

## فصل اول

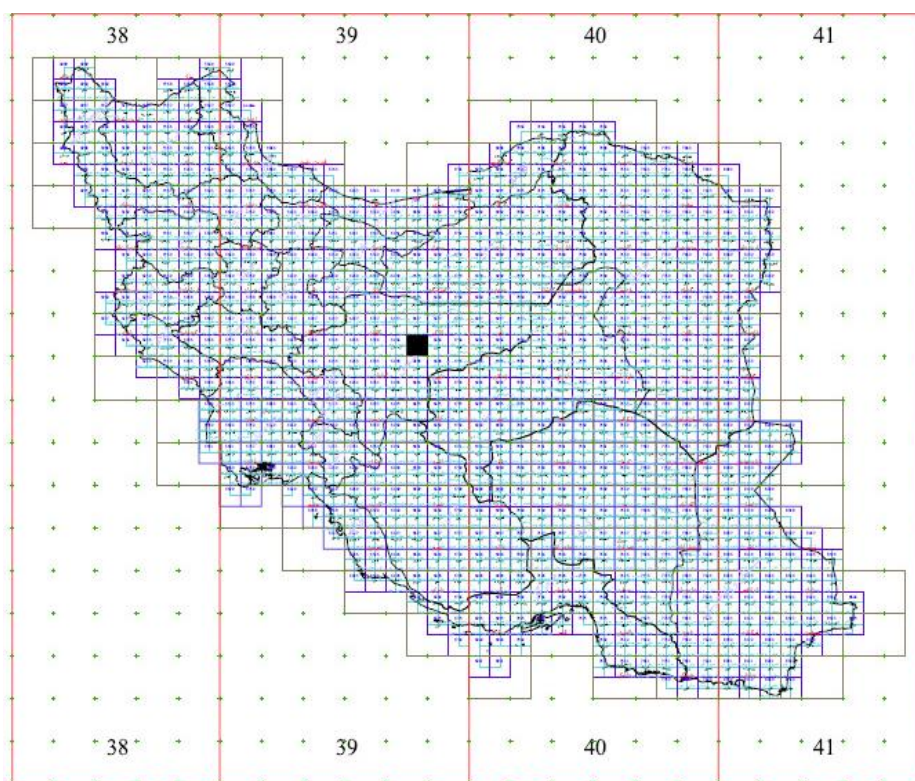
# کلیات زمین شناسی محدوده

## 1-1) مقدمه

محدوده کوه پرور واقع در جنوب غربی نقشه زمین شناسی یکصد هزارم زواره (شهراب)، در جنوب شرقی شهرستان اردستان و نزدیکی شهرستان نایین قرار گرفته است. پس از اکتشاف ژئوشیمیایی مقیاس یکصد هزارم زواره (شهراب)، محدوده اکتشافی کوه پرور به عنوان یکی از مناطق پرتانسیل 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.

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

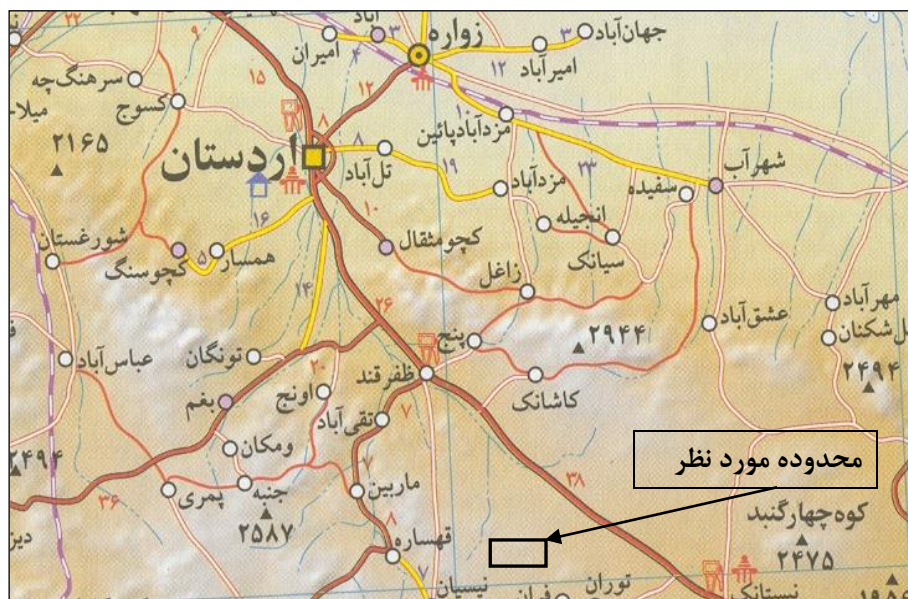
موقعیت برگه یکصد هزارم زواره (شهراب) در شکل (1-1) به صورت یک چهارگوش سیاه رنگ نشان داده شده است.



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

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده کوه پرور

راه دسترسی به این محدوده، جاده اصلی و ترانزیت اردستان به نایین می‌باشد. همانطور که در شکل (1-2) نشان داده شده است، پس از پیمایش حدود 55 کیلومتر از اردستان به طرف نایین از طریق جاده‌ای خاکی که به سمت راست منشعب می‌گردد به محدوده خالی از سکنه کوه پرور خواهیم رسید.



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

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

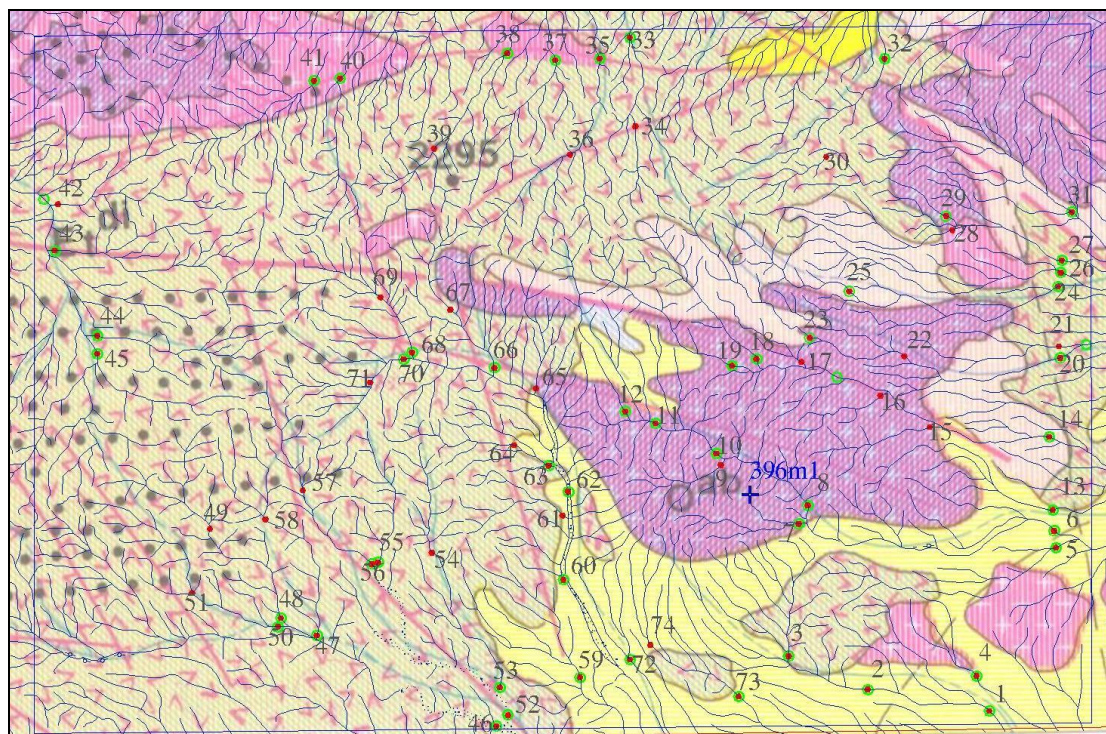
دمای هوا در گرمترین روز سال گاه به حدود 48 درجه سانتیگراد و در سردترین روز به حدود 5 تا 10 درجه سانتیگراد زیر صفر می‌رسد. فنوا و چشمه‌ها مهمترین منابع تامین کننده آب کشاورزی و آشامیدنی محدوده مورد مطالعه و اطراف آن بشمار می‌روند.

اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده کوه پرور

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 کوه پرور

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 فعالیتهای 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:

واحد $PI^V$ : گنبد‌هایی با ترکیب داسیتی تا ریوداسیتی	پلیوسن
واحد $PI^t$ : ایگنیمبریت با ترکیب داسیتی تا ریوداسیتی و توف، توف برش	
واحد $O^{ab}$ : گدازه آندزی بازالت تا آندزیتی همراه با دیاباز	الیگوسن
واحد $Et^{di}$ : توف، ماسه سنگ و دیاباز	ائوسن

با توجه به این که مطالعات زمین شناسی در این محدوده تنها به تهیه نقشه مقیاس یکصد هزار زواره (شهراب) محدود میگردد بالاجبار به در این گزارش نیز علاوه بر مشاهدات فیلد کارشناس به مطالعات زمین شناسی مقیاس مذکور تکیه شده است. آنچه که در ذیل آمده است آن واحدهای سنگی است که در محدوده کوه پرور رخنمون داشته است.

#### - واحد توف، ماسه سنگ و دیاباز ( $ET^{di}$ )

در بخش جنوب باختری برگه یکصد هزارم زواره (شهراب)، رخنمون‌های گسترده‌ای از توف‌های گوناگون، ماسه‌سنگ و دیاباز یافت می‌شود که به دلیل به هم ریختگی زیاد و نفوذ سنگهای نیمه‌آتشفشانی با ترکیب دیابازی، نمی‌توان آنها را از هم تفکیک نمود. علاوه بر آن دایک‌های دیابازی فراوانی که طول آنها بعضاً به چند صد متر نیز می‌رسد این مجموعه را قطع نموده است. این مجموعه توسط گدازه‌های آندزیت- بازالتی الیگوسن پوشیده شده و گنبد‌های تراکی آندزیت- داسیتی پلیوسن آن را قطع نموده‌اند و نیز بطرف جنوب باختر با مرز گسله در مجاورت با توده گرانیتهی الیگوسن قرار می‌گیرد.

#### - واحد آندزیت- بازالتی ( $O^{ab}$ )

این واحد دارای گسترش محدودی است و بر روی سنگهای آتشفشانی ائوسن جای می‌گیرد. ترکیب کلی این واحد آندزیت بازالتی تا بازالت است و دارای رنگ هوازده قهوه‌ای تا سیاه رنگ بوده و به صورت توده‌ای دیده می‌شود. به سوی باختر این واحد دارای گسترش بیشتری است.

**- واحد توف و پیروکلاستیک (Plt)**

این واحد که باز بخشی از محدوده مورد مطالعه را پوشانده است شامل مجموعه‌ای از سنگهای توفی و پیروکلاستیک می‌باشد. ترکیب این واحد شامل تناوبی از انواع مختلف توف و توف برشی است. وجود توف لاپیلی، توف برشی، ایگنمبریت و توفهای بلورین که بگونه‌ای متناوب قرار گرفته‌اند از اهمیت زیادی برخوردار است.

می‌توان قطعات مختلف از سنگهای آتشفشانی و ریز بلور را در میان این مجموعه مشاهده کرد. توف برشهای موجود در ناحیه نیز از اجزاء مختلفی تشکیل شده و ابعاد اجزاء آنها نیز به چند سانتیمتر نیز می‌رسد. ترکیب این سنگها بطور عمده ریوداسیتی تا داسیتی و گاهی در حد آندزیت است. در لابلاهی این واحد می‌توان خاکستر و توفیت را مشاهده کرد. در بخش‌های جنوبی ورقه می‌توان واحدهایی که بطور عمده متشکل از شیشه باشند را ملاحظه کرد، با توجه به بررسیهای انجام شده در برگه یکصدهزار، به نظر می‌رسد که واحدهای اخیر به نسبت جوان بوده و احتمالاً وابسته به پلیوسن هستند.

**- واحد گدازه داسیتی (Plv)**

این واحد به صورت جزئی در بخشهایی از محدوده مورد بررسی، برونزدهایی را با ترکیب داسیتی تا ریوداسیتی به صورت بخش‌های نیمه عمیق، قطع کننده و نیز توده‌های گنبدی شکل کوچک از خود نشان می‌دهد. روند عمومی رخنمون این واحدها تقریباً خاوری - باختری بوده و بگونه‌ای مشخص از خاور به باختر ورقه بر حجم آنها افزوده می‌شود. این واحدها روشن رنگ بوده و با رنگهای سفید تا کرم و خاکستری روشن دیده می‌شوند. واحدهای یاد شده سنگهای آتشفشانی را به صورت دایک و یا توده‌های گنبدی کوچک قطع می‌کند. رنگ هوازده این سنگها از خاکستری روشن تا قهوه‌ای روشن تغییر می‌نماید. از نظر اندازه دانه‌ای، این سنگها بسیار متنوع بوده و از نظر بافت‌شناسی نیز از انواع پورفیری تا بطور کامل ریزدانه تغییر می‌کنند. علاوه بر این می‌توان بخشهای بشدت دگرسان شده‌ای را مشاهده کرد که بر روی سنگهای آتشفشانی ائوسن جای

-----اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده کوه پرور

می‌گیرند. در بیشتر موارد رخنمونهای وابسته به این سنگها با شکستگی‌های مهم در ناحیه محدود شده‌اند و کنترل می‌شوند. همچنین در محدوده مورد مطالعه، مجموعه‌ای از این سنگها را می‌توان به صورت گنبد‌های گدازه‌ای مشاهده کرد که گمان می‌رود بسیار جوان بوده و وابسته به تکاپوهای آتشفشانی نئوژن باشند. ارتفاع گنبد‌ها نسبت به دشت پیرامون به چند ده متر و گاهی نیز به بیش از یکصد متر می‌رسد. این واحدهای گنبدی شکل دارای ویسکوزیته به نسبت زیادی بوده و به همین دلیل اشکال گنبدی و سوزنی شکلی را بوجود آورده‌اند.

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

بر مبنای 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 396m1 از این محدوده اخذ گردیده است. در جدول زیر نتیجه آنالیز مربوط به نمونه 396m1 آمده است.

عنصر	As (PPM)	Ag (PPM)	Pb (%)	Cu (%)	Au (PPM)
مقدار آنالیز	5240	325	4.43	6.96	0.1

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



## 2-1) 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

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 72 نمونه ژئوشیمیایی، بدست آمد. بنابراین تراکم شبکه نمونه‌برداری برای این محدوده با وسعت تقریبی 35 کیلومتر، 2/1 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.

72 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 43 عنصر که در جدول (2-1) آمده است، مورد آنالیز قرار گرفتند. حد حساسیت عناصر همراه با روش آنالیز نیز جدول زیر 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 زمین‌آماري 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 پاراژنزی 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

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

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

مقدار جایگزینی	تعداد سنسورد	حد حساسیت	عنصر
0/75(ppb)	13	1(ppb)	Au
_____	54	0/05(ppm)	Hg

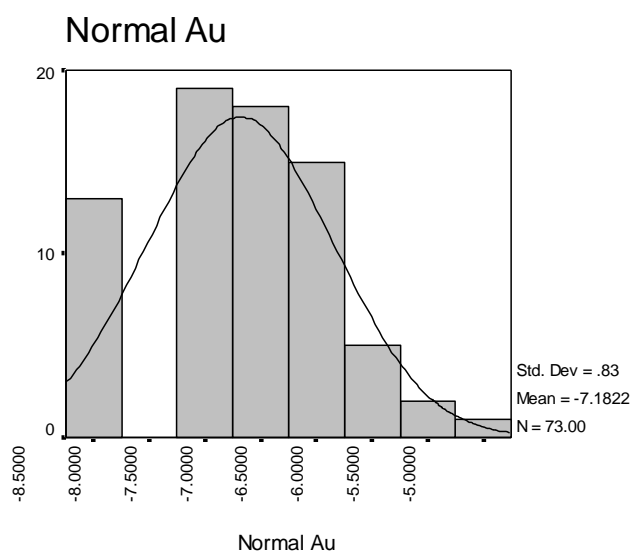
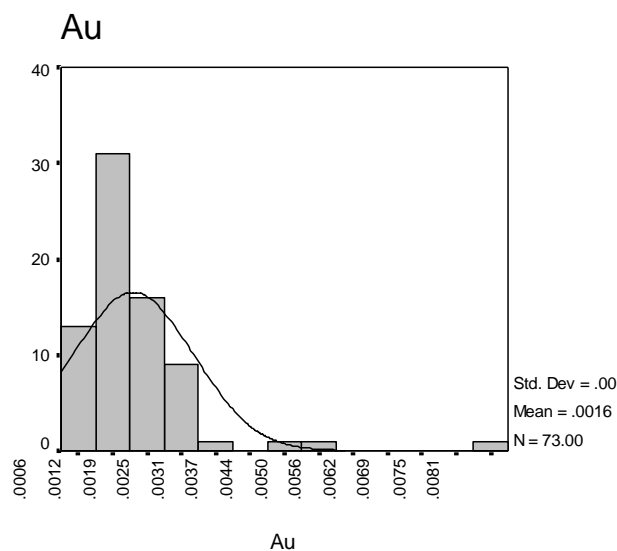
### 3-3) بررسی داده های خام:

منظور از داده خام، داده ای است که در ابتدای پردازش به عنوان ورودی پروژه وجود دارد و هیچگونه پردازشی بر روی آن صورت نگرفته است. در پردازش آماری داده ها، قدم اول شناخت ماهیت تابع توزیع و خصلت های آماری مربوط به آنها می باشد. چرا که پردازش بر روی داده هایی که خصلت ناشناخته دارند، با دید بسته ای صورت می گیرد و احتمال بروز خطا در آن بسیار بالا می رود. بطور کلی 21 عنصر جهت پردازش مشخص گردیدند. جهت بررسی داده های خام ابتدا اقدام به محاسبه پارامترهای آماری مهم نظیر میانگین<sup>۱</sup>، میانه<sup>۲</sup>، انحراف معیار<sup>۳</sup>، واریانس<sup>۴</sup>، چولگی<sup>۵</sup>، کشیدگی<sup>۶</sup>، مینیمم مقدار و ماکزیمم مقدار مربوط به هر عنصر به همراه ترسیم هیستوگرام داده های خام و نرمال شده مربوط به آنها گردید که در اشکال (1-3) تا (21-3) آمده است.

---

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

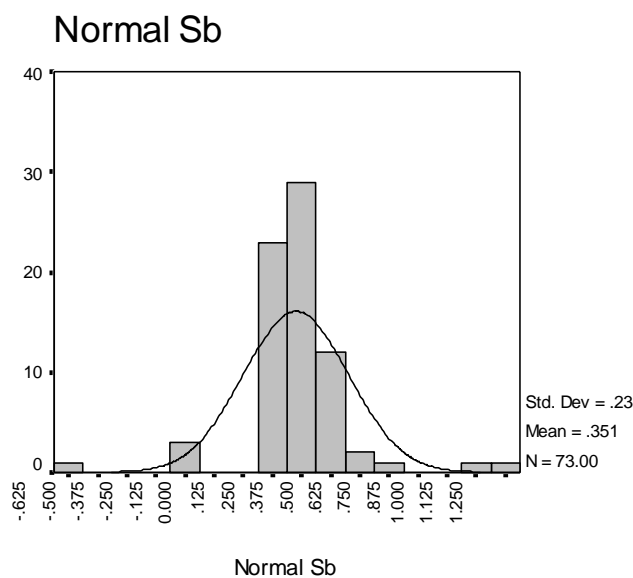
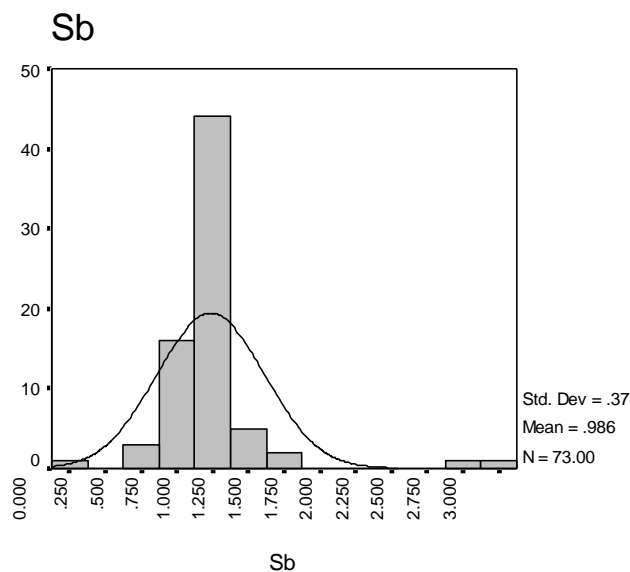




### Statistics

		Au	Normal Au
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		.001624	-7.1822
Median		.001400	-7.0738
Std. Deviation		.0010993	.83295
Variance		.0000012	.69380
Skewness		3.663	-.009
Std. Error of Skewness		.281	.281
Kurtosis		18.345	-.054
Std. Error of Kurtosis		.555	.555
Minimum		.0008	-8.53
Maximum		.0082	-4.87

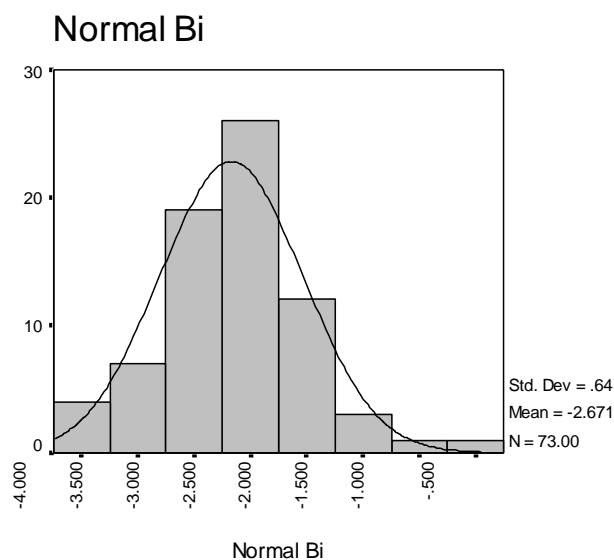
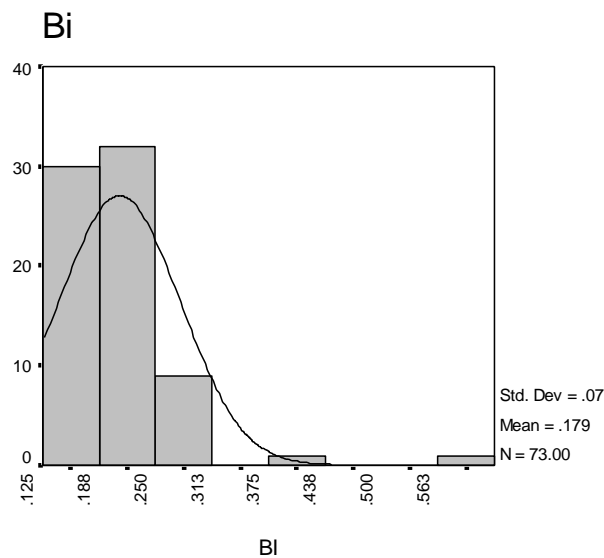
شکل (3-1): پارامترهای آماری عنصر طلا به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Sb	Normal Sb
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		.9863	.3509
Median		.9400	.3447
Std. Deviation		.37394	.22583
Variance		.13983	.05100
Skewness		3.126	.000
Std. Error of Skewness		.281	.281
Kurtosis		15.672	9.516
Std. Error of Kurtosis		.555	.555
Minimum		.05	-.65
Maximum		2.90	1.22

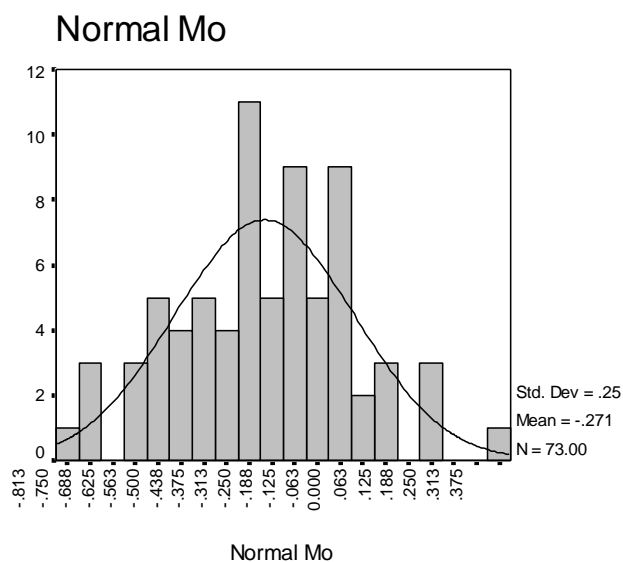
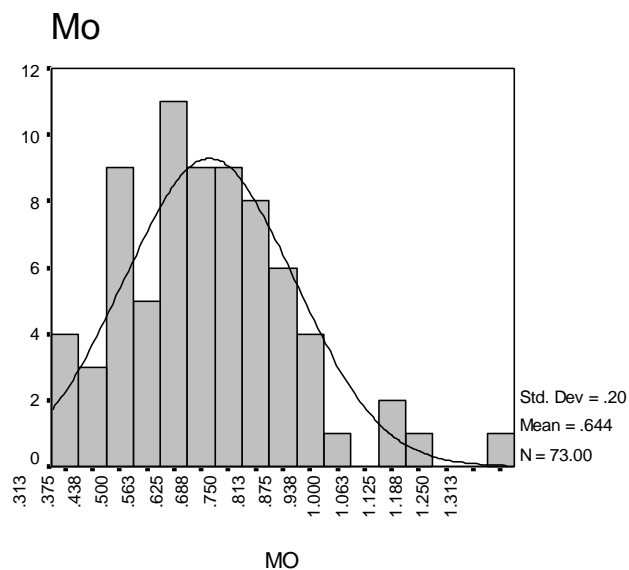
شکل (2-3): پارامترهای آماری عنصر آنتی‌موان به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Bi	Normal Bi
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		.1788	-2.6706
Median		.1600	-2.7128
Std. Deviation		.06721	.63733
Variance		.00452	.40619
Skewness		3.408	.000
Std. Error of Skewness		.281	.281
Kurtosis		16.434	1.046
Std. Error of Kurtosis		.555	.555
Minimum		.11	-4.11
Maximum		.57	-.74

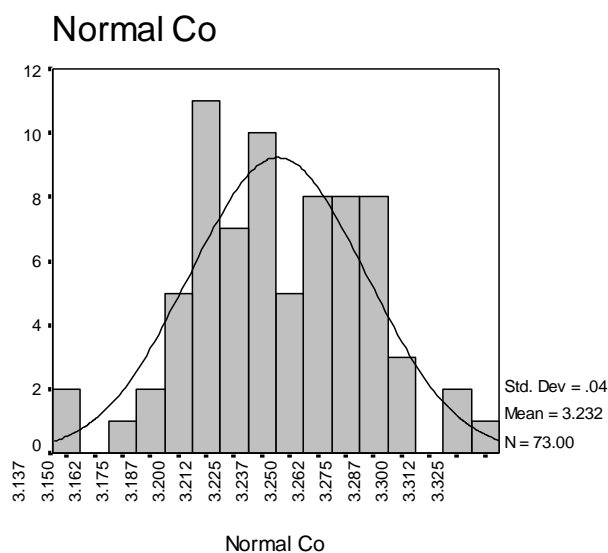
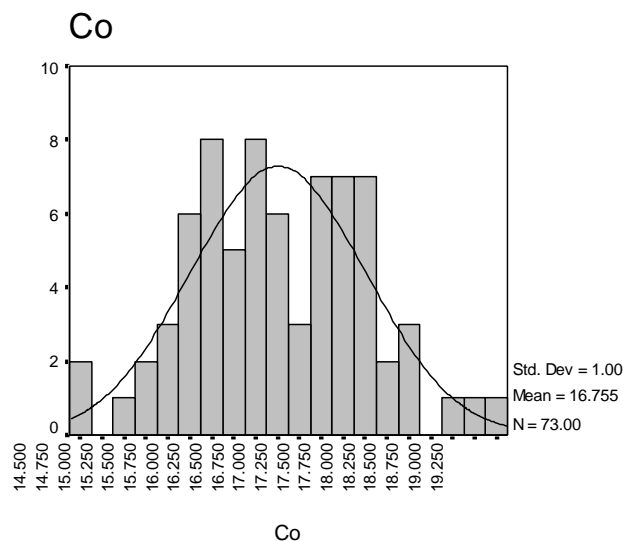
شکل (3-3): پارامترهای آماری عنصر بیسموت به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Mo	Normal Mo
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		.6437	-.2710
Median		.6139	-.2798
Std. Deviation		.1957	.24607
Variance		.0383	.06055
Skewness		.7141	.000
Std. Error of Skewness		.2810	.281
Kurtosis		.8410	-.145
Std. Error of Kurtosis		.5552	.555
Minimum		.2964	-.82
Maximum		1.2819	.35

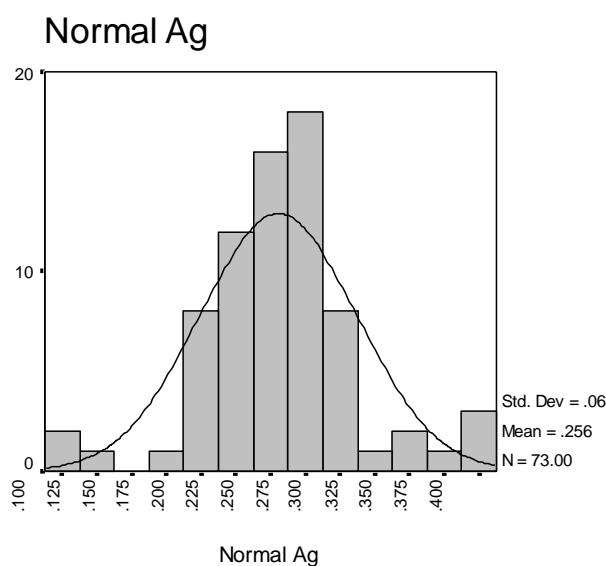
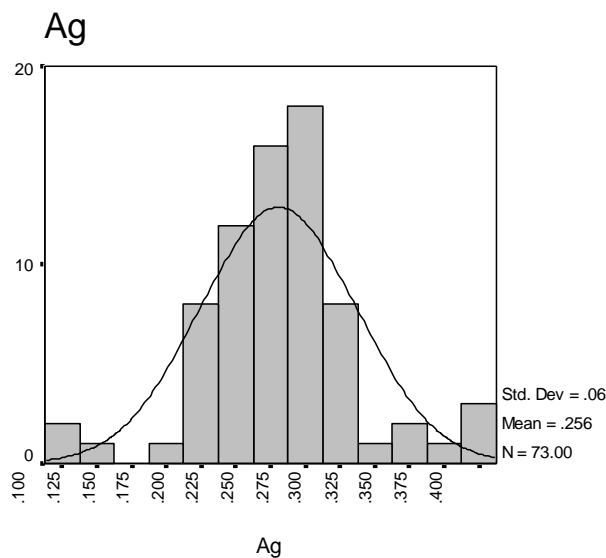
شکل (3-4): پارامترهای آماری عنصر مولیبدن به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		<b>Co</b>	<b>Normal Co</b>
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		16.7547	3.2322
Median		16.6681	3.2295
Std. Deviation		.9979	.03935
Variance		.9959	.00155
Skewness		.103	.000
Std. Error of Skewness		.281	.281
Kurtosis		-.192	-.212
Std. Error of Kurtosis		.555	.555
Minimum		14.5217	3.14
Maximum		19.3148	3.33

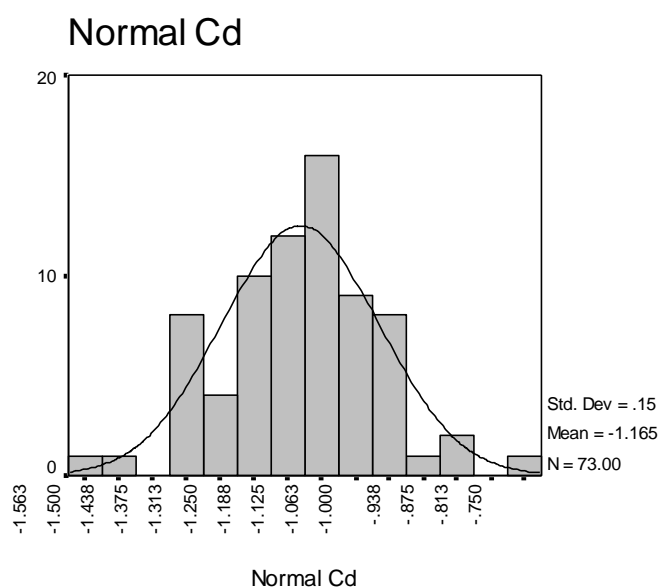
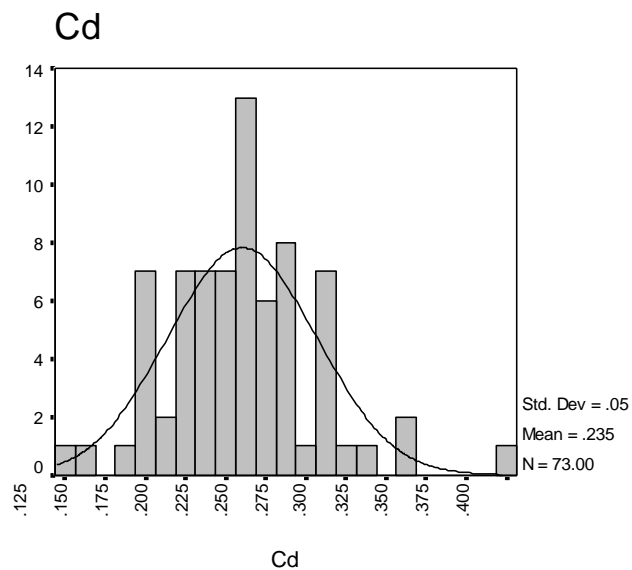
شکل (3-5): پارامترهای آماری عنصر کبالت به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Ag	Normal Ag
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		.2556	.2556
Median		.2577	.2577
Std. Deviation		.0564	.0564
Variance		.0032	.0032
Skewness		.1000	.1000
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		2.0647	2.0647
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		.0942	.0942
Maximum		.4043	.4043

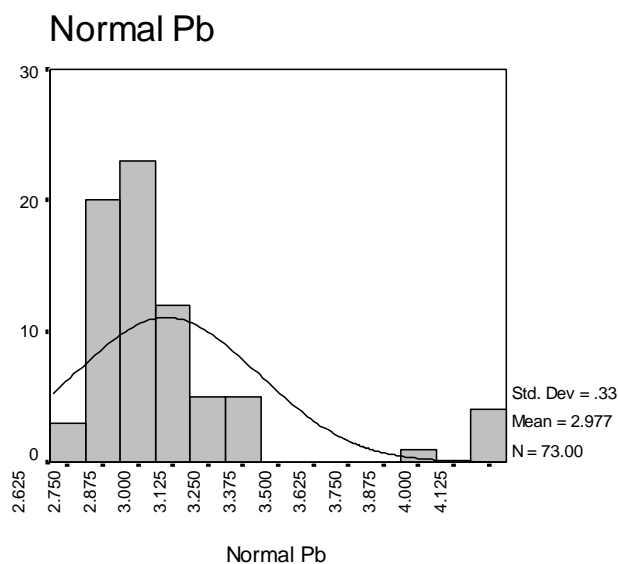
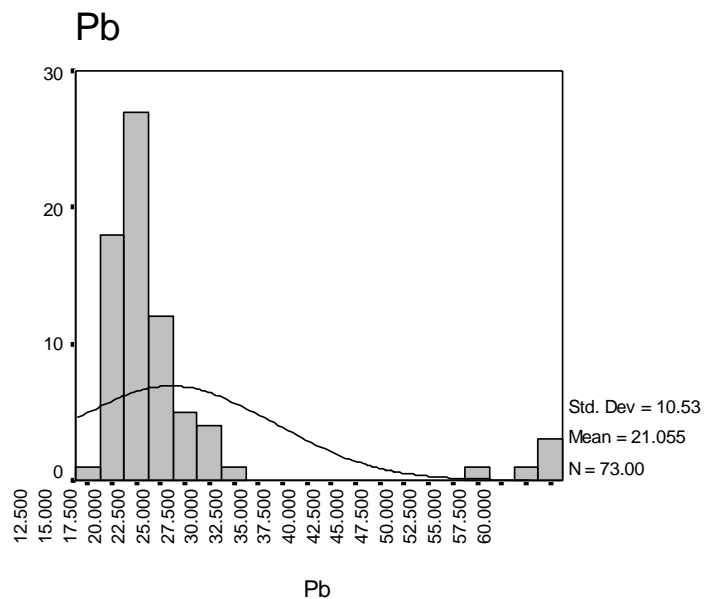
شکل (3-6): پارامترهای آماری عنصر نقره به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		<b>Cd</b>	<b>Normal Cd</b>
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		.2352	-1.1649
Median		.2366	-1.1500
Std. Deviation		.0464	.1457
Variance		.0022	.0212
Skewness		.6453	.0003
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		1.8154	.9380
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		.1269	-1.5753
Maximum		.4058	-.7219

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

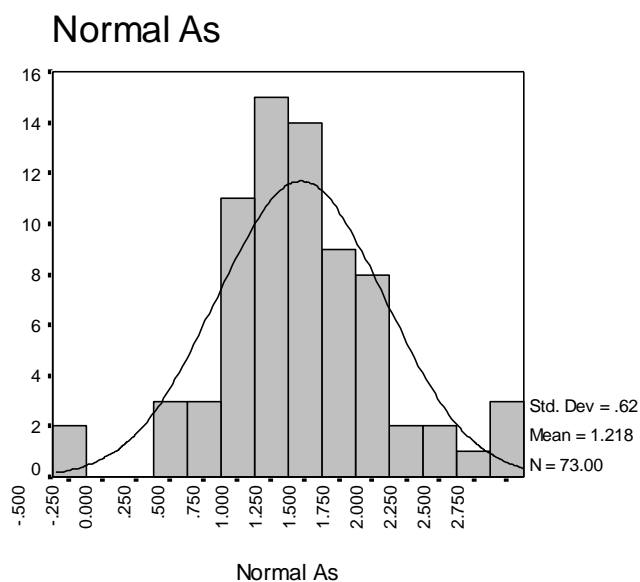
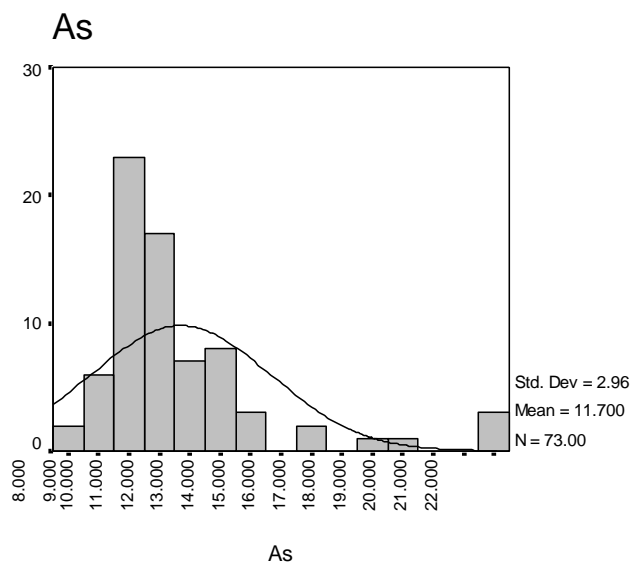


### Statistics

		Pb	Normal Pb
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		21.0553	2.9770
Median		18.1003	2.8959
Std. Deviation		10.5276	.3292
Variance		110.8302	.1084
Skewness		3.1361	2.4734
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		9.0323	6.0301
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		13.7120	2.6183
Maximum		60.7700	4.1071

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

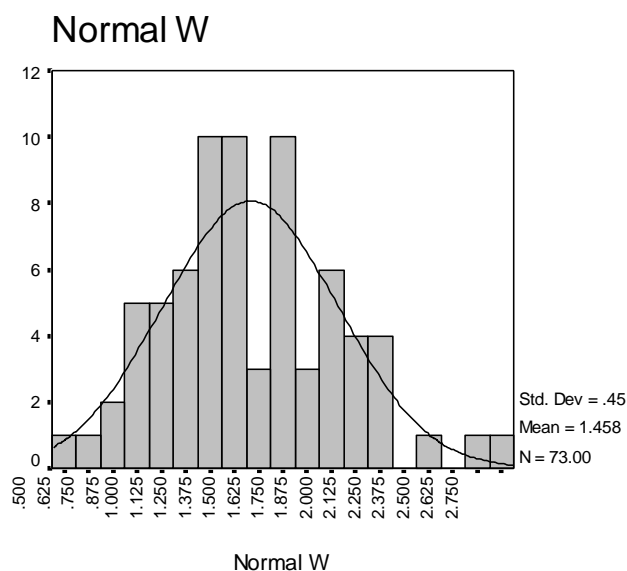
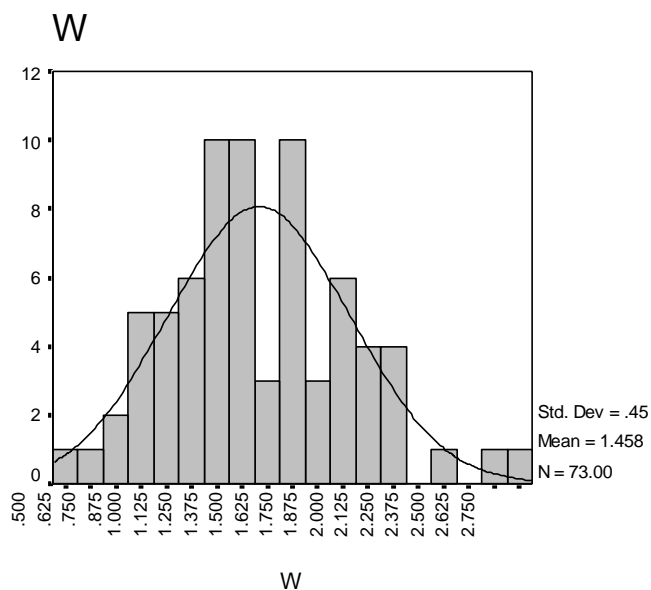




### Statistics

		As	Normal As
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		11.7001	1.2182
Median		10.8206	1.1730
Std. Deviation		2.9630	.6222
Variance		8.7797	.3871
Skewness		2.1901	.0000
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		5.2120	1.1693
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		8.1517	-.5750
Maximum		22.4094	2.6960

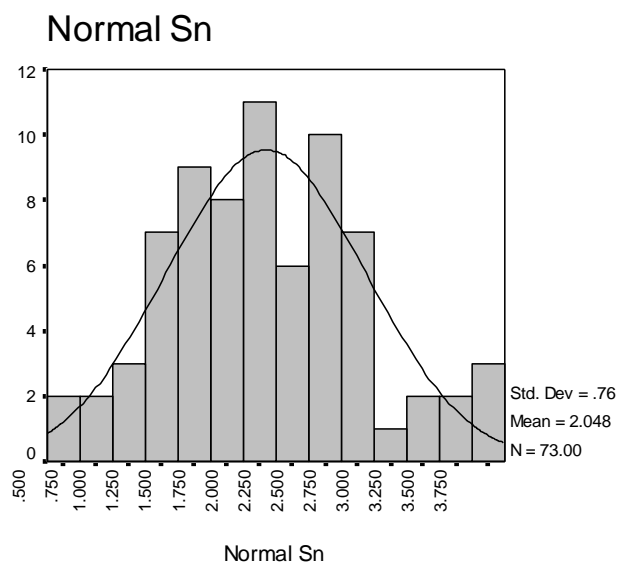
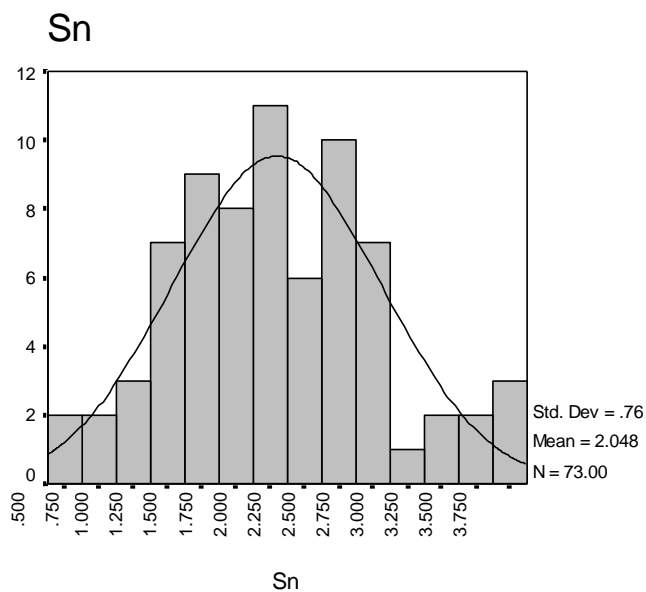
شکل (3-9): پارامترهای آماری عنصر آرسنیک به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		W	Normal W
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		1.4584	1.4584
Median		1.3909	1.3909
Std. Deviation		.4506	.4506
Variance		.2030	.2030
Skewness		.3926	.3926
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		.1043	.1043
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		.5017	.5017
Maximum		2.7178	2.7178

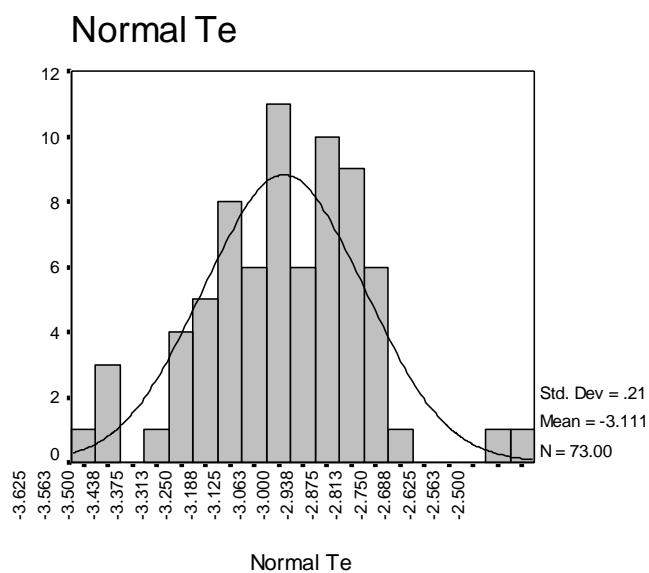
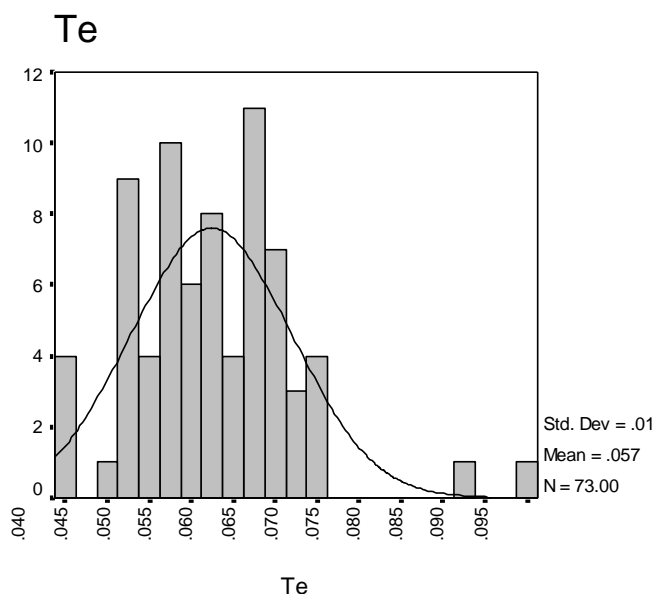
شکل (3-10): پارامترهای آماری عنصر تنگستن به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Sn	Normal Sn
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		2.0479	2.0479
Median		2.0510	2.0510
Std. Deviation		.7626	.7626
Variance		.5815	.5815
Skewness		.2463	.2463
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		-.1716	-.1716
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		.4593	.4593
Maximum		3.8313	3.8313

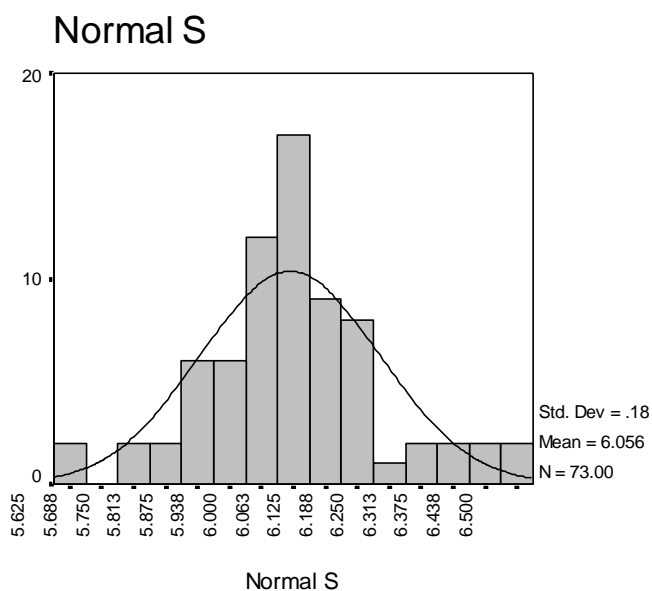
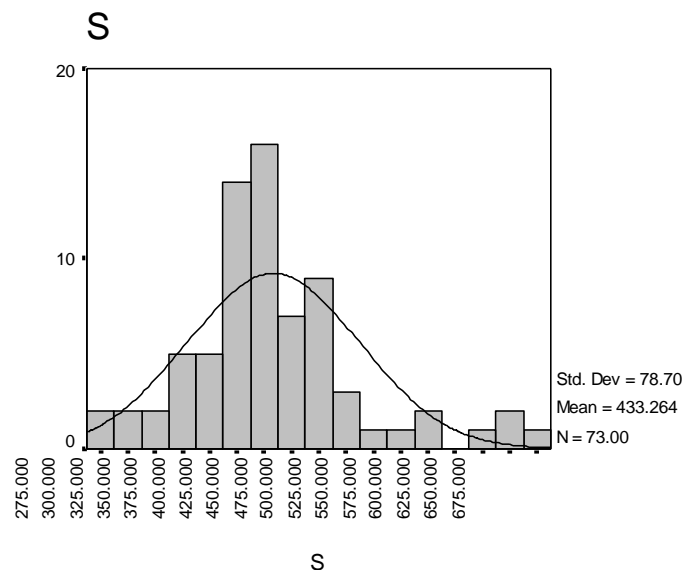
شکل (3-11): پارامترهای آماری عنصر قلع به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Te	Normal Te
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		.0574	-3.1111
Median		.0567	-3.1062
Std. Deviation		.0096	.2061
Variance		.0001	.0425
Skewness		.9161	.0002
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		2.6744	.7268
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		.0390	-3.6099
Maximum		.0940	-2.4997

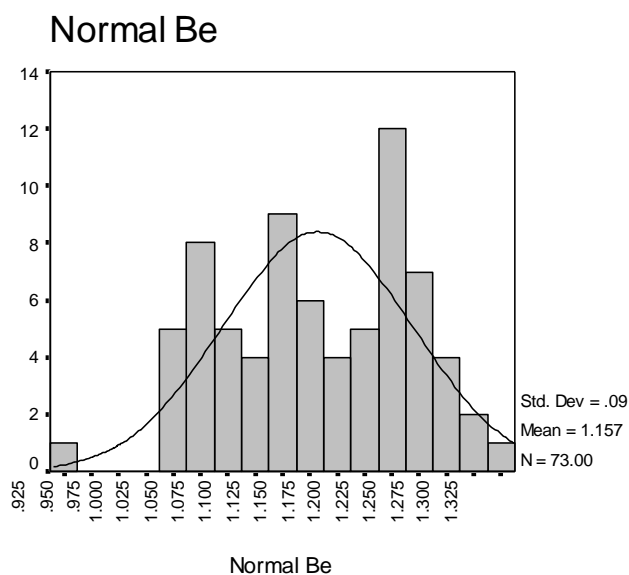
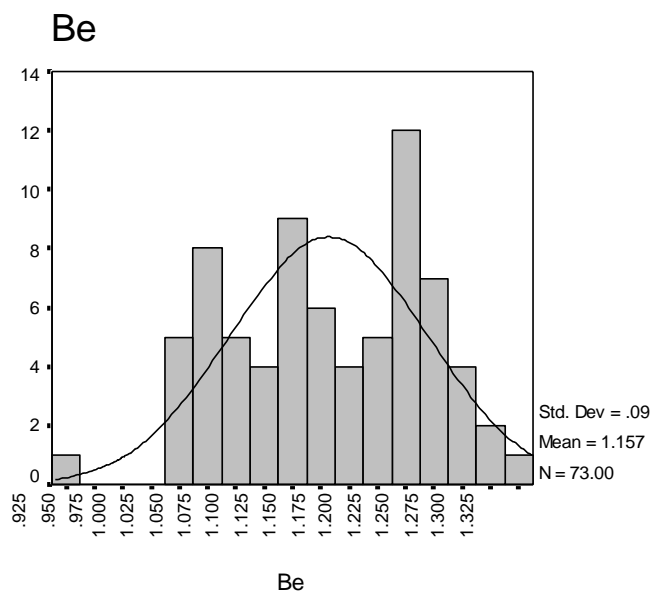
شکل (3-12): پارامترهای آماری عنصر تلور به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		<b>S</b>	<b>Normal S</b>
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		433.2644	6.0559
Median		420.3475	6.0411
Std. Deviation		78.7019	.1755
Variance		6193.9847	.0308
Skewness		.9530	.2464
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		1.6055	.9590
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		277.5031	5.6258
Maximum		667.2241	6.5031

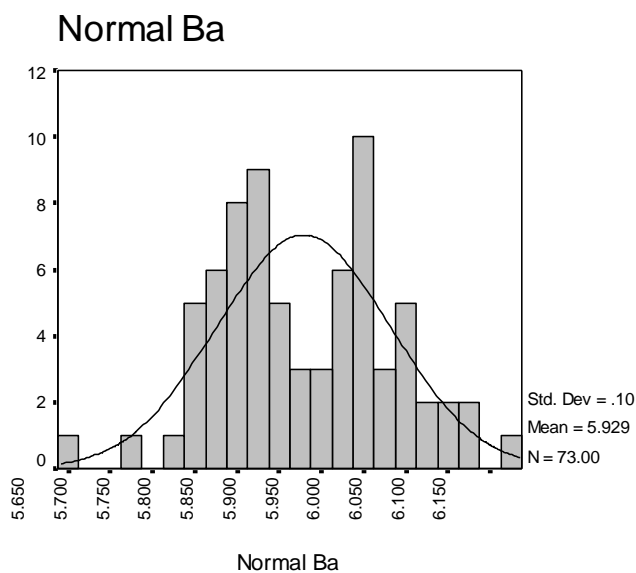
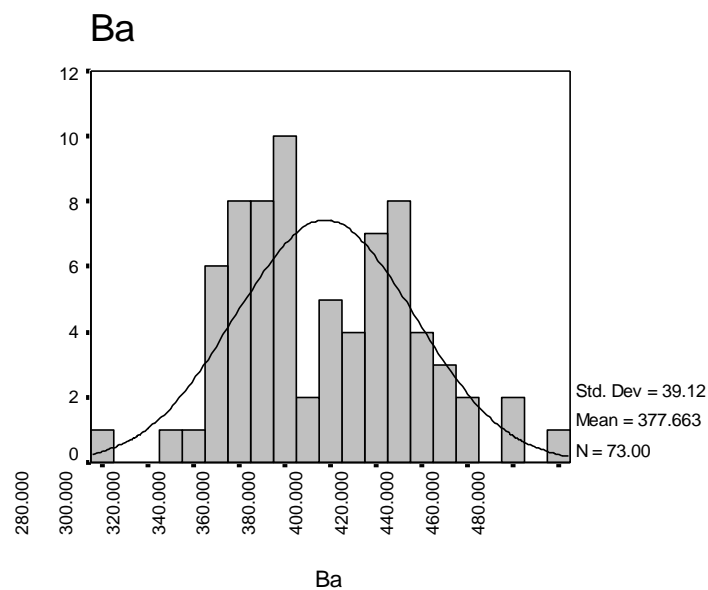
شکل (3-13): پارامترهای آماری عنصر گوگرد به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Be	Normal Be
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		1.1571	1.1571
Median		1.1581	1.1581
Std. Deviation		.0866	.0866
Variance		.0075	.0075
Skewness		-.2017	-.2017
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		-.6743	-.6743
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		.9254	.9254
Maximum		1.3303	1.3303

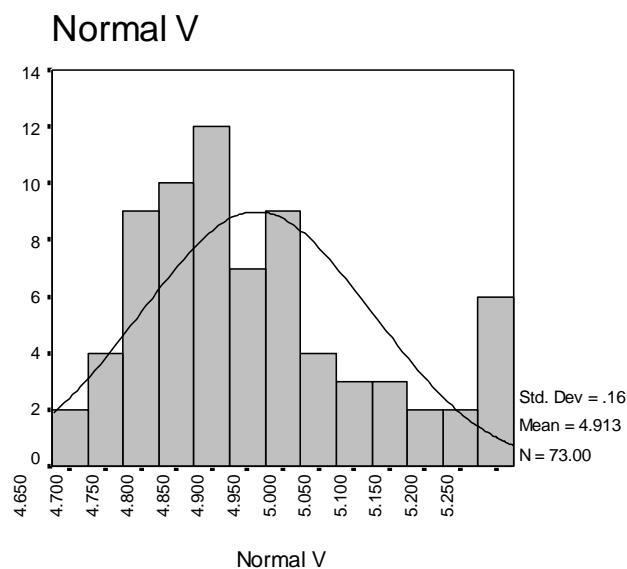
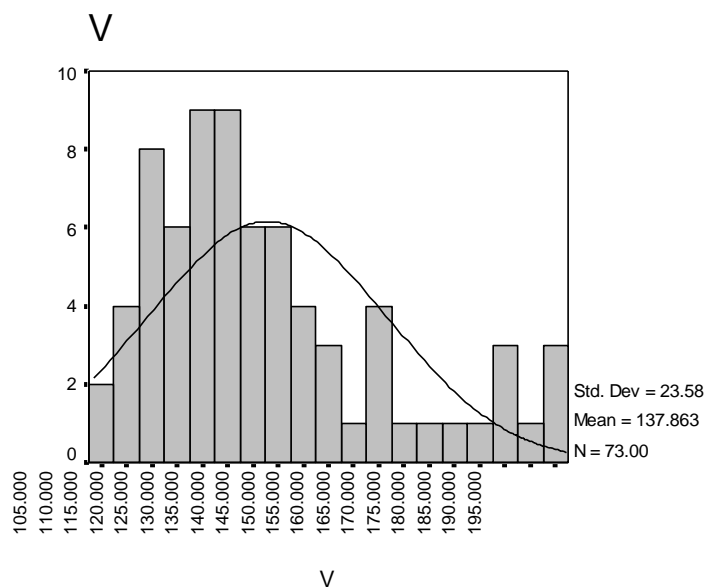
شکل (3-14): پارامترهای آماری عنصر بریلیوم به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Ba	Normal Ba
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		377.6633	5.9287
Median		373.1598	5.9220
Std. Deviation		39.1198	.1032
Variance		1530.3565	.0106
Skewness		.3055	.0483
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		-.2406	-.2430
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		283.6858	5.6479
Maximum		481.5351	6.1770

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

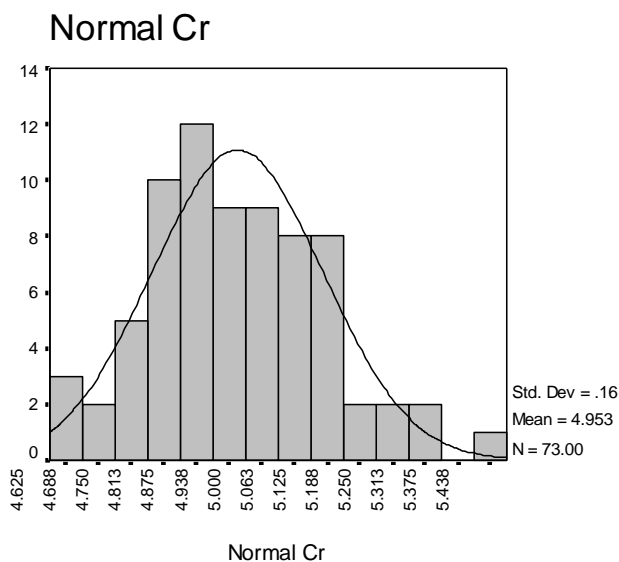
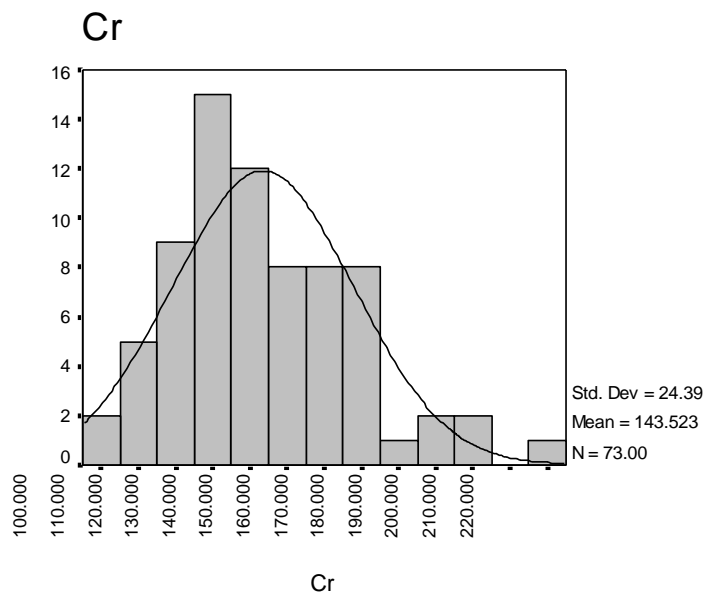


### Statistics

		V	Normal V
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		137.8627	4.9129
Median		130.8869	4.8743
Std. Deviation		23.5846	.1616
Variance		556.2335	.0261
Skewness		.9960	.7225
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		.1303	-.3018
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		106.0340	4.6638
Maximum		194.7970	5.2720

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

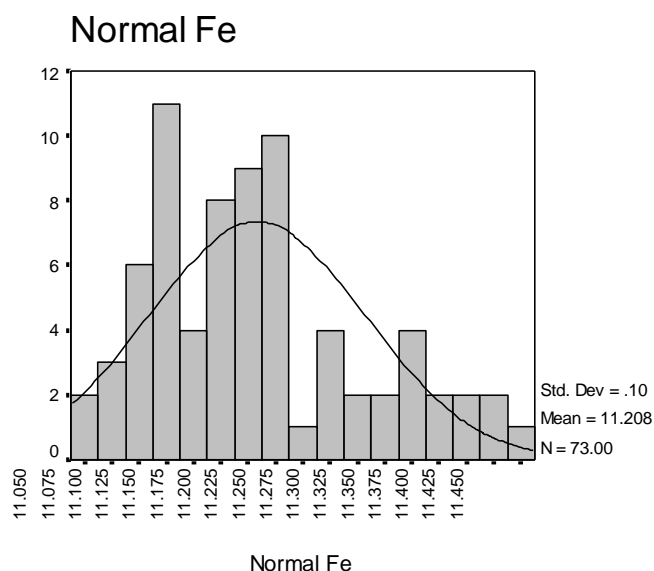
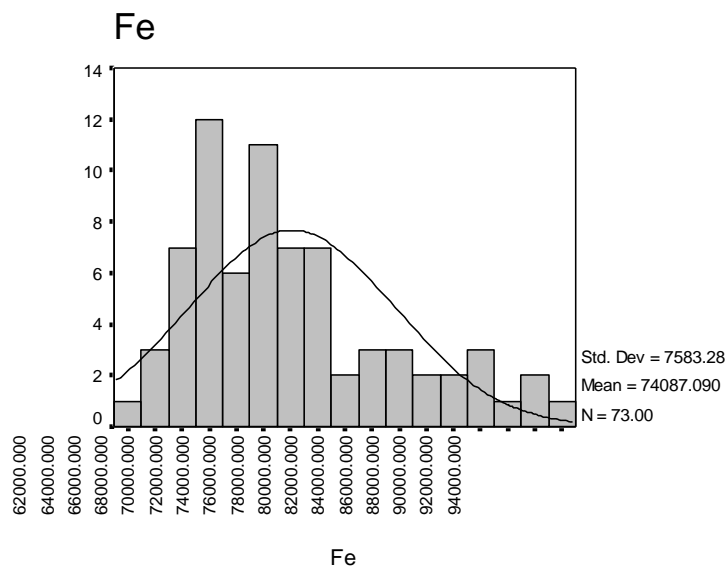




### Statistics

		Cr	Normal Cr
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		143.5234	4.9530
Median		139.3027	4.9366
Std. Deviation		24.3941	.1640
Variance		595.0708	.0269
Skewness		.8450	.3846
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		.8701	-.0293
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		103.7571	4.6421
Maximum		224.7067	5.4148

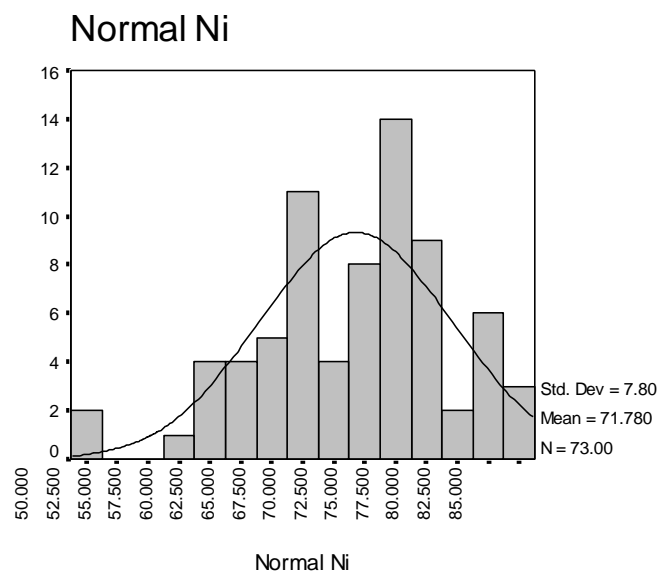
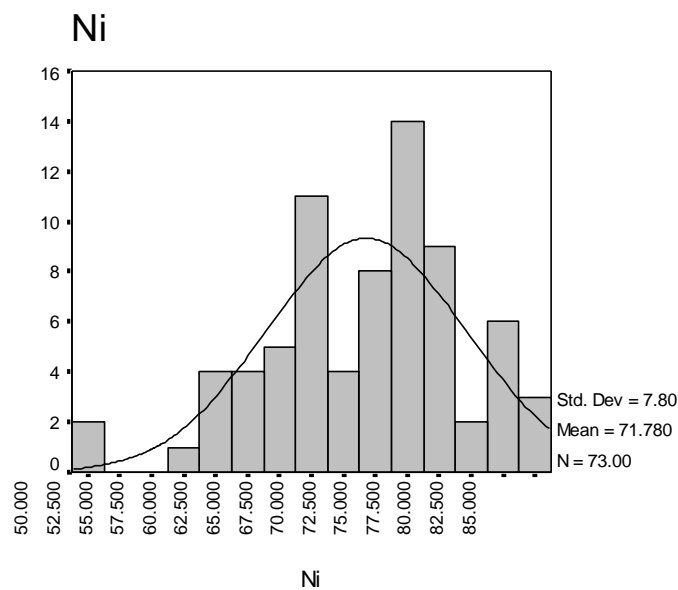
شکل (3-17): پارامترهای آماری عنصر کروم به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Fe	Normal Fe
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		74087.1	11.2
Median		72743.5	11.2
Std. Deviation		7583.3	.1
Variance		57506196.4	.0
Skewness		.887	.704
Std. Error of Skewness		.281	.281
Kurtosis		.056	-.232
Std. Error of Kurtosis		.555	.555
Minimum		62618.8	11.0
Maximum		93127.6	11.4

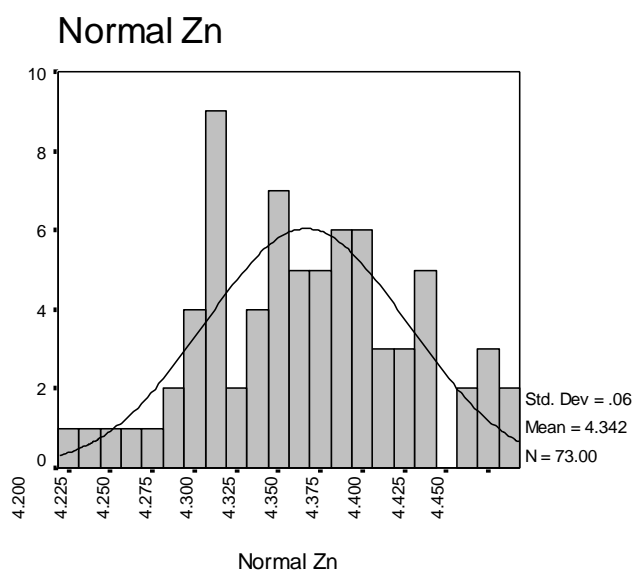
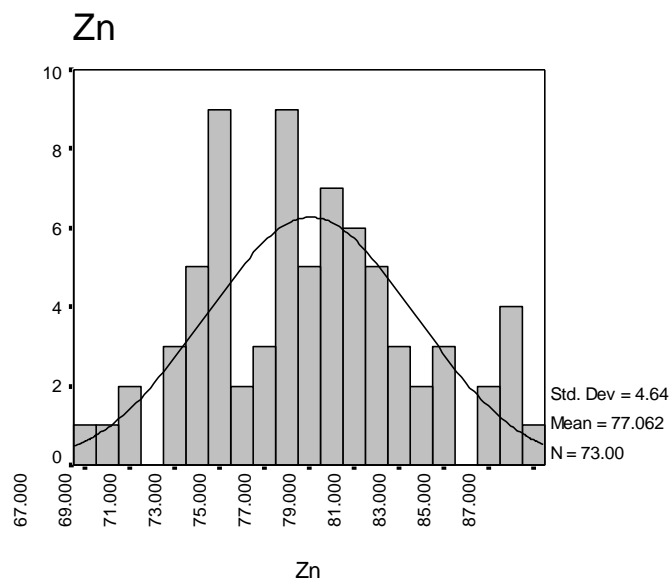
شکل (3-18): پارامترهای آماری عنصر آهن به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Ni	Normal Ni
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		71.7799	71.7799
Median		73.4360	73.4360
Std. Deviation		7.7957	7.7957
Variance		60.7722	60.7722
Skewness		-.5477	-.5477
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		.3563	.3563
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		48.8187	48.8187
Maximum		85.7406	85.7406

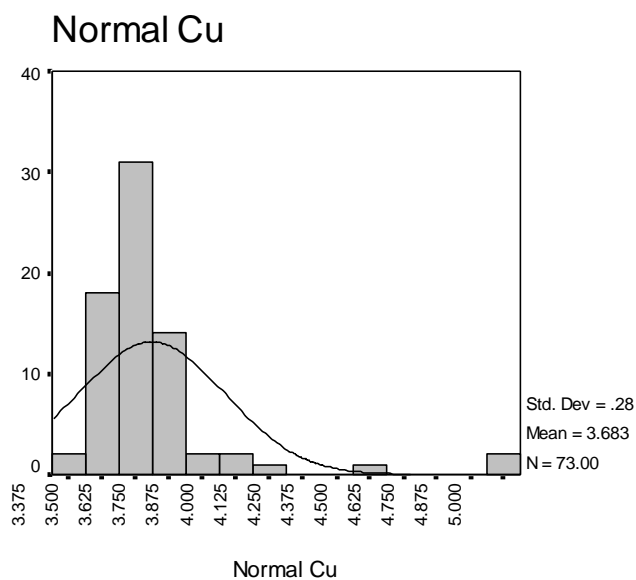
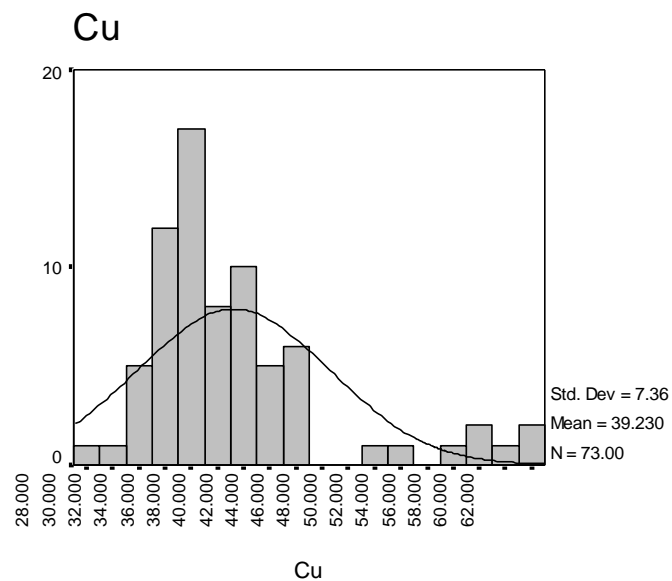
شکل (3-19): پارامترهای آماری عنصر نیکل به همراه هیستوگرام داده‌های خام و نرمال شده



### Statistics

		Zn	Normal Zn
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		77.0617	4.3415
Median		76.9761	4.3422
Std. Deviation		4.6366	.0602
Variance		21.4983	.0036
Skewness		.1735	.0333
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		-.3977	-.4000
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		67.1758	4.2058
Maximum		87.3003	4.4682

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



### Statistics

		Cu	Normal Cu
N	Valid	73	73
	Missing	0	0
Mean		39.2305	3.6832
Median		37.0170	3.6114
Std. Deviation		7.3621	.2764
Variance		54.2005	.0764
Skewness		1.7177	3.1944
Std. Error of Skewness		.2810	.2810
Kurtosis		2.8335	11.9786
Std. Error of Kurtosis		.5552	.5552
Minimum		27.7787	3.3243
Maximum		62.3640	4.9513

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

در بررسی داده‌های خام باید به این نکات توجه داشت:

- عناصری مانند Au, Sb, Bi, Pb, As بدلیل وجود مقادیر خارج از رده، توابع شدیداً غیر نرمال می‌باشند.

- عناصری مانند Mo, Co, Ag, Cd, W, Sn, Te, Be, S, Ba, V, Fe, Cr, Ni, Zn 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 ردیف<sup>1</sup>

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.

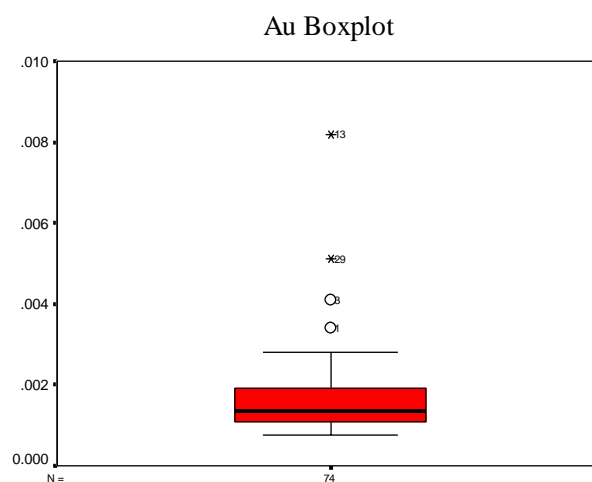
---

1- Outlier Values

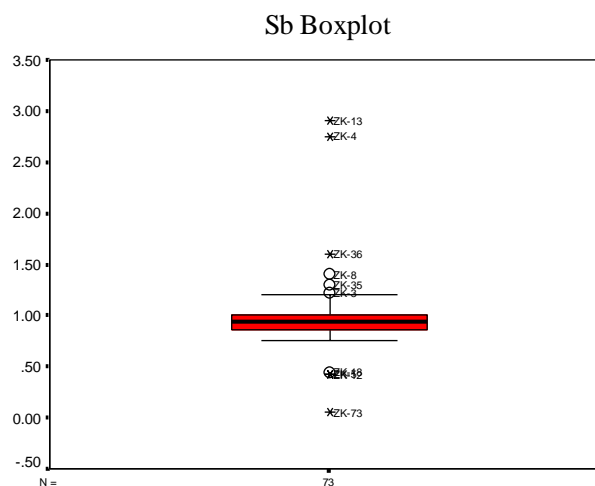
-----اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده کوه پرور

**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 جعبه‌ای<sup>۱</sup> که در اشکال (22-3) تا (35-3) نشان داده شده، استفاده گردید.

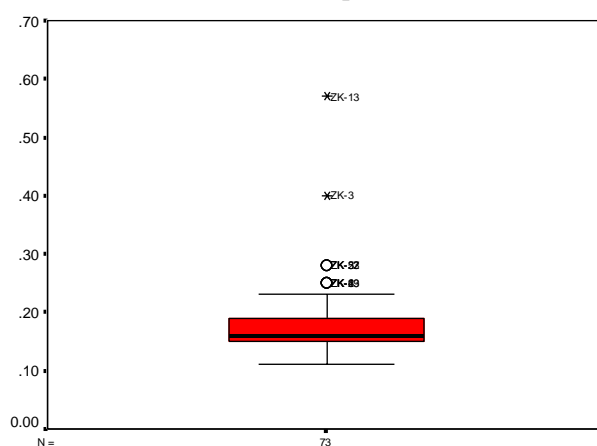


شکل (22-3) : نمودار جعبه ای مربوط به عنصر طلا



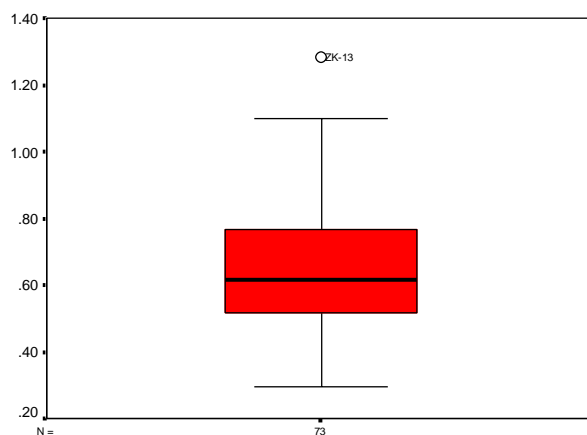
شکل (23-3) : نمودار جعبه ای مربوط به عنصر آنتی‌مون

Bi Boxplot



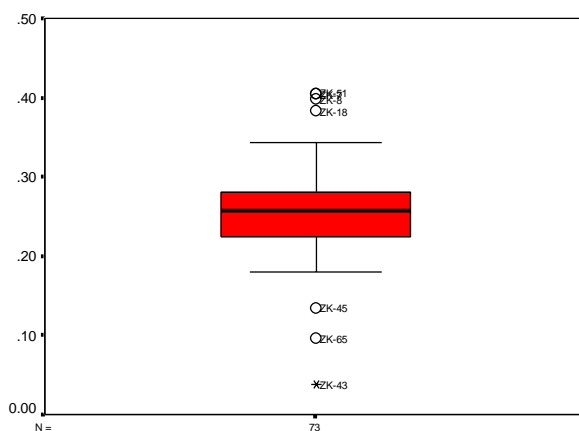
شکل (24-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر بیسموت

Mo Boxplot



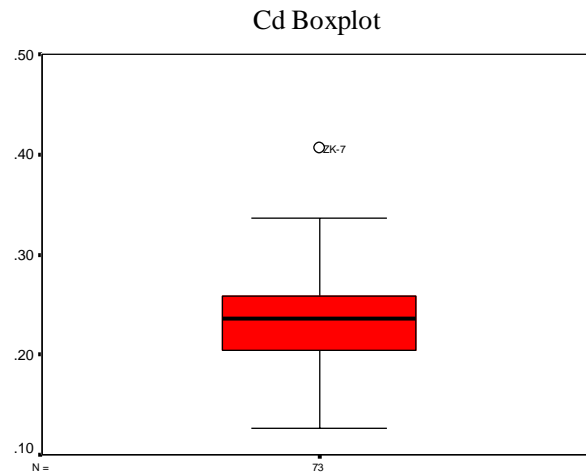
شکل (25-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر مولیبدن

Ag Boxplot

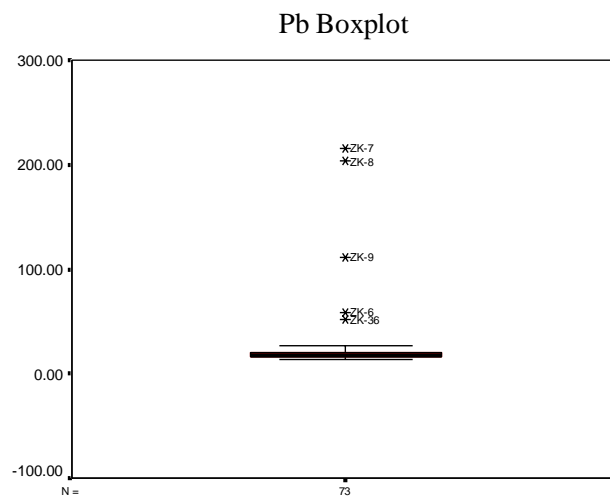


شکل (26-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر نقره

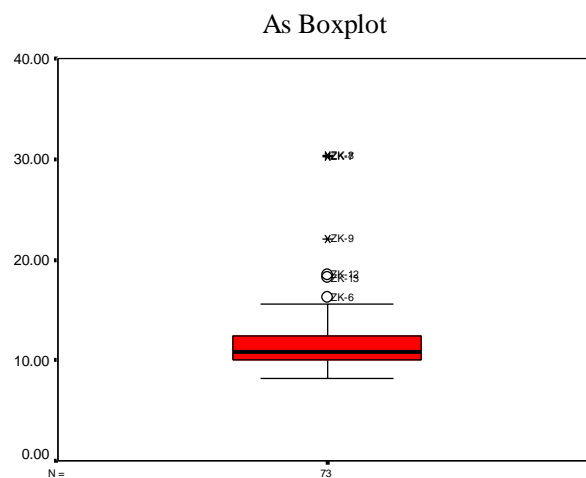




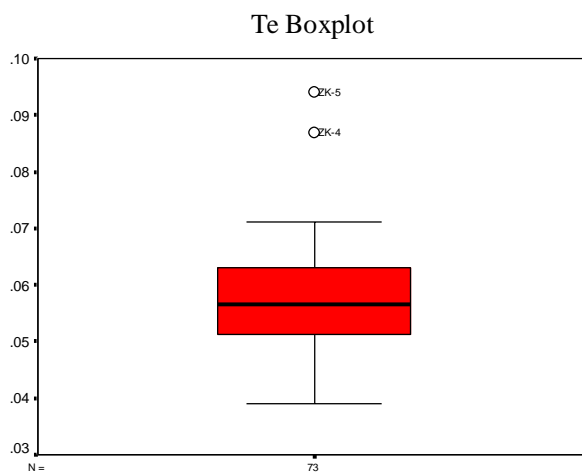
شکل (3-27): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر کادمیوم



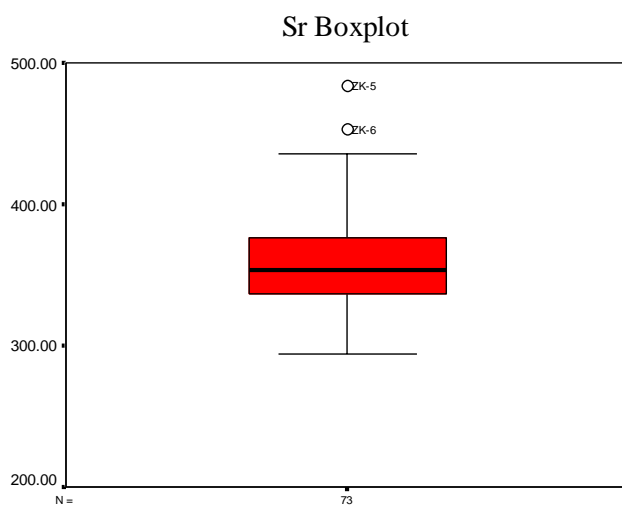
شکل (3-28): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر سرب



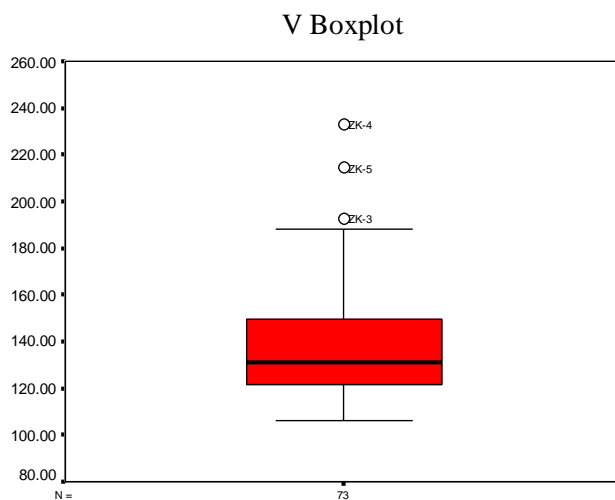
شکل (3-29): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر آرسنیک



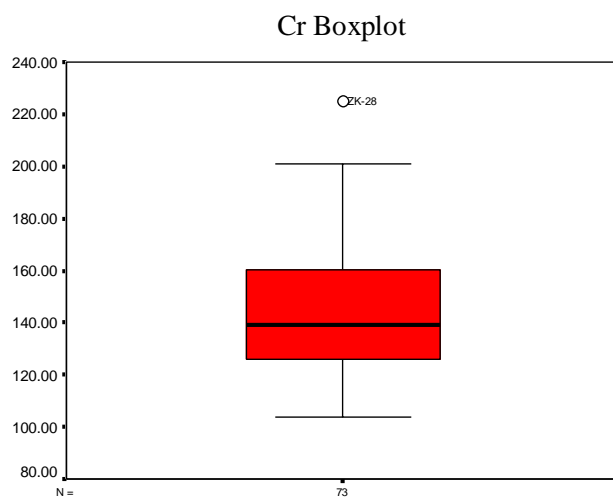
شکل (30-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر تلور



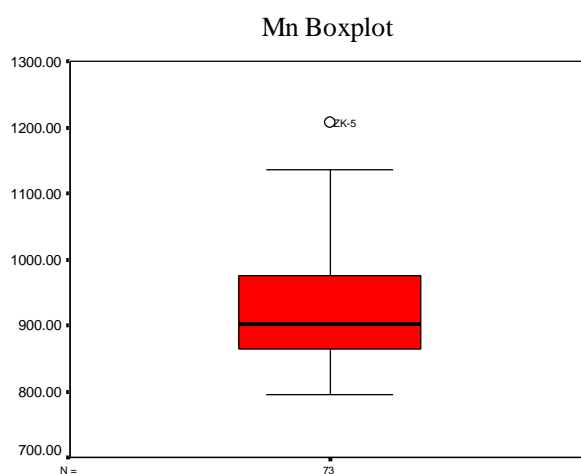
شکل (31-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر استرانسیوم



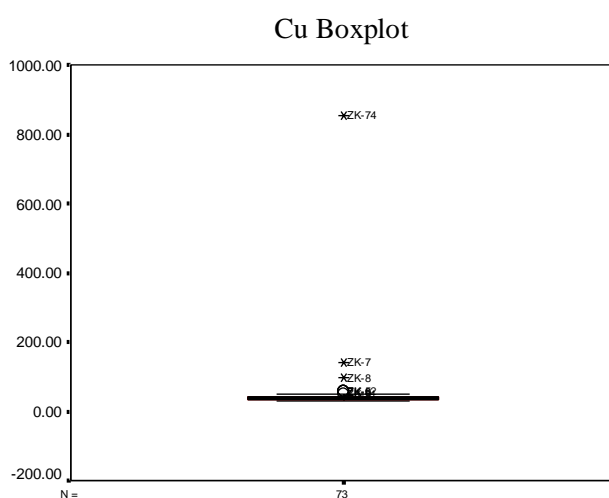
شکل (32-3): نمودار جعبه ای مربوط به عنصر وانادیوم



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



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



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

شایان ذکر است 14 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 اسپیرمن<sup>۱</sup> و پیرسن<sup>۲</sup>
- بررسی‌های آماری چند متغیره مانند تحلیل فاکتوری<sup>۳</sup> و تحلیل خوشه‌ای<sup>۴</sup>
- 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:

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

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

مقدار داده‌ها کم کرده و وقتی چولگی داده‌ها منفی باشد، مقدار  $\theta$  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 (3-21) 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.







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 دو مورد سرب - مس و سرب - کادمیوم 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 ضریب همبستگی متوسط به بالا

Variables	Spearman's rho	Pearson's rho
Ag-S	0.54	0.50
Be-Ba	0.60	0.57
Zn-Ba	0.63	0.69
Fe-V	0.96	0.97
Zn-V	0.52	0.62
Zn-Fe	0.57	0.67
Cr-Ni	0.57	0.55
Cr-Co	0.53	0.57
Zn-Be	0.58	0.55
Pb-Cd	0.33	0.50
Pb-Cu	0.23	0.56
Te-V	0.48	0.52
Ba-V	0.48	0.55
Fe-Ba	0.48	0.54

نکته قابل توجه اینکه طلا، آرسنیک، انتیموان، بیسموت، تنگستن، قلع و تلور با هیچ یک از عناصر دارای همبستگی خوبی نمی‌باشند.

### 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 21 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 پاراژنزی 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.

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 (3-36) آمده است.

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

**گروه (1):** شامل عناصر آهن، وانادیوم و تلور است که در این گروه عناصر آهن و وانادیوم همبستگی بسیار خوبی را با یکدیگر نشان می‌دهند.

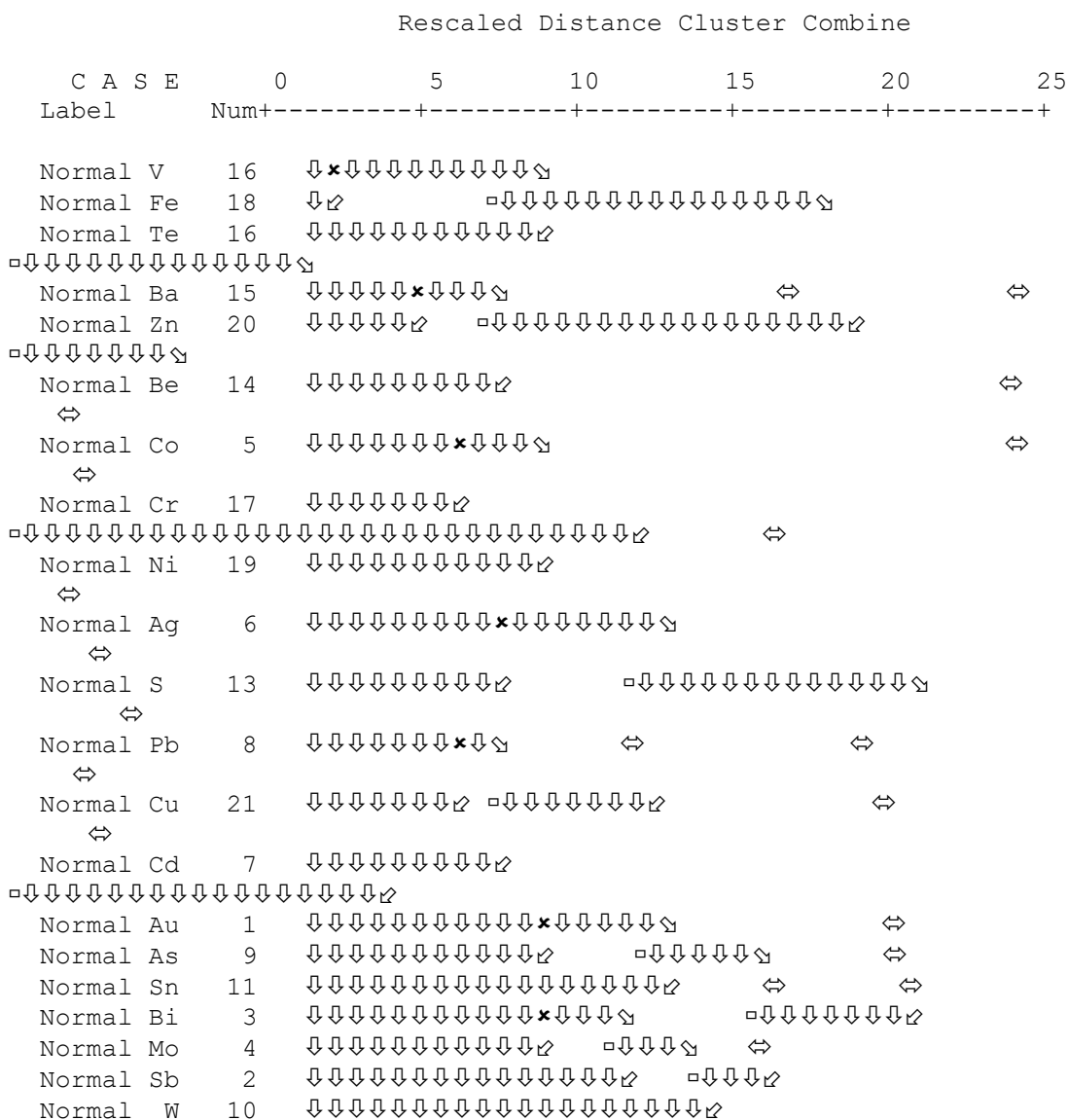
**گروه (2):** شامل عناصر روی، باریوم و بریلیوم می‌باشد که بین عناصر روی و باریوم همبستگی بسیار خوبی دیده می‌شود.

**گروه (3):** شامل عناصر کروم، کبالت و نیکل که دارای همبستگی خوبی هستند.

**گروه (4):** شامل عناصر نقره، گوگرد، سرب، مس و کادمیوم می‌شود. در این گروه بین عناصر سرب و مس همبستگی بسیار خوبی مشاهده می‌شود.

**گروه (5):** شامل عناصر طلا، آرسنیک، قلع، بیسموت، مولیبدن، آنتی‌مون و تنگستن می‌باشد. در بین این عناصر طلا و آرسنیک و نیز بیسموت و مولیبدن دارای همبستگی خوب هستند.

### Dendrogram using Ward Method



شکل (3-36): نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای داده‌های نرمال شده با استفاده از متد وارد (Ward)

### 3-8-2 تجزیه و تحلیل عاملی<sup>1</sup> (آنالیز فاکتوری)

همانطور که گفته شد، یکی از مسائل پیچیده و مهم در اکتشافات ژئوشیمیایی بررسی همزمان

عناصر مورد مطالعه است. یکی از روشهای قوی در این زمینه تجزیه و تحلیل فاکتوری یا آنالیز

فاکتوری است. این روش دو مزیت بسیار بزرگ دارد:

1- کاهش ابعاد داده ها

## 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 پذیری<sup>1</sup> داده ها را بسیار ساده تر می کند.

تجزیه و تحلیل فاکتوری بر اساس روش PCA<sup>2</sup> 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 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 کوه پرور

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، 0/622 می‌باشد که انجام آنالیز فاکتوری را تأیید می‌کند.

### KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy .		.622
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	999.131
	df	210
	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.

	Initial	Extraction
Au	1.000	.608
Sb	1.000	.689
Bi	1.000	.738
Mo	1.000	.608
Co	1.000	.816
Ag	1.000	.707
Cd	1.000	.673
Pb	1.000	.725
As	1.000	.636
W	1.000	.578
Sn	1.000	.702
Te	1.000	.558
S	1.000	.861
Be	1.000	.871
Ba	1.000	.861
V	1.000	.947
Cr	1.000	.853
Fe	1.000	.950
Ni	1.000	.863
Zn	1.000	.861
Cu	1.000	.807

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

-----اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده کوه پرور

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. در جدول (3-7) تحت عنوان جدول توجیه تغییرپذیری کل<sup>1</sup> مقادیر ویژه<sup>2</sup>، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل محاسبه شده و سپس مقادیر بزرگتر از 1 (تعداد 7 فاکتور) استخراج و دوران داده شده‌اند. بر اساس این جدول بیشترین مقادیر ویژه (واریانس) مربوط به مؤلفه‌های اول و دوم به ترتیب با درصد تغییرپذیری 21/85 و 15/44 می‌باشد. با توجه به جدول مذکور مشاهده می‌شود که تعداد 7 فاکتور می‌تواند تقریباً 75/76٪ کل تغییرپذیری را توجیه کند که با توجه به این تعداد فاکتور مقدار قابل قبولی است.

### Total Variance Explained

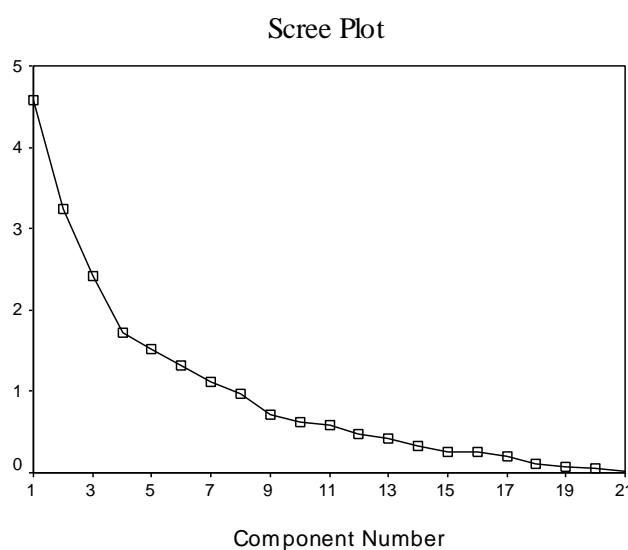
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of	Cumulative	Total	% of	Cumulative	Total	% of	Cumulative
1	4.58	21.81	21.81	4.58	21.81	21.81	3.45	16.45	16.45
2	3.24	15.44	37.26	3.24	15.44	37.26	2.80	13.31	29.76
3	2.42	11.52	48.78	2.42	11.52	48.78	2.44	11.64	41.40
4	1.71	8.17	56.94	1.71	8.17	56.94	2.14	10.21	51.61
5	1.52	7.24	64.18	1.52	7.24	64.18	1.94	9.26	60.87
6	1.32	6.29	70.47	1.32	6.29	70.47	1.77	8.43	69.30
7	1.11	5.29	75.76	1.11	5.29	75.76	1.36	6.46	75.76
8	.97	4.62	80.39						
9	.71	3.39	83.78						
10	.62	2.94	86.72						
11	.58	2.76	89.48						
12	.47	2.26	91.75						
13	.43	2.02	93.77						
14	.33	1.59	95.36						
15	.26	1.25	96.60						
16	.25	1.18	97.79						
17	.21	1.00	98.79						
18	.11	.54	99.32						
19	.07	.35	99.67						
20	.06	.27	99.94						
21	.01	.06	100.00						

جدول (3-7): جدول توجیه تغییرپذیری کل

- 1- Total Variance Explained  
2- Initial Eigenvalues

این تعداد فاکتور از روی نمودار صخره‌ای<sup>۱</sup> شکل (3-37) 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 (7 عامل) حداکثر تغییرپذیری را به خود اختصاص داده‌اند. همانطور که ملاحظه می‌شود این نمودار تا فاکتور هفتم شیب تندی دارد و پس از آن به یک حالت ملایم با شیب تقریباً ثابت می‌رسد.



شکل (3-37): 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 متعامد<sup>۲</sup> بر روی ضرایب عاملی دوران صورت می‌گیرد. با استفاده از این روش می‌توان عناصری را که در هر عامل از

---

1- Scree Plot  
2- Varimax



اهمیت بیشتری برخوردار است تعیین نمود. شکل (3-38) ماتریس دوران مؤلفه‌ها را نمایش می‌دهد.

### Rotated Component Matrix<sup>a</sup>

	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
Au	.25	-.01	.17	-.18	.61	-.05	.32
Sb	-.07	.13	.02	.08	.81	-.07	-.01
Bi	.13	-.05	.17	.02	.63	.53	-.09
Mo	-.19	.17	-.05	-.04	.38	.60	-.19
Co	.56	-.03	-.20	.62	-.26	.12	-.07
Ag	.02	.72	.06	.01	-.10	.40	.08
Cd	.09	.74	.26	-.16	-.07	.11	-.07
Pb	-.02	.77	-.07	-.24	.24	.05	-.05
As	.32	.43	.22	-.35	.26	.26	.24
W	-.09	.01	.29	.25	.07	.04	-.64
Sn	-.06	.02	.10	.15	.12	.09	.80
Te	.72	.02	-.10	.04	-.03	.18	-.01
S	-.04	.20	-.09	-.12	-.22	.83	.24
Be	-.23	-.12	.89	.00	.07	-.07	-.07
Ba	.40	.03	.77	-.24	.20	.06	-.04
V	.90	.21	.19	-.03	.11	-.20	.05
Cr	.38	-.07	.04	.82	.13	-.10	-.05
Fe	.90	.08	.25	.06	.09	-.24	.03
Ni	-.36	-.23	-.06	.81	-.02	-.10	.05
Zn	.50	.20	.75	.07	.04	-.04	.02
Cu	.18	.83	-.24	.09	.08	-.11	.05

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

<sup>a</sup>. Rotation converged in 14 iterations.

شکل (3-38): 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 Te, V, Fe, (Co)

فاکتور دوم: شامل عناصر Ag, Cd, Pb, As, Cu

فاکتور سوم: شامل عناصر W, Be, Ba, Zn

فاکتور چهارم: شامل عناصر Co, Cr, Ni

فاکتور پنجم: شامل عناصر Au, Sb, Bi

فاکتور ششم: شامل عناصر Mo, S, (Bi)

فاکتور هفتم: شامل عناصر Sn

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 پرانتز نشان داده شده است. نقشه‌های (3-23) تا (3-29) 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 (3-8) آمده است. 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 (3-30) حاصل آن است.



### 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 چندضلعی<sup>1</sup> 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

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

### 11-3) 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 (1-3) تا (3-22) مربوط به تخمین شبکه‌ای عناصر آمده است. ضمناً آنومالی‌های مربوط به فاکتورها و P.N نیز که قبلاً تشریح شدند، بعد از این نقشه‌ها ترسیم شده‌اند.

#### 1- عنصر نقره:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
51	1	3653410	644906	توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	0.404
7	2	3653890	649124	آندزی بازالت	0.403
8	2	3654020	649187	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمبریت	0.397
18	2	3655040	648830	آندزی بازالت، ایگنیمبریت، توف، ماسه‌سنگ و دیاباز	0.382

#### 2- عنصر آرسنیک:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
8	1	3654020	649187	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمبریت	30.41
7	2	3653890	649124	آندزی بازالت	30.24
9	2	3654300	648583	آندزی بازالت	22.07
12	2	3654670	647916	آندزی بازالت، ایگنیمبریت، توف، ماسه‌سنگ و دیاباز	18.53
13	2	3653980	650890	آندزی بازالت	18.15
6	2	3653840	650900	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ	16.24

				دیاباز و ایگنیمبریت	
4	2	3652830	650361	داسیت، توف، ماسه سنگ و دیاباز	15.61

### 3- عنصر طلا:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
13	1	3653980	650890	آندزی بازالت	0.0082
29	2	3656030	650149	آندزی بازالت، توف، ماسه سنگ، دیاباز	0.0051
3	2	3652970	649054	آندزی بازالت، توف، ماسه سنگ، دیاباز	0.0041
1	2	3652590	650450	آندزی بازالت، توف، ماسه سنگ، دیاباز	30.24

### 4- عنصر باریم:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
5	1	3653720	650914	داسیت، توف، ماسه سنگ، دیاباز	482

### 5- عنصر بریلوم:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
41	1	3656970	645753	آندزی بازالت، داسیت، توف، ماسه سنگ، دیاباز	1.33

### 6- عنصر بیسموت:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
13	1	3653980	650890	آندزی بازالت	0.57
3	2	3652970	649054	آندزی بازالت، توف، ماسه سنگ، دیاباز	0.40
37	2	3657110	647431	توف، ماسه سنگ و دیاباز	0.28
22	2	3655050	649857	آندزی بازالت، توف، ماسه سنگ، دیاباز و ایگنیمبریت	0.28
53	2	3652750	647045	توف، ماسه سنگ و دیاباز	0.28

7- عنصر کادمیوم:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
7	1	3653890	649124	آندزی بازالت	0.41

8- عنصر کبالت:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
74	1	3653050	648092	آندزی بازالت	19.31
12	1	3654670	647916	آندزی بازالت، توف، ماسه سنگ، دیاباز و ایگنیمبریت	18.95

9- عنصر کروم:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
28	1	3655930	650192	توف، ماسه سنگ، دیاباز، داسیت و ایگنیمبریت	225

10- عنصر مس:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
74	1	3653050	648092	آندزی بازالت	855
7	1	3653890	649124	آندزی بازالت	140
8	2	3654020	649187	آندزی بازالت، توف، ماسه سنگ، دیاباز و ایگنیمبریت	95.6
52	2	3652560	647100	توف، ماسه سنگ و دیاباز	58.2
9	2	3654300	648583	آندزی بازالت	57.3
6	2	3653840	650900	آندزی بازالت، توف، ماسه سنگ، دیاباز و ایگنیمبریت	55.8

11- عنصر آهن:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات	سنگ بالادست	میزان داده خام (%)
-------------	--------------	--------	-------------	--------------------



5	1	3653720	650914	داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	10.2
---	---	---------	--------	------------------------------	------

## 12- عنصر جیوه:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
13	1	3653980	650890	آندزی بازالت	0.08
18	1	3655040	648830	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	0.08
69	2	3655460	646216	توف، ماسه‌سنگ و دیاباز	0.07
74	2	3653050	648092	آندزی بازالت	0.07
68	2	3655080	646434	داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	0.07

## 13- عنصر مولیبدن

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
13	1	3653980	650890	آندزی بازالت	1.28
74	2	3653050	648092	آندزی بازالت	1.10
36	2	3656460	647533	توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	1.09
68	2	3655080	646434	داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	1.09

## 14- عنصر نیکل

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
24	1	3655540	650927	آندزی بازالت، داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	85.7

## 15- عنصر سرب

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
7	1	3653890	649124	آندزی بازالت	215
8	2	3654020	649187	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	203
9	2	3654300	648583	آندزی بازالت	111
6	2	3653840	650900	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	58.7

36	2	3656460	647533	توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	51.2
----	---	---------	--------	------------------------------------	------

### 16- عنصر گوگرد:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
54	1	3653690	646573	توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	667

### 17- عنصر آنتی‌موان:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
13	1	3653980	650890	آندزی بازالت	2.90
4	2	3652830	650361	آندزی بازالت، داسیت، توف، ماسه‌سنگ و دیاباز	2.75
36	2	3656460	647533	توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	1.60

### 18- عنصر قلع:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
2	1	3652740	649603	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ و دیاباز	3.83

### 19- عنصر تنگستن:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
19	1	3654990	648661	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	2.72

### 20- عنصر روی:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
4	1	3652830	650361	آندزی بازالت، داسیت، توف، ماسه‌سنگ و دیاباز	87.3

1	2	3652590	650450	داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	86.2
5	2	3653720	650914	داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	86.1

### 21- عنصر تلور:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
5	2	3653720	650914	داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	0.09

### 22- عنصر وانادیوم:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان داده خام (ppm)
4	1	3652830	650361	آندزی بازالت، داسیت، توف، ماسه‌سنگ و دیاباز	233
5	2	3653720	650914	داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	214

### 23- فاکتور شماره (1) شامل عناصر (Te, V, Fe, Co):

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان بار فاکتوری
5	1	3653720	650914	داسیت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	3.16

### 24- فاکتور شماره (2) شامل عناصر (Ag, Cd, Pb, As, Cu):

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان بار فاکتوری
7	1	3653890	649124	آندزی بازالت	4.5

### 25- فاکتور شماره (3) شامل عناصر (W, Be, Ba, Zn):

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان بار فاکتوری
18	1	3655040	648830	آندزی بازالت، توف، ماسه‌سنگ، دیاباز و ایگنیمیریت	1.75

### 26- فاکتور شماره (4) شامل عناصر (Co, Cr, Ni):

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان بار فاکتوری
28	1	3655930	650192	توف، ماسه‌سنگ، دیاباز، داسیت و ایگنیمبریت	2.3

27- فاکتور شماره (5) شامل عناصر **Au, Sb, Bi**:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان بار فاکتوری
13	1	3653980	650890	آندزی بازالت	4.2

28- فاکتور شماره (6) شامل عناصر **Mo, S, (Bi)**:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان بار فاکتوری
54	1	3653690	646573	توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	2.4

29- فاکتور شماره (7) شامل عنصر **Sn**:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	میزان بار فاکتوری
55	1	3653619	646198	توف، ماسه‌سنگ، دیاباز	2.7

30- جدول مربوط به آنومالی **(P.N)**:

شماره نمونه	درجه آنومالی	مختصات		سنگ بالادست	Sum(1/(P.N))
74	1	3653050	648092	آندزی بازالت	5623
7	1	3653890	649124	آندزی بازالت	5329





































































## 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 کشف شده 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 الیومین 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- آلوده شدن نمونه ضمن نمونه‌برداری و آماده‌سازی

5- ناهمگنی موجود در نمونه آنالیز شده

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 آنومالی ها

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

معدنی و زون های مینرالیزه احتمالی

3- بررسی شکستگی ها و گسل های محدوده

## 2-4) روش کانی سنگین

### 1-2-4) 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 روش های اکتشافی مطرح است. ارزش مشاهدات کانی سنگین که جزء کانی های فرعی سازنده سنگ هستند و ممکن است در مناطق فاقد کانی سازی نیز پیدا شوند به اندازه عناصر ردیاب نیست، ولی می تواند معرف محیط و بستر مناسب وقوع کانی سازی باشد که برای مثال به چند مورد آن اشاره می شود.

- طلا: مشاهده ذرات طلا در کنسانتره کانی سنگین می تواند حاکی از مناطق امیدبخش به کانی سازی باشد.

- شلیت، کاسیتريت و کانی های فلزی دیگر: حضور کانی های شاخص این عناصر در نمونه های کانی سنگین می تواند فاکتور بسیار خوبی برای تأیید و ردیابی کانی سازی باشد.

- تورمالین: این کانی ممکن است حاصل آلتراسیون هیدروترمالی باشد. بنابراین راهنمای مناسبی برای تشخیص آلتراسیون و کانه زایی است. پیدایش تورمالین در بعضی از مجموعه های پاراژنزی مانند مولیدنیت، آرسنوپیریت و فلوئورین می تواند به تعیین دقیق تر مناطق امیدبخش کمک کند.

----- اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده کوه پرور

- ایلمنیت: این کانی از نظر پیدایش به همراه مگنتیت در سنگهای آذرین بازیک و آلکالن دیده می‌شود. گاهی 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 شرائط 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 به‌صورت 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.

## 2-4) 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 40 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 کوه پرور

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 52 نمونه کانی سنگین برداشت گردید، که در نقشه (4-1) محل آنها در کنار نمونه‌های سیلت برداشت شده، مشخص گردیده‌است.





### 3-2-4) آماده سازی و مطالعه

در مرحله آماده سازی، نمونه‌ها ابتدا گل شویی و سپس لاوک شویی 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.

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

$X$ : درصد کانی محاسبه شده

$Y$ : 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 کوه پرور

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 بالا لازم به توضیح است که منظور از کانی‌های غنی شده، کانی‌هایی است که زمان 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 نمونه‌های Zk-52 و Zk-7 هر کدام دو ذره مشاهده گردیده است.























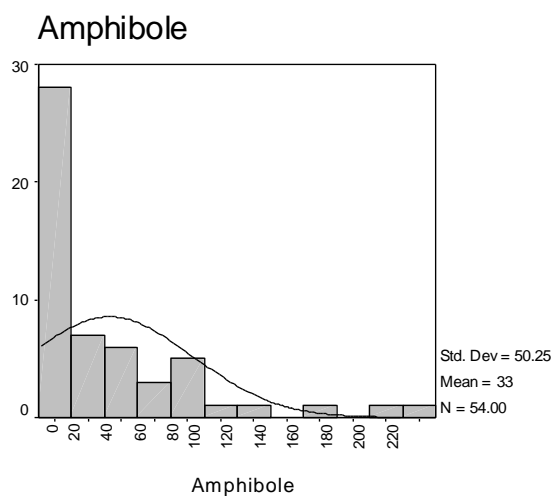






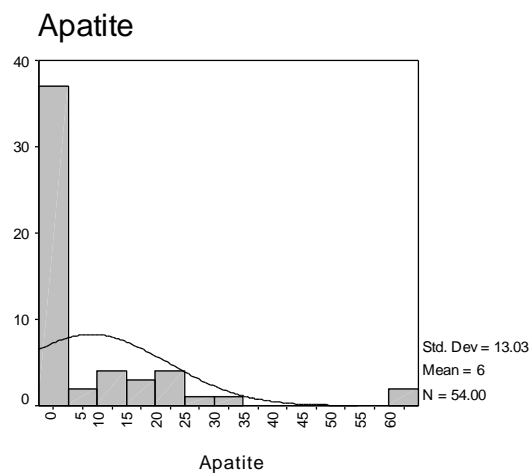
### 3-4) پردازش داده‌های کانی‌سنگین

نمونه‌های کانی‌سنگین 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، پیریا، پیریت لیمونیت، پیریت اکسید، کلریت، اپیدوت، گارنت، کانی‌های آلتره، همی‌مورفیت، 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 (4-1) تا (4-15) ترسیم شده‌اند.

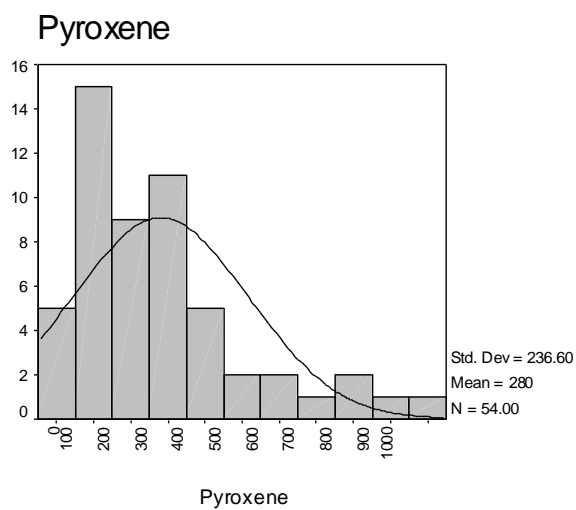


شکل (4-1): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای آمفیبول





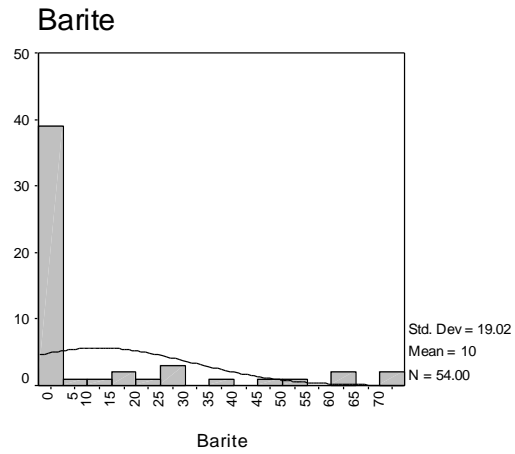
شکل (2-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای آپاتیت



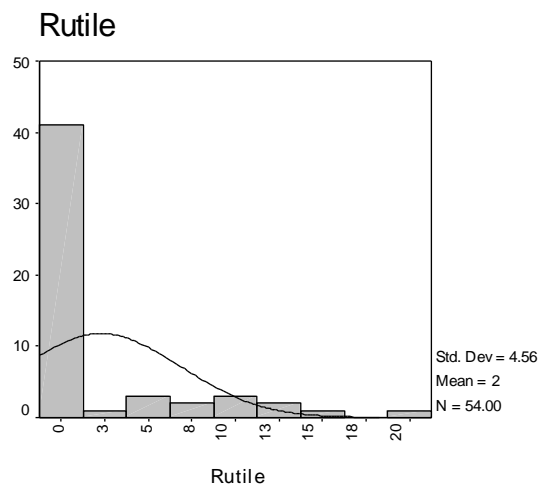
شکل (3-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای پیروکسن



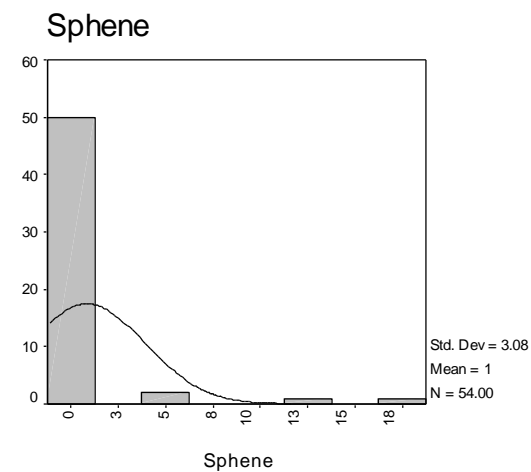
شکل (4-4): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای زیرکن



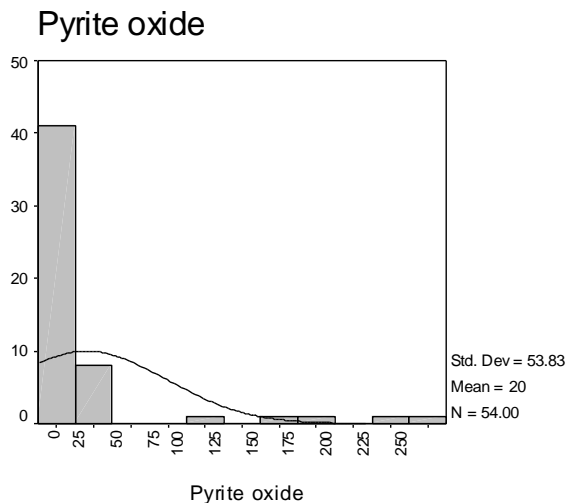
شکل (4-5): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای باریت



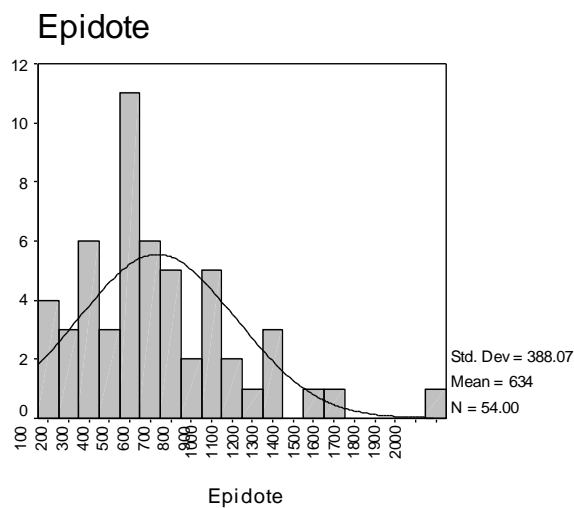
شکل (4-6): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای روتیل



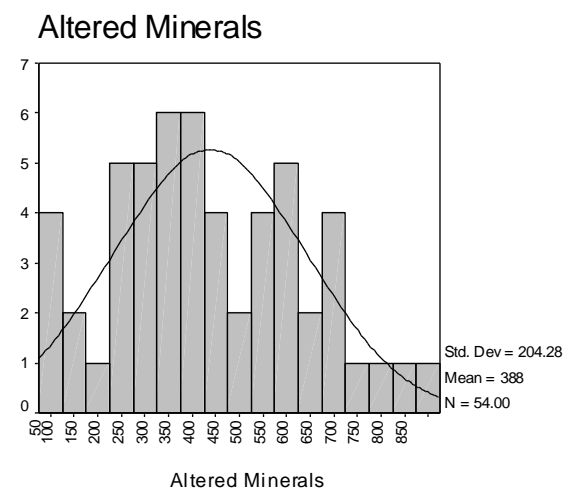
شکل (4-7): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای اسفن



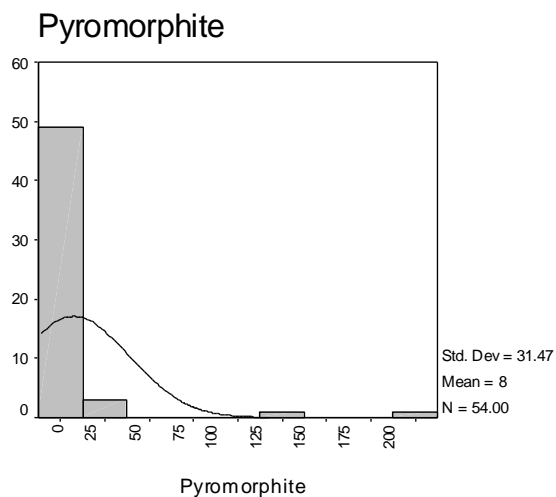
شکل (4-8): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای پیریت اکسید



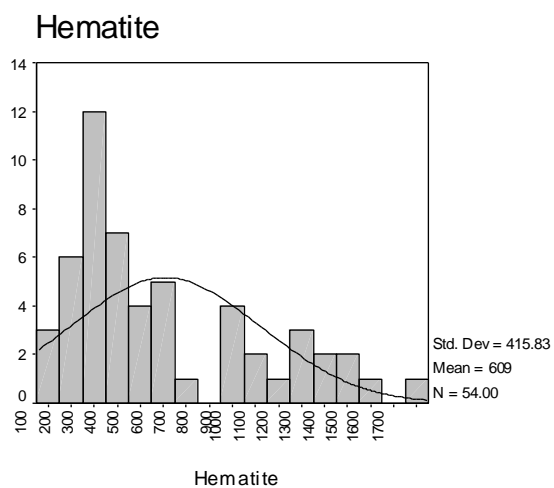
شکل (4-9): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای اپیدوت



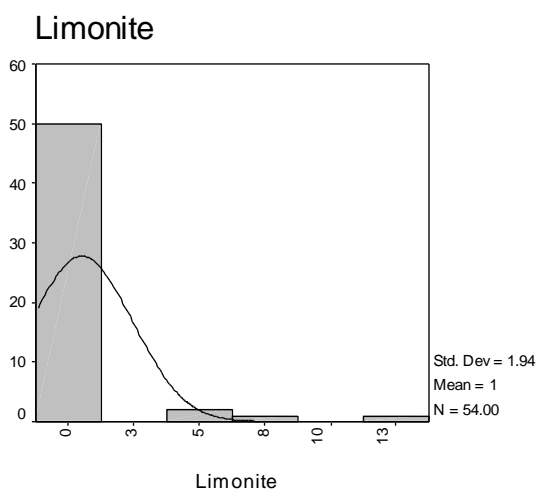
شکل (4-10): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای کانی‌های آلتره



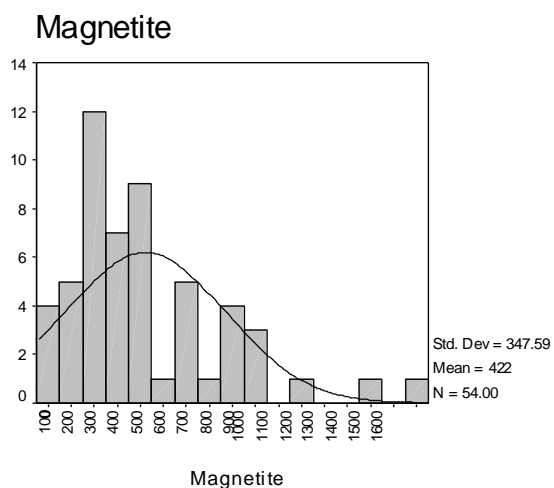
شکل (4-11): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای پیرومورفیت



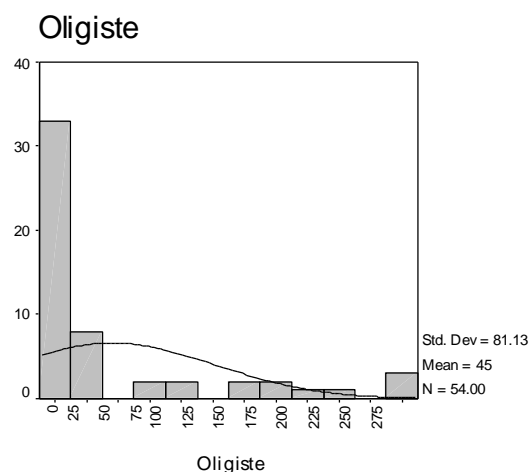
شکل (4-12): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای هماتیت



شکل (4-13): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای لیمونیت



شکل (4-14): هیستوگرام داده‌های کانی سنگین برای منیتیت



شکل (4-15): هیستوگرام داده‌های کانی سنگین برای اولیژیست

#### 4-4 متغیرهای کانی سنگین

با توجه به نتایج مطالعات انجام گرفته بر روی نمونه های کانی سنگین منطقه مورد مطالعه،

کانی‌های سنگین به 9 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

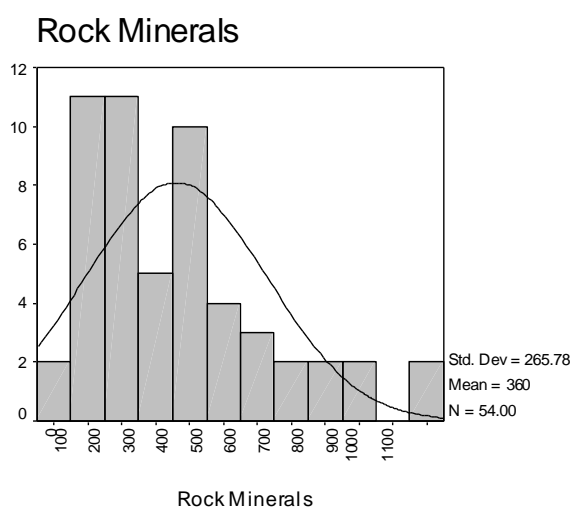
گروه ششم: کانی‌های گروه آهن

گروه هفتم: کانی‌های گروه تیتان

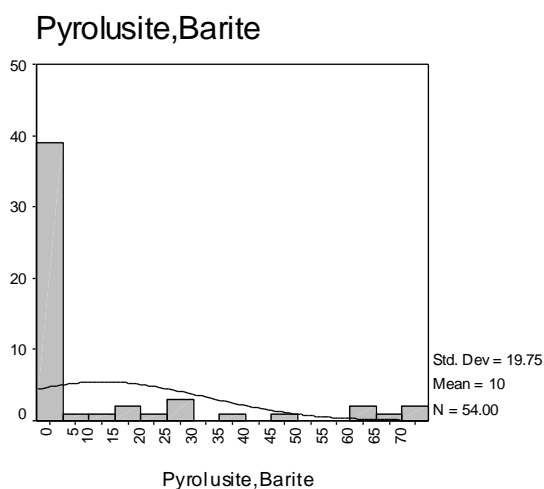
گروه هشتم: کانی‌های دگرسانی

گروه نهم: کانی‌سنگین طلا

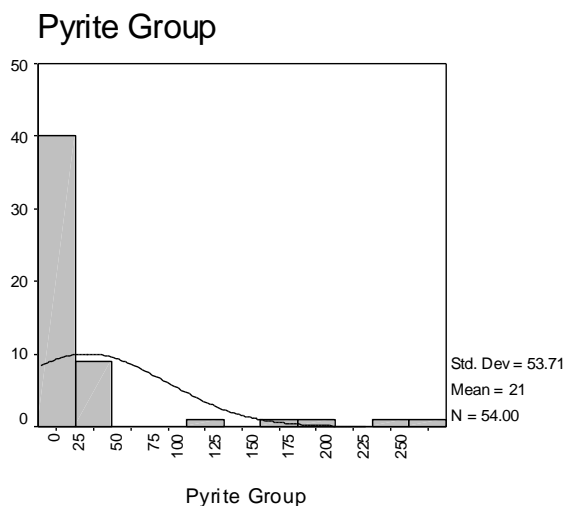
هیستوگرام داده‌های مربوط به این متغیرها در اشکال (4-16) تا (4-22) آورده شده است.



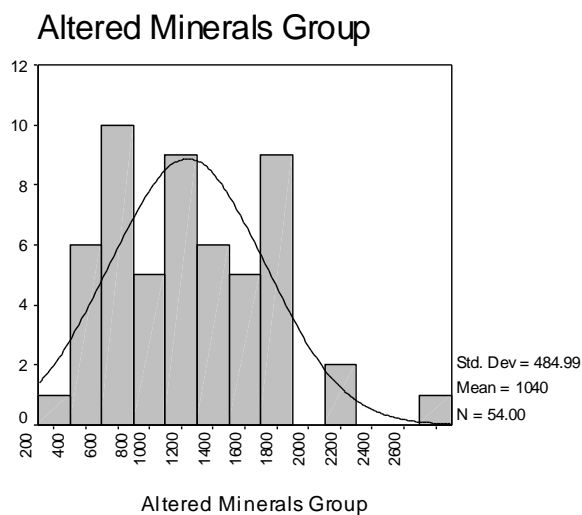
شکل (4-16): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های سنگ‌ساز



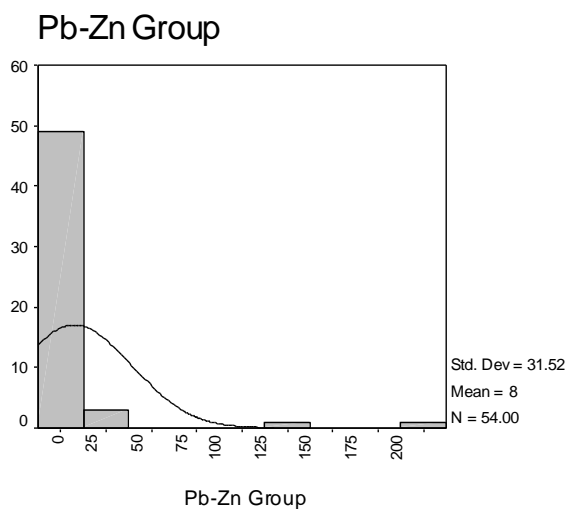
شکل (4-17): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای مجموع باریت و پیرولوژیت



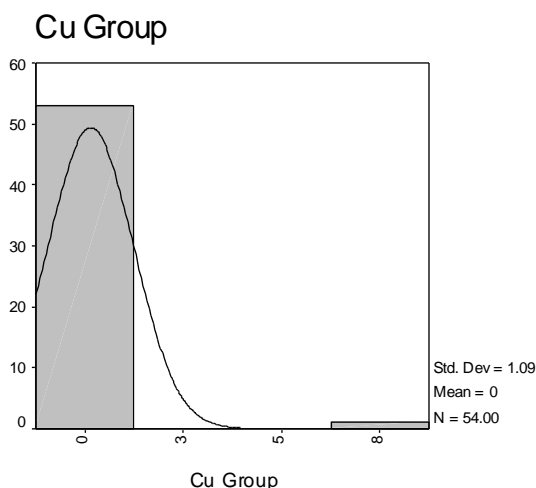
شکل (4-18): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های پیریت



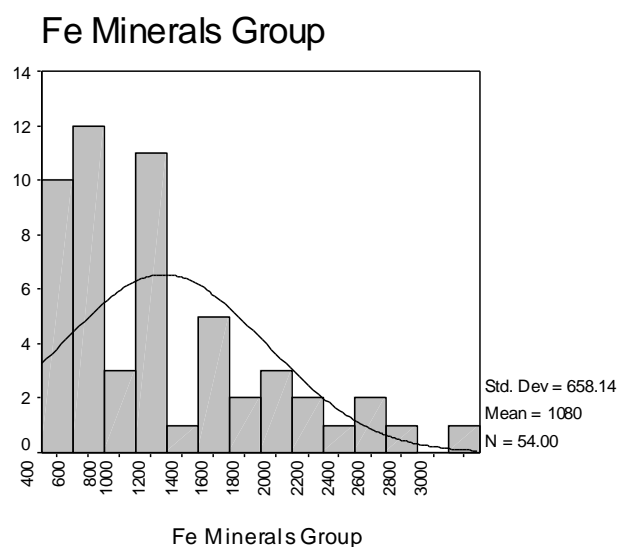
شکل (4-19): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های آلتیره



شکل (4-20): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های سرب و روی



شکل (4-21): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های مس



شکل (4-22): هیستوگرام داده‌های کانی‌سنگین برای گروه کانی‌های آهن

نقشه تخمین شبکه‌ای گروه‌های مذکور، در نقشه‌های (4-2) تا (4-7) 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 نمادین<sup>۱</sup> این گروه کانی‌ها ارائه گردیده است.



- ✓ کانی‌های سنگ ساز شامل پیروکسن، آمفیبول، بیوتیت، آپاتیت، کوارتز-فدسپار، استارولیت، 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.
- ✓ کانه‌های فلزی: این گروه شامل کانی‌های پیرولوویت و باریت هستند. 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 (2-4)، نقشه پراکندگی نمادین مربوطه را نشان می‌دهد. همانطوریکه در نقشه مشاهده می‌گردد، در محل نمونه‌های 43 و 50 ناهنجاری دیده می‌شود.
- ✓ 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 35، 36 و 50 مشاهده می‌شود.
- ✓ کانی‌های گروه تینتان: 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 23 و 50 ناهنجاری مشاهده می‌شود.
- ✓ کانی‌های گروه آهن: این گروه شامل کانی‌های مگنتیت، هماتیت، الیزبیت و لیمونیت هستند. نقشه تخمین شبکه‌ای کانی‌های این گروه در نقشه (4-5) نشان داده شده است. در محل نمونه‌های 2 و 5 ناهنجاری مشاهده می‌شود.
- ✓ کانی‌های گروه سرب و روی: این گروه شامل کانی‌های گالن، همی مورفیت، ماسیکوت، اسفالریت، سروزیت، پیرومورفیت، میمتیت، سرب طبیعی و لیتارژ هستند. نقشه (4-6) نقشه پراکندگی و تخمین شبکه‌ای کانی‌های این گروه را نشان می‌دهد. ناهنجاری در محل نمونه‌های 4 و 41 مشاهده می‌شود.

✓ 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 سیلت و 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. نقشه (4-7) نقشه پراکندگی و تخمین شبکه‌ای کانی‌های گروه مس را نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین 43 و 50 ناهنجاری نشان می‌دهند.

✓ گروه کانی‌های دگرسانی: این گروه شامل کانی‌های گارنت، اپیدوت، کلریت و کانی‌های آلتره هستند. تخمین شبکه‌ای کانی‌های این گروه در نقشه (4-8) نشان داده شده است. در محل نمونه 7 و 43 ناهنجاری مشاهده می‌شود.

✓ گروه طلا: به دلیل اهمیت آن در گروه جداگانه‌ای قرار گرفته است. ضمناً طلا در نمونه‌های کانی‌سنگین Zk-52 و Zk-7 هر کدام به میزان دو ذره مشاهده گردیده که همراه با باریت و پیرولوژیت به صورت نمادین در نقشه (4-2) نمایش داده شده است.









## 4-5 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 فوق الذکر، 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 (4-9) موقعیت نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده و جدول (4-2) نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه می‌باشد.

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

Sample Number	Au	Cu	Pb	Zn	Ag	As	Hg	Sb	Bi	Mo
ZK-8X	0.52	5.60%	1640	105	418	3130	1.30	3.10	0.25	5.18
ZK-14X	0.0021	3940	30.0	74.0	0.60	6.00	0.05	0.58	0.12	2.69
ZK-38X	0.0012	130	25.0	160	0.20	59.0	0.05	0.87	0.19	0.85
ZK-46X	1.18	6.60%	190	100	784	204	0.5	1045	0.17	525
ZK-56X	0.34	3.50%	8400	290	101	82.0	0.06	28.0	0.26	36.0
ZK-64X	0.0054	380	30.0	160	0.21	48.0	0.05	0.82	1.00	5.64
ZK-71X	0.041	680	30.0	67.0	0.20	13.7	0.05	2.10	0.30	2.20

Sample Number	Sn	W	Fe	Co	Ti	Zr	V	Cr	Mn	Ni
ZK-8X	1.52	6.62	59186	8.43	671	43	629	53	284	1.12
ZK-14X	2.37	0.50	60089	8.40	2371	170	211	71	705	24.62
ZK-38X	2.17	0.50	74860	14.45	5127	448	71	84	1029	69.02
ZK-46X	1.05	1.14	31262	2.83	880	64	62	7	62	1.98
ZK-56X	2.38	5.38	146746	15.72	3291	311	289	158	1542	30.31
ZK-64X	1.78	1.56	88403	6.46	4301	274	144	20	189	1.05
ZK-71X	1.17	0.50	13471	3.18	610	28	81	5	233	0.50

همانطور که در جدول نیز مشاهده می‌گردد، اکثر نمونه‌های اخذ شده برای عنصر مس جوابهای امیدوار کننده‌ای را داده است. با توجه به این که شناخت اولیه‌ای کافی از محدوده وجود نداشته است و اینکه نمونه‌های مینرالیزه و کار چکشی قبل از کسب نتایج ژئوشیمی و کانی‌سنگین اخذ شده است می‌توان به اکتشاف آن بخش از پتانسیل ناشناخته منطقه در عملیات صحرایی آینده امیدوار بود.

شکل (4-23) تصویری از محل برداشت نمونه ZK-14x را نشان می‌دهد. نمونه از پچ‌های سیلیسی حاضر در محل اخذ گردیده است.

اشکال (4-24) تا (4-26) تصاویری از جهات مختلف متعلق به محل برداشت نمونه ZK-8x را از یک روند گسلی شمالی-جنوبی نمایش می‌دهند. در محل این نمونه همانطور که در شکل‌های



-----اکتشاف ژئوشیمیایی در محدوده کوه پرور

مربوطه نیز دیده می‌شود، تجمعی از خاک دستی برداشت شده مشاهده می‌گردد که البته منشاء این خاک‌ها رخنمونی ندارد.

شکل (4-27) نیز محل برداشت نمونه ZK-38x را از خاک‌های هماتیتی در مجاورت یک گسل را نشان می‌دهد. البته با مراجعه به جدول مشخص می‌شود که عیارهای حاصل، جالب توجه نمی‌باشد.

لازم به توضیح است که نمونه ZK-46x که در میان نمونه‌های مینرالیزه بهترین عیارها را نشان می‌دهد، از یک روند گسلی با امتداد N40E به رخنمون حدود 20 متر برداشت شده است. متأسفانه تصویری از محل برداشت این نمونه ثبت نشده است.



شکل (4-23): محل برداشت نمونه ZK-14x از پچ‌های سیلیسی



شکل (4-24): محل برداشت نمونه ZK-8x از روند گسلی شمالی-جنوبی (دید به سمت جنوب)



شکل (4-25): محل برداشت نمونه ZK-8x از روند گسلی شمالی-جنوبی (دید به سمت شمال)



شکل (4-26): محل برداشت نمونه ZK-8x از روند گسلی شمالی-جنوبی (دید به سمت جنوب)



شکل (4-27): محل برداشت نمونه ZK-38x از خاک‌های هماتیته در مجاورت یک گسل

## فصل پنجم

# نتیجه‌گیری و پیشنهادات

## 5-1) 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) با نگاهی به نقشه شماره (1-5) نمونه‌های سیلت و تجزیه‌عاملی آن، مشاهده می‌گردد که آنومالی شماره 1 (بالادست نمونه‌های شماره 7، 8، 13) و در درجه دوم آنومالی شماره 2 (بالادست نمونه‌های شماره 4، 5 و 6) به عنوان مناطق پر پتانسیل حائز اهمیت اکتشافی هستند. این مناطق در نقشه شماره (2-5) معرفی شده‌اند.

2) در فاز کنترل آنومالی آن چیزی که جلب توجه می‌کند، مشاهده ذرات طلا در نمونه‌های شماره 7 و 52 است که 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 52، 50، 43 و 41 نیز ناهنجاریهای امیدوار کننده‌ای را از لحاظ طلا، مس و سرب 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.







## 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 کانی‌سنگین 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.