

فصل اول کلیات	1
1- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی	1
2- جغرافیای طبیعی و انسانی	3
3- زمین شناسی	5
فصل دوم اکتشافات رسوبات آبراه‌های	7
1- مقدمه	7
2- طراحی شبکه نمونه برداری	8
3- نمونه برداری و آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها	10
4- پردازش داده‌ها	11
4-1- فایل‌بندی داده‌های خام	12
4-2- تخمین خطای آنالیز نمونه‌ها	12
4-3- نرمال‌سازی داده‌ها	18
4-3-1- تخمین داده‌های سنسورد	18
4-3-2- جایگزینی مقادیر خارج از رده	19
4-3-3- استفاده از تبدیلات نرمال‌سازی	20
5- آمار تک متغیره	23
5-1- پارامترهای مرکزی	23
5-2- پارامترهای پراکندگی	23
5-3- ضریب پراکندگی	24
5-4- بررسی آماری تک‌متغیره عناصر مختلف	24
5-4-1- نقره	24
5-4-2- آرسنیک	26
5-4-3- باریم	27
5-4-4- بیسموت	29
5-4-5- کبالت	30
5-4-6- کروم	32
5-4-7- مس	33
5-4-8- آهن	35
5-4-9- منگنز	36
5-4-10- مولیبدن	38
5-4-11- نیکل	39
5-4-12- آنتیموان	41
5-4-13- قلع	42

43	..... تلور	5-4-14
45	..... تنگستن	5-4-15
46	..... آمار چند متغیره	6-6
47	..... محاسبه ضرایب همبستگی عناصر	6-1
50	..... آنالیز فاکتوری	6-2
53	..... فصل سوم رسم نقشه‌ها و ارزیابی آنومالی‌ها	
53	..... 1-رسم نقشه‌ها	
54	..... 2-جداسازی مناطق آنومال	
56	..... فصل چهارم کنترل آنومالی	
59	..... فصل پنجم نتیجه گیری	
59	..... نتیجه گیری	

فصل اول

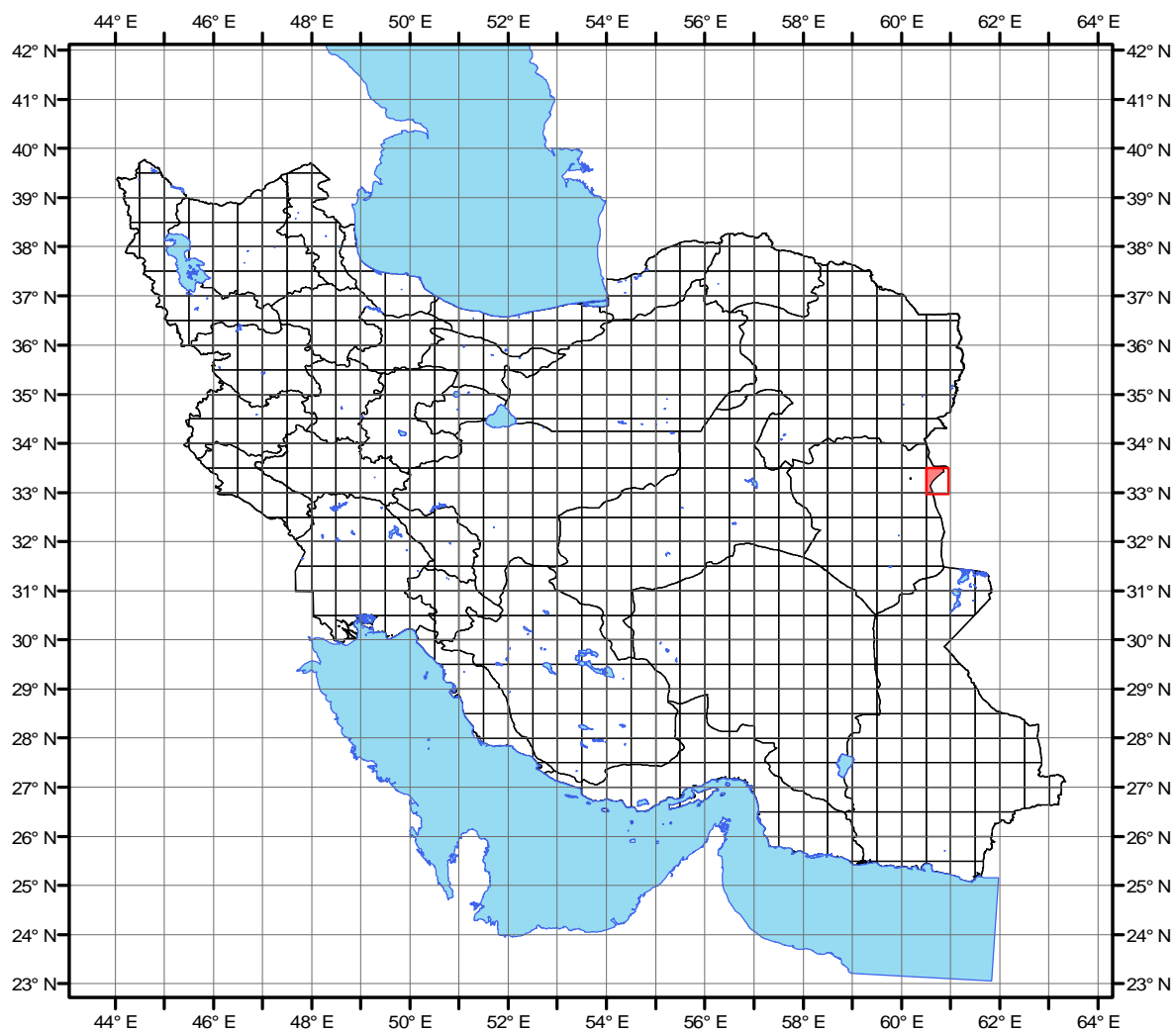
کلیات

1- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

محدوده‌ی مورد مطالعه در شمال شرق استان خراسان جنوبی، بین طول‌های $60^{\circ} 30'$ تا $61^{\circ} 00'$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $33^{\circ} 00'$ تا $33^{\circ} 30'$ شمالی واقع شده است (شکل 1-1).

از نظر راه دسترسی برای رسیدن به منطقه باید از جاده آسفalte بیرجند- قائن- حاجی آباد- کلاته کبود در شمال ورقه و یا از جاده بیرجند- اسدیه-گزیک- کلاته کبود به طول 210 کیلومتر استفاده نمود.

ورقه 1:100000 کلاته کبود شامل سه ورقه 1:50000 توپوگرافی با اسامی کلاته کبود (I 8156)، کوه کوریگان (III 8156)، ملکی (IV 8156) می باشد و در شکل‌های 1-1 و 2-1 موقعیت ورقه کلاته کبود در کشور آمده است.



شکل ۱-۱: موقعیت ورقه کلاته کبود در کشور



شکل 1-2: موقعیت ورقه کلاته کبود و راه های دسترسی به منطقه

2- جغرافیای طبیعی و انسانی

ارتفاع منطقه کلاته کبود از سطح دریا بین 700 متر در قسمت‌های شرقی و شمال شرقی تا 2800 متر در قسمت‌های مرکزی و شمال غربی می‌باشد. از نظر زمین ریخت شناسی (ژئومورفولوژی) منطقه مورد مطالعه منطقه‌ای کاملاً هموار است و آبراهه‌های منطقه بیشتر از کوه‌هایی که در خاک کشور افغانستان واقع شده‌اند سرچشمه می‌گیرند.

از نظر آب و هوایی معتدل حداکثر درجه حرارت 39 درجه سانتی‌گراد و معدل حداقل آن 13 درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه در چهار سال گذشته بین 35 تا 150 میلی‌متر بوده است که نشان دهنده خشک بودن منطقه است.

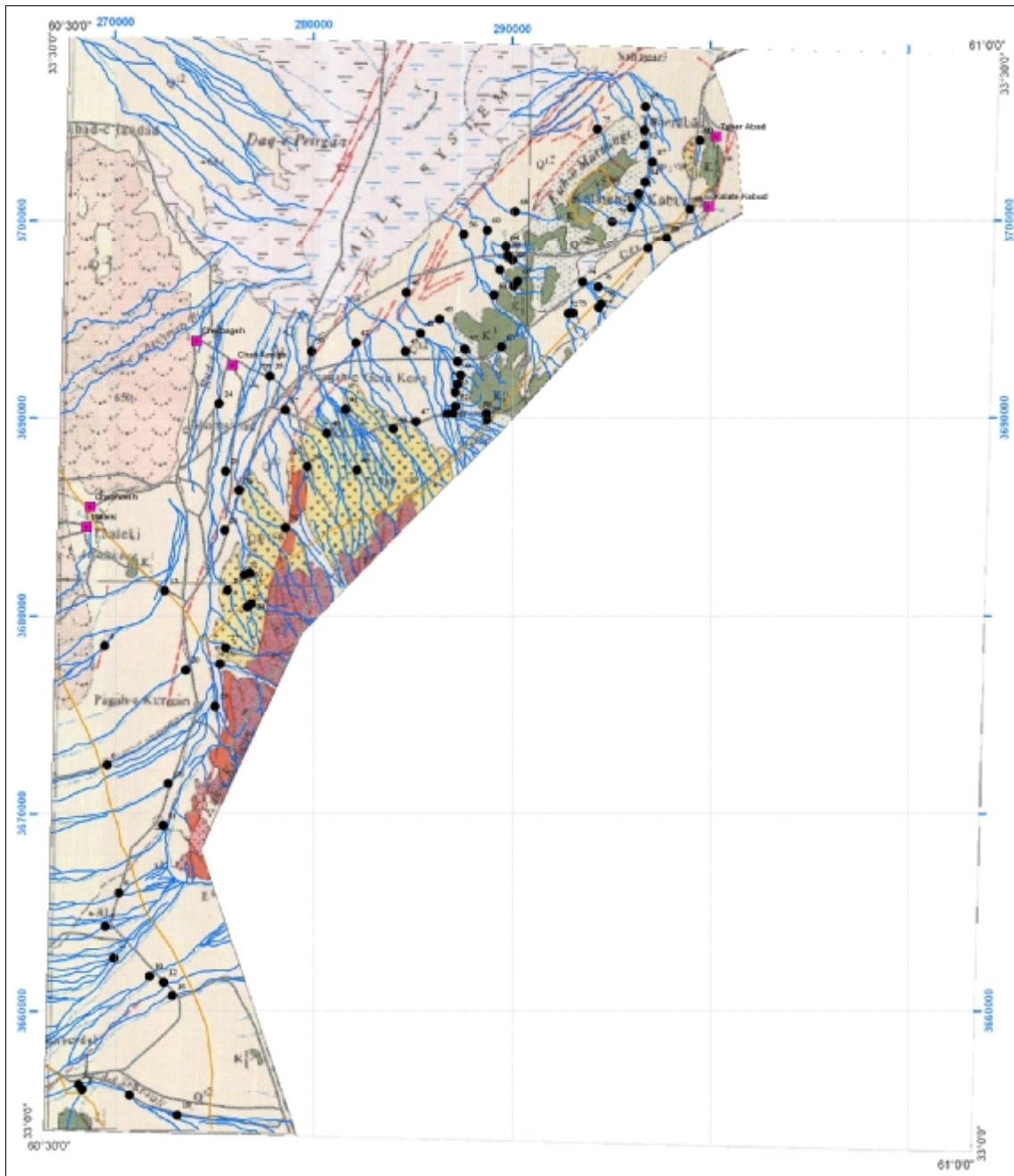
مهم‌ترین مراکز جمعیتی در محدوده‌ی مورد بررسی عبارتند از: در غرب منطقه روستای مالکی و در شرق منطقه و در مرز افغانستان روستاهای کلاته‌کبود و طاهرآباد. شکل 1-3 مهم‌ترین مراکز جمعیتی ورقه کلاته‌کبود را نشان می‌دهد.



شکل 1-3: مهم‌ترین مراکز جمعیتی ورقه کلاته‌کبود

3- زمین شناسی

با توجه به موقعیت مرزی نقشه کلاته کبود و کم بودن مساحت قسمتی که در خاک کشور قرار دارد نقشه زمین شناسی منطقه در مقیاس 1:100,000 تهیه نشده است و تنها اطلاعات موجود نقشه 1:250,000 شاهرخت می- باشد که در شکل 1-4 آمده است و با توجه به این نقشه مسائل زیر قابل برداشت است:



شکل 1-4: قسمتی از نقشه زمین شناسی 1:250,000 شاهرخت

قسمت غربی و مرکزی نقشه از تپه‌های ماسه‌ای پوشیده شده است و هیچ رخنمون سنگی در آن دیده نمی‌شود. در قسمت شمال شرق منطقه و در مرز افغانستان واحد آهک اوربیتولین دار با سن کرتاسه زیرین دیده می‌شود.

در قسمت جنوب شرقی منطقه توده‌های ولکانیکی باجنس ریولیت تا آندزیت (Er) با سن ائوسن دیده می‌شود که در داخل آن‌ها توده‌های نفوذی با همان سن و با ترکیب گرانیتی نفوذ کرده است و در کنتاکت آن‌ها یک اندیس مس وجود دارد.

فصل دوم

اکتشافات رسوبات آبراه‌های

1- مقدمه

در عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی 1:100000 نظر به وسعت محدوده‌ی تحت پوشش هاله‌های ژئوشیمیایی ثانویه مورد بررسی قرار می‌گیرند. اکثر این مطالعات به نحوه‌ی توزیع عناصر در هاله‌های ثانویه‌ی سطحی مانند رسوبات رودخانه‌ای، آبرفت‌ها، یخرفت‌ها و آبراه‌های بستگی دارد. هدف از نمونه‌برداری و سایر عملیات اکتشافی در این مقیاس، کشف تمرکزهای غیرعادی از عناصر مرتبط با کانی‌سازی احتمالی در محیط‌های ثانویه‌ی حاصل از فرسایش خواهد بود. در این خصوص هرچه هاله‌ی ثانویه وسیع‌تر و به هاله‌ی اولیه نزدیک‌تر باشد و یا الگوی توزیع آن همبستگی ژنتیکی و انطباق فضایی بیشتری را نسبت به هاله‌ی اولیه نشان دهد از ارزش اکتشافی بالاتری برخوردار خواهد بود.

در این چهارچوب واضح است که رخدادهای متعددی باعث می‌گردند تا هاله‌ی ثانویه توسعه یافته در نواحی پایین‌دست نقاط کانی‌سازی شده، توزیع دوباره یابد و همبستگی ژنتیکی و انطباق فضایی مورد نظر مغشوش شود. این نوع اغتشاشات کار تفسیر هاله‌های ثانویه را در جهت تعیین هر چه دقیق‌تر منشأ دشوار ساخته و از این نظر ارزش اکتشافی آن‌ها را خواهد کاست. به عنوان مثال می‌توان به این موضوع اشاره کرد که روش اکتشافات

آبراهه‌ای، رسوبات رودخانه‌هایی که در سنگ بستر حفر شده‌اند از ارزش اکتشافی بالاتری نسبت به رودخانه‌ای که در آبرفت‌ها و یا محیط‌های ثانویه دیگر حفر گردیده برخوردارند.

همان‌طور که اشاره شد یکی از محیط‌های تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس 1:100000 محیط رسوبات رودخانه‌ای است که تحت شرایط آب و هوایی گوناگون قابل نمونه‌برداری هستند. استفاده از ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای به مدت بیش از 50 سال نشان داده است که این روش، یک متد مستقل و مفید برای تشخیص نواحی با پتانسیل بالای معدنی می‌باشد. بنیادی‌ترین پیش‌فرض در این روش آن است که یک رسوب آبراهه‌ای معرف محصولات هوازدگی و فرسایش در بالادست محل نمونه‌برداری می‌باشد. به هر ترتیب برداشت و آنالیز سیستماتیک نمونه‌های آبراهه‌ای یک روش معمول در اکتشافات کانساری، هم در مقیاس ناحیه‌ای و هم در عملیات تفصیلی‌تر در اغلب نقاط جهان است. برخی از مزایایی که باعث کارآمدی این روش گردیده است عبارتند از:

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

ب) بزرگی میدان اثر نمونه‌ها

ج) سهولت نمونه‌برداری و آماده‌سازی.

در مقابل این مزایا بالا بودن پتانسیل آلودگی برای محیط‌ها، به خصوص در صورت وجود مواد آلی که تفسیر داده‌ها را کمی پیچیده خواهد نمود یک نقص برای این روش اکتشافی محسوب می‌گردد.

متغیرهای مؤثر در تمرکز عناصر در رسوبات رودخانه‌ای زیاد هستند. در حالت کلی نسبت اجزاء آواری و دانه‌بندی آن‌ها، میزان تمرکز مواد کلوئیدی در رسوبات و بالاخره pH و Eh محیط از عمده‌ترین عوامل کنترل‌کننده‌ی تمرکز عناصر می‌باشند.

باتوجه به موارد برشمرده، اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای می‌تواند تا حد زیادی، روشن‌کننده‌ی روند کانی‌سازی و خصوصیات اقتصادی ناحیه‌ی مورد مطالعه باشد.

2- طراحی شبکه نمونه برداری

در انتخاب و تشخیص نواحی دارای احتمال کانه‌زایی آن‌چه مد نظر است محدود کردن مناطق امیدبخش از چند صد کیلومتر مربع به چند کیلومتر مربع، به وسیله عملیات ژئوشیمیایی و مؤلفه‌های فضایی شناخته شده می‌باشد. از آن‌جا که تکنیک‌هایی بعد از این مرحله تفصیلی گران هستند، ضروری است که طراحی و تعیین اهداف مورد

نظر و محدود ساختن آن‌ها به مناطق حتی‌الامکان کوچک‌تر، با دقت هرچه تمام‌تر صورت گیرد برای رسیدن به این مقصود از اطلاعات ذیل بهره گرفته شد:

الف) نقشه زمین‌شناسی 1:100000 کلاته کبود

ب) نقشه‌های توپوگرافی 1:50000 کلاته کبود، کوه کوریگان، ملکی

ج) نقشه ژئومغناطیس هوایی 1:250/000 شاه رخت

چگالی برداشت نمونه‌ها، براساس شرح خدمات پروژه، یک نمونه در هر 2/5 کیلومتر مربع از آبراهه‌های منشأ گرفته از رخنمون‌های سنگی و یک نمونه از هر 10 کیلومتر مربع دشت در نظر گرفته شد. در طراحی شبکه مواردی هم‌چون حداکثر یکنواختی توزیع نمونه‌ها و متناسب بودن تعداد نمونه‌ها با مساحت حوضه‌ی آبریز لحاظ گردید که چون تمامی این اهداف با استفاده از روش مرکز ثقل توپولوژیکی شبکه‌ی آبراهه‌ای محقق می‌گردد اساس طراحی شبکه این روش در نظر گرفته شد.

به جهت حصول نتایج واقعی، علاوه بر معیارهای اصولی بر شمرده شده موارد زیر نیز مورد توجه قرار گرفت.

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

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

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

د) در مناطقی با پوشش گسترده‌ای از رسوبات بادرفتی، هرچند که آبراهه‌ی قطع‌کننده‌ی آن از انواع اصلی و مهم نیز باشد، نمونه‌برداری از پایین‌دست آن‌ها صحیح نیست، زیرا منشأ این رسوبات مشخص نیست. لذا در صورت برخورد با چنین وضعیتی، محل نمونه‌برداری به اولین نقطه‌ای که رسوبات بادی کمتری دارند انتقال خواهد یافت. در مناطقی که کاملاً از بادرفت‌ها و تلماسه تشکیل شده اند اصولاً نمونه‌ای طراحی نمی‌شود

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

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

اولیه هم‌چون محل توده‌های نیمه عمیق، روندهای خطی استخراج شده از برداشت‌های ژئوفیزیکی و نقشه‌ی 1:100/000 زمین‌شناسی منطقه محل واحدهای سنگی که پتانسیل کانه‌زایی بیشتری دارند و محل گسل‌ها و تراست‌های بزرگ بر روی نقشه‌ی منعکس شده و چگالی شبکه‌ی نمونه‌برداری در آبراهه‌های منشعب از این پدیده نسبت به سایر مناطق بیشتر منظور می‌شود تا در صورت وجود کانی‌سازی احتمالی بتوان به ثبت دقیق آن کمک کرد. هم‌چنین به کارشناسان نمونه‌بردار اجازه داده می‌شود تا در حین عملیات صحرایی با تشخیص مناطق پتانسیل‌دار احتمالی به خصوص روندهای خطی، زون‌های آلتزه، دگرگونی‌های مجاورتی و کنتاکت واحدهای دارای پتانسیل کانه‌سازی نسبت به تغییر محل‌هایی که از پیش تعیین شده و یا اضافه و کم کردن نمونه‌ها اقدام نمایند. نقشه 1 پیوست موقعیت نهایی برداشت 83 نمونه برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای که پس از اعمال تمامی معیارهای فوق تعیین گردیده را نشان می‌دهد و موقعیت دقیق آن‌ها بر اساس مختصات UTM در زون 41N در پیوست 2 آمده است.

3- نمونه‌برداری و آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها

عملیات برداشت نمونه‌ها توسط 6 کارشناس به مدت 3 روز از تاریخ 85/12/22 تا 85/12/24 انجام شد. در نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای که به طور عمده دارای اجزاء آواری می‌باشند، الک کردن رسوبات و برداشت اجزایی در اندازه‌ی مناسب امری ضروری است. این اندازه معمولاً براساس شرح خدمات ارائه شده، 40- مش در نظر گرفته می‌شود. مقدار رسوب آماده شده با این اندازه در حدود 200 گرم می‌باشد. پس از انتقال این نمونه‌ها به آزمایشگاه مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها شامل خشک نمودن، حذف مواد آلی و پودر کردن تا اندازه 200 مش انجام و پس از نگهداری نیمی از نمونه به عنوان شاهد، مابقی آن جهت آنالیز به آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی ارسال گردید.

تمامی نمونه‌ها برای 44 عنصر به شرح ذیل آنالیز گردیده است. همچنین روش آنالیز برای تمامی این عناصر در جدول 1-2 آمده است. در ذیل عناصر مورد آنالیز به همراه حد حساسیت هر یک آورده شده است. در جدول شماره 1 در CD ضمیمه نتایج آنالیز نمونه‌ها آمده است.

جدول 2-1- عناصر تجزیه گردیده به همراه حد حساسیت هر یک از آنها

Element	Ag	Al	As	Au	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe
Units	ppm	%	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
Detection	0.1	0.01	0.5	1	0.2	0.2	0.1	0.01	0.1	0.5	0.2	2	0.1	0.2	0.01
Method	IC3M	IC3E	IC3M	FA3	IC3E	IC3E	IC3M	IC3E	IC3M	IC3M	IC3M	IC3E	IC3M	IC3M	IC3E
Element	Hf	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb
Units	PPm	%	PPm	PPm	%	%	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm
Detection	0.02	0.01	10	0.5	0.01	0.05	0.1	0.01	0.5	2	0.01	0.2	0.1	0.005	0.1
Method	IC3M	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3E	IC3M	IC3E	IC3M	IC3E	IC3E	IC3E	IC3M	IC3E	IC3M
Element	Sc	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
Units	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
Detection	1	0.2	0.1	0.2	0.02	0.001	0.1	0.1	2	0.1	0.05	0.1	0.2	5	
Method	IC3E	IC3M	IC3E	IC3M	IC3M	IC3E	IC3M	IC3M	IC3E	IC3M	IC3M	IC3M	IC3M	IC3E	

4- پردازش داده ها

پردازش داده‌های ژئوشیمیایی فاز مستقلی را در بین فازهای مختلف عملیات اکتشافی تشکیل می‌دهد که چنانچه به طریق مناسبی صورت پذیرد موجب تسهیل فاز تحلیل داده‌ها می‌گردد. این مرحله یکی از مشکل‌ترین و مهم‌ترین مراحل در کاربرد موفقیت‌آمیز ژئوشیمی اکتشافی است. اگرچه مقالات و نوشتارهای آماری متنوعی وجود دارد که دامنه‌ی وسیعی از تکنیک‌های پردازش داده‌ها را معرفی می‌کنند ولی با در نظر گرفتن این که هر کدام از آنها در جای خاصی کاربرد داشته و مزیت خاصی دارند. تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی در بیشتر موارد تجربی بوده و این امر به علت خصلت اساساً عددی این داده‌ها و نبود مدل‌های ریاضی لازم جهت توصیف نوع منبع، چگونگی مهاجرت، تفریق، ته‌نشست و تمرکز عناصر کمیاب در سنگ‌ها است. از این رو جای تعجب نیست که داده‌های ژئوشیمیایی، در معرض تجزیه و تحلیل آماری قرار گیرند. یکی دیگر از علل تجزیه و تحلیل آماری ژئوشیمیایی شناسایی آنومالی‌های مرتبط با کانی‌سازی از انواع بی‌اهمیت است. به طور کلی عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی فقط وقتی می‌تواند نتیجه بخش باشد که برای هر مورد خاص در انتخاب بهترین روش اکتشافی، محیط نمونه‌برداری، اندازه و بزرگی ذرات تشکیل‌دهنده نمونه، فواصل بهینه نمونه‌برداری و روش‌های آماری که باید به منظور تفسیر تغییرات موجود در داده‌ها به کار گرفته شوند، توجه لازم به عمل آید.

تنوع روش‌های آماری باعث می‌گردد تا کاربر بتواند تعداد زیادی تجزیه و تحلیل از داده‌ها انجام دهد و دو ملاک در انجام هر پردازش مدنظر قرار گرفت که عبارتند از :

- 1- وجود داده‌های کافی جهت انجام هر پردازش
- 2- مفید بودن پردازش مورد نظر به لحاظ یافت جواب سؤالات مجهول در بحث اکتشاف.

4-1- فایل بندی داده‌های خام

اولین قدم در انجام مراحل مختلف پردازش داده‌ها، وارد کردن و فایل بندی داده‌های حاصل از آنالیز در رایانه و بانک اطلاعاتی مورد نظر است. در این پروژه فایل بندی اطلاعات عددی حاصل از آنالیز نمونه‌ها در محیط نرم افزار Excel و SPSS و اطلاعات نقشه‌ای در محیط نرم افزار ArcMap صورت پذیرفته است. در این پروژه در مجموع 83 نمونه‌ی ژئوشیمیایی برداشت شده است، نتایج آنالیز و مختصات تمامی این نمونه‌ها به طور جداگانه فایل گردیده اند. علاوه بر اطلاعات عددی، اطلاعات نقشه‌های زمین شناسی و توپوگرافی پس از رقومی سازی به صورت فایل های رقومی (.shp) ذخیره شده است تا در مراحل پردازشی از آنها استفاده شود.

4-2- تخمین خطای آنالیز نمونه‌ها

به منظور استفاده مطلوب از نتایج اندازه‌گیری‌ها، باید از میزان دقت و صحت داده‌ها آگاه باشیم. بدین منظور آزمایشات کنترل کیفیت جهت تعیین خطای مراحل آماده‌سازی و آنالیز انجام می‌شود. بطور کلی قابلیت اعتماد به داده‌های حاصل از اندازه‌گیری تابع مقدار خطای تصادفی و سیستماتیک است. خطاهای تصادفی در اثر عوامل خارج از کنترل شخص عمل کننده حاصل می‌گردند و بدین لحاظ وجود آنها (نه بزرگی آنها) اجتناب‌ناپذیر است ولی با بکارگیری دستگاه‌های دقیق و روش‌های مناسب می‌توان مقدار آن را کاهش داد. از ویژگی‌های آماری این نوع خطا این است که جمع جبری آنها حول میانگین باید صفر باشد. خطای سیستماتیک باعث می‌شود که میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده یک کمیت به اندازه‌ای معین از مقدار حقیقی آن کمتر یا بیشتر شود. باید توجه داشت که منظور از خطا در نمونه‌برداری، خطای سیستماتیک است زیرا خطای تصادفی صرفاً در اثر تغییرات تصادفی ذاتی ایجاد می‌شود و در هر نوع اندازه‌گیری کم و بیش وجود دارد. در پروژه‌های اکتشافی اهمیت صحت و دقت اندازه‌گیری‌ها بستگی به مقیاس عملیات دارد. به عنوان مثال در عملیات اکتشافی تا قبل از مرحله تعیین ذخیره، آنچه که بیشتر اهمیت دارد دقت اندازه‌گیری‌هاست، زیرا در این مقیاس از عملیات سنجش‌ها نسبی است نه مطلق و کاهش یا افزایش مقدار ثابتی به همه داده‌ها در وضعیت نسبی

آنها بی‌تأثیر نیست. در مرحله تخمین ذخیره، اگرچه دقت و صحت هر دو مهم است ولی خطر اصلی کاهش صحت است.

به منظور تعیین دقت آزمایشگاه یکسری نمونه تکراری تهیه و به آزمایشگاه فرستاده شده است تا بتوان دقت اندازه‌گیری‌ها را محاسبه کرد. در این پروژه تعداد 30 عدد نمونه تکراری تهیه و به آزمایشگاه ارسال شده است. برای بررسی کلی خطای آنالیز نمونه‌ها از آزمون t-test استفاده شده است. با استفاده از این آزمون مقادیر هر عنصر در دو سری نمونه اصلی و تکراری مقایسه می‌شود و با در نظر گرفتن تعداد جفت نمونه‌ها (که به صورت پارامتر درجه آزادی مطرح می‌شود) مشخص می‌شود که در چه سطح اطمینانی می‌توان دو جامعه نمونه‌های اصلی و تکراری را مستقل از یکدیگر دانست. نتایج این آزمون برای عناصر مختلف در جدول 2-2 آمده است. با توجه به دو طرفه بودن آزمون و سطح اطمینان 95% اگر سطح اطمینان (ستون Sig.) کمتر از 0/1 باشد به معنی مستقل بودن دو جامعه و اختلاف دو جامعه از نظر آماری می‌باشد که از خطای آنالیز ناشی می‌شود.

جدول 2-2- مقادیر محاسبه شده با استفاده از آزمون t-test

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Ag - Ag	1.68	3.76	1.42	-1.80	5.16	1.18	6	0.28	
Al - Al	0.29	0.51	0.09	0.10	0.49	3.13	29	0.00	
As - As	4.50	4.90	0.89	2.68	6.33	5.04	29	0.00	
Au - Au	-0.43	0.50	0.09	-0.62	-0.24	-4.75	29	0.00	
Ba - Ba	13.65	112.18	20.48	-28.24	55.54	0.67	29	0.51	
Be - Be	-0.14	0.21	0.04	-0.21	-0.06	-3.62	29	0.00	
Bi - Bi	2.86	1.93	0.38	2.08	3.64	7.57	25	0.00	
Ca - Ca	0.64	3.27	0.60	-0.58	1.86	1.07	29	0.29	
Cd - Cd	-0.15	0.05	0.02	-0.19	-0.11	-9.19	10	0.00	
Ce - Ce	8.11	10.10	1.84	4.33	11.88	4.39	29	0.00	
Co - Co	-1.14	4.36	0.80	-2.77	0.49	-1.44	29	0.16	
Cr - Cr	-6.55	62.51	11.41	-29.89	16.79	-0.57	29	0.57	
Cs - Cs	-7.29	4.89	0.89	-9.12	-5.46	-8.16	29	0.00	
Cu - Cu	0.46	4.07	0.74	-1.06	1.98	0.62	29	0.54	
Fe - Fe	-0.15	0.38	0.07	-0.29	-0.01	-2.20	29	0.04	
Hf - Hf	3.67	2.10	0.44	2.76	4.57	8.39	22	0.00	
K - K	0.08	0.28	0.05	-0.03	0.18	1.46	29	0.16	
La - La	0.32	6.26	1.14	-2.02	2.65	0.28	29	0.78	
Li - Li	-2.06	4.01	0.73	-3.56	-0.56	-2.81	29	0.01	
Mg - Mg	-0.12	0.67	0.12	-0.37	0.13	-0.98	29	0.34	
Mn - Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-1.25	29	0.22	
Mo - Mo	-0.15	0.32	0.07	-0.30	0.01	-2.02	18	0.06	
Na - Na	-0.01	0.16	0.03	-0.07	0.05	-0.41	29	0.69	
Nb - Nb	0.17	2.15	0.39	-0.63	0.97	0.43	29	0.67	
Ni - Ni	-3.75	53.79	9.82	-23.84	16.34	-0.38	29	0.71	
P - P	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	1.48	29	0.15	
Pb - Pb	-2.71	10.69	1.95	-6.70	1.28	-1.39	29	0.18	
Rb - Rb	3.00	11.32	2.07	-1.22	7.23	1.45	29	0.16	
S - S	0.03	0.02	0.00	0.02	0.03	5.93	29	0.00	
Sb - Sb	-2.89	2.51	0.46	-3.83	-1.95	-6.30	29	0.00	
Sc - Sc	-0.93	6.58	1.20	-3.39	1.52	-0.78	29	0.44	
Sn - Sn	19.27	47.78	11.26	-4.49	43.03	1.71	17	0.11	
Sr - Sr	-28.78	41.23	7.53	-44.17	-13.38	-3.82	29	0.00	
Te - Te	2.32	3.53	0.65	1.00	3.64	3.60	29	0.00	
Th - Th	6.77	9.84	1.80	3.10	10.45	3.77	29	0.00	
Ti - Ti	0.02	0.08	0.02	-0.01	0.05	1.35	29	0.19	
Tl - Tl	-0.11	0.34	0.06	-0.24	0.01	-1.81	29	0.08	
U - U	-4.67	12.69	2.32	-9.41	0.07	-2.02	29	0.05	
V - V	-6.02	14.12	2.58	-11.29	-0.75	-2.34	29	0.03	
Y - Y	-0.70	1.97	0.36	-1.43	0.03	-1.95	29	0.06	
Yb - Yb	0.04	0.76	0.14	-0.24	0.33	0.31	29	0.76	
Zn - Zn	-11.92	50.67	9.25	-30.84	7.00	-1.29	29	0.21	
Zr - Zr	9.26	19.53	3.57	1.96	16.55	2.60	29	0.01	

برای محاسبه خطای نسبی آنالیزها از یک روش ساده محاسباتی بصورت ذیل استفاده گردیده است که برای نمونه‌های فاز تفصیلی (سنگ و خاک) و مطالعات عیارسنجی از آن استفاده می‌شود. این خطا از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$e = 2/n[\sum |x_i - y_i| / (x_i + y_i)] \times 100$$

که در آن n تعداد نمونه‌های تکراری، X_i و Y_i مقادیر اندازه‌گیری شده در نمونه اصلی و نمونه تکراری متناظر آن است. برای محاسبه مقدار خطا با توجه به رابطه بالا نمونه هایی که مقدار گزارش شده در نمونه اصلی یا نمونه

تکراری کمتر از حد حساسیت است از بین داده ها حذف شده است و در محاسبات شرکت داده نشده‌اند و مقدار خطا در دو بازه جداگانه محاسبه شده است:

در حالتی که عیار نمونه کمتر از 10 برابر حد حساسیت دستگاه باشد و حد مجاز خطا 50% می باشد.

در حالتی که عیار نمونه بیش از 10 برابر حد حساسیت دستگاه باشد و حد مجاز خطا 20% می باشد.

مقدار خطا مجموعاً برای عناصر مختلف محاسبه شده و در جدول 2-3 آمده است. با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می شود

جدول 2-3: خطاهای عناصر مختلف در نمونه‌های آبراهه ای محدوده کلاته کیود.

Element	Ag	Al	As	Au	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe
>10DL	183%	9%	48%		23%		86%	18%		21%	16%	21%	50%	11%	9%
<10DL	175%			31%		20%	200%		152%						
Element	Hf	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb
>10DL	144%	17%		11%	16%			9%	24%	30%		27%	18%	96%	57%
<10DL			18%			7%	107%		15%	5%	24%			53%	
Element	Sc	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
>10DL	14%	158%	14%	145%	29%	15%	39%	112%	10%	200%	10%	23%	23%	19%	
<10DL				60%			43%			200%					

خطا در حالت اول برای عناصر نقره، بیسموت، سزیم، هافمیم، آنتیموان، قلع، تلور، اورانیم و تنگستن بیش از حد مجاز است.

همچنین خطا برای حالت دوم برای عناصر نقره، طلا، برلیم، بیسموت، کادمیم، مولیبدن، فسفر، گوگرد، تلور، تالیم و تنگستن بیش از حد مجاز است.

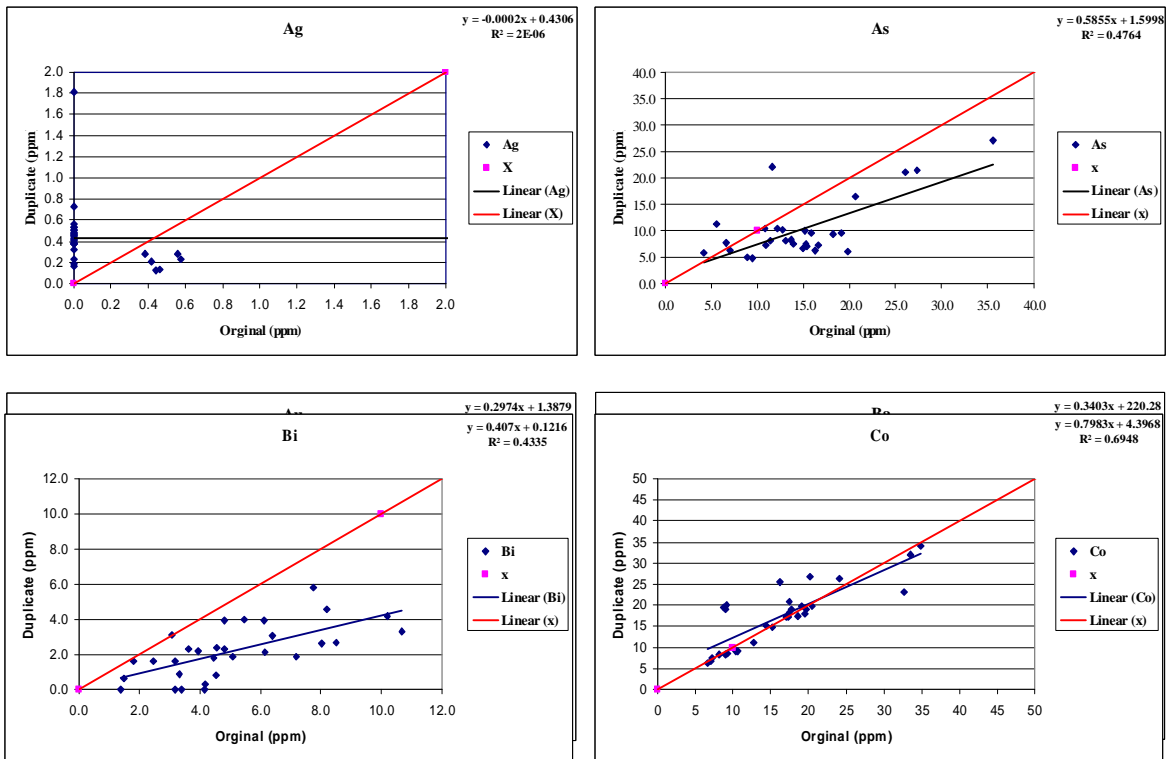
بررسی نمودار های خطا (شکل 2-1) نشان می دهد که خطاهای آنالیز به دو صورت زیر ظاهر شده است:

خطاهای سیستماتیک در برخی از عناصر مانند آرسینیک، باریم، طلا، آهن و بیسموت که باعث انحراف خط

برازش شده بر مقادیر نمونه‌ها گشته است و در بیشتر حالت ها باعث کاهش شیب خط شده‌است.

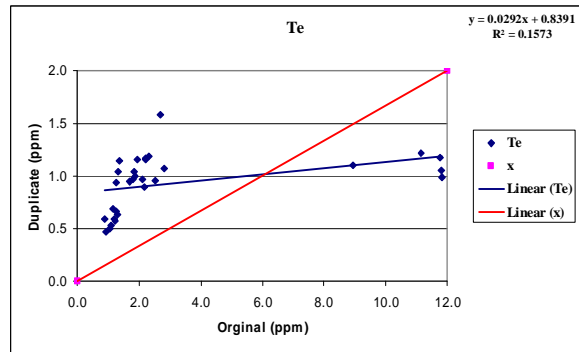
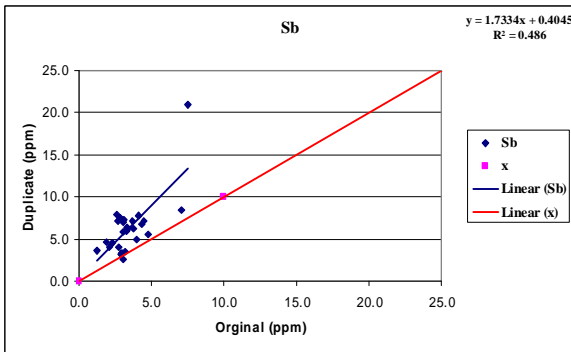
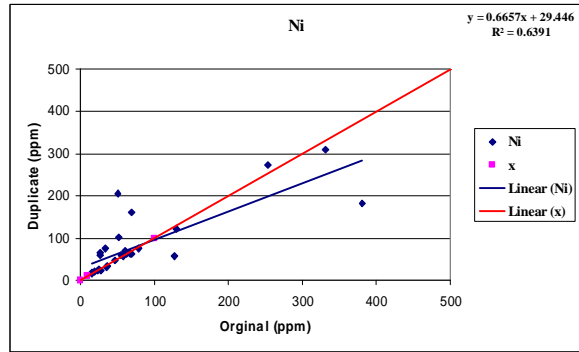
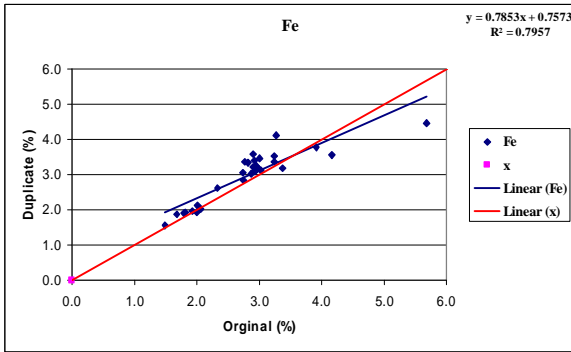
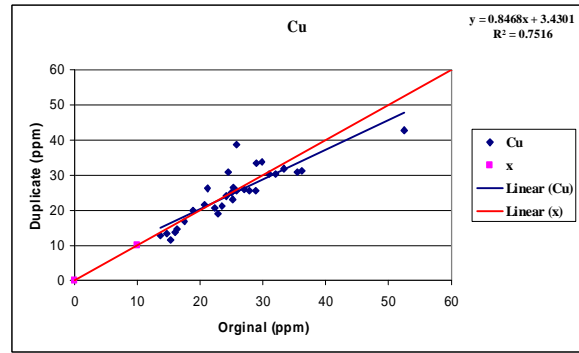
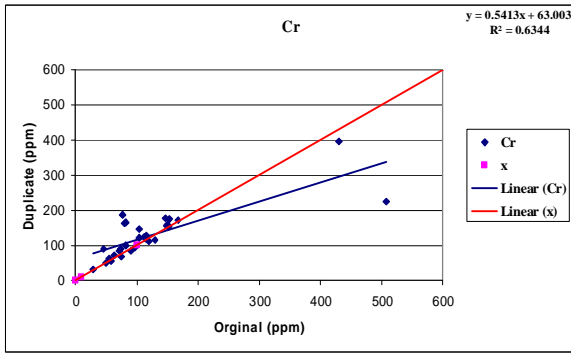
خطاهای تصادفی مانند آنچه در نمودار تلور و نقره دیده می شود که ماهیت این نوع خطا اگر مقدار جبری آن

صفر نشود بسیار خطرناک خواهد بود و پردازش های آماری را تحت تاثیر قرار خواهد داد.



شکل 2-1: نمودار نقطه ای برای برخی از عناصر مهم که نشاندهنده مقدار عنصر در نمونه اصلی بر حسب مقدار عنصر در

نمونه تکراری



ادامه شکل 2-1: نمودار نقطه ای برای برخی از عناصر مهم که نشان‌دهنده مقدار عنصر در نمونه اصلی بر حسب مقدار عنصر در نمونه تکراری

4-3- نرمال سازی داده‌ها

اکثر روش‌های آماری، به جز روش‌های آماری ناپارامتری، فرض نرمال بودن داده‌ها را به همراه دارند و از آن جا که پارامترهای زیادی در تشکیل یک کانسار و شکل‌گیری تابع توزیع عیار آن مؤثر است، درحالت کلی دلیل خاصی برای این که تغییرات عیار یک ناحیه‌ی مطالعاتی، از توزیع نرمال پیروی کند وجود ندارد، لذا نوع تابع توزیع عیار اغلب یک تابع نرمال ساده نیست. برای اینکه بتوانیم از تحلیل‌های آماری مختلف جهت پردازش داده‌ها استفاده کنیم باید با استفاده از روش‌های مختلف توزیع داده‌ها را نرمال و یا نزدیک به نرمال کنیم که برای داده‌های حاضر به ترتیب از روش‌های زیر برای دستیابی به توزیع نرمال استفاده می‌کنیم:

- تخمین داده‌های سنسورد

- جایگزینی مقادیر خارج از رده

- استفاده از تبدیلات نرمال‌سازی

4-3-1- تخمین داده‌های سنسورد

داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود که در بین آنها به علت بالا بودن حد حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری، تعدادی داده به صورت مقادیر کوچکتر از حد حساسیت دستگاه یافت می‌شود. وجود چنین اعدادی در بین یکسری داده می‌تواند بررسی‌های آماری را دچار اختلال کند زیرا: (1) روشهای آماری نیاز به مجموعه‌ی کاملی از داده‌های غیر سنسورد دارد. (2) در مواردی که سنجش‌های نسبی صورت می‌گیرد مانند جداسازی زمینه از آنومالی، وجود داده‌های سنسورد موجب ارزیابی‌های غیر دقیق می‌شود. اگر داده‌های سنسورد تخمین زده شوند و جایگزین گردند، مقدار زمینه و شدت آنومالی‌ها دقیقتر محاسبه خواهد شد.

روشهای مختلفی برای تخمین مقادیر سنسورد وجود دارد که هم برای داده‌های سنسورد شده از بالا و هم برای داده‌های سنسورد شده از پایین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پروژه از یک روش جایگزینی ساده استفاده شده است. در ضمن در میان داده‌های موجود، داده‌های سنسورد شده از بالا وجود ندارد. در این روش ساده مقادیر کمتر از حد حساسیت در مرز پایینی را با $\frac{3}{4}$ آن جایگزین می‌کنیم. معمولاً اگر تعداد داده‌های سنسورد در مقابل کل داده‌ها ناچیز باشد (حدود 10-15 درصد) می‌توان از این روش استفاده کرد.

عنصر قلع با 54% داده‌ی سنسورد بالاترین تعداد داده‌های سنسورد را داراست. در مورد عنصر مولیبدن با 18% و در مورد بقیه عناصر جایگزینی با مقدار محاسبه‌شده انجام شده است که نتایج این عملیات به صورت کامل در جدول 2-4 ارائه شده است. البته بیشتر عناصر مقادیر سنسورد نداشته‌اند.

جدول 2-4- تعداد داده‌های سنسورد برای هر عنصر و مقدار جایگزین شده برای آن

Element	Sn	Mo	Cd	Ag	Bi	Al	As	Au	Ba	Be	Ca	Ce	Co	Cr	Cs
No. Cencord	45	15	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cencord %	54%	18%	5%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DETECTION	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.01	0.5	1	0.2	0.2	0.01	0.5	0.2	2	0.1
Replacment	-	-	0.075	0.075	0.075	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Element	Cu	Fe	Hf	K	La	Li	Mg	Mn	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S
No. Cencord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cencord %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DETECTION	0.2	0.01	0.02	0.01	10	0.5	0.01	0.05	0.01	0.5	2	0.01	0.2	0.1	0.005
Replacment	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Element	Sb	Sc	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
No. Cencord	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cencord %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
DETECTION	0.1	1	0.1	0.2	0.02	0.001	0.1	0.1	2	0.1	0.05	0.1	0.2	5	
Replacment	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

4-3-2- جایگزینی مقادیر خارج از رده

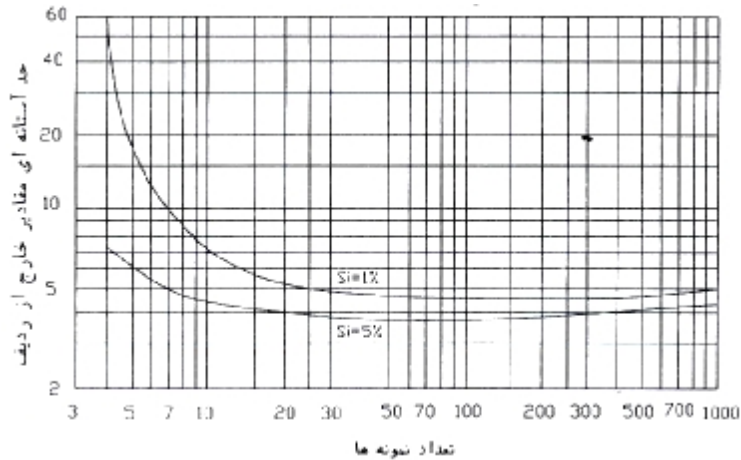
اکثر جوامع آماری که در پروژه‌های اکتشافی با آن‌ها سر و کار داریم، غیر نرمال بوده و دارای چولگی مثبت می‌باشند. این گونه جوامع دارای مقادیر پرعیاری در کرانه سمت راست توزیع هستند که به جامعه زمینه یا جامعه‌ای با عیار میانگین اضافه شده‌اند. این مقادیر غیر عادی بالا در واقع آنومالی‌ها (در مقیاس ناحیه‌ای) و یا پیکره‌های کانسنگ پرعیار (در مقیاس محلی) را شامل می‌شوند.

مقادیر پرعیار در صورتی که غیر قابل قبول تشخیص داده شوند، به عنوان مقادیر خارج از ردیف یا باید از بین داده‌ها حذف گردند و یا تصحیح شوند. اکثر روش‌های به کار گرفته شده بدین منظور زمینه تئوری ندارند و فقط به عنوان روش‌های تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش بکار گرفته شده در این پروژه روش دورفل (Doerffel) می‌باشد. در روش دورفل نموداری برای تعیین حد آستانه‌ای مقادیر خارج از رده در دو سطح معنی‌دار پنج درصد و یک درصد تهیه شده است که این نمودار در شکل (2-2) آورده شده است. با توجه به پذیرش سطح اعتماد 95 درصد در اکثر روش‌های اکتشافی لذا از نمودار سطح معنی‌دار 5 درصد در این پروژه استفاده گردیده است.

برای انجام آزمون مقادیر خارج از رده دورفل، میانگین \bar{X} و انحراف معیار داده‌ها (S) بدون در نظر گرفتن بزرگترین مقدار داده‌ها محاسبه می‌شود. سپس بزرگترین مقدار داده‌ها X_A در صورتی که در رابطه‌ی زیر صدق کند یک مقدار خارج از رده در نظر گرفته می‌شود.

$$X_A \geq \bar{X} + S.g$$

g در این فرمول حد آستانه‌ای مقادیر خارج از رده است که از نمودار دورفل به دست می‌آید. این روش تا جایی ادامه پیدا می‌کند که دیگر میزان XA در معادله بالا صدق نکند.



شکل 2-2- جدول حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف با روش دورفل

بر این اساس برخی از عناصر دارای مقادیر خارج از رده می‌باشند که مقادیر جانشین شده‌ی آن‌ها به‌مراه تعداد داده جایگزین شده در هر عنصر در جدول 5-2 گزارش گردیده است.

جدول 5-2- تعداد داده‌های خارج از رده و میزان جایگزینی هر یک از عناصر آن‌ها بروش دورفل.

Element	S	Sr	Mo	Sn	Ag	Cd	Li	Nb	Sb	Te	Ti	Al	As	Au	Ba
NO. Outlier	12	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Replacement	0.107	377.5	1.21	153.8	0.86	0.222	36.94	9.83	5.16	2.164	0.36	-	-	-	-

Element	Be	Bi	Ca	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Hf	K	La	Mg	Mn	Na
NO. Outlier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Replacement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Element	Ni	P	Pb	Rb	Sc	Th	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
NO. Outlier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Replacement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4-3-3- استفاده از تبدیلات نرمال سازی

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

الف) تثبیت پراش

ب) رسیدن به خاصیت جمع‌پذیری

ج) بدست آوردن یک توزیع نرمال

اغلب گفته می‌شود که داده‌های ژئوشیمیایی اکتشافی و به خصوص عناصر کمیاب از توزیع لاگ نرمال تبعیت می‌کنند. توزیع لاگ نرمال در مورد داده‌هایی به کار می‌رود که با تبدیل لگاریتم طبیعی شکل نرمال به خود می‌گیرند. در پروژه‌های حاضر پس از حذف نمونه‌های خارج از رده اقدام به نرمال‌سازی داده‌ها با استفاده از تبدیل لگاریتم طبیعی گردید.

با اعمال تبدیل لگاریتمی نیز توزیع برخی از عناصر به حد نرمال نزدیک نمی‌شود. این مورد می‌تواند به دلیل وجود برخی مقادیر که به طور معنی‌دار نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند و اصطلاحاً مقادیر خارج از ردیف گفته می‌شوند، باشد.

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

جهت بدست آوردن داده‌های نرمال و یا نزدیک به نرمال در این پروژه از لگاریتم طبیعی عناصر در حالت استفاده از مقادیر عناصر پس از جایگزینی مقادیر سنسورد و در جدول 2-6 پارامترهای آماری برای چهار حالت داده‌ها که شامل داده‌های زیر باشد آمده است.

1- داده‌های خام (Raw)

2- داده‌های خام پس از جایگزینی مقادیر سنسورد (Cen)

3- داده‌های نوع 2 پس از جایگزینی مقادیر خارج از رده (WO)

4- لگاریتم طبیعی داده‌های نوع 2 (Ln)

مقدار تابع $F = 2|Sk.| + |3-kurt|$ در هر چهار حالت محاسبه شده است و برای داده‌هایی که مقدار F به حداقل برسد آن داده‌ها نزدیک به نرمال فرض شده است و در پردازش‌های بعدی به عنوان داده‌های نرمال از آنها استفاده شده است. در جدول 2-7 نوع داده‌هایی که به عنوان داده نرمال در نظر گرفته شده است، آمده است.

جدول 2-7 - نوع داده‌هایی که به عنوان داده نرمال در نظر گرفته شده است

Element	Ag	Al	As	Au	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe
Type of Normal Data	WO	LN	LN	LN	Raw	LN	Raw	LN	WO	Raw	LN	LN	LN	LN	LN
Element	Hf	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb
Type of Normal Data	LN	LN	Raw	WO	LN	LN	LN	Raw	WO	LN	LN	LN	Raw	WO	WO
Element	Sc	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
Type of Normal Data	LN	LN	WO	LN	LN	WO	Raw	Raw	LN	LN	Raw	LN	LN	Raw	

5- آمار تک متغیره

بررسی آماری تک متغیره می‌تواند به عنوان اولین مرحل از پردازش های باشد و بسیاری از مسائل در مورد داده‌های تحت بررسی مشخص کند.

5-1- پارامترهای مرکزی

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

5-2- پارامترهای پراکندگی

برای آن که داده‌ها به طور واقعی‌تر توصیف شوند و مجموعه‌های مشاهدات با هم مقایسه گردند باید قدم دیگری برداشته شود و برای سنجش میزان تفاوت‌های آن‌ها نیز چند معیار عددی تعریف گردد. آن چنان که گفتیم مهم‌ترین شاخص مرکزی میانگین است. این پارامتر در همه‌ی موارد جوابگوی نیاز تصمیم‌گیرنده نیست؛ چرا که ممکن است جوامع آماری مورد مقایسه دارای میانگین مساوی باشند. در این صورت می‌توان توزیع داده‌های آماری را از نظر شدت نوسان داده‌ها حول مرکز خود مورد بررسی قرار داد که به آن‌ها اصطلاحاً پارامترهای پراکندگی گفته می‌شود. واریانس یکی از شاخص‌های پراکندگی است که چون تفسیر آن ساده نیست و به علاوه مفهوم مشکل و نامأنوس‌تری نسبت به مرکزیت دارد، کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نقایص با جذر گرفتن از واریانس مرتفع می‌شود و پارامتر جدید به نام انحراف از معیار حاصل می‌گردد که دارای واحدی مشابه با واحد مشاهدات اصلی است. در بررسی‌های انجام شده هر دو مورد فوق در کنار یکدیگر گزارش شده‌اند.

5-3- ضریب پراکندگی

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

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

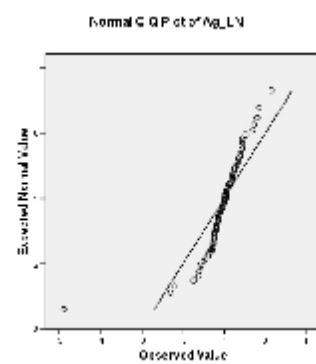
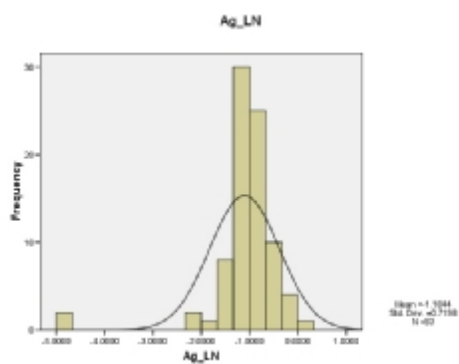
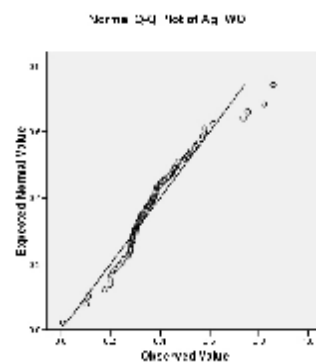
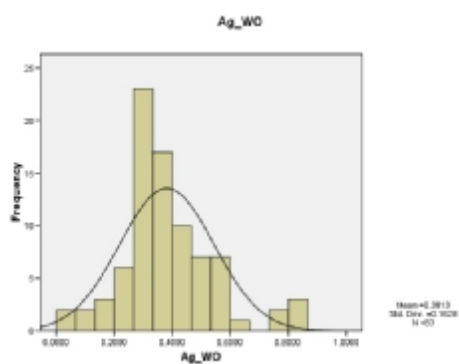
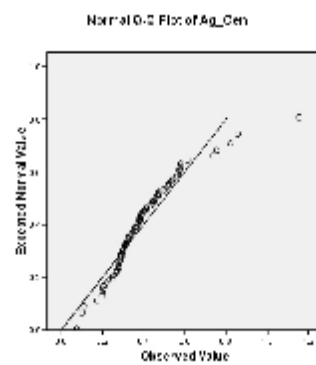
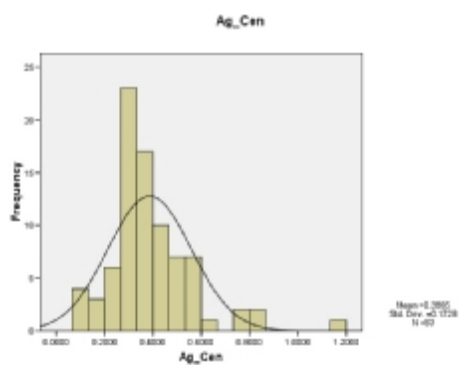
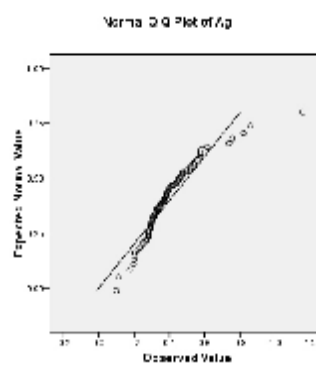
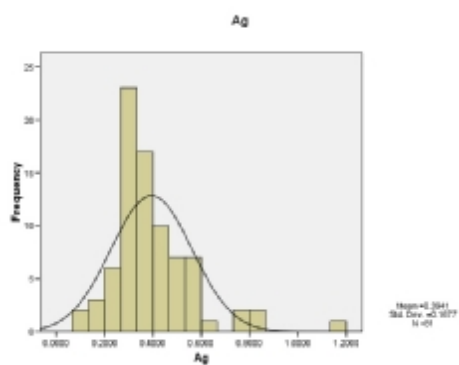
ضریب پراکندگی کاربردهایی دارد که واریانس و انحراف معیار فاقد آن‌ها هستند. کاربرد اول آن در جایی است که دو یا چند جامعه آماری مورد مقایسه، مشاهدات ناهمگون و نامتجانس داشته باشند؛ برای مثال پراکندگی یک جامعه بر حسب ppm و جامعه دیگر بر حسب درصد باشد. این پراکندگی‌ها قابل مقایسه نیستند و برای این که قابل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

پارامترهای آماری برای عناصر مختلف برای حالات مختلف ذکر شده در بخش قبل در جدول 2-6 آمده است که با توجه به آن و هیستوگرام‌ها و تابع توزیع تجمعی رسم شده برای چند عنصر مهم در ادامه شرح داده می‌شود.

5-4- بررسی آماری تک‌متغیره عناصر مختلف

5-4-1- نقره

نقره به عنوان عنصری معرف و ردیاب در جهت اکتشاف کانسارهای عناصر پایه و گران‌بها هم‌چون سرب، روی، طلا و موارد مشابه کاربرد دارد. میانگین عنصر نقره برای 81 نمونه آبراهه ای 0/4 ppm می‌باشد و حداکثر به مقدار 1/2 ppm می‌رسد. مقدار ضریب تغییرات برای عنصر در حدود 43% می‌باشد. هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر نقره در حالت خام نشان می‌دهد که این عنصر به توزیع نرمال بسیار نزدیک است. که هیستوگرام داده‌های عنصر نقره در شکل 2-3 آمده است.

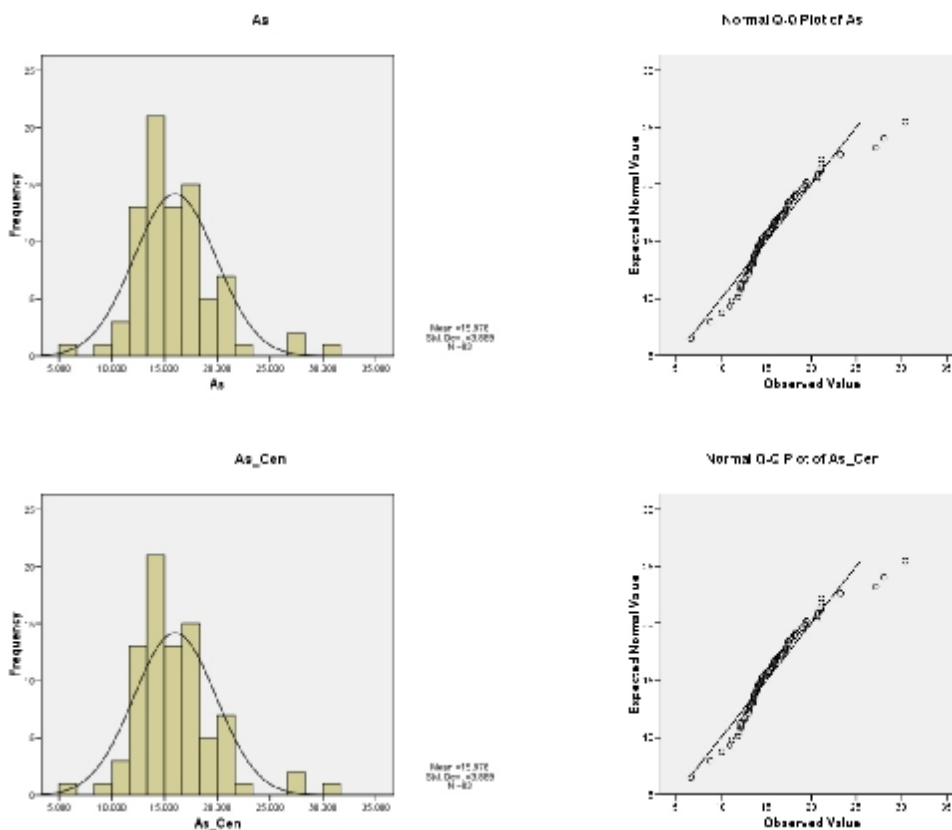


شکل 2-3- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر نقره در چهار حالت مختلف

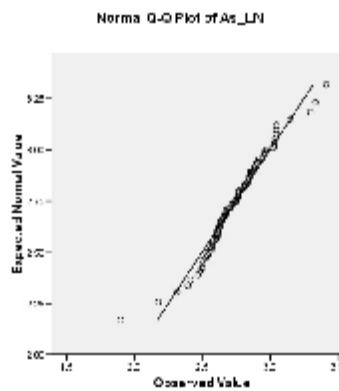
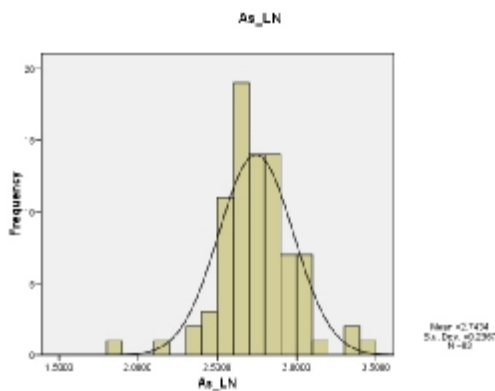
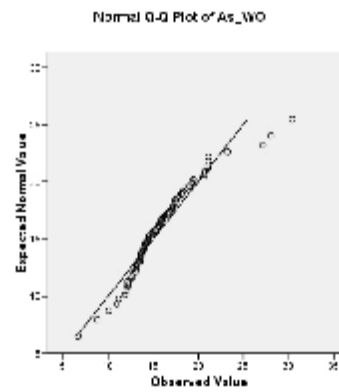
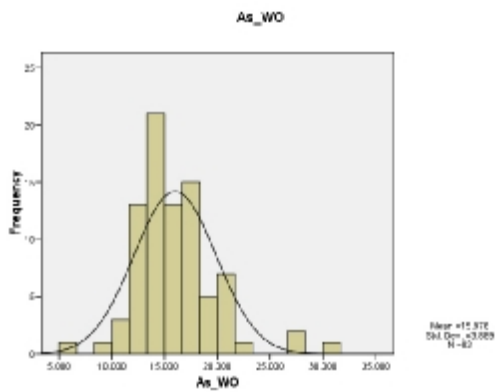
5-4-2-آرسنیک

آرسنیک به عنوان عنصری ردیاب در جهت اکتشاف کانسارهای هیدروترمال کاربرد دارد. میانگین عنصر آرسنیک برای 83 نمونه آبراهه ای 16 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 30/4 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای عنصر چندان قابل توجه نبوده و در حدود 24% می باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آرسنیک در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تا حدود زیادی به توزیع نرمال نزدیک است. که با اعمال یک تابع لگاریتمی به این داده ها بیشتر به توزیع نرمال نزدیک می شود. هیستوگرام داده های عنصر آرسنیک قبل و بعد از تبدیل لگاریتمی در شکل 2-4 آمده است.



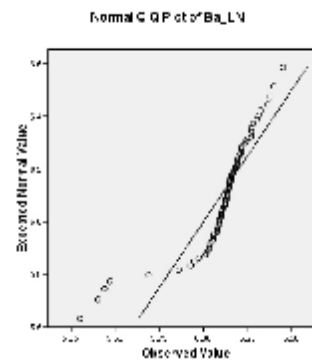
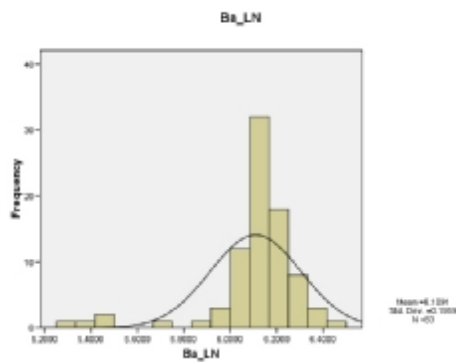
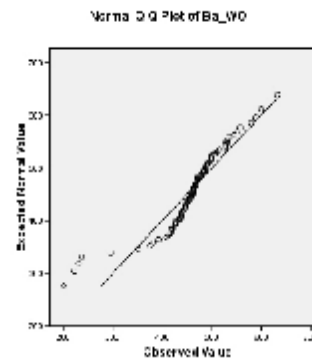
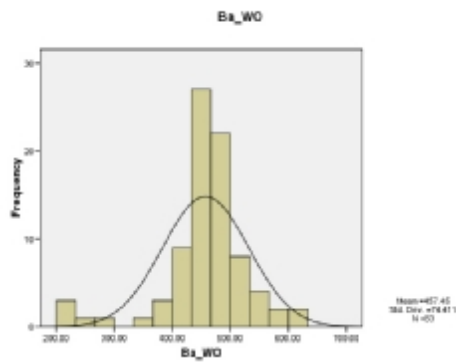
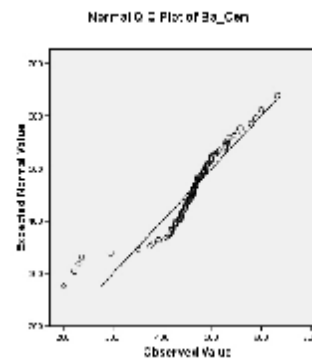
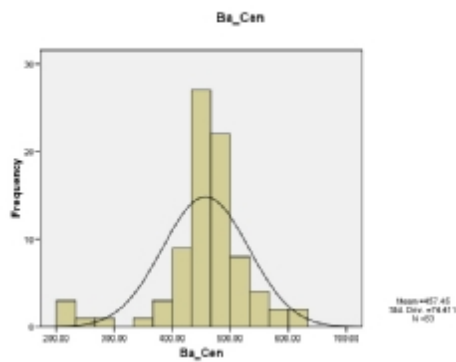
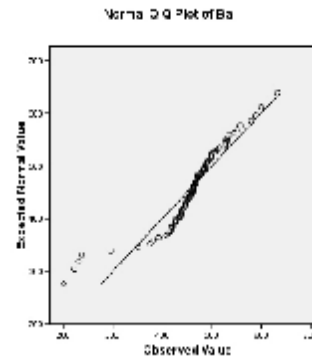
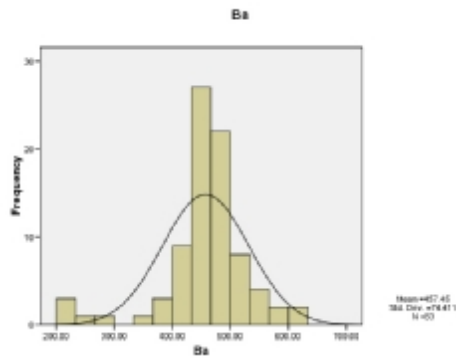
شکل 2-4- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آرسنیک در چهار حالت مختلف



ادامه شکل 2-4- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آرسنیک در چهار حالت مختلف

3-4-5- باریم

میانگین عنصر باریم برای 83 نمونه آبراهه ای 457/5 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 632/6 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای عنصر چندان قابل توجه نبوده و در حدود 16% می باشد. هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر باریم در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تا حدودی به توزیع نرمال نزدیک است. که با اعمال کردن تابع لگاریتمی به این داده ها کشیدگی نسبت به حالت های قبلی کمتر باعث انحراف از توزیع نرمال می شود. که هیستوگرام داده های عنصر باریم در 4 حالت مختلف در شکل 2-5 آمده است.

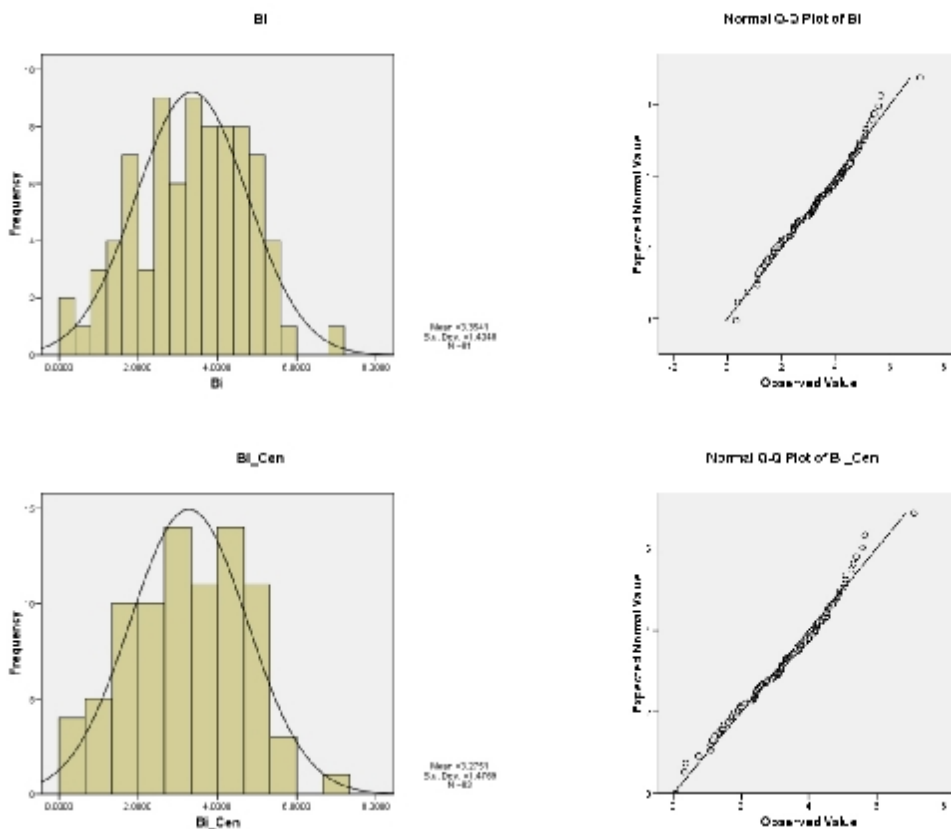


شکل 2-5- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر باریم در چهار حالت مختلف

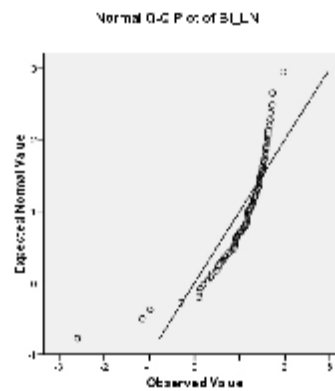
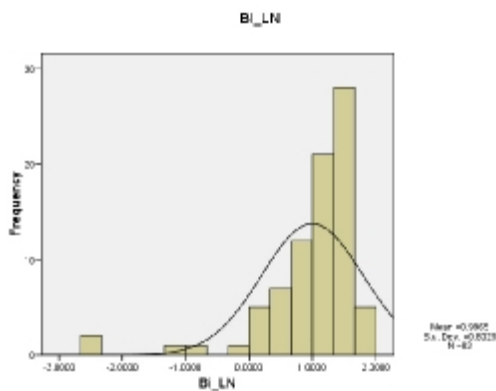
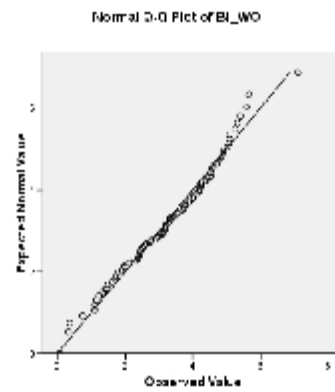
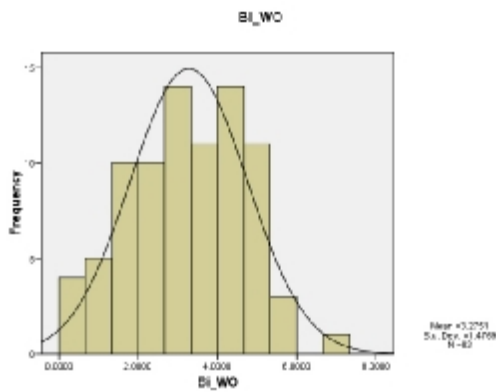
4-4-5- بیسموت

این عنصر که با کانسارهای رگه‌ای و فلزات پایه دیده می‌شود. میانگین عنصر بیسموت برای 81 نمونه آبراهه ای $3/4$ ppm می‌باشد و حداکثر به مقدار $7/1$ ppm می‌رسد. مقدار ضریب تغییرات برای عنصر چندان قابل توجه نبوده و در حدود 42% می‌باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر بیسموت در حالت خام نشان می‌دهد که این عنصر تا حدودی زیادی به توزیع نرمال نزدیک است. که هیستوگرام داده‌های عنصر بیسموت در 4 حالت مختلف در شکل 2-6 آمده است.



شکل 2-6- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر بیسموت در چهار حالت مختلف

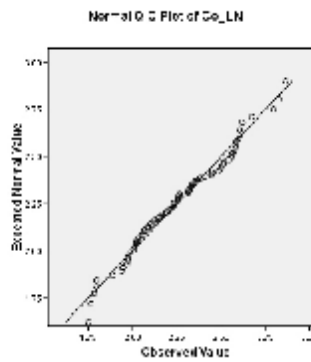
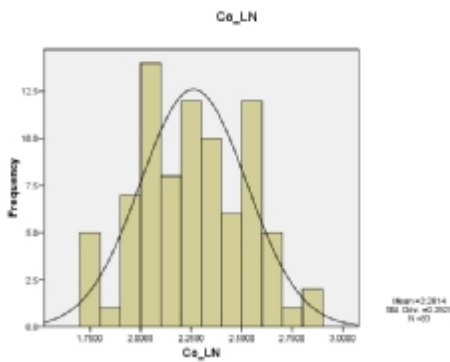
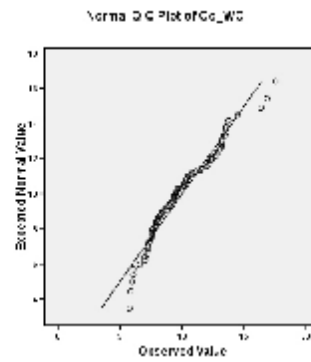
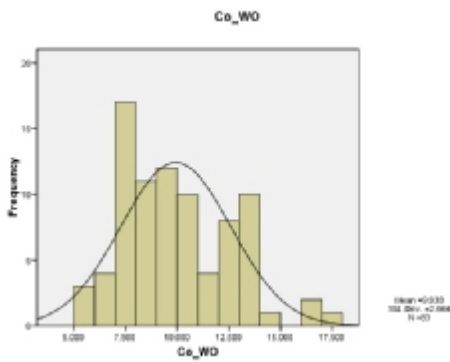
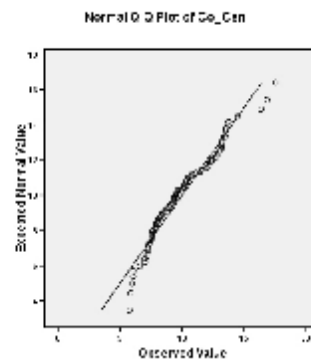
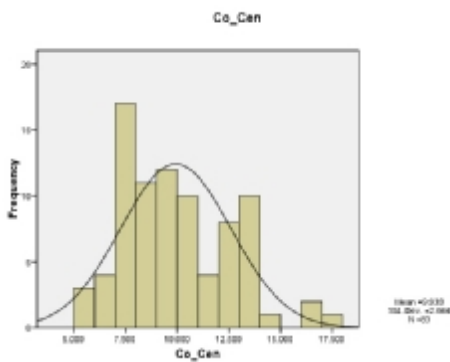
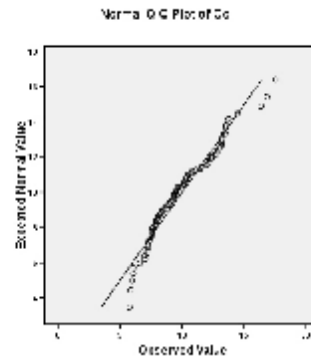
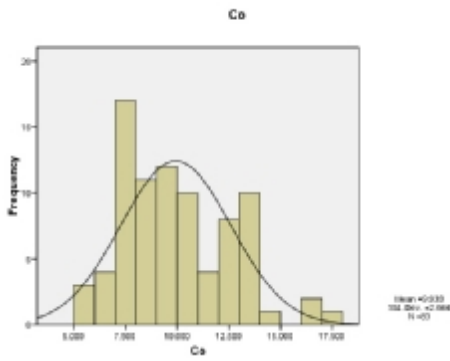


ادامه شکل 2-6- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر بیسموت در چهار حالت مختلف

5-4-5- کبالت

میانگین عنصر کبالت برای 83 نمونه آبراهه ای 9/9 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 17/6 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای عنصر چندان قابل توجه نبوده و در حدود 27% می باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر کبالت در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تا حدودی زیادی به توزیع نرمال نزدیک است. البته این توزیع نرمال با یک تبدیل لگاریتمی می تواند داده ها را به توزیع نرمال نزدیکتر کند که هیستوگرام داده های عنصر کبالت پس از تبدیل لگاریتمی در شکل 2-7 به همراه سه حالت دیگر آمده است و مؤثر بودن تبدیل لگاریتمی را نشان می دهد.



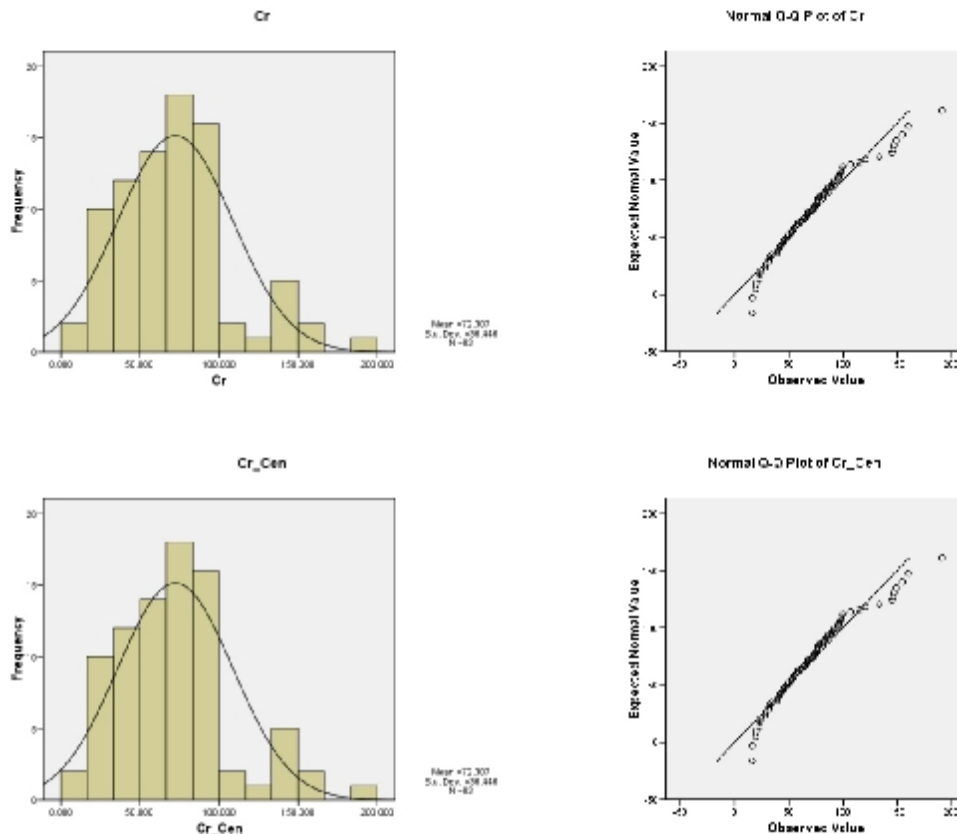
شکل 2-7- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر کبالت در چهار حالت مختلف

5-4-6- کروم

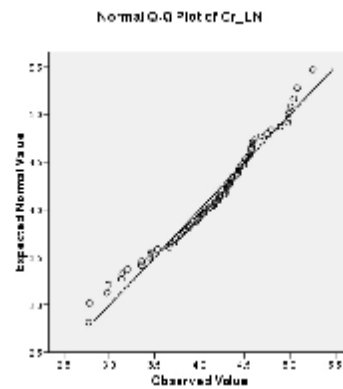
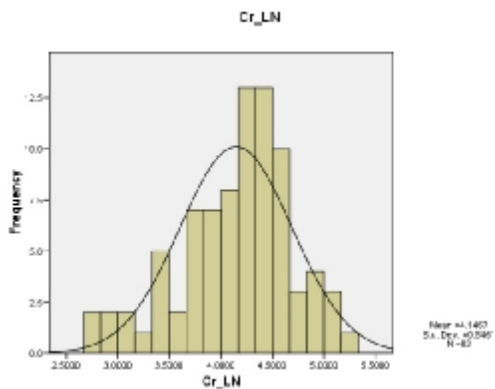
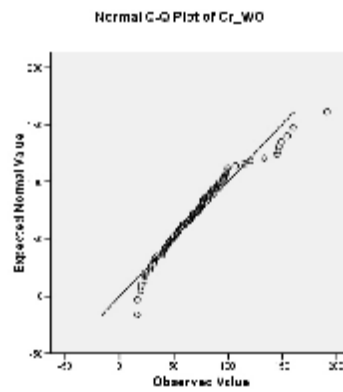
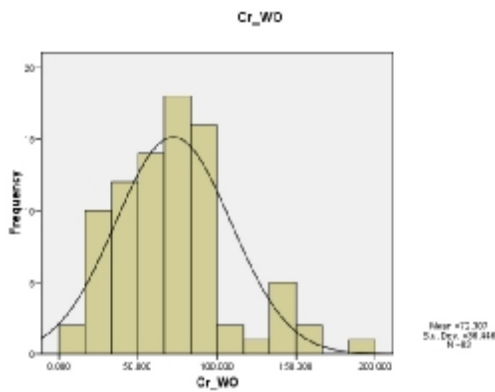
میانگین عنصر کروم برای 83 نمونه آبراهه ای 72/3 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 191 ppm می رسد.

مقدار ضریب تغییرات برای عنصر در حدود 50% می باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر کروم در حالت خام نشان می دهد که این عنصر فاصله بسیار زیادی با توزیع نرمال دارد. البته با یک تبدیل لگاریتمی می توان داده ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد که هیستوگرام داده های عنصر کروم پس از تبدیل لگاریتمی در شکل 2-8 به همراه سه حالت دیگر آمده است و مؤثر بودن تبدیل لگاریتمی را نشان می دهد.



شکل 2-8- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر کروم در چهار حالت مختلف

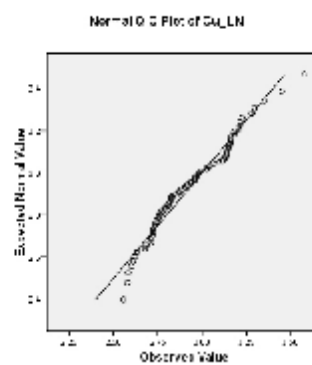
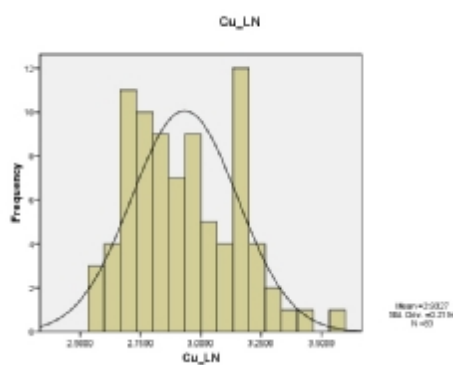
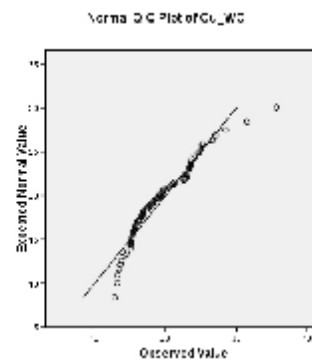
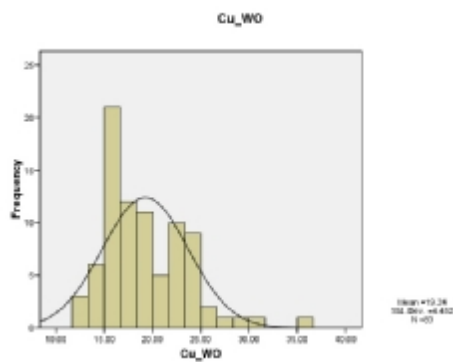
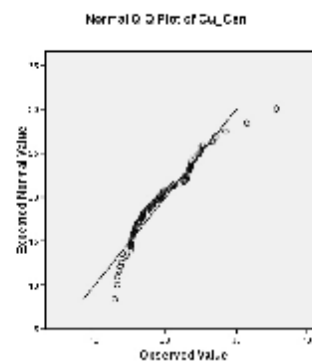
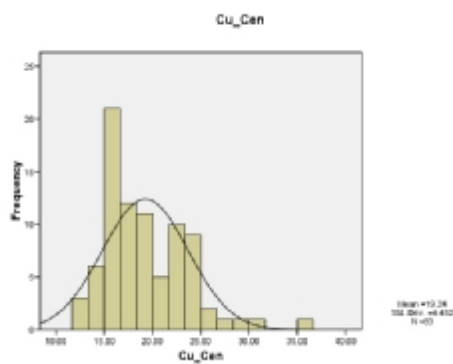
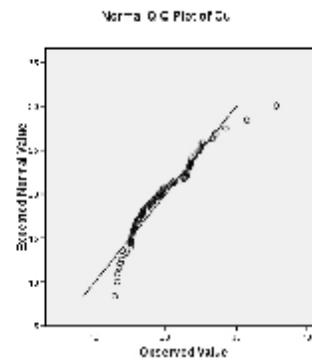
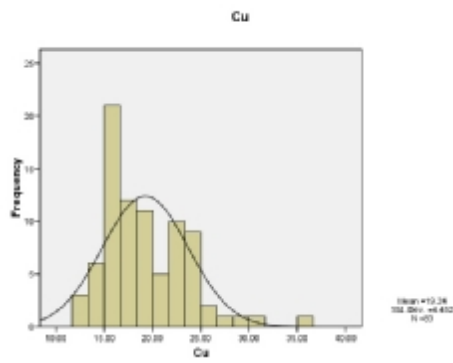


ادامه شکل 2-8- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر کروم در چهار حالت مختلف

مس-7-4-5

عنصر مس با وجود کانی های شاخصی همچون مالاکیت، آزوریت، کوپریت و غیره جزوه عناصر کانساری بسیار مهم به حساب می آید. میانگین عنصر مس برای 83 نمونه آبراهه ای 19/2 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 35/7 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای عنصر چندان قابل توجه نبوده و در حدود 23% می باشد. مقدار این عنصر در منطقه با توجه به پارامترهای آماری بدست آمده در حد کانی سازی قابل توجه نمی باشد.

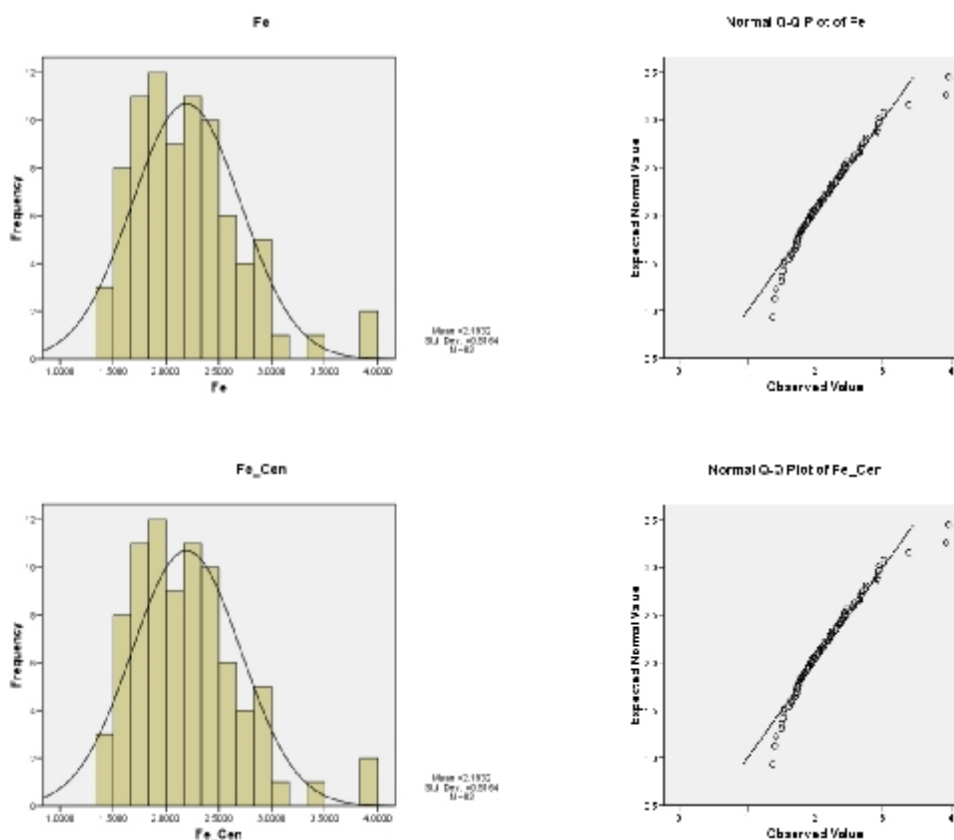
هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر مس در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تا حدودی به توزیع نرمال نزدیک است. البته با یک تبدیل لگاریتمی می توان داده ها را به توزیع نرمال نزدیکتر کرد که هیستوگرام داده های عنصر مس پس از تبدیل لگاریتمی در شکل 2-9 به همراه سه حالت دیگر آمده است و مؤثر بودن تبدیل لگاریتمی را نشان می دهد.



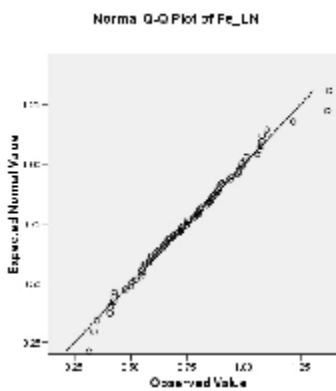
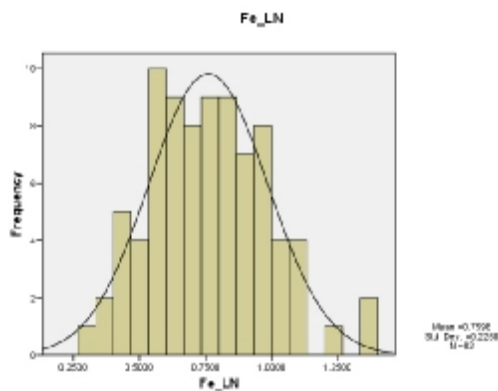
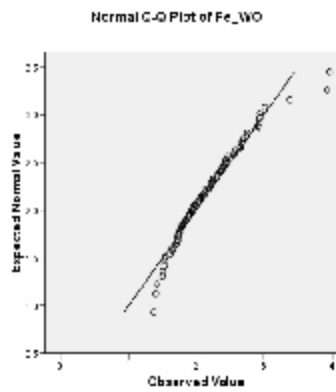
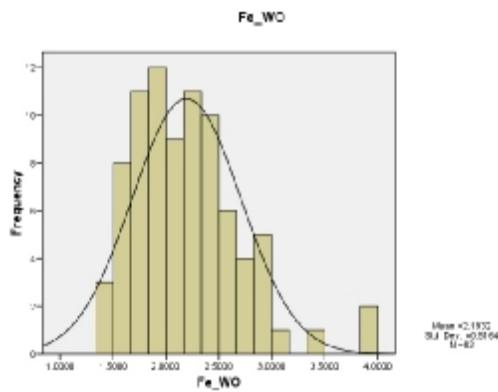
شکل 2-9- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر مس در چهار حالت مختلف

میانگین عنصر آهن برای 83 نمونه آبراهه ای 2/2% می باشد و حداکثر به مقدار 4% می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای عنصر چندان قابل توجه نبوده و در حدود 24% می باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آهن در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تا حدود زیادی به توزیع نرمال نزدیک است. البته با یک تبدیل لگاریتمی می توان داده ها را به توزیع نرمال نزدیکتر کرد که هیستوگرام داده های عنصر آهن پس از تبدیل لگاریتمی در شکل 2-10 به همراه سه حالت دیگر آمده است و مؤثر بودن تبدیل لگاریتمی را نشان می دهد.



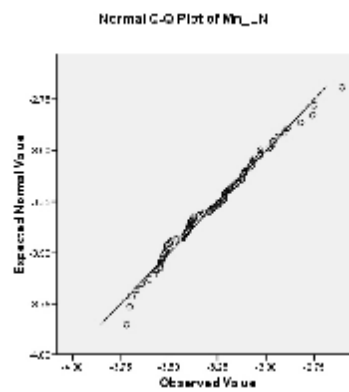
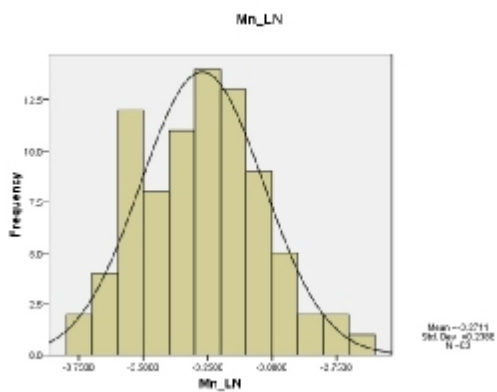
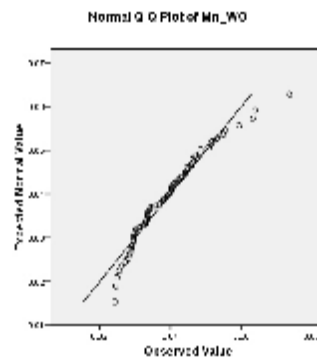
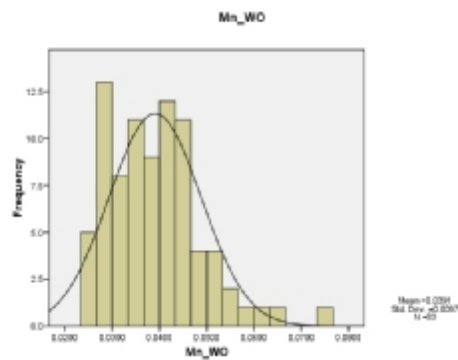
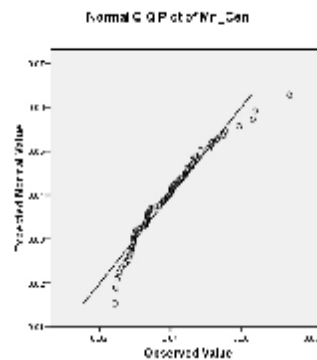
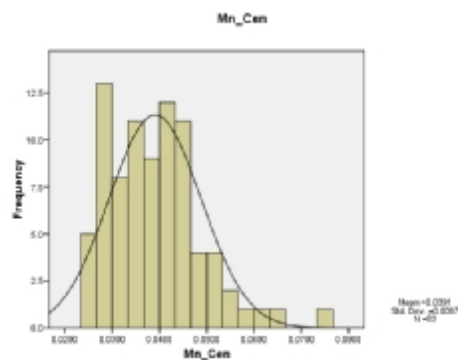
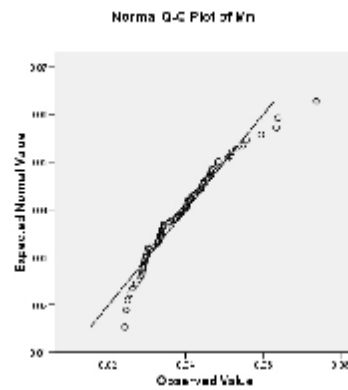
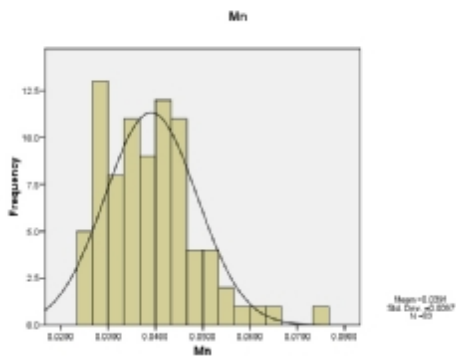
شکل 2-10- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آهن در چهار حالت مختلف



ادامه شکل 2-10- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آهن در چهار حالت مختلف

5-4-9- منگنز

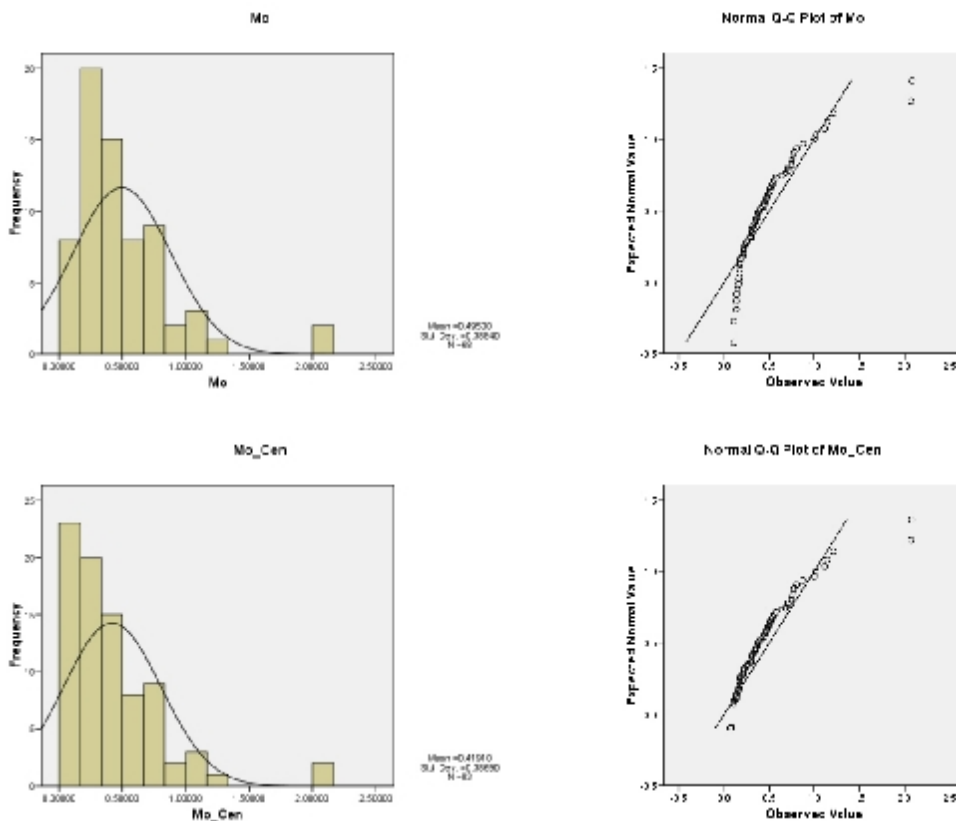
میانگین عنصر منگنز برای 83 نمونه آبراهه ای 0/039% می باشد و حداکثر به مقدار 0/074% می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای عنصر چندان قابل توجه نبوده و در حدود 25% می باشد. هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر منگنز در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تا حدود زیادی به توزیع نرمال نزدیک است. البته با یک تبدیل لگاریتمی می توان داده ها را به توزیع نرمال نزدیکتر کرد. هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی داده های عنصر منگنز در شکل 2-11 در چهار حالت مختلف آمده است.



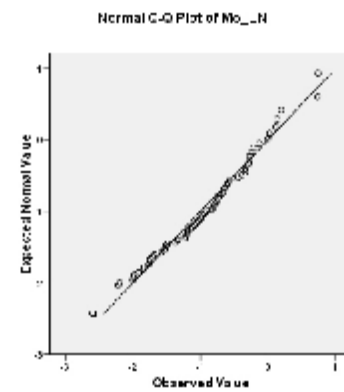
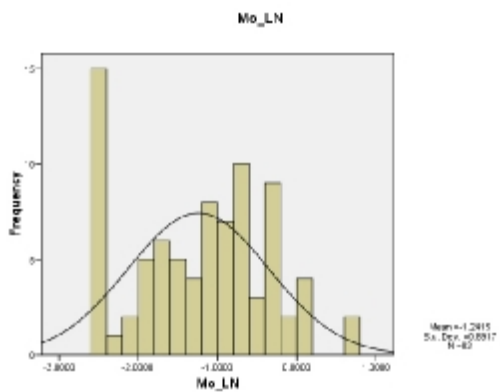
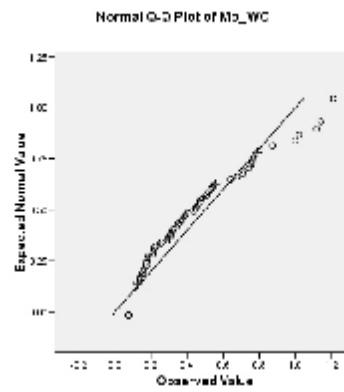
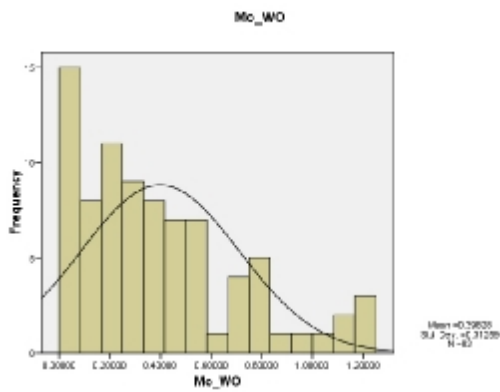
شکل 2-11- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر منگنز در چهار حالت مختلف

میانگین عنصر مولیبدن برای 68 نمونه آبراهه ای 0/5 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 2/1 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای این عنصر قابل توجه بوده و در حدود 78% می باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر مولیبدن در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تا حدود زیادی از تابع توزیع نرمال فاصله دارد. البته با یک تبدیل لگاریتمی می توان داده ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد که شکل 12-2 تاثیر تبدیل لگاریتمی بر روی مقادیر این عنصر نشان می دهد. هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی داده های عنصر مولیبدن در شکل 12-2 در چهار حالت مختلف آمده است.



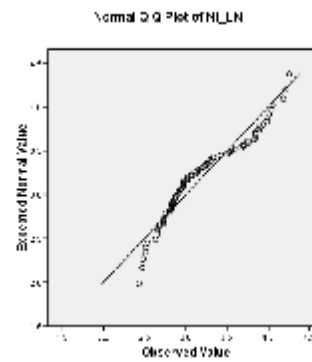
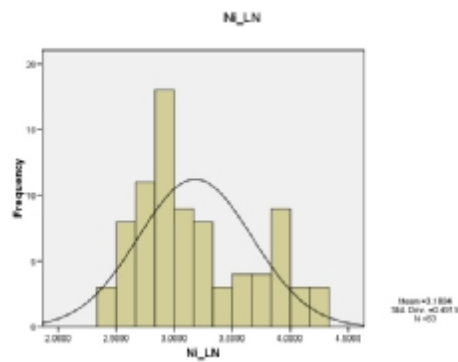
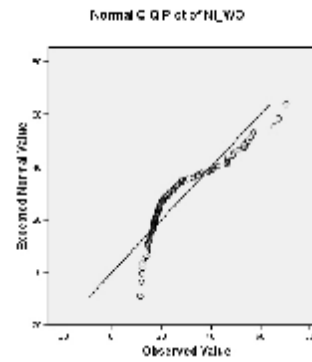
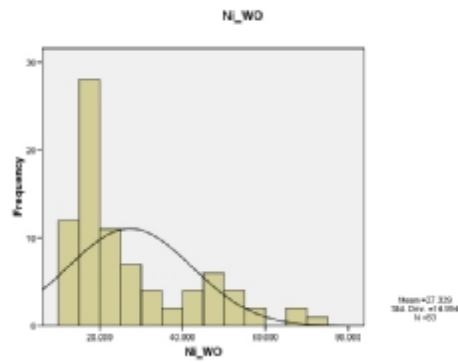
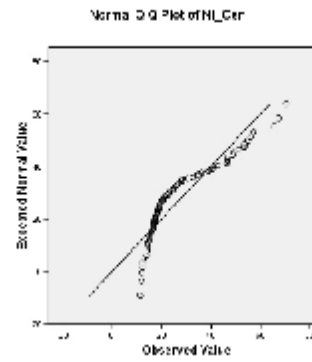
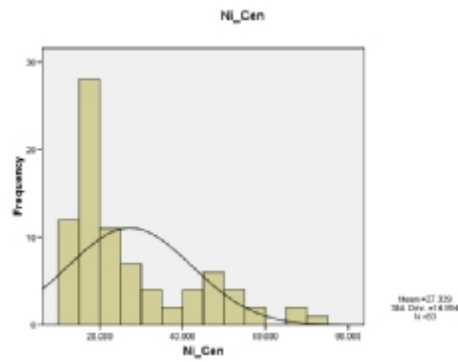
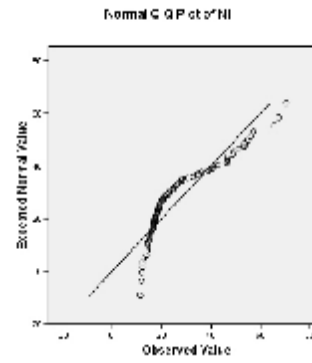
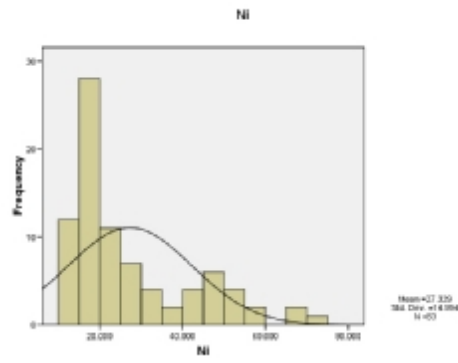
شکل 12-2- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر مولیبدن در چهار حالت مختلف



ادامه شکل 2-12- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر مولیبدن در چهار حالت مختلف

5-4-11- نیکل

میانگین عنصر نیکل برای 83 نمونه آبراهه ای 27/3 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 70/3 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای این عنصر قابل توجه بوده و در حدود 55% می باشد. هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر نیکل در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تا حدود زیادی از تابع توزیع نرمال فاصله دارد. البته با یک تبدیل لگاریتمی می توان داده ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد که شکل 2-13 تاثیر تبدیل لگاریتمی بر روی مقادیر این عنصر نشان می دهد. هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی داده های عنصر نیکل در شکل 2-13 در چهار حالت مختلف آمده است.

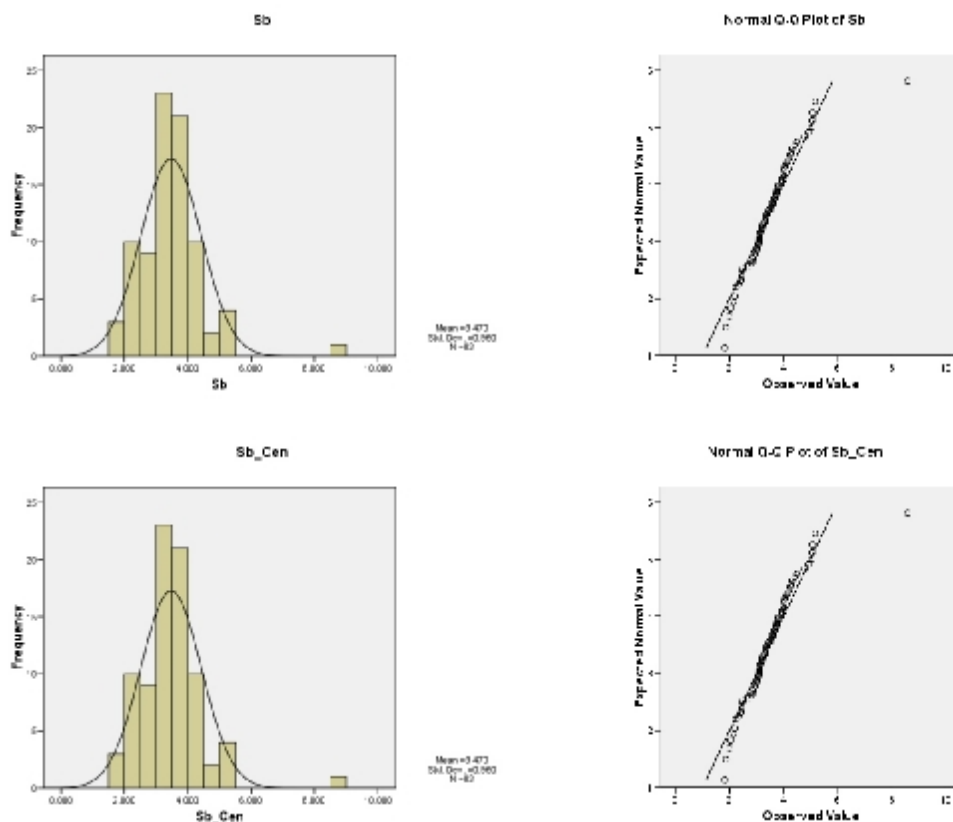


شکل 2-13- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر نیکل در چهار حالت مختلف

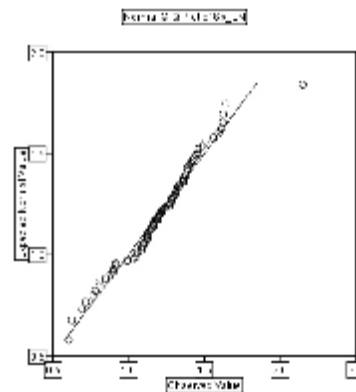
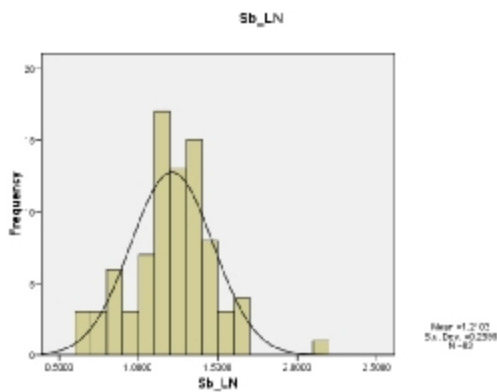
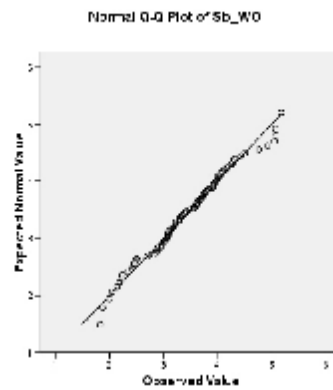
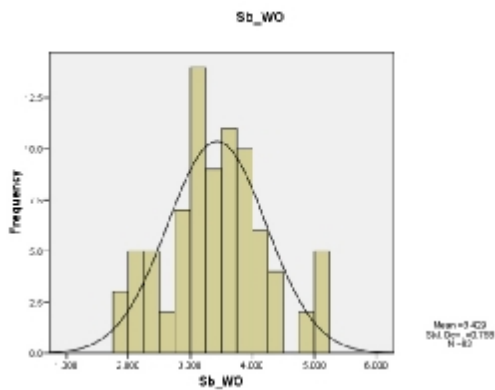
5-4-12- آنتیموان

میانگین عنصر آنتیموان برای 83 نمونه آبراهه ای 3/5 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 8/6 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای این عنصر در حدود 28% می باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آنتیموان در حالت خام نشان می دهد که این عنصر تاحدودی به تابع توزیع نرمال نزدیک است. که با حذف مقادیر خارج از ردیف به توزیع نرمال نزدیک تر خواهد شد. هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی داده های عنصر آنتیموان در شکل 2-14 در چهار حالت مختلف آمده است.



شکل 2-14- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آنتیموان در چهار حالت مختلف

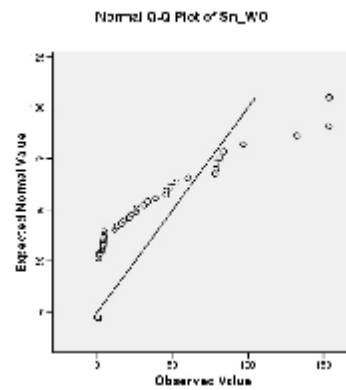
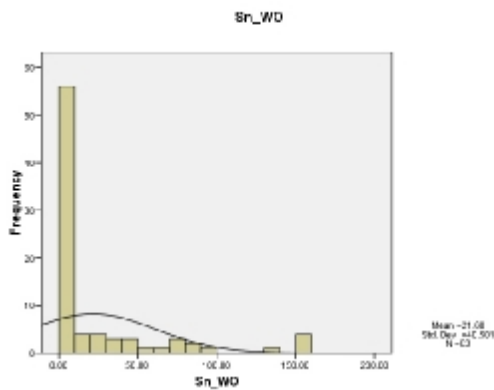
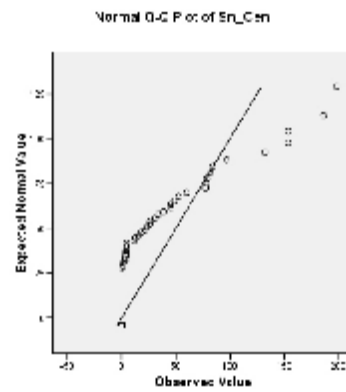
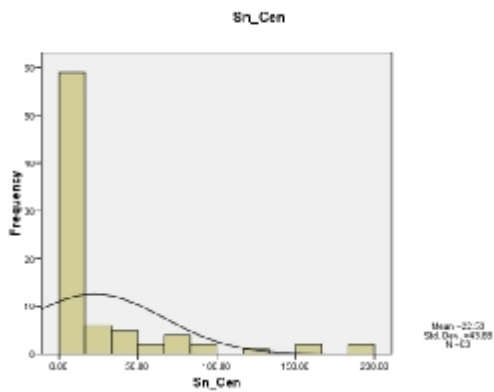
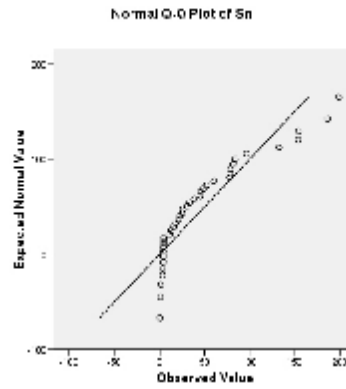
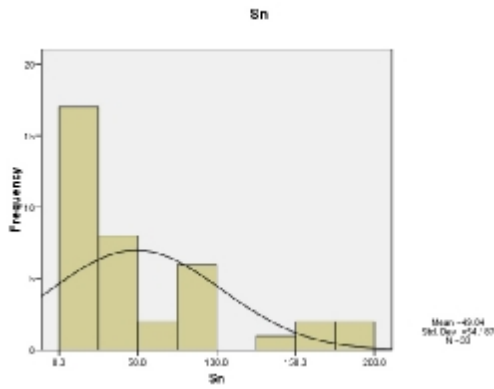


ادامه شکل 2-14- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر آنتیموان در چهار حالت مختلف

13-4-5- قلع

میانگین عنصر قلع برای 38 نمونه آبراهه ای 49 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 198/5 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای این عنصر در حدود 110% می باشد که نشان دهنده توزیع گسترده این عنصر و واریانس قابل توجه آن می باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر قلع در حالت خام نشان می دهد وجود حالت چند جامعه ای با تعداد اعضای کم نرمال سازی داده ها را دچار مشکل می کند. شکل 2-15 تاثیر تبدیل لگاریتمی بر روی مقادیر این عنصر نشان می دهد.



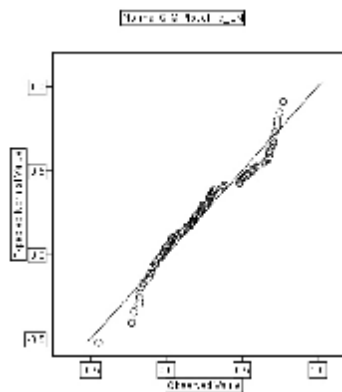
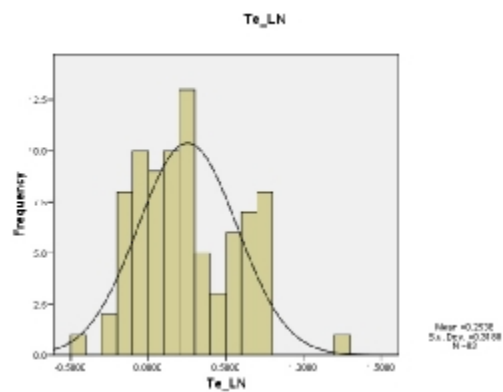
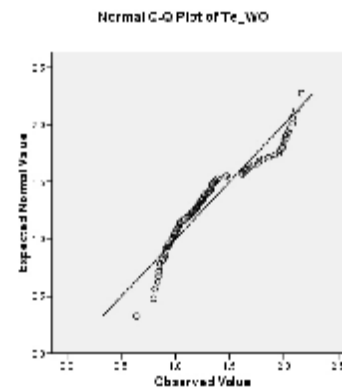
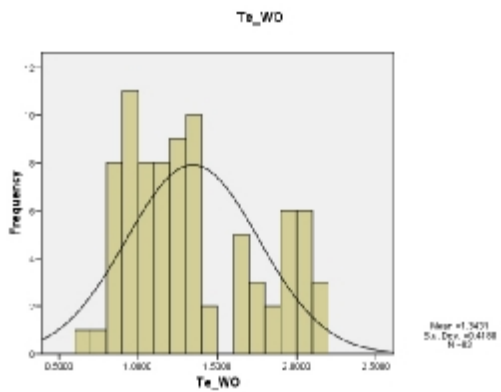
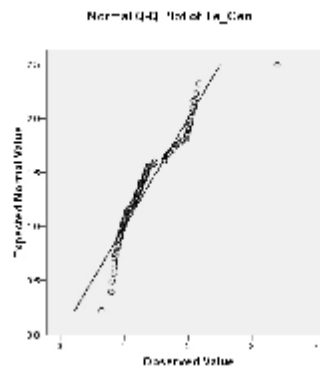
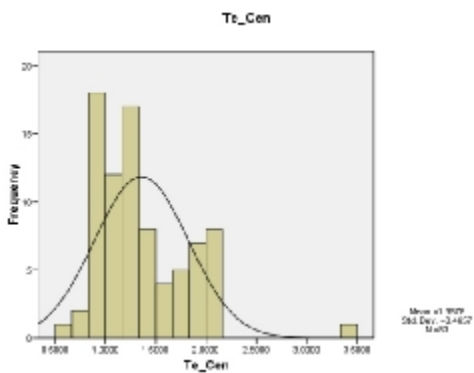
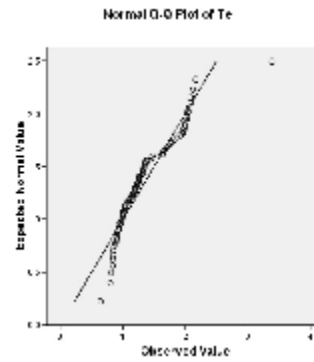
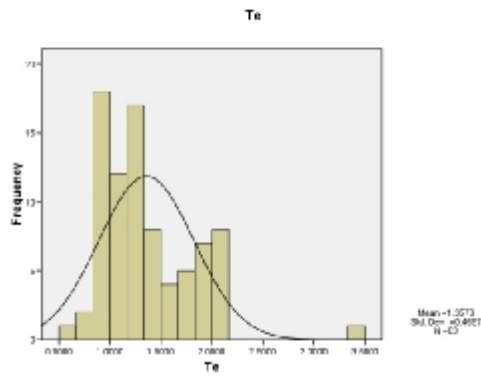
شکل 2-15- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر قلع در سه حالت مختلف

5-4-14- تلور

میانگین عنصر تلور برای 83 نمونه آبراهه ای 1/4 ppm می باشد و حداکثر به مقدار 3/4 ppm می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای این عنصر در حدود 34% می باشد.

شکل 2-16 هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی داده های عنصر تلور در شکل 2-16 در چهار حالت مختلف آمده

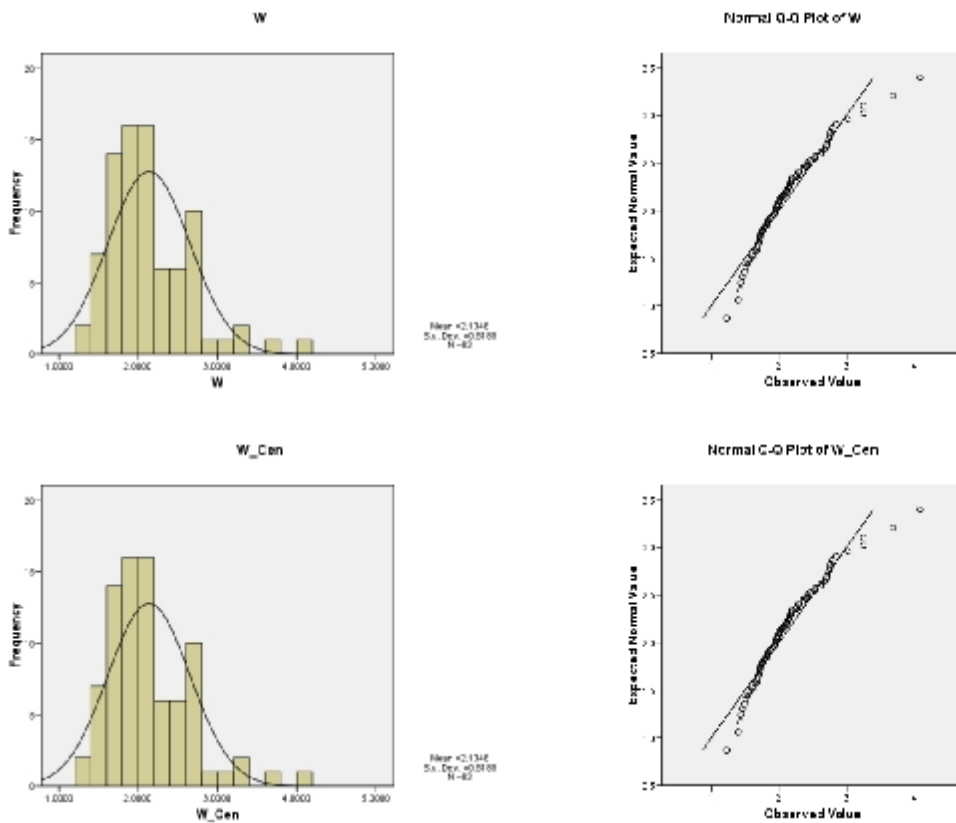
است.



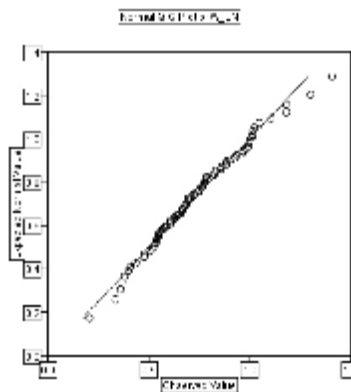
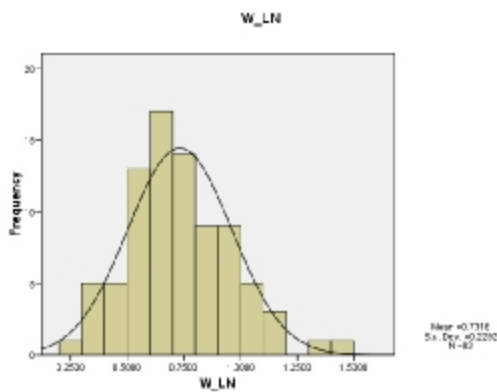
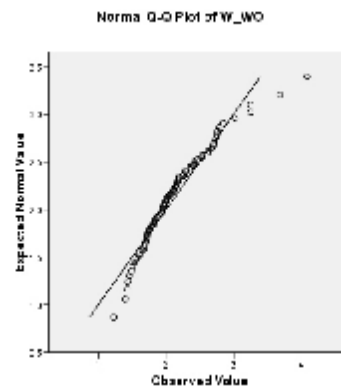
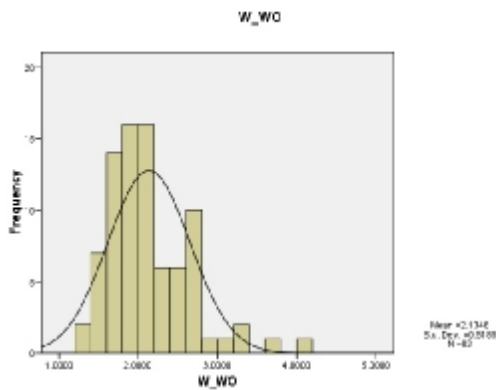
شکل 2-16- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر تلور در چهار حالت مختلف

میانگین عنصر تنگستن برای 83 نمونه آبراهه ای ppm 2/1 می باشد و حداکثر به مقدار ppm 4/1 می رسد. مقدار ضریب تغییرات برای این عنصر در حدود 24% می باشد.

هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر تنگستن در حالت خام نشان می دهد که این عنصر با تابع توزیع نرمال فاصله بسیار زیادی دارد که به علت وجود یک نمونه خارج از ردیف در بین داده ها می باشد و با جایگزینی آن توزیع داده ها به حالت نرمال نزدیک می شود. شکل 2-17 تاثیر جایگزینی مقادیر خارج از ردیف بر روی هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی را نشان می دهد.



شکل 2-17- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر تنگستن در چهار حالت مختلف



ادامه شکل 2-17- هیستوگرام و تابع توزیع تجمعی عنصر تنگستن در چهار حالت مختلف

6- آمار چند متغیره

روش‌های چند متغیره امکان آنالیز آماری همزمان چندین متغیر را فراهم می‌کنند. مسائل مربوط به یک، دو و یا سه متغیر را می‌توان به طور ذهنی تصور کرد و یا به طور گرافیکی نمایش داد ولی گاهی در مسائل اکتشافی با یک فضای 10، 20 و یا 50 متغیره روبرو هستیم که بررسی روابط بین آن‌ها را بسیار دشوار می‌سازد. در این‌گونه موارد لازم است با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به کاهش تعداد بعدها در فضای مورد بررسی پرداخت، به طوری که نتایج این ابعاد جدید (متغیرهای جدید) با تعدادی به مراتب کمتر از حالت قبل، بتواند بخش اعظم تغییرپذیری داده‌ها را تشریح کنند. به عنوان مثال در ژئوشیمی اکتشافی می‌توان تغییرپذیری همزمان چندین عنصر را برای کشف دقیق‌تر آنومالی‌های احتمالی آن‌ها مورد بررسی قرار داد. نکته‌ای که در آمار چند متغیره باید به آن توجه شود، تعداد نمونه‌ها در جوامع تحت بررسی است. معمولاً

روش‌های چند متغیره نیازمند تعداد زیادی نمونه است. اعتبار این تحلیل‌ها تا حدودی تابع بزرگی جامعه نمونه تحت بررسی است.

6-1- محاسبه ضرایب همبستگی عناصر

برای داشتن درکی صحیح از چگونگی توزیع عناصر مختلف در یک ناحیه نیازمند در اختیار داشتن پارامترهایی هستیم تا بتواند نوع و ارتباط آن‌ها را تشریح کند. با تفسیر پارامترهای این چنینی، امکان یافت ارتباط ژنتیکی میان عناصر فراهم خواهد آمد. در این میان پارامترهای ضریب همبستگی به دلیل عدم وابستگی به واحد اندازه‌گیری بهترین گزینه محسوب می‌گردد. در محاسبه‌ی همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد، تا توزیع آن‌ها حالت نرمال به خود گیرد؛ البته در این گونه موارد تعبیر و تفسیر همبستگی متغیرها باید با دقت همراه باشد. بالاخره درحالی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روش‌های ناپارامتری که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند استفاده نمود. جدول 2-8 نتایج همبستگی ناپارامتری اسپیرمن را نشان می‌دهد.

اگر همبستگی بین دو متغیر، در سطح معینی از معنی‌داری، بی‌اهمیت باشد، دلالت بر آن دارد که همبستگی محاسبه شده ممکن است ناشی از عوامل تصادفی باشد؛ بنابراین در جاول ارائه شده سطح اعتماد (Sig.) برای هر مقدار همبستگی آمده است و در حالتی ضریب همبستگی معتبر خواهد بود که این مقدار کمتر از 0/1 باشد. رتبه‌بندی شدت همبستگی دو متغیره و رده‌بندی آن‌ها اکثراً به طور دلخواه صورت می‌گیرد، در این پروژه برای تفسیر توصیفی، از رده‌بندی زیر استفاده گردید :

الف) $r < 0.2$ همبستگی بسیار ضعیف

ب) $0.2 < r < 0.5$ همبستگی متوسط

ج) $0.5 < r < 0.75$ همبستگی قوی (رنگ زرد)

د) $r > 0.75$ همبستگی بسیار قوی (رنگ قرمز)

با در نظر گرفتن این نکات پردازش ضرایب همبستگی نتایج زیر می‌باشد:

عنصر Co با عناصر Cd(0/88), Cs(0/88), Cu(0/94), Fe(0/91), Mn (0/95) همبستگی بسیار قوی

دارد.

عنصر Cu با عناصر Cd(0/81)، Co(0/94)، Fe(0/81)، Mn (0/86)، Zn(0/78)، همبستگی بسیار قوی

دارد.

دیگر ضرایب همبستگی در جدول 8-2 قابل مشاهده است.

جدول 2-8- ضریب همبستگی اسپرمن

Spearman's rho	Ag	Al	As	Au	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Hf	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr		
Ag	1.00	-0.26	-0.05	0.17	0.05	0.23	0.20	0.03	-0.19	0.12	-0.22	-0.19	-0.20	-0.17	-0.18	-0.05	-0.27	0.05	-0.08	-0.23	-0.19	0.36	-0.25	-0.03	-0.29	-0.08	0.17	-0.02	0.40	0.01	-0.09	0.17	-0.20	0.20	-0.27	-0.25	-0.11	-0.07	-0.24	0.21	0.22	-0.15	-0.18	-0.04	
Al	0.02	1.00	0.01	-0.02	0.03	0.11	-0.08	0.03	0.46	0.15	0.61	0.49	0.48	0.66	0.37	0.29	0.16	0.15	0.57	0.86	0.63	-0.43	0.31	0.00	0.84	0.74	0.00	-0.12	-0.14	0.00	0.29	-0.17	0.57	0.10	0.58	0.50	0.13	0.35	0.56	-0.10	0.05	0.24	0.47	0.61	
As	-0.05	0.01	1.00	0.27	-0.09	0.23	0.39	0.11	0.45	0.37	0.58	0.06	0.52	0.54	0.69	0.56	-0.19	0.39	0.18	0.04	0.46	0.24	-0.26	0.50	0.14	0.09	0.44	0.15	0.04	0.45	0.19	-0.31	0.08	0.16	0.55	0.52	0.16	0.30	0.65	0.53	0.47	0.55	0.52	0.25	
Au	0.17	-0.02	0.27	1.00	-0.04	0.16	0.19	0.23	0.06	0.26	0.12	-0.01	0.03	0.17	0.20	0.16	-0.04	0.23	0.13	-0.06	0.11	0.07	-0.34	0.18	-0.07	0.01	0.33	0.17	0.30	0.22	0.22	0.06	0.10	0.10	0.08	0.04	-0.12	0.21	0.14	0.23	0.29	0.19	0.17	0.15	
Ba	0.05	0.03	-0.09	-0.04	1.00	-0.13	-0.15	-0.38	-0.07	-0.13	-0.08	-0.04	-0.15	-0.03	-0.04	-0.02	0.30	-0.15	-0.23	-0.20	-0.19	0.13	0.38	-0.03	-0.08	-0.31	0.01	0.11	-0.18	-0.07	-0.40	0.01	-0.21	-0.12	-0.14	-0.11	0.22	-0.43	-0.10	-0.20	-0.18	-0.19	-0.19		
Be	0.23	0.11	0.23	0.16	-0.13	1.00	0.49	-0.06	0.42	0.71	0.29	-0.13	0.43	0.21	0.38	0.23	0.09	0.69	0.54	0.10	0.45	0.24	-0.29	0.73	0.00	0.34	0.67	0.47	0.17	0.13	0.00	0.16	0.10	0.34	0.40	0.42	-0.03	0.10	0.28	0.67	0.69	0.50	0.47	0.31	
Bi	0.20	-0.08	0.39	0.19	-0.15	0.49	1.00	0.09	0.21	0.57	0.32	0.04	0.37	0.24	0.42	0.26	-0.15	0.54	0.13	-0.07	0.32	0.29	-0.30	0.49	-0.09	0.11	0.54	0.20	0.17	0.35	0.06	-0.04	0.00	0.40	0.31	0.35	0.03	0.16	0.32	0.60	0.56	0.40	0.39	0.23	
Ca	0.03	0.03	0.11	0.23	-0.38	-0.06	0.09	1.00	0.20	0.25	0.23	0.36	0.16	0.24	0.13	0.15	-0.54	0.26	0.07	0.27	0.20	0.13	-0.52	-0.20	0.30	-0.08	-0.37	0.33	0.34	0.93	0.20	0.47	0.10	0.19	0.07	0.07	0.85	0.20	0.06	0.27	0.29	0.13	0.31		
Cd	-0.19	0.46	0.45	0.06	-0.07	0.42	0.21	0.20	1.00	0.39	0.56	0.35	0.77	0.81	0.81	0.69	0.11	0.47	0.50	0.54	0.65	0.07	0.00	0.54	0.58	0.57	0.33	0.01	-0.16	0.43	0.41	-0.27	0.41	0.26	0.90	0.60	0.21	0.52	0.83	0.29	0.42	0.73	0.73	0.43	
Ce	0.12	0.15	0.37	0.26	-0.13	0.71	0.57	0.25	0.39	1.00	0.51	0.15	0.61	0.41	0.57	0.39	-0.22	0.96	0.42	0.19	0.60	0.19	-0.50	0.65	0.14	0.41	0.68	0.21	0.29	0.47	0.26	0.31	0.23	0.36	0.57	0.56	-0.01	0.37	0.51	0.73	0.90	0.67	0.53	0.47	
Co	-0.22	0.61	0.58	0.12	-0.08	0.29	0.32	0.23	0.88	0.51	1.00	0.48	0.86	0.94	0.94	0.74	-0.04	0.54	0.54	0.67	0.95	-0.05	-0.03	0.47	0.74	0.68	0.40	-0.10	-0.09	0.53	0.47	-0.19	0.50	0.23	0.96	0.89	0.27	0.60	0.96	0.39	0.46	0.71	0.85	0.54	
Cr	-0.19	0.49	0.06	-0.01	-0.04	-0.13	0.04	0.36	0.35	0.48	1.00	0.36	0.44	0.33	0.48	-0.12	0.15	0.13	0.54	0.42	-0.10	0.05	-0.15	0.55	0.38	-0.03	-0.31	-0.11	0.54	0.47	0.20	0.38	0.15	0.42	0.36	0.23	0.47	0.41	-0.13	0.06	0.25	0.27	0.42		
Cs	-0.20	0.48	0.52	0.03	-0.15	0.43	0.37	0.16	0.77	0.61	0.86	0.36	1.00	0.74	0.81	0.64	-0.01	0.64	0.57	0.55	0.92	-0.07	-0.01	0.63	0.57	0.65	0.48	0.03	-0.13	0.51	0.34	-0.09	0.34	0.22	0.91	0.96	0.20	0.46	0.90	0.50	0.54	0.73	0.83	0.47	
Cu	-0.17	0.66	0.54	0.17	-0.03	0.21	0.24	0.24	0.81	0.41	0.94	0.44	0.74	1.00	0.81	0.67	-0.07	0.44	0.53	0.70	0.86	-0.04	-0.05	0.33	0.78	0.67	0.32	-0.16	0.01	0.44	0.49	-0.24	0.56	0.23	0.89	0.75	0.23	0.61	0.90	0.31	0.36	0.60	0.78	0.53	
Fe	-0.18	0.37	0.69	0.20	-0.04	0.38	0.42	0.13	0.81	0.57	0.91	0.33	0.82	0.81	1.00	0.77	0.01	0.61	0.46	0.37	0.86	0.10	-0.13	0.68	0.44	0.43	0.61	0.10	-0.11	0.61	0.31	-0.05	0.28	0.25	0.92	0.90	0.23	0.44	0.92	0.54	0.57	0.81	0.83	0.40	
Hf	-0.05	0.29	0.56	0.16	-0.02	0.23	0.26	0.15	0.69	0.39	0.74	0.48	0.64	0.67	0.77	1.00	0.03	0.45	0.32	0.30	0.67	0.23	-0.05	0.43	0.37	0.30	0.41	0.00	-0.17	0.54	0.30	-0.13	0.22	0.23	0.72	0.68	0.23	0.38	0.71	0.31	0.42	0.65	0.61	0.27	
K	-0.27	0.16	-0.19	-0.04	0.30	0.09	-0.15	-0.54	0.11	-0.22	-0.04	-0.12	-0.01	-0.07	0.01	0.03	1.00	-0.23	0.12	-0.08	0.00	-0.19	0.48	0.18	-0.05	-0.14	0.11	0.59	-0.36	-0.28	-0.43	-0.05	-0.18	-0.28	-0.02	0.08	0.03	-0.45	-0.08	-0.09	-0.24	-0.12	0.09	-0.23	
La	0.05	0.15	0.39	0.23	-0.15	0.69	0.54	0.26	0.47	0.96	0.54	0.15	0.64	0.44	0.61	0.45	-0.23	1.00	0.38	0.19	0.62	0.20	-0.45	0.69	0.16	0.40	0.65	0.18	0.24	0.49	0.28	0.18	0.23	0.38	0.62	0.60	-0.01	0.38	0.55	0.69	0.89	0.77	0.53	0.44	
Li	-0.08	0.57	0.18	0.13	-0.23	0.54	0.13	0.07	0.50	0.42	0.54	0.13	0.57	0.53	0.46	0.32	0.12	0.38	1.00	0.63	0.69	-0.11	-0.08	0.39	0.51	0.71	0.27	0.27	0.12	0.01	0.28	0.07	0.53	0.18	0.61	0.57	0.10	0.38	0.52	0.36	0.41	0.46	0.64	0.59	
Mg	-0.23	0.68	0.04	-0.06	-0.20	0.10	-0.07	0.27	0.54	0.19	0.67	0.54	0.55	0.70	0.37	0.30	-0.08	0.19	0.63	1.00	0.70	-0.34	0.11	-0.04	0.95	0.89	-0.12	-0.35	-0.04	0.09	0.53	-0.11	0.70	0.15	0.65	0.53	0.18	0.60	0.62	-0.03	0.05	0.27	0.53	0.59	
Mn	-0.19	0.63	0.46	0.11	-0.19	0.45	0.32	0.20	0.95	0.60	0.95	0.42	0.92	0.86	0.86	0.67	0.00	0.62	0.69	0.70	1.00	-0.13	-0.03	0.55	0.71	0.77	0.45	0.01	-0.08	0.45	0.43	-0.10	0.50	0.25	0.96	0.92	0.22	0.57	0.91	0.46	0.54	0.73	0.98	0.59	
Mo	0.00	-0.43	0.24	0.07	0.13	0.24	0.29	0.13	0.07	0.19	-0.05	-0.10	-0.07	-0.10	0.10	0.23	-0.19	0.20	-0.11	-0.34	-0.13	1.00	-0.34	0.22	-0.38	-0.27	0.31	0.04	0.34	-0.02	-0.12	-0.15	0.32	-0.05	-0.09	0.04	-0.04	-0.05	0.36	0.34	0.21	-0.01	-0.29		
Na	-0.25	0.31	-0.26	0.38	-0.22	0.30	0.52	0.00	-0.50	-0.03	0.05	-0.01	-0.05	-0.13	-0.05	0.48	-0.45	-0.08	0.11	-0.03	-0.34	1.00	-0.17	0.21	0.04	-0.30	0.03	-0.45	-0.28	-0.42	-0.09	-0.27	-0.06	0.03	0.12	-0.44	0.07	-0.50	-0.50	-0.31	-0.09	0.19			
Nb	-0.03	0.00	0.50	0.18	-0.03	0.73	0.49	-0.20	0.54	0.65	0.47	-0.15	0.63	0.68	0.43	0.18	0.69	0.39	-0.04	0.55	0.22	-0.17	1.00	-0.03	0.18	0.69	0.48	0.01	0.27	-0.12	-0.12	-0.01	0.26	0.59	0.67	0.02	0.01	0.49	0.67	0.64	0.69	0.57	0.16		
Ni	-0.29	0.84	0.14	-0.07	-0.08	0.00	-0.09	0.20	0.58	0.14	0.74	0.55	0.57	0.78	0.44	0.37	-0.05	0.16	0.51	0.95	0.71	0.77	-0.38	0.21	-0.03	1.00	0.61	-0.10	-0.39	-0.13	0.15	0.47	-0.23	0.64	0.13	0.69	0.57	0.23	0.56	0.69	0.07	0.01	0.27	0.54	0.56
P	-0.08	0.74	0.09	0.01	-0.31	0.34	0.11	0.30	0.57	0.41	0.68	0.38	0.65	0.67	0.43	0.30	-0.14	0.40	0.71	0.89	0.77	-0.27	-0.04	0.18	0.81	1.00	0.09	-0.21	0.08	0.12	0.52	-0.12	0.60	0.22	0.69	0.61	0.09	0.61	0.62	0.18	0.29	0.40	0.61	0.61	
Pb	0.17	0.00	0.44	0.33	0.01	0.67	0.54	-0.08	0.33	0.68	0.40	-0.03	0.48	0.32	0.61	0.41	0.11	0.65	0.27	-0.12	0.45	0.31																							

6-2- آنالیز فاکتوری

آنالیز فاکتوری یک روش کاهش ابعاد داده‌ها می‌باشد. در این روش با پیدا کردن ترکیبات خطی بین متغیرهای اولیه به متغیرهای جدید با تعداد کمتر می‌رسیم که این متغیرها می‌توانند درصد قابل توجهی از تغییرپذیری داده‌های اولیه را توجیه کنند بنابر این با از دست دادن درصد کمی از داده در عوض تعداد متغیرها به صورت قابل توجهی کاهش می‌یابد.

در روش‌های مبتنی بر مقادیر ویژه با استفاده از مقادیر ویژه و بردارهای ویژه جهت‌هایی با حداکثر تغییرپذیری شناسایی می‌شود. سپس با تعریف متغیرهای جدیدی که ترکیب خطی از متغیرهای اولیه است تعداد ابعاد (متغیرها) کاهش یافته و نقش هر یک از متغیرها در تغییرپذیری مشخص می‌گردد. این روش‌ها عمدتاً شامل تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تجزیه و تحلیل فاکتوری می‌باشد. با توجه به این که در صورت انجام صحیح و تفسیر منطقی نتایج تجزیه و تحلیل فاکتوری که غالباً نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی را نیز در خود نهفته دارد، در این پروژه صرفاً از تجزیه و تحلیل فاکتوری استفاده گردید. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل فاکتوری در جدول 2-9 آمده است. در ابتدا آنالیز فاکتوری با استفاده از تمامی عناصر انجام شده است که در نهایت 7 فاکتور با توجیه 85% از کل تغییرپذیری بدست می‌آید ولی از آنجایی که تمامی عناصر از نظر کانی سازی مهم نمی‌باشند و از طرفی حضور برخی از عناصر کم اهمیت باعث مشکل شدن تفسیر نتایج می‌گردند در مرحله بعد آنالیز فاکتوری با استفاده از 36 عنصر انجام شده است که نتایج آن در جدول 2-10 آمده است. در نهایت 6 فاکتور با توجیه 83% تغییرپذیری بدست می‌آید که با توجه به آن نتایج زیر قابل استنتاج است:

- در فاکتور اول عناصر آهن، وانادیم، کبالت، تیتانیوم، مس، آرسنیک، آنتیموان و... حضور دارند که با دو تیپ کانی سازی متفاوت تیتانیوم و مس مرتبط است.
- در فاکتور دوم عناصر اصلی مانند آلومینیوم، منیزیم، فسفر، لیتیم به همراه عناصر نیکل، منگنز و روی حضور دارند.
- در فاکتور سوم نیز عناصر سرب، تنگستن، مولیبدن، بیسموت و... حضور دارند.
- در فاکتورهای چهارم و پنجم نیز عناصر مهمی حضور ندارند.
- در فاکتور ششم نیز عناصر نقره و طلا حضور دارند.

جدول 2-9- نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل فاکتوری با تمامی عناصر

	1	2	3	4	5	6	7
Fe_LN	0.85	0.42	0.23	0.05	-0.02	-0.05	0.04
V_LN	0.79	0.23	0.46	0.20	-0.07	-0.06	0.04
As_LN	0.77	0.25	-0.07	0.08	0.07	0.11	-0.01
Hf_LN	0.77	0.19	0.10	0.12	-0.08	0.12	0.14
Co_LN	0.76	0.23	0.54	0.21	0.00	-0.04	0.09
Th_LN	0.74	0.34	0.52	0.10	0.01	-0.16	0.08
Cd_WO	0.73	0.32	0.34	0.12	0.02	-0.18	0.21
Cu_LN	0.72	0.09	0.58	0.19	0.10	0.08	0.08
Ti_WO	0.71	0.41	0.40	0.02	-0.14	-0.20	0.04
Cs_LN	0.65	0.48	0.38	0.12	-0.15	-0.22	0.01
Yb_LN	0.64	0.58	0.11	0.26	0.03	-0.15	0.01
Sb_WO	0.58	0.32	-0.20	0.45	-0.11	0.15	0.29
Ce	0.22	0.86	0.17	0.31	-0.06	0.06	-0.06
La	0.31	0.84	0.13	0.30	-0.07	-0.03	-0.03
Y	0.31	0.83	0.04	0.32	-0.04	0.15	-0.04
Be_LN	0.13	0.80	0.32	-0.19	0.17	-0.01	0.07
W_LN	0.34	0.77	0.09	-0.06	0.26	0.10	-0.05
Pb_LN	0.43	0.69	-0.03	-0.16	0.04	0.20	0.03
Nb_WO	0.50	0.69	-0.02	-0.37	0.03	-0.14	-0.08
Mo_LN	0.20	0.68	-0.42	0.15	0.25	0.02	0.19
Bi	0.20	0.65	-0.02	-0.03	0.01	0.25	0.06
Mg_LN	0.21	-0.12	0.90	0.26	0.07	-0.11	0.12
Al_LN	0.19	-0.07	0.90	0.09	-0.09	0.02	0.01
P_LN	0.13	0.22	0.87	0.24	0.09	-0.07	0.03
Ni_LN	0.36	-0.28	0.81	0.25	-0.09	-0.06	0.11
Li_WO	0.10	0.31	0.75	-0.02	0.43	-0.02	0.01
Zr	0.14	0.26	0.66	0.34	-0.24	0.27	-0.06
Mn_LN	0.60	0.39	0.65	0.11	-0.01	-0.08	0.06
Zn_LN	0.56	0.44	0.56	-0.06	0.21	-0.06	0.05
Ca_LN	0.03	0.09	0.10	0.94	0.18	0.04	-0.06
Sc_LN	0.18	0.05	0.33	0.88	0.16	0.00	-0.03
U	0.30	0.10	0.41	0.79	0.16	0.01	-0.03
Cr_LN	0.29	-0.06	0.30	0.58	-0.30	0.11	0.38
S_WO	-0.16	0.16	-0.04	0.26	0.73	0.20	-0.11
Sr_WO	0.08	-0.01	0.46	0.51	0.59	-0.15	0.01
Ag_WO	-0.24	0.13	-0.09	0.00	-0.03	0.68	0.12
Au_LN	0.21	0.17	-0.04	0.12	0.30	0.59	-0.34
Tl	0.21	-0.04	0.05	-0.03	-0.10	-0.05	0.79
Te_LN	0.07	0.35	0.26	0.05	0.18	0.40	0.49

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	11.590	35.121	35.121	11.590	35.121	35.121	9.257	28.050	28.050
2	5.745	17.410	52.531	5.745	17.410	52.531	6.513	19.736	47.787
3	3.739	11.330	63.861	3.739	11.330	63.861	3.432	10.400	58.187
4	2.411	7.305	71.166	2.411	7.305	71.166	2.634	7.982	66.169
5	1.963	5.948	77.113	1.963	5.948	77.113	2.555	7.741	73.911
6	1.487	4.507	81.621	1.487	4.507	81.621	2.266	6.866	80.777
7	1.254	3.800	85.421	1.254	3.800	85.421	1.533	4.644	85.421

جدول 2-10- نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل فاکتوری با استفاده از 36 عنصر

	1	2	3	4	5	6
Fe_LN	0.84	0.23	0.43	0.05	-0.01	-0.06
Hf_LN	0.79	0.10	0.20	0.12	-0.09	0.13
V_LN	0.78	0.46	0.24	0.21	-0.05	-0.08
Co_LN	0.77	0.54	0.24	0.22	-0.01	-0.06
As_LN	0.76	-0.08	0.27	0.08	0.11	0.05
Cd_WO	0.75	0.33	0.32	0.14	-0.03	-0.22
Th_LN	0.73	0.52	0.35	0.11	-0.01	-0.19
Cu_LN	0.72	0.58	0.09	0.20	0.11	0.05
Ti_WO	0.70	0.40	0.42	0.02	-0.14	-0.21
Cs_LN	0.64	0.38	0.49	0.12	-0.14	-0.22
Sb_WO	0.60	-0.20	0.33	0.47	-0.15	0.16
Al_LN	0.20	0.90	-0.08	0.09	-0.09	0.02
Mg_LN	0.23	0.89	-0.13	0.28	0.04	-0.12
P_LN	0.13	0.87	0.21	0.24	0.07	-0.09
Ni_LN	0.38	0.80	-0.28	0.27	-0.11	-0.07
Li_WO	0.10	0.76	0.30	-0.02	0.40	-0.04
Zr	0.13	0.66	0.26	0.34	-0.18	0.24
Mn_LN	0.60	0.65	0.39	0.11	-0.02	-0.09
Zn_LN	0.55	0.57	0.44	-0.06	0.19	-0.07
Ce	0.19	0.17	0.86	0.31	-0.02	0.04
Y	0.28	0.05	0.84	0.31	0.00	0.14
La	0.29	0.14	0.84	0.30	-0.05	-0.05
Be_LN	0.12	0.33	0.80	-0.19	0.14	-0.02
W_LN	0.33	0.10	0.79	-0.06	0.27	0.08
Pb_LN	0.42	-0.02	0.71	-0.16	0.05	0.20
Nb_WO	0.47	-0.01	0.69	-0.38	0.04	-0.15
Mo_LN	0.21	-0.40	0.68	0.16	0.19	0.03
Bi	0.19	-0.02	0.66	-0.01	0.01	0.21
Ca_LN	0.02	0.10	0.09	0.93	0.20	0.02
Sc_LN	0.17	0.33	0.05	0.87	0.18	-0.02
U	0.29	0.40	0.10	0.79	0.18	-0.02
Cr_LN	0.33	0.30	-0.07	0.60	-0.37	0.16
S_WO	-0.17	-0.03	0.16	0.26	0.74	0.15
Sr_WO	0.07	0.46	-0.01	0.51	0.57	-0.18
Ag_WO	-0.22	-0.07	0.13	0.01	-0.05	0.70
Au_LN	0.17	-0.02	0.19	0.09	0.44	0.59

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	16.216	45.044	45.044	16.216	45.044	45.044	8.072	22.423	22.423
2	5.764	16.012	61.056	5.764	16.012	61.056	7.314	20.316	42.739
3	3.313	9.204	70.260	3.313	9.204	70.260	7.218	20.051	62.790
4	2.369	6.581	76.840	2.369	6.581	76.840	4.235	11.763	74.553
5	1.289	3.581	80.421	1.289	3.581	80.421	1.806	5.016	79.569
6	1.102	3.060	83.481	1.102	3.060	83.481	1.408	3.911	83.481

فصل سوم

رسم نقشه‌ها و ارزیابی آنومالی‌ها

1- رسم نقشه‌ها

در این پروژه، استخراج نواحی آنومال توسط محاسبه‌ی مقادیر زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی‌های هر عنصر و هم‌چنین فاکتورها در دستور کار قرار گرفت. برای رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی مربوط به رسوبات آبراهه‌ای نمی‌توان از نرم‌افزارهای متداول تخمین استفاده کرد زیرا این نمونه‌ها برخلاف نمونه‌های ژئوشیمیایی مربوط به بخش سنگ یا خاک (که معرفی از اطراف خود هستند) معرفی از حوضه‌ی آبریز است یعنی هر نمونه از حوضه‌ی آبریز آبراهه‌ای که از آن برداشت گردیده تاثیر می‌پذیرد. بدین منظور از نرم‌افزار ArcGIS کمک گرفته شد و در این نرم‌افزار با استفاده از لایه‌های نقشه‌های توپوگرافی 1:50000 حوضه‌ی آبریز هر نمونه رسم گردید. سپس اقدام به رتبه‌بندی این پلیگون‌ها با استفاده از مقادیر مربوط به نمونه‌ی آن‌ها گردید. در این رتبه‌بندی برای ارزش‌دهی به نمونه‌ها از مقادیر خام آن‌ها استفاده گردید اما برای رتبه‌بندی و تعیین پارامترهای این مقادیر خام (پارامترهای میانگین و انحراف معیار) از داده‌های نرمال استفاده گردید که در جدول (2-6) آمده است. بدین ترتیب مقادیر پلی‌گون‌ها با توجه به انحراف معیارها به 5 رده‌ی رنگی زیر تقسیم‌بندی شد:

خاکستری

از حداقل مقدار عنصر تا 50% فراوانی جامعه

سبز	از 50% فراوانی تا 84% فراوانی جامعه
زرد	از 84% فراوانی تا 97/5% فراوانی جامعه
آنومالی احتمالی	از 97/5% فراوانی تا 99% فراوانی جامعه
آنومالی قطعی	بیش از 99% فراوانی جامعه

در نقشه‌های 2 تا 46 پیوست نقشه عناصر مختلف و نقشه چگالی گسل‌ها آمده است.

2- جداسازی مناطق آنومال

برای جداسازی مقادیر آنومالی از مقادیر خام داده‌ها استفاده شده است و مقادیر بالا تر از 99% داده‌ها به عنوان آنومالی قطعی و مقادیر بین 97/5% تا 99% داده‌ها به عنوان آنومالی احتمالی در نظر گرفته شده است و با جدا کردن این مقادیر از بین داده‌های خام عناصر آنومال برای هر نمونه مشخص شده است. این محاسبات برای عناصر Cu, Au, As, Mo, Sb, Te, Ba, Cr, Co, Ni, Mg, Mn, Bi, Cd, Fe, V, Be, Pb, Zn, Tl, Ag انجام شده است و یک جدول خلاصه از عناصر آنومال به همراه مقدار هر عنصر بدست آمده است که در جدول 3-1 مشاهده می‌شود. مقادیر ارائه شده برای هر عنصر در داخل { } به معنای آنومالی قطعی و اعداد داخل () به معنای آنومالی احتمالی است.

با بررسی اجمالی جدول نمونه‌های آنومال می‌توان آنومالی‌ها را به چند کلاس تقسیم کرد که عناصر آنومال مشابهی دارند:

کلاس A: آنومال‌های مرتبط با کانی‌سازی‌های پلی‌متال سرب، روی، مس، مولیبدن، طلا و عناصر ردیاب این کانسارها که 4 نمونه در این کلاس قرار می‌گیرد.

کلاس B: آنومالی‌های مربوط به کانی‌سازی‌های مرتبط با توده‌های مافیک و الترامافیک که شامل عناصر کبالت، کروم، نیکل و ... می‌شود که 2 نمونه آنومال در این کلاس قرار می‌گیرد.

کلاس D: آنومالی تک‌عنصری باریتم که 1 نمونه آنومال در این کلاس قرار می‌گیرد.

کلاس F: آنومالی‌های تنگستن و منگنز که احتمالاً با کانی‌سازی اسکارنی مرتبط است و 1 نمونه آنومال در این کلاس قرار می‌گیرد.

کلاس O: آنومالی تک عنصری کم اهمیت که 12 نمونه آنومال در این کلاس قرار می گیرد.

در نهایت 20 نمونه آنومال وجود دارد که در نقشه 47 آمده است.

جدول 3-1: نمونه‌های آنومال و عناصر آنومال در آنها

Row	Field No.	Code	X_coor	Y_coor	All	Class
3	48	GC16511	285393	3694276	As(30.4), Ba(632.6), Mo(2.08), Sb(5.17),	A
32	82	GC16553	296676.6	3703811	Mg(2.56), Te(3.38), Co(17.55), Cu(35.65), Th(54.27), Zn(77.39),	A
26	57	GC16534	287623.1	3693501	As(28.02), Co(16.86), Cu(31.52), V(97.37),	A
30	83	GC16551	296694.8	3704557	Cd(0.29), Fe(3.96), W(4.09), Be(1.33), Bi(7.1), Pb(41), Th(53.37), V(101.1), Zn(70.47),	A
38	89	GC16559	298990.8	3700590	Cr(191),	B
36	80	GC16557	296020.2	3700644	Cr(160.4),	B
67	37	GC16604	278579.4	3690413	Ba(600.4),	D
11	68	GC16519	290172.9	3700463	Be(1.34), Mn(0.07), Te(2.16), W(3.68),	F
34	84	GC16555	296721.8	3701946	Fe(3.93),	O
40	86	GC16561	296876.5	3698582	Ni(70.3),	O
72	42	GC16609	282133.5	3693798	Ni(67.38),	O
1	63	GC16509	289487.4	3693583	Mg(2.1),	O
4	46	GC16512	284674.8	3696337	Tl(1.3),	O
12	56	GC16520	287587.6	3699311	Ag(1.15),	O
28	90	GC16549	299482.3	3704067	Rb(88.72),	O
44	78	GC16565	294516.5	3695754	Bi(5.67), Rb(88.94),	O
49	33	GC16586	276788.1	3682150	Pb(36.71),	O
57	20	GC16594	273569.8	3677289	Sb(8.57),	O
76	10	GC16613	271726.8	3661769	Au(2.2),	O
80	11	GC16617	272427	3669419	Ag(0.86),	O

با توجه به نقشه آنومالی (نقشه 52) مشاهده می شود که:

- آنومالی کلاس A که مرتبط با کانی سازی های احتمالی پلی متال می باشد در دو ناحیه به صورت مجتمع قرار

گرفته است و مرتبط با سنگ های آهکی می باشد. کنترل صحرائی دقیق این آنومالی ها می تواند ارتباط بین

آنومالی های ژئوشیمیایی و شرایط زمین شناسی را مشخص کند.

- آنومالی کلاس B که مربوط به عنصر کروم است بیشتر در داخل آنومالی شمالی کلاس A قرار گرفته است.

- آنومالی کلاس D که آنومالی عنصر باریم است به نظر می رسد با سنگ های ولکانیک در ارتباط باشد.

- آنومالی کلاس F که آنومالی تنگستن و منگنز محسوب می شود در نزدیکی آنومالی کلاس A می باشد و ممکن

است ارتباط نزدیکی با این آنومالی داشته باشد.

در نهایت عملیات کنترل آنومالی شامل کنترل قسمتی از منطقه در غرب و جنوب غرب روستاهای طاهرآباد و

کلاته کبود خواهد بود.

فصل چهارم

کنترل آنومالی

آخرین مرحله از عملیات‌های اکتشافی در ورقه‌های 1:100000، کنترل آنومالی و یا همان بررسی صحرایی آنومالی‌های بدست آمده از مرحله قبل می‌باشد. در این مرحله اقدام به بررسی‌های صحرایی در روی حوضه‌های آبریز نمونه‌های آنومال مرحله قبل می‌شود. در واقع این مرحله برای تکمیل اطلاعات در مورد آنومالی‌های بدست آمده و اطمینان از حقیقی بودن این آنومالی‌ها اجرا می‌شود.

در این مرحله معمولاً اقدام به برداشت نمونه‌های لیتولوژیکی، کانی‌سنگین، در صورت لزوم نمونه‌های ژئوشیمیایی می‌گردد.

در مرحله‌ی کنترل آنومالی ورقه 1:100000 کلاته کبود در مجموع 5 نمونه‌ی کانی‌سنگین، برداشت شد. آنومالی‌های نقشه 1:100000 برگه کلاته کبود در قسمت شرق این منطقه قرار گرفته و مربوط به رخنمون سنگی از جنس آهک می‌باشد که معروف به کوه مار زنگی بوده که تعداد 5 نمونه کانی‌سنگین از آنومالی‌های شاخص این منطقه برداشته شده است که نتایج حاصل از مطالعه این نمونه‌ها در جدول 4-2 آمده است.



شکل 4-1- رخنمون‌های آهکی در برگه کلاته کبود

با توجه به جدول 4-1 که نتایج حاصل از آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی می باشد دیده می شود که عناصر آنومال از نظر مقدار عیار قابل توجهی نداشته و در این منطقه با کانی سازی قوی مواجه نخواهیم بود.

طبق اطلاعات موجود در جدول 4-2 اثر مشخصی از کانی سازی در منطقه دیده نمی شود که این موضوع در عملیات صحرایی کنترل آنومالی نیز قابل پیش بینی بود.



شکل 4-2- محدوده آنومالی های برگه کلاته کبود

جدول 4-1- عناصر آنومال در نمونه‌های ژئوشیمیایی

Row	Field No.	Code	X	Y	All	Class
1	48	GC16511	285393	3694276	As(30.4), Ba(632.6), Mo(2.08), Sb(5.17),	A
2	82	GC16553	296677	3703811	Mg(2.56), Te(3.38), Co(17.55), Cu(35.65), Th(54.27), Zn(77.39),	A
3	57	GC16534	287623	3693501	As(28.02), Co(16.86), Cu(31.52), V(97.37),	A
4	89	GC16559	298991	3700590	Cr(191),	B
5	80	GC16557	296020	3700644	Cr(160.4),	B

جدول 4-2- نتایج مطالعات کانی سنگین

Sample	X	Y	Magnetite	Apatite	Zircon	Leucoxene	Pyrite	Carbonates	Celestite	Sapphir	Hematite
KH-48	285906	3693753	204.44	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1660.76
KH-57	288088	3692866	209.79	0.00	0.42	0.32	0.45	1.22	0.36	0.00	2982.42
KH-80	295815	3700923	725.20	0.00	0.66	0.49	0.00	1.90	0.00	0.56	4123.84
KH-82	296835	3703952	155.40	0.00	0.47	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1893.60
KH-89	298868	3700619	248.64	0.38	0.56	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	1767.36

Sample	X	Y	Goethite	Limonite	Pyriteoxide	Pyroxens	Amphibols	Epidots	Garnets	Chlorite	Biotite
KH-48	285906	3693753	17.37	0.37	17.76	173.65	15.79	402.56	0.00	0.00	0.00
KH-57	288088	3692866	17.82	0.34	182.25	60.48	0.58	198.90	63.18	0.27	0.00
KH-80	295815	3700923	24.64	0.53	504.00	89.60	0.45	285.60	87.36	0.00	0.00
KH-82	296835	3703952	13.20	0.38	135.00	48.00	0.32	612.00	11.70	0.30	0.30
KH-89	298868	3700619	18.48	0.46	113.40	84.48	0.38	367.20	0.47	0.00	0.00

فصل پنجم

نتیجه گیری

نتیجه گیری

با توجه به برداشت 83 نمونه ژئوشیمیایی در برگه 1:100000 کلاته کبود و آنالیز این نمونه ها برای 44 عنصر و پردازش این داده ها در نهایت هشت آنومالی ژئوشیمیایی بدست آمد که عملیات کنترل صحرایی این آنومالی ها و برداشت 5 نمونه کانی سنگین نشان داد که کانی سازی قابل توجهی در منطقه دیده نمی شود.