونه‌برداری دست‌کم باید سه پارامتر را در نظر داشت:

1- تعیین مناسب‌ترین محیط نمونه‌برداری به عنوان تابعی از اهداف پروژه

2- رعایت نکات فنی نمونه‌برداری به منظور برداشت نمونه معرف

3- طراحی شبکه نمونه‌برداری بهینه

نمونه‌ها باید در حد قابل قبولی معرف باشند. تعداد نمونه‌ها باید در حدی باشد که موجب کشف حاله‌های ثانوی عناصر مختلف در حوضه‌های آبریز شود. بنابراین انتخاب نمونه مناسب مستلزم داشتن اطلاع کافی از مقیاس پروژه، نوع عناصر مورد اکتشاف و نهایتاً محیط مناسب برای نمونه‌برداری است.

2-2) طراحی شبکه نمونه‌برداری

جهت انجام نمونه‌برداری ژئوشیمیایی، نیاز به طراحی شبکه نمونه‌برداری می‌باشد. برای این کار نقشه توپوگرافی 1:25000 مربوطه تهیه گردید. سپس نقشه آبراهه منطقه با نقشه زمین‌شناسی و داده‌های ژئوفیزیک هوایی تلفیق گردید و طراحی شبکه نمونه‌برداری بر روی این نقشه طوری انجام گردید که حداکثر سازگاری را با روش مرکز ثقل داشته باشد. درجه مرکز ثقل را عوامل متعددی نظیر چین‌شناسی، سنگ‌شناسی، آلتراسیون و تکتونیک کنترل می‌کنند، در این محدوده در

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

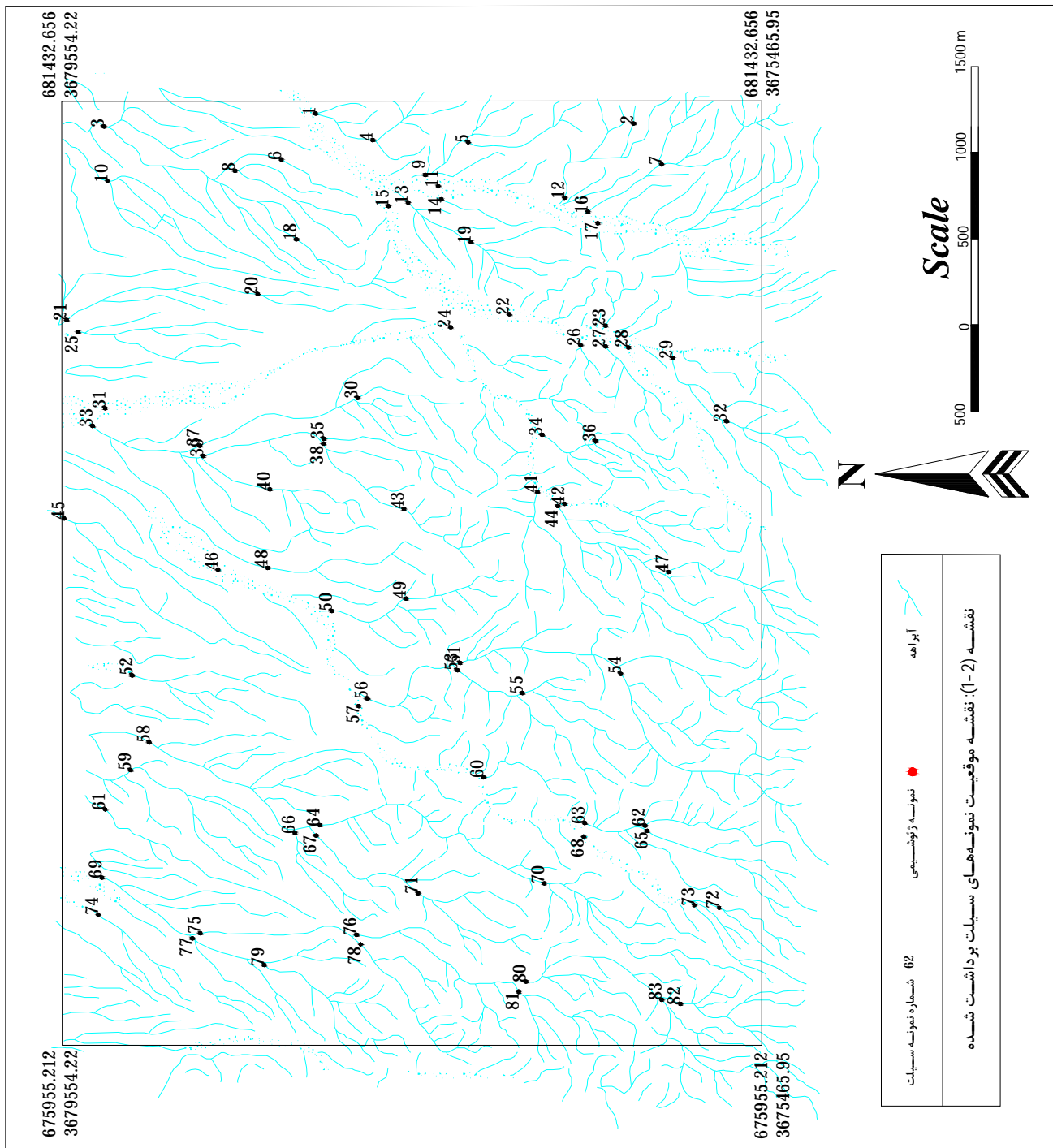
محل‌هایی که از لحاظ نقشه ژئوفیزیک هوایی، زمین‌شناسی، تکتونیک و نتایج حاصل از فاز قبلی اکتشاف زمینه‌ای مناسب برای کانه‌زایی را داشته‌اند، تراکم نمونه برداری افزایش یافته‌است.

3-2) عملیات نمونه‌برداری

در این عملیات، پس از یافتن محل نمونه‌ها و کنترل آن با نقشه و دستگاه GPS از رسوب آبراهه با الک جزء ریزتر از مش 80 رسوب آبراهه برداشت گردید. در برداشت این نمونه‌ها که در واقع بخش سیلت و رس رسوب آبراهه را شامل می‌شود، رعایت نکات لازم به منظور اجتناب از هر گونه آلودگی و خطا گردیده است تا نمونه بطور کامل معرف حوضه بالادست باشد.

نمونه ژئوشیمیایی برداشت شده از حدود 200 گرم جزء 80- مش رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد که پس از الک کردن رسوب خشک در محل، درون کیسه پلاستیکی ریخته‌شده و شماره‌گذاری گردیده‌است.

پس از اتمام نمونه‌برداری و حذف یا اضافه‌شدن نمونه‌های لازم، در نهایت تعداد 83 نمونه ژئوشیمیایی، بدست آمد. بنابراین تراکم شبکه نمونه‌برداری برای این محدوده با وسعت تقریبی 25 کیلومتر، 3/3 نمونه برای هر کیلومتر مربع می‌باشد. نقشه (2-1) موقعیت نمونه‌های برداشت‌شده را در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد.



4-2) آماده‌سازی نمونه‌ها

اهمیت مراحل اکتشافی و صحت هر کدام از آنها در اخذ نتایج نهایی و کشف نهشته‌های پنهان نقش به‌سزایی دارد و دقت در حسن اجرای هر مرحله متضمن حصول نتایج واقعی است. پس دقت در تمام مراحل لازمه انجام کار درست می‌باشد.

83 نمونه ژئوشیمی، پس از کنترل نهایی جهت آماده‌سازی به واحد نمونه‌کوبی آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور منتقل گردید. وزن نمونه‌ها حدود 200 گرم بوده و با استناد به رفرنس‌های علمی ژئوشیمی و با توجه به اینکه قطر ذرات کمتر از 80 میکرومتر می‌باشد، بیش از 23869 ذره در هر گرم آن موجود است. لذا تقسیم نمونه‌ها و برداشت زیر نمونه‌های آزمایشگاهی به وزن 300 میلی‌گرم از آن با کمتر از 8000 ذره با خطا همراه می‌باشد، زیرا دارای کمتر از 100000 ذره است.

بنابراین اگر قطر ذرات نمونه را تا 200- میکرومتر کاهش دهیم در هر گرم آن بیش از 372953 ذره موجود خواهد بود. در نتیجه با برداشت زیر نمونه‌های 300 میلی‌گرمی (که در آن بیش از 100000 ذره وجود دارد) با خطای قابل قبولی روبرو خواهیم بود.

5-2) آنالیز نمونه‌ها

نمونه‌های ژئوشیمیایی پس از نرمایش، به منظور آنالیز به آزمایشگاه کرج سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ارسال گردید. این نمونه‌ها برای 44 عنصر که در جدول (2-1) آمده، مورد آنالیز قرار گرفتند. در این جدول حد حساسیت عناصر همراه با روش آنالیز آورده شده است.

جدول (1-2): حد حساسیت عناصر همراه با روش آنالیز

| Element s | Method | Unit | Detection Limit | Element s | Method | Unit | Detectio n Limit |
|-----------|--------|------|-----------------|-----------|--------|------|------------------|
| Au | ES | ppb | 1 | Ti | ICP | ppm | 10 |
| Hg | AA | ppm | 0.05 | Zr | ICP | ppm | 1 |
| Sb | AA | ppm | 0.5 | V | ICP | ppm | 2 |
| Bi | AA | ppm | 0.1 | Cr | ICP | ppm | 2 |
| Cs | ICP | ppm | 0.5 | Mn | ICP | ppm | 5 |
| Mo | ICP | ppm | 0.3 | Fe | ICP | ppm | 50 |
| Co | ICP | ppm | 0.5 | Ni | ICP | ppm | 1 |
| Ag | ICP | ppm | 0.1 | Zn | ICP | ppm | 0.5 |
| Cd | ICP | ppm | 0.1 | Al | ICP | ppm | 10 |
| Pb | ICP | ppm | 0.5 | Ca | ICP | ppm | 10 |
| As | ICP | ppm | 1 | Ce | ICP | ppm | 0.5 |
| Rb | ICP | ppm | 0.1 | Cu | ICP | ppm | 0.5 |
| W | ICP | ppm | 1 | K | ICP | ppm | 10 |
| P | ICP | ppm | 10 | La | ICP | ppm | 10 |
| S | ICP | ppm | 50 | Sc | ICP | ppm | 0.1 |
| Tl | ICP | ppm | 0.2 | Th | ICP | ppm | 1 |
| Sn | ICP | ppm | 1 | Yb | ICP | ppm | 0.1 |
| Te | ICP | ppm | 0.01 | Na | ICP | ppm | 10 |
| U | ICP | ppm | 1 | Mg | ICP | ppm | 10 |
| Li | ICP | ppm | 0.2 | Y | ICP | ppm | 0.2 |
| Be | ICP | ppm | 0.1 | Sr | ICP | ppm | 0.1 |
| Ba | ICP | ppm | 0.2 | | | | |

فصل سوم

پردازش داده‌ها

3-1) مقدمه

پردازش داده‌ها مرحله‌ای است که طی آن به حجم زیاد اطلاعات گردآوری شده سامان داده می‌شود و با اعمال محاسبات آماری و زمین‌آماری گوناگون اطلاعات به شکل قابل تفسیر درمی‌آیند. در طی این مراحل کنترل‌های مختلفی صورت می‌گیرد تا از بروز خطاهای احتمالی جلوگیری شود. هدف از اکتشافات ژئوشیمیایی، معرفی آنومالی‌های ژئوشیمیایی در ارتباط با کانی‌سازی می‌باشد. ولی نباید تصور کرد که منظور از این آنومالی وجود مقادیر بسیار بالای یک یا چند عنصر در محیط نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد، بلکه چنین آنومالی براساس میزان انحراف داده‌های ژئوشیمیایی از یک سری مقادیر ناحیه‌ای که تحت عنوان زمینه نامیده می‌شود، شناخته و مشخص می‌گردد. وظیفه چنین شناخت و جدایشی برعهده پردازش آماری داده‌های ژئوشیمیایی است. در واقع در پردازش‌های آماری نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی تحت عنوان یک جامعه آماری توسط روش‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند، ارتباط پاراژنری عناصر بایکدیگر بررسی می‌گردد، مقادیر زمینه شناسایی شده و براساس آن آنومالی معرفی می‌گردد. البته لازم به ذکر است که تعداد زیادی از آنومالی‌های ژئوشیمیایی وجود دارند که در ارتباط با کانی‌سازی نبوده و در نهایت بعنوان آنومالی کاذب معرفی می‌گردند، که یکی از نتایج پردازش ژئوشیمیایی تفکیک آنومالی‌های مرتبط با کانی‌سازی از نوع کاذب می‌باشد.

3-2) تخمین مقادیر سنسورد

شرط لازم جهت پردازش‌های آماری داده‌ها، حضور داده‌های عددی و غیر سنسورد است. داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود که به دلیل اینکه خارج از محدوده حد حساسیت و قابلیت اندازه‌گیری دستگاه است، بصورت کوچکتر یا بزرگتر حد حساسیت بیان می‌شود. حضور مقادیر سنسورد، پردازش داده‌ها را با خلل مواجه می‌کند، بهمین علت عناصری که تعداد مقادیر سنسورد آنها زیاد است از پردازش حذف می‌شوند ولی اگر تعداد داده‌های سنسورد در حد قابل

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

قبول باشد، مقادیر آن باید توسط روش های مختلف جایگزین شده و مانند مابقی داده‌های غیر سنسورد مورد استفاده قرار گیرد. در جدول (1-3) عناصر سنسورد به همراه مقدار جایگزینی آمده است. بقیه عناصر همگی دارای مقادیر غیرسنسورد بوده‌اند.

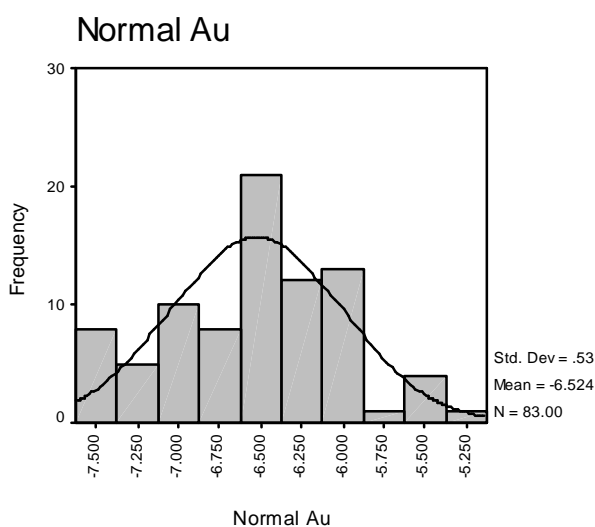
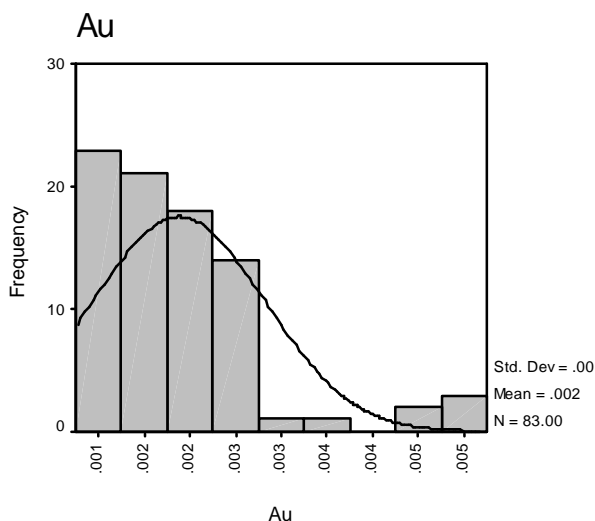
جدول (1-3): عناصر سنسورد به همراه مقدار جایگزینی

| مقدار جایگزینی | تعداد سنسورد | حد حساسیت | عنصر |
|----------------|--------------|------------|------|
| 0/75 (ppb) | 8 | 1 (ppb) | Au |
| ۰.۰۳۷۵ (ppm) | 62 | 0/05 (ppm) | Hg |
| ۰.۰۳۷۵ (ppm) | 28 | 0/05 (ppm) | Ag |

3-3) بررسی داده‌های خام:

منظور از داده خام، داده‌ای است که در ابتدای پردازش به عنوان ورودی پروژه وجود دارد و هیچگونه پردازشی بر روی آن صورت نگرفته است. در پردازش آماری داده‌ها، قدم اول شناخت ماهیت تابع توزیع و خصلت‌های آماری مربوط به آنها می‌باشد. چرا که پردازش بر روی داده‌هایی که خصلت ناشناخته دارند، با دید بسته‌ای صورت می‌گیرد و احتمال بروز خطا در آن بسیار بالا می‌رود. بطور کلی 23 عنصر جهت پردازش مشخص گردیدند. جهت بررسی داده‌های خام ابتدا اقدام به محاسبه پارامترهای آماری مهم نظیر میانگین¹، میانه²، انحراف معیار³، واریانس⁴، چولگی⁵، کشیدگی⁶، مینیمم مقدار و ماکزیمم مقدار مربوط به هر عنصر به همراه ترسیم هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده مربوط به آنها گردید که در اشکال (1-3) تا (22-3) آمده است.

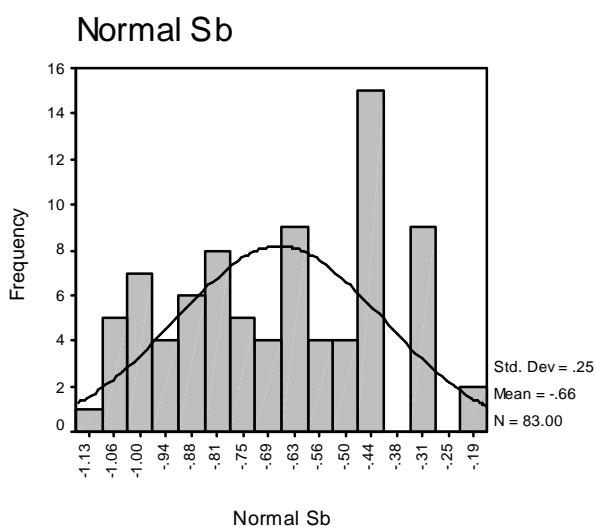
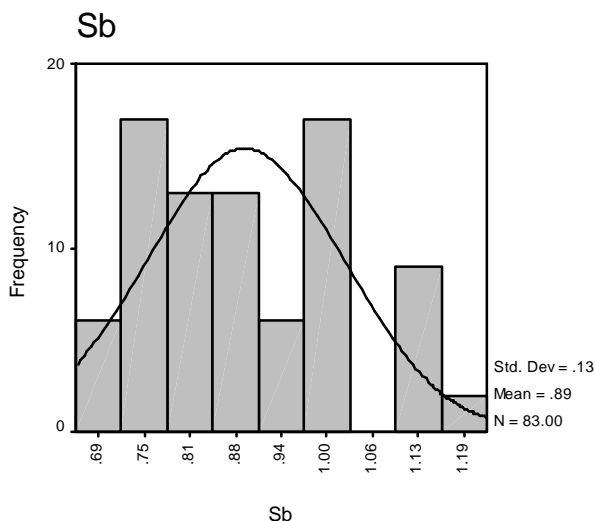
-
- 1- Mean
 - 2- Median
 - 3- Standard Deviation
 - 4- Variance
 - 5- Skewness
 - 6- Kurtosis



Statistics

| | | Au | Normal Au |
|------------------------|---------|-------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | .0019 | -6.5240 |
| Median | | .0017 | -6.5003 |
| Std. Deviation | | .0009 | .5265 |
| Variance | | .0000 | .2772 |
| Skewness | | 1.615 | .000 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 3.218 | -.096 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .0008 | -7.50 |
| Maximum | | .0052 | -5.30 |

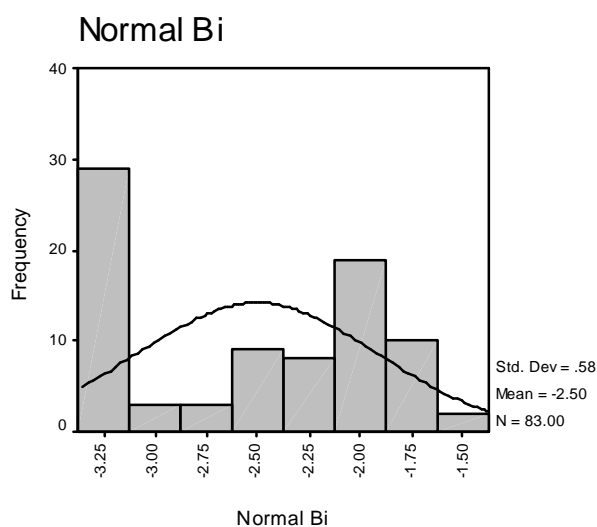
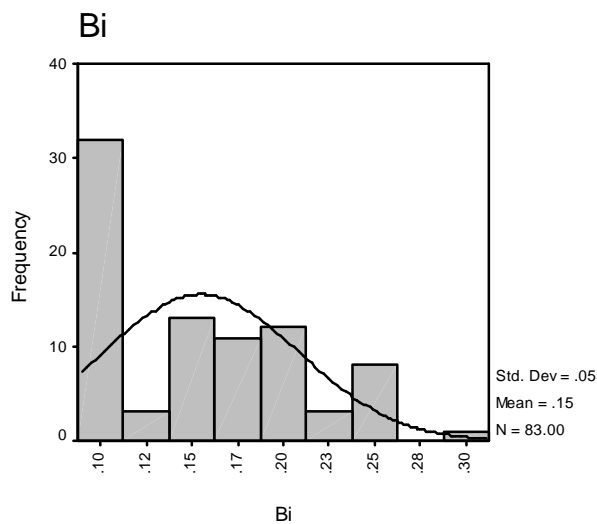
شکل (3-1): پارامترهای آماری عنصر طلا به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Sb | Noraml Sb |
|------------------------|---------|--------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | .8877 | -.6612 |
| Median | | .8800 | -.6444 |
| Std. Deviation | | .13419 | .25295 |
| Variance | | .01801 | .06399 |
| Skewness | | .356 | .000 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | -.841 | -1.098 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .68 | -1.12 |
| Maximum | | 1.20 | -.17 |

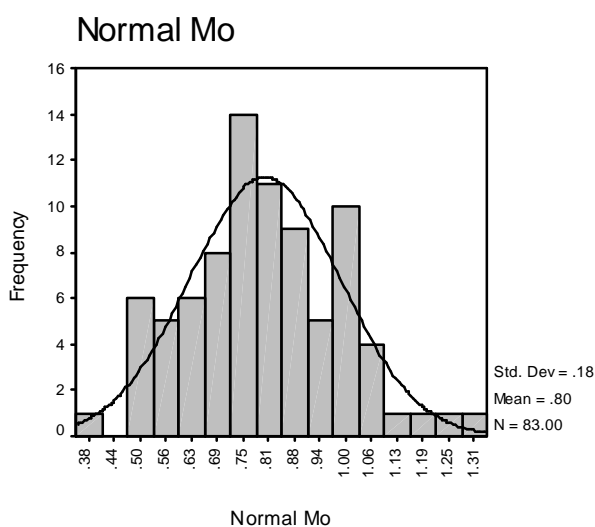
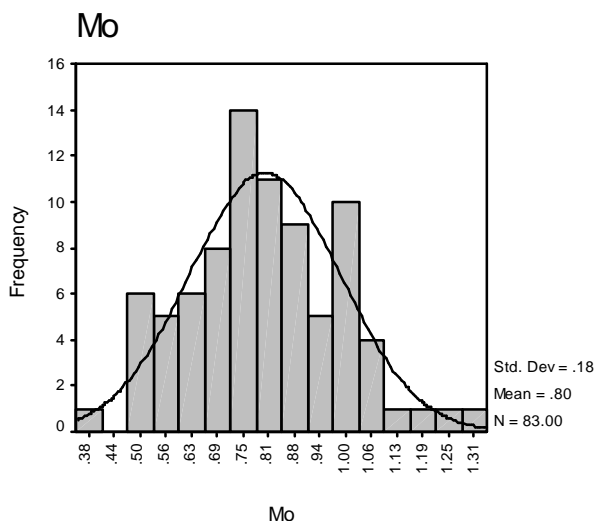
شکل (2-3): پارامترهای آماری عنصر آنتی‌موان به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Bi | Noraml Bi |
|------------------------|---------|-----------|------------------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | .1548 | -2.5023 |
| Median | | .1500 | -2.3925 |
| Std. Deviation | | .05322 | .58244 |
| Variance | | .00283 | .33923 |
| Skewness | | .574 | .000 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | -.656 | -1.533 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .10 | -3.18 |
| Maximum | | .30 | -1.42 |

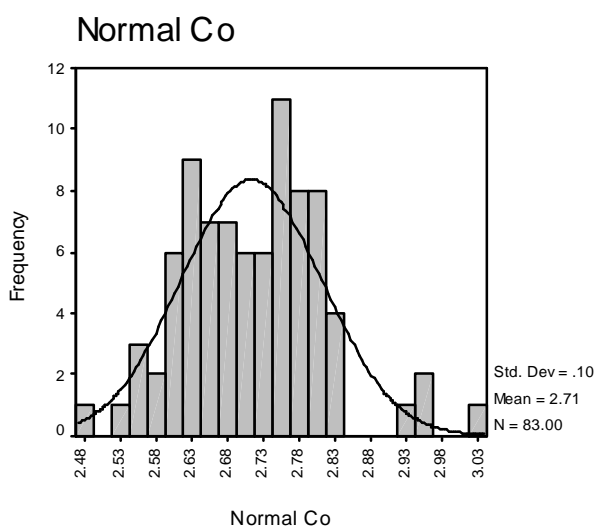
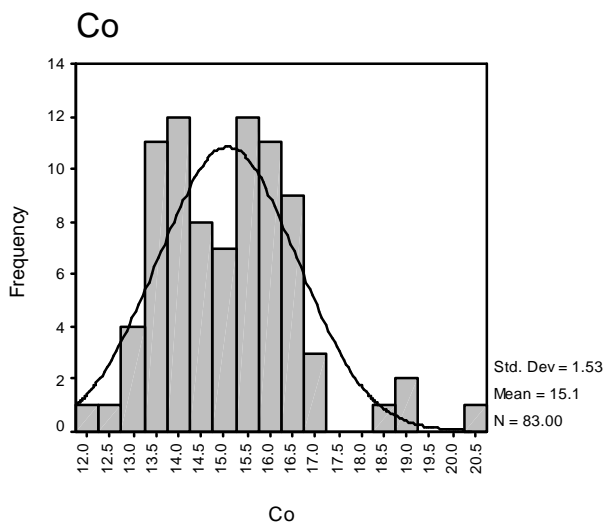
شکل (3-3): پارامترهای آماری عنصر بیسموت به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Mo | Noraml Mo |
|------------------------|---------|-------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | .804 | .804 |
| Median | | .785 | .785 |
| Std. Deviation | | .184 | .184 |
| Variance | | .034 | .034 |
| Skewness | | .235 | .235 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | -.039 | -.039 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .385 | .385 |
| Maximum | | 1.320 | 1.320 |

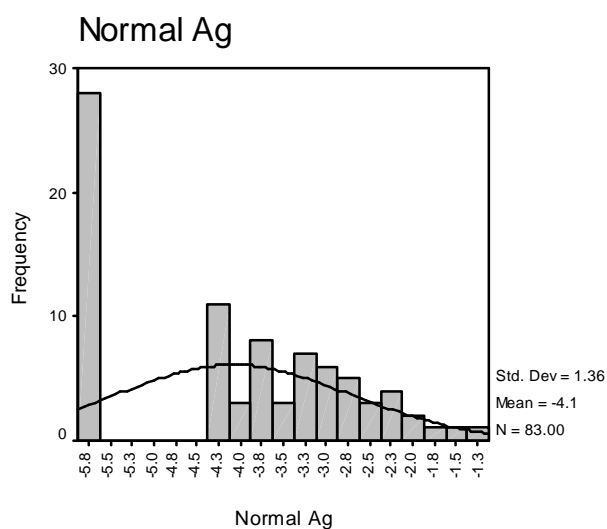
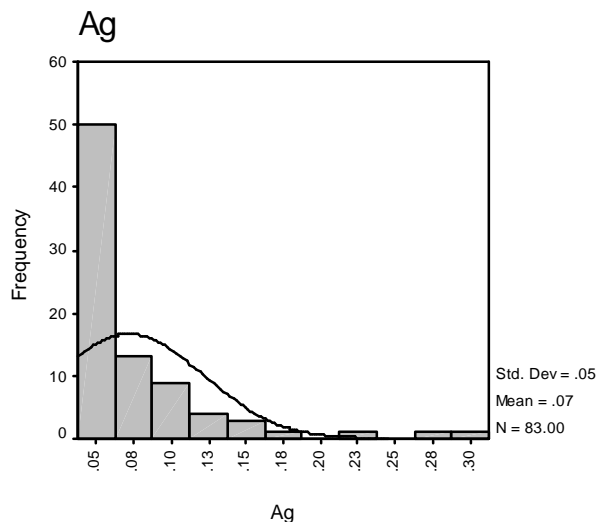
شکل (3-4): پارامترهای آماری عنصر مولیبدن به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Co | Noraml Co |
|------------------------|---------|---------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 15.0745 | 2.7081 |
| Median | | 15.0247 | 2.7097 |
| Std. Deviation | | 1.5256 | .09871 |
| Variance | | 2.3274 | .00974 |
| Skewness | | .820 | .439 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 1.588 | .715 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | 11.8373 | 2.47 |
| Maximum | | 20.5433 | 3.02 |

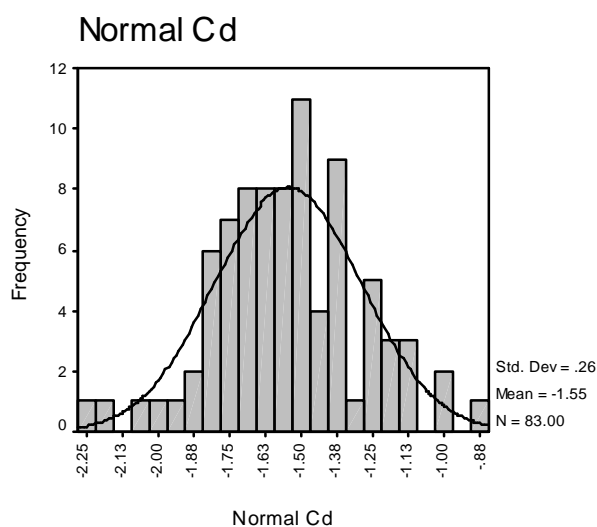
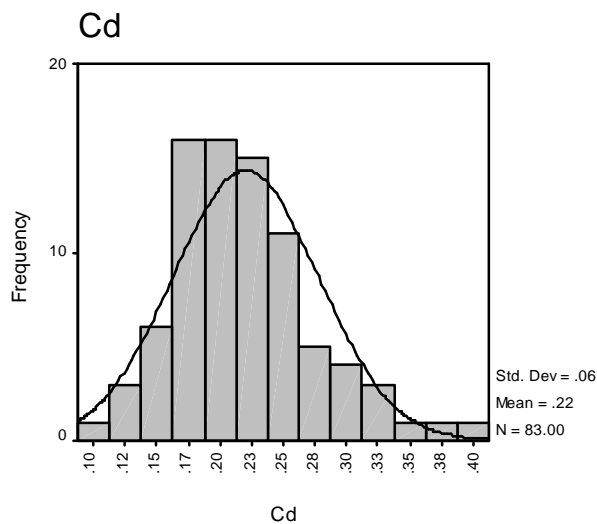
شکل (3-5): پارامترهای آماری عنصر کبالت به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Ag | Noraml Ag |
|------------------------|---------|----------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | .071807 | -4.0788 |
| Median | | .053707 | -3.9431 |
| Std. Deviation | | .0495272 | 1.35569 |
| Variance | | .0024529 | 1.83788 |
| Skewness | | 2.562 | .000 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 7.755 | -1.232 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .0375 | -5.75 |
| Maximum | | .2900 | -1.36 |

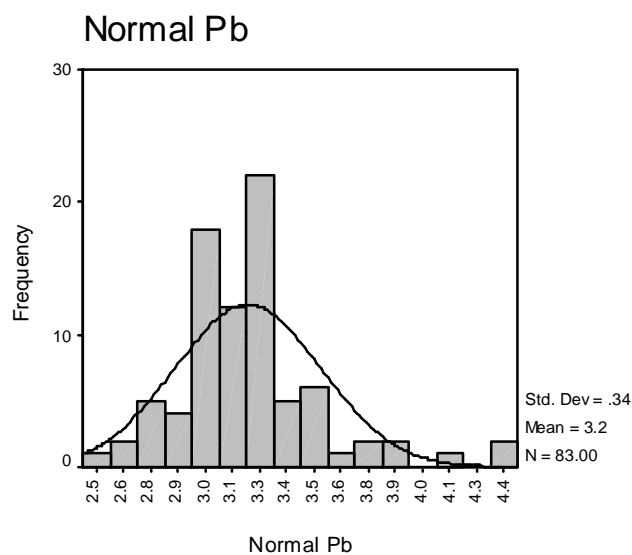
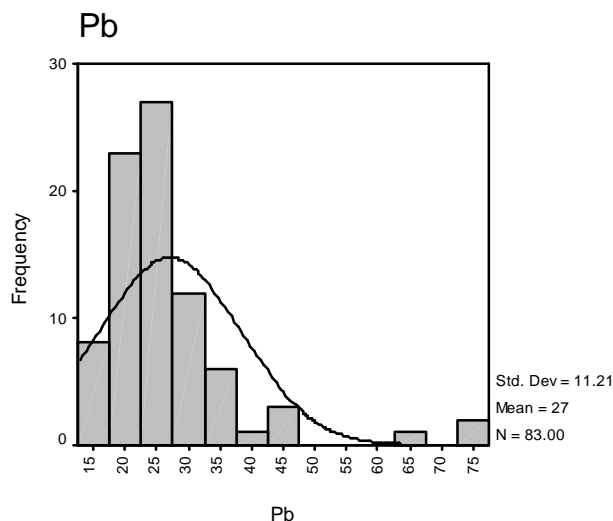
شکل (3-6): پارامترهای آماری عنصر نقره به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Cd | Noraml Cd |
|------------------------|---------|-------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | .220 | -1.545 |
| Median | | .210 | -1.561 |
| Std. Deviation | | .058 | .256 |
| Variance | | .003 | .066 |
| Skewness | | .868 | .024 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 1.072 | .382 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .106 | -2.248 |
| Maximum | | .411 | -.888 |

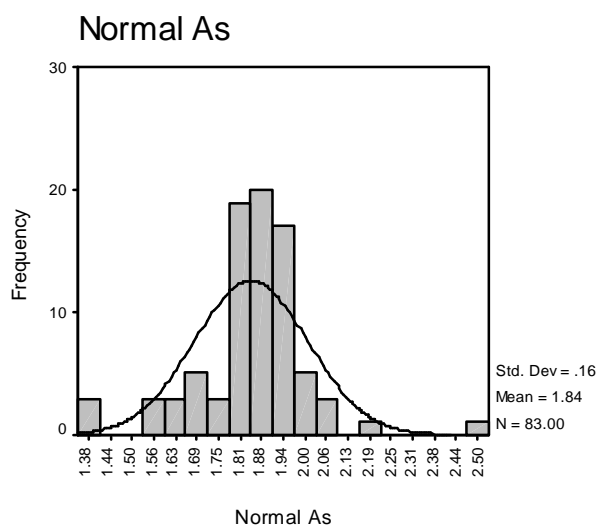
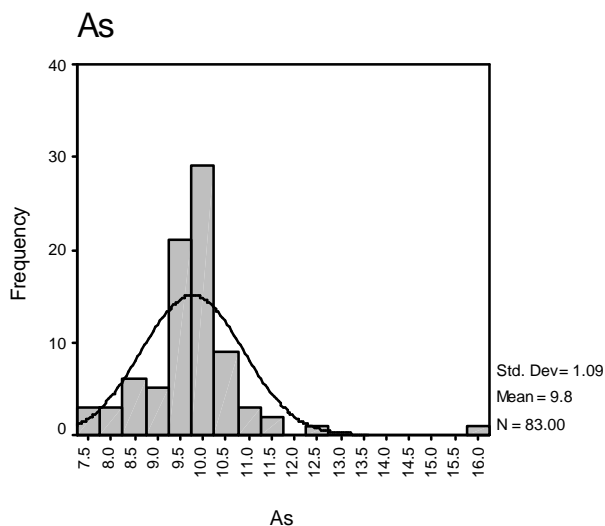
شکل (3-7): پارامترهای آماری عنصر کادمیوم به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Pb | Noraml Pb |
|------------------------|---------|---------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 27.073 | 3.197 |
| Median | | 25.223 | 3.187 |
| Std. Deviation | | 11.212 | .337 |
| Variance | | 125.715 | .113 |
| Skewness | | 2.726 | 1.100 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 9.264 | 2.438 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | 13.809 | 2.550 |
| Maximum | | 77.352 | 4.335 |

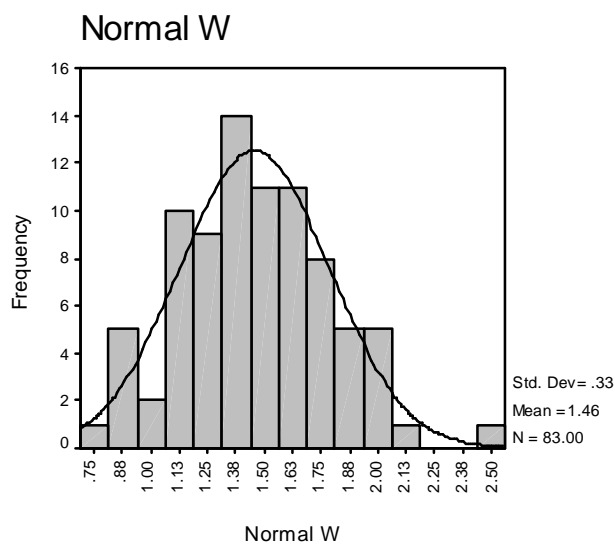
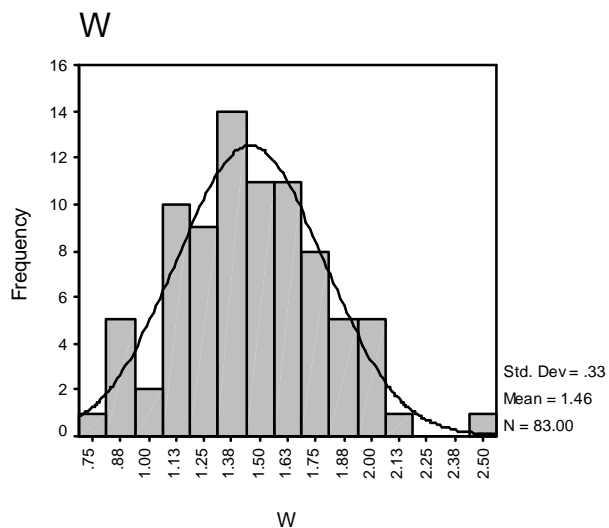
شکل (8-3): پارامترهای آماری عنصر سرب به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | As | Noraml As |
|------------------------|---------|---------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 9.7756 | 1.8444 |
| Median | | 9.8119 | 1.8634 |
| Std. Deviation | | 1.0944 | .16403 |
| Variance | | 1.1976 | .02691 |
| Skewness | | 1.7236 | .000 |
| Std. Error of Skewness | | .2642 | .264 |
| Kurtosis | | 10.5425 | 4.112 |
| Std. Error of Kurtosis | | .5226 | .523 |
| Minimum | | 7.2882 | 1.37 |
| Maximum | | 15.7547 | 2.52 |

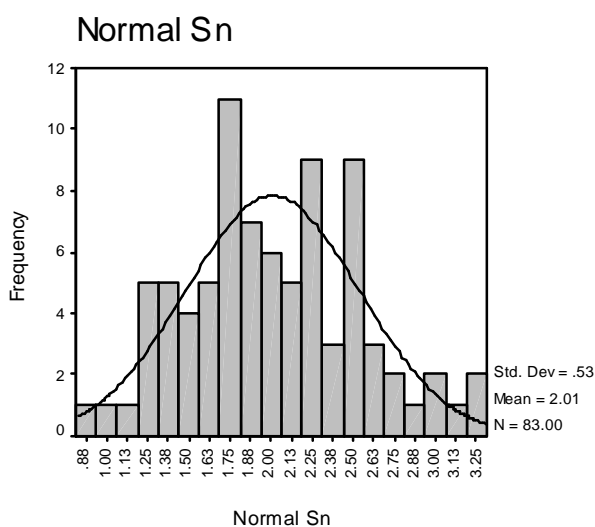
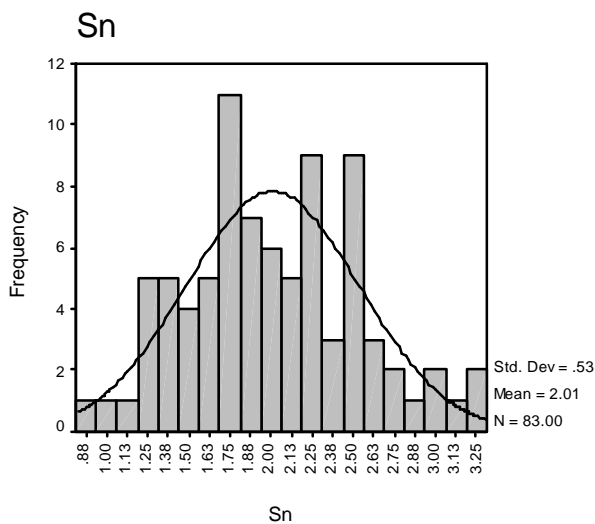
شکل (9-3): پارامترهای آماری عنصر آرسنیک به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | W | Noraml W |
|------------------------|---------|-------|----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 1.457 | 1.457 |
| Median | | 1.457 | 1.457 |
| Std. Deviation | | .330 | .330 |
| Variance | | .109 | .109 |
| Skewness | | .306 | .306 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | .342 | .342 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .714 | .714 |
| Maximum | | 2.501 | 2.501 |

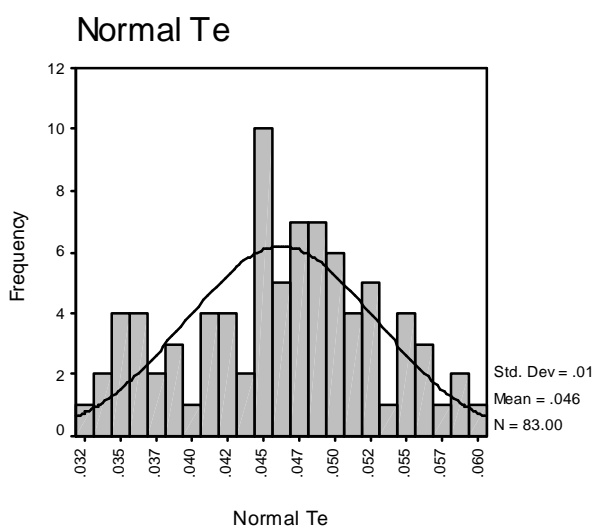
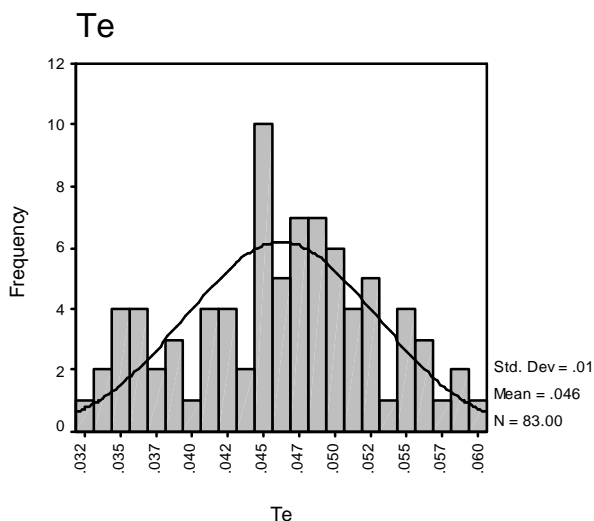
شکل (3-10): پارامترهای آماری عنصر تنگستن به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Sn | Noraml Sn |
|------------------------|---------|-------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 2.010 | 2.010 |
| Median | | 1.967 | 1.967 |
| Std. Deviation | | .527 | .527 |
| Variance | | .278 | .278 |
| Skewness | | .208 | .208 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | -.398 | -.398 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .933 | .933 |
| Maximum | | 3.241 | 3.241 |

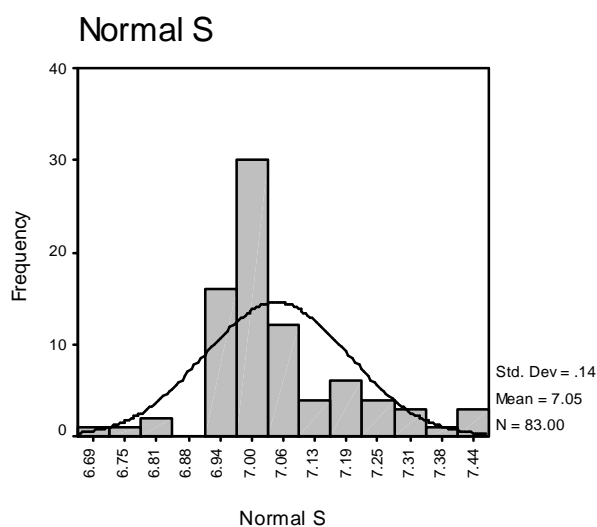
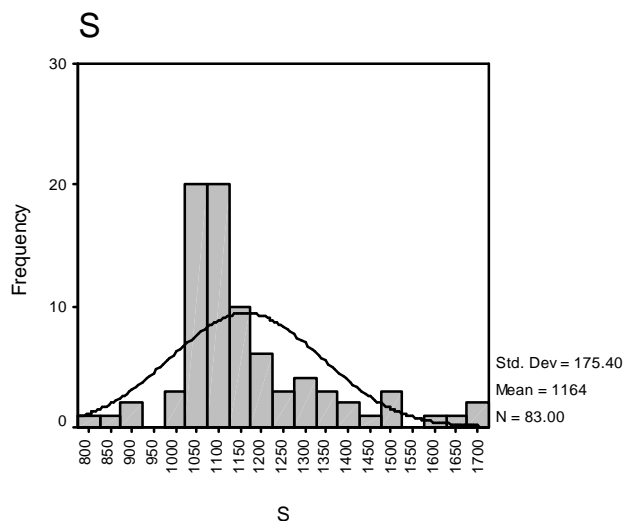
شکل (3-11): پارامترهای آماری عنصر قلع به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Te | Noraml Te |
|------------------------|---------|-----------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | .0462 | .0462 |
| Median | | .0465 | .0465 |
| Std. Deviation | | .0067 | .0067 |
| Variance | | .00004467 | .00004467 |
| Skewness | | -.1526 | -.1526 |
| Std. Error of Skewness | | .2642 | .2642 |
| Kurtosis | | -.5562 | -.5562 |
| Std. Error of Kurtosis | | .5226 | .5226 |
| Minimum | | .0328 | .0328 |
| Maximum | | .0604 | .0604 |

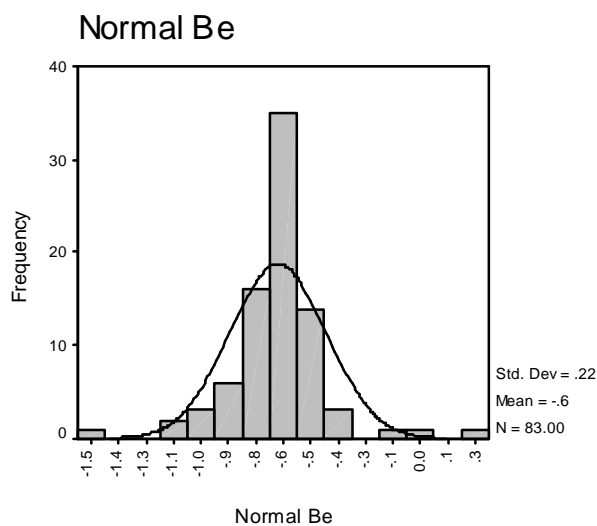
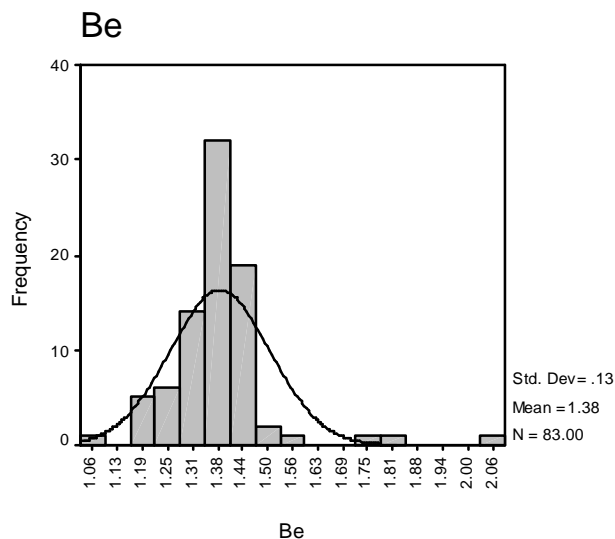
شکل (3-12): پارامترهای آماری عنصر تلور به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | S | Noraml S |
|------------------------|---------|----------|-----------------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 1163.69 | 7.049 |
| Median | | 1111.02 | 7.013 |
| Std. Deviation | | 175.40 | .142 |
| Variance | | 30763.49 | .020 |
| Skewness | | 1.229 | .744 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 1.704 | 1.109 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | 790.401 | 6.673 |
| Maximum | | 1700.000 | 7.438 |

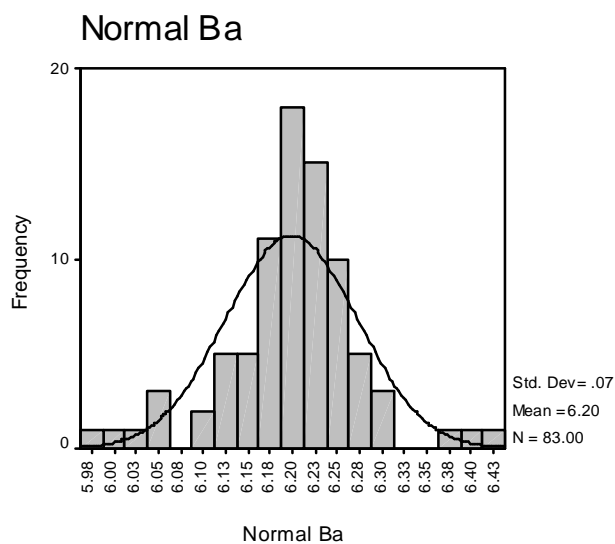
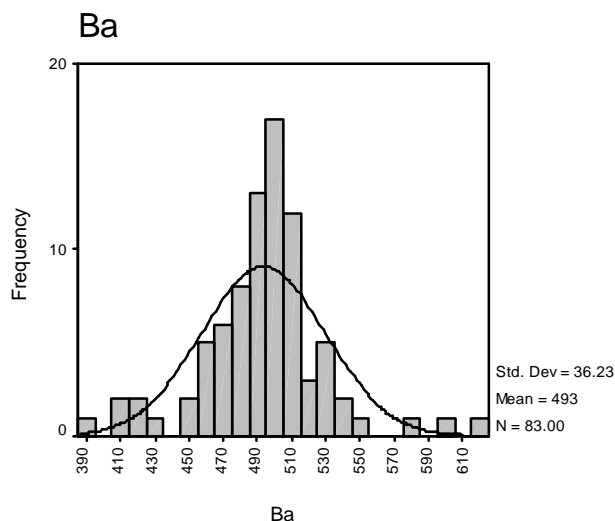
شکل (3-13): پارامترهای آماری عنصر گوگرد به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Be | Noraml Be |
|------------------------|---------|--------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 1.380 | -.648 |
| Median | | 1.380 | -.626 |
| Std. Deviation | | .127 | .220 |
| Variance | | .016 | .048 |
| Skewness | | 2.222 | .000 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 11.074 | 4.706 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | 1.074 | -1.474 |
| Maximum | | 2.061 | .196 |

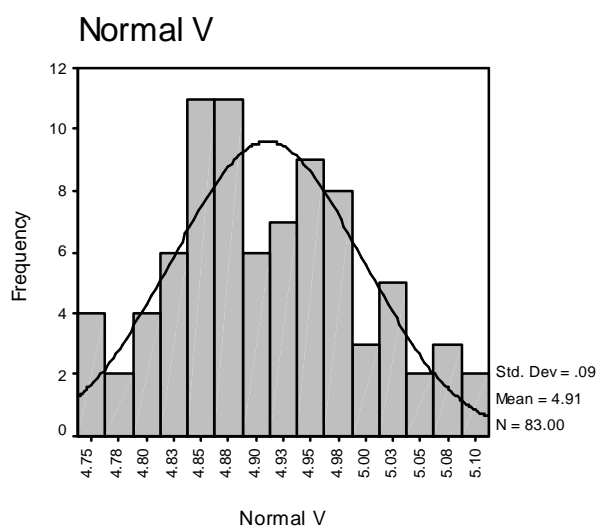
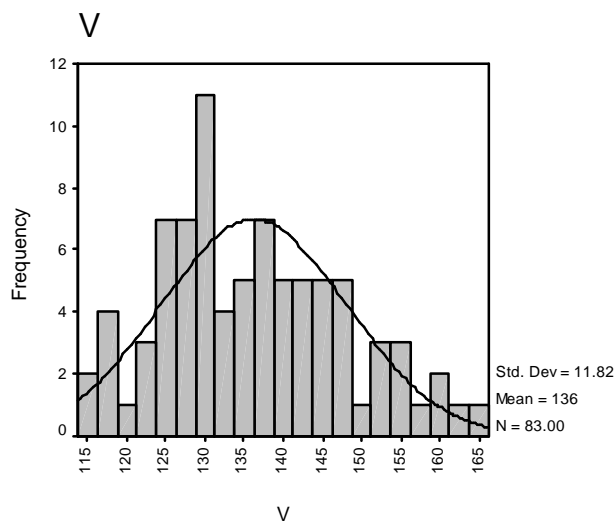
شکل (3-14): پارامترهای آماری عنصر بریلیوم به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Ba | Noraml Ba |
|------------------------|---------|----------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 493.391 | 6.199 |
| Median | | 495.636 | 6.206 |
| Std. Deviation | | 36.232 | .074 |
| Variance | | 1312.740 | .005 |
| Skewness | | .223 | -.235 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 2.555 | 2.227 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | 392.418 | 5.972 |
| Maximum | | 620.000 | 6.430 |

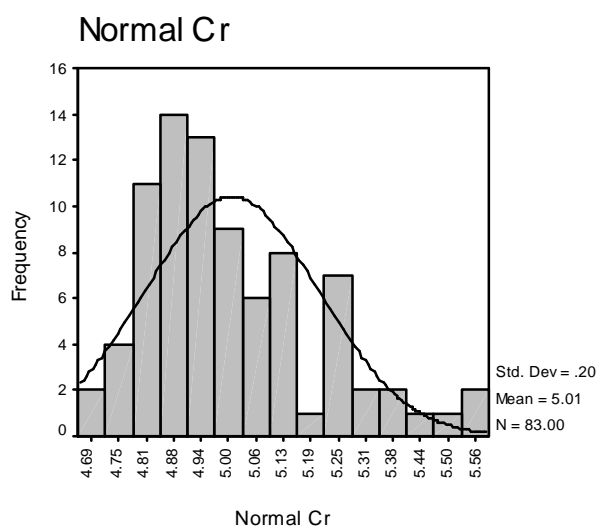
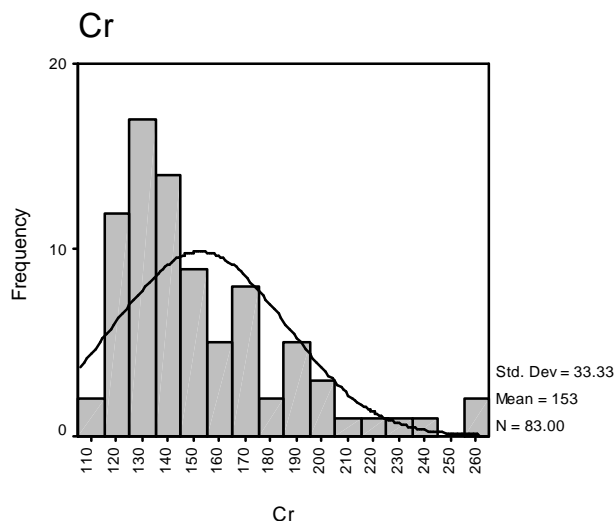
شکل (3-15): پارامترهای آماری عنصر باریوم به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | V | Noraml V |
|------------------------|---------|----------|----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 136.2258 | 4.9106 |
| Median | | 135.5164 | 4.9091 |
| Std. Deviation | | 11.8218 | .0860 |
| Variance | | 139.7542 | .0074 |
| Skewness | | .3706 | .1958 |
| Std. Error of Skewness | | .2642 | .2642 |
| Kurtosis | | -.4796 | -.5890 |
| Std. Error of Kurtosis | | .5226 | .5226 |
| Minimum | | 115.0802 | 4.7456 |
| Maximum | | 164.0000 | 5.0999 |

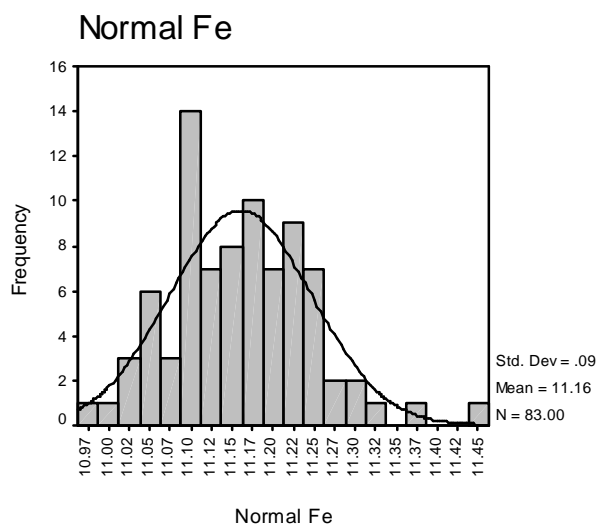
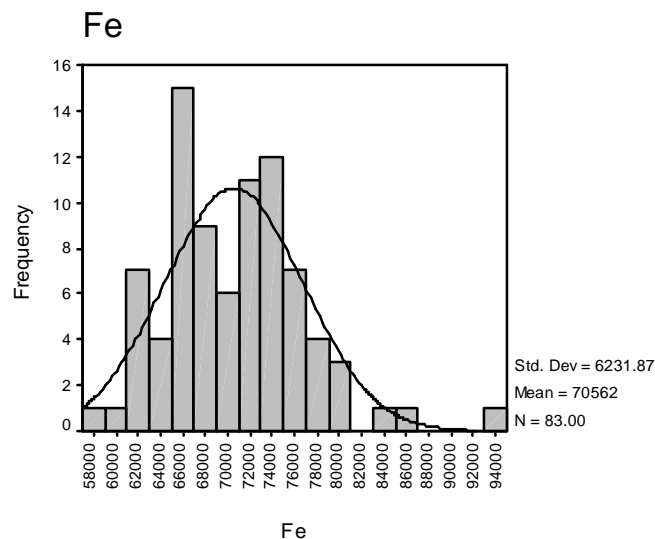
شکل (3-16): پارامترهای آماری عنصر وانادیم به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Cr | Normal Cr |
|------------------------|---------|----------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 152.667 | 5.008 |
| Median | | 142.772 | 4.961 |
| Std. Deviation | | 33.326 | .198 |
| Variance | | 1110.627 | .039 |
| Skewness | | 1.426 | .940 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 1.948 | .469 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | 110.301 | 4.703 |
| Maximum | | 262.000 | 5.568 |

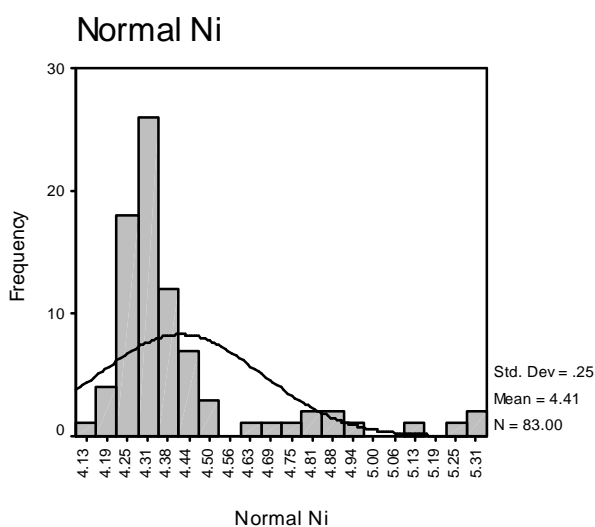
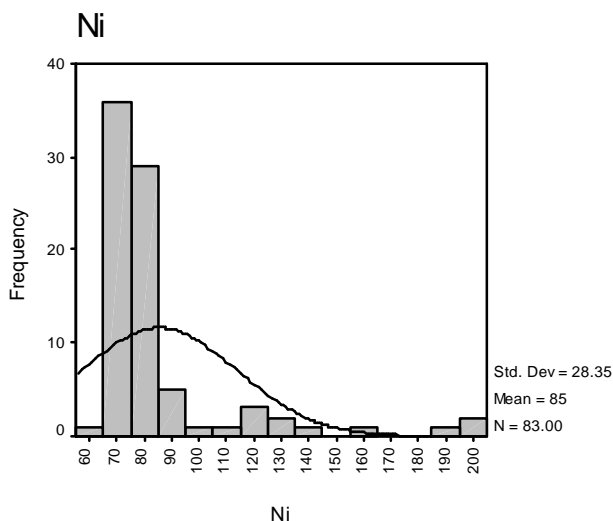
شکل (3-17): پارامترهای آماری عنصر کروم به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Fe | Noraml Fe |
|------------------------|---------|------------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 70561.7320 | 11.1605 |
| Median | | 69798.6328 | 11.1534 |
| Std. Deviation | | 6231.86951 | .08624 |
| Variance | | 38836197.6 | .00744 |
| Skewness | | .844 | .491 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 1.861 | .876 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | 57849.3008 | 10.97 |
| Maximum | | 94653.4141 | 11.46 |

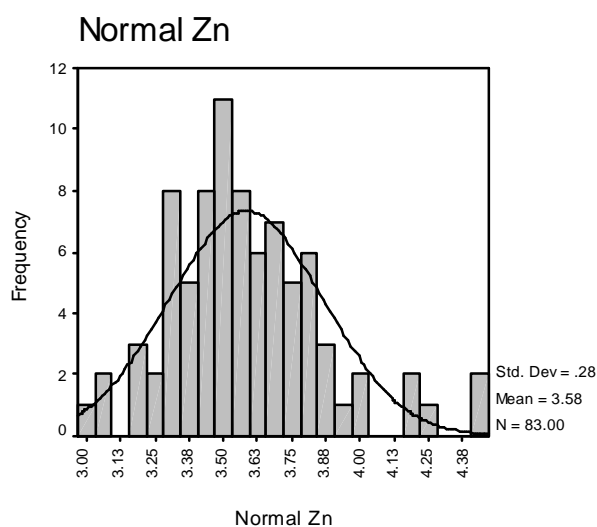
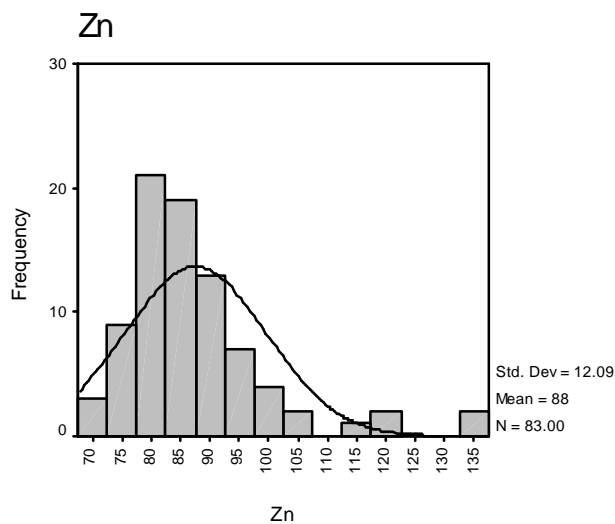
شکل (3-18): پارامترهای آماری عنصر آهن به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Ni | Noraml Ni |
|------------------------|---------|----------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 85.4463 | 4.4110 |
| Median | | 76.0026 | 4.3308 |
| Std. Deviation | | 28.3506 | .2492 |
| Variance | | 803.7547 | .0621 |
| Skewness | | 2.8326 | 2.2391 |
| Std. Error of Skewness | | .2642 | .2642 |
| Kurtosis | | 7.9891 | 4.7007 |
| Std. Error of Kurtosis | | .5226 | .5226 |
| Minimum | | 60.9891 | 4.1107 |
| Maximum | | 200.0000 | 5.2983 |

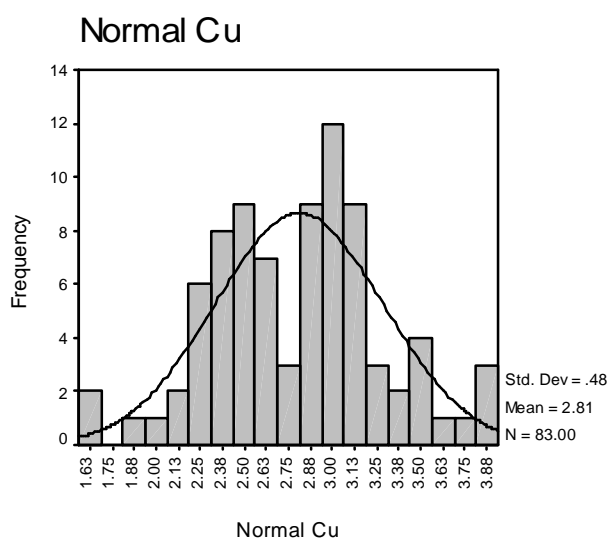
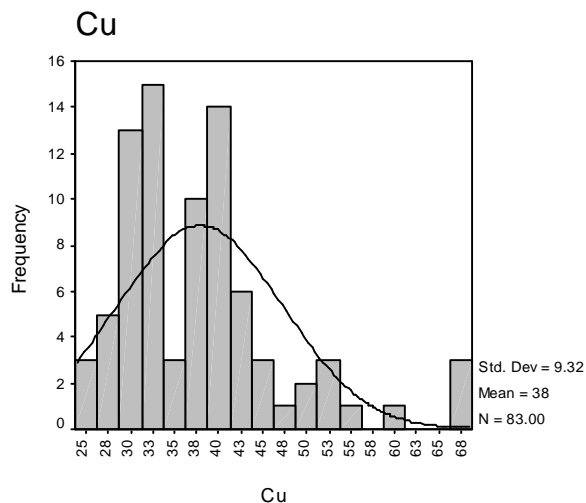
شکل (3-19): پارامترهای آماری عنصر نیکل به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Zn | Noraml Zn |
|------------------------|---------|----------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 87.5327 | 3.5831 |
| Median | | 85.0174 | 3.5558 |
| Std. Deviation | | 12.0906 | .2814 |
| Variance | | 146.1816 | .0792 |
| Skewness | | 1.8469 | .7705 |
| Std. Error of Skewness | | .2642 | .2642 |
| Kurtosis | | 4.4336 | 1.1335 |
| Std. Error of Kurtosis | | .5226 | .5226 |
| Minimum | | 70.5170 | 3.0213 |
| Maximum | | 134.0000 | 4.4308 |

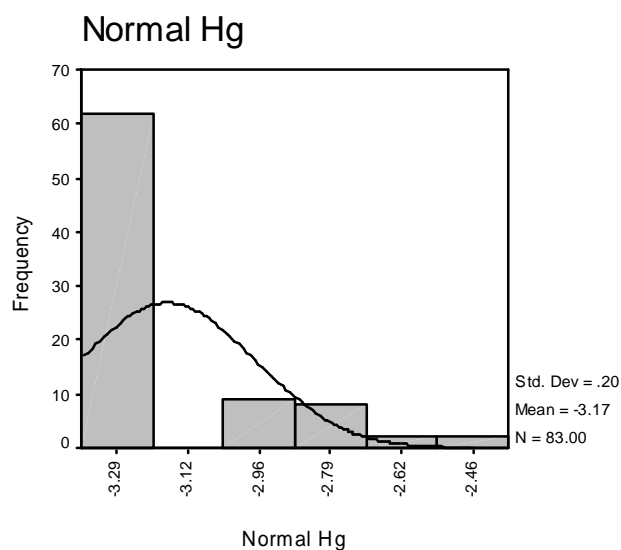
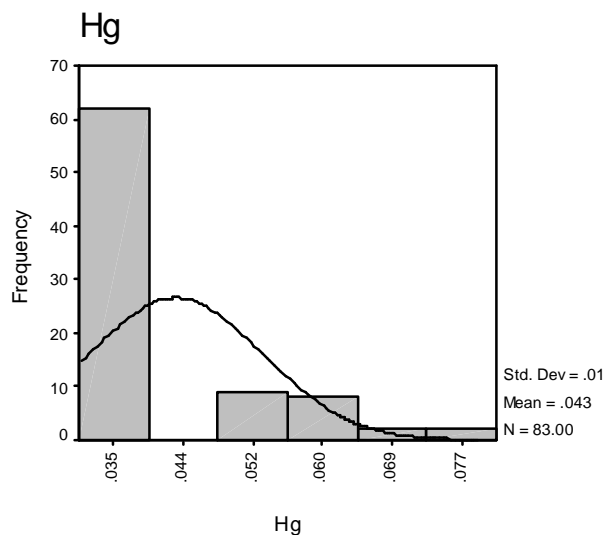
شکل (20-3): پارامترهای آماری عنصر روی به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Cu | Noraml Cu |
|------------------------|---------|-----------|------------------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | 37.8848 | 2.8097 |
| Median | | 36.7399 | 2.8588 |
| Std. Deviation | | 9.3200 | .4778 |
| Variance | | 86.8622 | .2283 |
| Skewness | | 1.3732 | .0003 |
| Std. Error of Skewness | | .2642 | .2642 |
| Kurtosis | | 2.1708 | .0569 |
| Std. Error of Kurtosis | | .5226 | .5226 |
| Minimum | | 24.1864 | 1.5865 |
| Maximum | | 67.8498 | 3.8826 |

شکل (3-21): پارامترهای آماری عنصر مس به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



Statistics

| | | Hg | Noraml Hg |
|------------------------|---------|--------|-----------|
| N | Valid | 83 | 83 |
| | Missing | 0 | 0 |
| Mean | | .0428 | -3.1736 |
| Median | | .0375 | -3.2834 |
| Std. Deviation | | .01037 | .20479 |
| Variance | | .00011 | .04194 |
| Skewness | | 1.984 | 1.686 |
| Std. Error of Skewness | | .264 | .264 |
| Kurtosis | | 3.321 | 1.700 |
| Std. Error of Kurtosis | | .523 | .523 |
| Minimum | | .04 | -3.28 |
| Maximum | | .08 | -2.53 |

شکل (3-22): پارامترهای آماری عنصر جیوه به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده

در بررسی داده‌های خام باید به این نکات توجه داشت:

- عناصری مانند Au, Hg, Ag, Pb, Zn, Cu, Ni, Cr بدلیل وجود مقادیر خارج از رده، توابع شدیداً غیر نرمال می‌باشند.

- عناصری مانند Sb, Mo, Co, Cd, W, S, Sn, Te, Ba به توزیع نرمال نزدیک می‌باشد و از یک تابع نرمال فاصله چندانی ندارند.

- بقیه عناصر غیر نرمال می‌باشند.

بطور کلی حالت چند جامعه‌ای که موجب غیر نرمال شدن توابع می‌گردد یا بدلیل وجود مقادیر زمینه و آنومالی است (که برای ما حائز اهمیت می‌باشد) و یا بدلیل وجود اثر لیتولوژی مختلف می‌باشد که سبب ایجاد این ناهمگنی می‌گردد. در این پروژه، با توجه به مقیاس کاری، عدم تنوع لیتولوژی و کم تاثیر بودن آن بر روی نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین و اهمیت حفظ ماهیت اصلی داده‌های اولیه تا حد امکان، جدایش جوامع سنگی صورت نگرفته است.

3-5) بررسی مقادیر خارج از ردیف¹

هنگام بررسی داده‌ها به مقادیری برمی‌خوریم که در کرانه‌های بالا و پائین جامعه داده‌ها قرار دارند و از جامعه اصلی جدا افتاده‌اند. قبل از انجام هر کاری بر روی داده‌ها، اقدام به بررسی این مقادیر گردید تا ماهیت و اعتبار آنها شناسایی شود و تصمیم درستی در قبال آنها اتخاذ گردد.

مقادیر خارج از ردیف به سه حالت مختلف ممکن است بوجود آیند:

حالت اول: ممکن است از یک خطای سیستماتیک به هنگام نمونه‌برداری، آماده‌سازی یا تجزیه شیمیایی نمونه‌ها ناشی شده باشد که باید از مرحله پردازش داده‌ها حذف یا اصلاح شود.

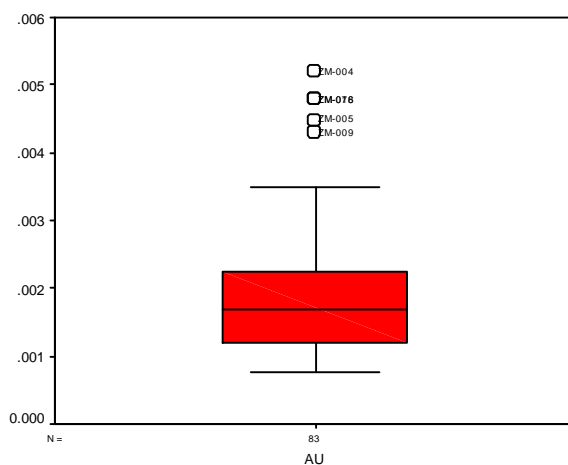
حالت دوم: مشاهداتی که به صورت یک پدیده فوق‌العاده، نمود پیدا می‌کند که پس از بررسی اعتبار آنها در مورد حفظ یا حذف آن باید تصمیم گرفت.

1- Outlier Values

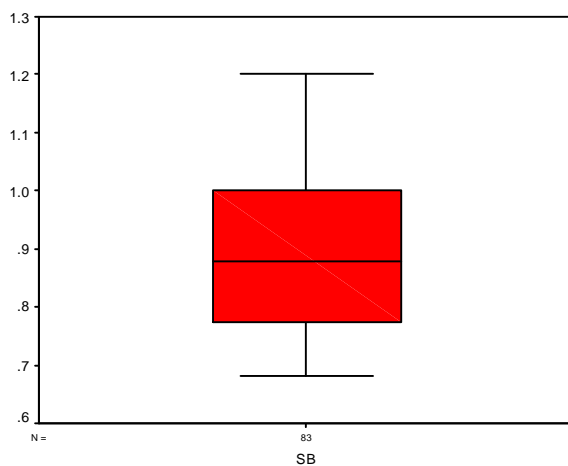
----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

حالت سوم: مشاهدات فوق العاده‌ای که هیچگونه توضیح مناسبی برای آنها وجود ندارد و کارشناس اگر احساس کند که آنها بعنوان گوشه‌ای از جامعه مورد بررسی هستند می‌تواند آنها را حفظ کند.

به این منظور جهت نمایش و مشخص شدن این مقادیر، از نمودارهای جعبه‌ای¹ که در اشکال (23-3) تا (43-3) نشان داده شده، استفاده گردید.

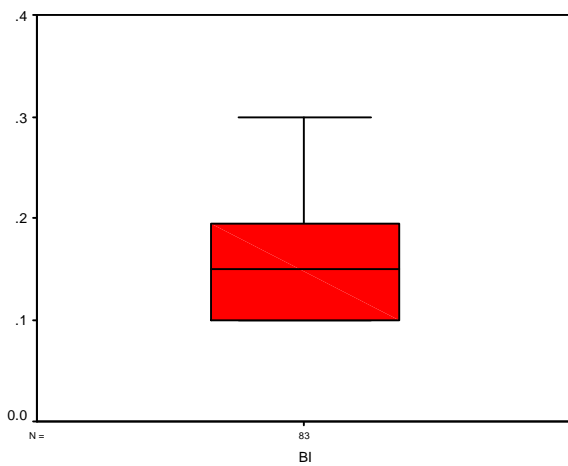


شکل (23-3): نمودار جعبه‌ای مربوط به عنصر طلا

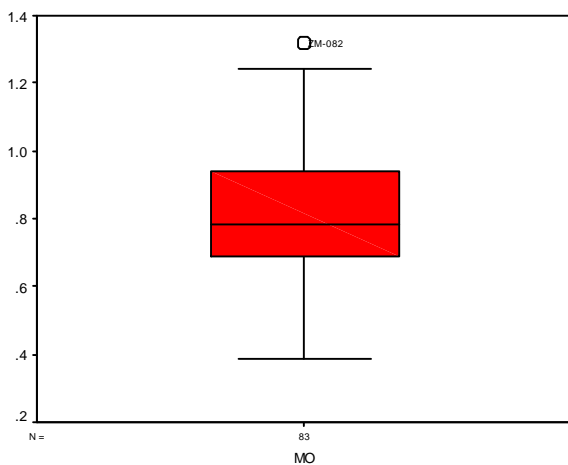


شکل (24-3): نمودار جعبه‌ای مربوط به عنصر انتی‌مون

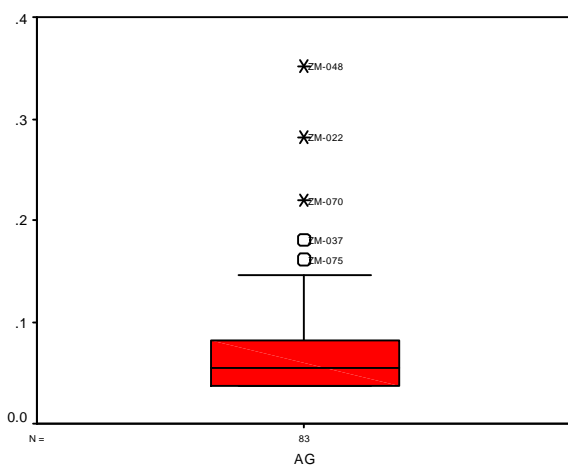
1- Boxplot



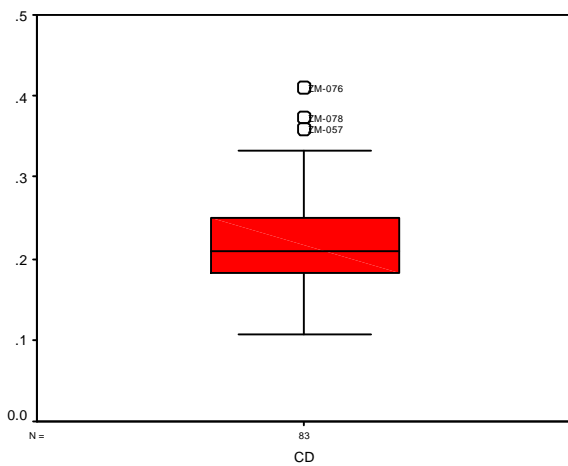
شکل (25-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر بیسموت



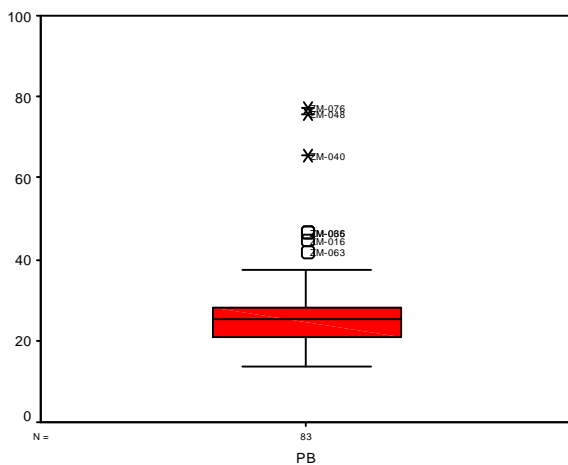
شکل (26-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر مولیبدن



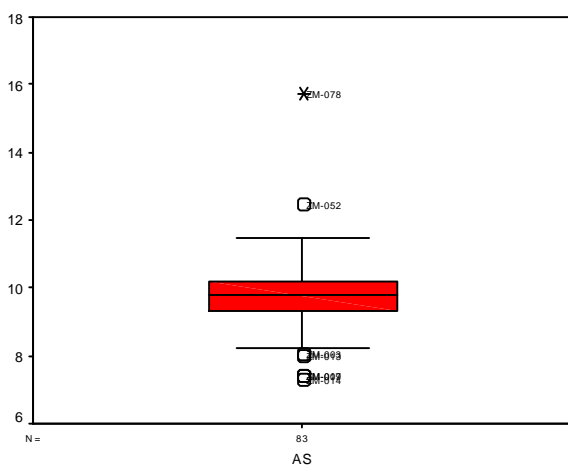
شکل (27-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر نقره



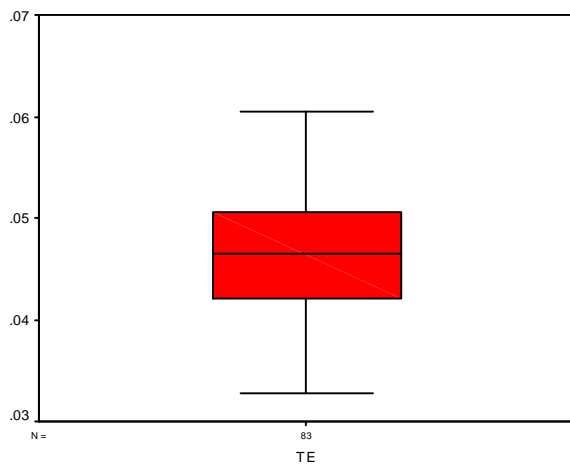
شکل (28-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر کادمیوم



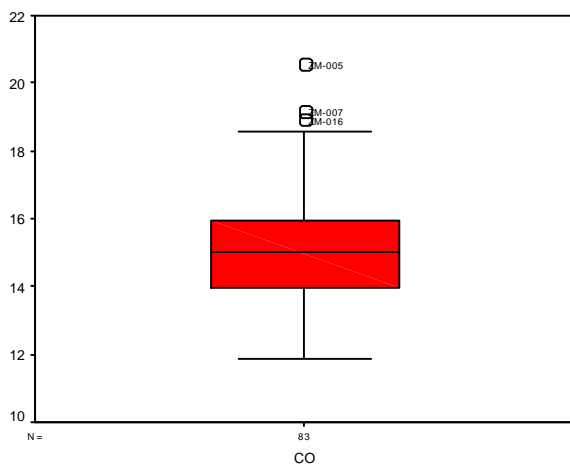
شکل (29-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر سرب



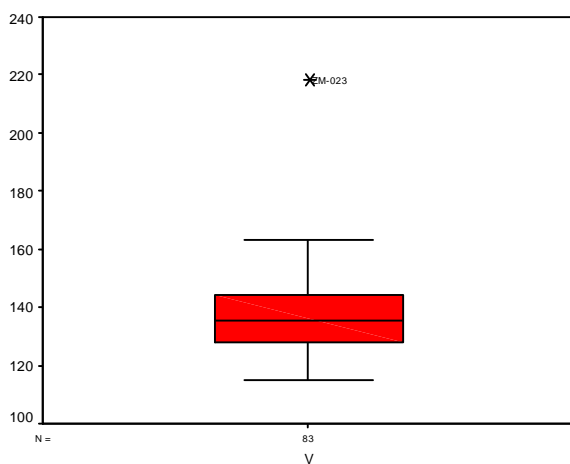
شکل (30-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر آرسنیک



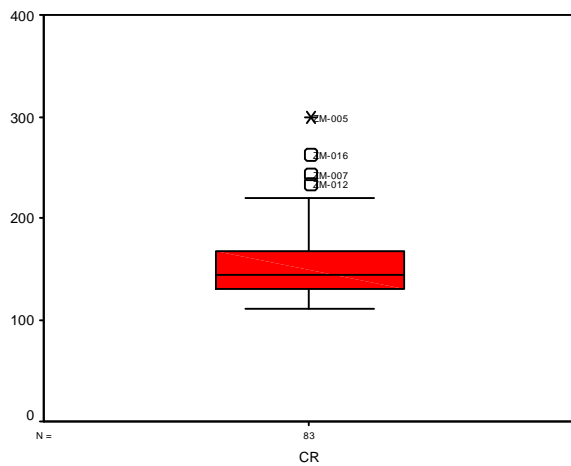
شکل (31-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر تلور



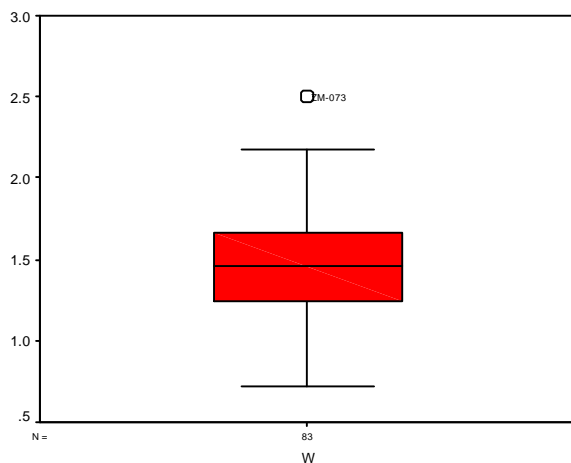
شکل (32-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر کبالت



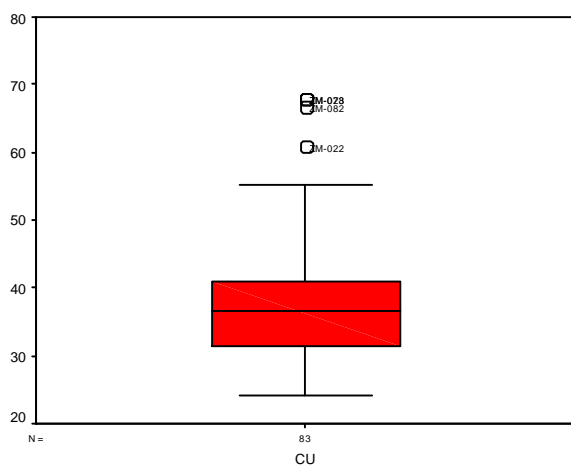
شکل (33-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر وانادیوم



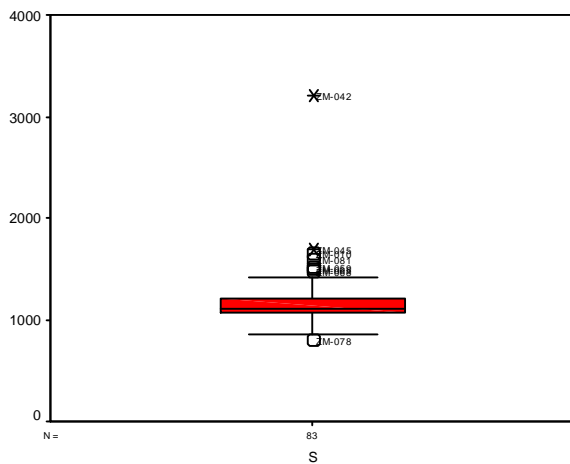
شکل (34-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر کروم



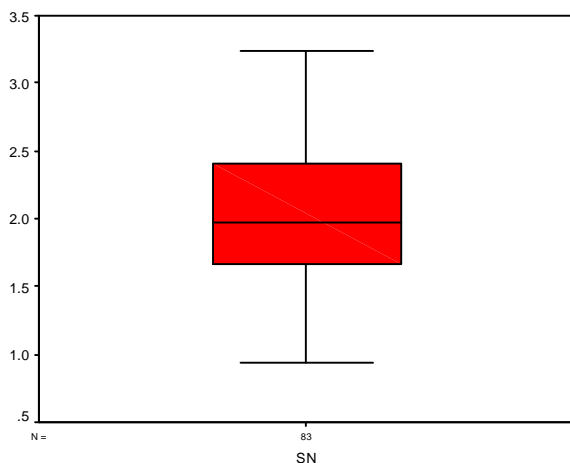
شکل (35-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر تنگستن



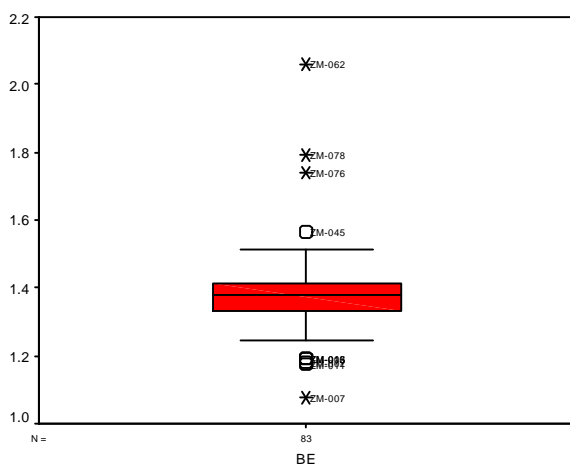
شکل (36-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر مس



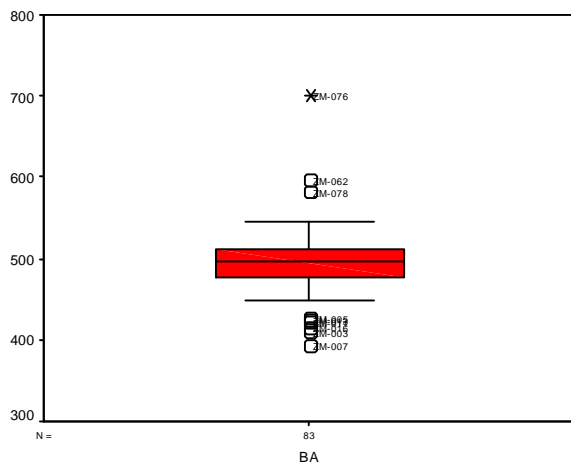
شکل (37-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر گوگرد



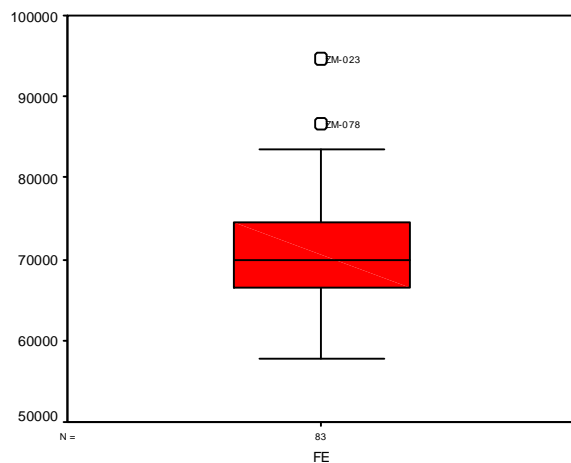
شکل (38-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر قلع



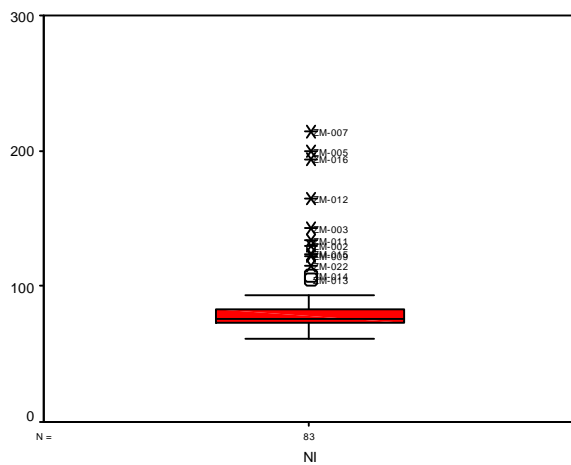
شکل (39-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر بریلیوم



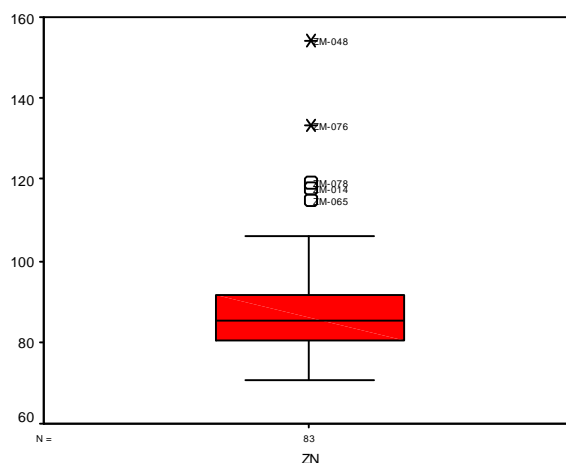
شکل (3-40): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر باریم



شکل (3-41): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر آهن



شکل (3-42): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر نیکل



شکل (3-43): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر روی

شایان ذکر است 18 عنصر دارای مقادیر خارج از رده بودند که در نمودارهای بالا نمایش داده شده‌اند.

تا این مرحله، در واقع داده‌های ما برای عملیات اصلی پردازش آماده شده‌اند. از جمله این مراحل اصلی می‌توان از مراحل زیر نام برد:

- نرمال‌سازی داده‌ها
- محاسبه ضریب همبستگی عناصر به روشهای اسپیرمن¹ و پیرسن²
- بررسی‌های آماری چند متغیره مانند تحلیل فاکتوری³ و تحلیل خوشه‌ای⁴
- جداسازی جامعه آنومالی از زمینه
- تخمین شبکه‌ای
- تشریح آنومالی‌های حاصل از روش ژئوشیمیایی آبراهه‌ای

1- Spearman Correlation Coefficient
2- Pearson Correlation Coefficient
3- Factor Analyze
4- Cluster Analyze

3-6) نرمال سازی داده ها

بسیاری از بررسی های آماری فرض نرمال بودن داده ها را دارا هستند و حضور یک توزیع غیرنرمال انجام پردازش های آماری را با اشکال مواجه می کند و نتایج درست و قابل قبولی را به دست نمی دهد. معیارهای متفاوتی برای تعیین نرمال بودن یکسری داده وجود دارد. از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- 1- تابع نرمال دارای چولگی (Skewness) برابر با صفر و کشیدگی (Kurtosis) برابر با 3 می باشد.
 - 2- هیستوگرام مربوط به یک توزیع نرمال شکل متقارنی دارد.
 - 3- در نمودار توزیع تجمعی داده های بین فراوانی 16 تا 84% در یک خط راست قرار دارند.
- همچنین آزمون های مختلفی برای تشخیص نرمال بودن یک تابع وجود دارد که شرح آنها در این جا ضرورت ندارد.

از جمله روش های آماری که در این پروژه فرض نرمال بودن داده ها را لازم دارد، عبارتند از:

- ترسیم نقشه های متغیرهای ژئوشیمیایی (تک متغیره)

- تعیین ضریب همبستگی به روش پیرسن (دومتغیره)

- تحلیل فاکتوری (چندمتغیره)

در اینجا برای نرمال کردن داده ها از روش لگاریتمی سه پارامتری استفاده گردید. این روش تبدیل، علاوه بر سادگی، کارایی مناسبی هم دارد و ما را به تابع نرمال بسیار نزدیک می کند.

این تبدیل بصورت مقابل تعریف می شود:

$$p(x) = \ln(ax + q)$$

در عمل برای ساده کردن تبدیل مقدار x را برابر واحد می گیرند. به این ترتیب یک مقدار معین q را به مقدار داده ها (a) اضافه کرده و از آن لگاریتم می گیریم. مقدار q هم با روشهای ریاضی قابل محاسبه است و هم با روش سعی و خطا بدست می آید. وقتی چولگی داده ها مثبت باشد، q را از

مقدار داده‌ها کم کرده و وقتی چولگی داده‌ها منفی باشد، مقدار q اضافه کرده و سپس آن را نرمال می‌کنیم.

پس از نرمال کردن داده‌ها، هیستوگرام آنها تا حدود زیادی متقارن شده، چولگی و کشیدگی آنها نیز به یک تابع نرمال نزدیک‌تر شدند. اشکال این هیستوگرامها در اشکال (3-1) الی (3-22) نشان داده شده است.

3-7) محاسبه ضریب همبستگی عناصر

تعیین ضریب همبستگی از روشهای آنالیز دومتغیره است که جهت بررسی نزدیکی و ارتباط دو متغیر به کار می‌رود. در بررسی‌های ژئوشیمیایی بعضی عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی رفتار مشابهی دارند و می‌توان آنرا در علت‌های خاص جستجو کرد. بنابراین شناخت ارتباط متقابل بین عناصر می‌تواند در درک این شرایط کمک شایانی بنماید و تفسیر دقیق‌تری را از محیط‌های ژئوشیمیایی در اختیار ما قرار دهد. به ویژه بعنوان ابزار قدرتمندی جهت درک بهتر کانه‌زایی منطقه و حتی در معرفی مناطق نهایی می‌توان بهره جست.

اصولاً تعیین ضرایب همبستگی دو هدف عمده را تعقیب می‌کند:

1- کشف همبستگی بین عناصر

2- تخمین مقدار یک متغیر از روی یک یا چند متغیر دیگر

جهت تعیین ضریب همبستگی از دو روش پیرسن و اسپیرمن و در نهایت مقایسه آنها استفاده گردید.

در روش اسپیرمن از داده‌های شاخص غنی‌شدگی استفاده گردید، چراکه این نوع ضریب همبستگی به نوع تابع توزیع حساس نمی‌باشد و اصطلاحاً روش ناپارامتری است. ولی در روش پیرسن از داده‌های نرمال استفاده گردید زیرا که این محاسبه به تابع توزیع حساس می‌باشد.

مقادیر ضرایب همبستگی اسپیرمن و پیرسون پس از محاسبه بصورت ماتریس ضرایب همبستگی در جداول (3-2) و (3-3) آورده شده است.

جدول (۳-۲): مقادیر ضرایب همبستگی به روش پیرسن

| | | Au | Hg | Sb | Bi | Mo | Co | Ag | Cd | Pb | As | W | S | Sn | Te | Be | Ba | Ti | V | Cr | Fe | Ni | Zn | Cu |
|----|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Au | Pears.Corr. | 1.00 | 0.08 | 0.28 | 0.01 | 0.02 | 0.12 | -0.16 | 0.02 | -0.02 | 0.19 | 0.07 | -0.20 | -0.18 | -0.04 | 0.10 | 0.05 | 0.00 | -0.08 | 0.10 | 0.07 | 0.15 | 0.04 | 0.06 |
| | Sig. (2-tailed) | | 0.61 | 0.01 | 0.96 | 0.83 | 0.28 | 0.15 | 0.87 | 0.84 | 0.09 | 0.52 | 0.07 | 0.10 | 0.71 | 0.38 | 0.62 | 0.99 | 0.59 | 0.35 | 0.51 | 0.19 | 0.69 | 0.62 |
| Hg | Pears.Corr. | 0.06 | 1.00 | -0.23 | -0.32 | -0.19 | 0.12 | -0.21 | -0.22 | -0.25 | -0.03 | -0.13 | -0.11 | 0.08 | 0.07 | -0.25 | -0.18 | -0.09 | 0.04 | 0.28 | -0.03 | 0.31 | -0.27 | -0.11 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.61 | | 0.04 | 0.00 | 0.08 | 0.26 | 0.06 | 0.05 | 0.02 | 0.76 | 0.23 | 0.32 | 0.48 | 0.54 | 0.02 | 0.10 | 0.40 | 0.70 | 0.01 | 0.81 | 0.00 | 0.01 | 0.32 |
| Sb | Pears.Corr. | 0.28 | -0.23 | 1.00 | 0.70 | 0.45 | -0.02 | 0.18 | 0.45 | 0.35 | 0.45 | 0.23 | 0.02 | 0.01 | -0.05 | 0.47 | 0.40 | 0.24 | 0.10 | -0.38 | 0.18 | -0.44 | 0.51 | 0.22 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.01 | 0.04 | | 0.00 | 0.00 | 0.87 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.84 | 0.91 | 0.68 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.39 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 |
| Bi | Pears.Corr. | 0.01 | -0.32 | 0.70 | 1.00 | 0.54 | 0.08 | 0.27 | 0.37 | 0.26 | 0.30 | 0.19 | 0.12 | 0.02 | 0.04 | 0.44 | 0.40 | 0.17 | 0.16 | -0.45 | 0.26 | -0.45 | 0.51 | 0.51 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.96 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.49 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.09 | 0.28 | 0.89 | 0.71 | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.16 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Mo | Pears.Corr. | 0.02 | -0.19 | 0.45 | 0.54 | 1.00 | 0.04 | 0.11 | 0.42 | 0.28 | 0.33 | 0.31 | 0.09 | 0.02 | -0.03 | 0.46 | 0.41 | 0.08 | 0.02 | -0.49 | 0.06 | -0.48 | 0.35 | 0.28 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.83 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | | 0.74 | 0.32 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.83 | 0.78 | 0.00 | 0.00 | 0.46 | 0.82 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| Co | Pears.Corr. | 0.12 | 0.12 | -0.02 | 0.08 | 0.04 | 1.00 | 0.13 | -0.26 | -0.13 | -0.04 | 0.12 | -0.11 | -0.05 | 0.38 | -0.35 | -0.32 | 0.06 | 0.39 | 0.56 | 0.65 | 0.59 | -0.04 | 0.56 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.28 | 0.26 | 0.87 | 0.49 | 0.74 | | 0.25 | 0.02 | 0.23 | 0.72 | 0.27 | 0.32 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 0.00 |
| Ag | Pears.Corr. | -0.16 | -0.21 | 0.18 | 0.27 | 0.11 | 0.13 | 1.00 | 0.36 | 0.32 | 0.11 | 0.29 | 0.13 | 0.04 | 0.15 | 0.11 | 0.11 | 0.03 | 0.05 | -0.12 | 0.16 | -0.08 | 0.32 | 0.33 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.15 | 0.06 | 0.10 | 0.01 | 0.32 | 0.25 | | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.01 | 0.26 | 0.70 | 0.17 | 0.32 | 0.33 | 0.79 | 0.67 | 0.29 | 0.14 | 0.57 | 0.00 | 0.00 |
| Cd | Pears.Corr. | 0.02 | -0.22 | 0.45 | 0.37 | 0.42 | -0.26 | 0.36 | 1.00 | 0.44 | 0.34 | 0.30 | 0.04 | 0.22 | 0.00 | 0.43 | 0.43 | 0.14 | 0.00 | -0.46 | -0.01 | -0.46 | 0.55 | 0.13 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.87 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.74 | 0.05 | 0.97 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.99 | 0.00 | 0.94 | 0.00 | 0.00 | 0.23 |
| Pb | Pears.Corr. | -0.02 | -0.25 | 0.35 | 0.26 | 0.28 | -0.13 | 0.32 | 0.44 | 1.00 | 0.34 | 0.41 | -0.13 | 0.04 | 0.16 | 0.44 | 0.48 | 0.33 | 0.17 | -0.24 | 0.15 | -0.35 | 0.70 | 0.10 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.84 | 0.02 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.26 | 0.70 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 0.03 | 0.19 | 0.00 | 0.00 | 0.39 |
| As | Pears.Corr. | 0.19 | -0.03 | 0.45 | 0.30 | 0.33 | -0.04 | 0.11 | 0.34 | 0.34 | 1.00 | 0.20 | 0.02 | -0.01 | 0.14 | 0.58 | 0.62 | 0.42 | 0.25 | -0.30 | 0.23 | -0.50 | 0.36 | 0.01 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.09 | 0.78 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.72 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | | 0.06 | 0.88 | 0.94 | 0.22 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.93 |
| W | Pears.Corr. | 0.07 | -0.13 | 0.23 | 0.19 | 0.31 | 0.12 | 0.29 | 0.30 | 0.41 | 0.20 | 1.00 | -0.06 | -0.07 | 0.11 | 0.32 | 0.26 | 0.19 | 0.17 | -0.06 | 0.21 | -0.19 | 0.36 | 0.17 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.52 | 0.23 | 0.04 | 0.08 | 0.00 | 0.27 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.06 | | 0.60 | 0.51 | 0.33 | 0.00 | 0.02 | 0.09 | 0.13 | 0.58 | 0.05 | 0.08 | 0.00 | 0.12 |
| S | Pears.Corr. | -0.20 | -0.11 | 0.02 | 0.12 | 0.09 | -0.11 | 0.13 | 0.04 | -0.13 | 0.02 | -0.06 | 1.00 | -0.14 | -0.14 | -0.15 | -0.07 | -0.19 | -0.19 | -0.13 | -0.16 | -0.10 | -0.12 | 0.01 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.07 | 0.32 | 0.84 | 0.28 | 0.41 | 0.32 | 0.26 | 0.74 | 0.26 | 0.88 | 0.60 | | 0.19 | 0.21 | 0.19 | 0.52 | 0.08 | 0.08 | 0.25 | 0.15 | 0.36 | 0.27 | 0.93 |
| Sn | Pears.Corr. | -0.18 | 0.08 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | -0.05 | 0.04 | 0.22 | 0.04 | -0.01 | -0.07 | -0.14 | 1.00 | 0.16 | 0.14 | -0.02 | 0.16 | 0.16 | -0.12 | 0.07 | -0.10 | 0.07 | 0.00 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.10 | 0.48 | 0.91 | 0.89 | 0.83 | 0.69 | 0.70 | 0.05 | 0.70 | 0.94 | 0.51 | 0.19 | | 0.14 | 0.21 | 0.88 | 0.14 | 0.15 | 0.30 | 0.55 | 0.38 | 0.51 | 0.97 |
| Te | Pears.Corr. | -0.04 | 0.07 | -0.05 | 0.04 | -0.03 | 0.38 | 0.15 | 0.00 | 0.16 | 0.14 | 0.11 | -0.14 | 0.16 | 1.00 | -0.07 | 0.09 | 0.28 | 0.45 | 0.30 | 0.52 | 0.12 | 0.13 | 0.28 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.71 | 0.54 | 0.88 | 0.71 | 0.78 | 0.00 | 0.17 | 0.97 | 0.16 | 0.22 | 0.33 | 0.21 | 0.14 | | 0.51 | 0.41 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.27 | 0.24 | 0.01 |
| Be | Pears.Corr. | 0.10 | -0.25 | 0.47 | 0.44 | 0.46 | -0.35 | 0.11 | 0.43 | 0.44 | 0.58 | 0.32 | -0.15 | 0.14 | -0.07 | 1.00 | 0.78 | 0.58 | 0.23 | -0.64 | 0.14 | -0.74 | 0.59 | 0.02 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.38 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.21 | 0.51 | | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.88 |
| Ba | Pears.Corr. | 0.05 | -0.18 | 0.40 | 0.40 | 0.41 | -0.32 | 0.11 | 0.43 | 0.46 | 0.62 | 0.26 | -0.07 | -0.02 | 0.09 | 0.78 | 1.00 | 0.48 | 0.22 | -0.57 | 0.18 | -0.71 | 0.56 | 0.10 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.62 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.52 | 0.88 | 0.41 | 0.00 | | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.37 |
| Ti | Pears.Corr. | 0.00 | -0.09 | 0.24 | 0.17 | 0.08 | 0.06 | 0.03 | 0.14 | 0.33 | 0.42 | 0.19 | -0.19 | 0.16 | 0.28 | 0.58 | 0.48 | 1.00 | 0.78 | -0.01 | 0.86 | -0.35 | 0.55 | -0.06 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.99 | 0.40 | 0.03 | 0.12 | 0.46 | 0.58 | 0.79 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.09 | 0.08 | 0.14 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.56 |
| V | Pears.Corr. | -0.06 | 0.04 | 0.10 | 0.16 | 0.02 | 0.39 | 0.05 | 0.00 | 0.17 | 0.25 | 0.17 | -0.19 | 0.16 | 0.45 | 0.23 | 0.22 | 0.78 | 1.00 | 0.22 | 0.86 | -0.07 | 0.45 | 0.19 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.59 | 0.70 | 0.39 | 0.16 | 0.82 | 0.00 | 0.67 | 0.99 | 0.13 | 0.02 | 0.13 | 0.08 | 0.15 | 0.00 | 0.04 | 0.04 | 0.00 | | 0.05 | 0.00 | 0.52 | 0.00 | 0.09 |
| Cr | Pears.Corr. | 0.10 | 0.28 | -0.38 | -0.45 | -0.49 | 0.56 | -0.12 | -0.46 | -0.24 | -0.30 | -0.06 | -0.13 | -0.12 | 0.30 | -0.64 | -0.57 | -0.01 | 0.22 | 1.00 | 0.33 | 0.81 | -0.32 | -0.03 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.35 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.29 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | 0.58 | 0.25 | 0.30 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.05 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 |
| Fe | Pears.Corr. | 0.07 | -0.03 | 0.18 | 0.26 | 0.06 | 0.65 | 0.16 | -0.01 | 0.15 | 0.23 | 0.21 | -0.16 | 0.07 | 0.52 | 0.14 | 0.18 | 0.66 | 0.86 | 0.33 | 1.00 | 0.11 | 0.45 | 0.50 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.51 | 0.81 | 0.10 | 0.02 | 0.56 | 0.00 | 0.14 | 0.94 | 0.19 | 0.04 | 0.05 | 0.15 | 0.55 | 0.00 | 0.20 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | | 0.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Ni | Pears.Corr. | 0.15 | 0.31 | -0.44 | -0.45 | -0.48 | 0.59 | -0.06 | -0.46 | -0.35 | -0.04 | -0.19 | -0.10 | 0.12 | -0.74 | -0.71 | -0.35 | -0.07 | 0.81 | 0.11 | 1.00 | -0.42 | 0.12 | |
| | Sig. (2-tailed) | 0.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.08 | 0.36 | 0.38 | 0.27 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.52 | 0.00 | 0.34 | | 0.00 | 0.27 |
| Zn | Pears.Corr. | 0.04 | -0.27 | 0.51 | 0.51 | 0.35 | -0.04 | 0.32 | 0.55 | 0.70 | 0.36 | 0.36 | -0.12 | 0.07 | 0.13 | 0.59 | 0.58 | 0.55 | 0.45 | -0.32 | 0.45 | -0.42 | 1.00 | 0.28 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.69 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.27 | 0.51 | 0.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.01 |
| Cu | Pears.Corr. | 0.06 | -0.11 | 0.22 | 0.51 | 0.28 | 0.56 | 0.33 | 0.13 | 0.10 | 0.00 | 0.17 | 0.01 | 0.00 | 0.28 | 0.02 | 0.10 | -0.08 | 0.19 | -0.03 | 0.50 | 0.12 | 0.28 | 1.00 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.62 | 0.32 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 0.39 | 0.93 | 0.12 | 0.93 | 0.97 | 0.01 | 0.88 | 0.37 | 0.56 | 0.09 | 0.80 | 0.00 | 0.27 | 0.01 | |

جدول (۲-۲): مقادیر ضرایب همبستگی به روش اسپیرمن

| | Au | Hg | Sb | Bi | Mo | Co | Ag | Cd | Pb | As | W | S | Sn | Te | Be | Ba | Ti | V | Cr | Fe | Ni | Zn | Cu | |
|----|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Au | Correl.Coeff. | 1.00 | 0.04 | 0.25 | 0.00 | 0.04 | 0.03 | -0.20 | 0.05 | -0.06 | 0.14 | 0.07 | -0.15 | -0.18 | -0.07 | 0.09 | 0.08 | -0.18 | -0.13 | 0.00 | -0.04 | -0.01 | 0.03 | 0.08 |
| | Sig. (2-tailed) | | 0.69 | 0.02 | 0.99 | 0.74 | 0.82 | 0.07 | 0.63 | 0.58 | 0.19 | 0.53 | 0.19 | 0.11 | 0.51 | 0.41 | 0.48 | 0.15 | 0.23 | 0.98 | 0.75 | 0.92 | 0.78 | 0.58 |
| Hg | Correl.Coeff. | 0.04 | 1.00 | -0.23 | -0.31 | -0.17 | 0.10 | -0.26 | -0.18 | -0.32 | 0.00 | -0.17 | -0.13 | 0.09 | 0.05 | -0.29 | -0.16 | -0.09 | 0.01 | 0.27 | -0.04 | 0.36 | -0.34 | -0.14 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.69 | | 0.04 | 0.00 | 0.12 | 0.36 | 0.02 | 0.11 | 0.00 | 0.98 | 0.12 | 0.25 | 0.44 | 0.65 | 0.01 | 0.18 | 0.43 | 0.95 | 0.02 | 0.70 | 0.00 | 0.00 | 0.21 |
| Sb | Correl.Coeff. | 0.25 | -0.23 | 1.00 | 0.89 | 0.43 | 0.00 | 0.19 | 0.43 | 0.36 | 0.36 | 0.20 | 0.13 | 0.04 | -0.04 | 0.57 | 0.42 | 0.21 | 0.10 | -0.36 | 0.17 | -0.51 | 0.54 | 0.23 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.02 | 0.04 | | 0.00 | 0.00 | 0.99 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.24 | 0.72 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.39 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| Bi | Correl.Coeff. | 0.00 | -0.31 | 0.89 | 1.00 | 0.53 | 0.13 | 0.27 | 0.35 | 0.32 | 0.23 | 0.14 | 0.22 | 0.05 | 0.05 | 0.49 | 0.36 | 0.15 | 0.17 | -0.45 | 0.28 | -0.54 | 0.57 | 0.52 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.99 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.24 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 0.21 | 0.05 | 0.62 | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 0.18 | 0.13 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Mo | Correl.Coeff. | 0.04 | -0.17 | 0.43 | 0.53 | 1.00 | 0.09 | 0.13 | 0.46 | 0.33 | 0.25 | 0.29 | 0.18 | 0.10 | -0.04 | 0.40 | 0.26 | 0.08 | 0.07 | -0.44 | 0.09 | -0.43 | 0.41 | 0.23 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.74 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | | 0.44 | 0.26 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.10 | 0.39 | 0.73 | 0.00 | 0.02 | 0.47 | 0.54 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 0.00 | 0.04 |
| Co | Correl.Coeff. | 0.03 | 0.10 | 0.00 | 0.13 | 0.09 | 1.00 | 0.16 | -0.18 | -0.04 | 0.04 | 0.12 | -0.07 | 0.01 | 0.42 | -0.31 | -0.24 | 0.09 | 0.42 | 0.38 | 0.70 | 0.28 | 0.04 | 0.58 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.82 | 0.36 | 0.99 | 0.24 | 0.44 | | 0.14 | 0.10 | 0.75 | 0.73 | 0.28 | 0.55 | 0.92 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.43 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.69 | 0.00 | 0.00 |
| Ag | Correl.Coeff. | -0.20 | -0.26 | 0.19 | 0.27 | 0.13 | 0.16 | 1.00 | 0.39 | 0.33 | 0.09 | 0.29 | 0.15 | 0.03 | 0.13 | 0.08 | 0.09 | 0.04 | 0.07 | -0.13 | 0.18 | -0.09 | 0.28 | 0.32 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.07 | 0.02 | 0.08 | 0.01 | 0.26 | 0.14 | | 0.00 | 0.00 | 0.44 | 0.01 | 0.19 | 0.76 | 0.24 | 0.50 | 0.43 | 0.73 | 0.54 | 0.25 | 0.10 | 0.41 | 0.01 | 0.00 |
| Cd | Correl.Coeff. | 0.05 | -0.18 | 0.43 | 0.35 | 0.46 | -0.18 | 0.39 | 1.00 | 0.44 | 0.28 | 0.33 | 0.20 | 0.19 | -0.09 | 0.43 | 0.27 | 0.04 | -0.03 | -0.40 | -0.07 | -0.35 | 0.47 | 0.13 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.63 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.08 | 0.09 | 0.44 | 0.00 | 0.01 | 0.73 | 0.80 | 0.00 | 0.51 | 0.00 | 0.00 | 0.24 |
| Pb | Correl.Coeff. | -0.06 | -0.32 | 0.36 | 0.32 | 0.33 | -0.04 | 0.33 | 0.44 | 1.00 | 0.18 | 0.42 | -0.02 | 0.10 | 0.08 | 0.41 | 0.39 | 0.31 | 0.20 | -0.31 | 0.17 | -0.36 | 0.70 | 0.18 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 0.00 | 0.00 | | 0.10 | 0.00 | 0.83 | 0.37 | 0.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.00 | 0.10 |
| As | Correl.Coeff. | 0.14 | 0.00 | 0.38 | 0.23 | 0.25 | 0.04 | 0.09 | 0.28 | 0.18 | 1.00 | 0.18 | 0.10 | -0.03 | 0.20 | 0.29 | 0.44 | 0.28 | 0.25 | -0.13 | 0.23 | -0.31 | 0.27 | -0.02 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.19 | 0.98 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.73 | 0.44 | 0.01 | 0.10 | | 0.11 | 0.38 | 0.79 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.23 | 0.04 | 0.00 | 0.01 | 0.84 |
| W | Correl.Coeff. | 0.07 | -0.17 | 0.20 | 0.14 | 0.29 | 0.12 | 0.29 | 0.33 | 0.42 | 0.18 | 1.00 | -0.03 | -0.04 | 0.07 | 0.24 | 0.18 | 0.21 | 0.19 | -0.03 | 0.22 | -0.20 | 0.30 | 0.11 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.53 | 0.12 | 0.07 | 0.21 | 0.01 | 0.28 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | | 0.75 | 0.70 | 0.51 | 0.03 | 0.11 | 0.05 | 0.08 | 0.77 | 0.04 | 0.07 | 0.01 | 0.33 |
| S | Correl.Coeff. | -0.15 | -0.13 | 0.13 | 0.22 | 0.18 | -0.07 | 0.15 | 0.20 | -0.02 | 0.10 | -0.03 | 1.00 | -0.12 | -0.16 | 0.00 | 0.11 | -0.19 | -0.21 | -0.16 | -0.08 | -0.11 | 0.04 | 0.02 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.19 | 0.25 | 0.24 | 0.05 | 0.10 | 0.55 | 0.19 | 0.08 | 0.83 | 0.38 | 0.75 | | 0.27 | 0.14 | 0.98 | 0.32 | 0.08 | 0.06 | 0.15 | 0.46 | 0.33 | 0.75 | 0.89 |
| Sn | Correl.Coeff. | -0.18 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.10 | 0.01 | 0.03 | 0.19 | 0.10 | -0.03 | -0.04 | -0.12 | 1.00 | 0.18 | 0.17 | -0.04 | 0.16 | 0.20 | -0.08 | 0.05 | 0.00 | 0.09 | -0.01 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.11 | 0.44 | 0.72 | 0.82 | 0.39 | 0.92 | 0.76 | 0.09 | 0.37 | 0.79 | 0.70 | 0.27 | | 0.10 | 0.13 | 0.75 | 0.15 | 0.06 | 0.45 | 0.63 | 0.97 | 0.44 | 0.93 |
| Te | Correl.Coeff. | -0.07 | 0.05 | -0.04 | 0.05 | -0.04 | 0.42 | 0.13 | -0.09 | 0.08 | 0.20 | 0.07 | -0.16 | 0.18 | 1.00 | -0.25 | 0.05 | 0.27 | 0.46 | 0.31 | 0.52 | 0.15 | -0.01 | 0.31 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.51 | 0.65 | 0.89 | 0.87 | 0.73 | 0.00 | 0.24 | 0.44 | 0.47 | 0.07 | 0.51 | 0.14 | 0.10 | | 0.02 | 0.63 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.95 | 0.00 |
| Be | Correl.Coeff. | 0.09 | -0.29 | 0.57 | 0.49 | 0.40 | -0.31 | 0.08 | 0.43 | 0.41 | 0.29 | 0.24 | 0.00 | 0.17 | -0.25 | 1.00 | 0.55 | 0.38 | 0.15 | -0.61 | 0.04 | -0.58 | 0.62 | 0.02 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.41 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.98 | 0.13 | 0.02 | | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.72 | 0.00 | 0.00 | 0.88 |
| Ba | Correl.Coeff. | 0.08 | -0.16 | 0.42 | 0.36 | 0.26 | -0.24 | 0.09 | 0.27 | 0.39 | 0.44 | 0.18 | 0.11 | -0.04 | 0.05 | 0.55 | 1.00 | 0.37 | 0.20 | -0.36 | 0.17 | -0.43 | 0.50 | 0.09 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.48 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.43 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.11 | 0.32 | 0.75 | 0.63 | 0.00 | | 0.00 | 0.08 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.42 |
| Ti | Correl.Coeff. | -0.16 | -0.09 | 0.21 | 0.15 | 0.08 | 0.09 | 0.04 | 0.04 | 0.31 | 0.28 | 0.21 | -0.19 | 0.16 | 0.27 | 0.38 | 0.37 | 1.00 | 0.79 | 0.07 | 0.61 | -0.23 | 0.48 | -0.08 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.15 | 0.43 | 0.05 | 0.18 | 0.47 | 0.43 | 0.73 | 0.73 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.08 | 0.15 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.51 | 0.00 | 0.03 | 0.00 | 0.57 |
| V | Correl.Coeff. | -0.13 | 0.01 | 0.10 | 0.17 | 0.07 | 0.42 | 0.07 | -0.03 | 0.20 | 0.25 | 0.19 | -0.21 | 0.20 | 0.46 | 0.15 | 0.20 | 0.79 | 1.00 | 0.20 | 0.85 | -0.04 | 0.45 | 0.20 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.23 | 0.95 | 0.39 | 0.13 | 0.54 | 0.00 | 0.54 | 0.80 | 0.07 | 0.02 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.00 | 0.17 | 0.08 | 0.00 | | 0.07 | 0.00 | 0.70 | 0.00 | 0.07 |
| Cr | Correl.Coeff. | 0.00 | 0.27 | -0.36 | -0.45 | -0.44 | 0.38 | -0.13 | -0.40 | -0.31 | -0.13 | -0.03 | -0.16 | -0.08 | 0.31 | -0.61 | -0.36 | 0.07 | 0.20 | 1.00 | 0.25 | 0.71 | -0.40 | -0.11 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.98 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 0.00 | 0.00 | 0.23 | 0.77 | 0.15 | 0.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.51 | 0.07 | | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.34 |
| Fe | Correl.Coeff. | -0.04 | -0.04 | 0.17 | 0.28 | 0.09 | 0.70 | 0.18 | -0.07 | 0.17 | 0.23 | 0.22 | -0.08 | 0.05 | 0.52 | 0.04 | 0.17 | 0.61 | 0.85 | 0.25 | 1.00 | 0.03 | 0.44 | 0.53 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.75 | 0.70 | 0.12 | 0.01 | 0.41 | 0.00 | 0.10 | 0.51 | 0.13 | 0.04 | 0.04 | 0.46 | 0.63 | 0.00 | 0.72 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | | 0.82 | 0.00 | 0.00 |
| Ni | Correl.Coeff. | -0.01 | 0.36 | -0.51 | -0.54 | -0.43 | 0.28 | -0.09 | -0.35 | -0.36 | -0.31 | -0.20 | -0.11 | 0.00 | 0.15 | -0.58 | -0.43 | -0.23 | -0.04 | 0.71 | 0.03 | 1.00 | -0.49 | -0.03 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.41 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 0.33 | 0.97 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.70 | 0.00 | 0.82 | | 0.00 | 0.78 |
| Zn | Correl.Coeff. | 0.03 | -0.34 | 0.54 | 0.57 | 0.41 | 0.04 | 0.28 | 0.47 | 0.70 | 0.27 | 0.30 | 0.04 | 0.09 | -0.01 | 0.62 | 0.50 | 0.48 | 0.45 | -0.40 | 0.44 | -0.49 | 1.00 | 0.33 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.69 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.75 | 0.44 | 0.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 |
| Cu | Correl.Coeff. | 0.06 | -0.14 | 0.23 | 0.52 | 0.23 | 0.58 | 0.32 | 0.13 | 0.18 | -0.02 | 0.11 | 0.02 | -0.01 | 0.31 | 0.02 | 0.09 | -0.06 | 0.20 | -0.11 | 0.53 | -0.03 | 0.33 | 1.00 |
| | Sig. (2-tailed) | 0.58 | 0.21 | 0.04 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.24 | 0.10 | 0.84 | 0.33 | 0.89 | 0.93 | 0.00 | 0.88 | 0.42 | 0.57 | 0.07 | 0.34 | 0.00 | 0.78 | 0.00 | |

نکته قابل توجه در مقایسه دو روش تفاوت ناچیز بین آنهاست که نشان از وجود الگوی آماری مشخص در توزیع متغیرهای مورد بررسی است. در جدول (3-4) مقایسه بین این دو روش و عناصر با ضریب همبستگی متوسط به بالا (0/5 به بالا) را نشان داده شده است. همانطور که در جدول نیز مشاهده می‌گردد، در میان این زوج عناصر تنها مورد کروم-کبالت است که داده‌های خام آنها با یکدیگر همبستگی پایینی نشان داده است، گرچه عملیات نرمالایز کردن داده‌ها باعث همبستگی بهتر آنها گردیده است.

جدول (3-4) : مقایسه دو روش برای عناصر با ضرایب همبستگی متوسط به بالا

| Variables | Spearman's rho | Pearson's rho |
|--------------|----------------|---------------|
| Sb-Bi | 0.69 | 0.70 |
| Sb-Zn | 0.54 | 0.51 |
| Pb-Zn | 0.70 | 0.70 |
| Cu-Bi | 0.52 | 0.51 |
| Mo-Bi | 0.53 | 0.54 |
| Cu-Co | 0.58 | 0.56 |
| Cu-Fe | 0.53 | 0.50 |
| Zn-Bi | 0.57 | 0.51 |
| Zn-Be | 0.62 | 0.59 |
| Fe-Co | 0.70 | 0.65 |
| Fe-Ti | 0.61 | 0.66 |
| Fe-V | 0.85 | 0.86 |
| Be-Ba | 0.55 | 0.78 |
| Ti-V | 0.79 | 0.78 |
| Cr-Ni | 0.71 | 0.81 |
| Cr-Co | 0.38 | 0.56 |

از عناصر قابل توجه می‌توان به طلا، نقره، جیوه، آرسنیک، تنگستن، قلع و تلور اشاره کرد که با هیچ یک از عناصر دیگر همبستگی خوبی را نشان نداده است.

3-8) بررسی آماری چند متغیره:

به تجزیه و تحلیل‌های آماری که بر روی بیش از دو متغیر صورت گیرد بررسی‌های چند متغیره می‌گویند. این بررسی‌ها در واقع بسط و توسعه بررسی‌هایی تک متغیره و دو متغیره می‌باشد. در مسائل اکتشافی با فضای چندمتغیره (در این پروژه 23 متغیره) روبرو هستیم که بررسی همزمان متغیرها و تعیین ارتباط بین آنها را دشوار می‌کند. تجربه نشان داده است چنانچه ترکیبی از متغیرها به جای یک متغیر بکار گرفته شود و از نتایج ترکیبی آنها استفاده شود امکان تشخیص روابط پارائزی عناصر با یکدیگر و تشخیص هاله‌های مرکب به مراتب افزایش یافته، همچنین اثرات خطای تصادفی در بکارگیری ترکیبی متغیرها نسبتاً کاهش می‌یابد. از دیگر مزایای استفاده از روشهای چند متغیره کاهش تعداد متغیرها در مباحث داده‌پردازی و کاستن از حجم داده‌ها و تفسیر راحت‌تر آنها می‌باشد. با این روش امکان مقایسه متغیرها و کسب نتایج، آسانتر می‌باشد. در این پروژه از آنالیز خوشه‌ای و همچنین تحلیل عاملی استفاده گردید.

3-8-1) آنالیز خوشه‌ای و تفسیر آن:

چون هر گروه معین از عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی، رفتار مشابهی نشان می‌دهند، شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل بین عناصر مختلف می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در محیط‌های ژئوشیمیایی بکار گرفته شود. ضمناً تجمع ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است بعنوان راهنمای مستقیم در تفسیر نوع نهشته‌ای که احتمالاً در ناحیه وجود دارد، بکار رود. آنالیز خوشه‌ای یک روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری آنها در قالب دسته‌ها یا گروه‌هایی طبقه‌بندی می‌کند. به این ترتیب آنالیز خوشه‌ای در پیدا کردن گروه‌های واقعی کمک شایان توجهی می‌کند و از تراکم داده‌ها می‌کاهد.

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآباد و

در این میان روش‌های مختلفی در پردازش و محاسبه آنالیز خوشه‌ای وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به Between Groups Linkage, Within Groups Linkage, Nearest Neighbor, Furthest Neighbor, Centroid Clustering, Median Clustering, Ward's Method اشاره کرد. اما وجه تشابه تمام آنها، نحوه کلاستر کردن متغیرهاست؛ به این صورت که در مرحله اول دو متغیری که بیشترین شباهت را دارند به هم وصل می‌گردند و در هر تکرار شبیه‌ترین زوج خوشه‌ها به هم وصل می‌شوند. همچنین مسئله‌ای که این روش‌ها را از هم متمایز می‌کند نحوه محاسبه ماتریس شباهت‌ها است. با انجام این روش‌ها و تحلیل آنها، کلاستر به روش وارد بهترین جواب را به ما داد. آنالیز خوشه‌ای مربوط به داده‌های ژئوشیمیایی در شکل (3-44) آمده است.

برای انجام این آنالیز خوشه‌ای باید از داده‌های نرمال شده استفاده گردد. بر اساس این نمودار متغیرها در سه گروه اصلی با درجه همبستگی خیلی خوب قرار می‌گیرند. که عبارتند از:

گروه (1): شامل عناصر زیر گروه مس، سرب، روی، نیکل، کروم، کبالت و وانادیم که همبستگی بسیار خوبی بین آنان برقرار است، به همراه زیر گروه عناصر آرسنیک، مولیبدن، قلع،

تنگستن و تلور، که این دو زیرگروه با هم نیز همبستگی خوبی را نشان می‌دهند.

گروه (2): شامل عناصر نقره، جیوه، بیسموت، آنتی‌موان، بریلیوم و کادمیوم که با هم همبستگی بسیار خوبی دارند و عنصر طلا نیز به فاصله کمی از آنها دارای همبستگی خوبی می‌باشد.

گروه (3): شامل عناصر تیتان، باریم و گوگرد که همبستگی بسیار خوبی با هم دارند و عنصر آهن نیز که با این عناصر رابطه نزدیک و خوبی را از خود نشان می‌دهد.

2- بیان ارتباط موجود بین عناصر مختلف

به خصوص با تعداد زیاد عناصر مورد بررسی و تعداد زیاد نمونه ها نقش تجزیه و تحلیل فاکتوری بیش از پیش نمایان می شود ، به طوری که فهم و درک تغییر پذیری¹ داده ها را بسیار ساده تر می کند.

تجزیه و تحلیل فاکتوری بر اساس روش PCA² استوار است. این روش تکنیکی برای پیدا کردن ترکیب خطی از متغیرهای اولیه است که تشکیل یک دستگاه مختصات جدید بدهند. این ترکیبات خطی را مؤلفه های اصلی می نامند و دارای خواص زیر هستند:

- بخش اعظمی از تغییر پذیری توسط تعداد محدودی از متغیرهای جدید قابل توجیه است.
- متغیرهای جدید ، که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند ، بین خود همبستگی نشان نمی دهند.

قبل از استفاده از روش PCA توجه به دو نکته ضروری است :

اگر متغیرهای اولیه همبسته نباشند (ضریب همبستگی کوچکی داشته باشند) ، دلیلی برای کاربرد این روش وجود ندارد ، چرا که نتایج قابل قبولی از آنها به دست نمی آید.

تجزیه و تحلیل فاکتوری زمانی صورت می گیرد که تعداد متغیرهای اولیه به حد کافی باشد. تجزیه عاملی شامل ، محاسبه ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها، تعیین متغیرهایی که به نظر می رسد وابستگی ضعیفی با سایر متغیرها دارند (با استخراج عاملها)، تعیین تعداد عاملها و روش محاسبه آنها و بالاخره دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی عاملها می باشد. در واقع هدف از تجزیه و تحلیل عاملی (آنالیز فاکتوری) تشخیص اصلی ترین متغیرهای آرهی کنترل کننده از متغیرهای با نقش کمتر (فرعی) است. در اینصورت می توان با حداقل تعداد متغیرهای فاکتوری، حداکثر تغییرپذیری بین داده ها را توجیه کرد و سهم نسبی هر یک از متغیرهای فاکتوری را در توجیه تغییرپذیری مشخص نمود.

1- Variance

2- Principal Component Analysis

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

قبل از انجام آنالیز فاکتوری ابتدا باید میزان اعتبار تجزیه عاملی بر روی مقادیر را بررسی کنیم. برای این منظور از آزمونهای Bartlett و KMO بهره می‌گیریم. هر چه مقدار KMO به یک نزدیکتر باشد دلالت بر تأیید بیشتر تجزیه عاملی دارد. همانطور که در جدول (3-5) مشاهده می‌گردد، این مقدار برای داده‌های این پروژه، 0/744 می‌باشد که انجام آنالیز فاکتوری را تأیید می‌کند.

KMO and Bartlett's Test

| | | |
|--|--------------------|----------|
| Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. | | .744 |
| Bartlett's Test of Sphericity | Approx. Chi-Square | 1323.608 |
| | df | 253 |
| | Sig. | .000 |

جدول (3-5): نتیجه حاصل از آزمون KMO و Bartlett

جدول (3-6) محتوی میزان مشارکت عناصر در برآورد اولیه عاملها در روش PCA است. در آنالیز فاکتوری به روش مؤلفه اصلی (PCA)، برآورد ماتریس ضرایب همبستگی نیز بدست می‌آید. با محاسبه مقادیر ویژه این ماتریس، مقادیر بزرگتر از یک جدا شده و برای آنها بردارهای ویژه ترسیم می‌گردد

Communalities

| | Initial | Extraction |
|----|---------|------------|
| Au | 1.000 | .752 |
| Hg | 1.000 | .382 |
| Sb | 1.000 | .658 |
| Bi | 1.000 | .796 |
| Mo | 1.000 | .569 |
| Co | 1.000 | .864 |
| Ag | 1.000 | .616 |
| Cd | 1.000 | .653 |
| Pb | 1.000 | .708 |
| As | 1.000 | .545 |
| W | 1.000 | .510 |
| S | 1.000 | .584 |
| Sn | 1.000 | .800 |
| Te | 1.000 | .480 |
| Be | 1.000 | .834 |
| Ba | 1.000 | .735 |
| Ti | 1.000 | .883 |
| V | 1.000 | .879 |
| Cr | 1.000 | .841 |
| Fe | 1.000 | .943 |
| Ni | 1.000 | .892 |
| Zn | 1.000 | .751 |
| Cu | 1.000 | .764 |

Extraction Method: Principal Component Analysis.

جدول (3-6): جدول میزان مشارکت عناصر در برآورد اولیه عاملها (فاکتورها)

در جدول (3-7) تحت عنوان جدول توجیه تغییرپذیری کل¹ مقادیر ویژه²، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل محاسبه شده و سپس مقادیر بزرگتر از 1 (تعداد 6 فاکتور) استخراج و دوران داده شده اند. بر اساس این جدول بیشترین مقادیر ویژه (واریانس) مربوط به مؤلفه های اول و دوم به ترتیب با درصد تغییرپذیری 28/51 و 16/37 می باشد. با توجه به جدول مذکور مشاهده می شود که تعداد 6 فاکتور می تواند تقریباً 71/41% کل تغییر پذیری را توجیه کند که با توجه به این تعداد فاکتور مقدار قابل قبولی است.

1- Total Variance Explained
2- Initial Eigenvalues

Total Variance Explained

| Component | Initial Eigenvalues | | | Extraction Sums of Squared Loadings | | | Rotation Sums of Squared Loadings | | |
|-----------|---------------------|---------------|--------------|-------------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------|
| | Total | % of Variance | Cumulative % | Total | % of Variance | Cumulative % | Total | % of Variance | Cumulative % |
| 1 | 6.556 | 28.506 | 28.506 | 6.556 | 28.506 | 28.506 | 5.176 | 22.506 | 22.506 |
| 2 | 3.766 | 16.372 | 44.878 | 3.766 | 16.372 | 44.878 | 3.551 | 15.438 | 37.944 |
| 3 | 2.148 | 9.339 | 54.217 | 2.148 | 9.339 | 54.217 | 2.462 | 10.705 | 48.649 |
| 4 | 1.524 | 6.628 | 60.845 | 1.524 | 6.628 | 60.845 | 2.444 | 10.626 | 59.275 |
| 5 | 1.299 | 5.649 | 66.494 | 1.299 | 5.649 | 66.494 | 1.510 | 6.567 | 65.842 |
| 6 | 1.146 | 4.983 | 71.477 | 1.146 | 4.983 | 71.477 | 1.296 | 5.636 | 71.477 |
| 7 | .964 | 4.193 | 75.670 | | | | | | |
| 8 | .835 | 3.629 | 79.299 | | | | | | |
| 9 | .742 | 3.225 | 82.524 | | | | | | |
| 10 | .662 | 2.879 | 85.404 | | | | | | |
| 11 | .612 | 2.659 | 88.063 | | | | | | |
| 12 | .517 | 2.247 | 90.310 | | | | | | |
| 13 | .469 | 2.037 | 92.347 | | | | | | |
| 14 | .428 | 1.863 | 94.210 | | | | | | |
| 15 | .356 | 1.548 | 95.758 | | | | | | |
| 16 | .222 | .966 | 96.724 | | | | | | |
| 17 | .178 | .776 | 97.500 | | | | | | |
| 18 | .159 | .693 | 98.193 | | | | | | |
| 19 | .138 | .600 | 98.793 | | | | | | |
| 20 | .114 | .495 | 99.288 | | | | | | |
| 21 | .078 | .340 | 99.628 | | | | | | |
| 22 | .048 | .208 | 99.835 | | | | | | |
| 23 | .038 | .165 | 100.000 | | | | | | |

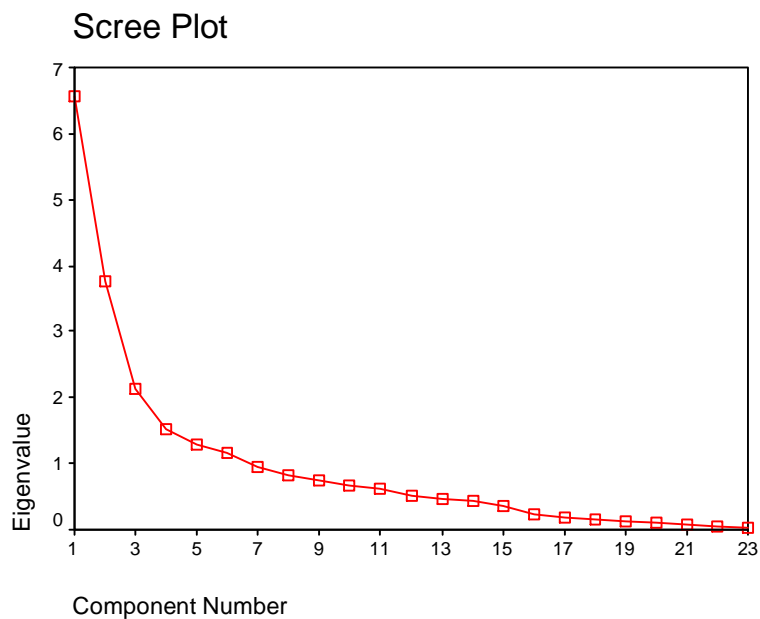
Extraction Method: Principal Component Analysis.

جدول (7-3): جدول توجیه تغییرپذیری کل

این تعداد فاکتور از روی نمودار صخره‌ای¹ شکل (3-45) نیز قابل تأیید است، در این شکل، مقادیر ویژه محاسبه شده را که بر حسب اهمیت از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ردیف شده‌اند، نمایش می‌دهد.

این نمودار به وضوح نشان می‌دهد که تعداد عامل‌های انتخابی (6 عامل) حداکثر تغییرپذیری را به خود اختصاص داده‌اند. همانطور که ملاحظه می‌شود این نمودار تا فاکتور ششم شیب تندی دارد و پس از آن به یک حالت ملایم با شیب تقریباً ثابت می‌رسد.

1- Scree Plot



شکل (3-45): نمودار صخره‌ای مقادیر ویژه

از آنجا که یک عامل چند متغیر را کنترل می‌کند، روش‌هایی به وجود آمده‌اند که بدون تغییر میزان اشتراک، تفسیر عوامل را ساده‌تر می‌سازد. این روشها همان دوران عوامل هستند که به صورت عمود و مایل صورت می‌گیرد. دوران عمود استقلال بین عاملها را حفظ می‌کند، در صورتیکه دورانهای مایل عاملها را به هم وابسته می‌کند. در اینجا با استفاده از روش دوران متعامد¹ بر روی ضرایب عاملی دوران صورت می‌گیرد. با استفاده از این روش می‌توان عناصری را که در هر عامل از اهمیت بیشتری برخوردار است تعیین نمود. شکل (3-46) ماتریس دوران مؤلفه‌ها را نمایش می‌دهد.

2- Varimax

Rotated Component Matrix^a

| | Component | | | | | |
|----|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Au | .056 | -.072 | .169 | -.033 | .787 | -.309 |
| Hg | -.227 | .069 | -.145 | -.339 | .361 | .245 |
| Sb | .523 | -.003 | .543 | .198 | .205 | -.093 |
| Bi | .442 | .079 | .745 | .137 | -.142 | -.024 |
| Mo | .466 | -.087 | .570 | .137 | -.012 | .026 |
| Co | -.533 | .568 | .462 | -.018 | .176 | -.112 |
| Ag | -.095 | .055 | .267 | .663 | -.294 | .077 |
| Cd | .428 | -.163 | .247 | .540 | .015 | .299 |
| Pb | .361 | .121 | -.040 | .747 | .059 | .032 |
| As | .647 | .225 | .120 | .089 | .189 | -.135 |
| W | .124 | .123 | .093 | .651 | .139 | -.168 |
| S | .000 | -.187 | .186 | -.117 | -.630 | -.322 |
| Sn | .076 | .112 | .020 | -.037 | -.018 | .883 |
| Te | -.161 | .619 | .085 | .148 | .013 | .206 |
| Be | .872 | .107 | .056 | .216 | .090 | .061 |
| Ba | .812 | .153 | .063 | .217 | .034 | -.035 |
| Ti | .528 | .745 | -.196 | .095 | .035 | .013 |
| V | .181 | .918 | -.012 | .021 | -.006 | .058 |
| Cr | -.734 | .415 | -.213 | -.071 | .222 | -.173 |
| Fe | .005 | .922 | .273 | .095 | .068 | -.055 |
| Ni | -.896 | .121 | -.038 | -.099 | .241 | -.072 |
| Zn | .511 | .344 | .192 | .576 | .035 | .046 |
| Cu | -.177 | .274 | .788 | .183 | -.030 | .040 |

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 10 iterations.

شکل (3-46): ماتریس دوران مؤلفه‌ها

مقادیر عامل‌های مختلف برای هر نمونه محاسبه گردید تا در تخمین نقشه‌های مربوطه به کار

رود.

در نهایت پس از انجام آنالیز فاکتوری طبق آنچه که در زیر معرفی گردیده ، هر فاکتور از یک

سری از عناصر تشکیل شده است:

فاکتور اول: شامل عناصر (Be, Ba, As, (Zn), (Sb), (Mo), (Ti)

فاکتور دوم: شامل عناصر (Fe, V, Ti, Te, Co, (Cr)

فاکتور سوم: شامل عناصر (Cu, Bi, Mo, Sb

فاکتور چهارم: شامل عناصر (Pb, Ag, W, Zn, Cd

فاکتور پنجم: شامل عناصر (Au, (Hg)

فاکتور ششم: شامل عناصر Sn

در برخی فاکتورها به دلیل ضعیف بودن بار فاکتوری، عنصر مربوطه به صورت شفاف در هیچ فاکتوری شرکت نکرده ولی بالاترین فاکتور درون پراوتز آورده شده است. همچنین در تحلیل فاکتوری بالا، با توجه به بار فاکتوری، برخی عناصر در دو فاکتور حائز اهمیت بودند که در این میان بار فاکتوری ضعیفتر در داخل پراوتز نشان داده شده است. نقشه‌های (3-25) تا (3-30) حاصل از تخمین شبکه‌ای فاکتورها هستند.

3-9) جداسازی آنومالی‌ها از جامعه زمینه به روش P.N

در برداشتهای اکتشافی توزیع فراوانی داده‌ها به علت چولگی زیاد اغلب لاگ نرمال می‌باشد. در این برداشتها مقادیر بزرگ، تابع توزیع آنومالی‌ها را تشکیل می‌دهند. این مقادیر که از بقیه داده‌ها (زمینه) قابل تفکیک هستند می‌توانند معرف مناطق امیدبخش برای پیدایش کانی‌سازی اقتصادی باشند.

روش P.N یکی از روشهای آماری مختلفی است که جدایش و تشخیص مناطق آنومالی از زمینه ارائه شده است. در این روش فقط مقدار اندازه‌گیری شده برای نمونه مورد توجه قرار می‌گیرد و موقعیت فضایی نقاط نمونه‌برداری در نظر گرفته نمی‌شود. پایه و اساس این روش، حساب احتمالات است. منطق روش P.N در جدایش مقادیر آنومالی بر دو اصل بنا شده است: یکی افزایش مقدار متغیر و دیگری افزایش فراوانی نسبی آن. بنابراین شدت هر آنومالی تابع دو عامل است:

1- احتمال پیدایش نمونه‌ای با مقادیر مطلوب مورد نظر (P)، که هر چه این احتمال کوچکتر باشد شدت آنومالی در نمونه معرف آن بیشتر خواهد بود.

2- تعداد نمونه‌های برداشت شده (N)، که هر چه این مقدار کوچکتر باشد شدت آنومالی قوی‌تر است.

بنابراین حاصل ضرب دو عامل فوق یعنی P.N می‌تواند به عنوان معیاری برای انتخاب آنومالی‌ها محسوب گردد، بدیهی است هر چه این مقدار کوچکتر از واحد باشد آنومالی‌ها دارای شدت بیشتری می‌باشند. مقدار P برای هر عنصر در هر نمونه برابر احتمال رخداد عیارهای بزرگتر یا مساوی مقدار متغیر مورد بررسی در نمونه مورد نظر است. معمولاً برای آنکه با مقادیر عددی خیلی کوچک برخورد نشود به جای P.N می‌توان از مقدار $1/P.N$ استفاده کرد. در این صورت هر چه مقدار $1/P.N$ بزرگتر از واحد باشد آنومالی مورد نظر با اهمیت‌تر است.

نکته مهمی که در روش P.N باید به آن توجه نمود این است که این روش نسبت به نوع تابع توزیع بسیار حساس می‌باشد، زیرا مقادیر احتمال پیدایش براساس تابع توزیع نرمال محاسبه می‌شود لذا لازم است که یا داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند و یا با استفاده از روشهای تبدیل، به توزیع نرمال تبدیل شوند. نتایج حاصل از روش P.N در جدول (8-3) آمده است.

جدول (8-3): جدول آنومالی‌های حاصل از روش P.N

| Sample Number | (1/PN) MO | (1/PN) Co | (1/PN) Cd | (1/PN) As | (1/PN) S | (1/PN) Be | (1/PN) Ba | (1/PN) Tl | (1/PN) Fe | (1/PN) Cu | Sum (1/PN) |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| ZM-003 | | | | | | | 2.10 | | | | 5.16 |
| ZM-005 | | | 1.53 | | | | | | | | 3.07 |
| ZM-007 | | | | 3.93 | | 140.10 | 11.24 | 1.30 | | | 158.13 |
| ZM-014 | 1.07 | | | 6.72 | | | | | | | 8.84 |
| ZM-016 | | | 3.96 | | | | 1.37 | | | | 6.70 |
| ZM-019 | | | | 3.79 | | | | | | | 4.59 |
| ZM-042 | | 1.47 | | | | | | | 1.01 | | 4.46 |
| ZM-044 | | | | | | | | | | 2.30 | 3.51 |
| ZM-047 | | | | | | | | | | 1.43 | 2.96 |
| ZM-078 | | | | | 2.98 | | | | | | 3.51 |

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

چنانچه ملاحظه می‌گردد، شدت آنومالی‌ها با معیاری احتمال پذیر محاسبه گردیده است. مقادیر $1/(P.N)$ بالاتر از 1 به عنوان آنومالی در نظر گرفته شده است. همچنین مجموع مقادیر $1/(P.N)$ عناصر مختلف برای نمونه‌های آنومال، با عنوان $\text{Sum } 1/(P.N)$ در ستون آخر محاسبه شده است که نقشه (30-3) حاصل آن است. آنچه که از بررسی جدول متوجه می‌شویم عدم وجود برخی از عناصر در این جدول است که بدلیل نداشتن آنومالی $P.N$ می‌باشد.

3-10) تخمین شبکه‌ای داده‌ها

تخمین شبکه یکی از روشهایی است که با استفاده از داده‌های مربوط به نقاط نمونه‌برداری، تخمین‌هایی در مورد نقاطی که از آنها نمونه‌برداری صورت نگرفته انجام می‌دهد. با توجه به گستردگی مناطق تحت پوشش اکتشاف در روش رسوبات آبراهه‌ای و نیز چگالی پایین نمونه‌برداری، روش تخمین شبکه کارایی بسیار خوبی دارد. تخمین شبکه به کارشناس پروژه امکان می‌دهد تا نتایج حاصل از تخمین اطلاعاتی که مستقیماً از سلولها بدست می‌آید را به سایر سلولها نسبت دهد. در چنین حالتی افزایش تعداد سلولهایی که در مورد آنها داده‌ای بدست می‌آید، موجب می‌گردد تا ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه‌بندی موجود در نقشه توزیع یک عنصر فراهم گردد. برای مثال اگر آنومالی توسط مقادیر زمینه محصور گردد، در اینصورت مدل تغییرات تدریجی از حد زمینه به حد آستانه و از حد آستانه به آنومالی موجب افزایش اعتبار آنومالی خواهد گردید.

تبدیل یک شبکه نامنظم نمونه‌برداری به یک شبکه منظم، از امتیازات دیگر تخمین شبکه است. مهمترین ویژگی رسوبات آبراهه‌ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوبات رودخانه‌ای دارای خاصیت برداری است و جهت این بردار همواره برای ناحیه بالادست خود صادق است. لذا ابتدا باید مرز حوضه‌های آبریز مربوط به نمونه‌ها مشخص گردد، سپس جهت داده‌ها که می‌تواند در تخمین شرکت نماید مشخص شود. بدیهی است بیشترین انطباق بین یک شکل هندسی با حوضه آبریز با یک چندضلعی¹ امکان‌پذیر است. برای این انطباق و ترسیم چندضلعی از نقشه توپوگرافی و عکس هوایی استفاده می‌گردد.

در روش تخمین شبکه ابتدا نقشه مورد نظر بوسیله شبکه‌ای از سلولهای هم‌بعد پوشانده می‌شود، که ابعاد شبکه به مقیاس برداشتها و دقت مورد نیاز بستگی دارد. در این تحقیق از شبکه‌های 50 در 50 متر استفاده گردید.

1- Polygon

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

با استفاده از این تکنیک، اقدام به رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی مختلف گردید. مشخصات آنومالی‌های عناصر و نقشه‌های مربوطه در ادامه آورده شده است.

3-11) تشریح آنومالی‌های ژئوشیمیایی

در این قسمت به شرح نقشه‌های آنومالی به دست آمده از عناصر مختلف با استفاده از این روش شبکه‌ای می‌پردازیم:

در جداول زیر آنومالی‌های درجه اول و دوم داده‌های خام آمده است. همچنین بعد از جداول، نقشه‌های (3-1) تا (3-23) مربوط به تخمین شبکه‌ای عناصر آمده است. ضمناً آنومالی‌های مربوط به فاکتورها و P.N نیز که قبلاً تشریح شدند، در نقشه‌های شماره (3-24) تا (3-30) ترسیم شده‌اند.

1- عنصر نقره:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|---|----------------------|
| 48 | 1 | 3678353 | 678726 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.35 |
| 22 | 2 | 3676940 | 680195 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.28 |
| 70 | 2 | 3676736 | 676896 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.22 |
| 37 | 2 | 3678749 | 679432 | سنگ آهک ماسه‌ای، آهک تخریبی، مارن، کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.18 |

2- عنصر آرسنیک:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 78 | 1 | 3677810 | 676542 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 15.75 |
| 76 | 2 | 3677833 | 676596 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 11.45 |

3- عنصر طلا:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|---|----------------------|
| 4 | 1 | 3677739 | 681205 | تناوب توف سنگی و توفیت | 0.0052 |
| 78 | 2 | 3677810 | 676542 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.0048 |
| 16 | 2 | 3676481 | 680791 | گدازه آندزیتی، اسپیلیت، دیاباز و بازالت | 0.0048 |

4- عنصر باریم:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 76 | 1 | 3677833 | 676596 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 701 |

5- عنصر بریلیوم:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 62 | 1 | 3676147 | 677231 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.06 |

6- عنصر بیسموت:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 82 | 1 | 3675942 | 676197 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.38 |
| 68 | 1 | 3676506 | 677166 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.26 |
| 73 | 2 | 3675861 | 676769 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.25 |
| 69 | 2 | 3679321 | 676929 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.25 |
| 80 | 2 | 3676844 | 676325 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.25 |
| 55 | 2 | 3676864 | 677998 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.25 |
| 75 | 2 | 3678746 | 676606 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.25 |
| 71 | 2 | 3677475 | 676839 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.25 |
| 83 | 2 | 3676051 | 676221 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.24 |
| 72 | 2 | 3675715 | 676753 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.23 |

7- عنصر کادمیوم:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 76 | 1 | 3677833 | 676596 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.41 |
| 78 | 2 | 3677810 | 676542 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.37 |
| 57 | 2 | 3677820 | 677925 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.36 |

8- عنصر کبالت:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|--|----------------------|
| 5 | 1 | 3677181 | 681194 | تناوب توف سنگی و توفیت و گدازه آندزیتی | 20.54 |

9- عنصر کروم:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|--|----------------------|
| 5 | 1 | 3677181 | 681194 | تناوب توف سنگی و توفیت و گدازه آندزیتی | 299 |

10- عنصر مس:

| شماره | درجه | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام |
|-------|------|--------|--|-------------|----------------|
|-------|------|--------|--|-------------|----------------|

| نمونه | آتومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------|---------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 28 | 1 | 3676246 | 680005 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 67.85 |
| 73 | 2 | 3675861 | 676769 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 67.73 |
| 82 | 2 | 3675942 | 676197 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 66.46 |

11- عنصر آهن:

| شماره نمونه | درجه آتومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (%) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|--------------------|
| 23 | 1 | 3676377 | 680130 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 9.46 |

12- عنصر جیوه:

| شماره نمونه | درجه آتومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 21 | 1 | 3679527 | 680163 | تناوب توف سنگی و توفیت | 0.08 |
| 29 | 1 | 3675986 | 679944 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.08 |
| 25 | 2 | 3679461 | 680094 | تناوب توف سنگی و توفیت | 0.07 |

13- عنصر مولیبدن

| شماره نمونه | درجه آتومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 82 | 1 | 3675942 | 676197 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.32 |
| 62 | 1 | 3676147 | 677231 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.24 |
| 26 | 2 | 3676525 | 680017 | کوارتز دیوریت و گرانودیوریت | 1.16 |
| 80 | 2 | 3676844 | 676325 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.11 |

14- عنصر نیکل

| شماره نمونه | درجه آتومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|---|----------------------|
| 7 | 1 | 3676050 | 681066 | اسپیلیت، دیاباز، بازالت و گدازه آندزیتی | 214.34 |

15- عنصر سرب

| شماره نمونه | درجه آتومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|--------|--|-------------|----------------------|
|-------------|--------------|--------|--|-------------|----------------------|

| | | | | | |
|----|---|---------|--------|----------------------------------|-------|
| 76 | 1 | 3677833 | 676596 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 77.35 |
| 48 | 2 | 3678353 | 678726 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 75.96 |
| 40 | 2 | 3678340 | 679179 | تناوب توف سنگی و توفیت | 65.31 |

16- عنصر گوگرد:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|-----------------------------|----------------------|
| 42 | 1 | 3676618 | 679096 | کوارتز دیوریت و گرانودیوریت | 3199 |

17- عنصر آنتی موان:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 53 | 1 | 3677244 | 678132 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.20 |
| 78 | 1 | 3677810 | 676542 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.20 |
| 65 | 2 | 3676135 | 677199 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.10 |
| 68 | 2 | 3676506 | 677166 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.10 |
| 82 | 2 | 3675942 | 676197 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.10 |
| 75 | 2 | 3678746 | 676606 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.10 |
| 73 | 2 | 3675861 | 676769 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.10 |
| 80 | 2 | 3676844 | 676325 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.10 |
| 48 | 2 | 3678353 | 678726 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.10 |
| 4 | 2 | 3677739 | 681205 | تناوب توف سنگی و توفیت | 1.10 |

18- عنصر قلع:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 24 | 1 | 3677282 | 680121 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 3.24 |

19- عنصر تنگستن:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 73 | 1 | 3675861 | 676769 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.50 |

20- عنصر روی:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 48 | 1 | 3678353 | 678726 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 154.19 |
| 76 | 2 | 3677833 | 676596 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 133.35 |
| 78 | 2 | 3677810 | 676542 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 119.11 |

21- عنصر تلور:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 65 | 1 | 3676135 | 677199 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.0604 |
| 23 | 2 | 3676377 | 680130 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 0.0589 |
| 25 | 2 | 3679461 | 680094 | تناوب توف سنگی و توفیت | 0.0586 |

22- عنصر وانادیوم:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 23 | 1 | 3676377 | 680130 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 218 |

23- عنصر سرب:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان داده خام (ppm) |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------|
| 76 | 1 | 3677833 | 676596 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 77.35 |
| 48 | 2 | 3678353 | 678726 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 75.96 |
| 40 | 2 | 3678340 | 679179 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 65.31 |

24- فاکتور شماره (1) شامل عناصر (Be, Ba, As, (Zn), (Sb), (Mo), (Ti):

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان بار فاکتوری |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|-------------------|
| 76 | 1 | 3677833 | 676596 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.78 |
| 78 | 2 | 3677810 | 676542 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.68 |
| 62 | 2 | 3676147 | 677231 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.89 |

25- فاکتور شماره (2) شامل عناصر (Fe, V, Ti, Te, Co, (Cr):

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان بار فاکتوری |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|-------------------|
| 5 | 1 | 3677181 | 681194 | گدازه آندزیتی، توف و توفیت | 2.69 |
| 23 | 2 | 3676377 | 680130 | تناوب توف سنگی و توفیت | 2.55 |
| 22 | 2 | 3676940 | 680195 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.12 |

26- فاکتور شماره (3) شامل عناصر Cu, Bi, Mo, Sb:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان بار فاکتوری |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|-------------------|
| 82 | 1 | 3675942 | 676197 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.38 |
| 15 | 2 | 3677646 | 680825 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.01 |
| 73 | 2 | 3675861 | 676769 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.88 |

27- فاکتور شماره (4) شامل عناصر Pb, Ag, W, Zn, Cd:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان بار فاکتوری |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|-------------------|
| 5 | 1 | 3677181 | 681194 | گدازه آندزیتی، توف و توفیت | 2.79 |
| 4 | 2 | 3677739 | 681205 | تناوب توف سنگی و توفیت | 1.84 |
| 62 | 2 | 3676147 | 677231 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.58 |

28- فاکتور شماره (5) شامل عناصر Au, (Hg):

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان بار فاکتوری |
|-------------|--------------|---------|--------|----------------------------------|-------------------|
| 16 | 1 | 3676481 | 680791 | گدازه آندزیتی، توف و توفیت | 2.96 |
| 48 | 2 | 3678353 | 678726 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.37 |
| 76 | 2 | 3677833 | 676596 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2.13 |

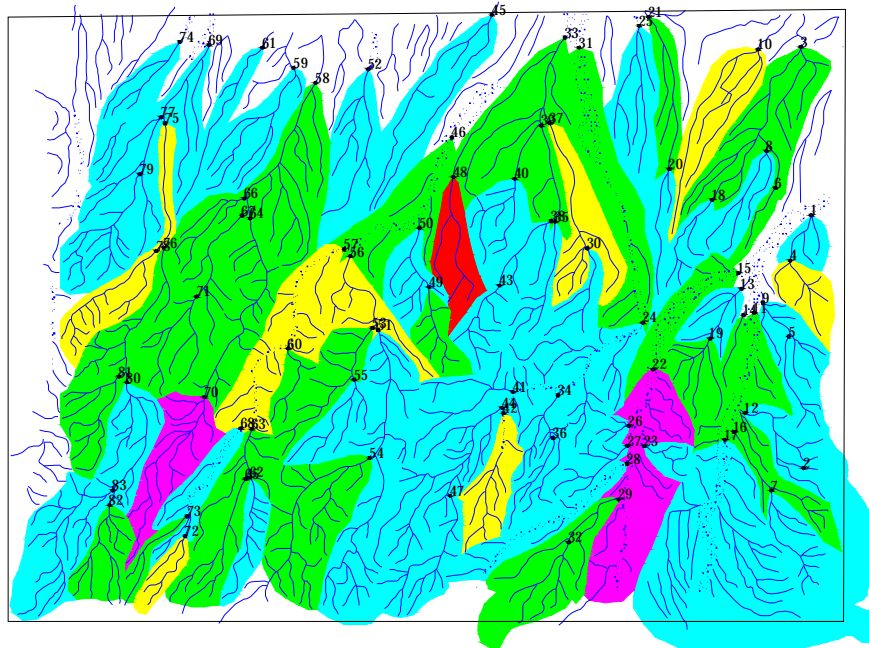
29- فاکتور شماره (6) شامل عناصر Sn:

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | میزان بار فاکتوری |
|-------------|--------------|---------|--------|--------------------------------------|-------------------|
| 3 | 1 | 3679306 | 681285 | تناوب توف سنگی و توفیت | 2.56 |
| 13 | 2 | 3677531 | 680845 | اسپیلیت، دیاباز، بازالت، توف و توفیت | 1.77 |
| 24 | 2 | 3677282 | 680121 | کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1.58 |

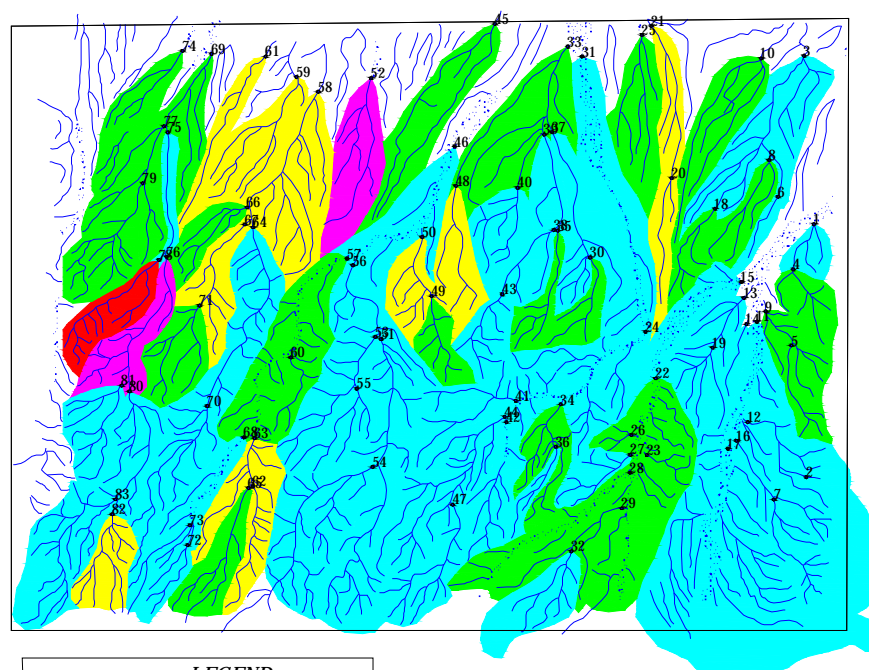
30 - جدول مربوط به آنومالی (P.N):

| شماره نمونه | درجه آنومالی | مختصات | | سنگ بالادست | Sum (1/(P.N)) |
|-------------|--------------|---------|--------|---|---------------|
| 7 | 1 | 3676050 | 681066 | اسپیلیت، دیاباز، بازالت و گدازه آندزیتی | 158.13 |
| 14 | 2 | 3677338 | 680861 | اسپیلیت، دیاباز و بازالت | 8.84 |
| 16 | 2 | 3676481 | 680791 | گدازه آندزیتی، توف و توفیت | 6.70 |

شکل (1-3): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر نقره



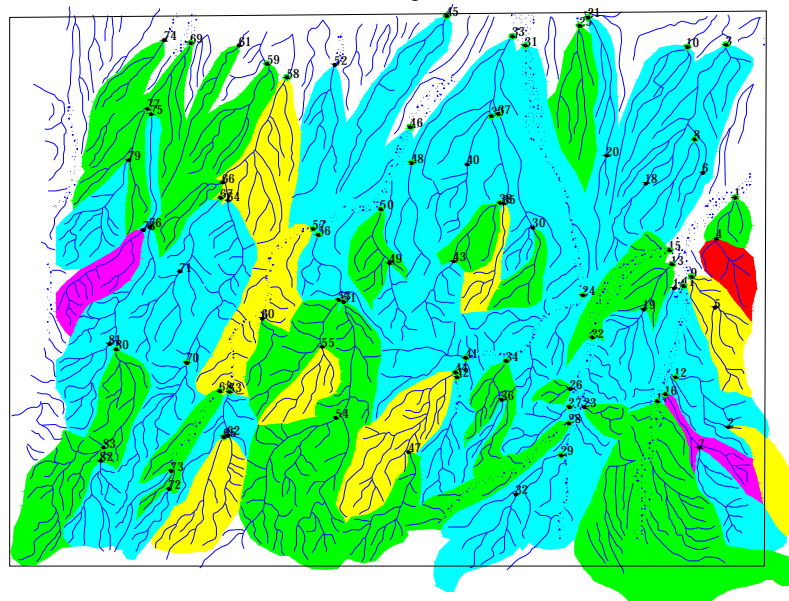
شکل (2-3): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر آرسنیک



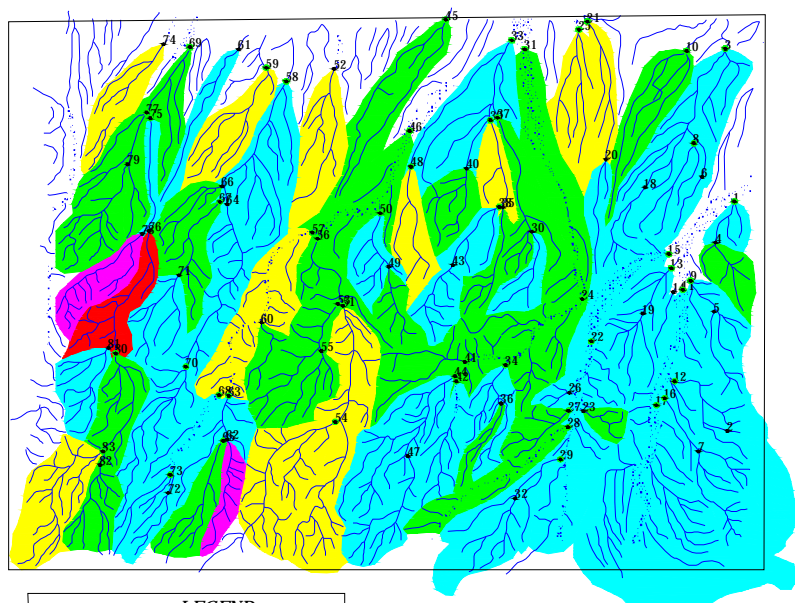
| LEGEND | | |
|--------|-------------|-------------------|
| Color | Range | Silt sample 5213 |
| | %99 - %100 | |
| | %97.5 - %99 | |
| | %84 - %97.5 | |
| | %50 - %84 | |
| | Min. - %50 | |
| | | Drainage |
| | | Zone: 39 |



شکل (3-3): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر طلا



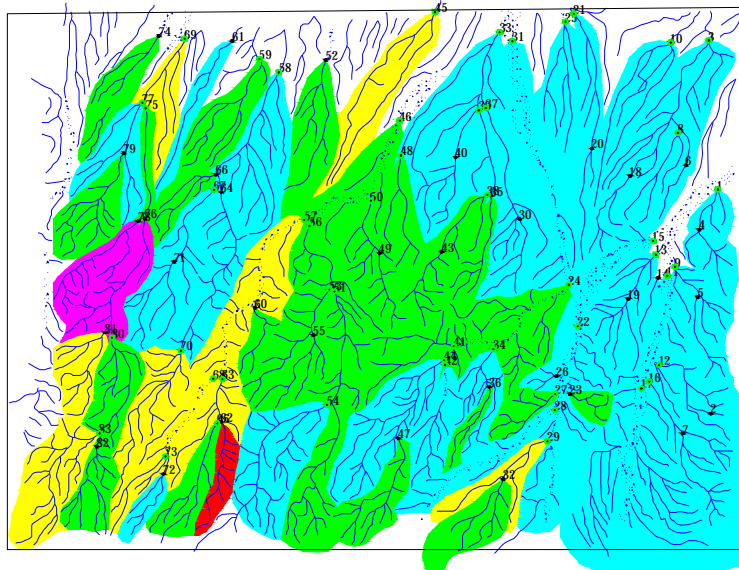
شکل (4-3): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر باریم



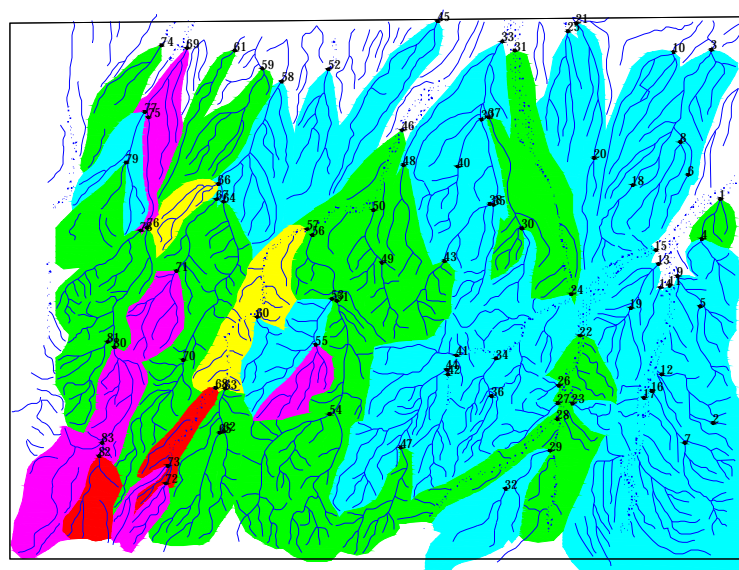
| Color | | Range | Silt sample |
|------------|--|-------------|-------------|
| Red | | %99 - %100 | Silt sample |
| Pink | | %97.5 - %99 | Silt Number |
| Yellow | | %84 - %97.5 | Drainage |
| Green | | %50 - %84 | |
| Light Blue | | Min. - %50 | Zone: 39 |



شکل (5-3): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر بریلیوم



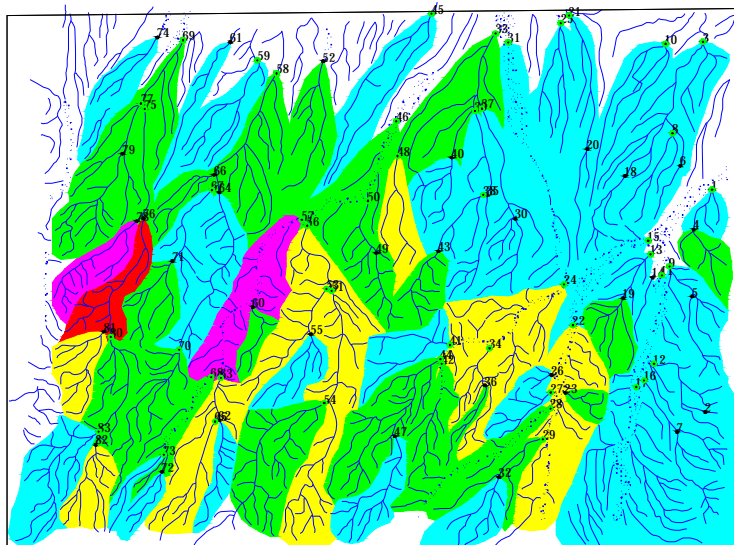
شکل (6-3): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر بیسموت



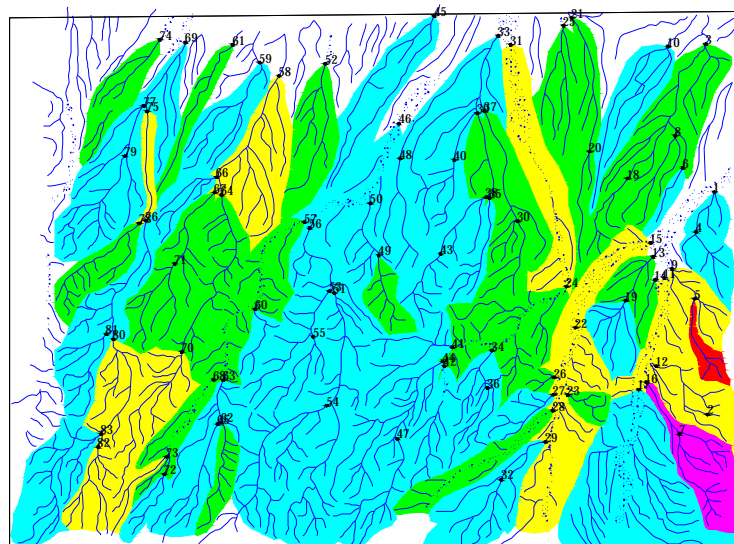
| Color | | Range | |
|--------|--|-------------|-------------|
| Red | | %99 - %100 | Silt sample |
| Pink | | %97.5 - %99 | Silt Number |
| Yellow | | %84 - %97.5 | Drainage |
| Green | | %50 - %84 | |
| Cyan | | Min. - %50 | Zone: 39 |



شکل (7-3): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر کادمیوم



شکل (8-3): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر کبالت



| LEGEND | |
|------------|-------------|
| Color | Range |
| Red | %99 - %100 |
| Pink | %97.5 - %99 |
| Yellow | %84 - %97.5 |
| Green | %50 - %84 |
| Light Blue | Min. - %50 |

Silt sample

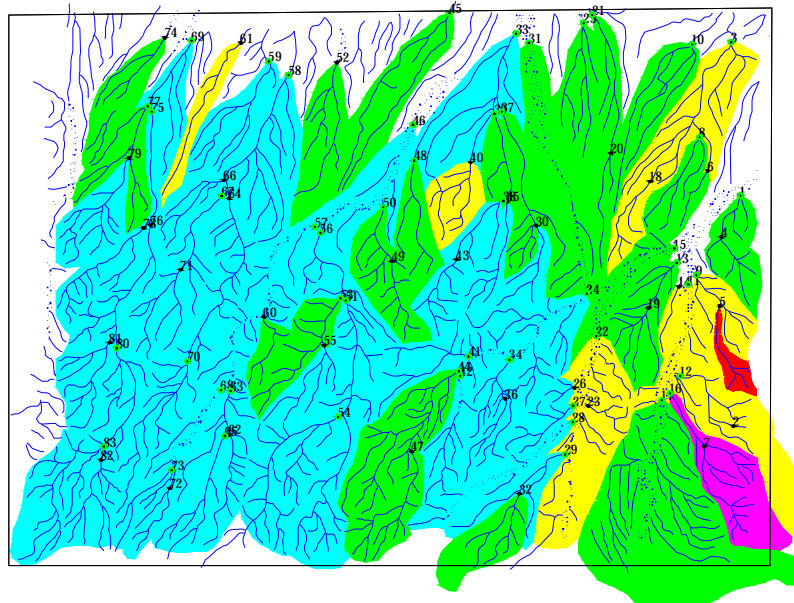
Silt Number

Drainage

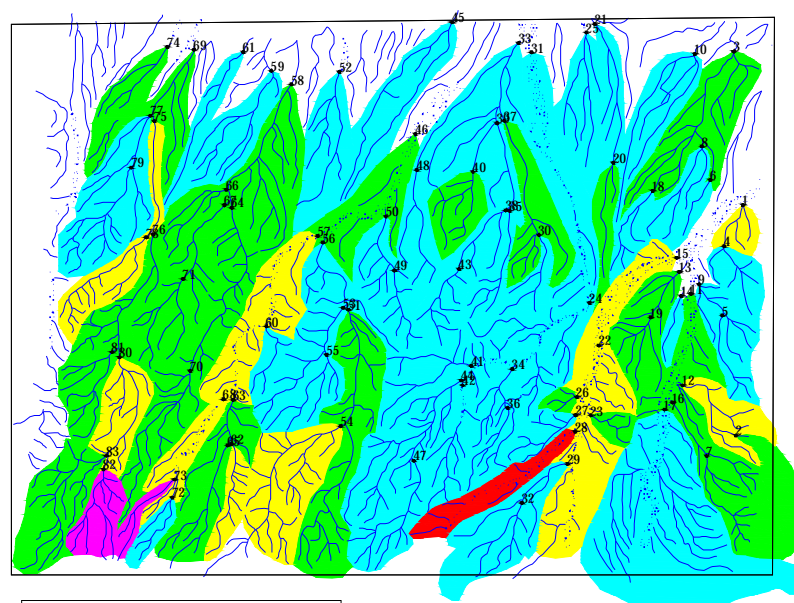
Zone: 39



شکل (3-9): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر کروم



شکل (3-10): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر مس

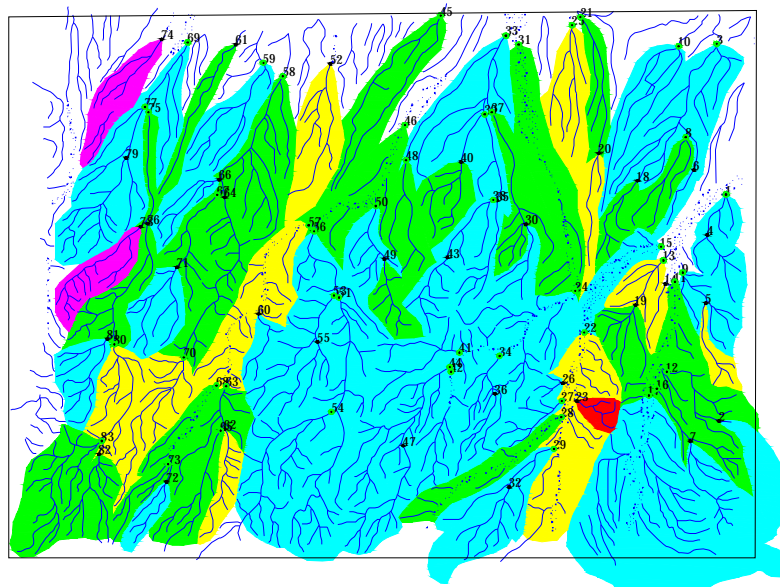


| LEGEND | |
|------------|-------------|
| Color | Range |
| Red | %99 - %100 |
| Pink | %97.5 - %99 |
| Yellow | %84 - %97.5 |
| Green | %50 - %84 |
| Light Blue | Min. - %50 |

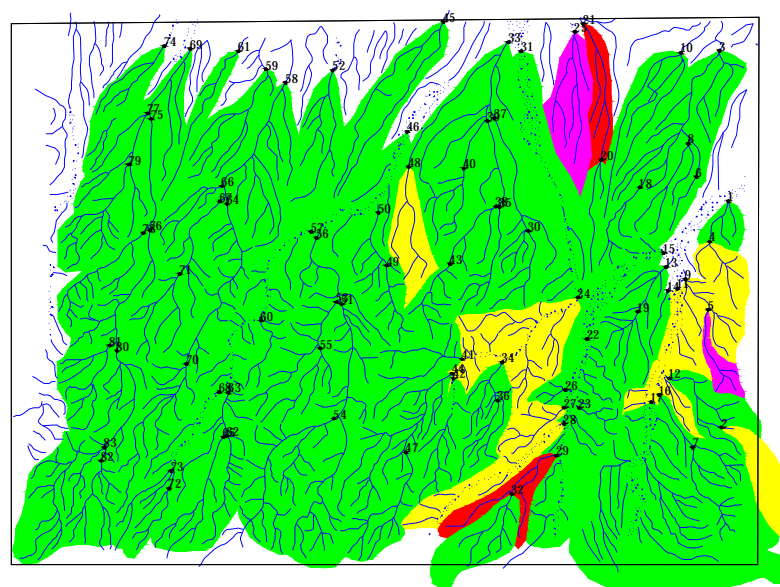
Silt sample →
Silt Number s2
Drainage ↘
Zone: 39



شکل (3-11): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر آهن



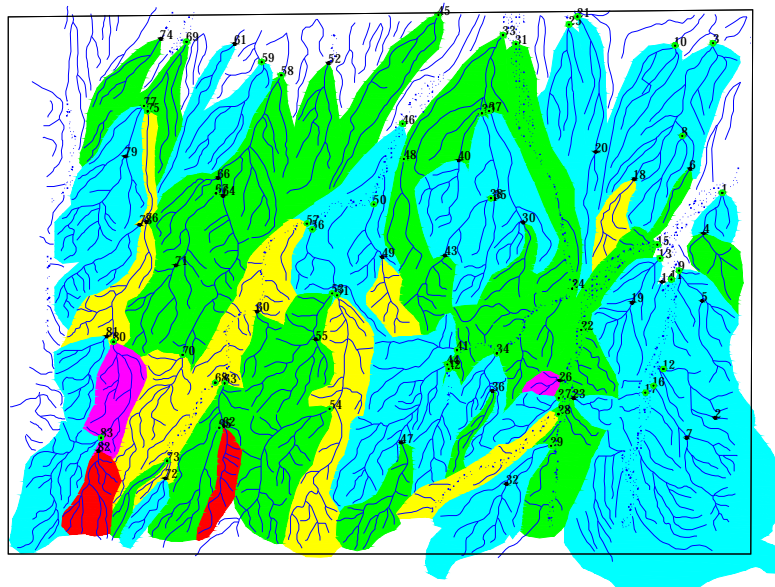
شکل (3-12): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر جیوه



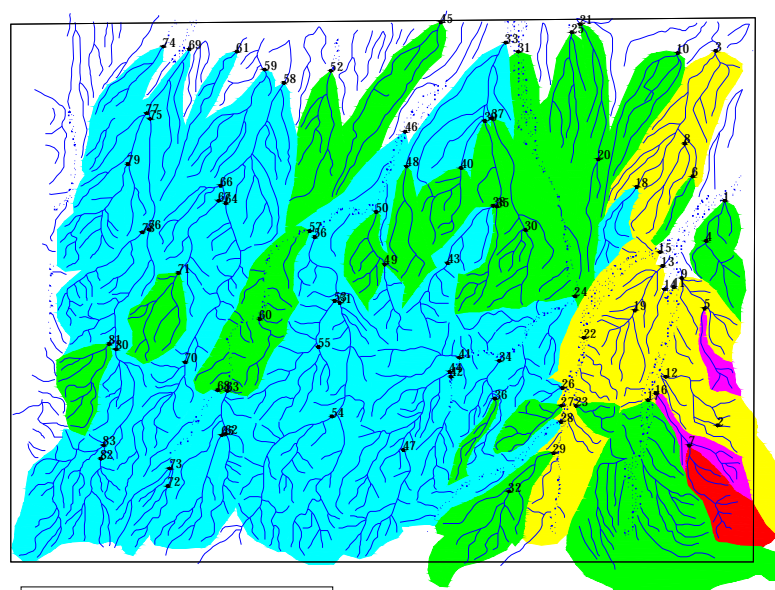
| LEGEND | | |
|------------|-------------|----------------|
| Color | Range | |
| Red | %99 - %100 | Silt sample |
| Pink | %97.5 - %99 | Silt Number 52 |
| Yellow | %84 - %97.5 | Drainage |
| Green | %50 - %84 | |
| Light Blue | Min. - %50 | Zone: 39 |



شکل (3-13): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر مولیبدن



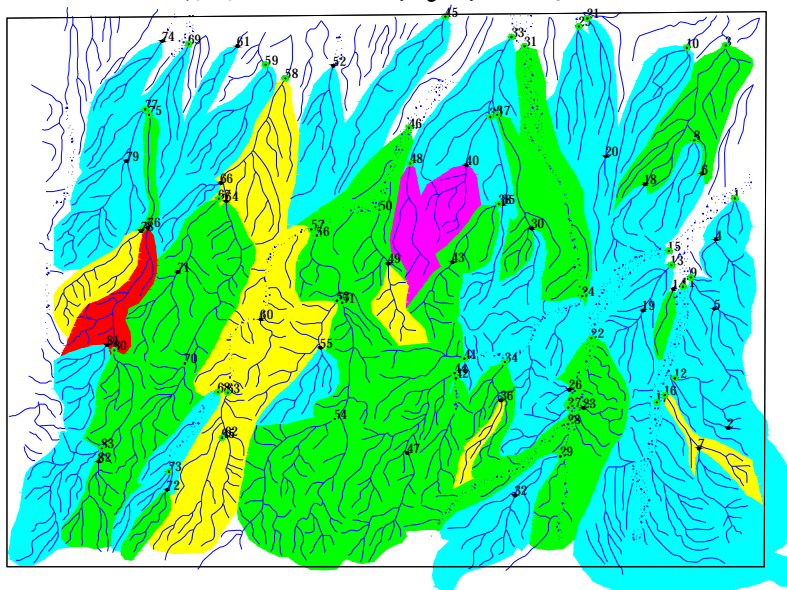
شکل (3-14): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر نیکل



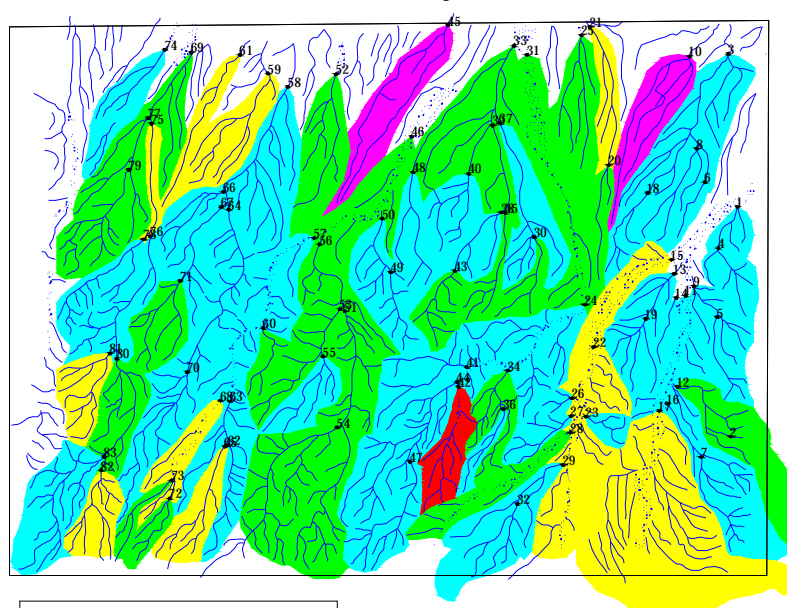
| LEGEND | | |
|--|-------------|-------------|
| Color | Range | Silt sample |
| ■ | %99 - %100 | Silt Number |
| ■ | %97.5 - %99 | Drainage |
| ■ | %84 - %97.5 | |
| ■ | %50 - %84 | |
| ■ | Min. - %50 | |
| Zone: 39 | | |



شکل (3-15): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر سرب



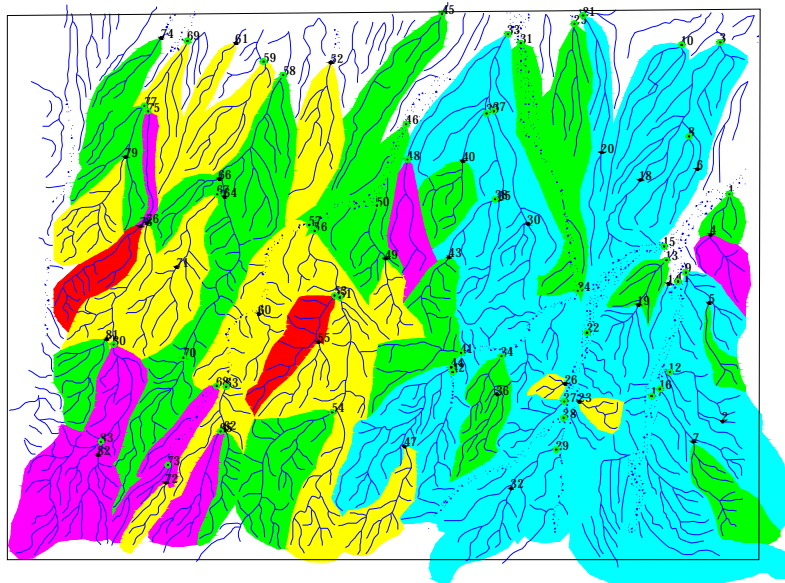
شکل (3-16): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر گوگرد



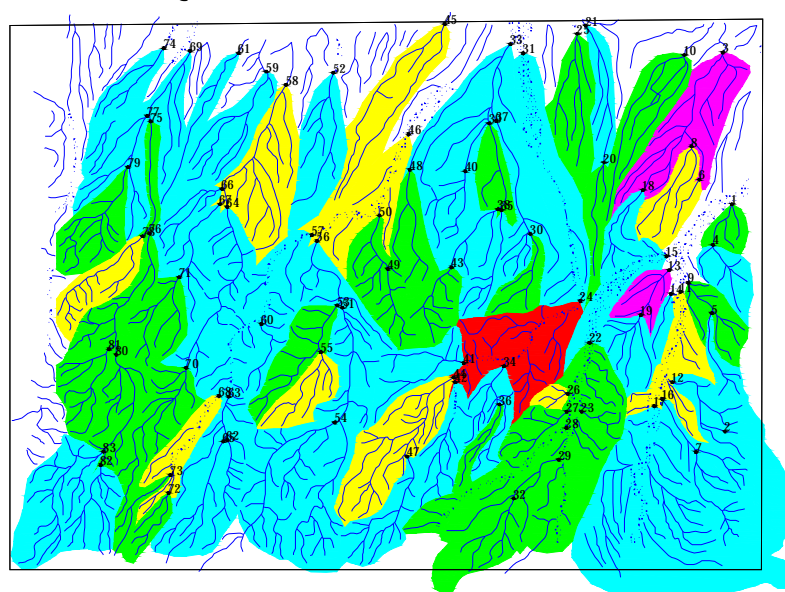
| Color | | Range | |
|---------|--|-------------|-------------|
| Red | | %99 - %100 | Silt sample |
| Magenta | | %97.5 - %99 | Silt Number |
| Yellow | | %84 - %97.5 | Drainage |
| Green | | %50 - %84 | |
| Blue | | Min. - %50 | Zone: 39 |



شکل (3-17): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر آنتی-موان



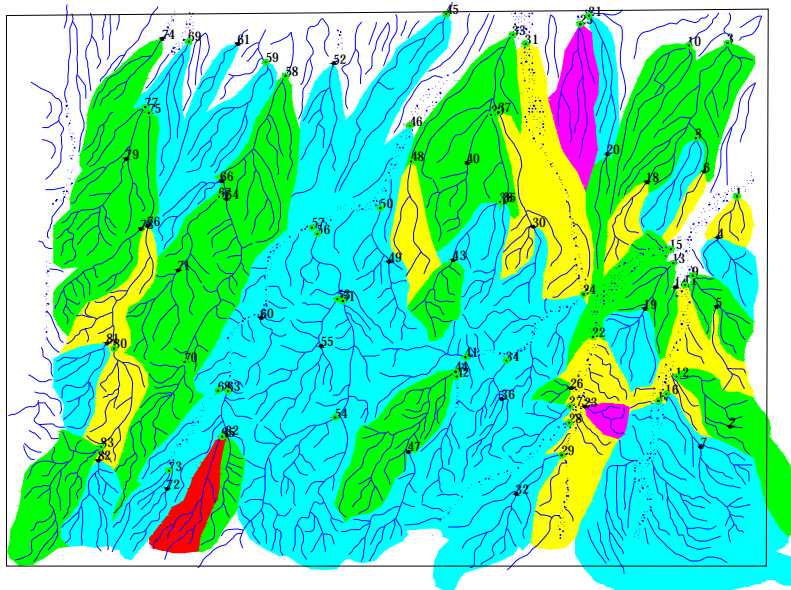
شکل (3-18): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر قلع



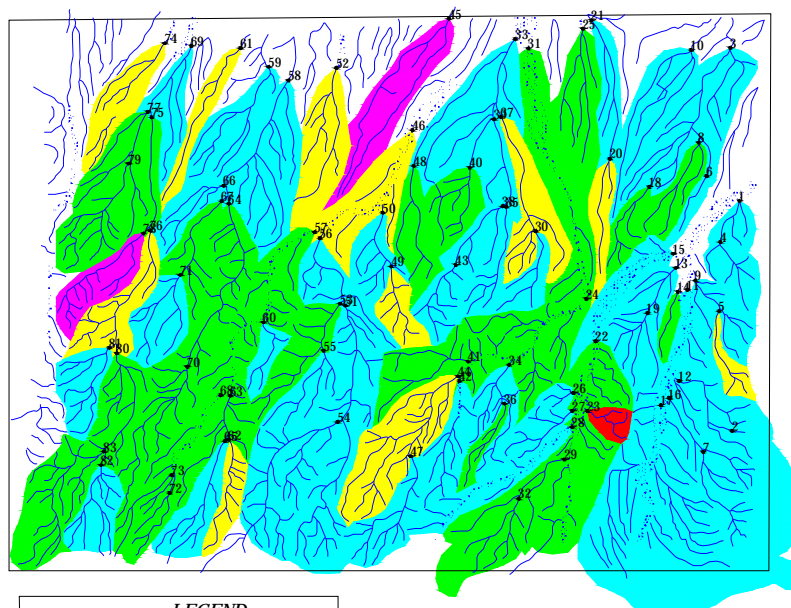
| Color | | Range | |
|-----------|-----------|-------------|-------------|
| [Red] | [Red] | %99 - %100 | Silt sample |
| [Magenta] | [Magenta] | %97.5 - %99 | Silt Number |
| [Yellow] | [Yellow] | %84 - %97.5 | Drainage |
| [Green] | [Green] | %50 - %84 | |
| [Cyan] | [Cyan] | Min. - %50 | Zone: 39 |



شکل (3-19): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر تلور



شکل (3-20): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر تیتانیوم



| LEGEND | |
|---------|-------------|
| Color | Range |
| Red | %99 - %100 |
| Magenta | %97.5 - %99 |
| Yellow | %84 - %97.5 |
| Green | %50 - %84 |
| Cyan | Min. - %50 |

Silt sample

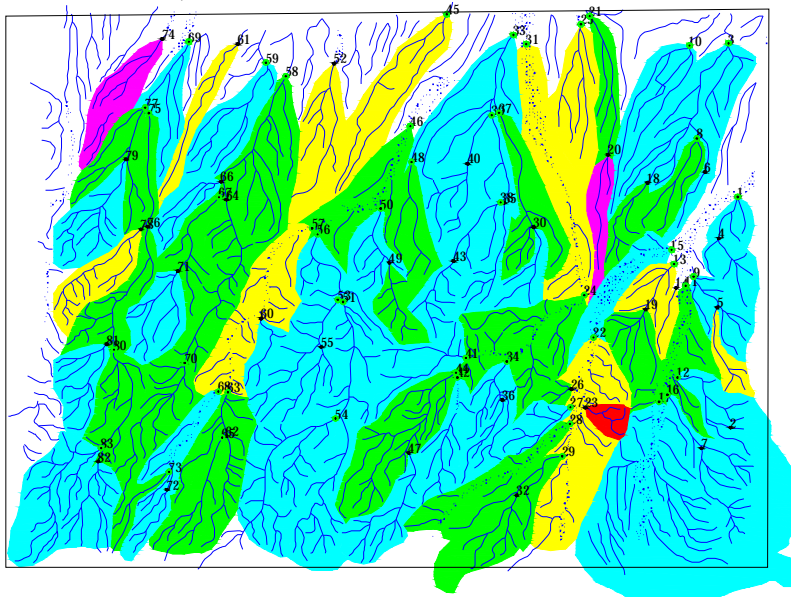
Silt Number sz

Drainage

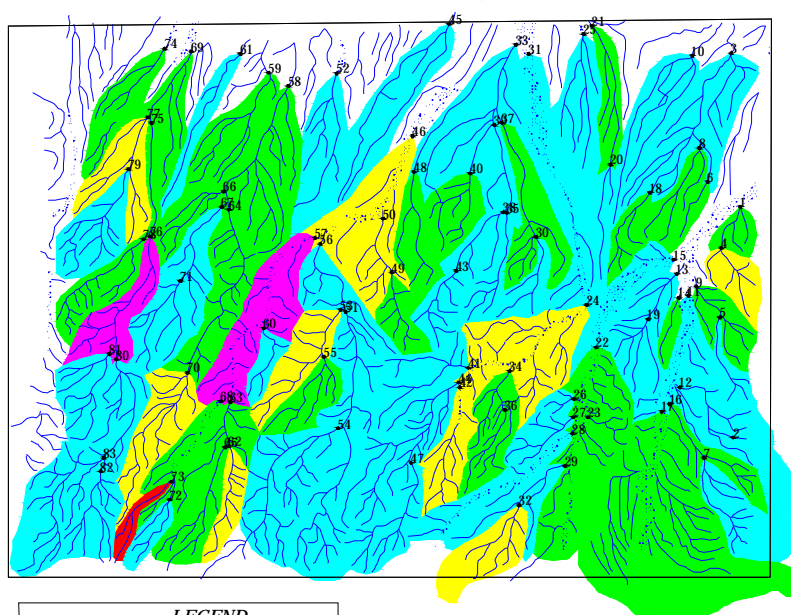
Zone: 39



شکل (3-21): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر وانادیوم



شکل (3-22): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر تنگستن

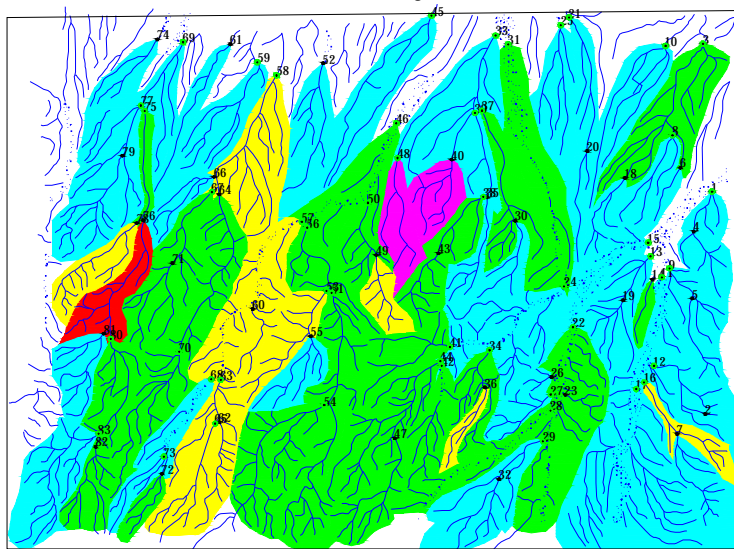


LEGEND

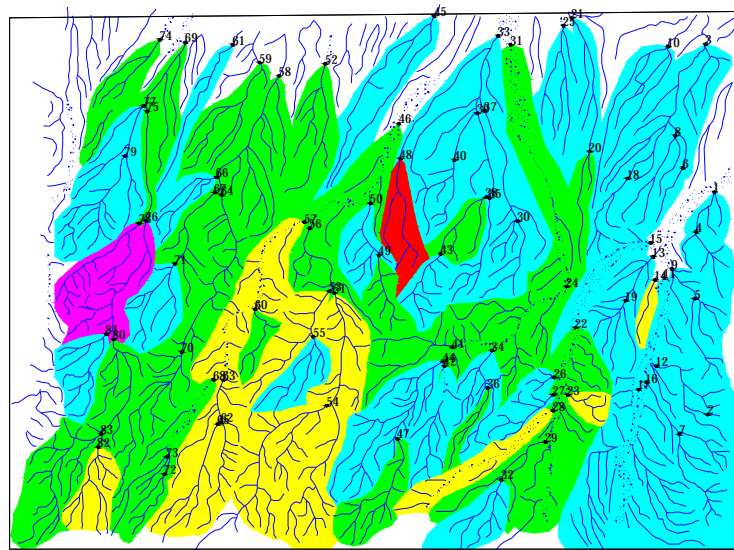
| Color | Range | Silt sample |
|---------|-------------|-------------|
| Red | %99 - %100 | Silt Number |
| Magenta | %97.5 - %99 | Drainage |
| Yellow | %84 - %97.5 | Zone: 39 |
| Green | %50 - %84 | |
| Blue | Min. - %50 | |



شکل (3-23): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر سرب



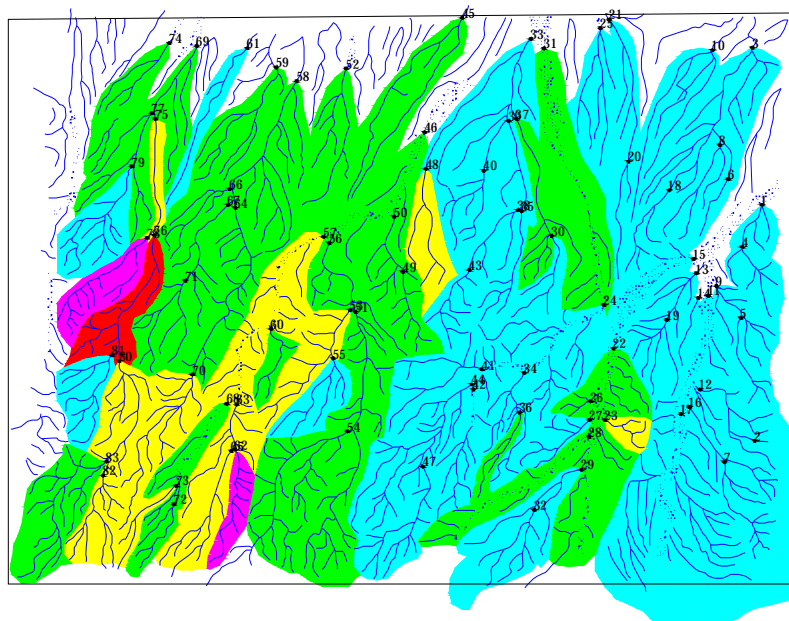
شکل (3-24): آنومالی نمونه‌های سیلت عنصر روی



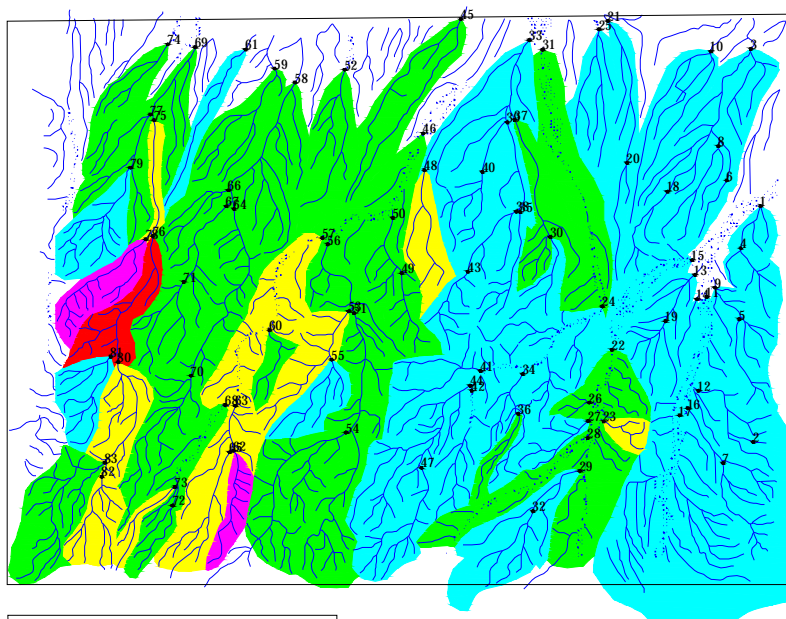
| LEGEND | | |
|---------|-------------|-------------|
| Color | Range | |
| Red | %99 - %100 | Silt sample |
| Magenta | %97.5 - %99 | Silt Number |
| Yellow | %84 - %97.5 | Drainage |
| Green | %50 - %84 | |
| Cyan | Min. - %50 | Zone: 39 |



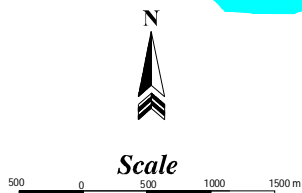
شکل (3-25): آنومالی حاصل از تجزیه عاملی فاکتور شماره 1



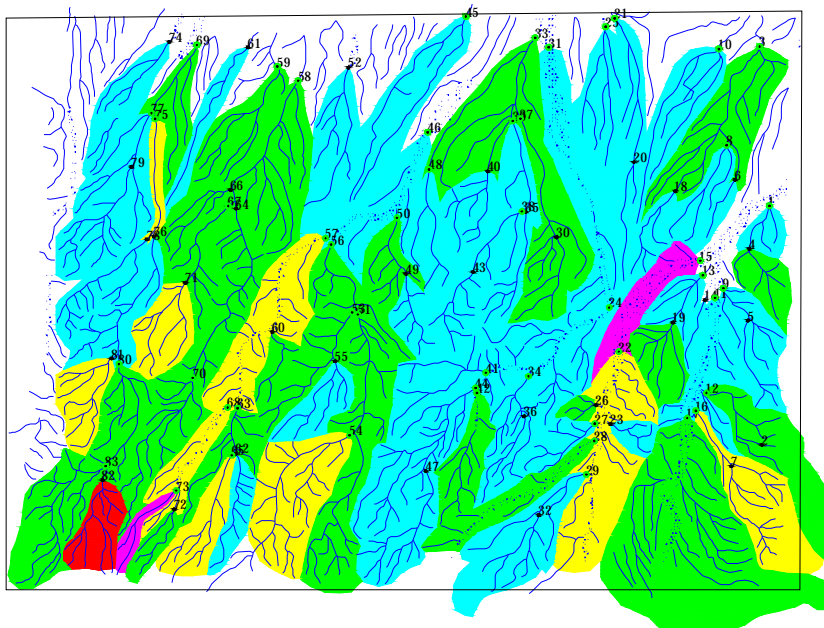
شکل (3-26): آنومالی حاصل از تجزیه عاملی فاکتور شماره 2



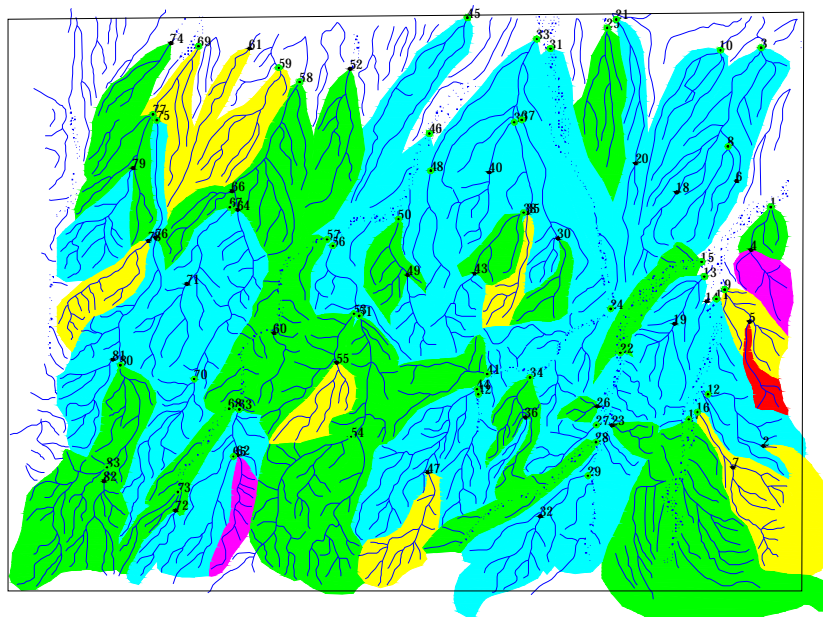
| LEGEND | | |
|------------|-------------|----------------|
| Color | Range | Silt sample 42 |
| Red | %99 - %100 | Drainage |
| Purple | %97.5 - %99 | Zone: 39 |
| Yellow | %84 - %97.5 | |
| Green | %50 - %84 | |
| Light Blue | Min. - %50 | |



شکل (27-3): آنومالی حاصل از تجزیه عاملی فاکتور شماره 3

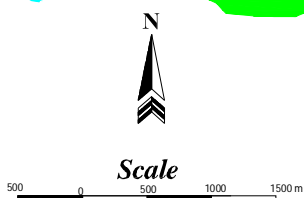


شکل (28-3): آنومالی حاصل از تجزیه عاملی فاکتور شماره 4

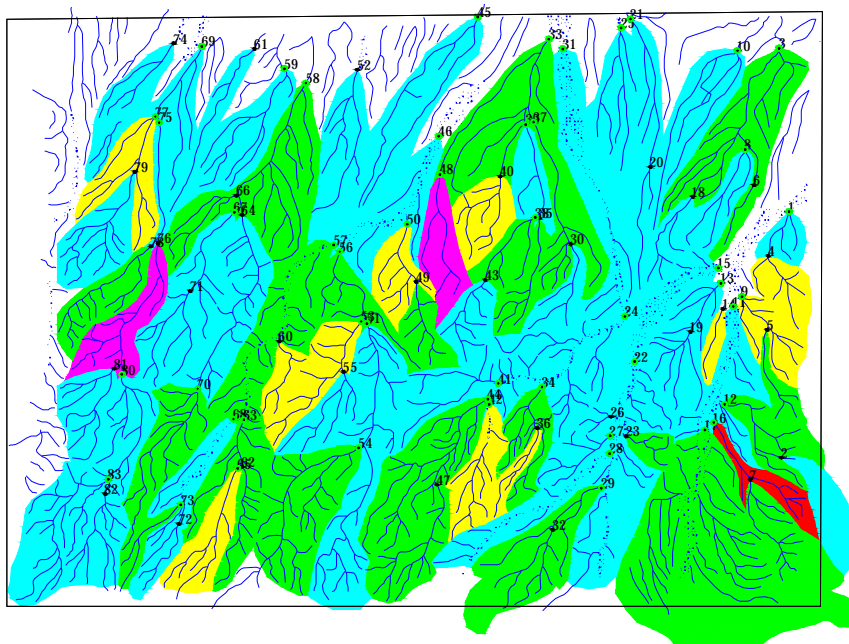


| Color | | Range | Silt sample |
|--------|--|-------------|-------------|
| Red | | %99 - %100 | 42 |
| Pink | | %97.5 - %99 | |
| Yellow | | %84 - %97.5 | |
| Green | | %50 - %84 | |
| Blue | | Min. - %50 | |

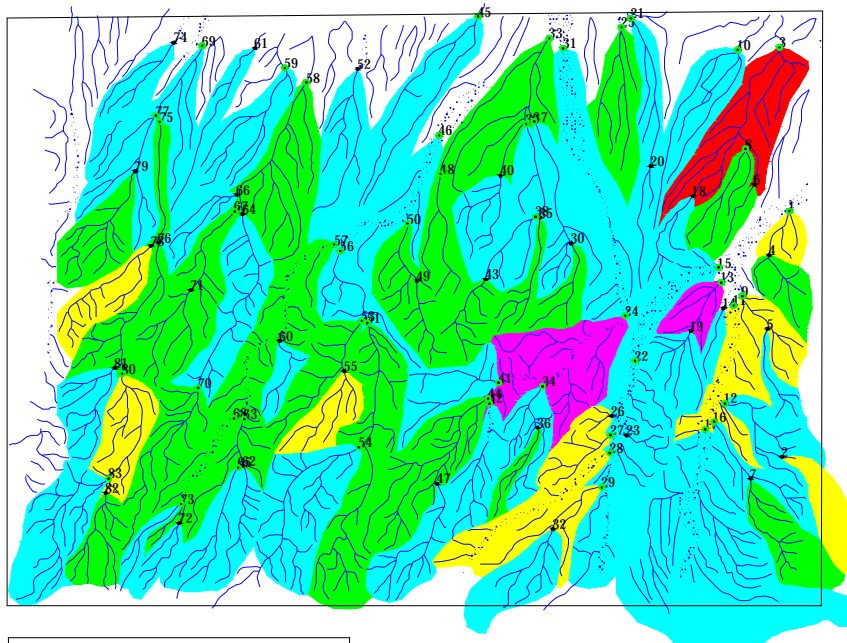
| Drainage | |
|-----------|----------|
| Blue line | Zone: 39 |



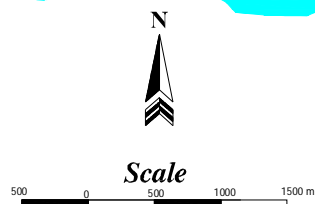
شکل (3-29): آنومالی حاصل از تجزیه عاملی فاکتور شماره 5



شکل (3-30): آنومالی حاصل از تجزیه عاملی فاکتور شماره 6



| LEGEND | | |
|--------|-------------|----------------|
| Color | Range | Silt sample 42 |
| Red | %99 - %100 | Drainage |
| Yellow | %97.5 - %99 | Zone: 39 |
| Green | %84 - %97.5 | |
| Cyan | %50 - %84 | |
| Blue | Min. - %50 | |



فصل چهارم

فاز کنترل

آنومالی‌های ژئوشیمیایی

4-1) مقدمه

به دلیل اینکه در روش ژئوشیمیایی هر عنصر مستقیماً مورد آنالیز قرار می‌گیرد، توجهی به فاز پیدایش آن نمی‌شود، از اینرو هاله‌های ثانوی کشف‌شده نمی‌توانند همواره معرف کانی‌سازی باشند. بنابراین برای تمییز دادن آنومالی‌های واقعی (که در ارتباط با پدیده کانی‌سازی بوده و دارای مؤلفه اپی‌ژنتیک است)، از انواع کاذب باید کنترل‌های دیگری انجام گردد. بطور کلی منشاء آنومالی‌های ژئوشیمیایی می‌تواند از انواع زیر می‌باشند:

1- تأثیر سنگ‌بالادست (مؤلفه سنگ‌زایی): بعضی از عناصر کانه ساز می‌توانند در شبکه کانی‌های دیگر نیز جای بگیرند. برای مثال Pb می‌تواند در شبکه فلدسپات، Ni می‌تواند در شبکه الیوین و Zn می‌تواند در شبکه بیوتیت و آمفیبول قرار گیرد. به این ترتیب، در حالت عادی سنگ‌زایی، بیشتر با ورود این عناصر در ترکیب (یا محلول جامد) کانی‌های سازنده سنگ روبرو هستیم.

2- هاله‌های ثانویه مرتبط با عوامل کانی‌سازی: بعضی از عناصر با ارزش می‌توانند تشکیل کانی مستقل می‌دهند. برای مثال Pb می‌تواند سرروزیت و Zn می‌تواند اسمیت زونیت و W می‌تواند شلیت را به وجود آورد و حضور آنها در یک منطقه می‌تواند نشانه‌ای از کانی‌سازی باشد.

3- آلودگی‌های مختلف محیطی (صنعتی، کشاورزی و...)

4- آلوده‌شدن نمونه ضمن نمونه‌برداری و آماده‌سازی

5- ناهمگنی موجود در نمونه آنالیزشده

روش‌های مختلفی برای کنترل آنومالی‌ها وجود دارد که می‌توان به کمک آنها ارتباط این آنومالی‌ها را با کانی‌سازی رد یا تأیید کرد. به عبارت ساده‌تر می‌توان با این تکنیک‌ها به کاذب یا غیر کاذب بودن آنومالی‌های معرفی شده پی برد.

این روش‌ها عبارتند از:

1- نمونه برداری کانی سنگین از محدوده آنومالی‌ها

2- نمونه برداری و بررسی مناطق دگرسان شده، سیستم‌های درزه و شکاف پر شده توسط مواد

معدنی و زون‌های مینرالیزه احتمالی

3- بررسی شکستگی‌ها و گسل‌های محدوده

4-2) روش کانی سنگین

4-2-1) ردیابی کانی سنگین

با پیشرفت علم اکتشاف بویژه اکتشافات ژئوشیمیایی در کشف کنسارهای ناشناخته و پنهان، روش پی جویی کانی سنگین به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های اکتشافی مطرح است. ارزش مشاهدات کانی سنگین که جزء کانی‌های فرعی سازنده سنگ هستند و ممکن است در مناطق فاقد کانی‌سازی نیز پیدا شوند به اندازه عناصر ردیاب نیست، ولی می‌تواند معرف محیط و بستر مناسب وقوع کانی‌سازی باشد که برای مثال به چند مورد آن اشاره می‌شود.

- طلا: مشاهده ذرات طلا در کنسانتره کانی سنگین می‌تواند حاکی از مناطق امیدبخش به کانی‌سازی باشد.

- شلیت، کاسیتريت و کانی‌های فلزی دیگر: حضور کانی‌های شاخص این عناصر در نمونه‌های کانی سنگین می‌تواند فاکتور بسیار خوبی برای تأیید و ردیابی کانی‌سازی باشد.

- تورمالین: این کانی ممکن است حاصل آلتراسیون هیدروترمالی باشد. بنابراین راهنمای مناسبی برای تشخیص آلتراسیون و کانه‌زایی است. پیدایش تورمالین در بعضی از مجموعه‌های پاراژنزی مانند مولیدنیت، آرسنوپیریت و فلوئورین می‌تواند به تعیین دقیق‌تر مناطق امیدبخش کمک کند.

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآباد و

- ایلمنیت: این کانی از نظر پیدایش به همراه مگنتیت در سنگهای آذرین بازیک و آلکالن دیده می‌شود. گاهاً نیز در پگماتیت‌ها حضور دارد. این کانی در نتیجه دگرسانی هیدروترمالی سنگهای آذرین به لوکوکسن تبدیل می‌شود.

- گارنت: که شامل یک گروه از کانی‌هاست که اغلب در شرایط کنتاکت متاسوماتیک تشکیل می‌گردد. انواع گروسولاریت و آندرادیت، سیلیکاتهای کلسیم‌دار (دیوپسید و هیدنبرژیت، ولاستونیت، اکتینولیت و کلریت) را در اسکارنها همراهی می‌کند. اغلب کانسارهای گارنت‌دار در تماس ماگماهای اسیدی با سنگهای دگرگونی تشکیل می‌شود، به‌ویژه در شرائطی که دگرگونی مذکور به صورت گزنولیت در سنگهای آذرین وجود دارد. با توجه به وجود چنین شرائط زمین‌شناسی در منطقه، حضور این کانی در نمونه‌های کانی سنگین بعضی آنومالی‌ها به چشم می‌خورد.

4-2-2) طراحی و نمونه‌برداری کانی سنگین

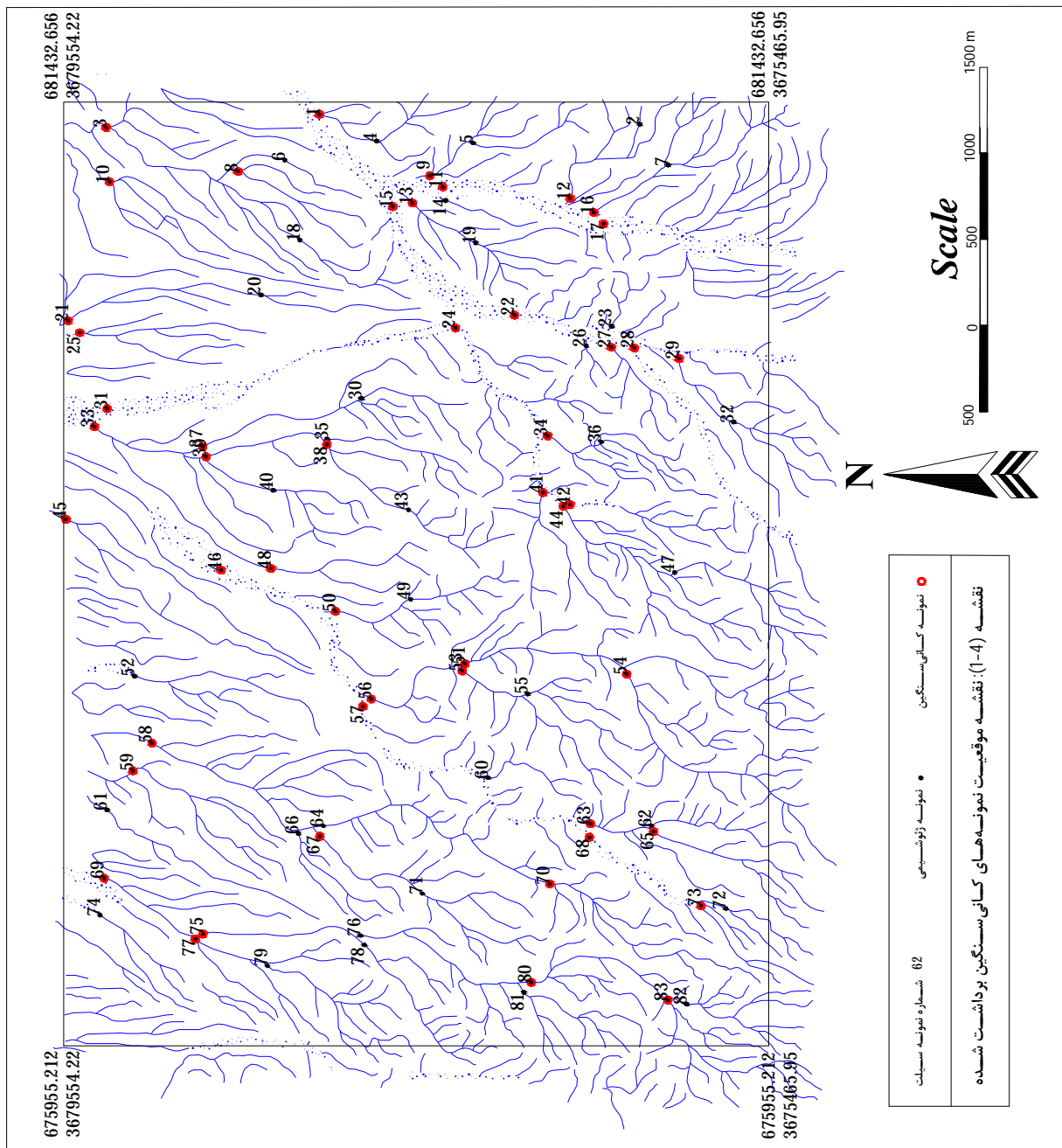
در اکتشافات ژئوشیمیایی مقدماتی به جهت وسعت زیاد منطقه (2500 کیلومتر)، فقط آنومالی‌های ژئوشیمیایی مورد کنترل آنومالی و برداشت نمونه کانی سنگین قرار می‌گیرد. با توجه به وسعت کم منطقه (حدود 25 کیلومترمربع) و فاز اکتشافی نیمه تفصیلی سعی گردید تا کل حوضه آبریز نمونه‌برداری ژئوشیمیایی، تحت پوشش نمونه‌های کانی سنگین قرار گیرد. بدین ترتیب خطاهای دو نمونه‌برداری توسط هم پوشش داده می‌شوند. بدین ترتیب همزمان با برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی، نمونه‌های کانی سنگین نیز برداشت گردید.

با توجه به وزن مخصوص بالای کانی‌های سنگین، سعی گردید که محل نمونه‌ها در مرز جدایش ارتفاعات با نقاط پست، محل پیچش آبراهه‌ها، محل اتصال آبراهه‌ها، گودال‌های آبراهه‌ای، جبهه مقابل جریان آب و بطور کلی هر محلی که احتمال کاهش سرعت جریان آب و برجای گذاشتن

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

کانی‌های سنگین می‌رود، در نظر گرفته‌شود. پس از طراحی نمونه‌برداری، نمونه‌ها از عمق 10 الی 15 سانتیمتری به پایین با الک سایز 20 مش و در حجم 4 الی 5 لیتر برداشت گردیدند.

در نهایت در این پروژه تعداد 49 نمونه کانی‌سنگین برداشت گردید، که در نقشه (1-4) محل آنها در کنار نمونه‌های سیلت برداشت شده، مشخص گردیده‌است.



3-2-4 آماده‌سازی و مطالعه

در مرحله آماده‌سازی، نمونه‌ها ابتدا گل‌شویی و سپس لاوک‌شویی می‌شود. بدین ترتیب بخش عمده کانی‌های رسی و سبک حذف می‌گردد. سپس نمونه‌ها از مایع سنگین بروموفرم عبور داده می‌شوند تا بر اساس وزن مخصوص بخش‌های سبک و سنگین از یکدیگر جدا گردند. بخش‌های سبک بایگانی و بخش‌های سنگین پس از حجم‌سنجی مجدد توسط آهنربای دستی با شدت مغناطیس‌های مختلف مورد جدایش قرار می‌گیرد که بر این اساس نمونه‌ها به 3 بخش کانی‌های غیرمغناطیسی (MN)، کانی‌های مغناطیس ضعیف (AV) و کانی‌های مغناطیس قوی (AA) تقسیم‌بندی می‌شوند، که هر کدام جداگانه مطالعه می‌شود.

در مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین با میکروسکوپ بیناکولار تعداد هریک از ذرات کانی‌سنگین شمارش گردیده که با دانستن وزن مخصوص نمونه رسوب و کانی‌سنگین و حجم‌سنجی می‌توان مقدار آنها را طبق رابطه زیر به ppm و درصد تبدیل کرد.

$$\text{مقدار کانی‌سنگین در هر نمونه} = \frac{X.Y.B.D.10^6}{A.C.D'}$$

X : درصد کانی محاسبه‌شده

Y : حجم کانی سنگین پس از جدایش با بروموفرم

B : حجم نمونه باقیمانده پس از شستشو

D : وزن مخصوص کانی مورد محاسبه

D' : وزن مخصوص رسوب آبرفتی

A : حجم اولیه نمونه

C : حجم انتخابی نمونه برای بروموفرم

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

بدیهی است اندازه دانه‌های مطالعه‌شده و نوع گردش‌دگی کانی‌های سنگین سهم بسزایی در شناخت کانسارها و موقعیت آنها نسبت به محل نمونه‌برداری می‌تواند داشته‌باشد. جدول (4-1) نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه موقعیت جغرافیایی نمونه‌ها، مؤلفه آنومال در پردازش ژئوشیمیایی و شدت آنومالی هر نمونه را نشان می‌دهد.

در مورد جدول مذکور لازم به توضیح است که منظور از کانی‌های غنی شده، کانی‌هایی است که در طی مطالعه فراوانی بیشتری نسبت به حجم نمونه داشته‌اند و منظور از کانی‌های مشاهده شده، کانی‌های فلزی و دارای اهمیت از لحاظ اکتشافی می‌باشد. در برخی موارد که نمونه برداشت شده فاقد کانی‌های غنی شده و مشاهده شده بوده است، با خط تیره مشخص شده است.

ضمناً طلا در نمونه Zm-22 یک ذره مشاهده گردیده است.

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| شماره نمونه | مختصات نمونه کانی‌سنگین | | کانی‌های مشاهده شده در مطالعه نمونه | عناصر آنومال نمونه‌های سیلت | درجه آنومالی عنصر (نمونه‌سیلت) | سنگ بالادست |
|-------------|-------------------------|--------|--|-----------------------------|--------------------------------|--|
| | 3678072 | 681359 | | | | |
| Zm-001 | 3678072 | 681359 | کانی‌های غنی شده: | Au | 1 | اسپیلیت، دیاباز، بازالت، تناوب توف سنگی و توفیت، کوارتز دیوریت و گرانودیوریت |
| | | | پیرومورفیت، استارولیت کانی مشاهده شده: اسفالریت | Sb | 2 | |
| Zm-003 | 3679306 | 681285 | کانی‌های غنی شده: لیتارژ، لیمونیت، اولیژیست کانی مشاهده شده: سرب طبیعی | — | — | تناوب توف سنگی و توفیت |
| Zm-008 | 3678543 | 681029 | کانی‌های غنی شده: کلریت و آمفیبول کانی مشاهده شده: سرب طبیعی، پیرومورفیت و میمیتیت | — | — | تناوب توف سنگی و توفیت |
| Zm-009 | 3677431 | 681004 | کانی مشاهده شده: میمیتیت | Cr | 1 | اسپیلیت، دیاباز، بازالت، تناوب توف سنگی و |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| توفیت | 1 | Co | | | | |
|---|---|----|---|---------|--------|---------------|
| تناوب توف سنگی و توفیت | — | — | کانی‌های غنی شده: گالن، لیتارژ، باریت و پیروکسن کانی مشاهده شده: پیرومورفیت و میمتیت | 3679289 | 680971 | Zm-010 |
| اسپیلیت، دیاباز، بازالت، تناوب توف سنگی و توفیت، کوارتز دیوریت و گرانودیوریت | — | — | کانی‌های غنی شده: گالن، ایلمنیت، اسپینل، منیتیت، هماتیت و پیروکسن کانی‌های مشاهده‌شده: سروزیت، سرب طبیعی و مالاکیت | 3677357 | 680939 | Zm-011 |
| اسپیلیت، دیاباز و بازالت | — | — | کانی‌های غنی شده: لوکوکسن و کرومیت کانی مشاهده شده: | 3676619 | 680873 | Zm-012 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | | | | |
|---|--------|------------------------|---|---------|--------|---------------|
| | | | پیرومورفیت | | | |
| اسپیلیت، دیاباز، بازالت، توف و توفیت | — | — | کانی‌های غنی‌شده: هماتیت کانی‌مشاهده شده: نقره | 3677531 | 680845 | Zm-013 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی‌های غنی‌شده: پیرومورفیت، استارولیت و پیریت لیمونیت کانی‌مشاهده شده: مالاکیت و اسفالریت | 3677646 | 680825 | Zm-015 |
| گدازه آندزیتی، اسپیلیت، دیاباز و بازالت | 2 1 | Au Ni | کانی‌مشاهده شده: باریت | 3676481 | 680791 | Zm-016 |
| اسپیلیت، دیاباز، بازالت، تناوب توف سنگی و توفیت، کوارتز دیوریت و گرانودیوریت | — | — | کانی‌های غنی‌شده: نیگرین، پیرولوزیت و لیمونیت | 3676424 | 680725 | Zm-017 |
| تناوب توف سنگی و توفیت | 1 | Hg | کانی‌های غنی‌شده: نیگرین، پیرولوزیت، لیمونیت، | 3679527 | 680163 | Zm-021 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | سیلیمانیت، گوتیت و پیروکسن | | | |
|----------------------------------|---|----|---|---------|--------|--------|
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Fe | کانی‌های غنی‌شده: نیگرین و پیرولوویت کانی‌های مشاهده شده: مس طبیعی و طلا | 3676940 | 680195 | Zm-022 |
| | 1 | Ti | | | | |
| | 2 | Te | | | | |
| | 1 | V | | | | |
| | 1 | Cu | | | | |
| | 1 | Hg | | | | |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Sn | کانی‌های غنی‌شده: میمتیت و مارتیت کانی‌مشاهده شده: پیرومورفیت | 3677282 | 680121 | Zm-024 |
| تناوب توف سنگی و توفیت | 2 | Hg | کانی‌های غنی‌شده: روتیل، اپیدوت، منیتیت، همتایت، | 3679461 | 680094 | Zm-025 |
| | 2 | Te | | | | |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | | | | |
|----------------------------------|---|----|---|---------|--------|--------|
| | | | پیریت اکسید، پیروکسن، بیوتیت، آپاتیت، زیرکن و اولیژیست | | | |
| کوارتز دیوریت و گرانودیوریت | — | — | کانی مشاهده شده: پیرومورفیت | 3676379 | 680009 | Zm-027 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Cu | کانی غنی شده: پیروکسن کانی مشاهده شده: ملاکیت و میمتیت | 3676246 | 680005 | Zm-028 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Hg | کانی‌های غنی شده: میمتیت، نیگرین، روتیل و اپیدوت کانی مشاهده شده: پیرومورفیت | 3675986 | 679944 | Zm-029 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی‌های غنی شده: نیگرین و اسپینل | 3679301 | 679652 | Zm-031 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | کانی مشاهده شده: پیرومورفیت | | | |
|---|---|----|---|---------|--------|--------|
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Ag | کانی‌های غنی شده: نیگرین و گارنت | 3679375 | 679548 | Zm-033 |
| | 2 | Pb | | | | |
| | 2 | Sb | | | | |
| | 1 | Zn | | | | |
| کوارتز دیوریت و گرانودیوریت | — | — | کانی‌های غنی شده: نیگرین، اسفن، روتیل، پیرولولوزیت و اپیدوت | 3676749 | 679496 | Zm-034 |
| سنگ آهک ماسه‌ای، آهک تخریبی، مارن، کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی مشاهده شده: باریت | 3678749 | 679432 | Zm-037 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی‌های غنی شده: لیتارژ و لوکوکسن کانی مشاهده شده: | 3678028 | 679445 | Zm-038 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | | | | |
|--|---|----|--|---------|--------|--------|
| | | | پیرومورفیت | | | |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2 | Pb | کانی‌های غنی شده: اولیژیست و نیگرین کانی مشاهده شده: پیرومورفیت | 3678729 | 679374 | Zm-039 |
| کوارتز دیوریت و گرانودیوریت | — | — | کانی مشاهده شده: میمیت | 3676776 | 679165 | Zm-041 |
| کوارتز دیوریت و گرانودیوریت | — | — | کانی غنی شده: سرب طبیعی کانی مشاهده شده: پیرومورفیت | 3676618 | 679096 | Zm-042 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی مشاهده شده: پیرومورفیت | 3676658 | 679085 | Zm-044 |
| سنگ آهک، مارن، آهک ماسه‌سنگی همراه با کنگلوмера، کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی‌های غنی شده: اسفن، باریت، منتیت، همتیت، اولیژیست و زیرکن | 3679542 | 679011 | Zm-045 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|----------------------|--|---------|--------|--------|
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی‌های غنی‌شده: میمیتیت، اپیدوت و آپاتیت کانی مشاهده شده: سرب طبیعی | 3678642 | 678716 | Zm-046 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 2 2 1 | Ag Pb Sb Zn | کانی‌های غنی‌شده: اپیدوت و پیروکسن کانی مشاهده شده: میمیتیت | 3678353 | 678726 | Zm-048 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی‌های غنی‌شده: لیتارژ، ایلمنیت، آپاتیت و زیرکن کانی مشاهده شده: پیرومورفیت | 3677978 | 678477 | Zm-050 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی غنی‌شده: سرب طبیعی کانی مشاهده شده: میمیتیت | 3677228 | 678174 | Zm-051 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | | | | |
|----------------------------------|--------|----------|---|---------|--------|--------|
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Sb | کانی‌های غنی‌شده: میمیتیت، اسفن، روتیل، باریت، پیروکسن، آپاتیت و زیرکن | 3677244 | 678132 | Zm-053 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی‌غنی‌شده: میمیتیت و آمفیبول کانی‌مشاهده شده: پیرومورفیت | 3676290 | 678112 | Zm-054 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 2 | Sb Bi | کانی‌های غنی‌شده: کلریت، گوتیت، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت | 3677771 | 677968 | Zm-056 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی‌های غنی‌شده: میمیتیت، نیگرین، باریت، اورپیمنت، گوتیت و آمفیبول کانی‌مشاهده شده: | 3677820 | 677925 | Zm-057 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | پیرومورفیت | | | |
|--|---|----|--|---------|--------|--------|
| آهک ماسه‌سنگی همراه با کنگلومرا، کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2 | Bi | کانی مشاهده شده: پیرومورفیت و میمیتیت | 3679043 | 677713 | Zm-058 |
| آهک ماسه‌سنگی همراه با کنگلومرا، کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | — | — | کانی غنی شده: ایلمنیت کانی مشاهده شده: سرب طبیعی | 3679153 | 677552 | Zm-059 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Te | کانی مشاهده شده: لیتارژ | 3676501 | 677244 | Zm-063 |
| | 2 | Sb | | | | |
| | 1 | Be | | | | |
| | 1 | Mo | | | | |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Te | کانی غنی شده: آمفیبول و میمیتیت | 3676135 | 677199 | Zm-065 |
| | 2 | Sb | کانی مشاهده شده: مالاکیت | | | |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2 | Bi | کانی مشاهده شده: | 3678070 | 677173 | Zm-067 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|--|--|---------|--------|--------|
| | | | پیرومورفیت | | | |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2 1 | Sb Bi | کانی‌های غنی‌شده: اسفن، لیمونیت و پیروکسن کانی‌های مشاهده‌شده: پیرومورفیت، ماسیکوت و پیرولوزیت | 3676506 | 677166 | Zm-068 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 1 1 2 1 1 1 | Bi Sb As Zn Cd Ba Pb | کانی‌های غنی‌شده: باریت و اپیدوت کانی‌های مشاهده‌شده: پیرومورفیت، سروزیت، لیتارژ و سرب طبیعی | 3679321 | 676929 | Zm-069 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2 | Ag | کانی‌های غنی‌شده: کلریت، | 3676736 | 676896 | Zm-070 |

جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|----------------------|--|---------|--------|--------|
| | | | منیتیت، گوتیت، لیمونیت، پیروکسن و آمفیبول کانی‌های مشاهده‌شده: سروزیت، لیتارژ، میمتیت و سرب طبیعی | | | |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2 2 2 1 | Sb Cu Bi W | کانی‌های غنی شده: اسفالریت، لیمونیت و پیریت اکسید کانی‌های مشاهده شده: پیرومورفیت، مالاکیت، سروزیت و پیرولولوزیت | 3675861 | 676769 | Zm-073 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 1 2 1 | Sb As Zn Cd | کانی غنی شده: ماسیکوت کانی‌های مشاهده شده: مالاکیت، سرب طبیعی، پیرومورفیت، سروزیت و | 3678746 | 676606 | Zm-075 |

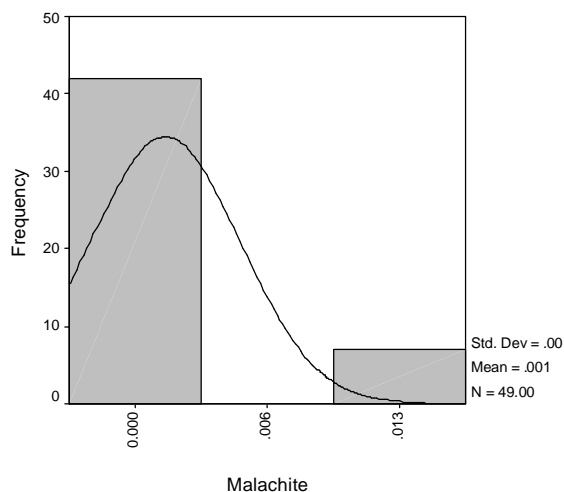
جدول (1-4): نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین به‌همراه مختصات و لیتولوژی

| | | | | | | |
|----------------------------------|---|-----------|--|---------|--------|---------------|
| | 1 | Ba | میمتیت | | | |
| | 1 | Pb | | | | |
| تناوب توف سنگی و توفیت | — | — | کانی غنی‌شده: منیتیت کانی مشاهده شده: میمتیت و سرب طبیعی | 3678791 | 676577 | Zm-077 |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 1 | Mo | کانی‌های مشاهده‌شده: مالاکیت و میمتیت | 3676844 | 676325 | Zm-080 |
| | 2 | Sb | | | | |
| | 1 | Bi | | | | |
| | 2 | Cu | | | | |
| کوارتز دیوریت، گرانودیوریت و توف | 2 | Sb | کانی مشاهده‌شده: میمتیت | 3676051 | 676221 | Zm-083 |

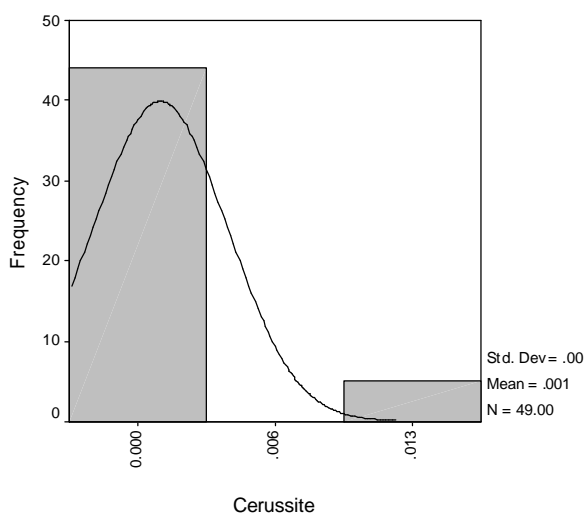
3-4) پردازش داده‌های کانی سنگین

نمونه‌های کانی سنگین این محدوده پس از مطالعه مورد پردازش آماری قرار گرفت. در مطالعه این نمونه‌ها کانی‌های آمفیبول، آپاتیت، بیوتیت، کربناته، پیروکسن، کوارتز-فلدسپار، زیرکن، کانی‌های سبک، استارولیت، باریت، پیرولولزیت، طلا، آنتاز، ایلمنیت، نیگرین، روتیل، اسفن، لوکوکسن، پیریت لیمونیت، پیریت اکسید، کلریت، اپیدوت، گارنت، کانی‌های آلتره، همی مورفیت، لیتارژ، ماسیکوت، میمتیت، سرب طبیعی، پیرومورفیت، گالن، اسفالریت، سروزیت، مالاکیت، مس طبیعی، هماتیت، لیمونیت، منیتیت، مارتیت، اولیژیست و گوتیت مشاهده شدند. هیستوگرام

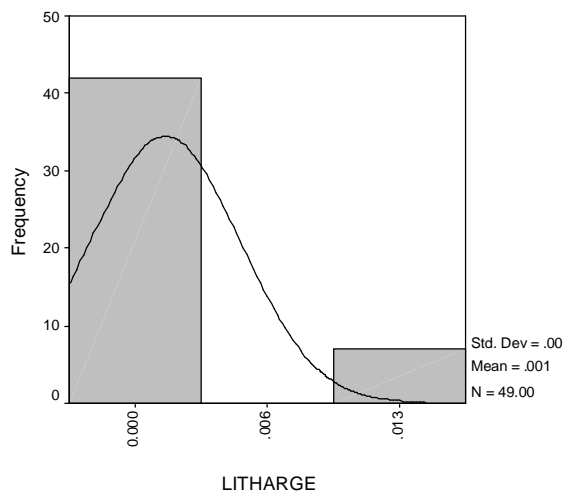
کانیهایی که تعداد کافی برای نمایش داشتند در اشکال (1-4) تا (4-22) ترسیم شده‌اند.



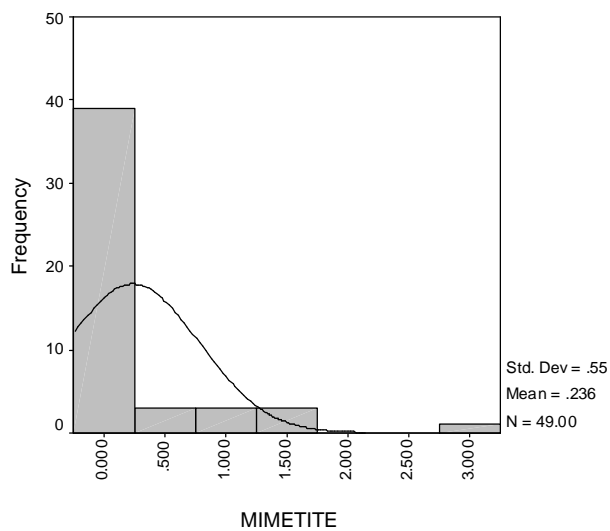
شکل (1-4): هیستوگرام داده‌های کانی سنگین برای مالاکیت



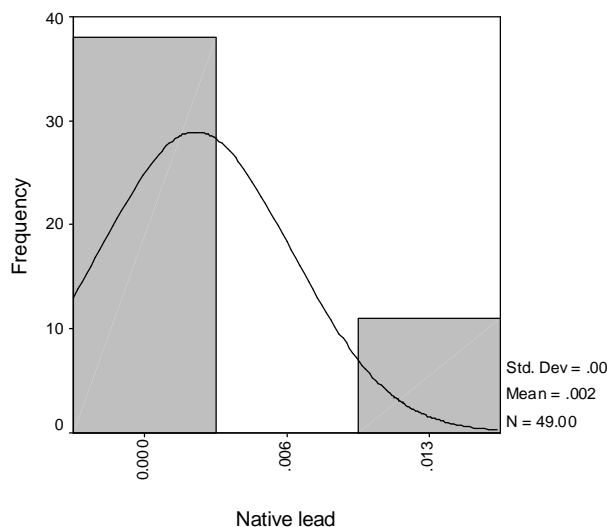
شکل (2-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای سروزیت



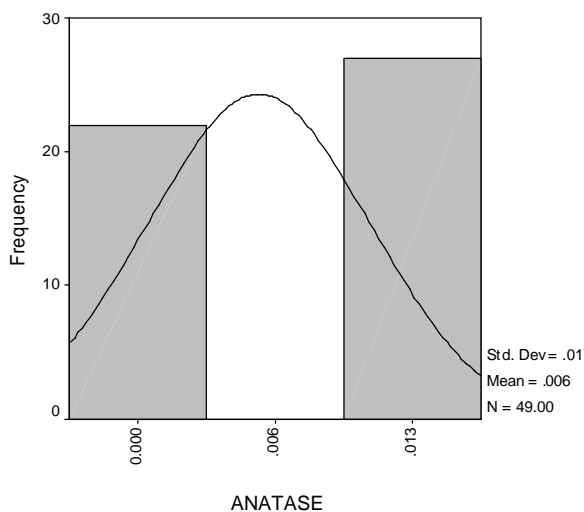
شکل (3-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای لیتارژ



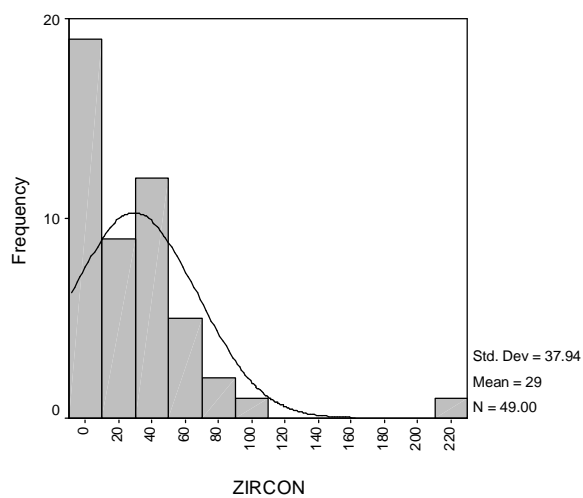
شکل (4-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای میمتیت



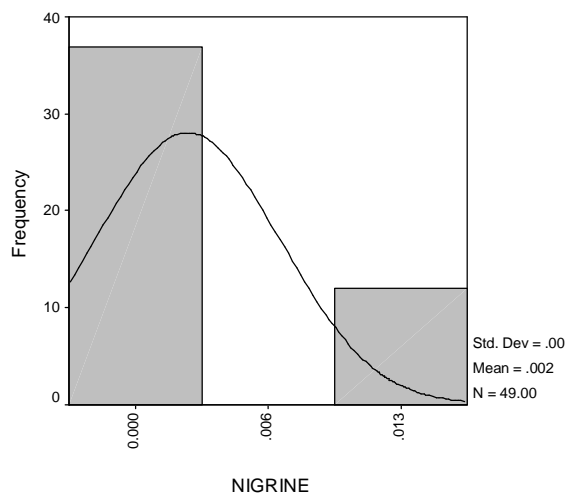
شکل (4-5): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای سرب طبیعی



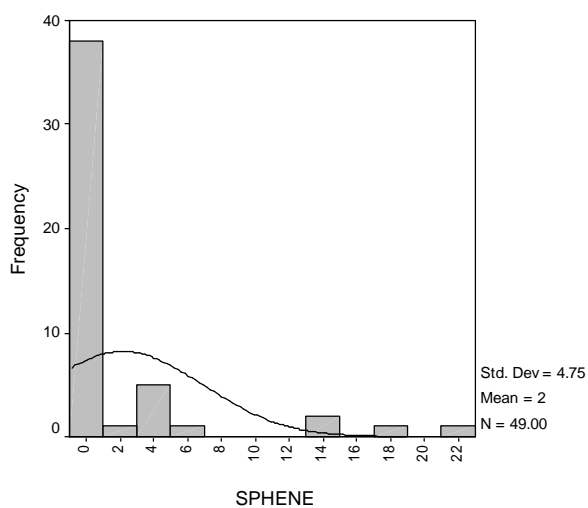
شکل (4-6): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای آناتاز



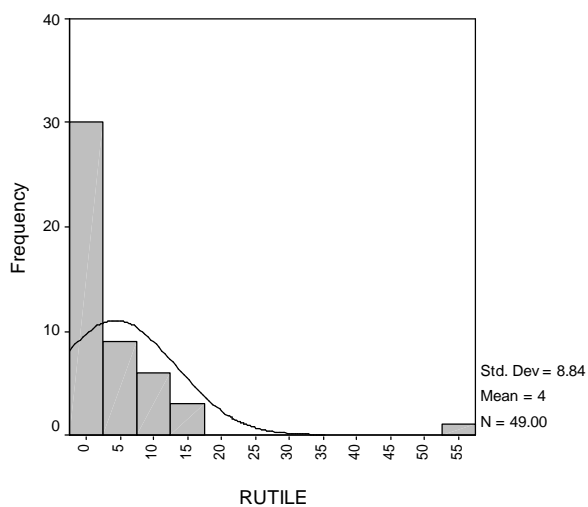
شکل (4-7): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای زیرکن



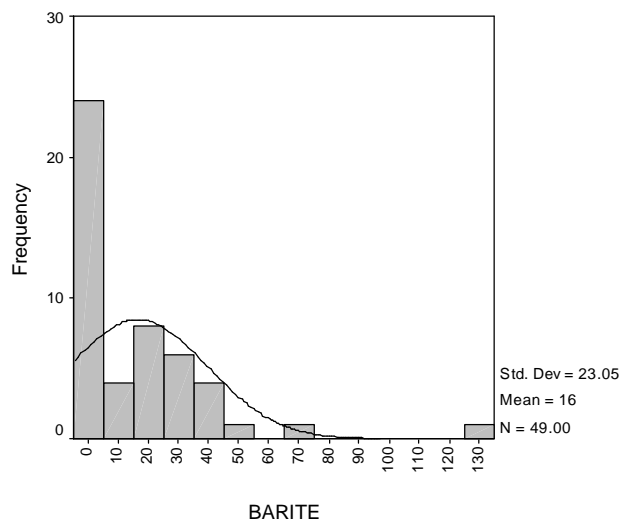
شکل (8-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای نیگرین



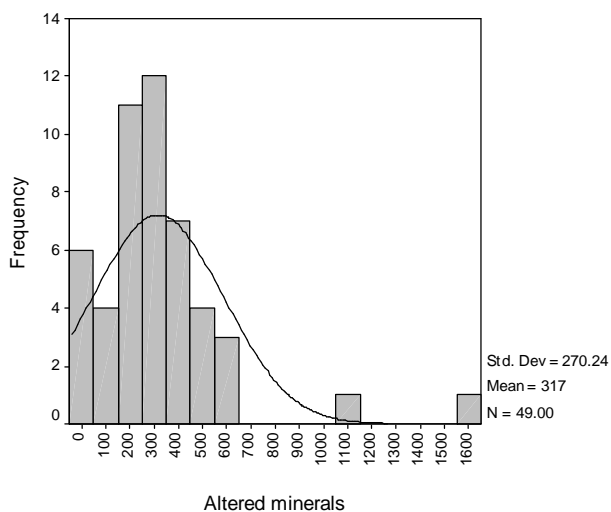
شکل (9-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای اسفن



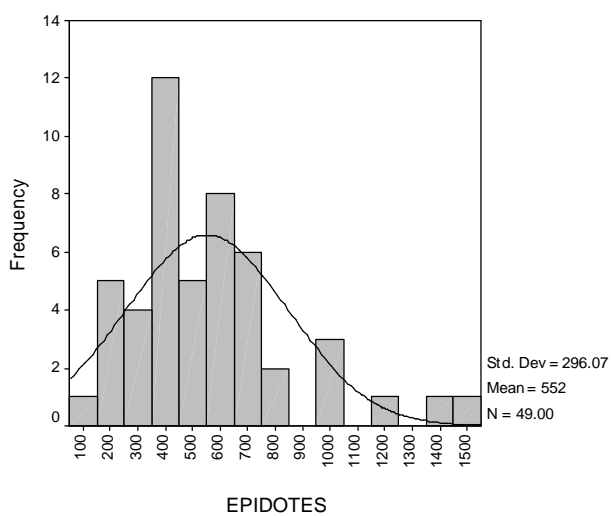
شکل (10-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای روتیل



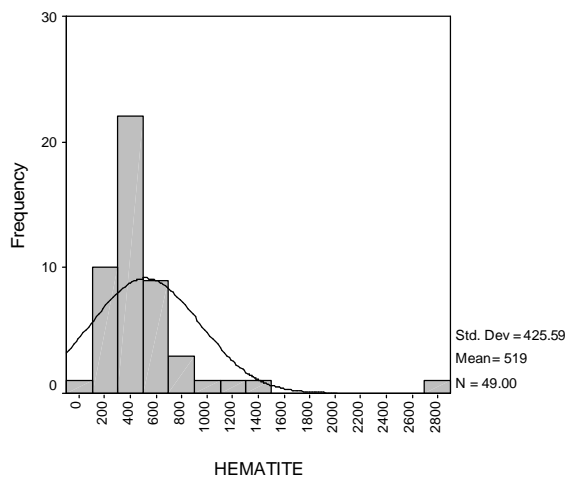
شکل (4-11): هیستوگرام داده‌های کانی سنگین برای باریت



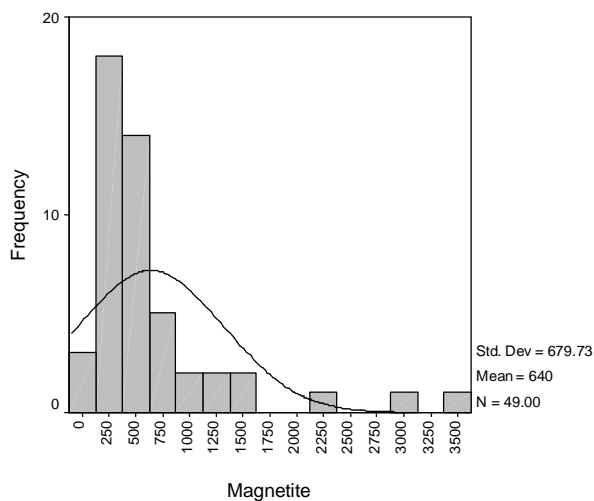
شکل (4-12): هیستوگرام داده‌های کانی سنگین برای کانی‌های آلتزه



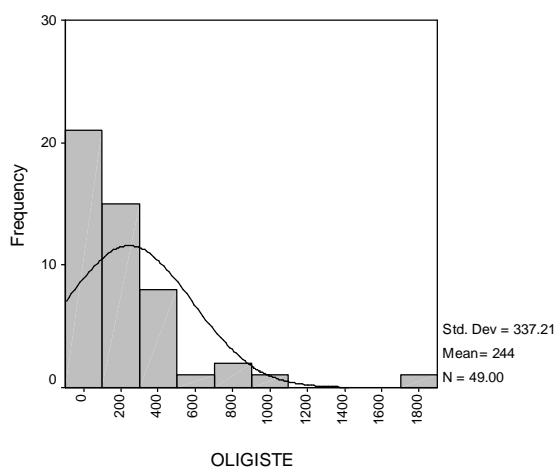
شکل (4-13): هیستوگرام داده‌های کانی سنگین برای اپیدوت



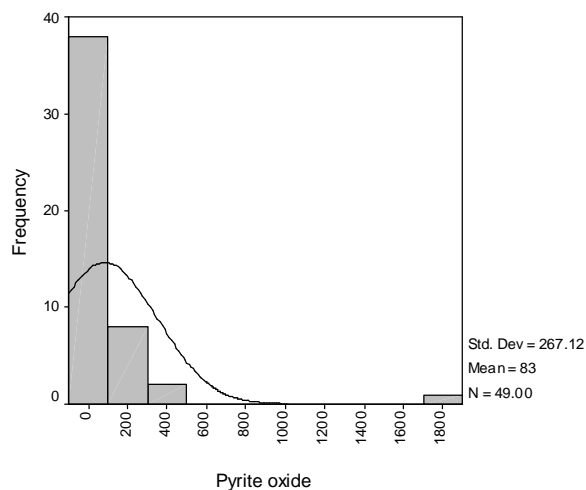
شکل (14-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای هماتیت



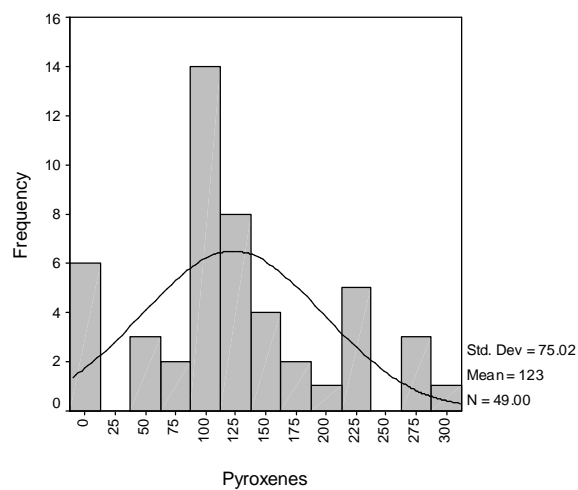
شکل (15-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای منیتیت



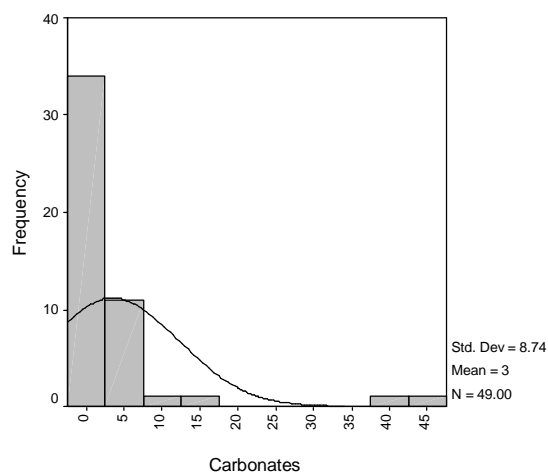
شکل (16-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای اولیژیست



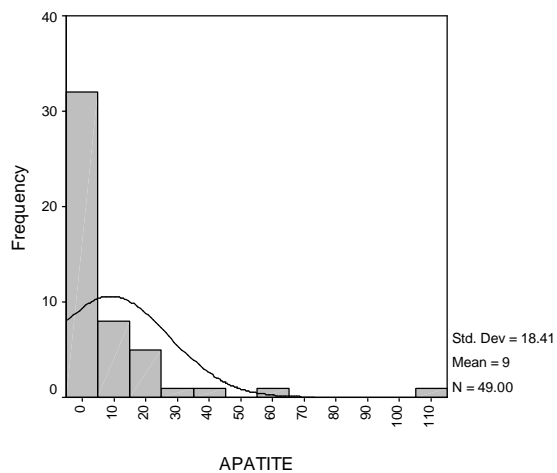
شکل (4-17): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای پیریت اکسید



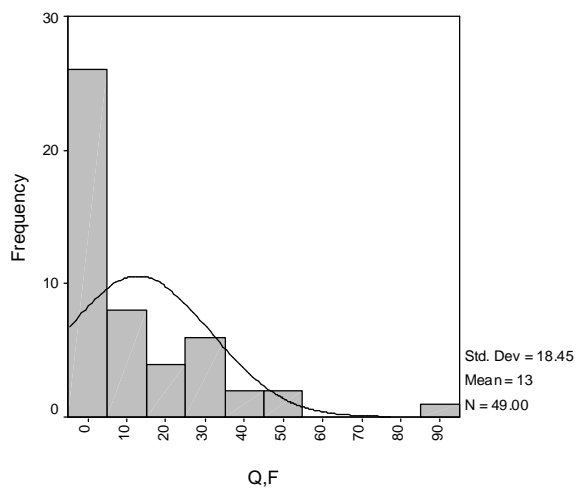
شکل (4-18): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای پیروکسن



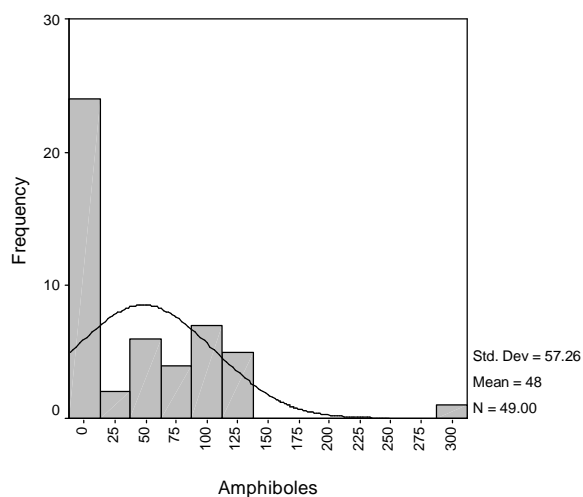
شکل (4-19): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای کانی‌های کربناته



شکل (4-20): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای آپاتیت



شکل (4-21): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای کوارتز-فلدسپات



شکل (4-22): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای آمفیبول

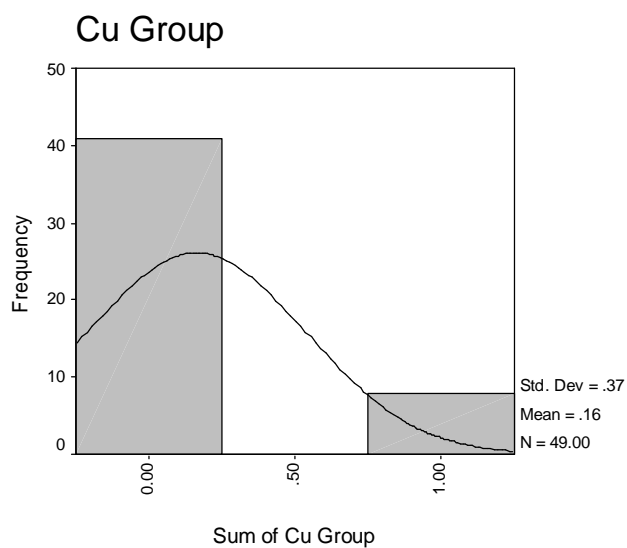
4-4 متغیرهای کانی‌سنگین

با توجه به نتایج مطالعات انجام گرفته بر روی نمونه‌های کانی‌سنگین منطقه مورد مطالعه،

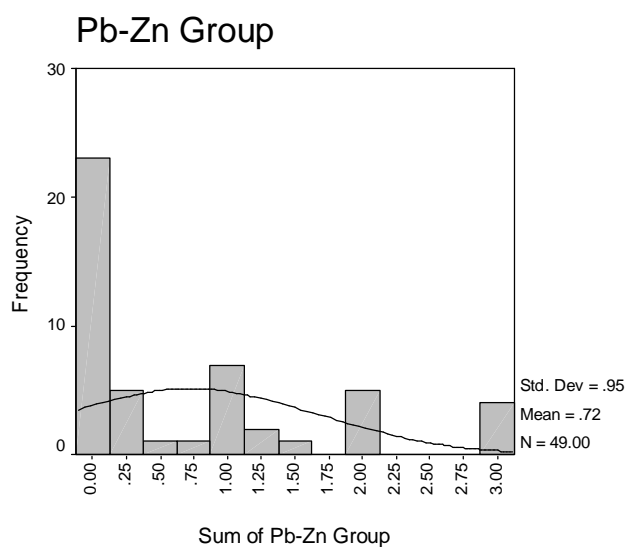
کانی‌های سنگین به 11 گروه تقسیم شدند که عبارتند از:

- گروه اول: کانی‌های سنگ‌ساز
- گروه دوم: کانه‌های فلزی
- گروه سوم: کانی‌های گروه پیریت
- گروه چهارم: کانی‌های گروه مس
- گروه پنجم: کانی‌های گروه سرب و روی
- گروه ششم: کانی‌های گروه آهن
- گروه هفتم: کانی‌های گروه تیتان
- گروه هشتم: کانی‌های گروه دگرسانی
- گروه نهم: کانی‌های گروه کروم-منگنز
- گروه دهم: کانی‌های گروه دگرگونی
- گروه یازدهم: کانی‌سنگین طلا

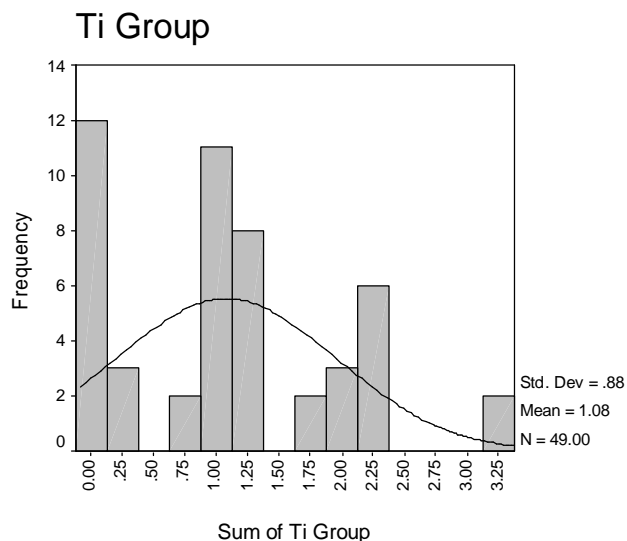
هیستوگرام داده‌های مربوط به این متغیرها در اشکال (23-4) تا (32-4) آورده شده است.



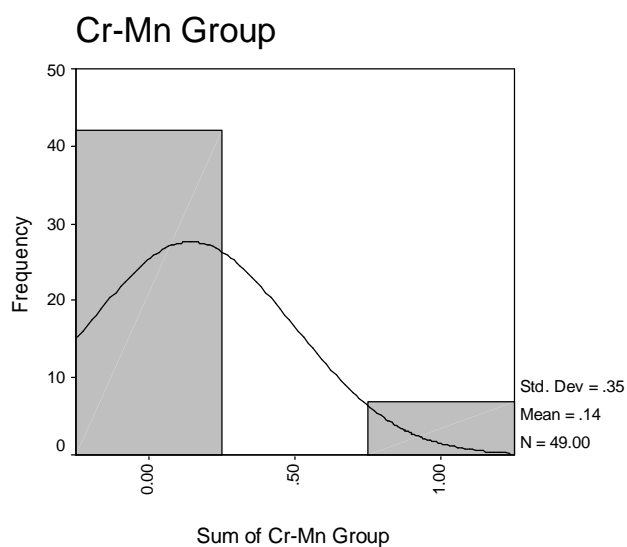
شکل (23-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های مس



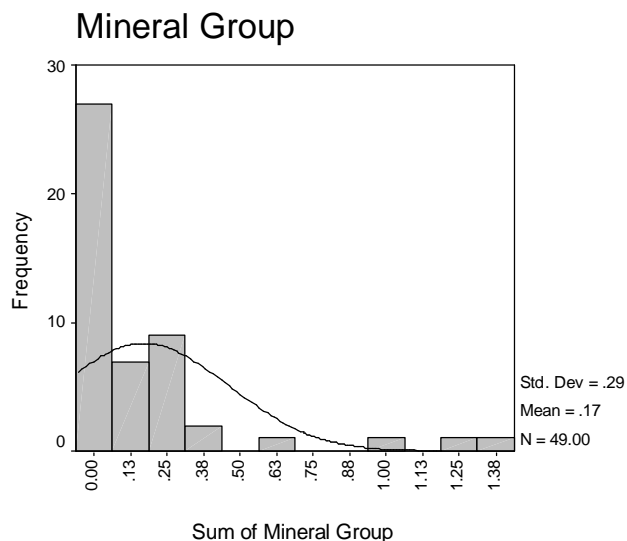
شکل (24-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای مجموع سرب و روی



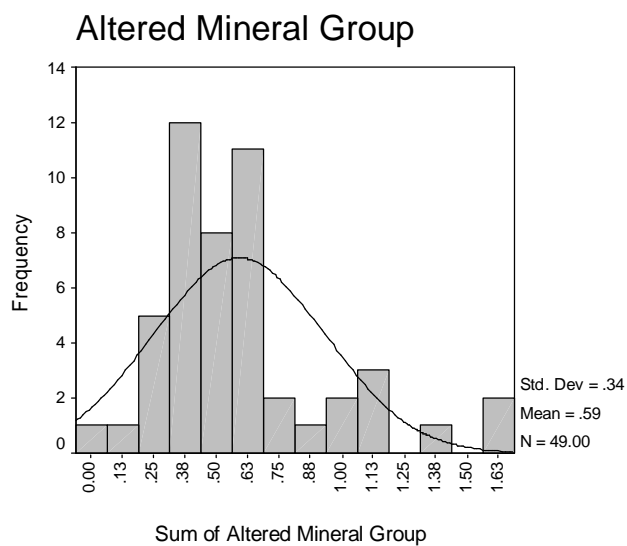
شکل (4-25): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های تیتانیوم



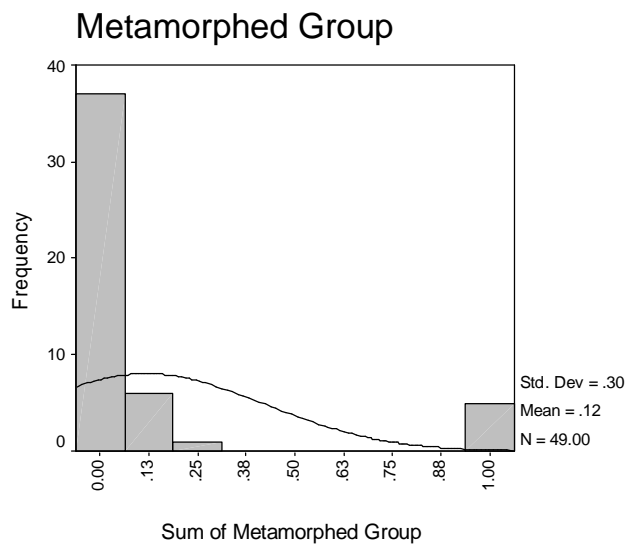
شکل (4-26): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های کروم-منگنز



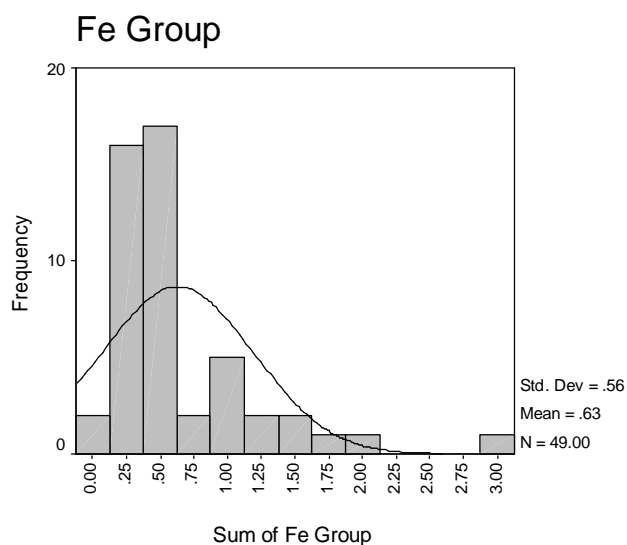
شکل (4-27): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های فلزی



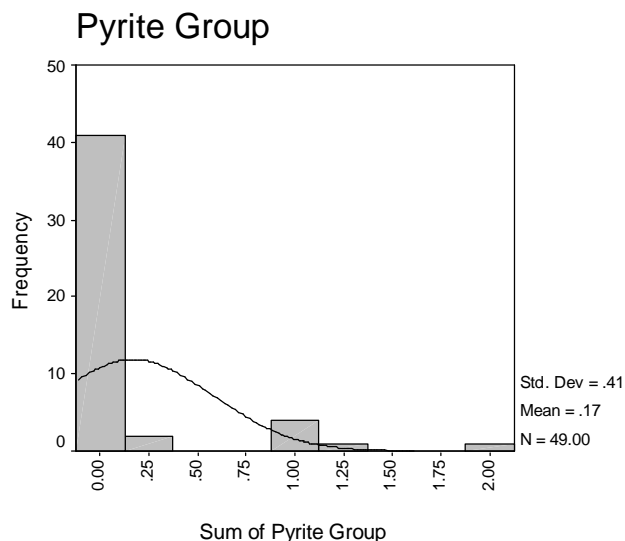
شکل (4-28): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های دگرسانی



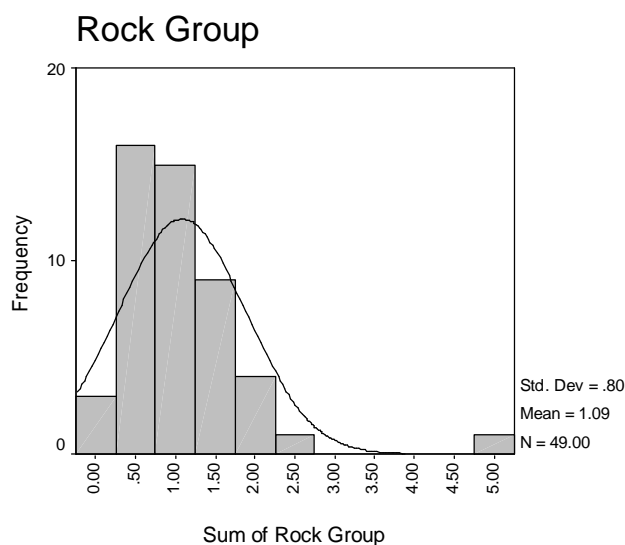
شکل (4-29): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های دگرگونی



شکل (4-30): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های آهن



شکل (4-31): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های پیریت



شکل (4-32): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های سنگ‌ساز

نقشه تخمین شبکه‌ای گروه‌های مذکور، در نقشه‌های (4-2) تا (4-9) آورده شده است که شرح آن در ذیل آورده می‌شود.

در مورد برخی از گروه‌ها که داده کمی را دارا بوده‌اند، نقشه تخمین شبکه‌ای ترسیم نشده است و به جای آن نقشه پراکندگی نمادین¹ این گروه کانی‌ها ارائه گردیده است.

1- Symbol Map

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده مهرآبادو

ü کانی‌های سنگ ساز شامل پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، آپاتیت، کوارتز-فدسپار، کانی‌های سبک، زیرکن و کانی‌های کربناته مانند کلسیت و دولومیت می‌باشد. کانی‌های این گروه به دلیل آنکه در ارتباط با لیتولوژی منطقه می‌باشند به صورت نقشه آورده نشده است.

ü کانه‌های فلزی: این گروه شامل کانی‌های اورپیمنت، نقره و باریت هستند. نقشه تخمین شبکه‌ای این گروه در نقشه (2-4) آورده شده است. همانطوریکه در نقشه مشاهده می‌گردد، در محل نمونه‌های 57 و 13 ناهنجاری دیده می‌شود.

ü کانی‌های گروه پیریت: این گروه شامل کانی‌های پیریت، پیریت اکسید و پیریت لیمونیت هستند. نقشه تخمین شبکه‌ای این گروه در نقشه (3-4) آورده شده است. ناهنجاری در محل نمونه‌های 22، 43، 70 و 73 مشاهده می‌شود.

ü کانی‌های گروه تیتان: این گروه شامل کانی‌های ایلمنیت، روتیل، آناتاز، لوکوکسن، اسفن و نیگرین هستند. تخمین شبکه‌ای کانی‌های این گروه در نقشه (4-4) نشان داده شده است. در محل نمونه‌های 77، 73 و 70 ناهنجاری مشاهده می‌شود.

ü کانی‌های گروه آهن: این گروه شامل کانی‌های مگنتیت، هماتیت، گوتیت، مارتیت، الیژیست و لیمونیت هستند. نقشه تخمین شبکه‌ای کانی‌های این گروه در نقشه (5-4) نشان داده شده است. در محل نمونه‌های 23 و 70 ناهنجاری مشاهده می‌شود.

ü کانی‌های گروه سرب و روی: این گروه شامل کانی‌های گالن، ماسیکوت، اسفالریت، سروریت، پیرومورفیت، میمتیت، سرب طبیعی و لیتارژ هستند. نقشه (6-4) نقشه پراکندگی و تخمین شبکه‌ای کانی‌های این گروه را نشان می‌دهد. ناهنجاری در محل نمونه‌های 77، 73 و 70 مشاهده می‌شود.

ü کانی‌های گروه مس: این گروه شامل کانی‌های مالاکیت و مس طبیعی هستند. لازم به توضیح است که با توجه به عیارهای خوب مس در نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده، تهی بودن نمونه‌های کانی‌سنگین از کانی‌های متنوع مس می‌تواند به دلیل قرارگیری مس به صورت فاز

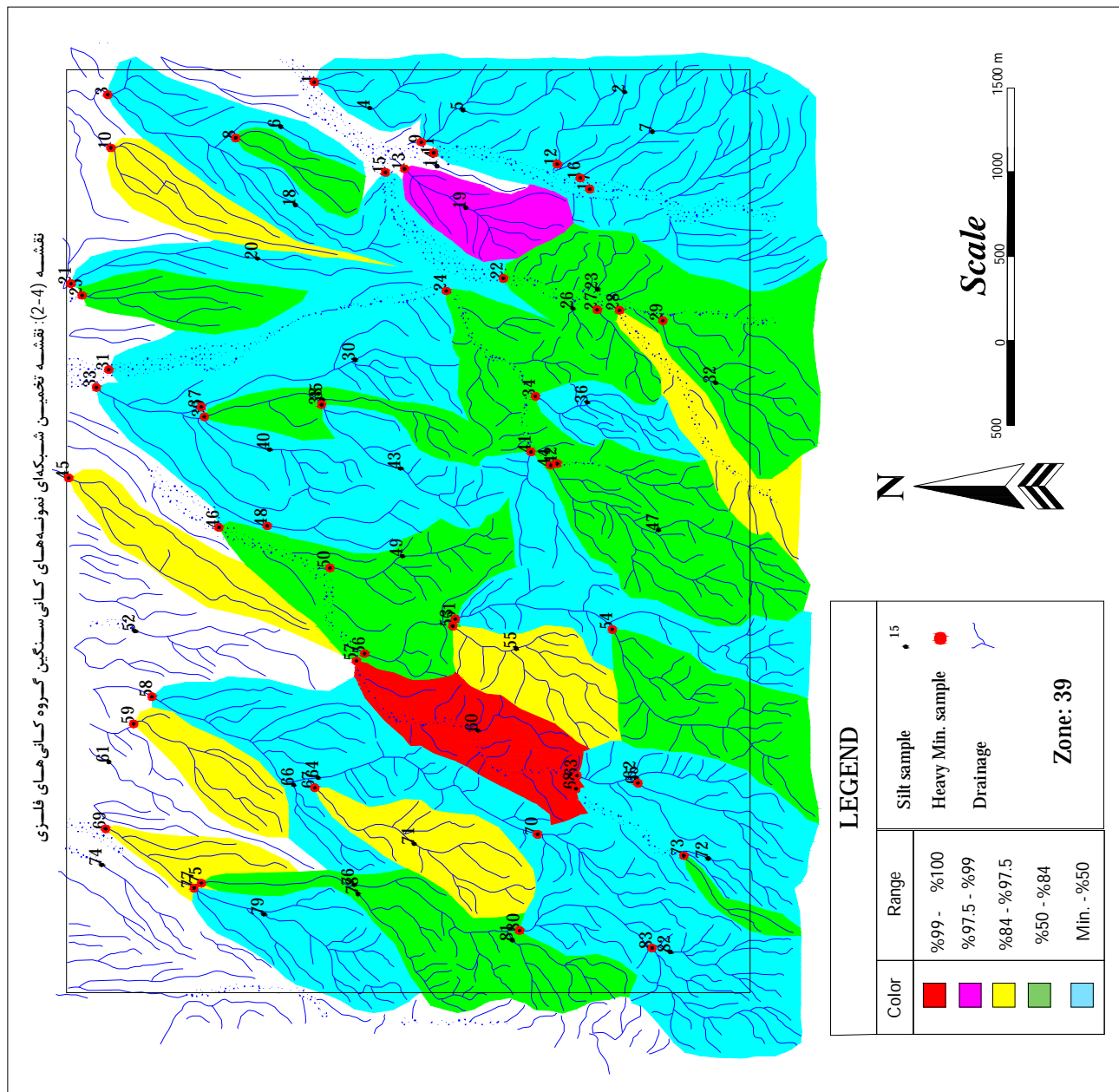
اکسیدی کانی‌ها باشد. به این دلیل که قرارگیری یک کانی در نمونه کانی‌سنگین علاوه بر جرم حجمی آن، به مقاومت آن در مقابل فرسایش و عوامل از بین برنده نیز باز می‌گردد. با توجه به این که داده‌های این گروه برای ارائه به صورت نقشه تخمین شبکه‌ای کافی نبوده است، به همین دلیل پراکندگی و نحوه توزیع این گروه از کانی‌ها به همراه نقشه نمادین طلا به شکل نقشه نمادین نمایش داده شده است. نقشه (4-7)، نقشه پراکندگی نمادین مربوطه را به همراه طلا و گروه کانی‌های کروم-منگنز نشان می‌دهد. در مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین 11، 15، 28، 73، 65، 75 و 80 مالاکیت مشاهده گردیده است. همچنین در نمونه شماره 22 که تنها نمونه طلا دار محدوده است مس به صورت مس طبیعی وجود داشته است.

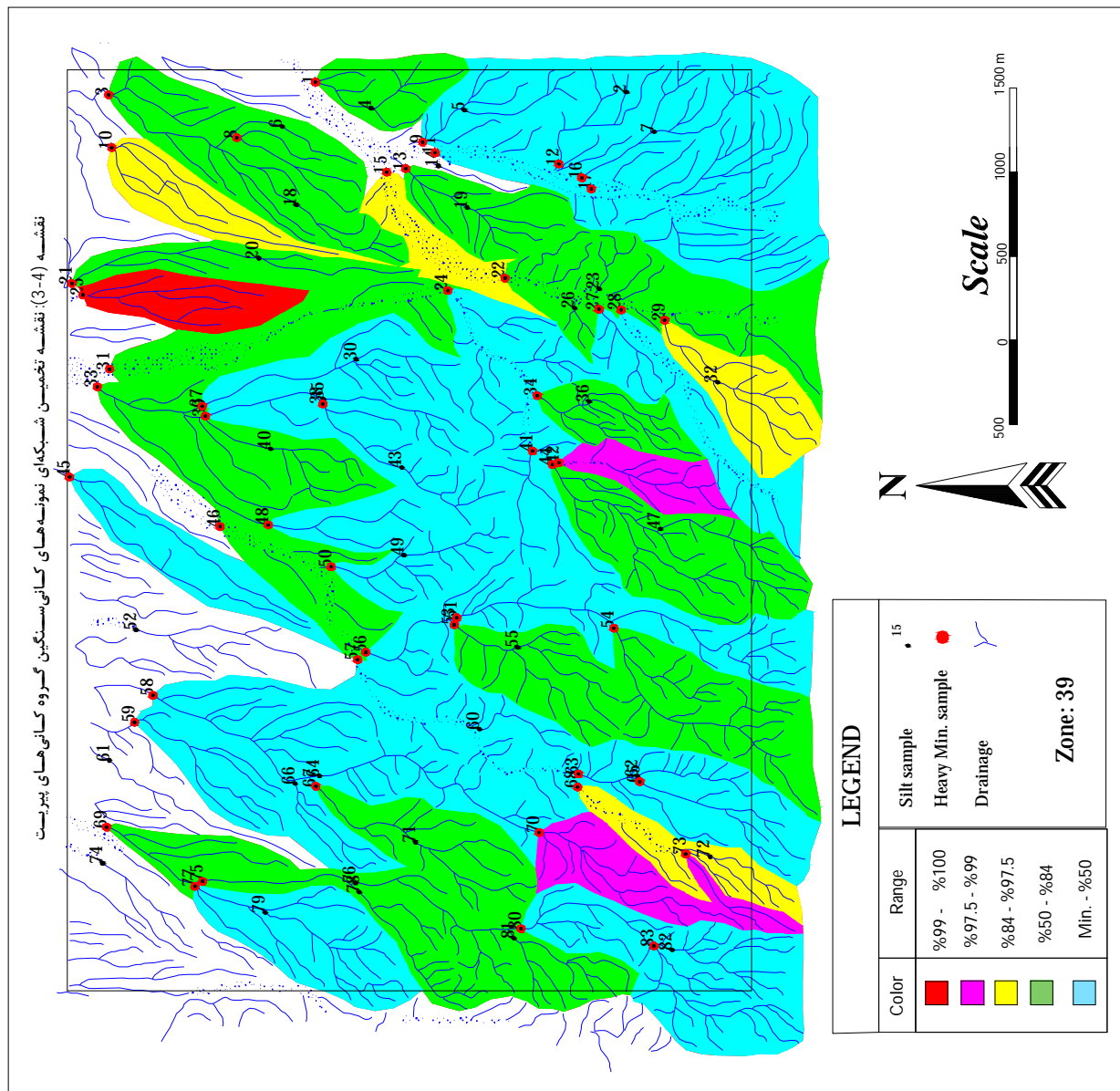
ü گروه کانی‌های دگرسانی: این گروه شامل کانی‌های اپیدوت، کلریت و کانی‌های آلتره هستند. تخمین شبکه‌ای کانی‌های این گروه در نقشه (4-8) نشان داده شده است. در محل نمونه 23 و 70 ناهنجاری مشاهده می‌شود.

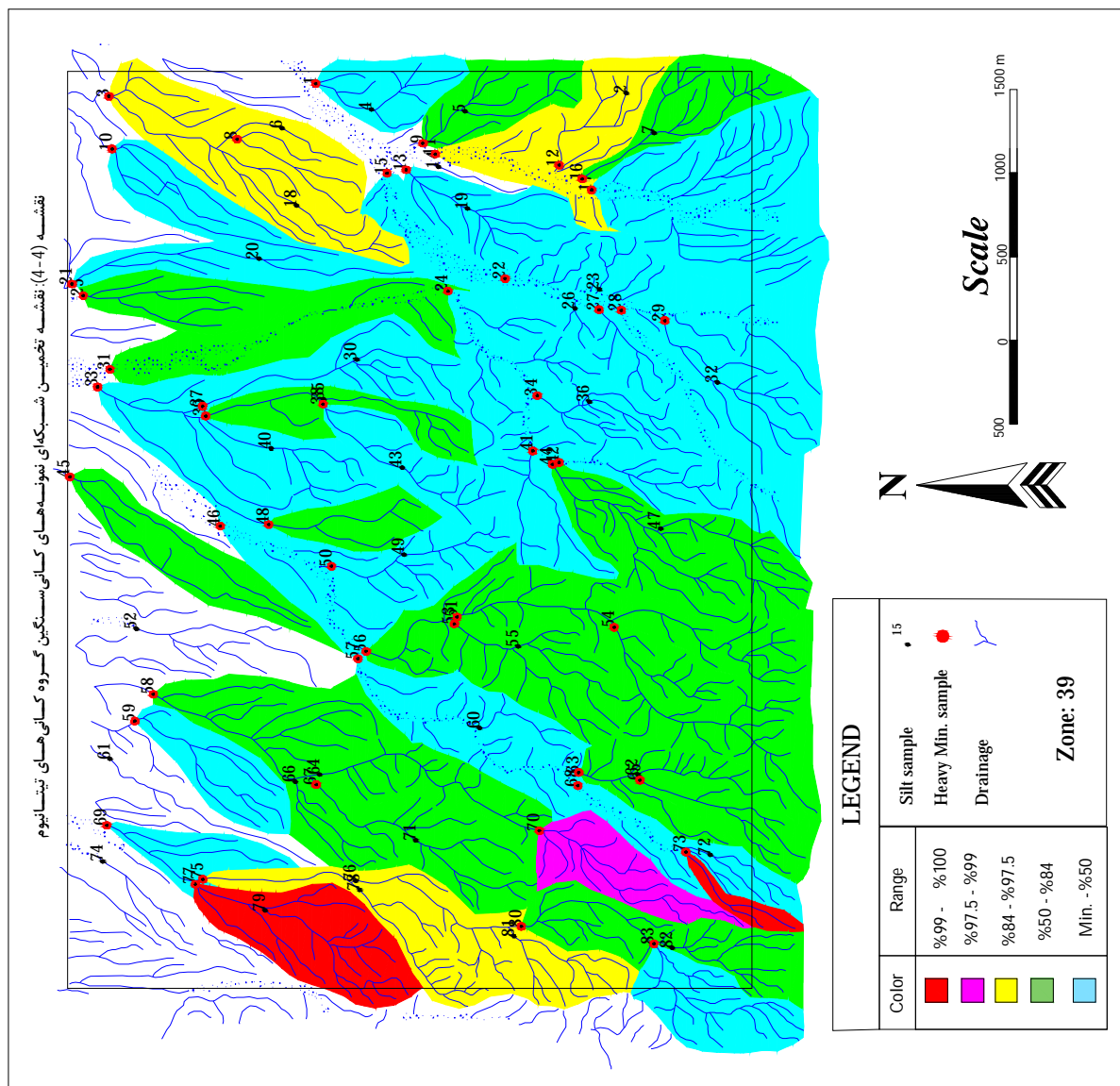
ü گروه کانی‌های دگرگونی: این گروه شامل کانی‌های گارنت، اسپینل، استارولیت و سیلیمانیت می‌باشند. تخمین شبکه‌ای کانی‌های این گروه در نقشه (4-9) نشان داده شده است. در محل نمونه 7 و 43 ناهنجاری مشاهده می‌شود.

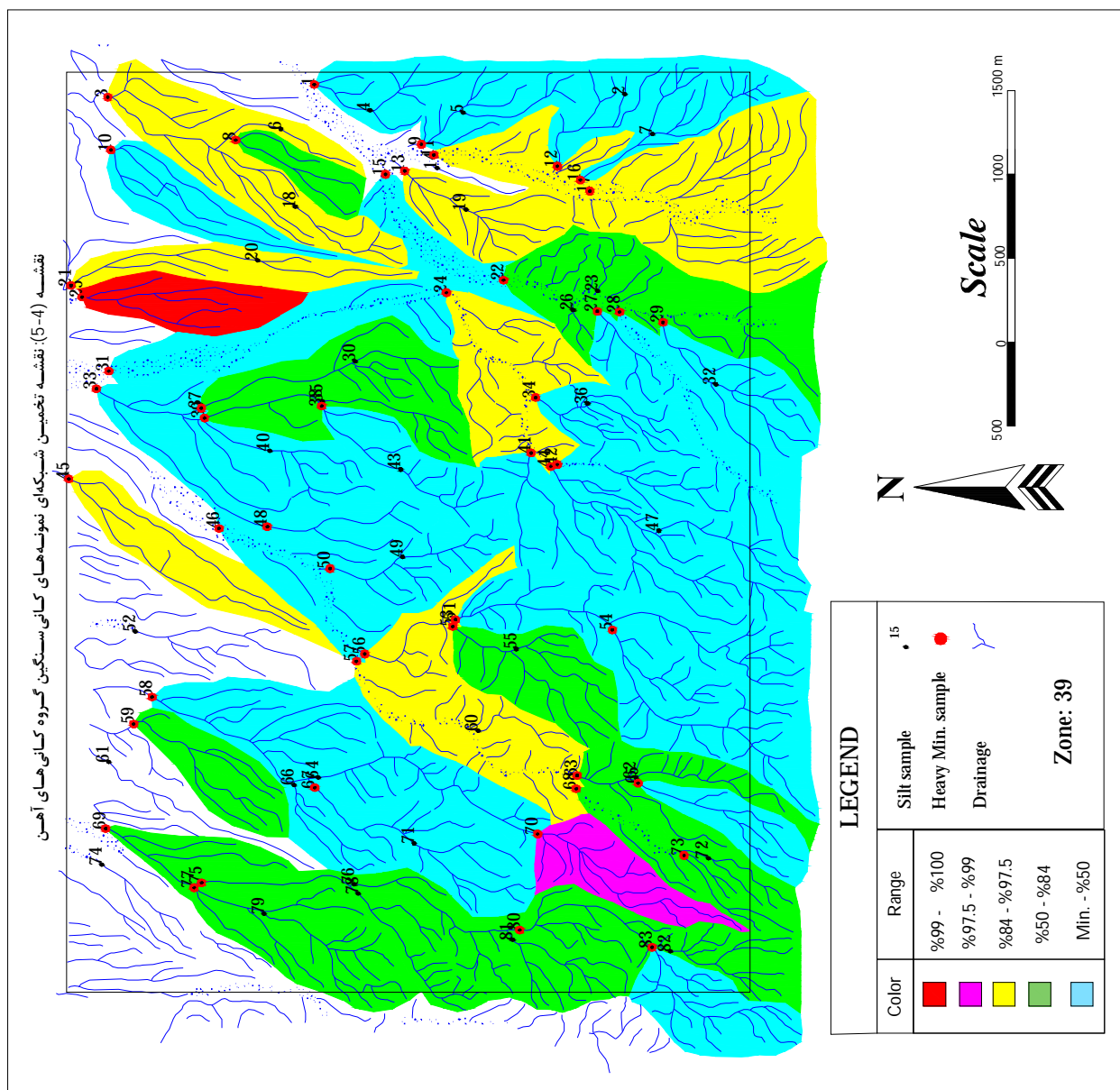
ü گروه کانی‌های کروم-منگنز: در این گروه کانی‌های کرومیت و پیرولولزیت قرار گرفته‌اند که بدلیل تعداد کم داده‌ها نقشه مربوطه به همراه طلا و گروه کانی‌های مس در نقشه پراکندگی نمادین شماره (4-7) نمایش داده شده است. همانطور که توجه به نقشه نشان می‌دهد که نمونه‌های 22، 73، 12، 17، 21، 34 و 68 حاوی ذراتی از کانی‌های این گروه بوده است.

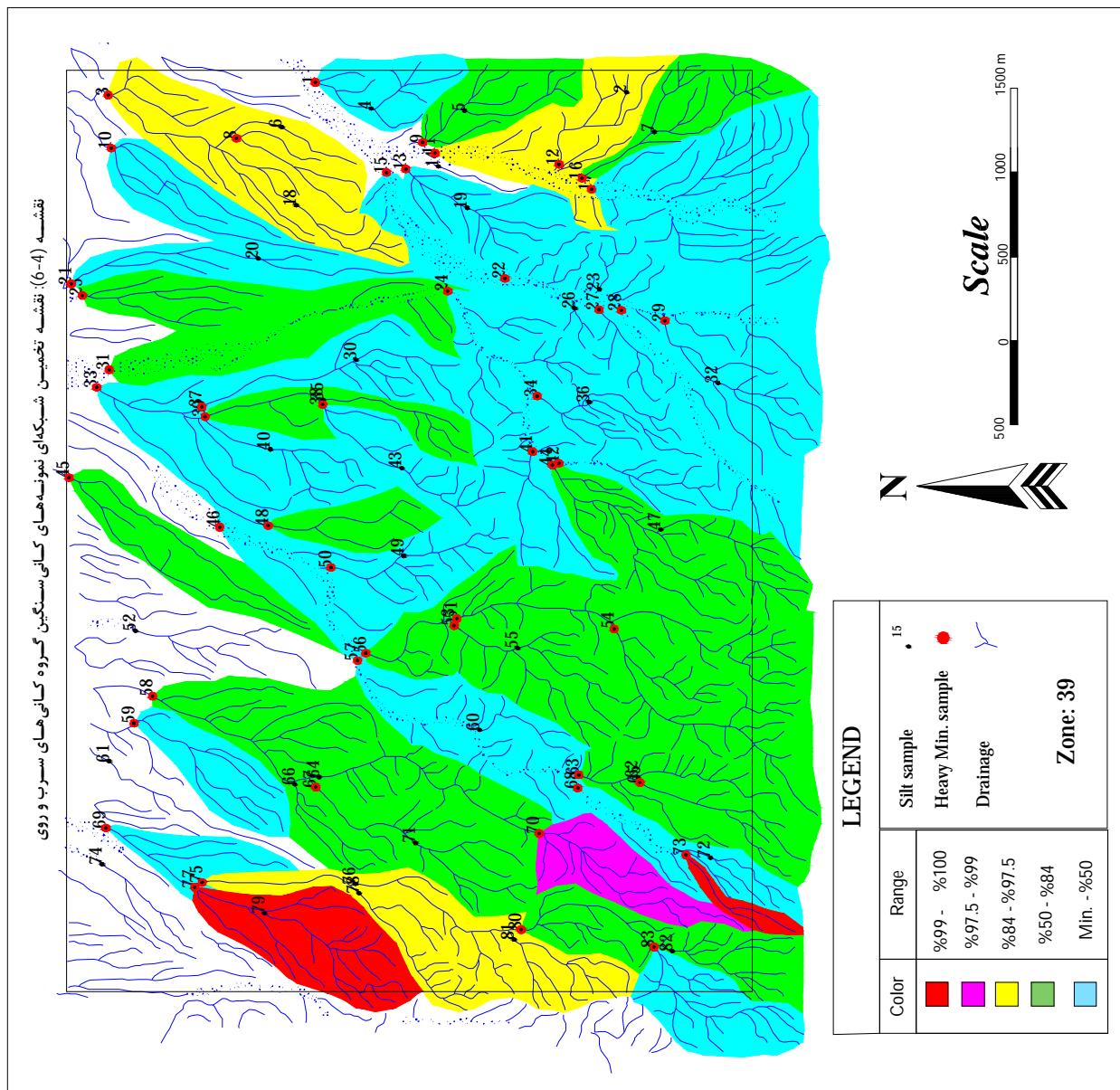
ü گروه طلا: به دلیل اهمیت آن در گروه جداگانه‌ای قرار گرفته است. ضمناً طلا تنها در نمونه کانی‌سنگین 22 به میزان یک ذره مشاهده گردیده که همراه با نقشه پراکندگی نمادین گروه کانی‌های مس و کروم-منگنز در نقشه (4-7) نمایش داده شده است.

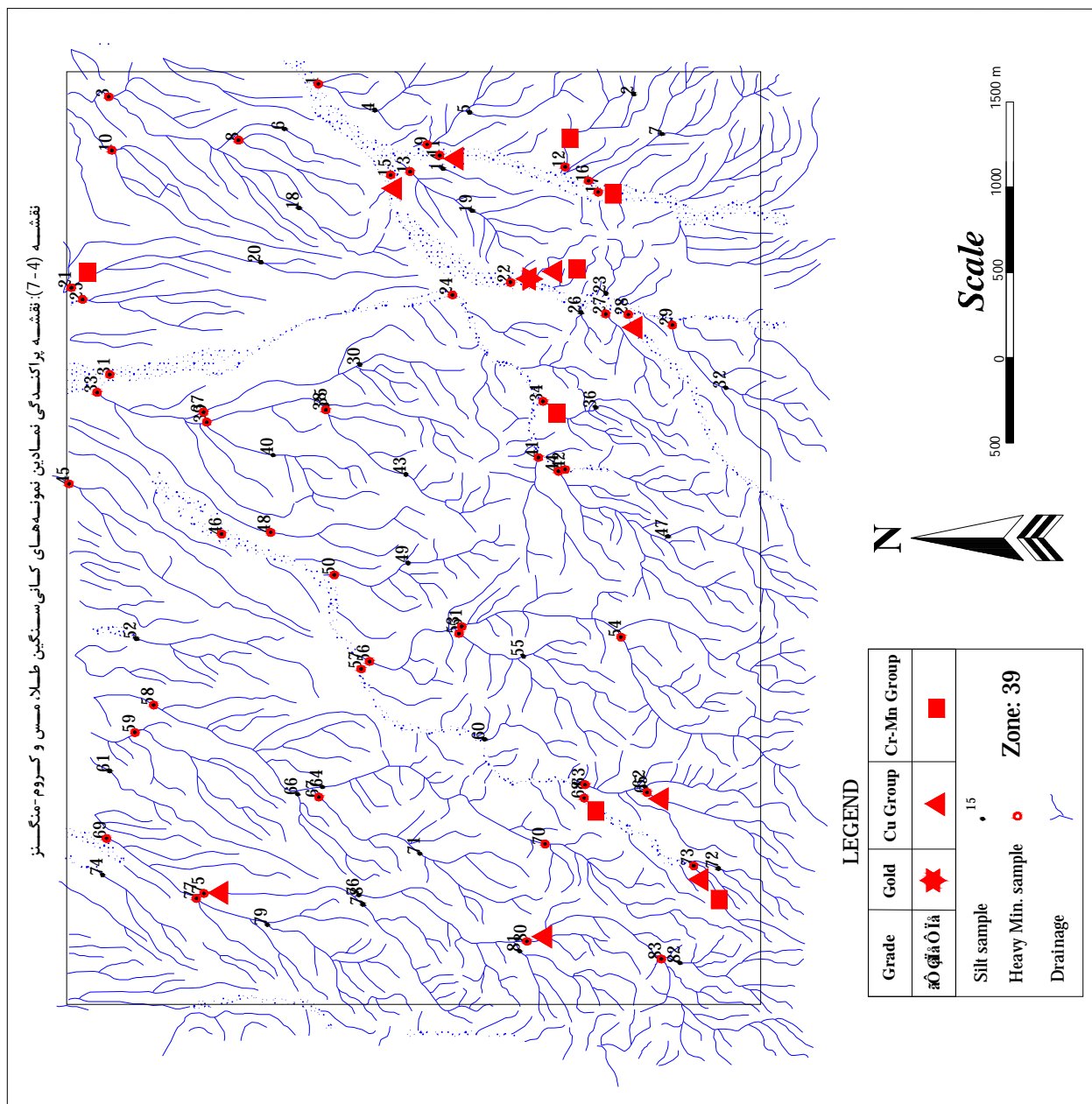


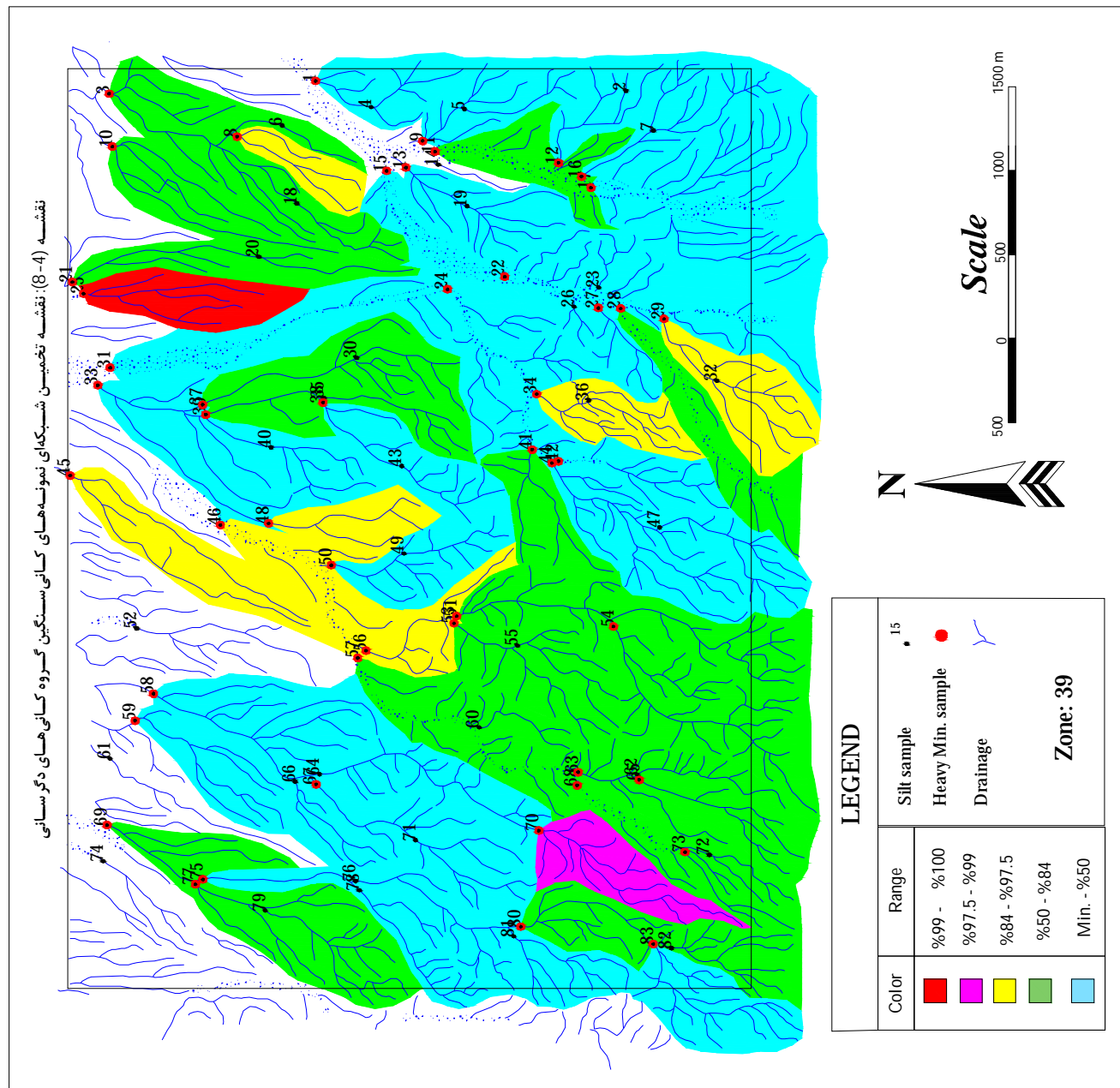


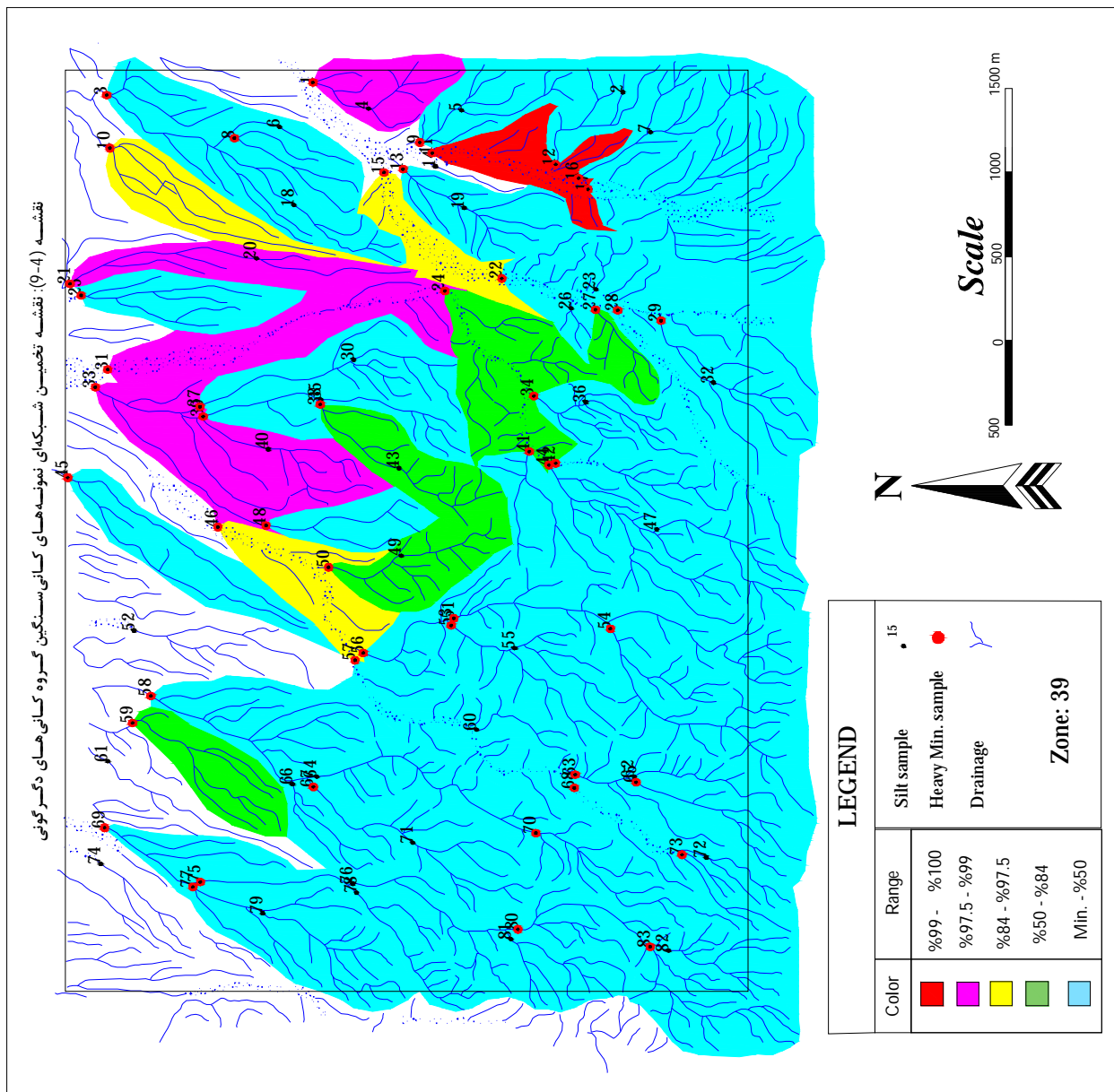












5-4) برداشت نمونه‌های مینرالیزه

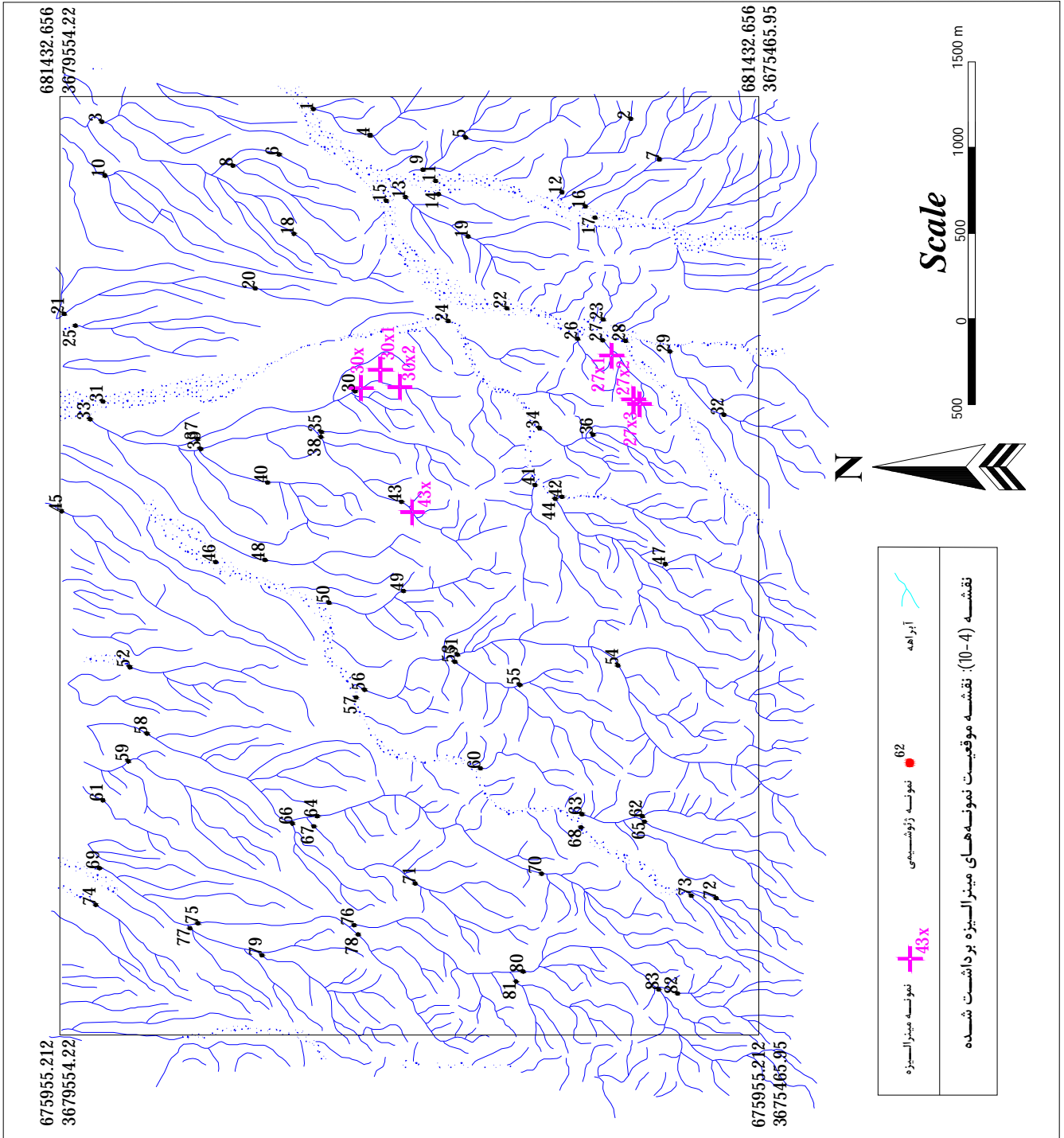
از جمله روش‌هایی که می‌تواند در شناخت کیفیت و کمیت عیار کانسار به ما کمک کند، نمونه‌برداری چپ یا چکشی است. این نمونه‌برداری از زون‌های مینرالیزه یا مشکوک به کانه‌زایی برداشت می‌گردد. اصولاً نمونه‌برداری از زون‌های مینرالیزه در دو مرحله انجام می‌گیرد.

1- همزمان با برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین.

2- کنترل چکشی بعد از تلفیق داده‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین.

در این محدوده برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین و نمونه‌های مینرالیزه همزمان انجام گرفت که البته قرار بر برداشت نمونه‌های مینرالیزه بیشتری در یک مرحله جداگانه بعد از پردازش نتایج ژئوشیمی و کانی‌سنگین بود که به دلیل مصادف شده آن با سرمای زمستان و ناپایداری هوا و مشکلات دیگری به آینده موکول شد. بنابراین ما با داده‌های موجود که از نقطه نظر کار چکشی ناکافی به نظر می‌رسد اقدام به تهیه این گزارش نمودیم که البته به محض نمونه‌برداری چکشی در آینده نزدیک از منطقه گزارش دیگری در ادامه این گزارش خواهد آمد.

نمونه‌برداری از زون‌های مینرالیزه رخنمون‌دار از بخش‌های مختلف شامل محل‌های آلتراسیون، رگه‌های کانه‌دار و مناطقی که با توجه به شرایط خاص زمین‌شناسی و تکتونیک منطقه احتمال کانه‌زایی می‌رفت انجام گردید. در نهایت با لحاظ کردن عوامل و شرایط فوق‌الذکر، تعداد 7 نمونه مینرالیزه برداشت و برای آنالیز به آزمایشگاه مربوطه فرستاده شد. نتایج اولیه آنالیز شامل 44 عنصر بود که در جدول مربوطه، عناصری که به ازای تمام نمونه‌ها مقادیرشان پایین یا این که از لحاظ هدف اکتشافی ما فاقد ارزش لازم بوده است حذف گردیده‌اند. نقشه (4-10) موقعیت نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده و جدول (4-2) نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه می‌باشد.



جدول (2-4): نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده از محدوده

| Sample Number | Au | Cu | Pb | Zn | Ag | As | Sb | Bi | Mo | Sn |
|---------------|--------|---------|--------|--------|------|--------|------|------|------|------|
| ZM-43X | 0.0056 | 83.61 | 25.36 | 89.25 | 0.05 | 7.15 | 0.98 | 1.40 | 2.65 | 2.78 |
| ZM-30X | 0.0047 | 105.49 | 263.13 | 147.74 | 0.33 | 127.28 | 0.93 | 1.00 | 8.97 | 2.35 |
| ZM-30X1 | 0.0120 | 439.02 | 56.23 | 31.70 | 1.28 | 22.06 | 0.85 | 3.60 | 9.58 | 1.68 |
| ZM-30X2 | 0.0160 | 42.79 | 41.61 | 39.71 | 0.59 | 17.60 | 0.80 | 1.50 | 1.91 | 2.85 |
| ZM-27X1 | 0.0032 | 1311.11 | 142.87 | 38.99 | 1.06 | 17.95 | 1.00 | 0.29 | 2.99 | 9.86 |
| ZM-27X2 | 0.39 | 7054.92 | 292.10 | 75.51 | 0.12 | 9.41 | 0.86 | 0.11 | 9.90 | 0.50 |
| ZM-27X3 | 0.0041 | 118.71 | 194.34 | 50.75 | 0.05 | 49.92 | 0.68 | 0.50 | 3.68 | 4.76 |

| Sample Number | W | Co | Te | Ti | Zr | V | Cr | Mn | Fe | Ni |
|---------------|-------|-------|------|------|-----|-----|----|------|--------|-------|
| ZM-43X | 2.51 | 11.87 | 0.04 | 6784 | 297 | 90 | 78 | 430 | 57852 | 11.33 |
| ZM-30X | 2.21 | 10.27 | 0.05 | 3432 | 111 | 123 | 37 | 315 | 80159 | 5.17 |
| ZM-30X1 | 3.35 | 10.35 | 0.05 | 6053 | 517 | 58 | 93 | 250 | 76755 | 4.08 |
| ZM-30X2 | 1.07 | 9.59 | 0.07 | 5264 | 159 | 191 | 24 | 235 | 117256 | 3.05 |
| ZM-27X1 | 10.13 | 5.88 | 0.05 | 683 | 80 | 14 | 4 | 831 | 95520 | 4.57 |
| ZM-27X2 | 0.78 | 4.66 | 0.02 | 934 | 71 | 145 | 74 | 3600 | 44849 | 9.06 |
| ZM-27X3 | 0.95 | 8.20 | 0.06 | 1553 | 58 | 75 | 66 | 500 | 88590 | 5.83 |

همانطور که در جدول نیز مشاهده می‌گردد، متاسفانه نمونه‌های اخذ شده از لحاظ عیار فاقد جوابهای امیدوار کننده می‌باشند. تنها در نمونه ZM-27x2 عناصر طلا و مس عیارهای خوبی از خود نشان داده‌اند. البته با توجه اینکه کار چکشی و اخذ نمونه‌های مینرالیزه قبل از کسب نتایج ژئوشیمی و کانی‌سنگین انجام گرفته، بهتر است که در یک عملیات چکشی جداگانه، آنومالی‌های معرفی شده توسط فاز ژئوشیمی و کانی‌سنگین مورد بررسی قرار گیرد. نگاهی به عیارهای بدست آمده از تنها نمونه اخذ شده در فاز اکتشاف چکشی مقیاس یکصد هزارم مؤید این نکته است که می‌توان به اکتشاف آن بخش از پتانسیل ناشناخته منطقه در عملیات صحرائی آینده امیدوار بود.

در جدول زیر نتیجه آنالیز مربوط به نمونه 120ml که در فاز اکتشاف چکشی مقیاس یکصد هزارم بدست آمده ، آورده شده است.

| Au (PPM) | Cu (%) | Pb (%) | Zn (%) | عنصر |
|----------|--------|--------|--------|--------------|
| 6.29 | 1.43 | 8.43 | 1.17 | مقدار آنالیز |

آنچه که در مورد محدوده مورد اکتشاف می‌توان بیان نمود این است که، توده نشان داده شده در اشکال (33-4) تا (35-4) آثار دگرسانی با خود به همراه ندارد بلکه به صورت به شدت خرد شده می‌باشد. این اشکال کنتاکت توده نفوذی را با ولکانیک از جهات مختلف نشان می‌دهد. اشکال (36-4) و (37-4) نمایی از رگه سیلیسی حاضر در محدوده را نشان می‌دهد. حدود 300 متر بالادست این رگه سیلیسی کنده‌کاری قدیمی به صورت محدود مشاهده گردید که در اشکال (38-4) و (39-4) تصویر گردیده است. این کنده‌کاری حاوی ملاکیت و اکسید آهن می‌باشد.



شکل (4-33): نمایی از محل کنتاکت توده نفوذی و ولکانیک (دید به سمت شرق)



شکل (4-34): نمایی از محل کنتاکت توده نفوذی و ولکانیک (دید به سمت جنوب شرق)



شکل (4-35): نمایی از محل کنتاكت توده نفوذی و ولکانیک (دید به سمت جنوب)



شکل (4-36): نمایی نزدیک از رگه سیلیسی عیاردار



شکل (4-37): نمایی از رگه سیلیسی عیاردار



شکل (4-38):نمایی از یک کنده کاری واقع در بالادست رگه سیلیسی



شکل (4-39):نمایی نزدیک از آثار کنده کاری واقع در بالادست رگه سیلیسی

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

1-5) نتیجه‌گیری

آنچه که می‌توان در مورد این گزارش به عنوان حاصل و نتیجه بیان نمود، در 3 مورد به صورت خلاصه آورده شده است:

1) بر اساس ناهنجاریهای بدست آمده از نمونه‌های سیلت تعداد 2 آنومالی (شکل 5-2) به عنوان مناطق پرتانسیل معرفی گردید. آنومالی شماره 1 محدوده حوضه آبریز بالادست نمونه‌های 24، 27، 26، 29، 32، 34 و 36 می‌باشد. همچنین محدوده حوضه آبریز بالادست نمونه‌های 76 و 78 نیز به عنوان آنومالی شماره 2 در درجه بعدی اهمیت قرار گرفتند. در ضمن نقشه شماره (5-1) ناهنجاری حاصل از تخمین شبکه‌ای تجزیه عاملها را نشان می‌دهد.

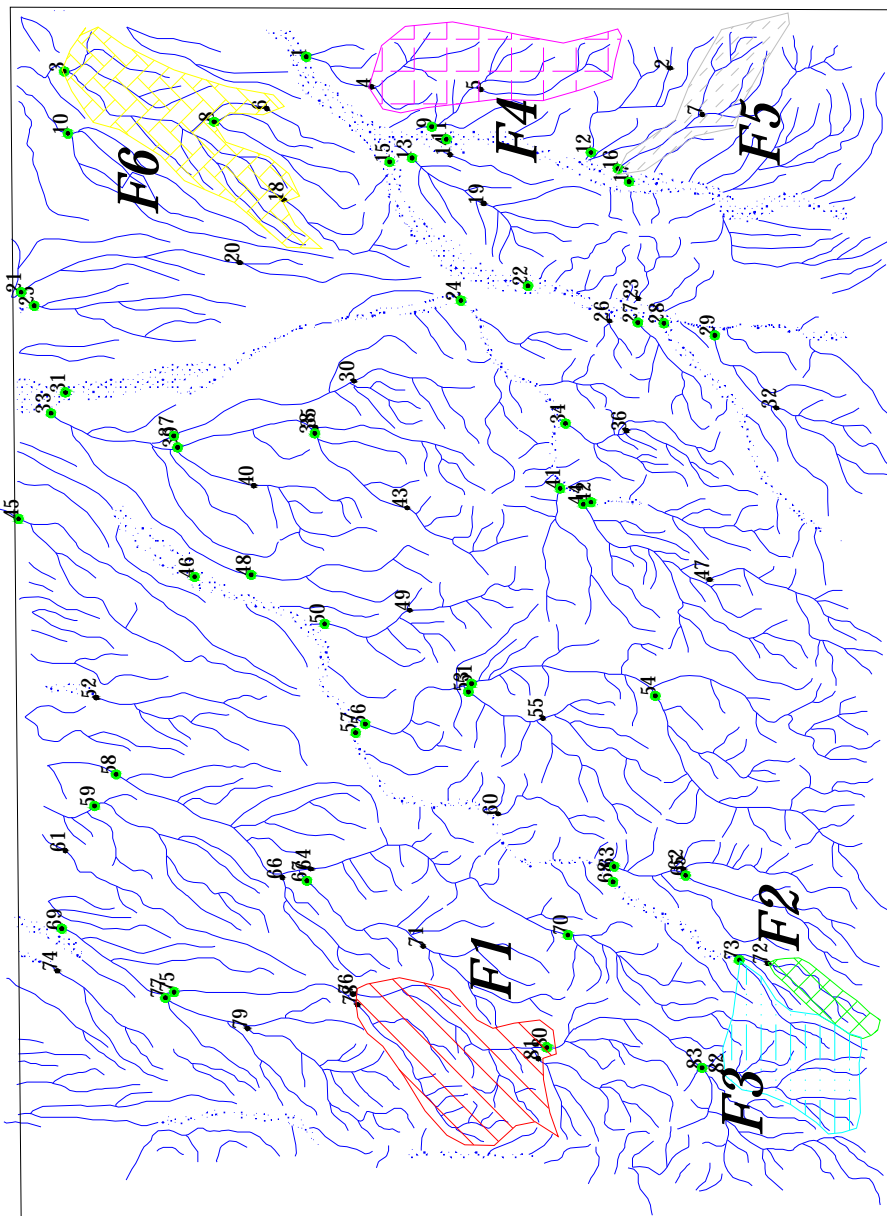
2) در فاز کنترل آنومالی آن چیزی که جلب توجه می‌کند، مشاهده ذره طلا به همراه مس طبیعی و کانی‌های گروه پیریت در نمونه شماره 22 است. در ادامه با بررسی متغیرهای کانی‌سنگین متوجه تفاوت معنی‌دار میان نتایج نمونه‌های سیلت و کانی‌سنگین می‌شویم که این موضوع را می‌توان از دو جهت مورد بحث قرار داد؛ یکی پوشش خوب کانی‌زایی از لحاظ وسعت و پراکندگی در منطقه که هر کدام با توجه به صحت و دقت بالای عملیات صحرایی گواه محکمی از نتایج نمونه سیلت و کانی‌سنگین به همراه دارند و دیگر این که به احتمال خیلی زیاد نحوه کانی‌سازی و فرسایش در منطقه طوری بوده که بخشی از آنومالی در دامنه ذرات سیلت و بخش دیگر در دامنه ذرات ماسه (کانی‌سنگین) قرار گرفته است. با این تفاسیر علاوه بر دو آنومالی حاصل از پردازش نمونه‌های سیلت، بالادست نمونه‌های کانی‌سنگین 22، 77، 70، 73 و 23 نیز ناهنجاریهای امیدوار کننده‌ای را از لحاظ طلا، مس، سرب و آهن نشان داده است که به دلیل پراکندگی به صورت منطقه معرفی نگردیده است.

(3) در این عملیات اکتشافی برداشت 7 نمونه چکشی و اکتفا به آن، تنها برای محک اولیه عیار محدود بوده است. گرچه همین تعداد نمونه نیز گواه خوبی از وجود عیارهای مناسب است. اما وجود رگه‌های باریک با رخنمون اندک و طول محدود، ادامه عملیات اکتشافی را منوط به اطلاعات و کار بیشتر قرار می‌دهد.

همانطور که در متن نیز گفته شد دلیل برداشت اندک این تعداد نمونه چکشی، در نظر داشتن یک فاز جداگانه عملیات صحرایی چکشی بوده است که بدلیل شرایط نامناسب جوی و مشکلات دیگر در این مقال نگنجد و به آینده‌ای نزدیک محول شد.

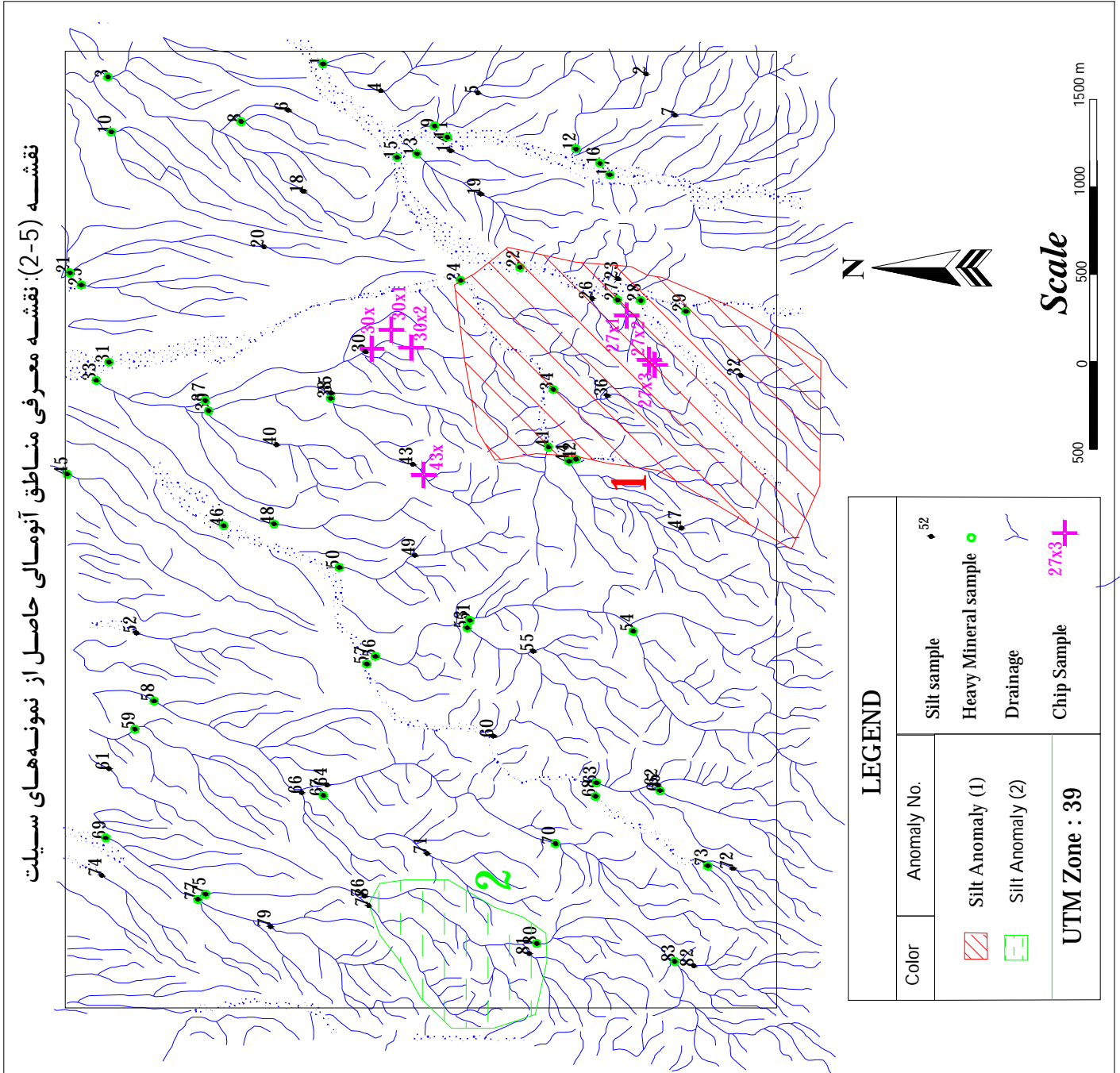
توجه به محل 7 نمونه اخذ شده نشان از تایید مناطق آنومال نمونه‌های سیلت و کانی‌سنگین دارد.

نقشه (1-5): نقشه مجموع آنومالی‌های حاصل از تجزیه عاملی نمونه‌های سیلت



LEGEND

| Color | Factor No. | Silt sample | 32 |
|-------|---|----------------------|----|
| | F1 = As, Be, Ba, (Zn), (Sb), (Mo), (Ti) | Heavy Mineral sample | |
| | F2 = Fe, V, Ti, Te, Co, (Cr) | Drainage | |
| | F3 = Cu, Bi, Mo, Sb | Factor Number | F5 |
| | F4 = Ag, Pb, Zn, W, Cd | UTM Zone : 39 | |
| | F5 = Au, (Hg) | | |
| | F6 = Sn | | |



2-5) پیشنهادات

با توجه به حجم اطلاعاتی که از منطقه موجود است و عدم انجام فاز اکتشاف چکشی محدوده، نمی‌توان با قدرت در مورد کارهای آتی پیشنهادی ارائه کرد. اما بنا به روال موجود، نکاتی چند را باید مد نظر قرار داد.

- 1) اولین کار انجام فاز اکتشاف چکشی محدوده بالاخص مناطقی که ژئوشیمی و کانی‌سنجین ناهنجاری (آنومالی شماره 1 و 2) از خود نشان داده‌اند. در این مرحله پیمایش دقیق محدوده و توجه به آلام‌های اکتشافی لازمه کار است.
- 2) پس از کسب نتایج نمونه‌های مینرالیزه از آزمایشگاه، انجام پردازش‌های لازم و ارائه یک نقشه آنومالی نهایی می‌توان برای ادامه یا توقف پروژه اظهار نظر کرد.
- 3) در صورتی که نتایج نمونه‌های چکشی امید بخش باشد، با توجه به آثار محدود کانی‌زایی در سطح، انجام یک برداشت ژئوفیزیکی با روش مناسب برای دستیابی به اطلاعاتی در مورد عمق کانه‌زایی لازم به نظر می‌رسد.
- 4) مابقی پیشنهادات بسته به انجام بندهای فوق‌الذکر است.

منابع

- 1- همتیان علمی، غ. ح.، 1387، گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی سیستماتیک نقشه 1:100000 زواره (شهراب)، سازمان زمین‌شناسی کشور
- 2- بحرودی، ع.، 1379، نقشه زمین‌شناسی 1:100000 زواره (شهراب) ، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- 3- حسنی پاک، ع. ا.، 1371 ، نمونه برداری معدنی، انتشارات دانشگاه تهران.
- 4- حسنی پاک، ع. ا.، 1380، تحلیل داده های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران.