مقدمه

پردازش داده‌های ژئوشیمیایی فاز مستقلی را در بین فازهای مختلف عملیات اکتشافی تشکیل می‌دهد که چنانچه به طریق مناسبی صورت پذیرد موجب تسهیل فاز تحلیل داده‌ها می‌گردد.این مرحله یکی از مشکل‌ترین و مهم‌ترین مراحل در کاربرد موفقیت‌آمیز ژئوشیمی اکتشافی است. اگرچه مقالات و نوشتارهای آماری متنوعی وجود دارد که دامنه وسیعی از تکنیک‌های پردازش داده‌ها را معرفی می‌کنند ولی با در نظر گرفتن این که هر کدام از آن‌ها در جای خاصی کاربرد داشته و مزیت خاصی دارند، افراد معمولی و غیر متخصص را با مسئله‌ی تصمیم‌گیری در مورد انتخاب روش مناسب برای پردازش داده‌های حاصل از یک عملیات ژئوشیمیایی روبرو می‌کند. تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی در بیشتر موارد تجربی بوده واین 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.ازاین روست که داده‌های ژئوشیمیایی، در معرض تجزیه و تحلیل آماری قرار می‌گیرند. یکی دیگر از علل تجزیه و تحلیل آماری ژئوشیمیایی شناسایی آنومالی‌های مرتبط با کانی‌سازی از انواع بی‌اهمیت است.

۳-۱- فایل‌بندی داده‌های خام

اولین قدم در انجام مراحل مختلف پردازش داده‌ها وارد کردن و فایل‌بندی داده‌های حاصل از آنالیز در رایانه و بانک اطلاعاتی مورد نظر است. این کار برای تمامی ۳۹۸ نمونه‌ی ژئوشیمیایی به همراه مختصات، شماره نمونه و حد حساسیت برای هر عنصر و با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel انجام گردید. جدول ۲ داده‌های خام حاصل از آنالیز نمونه‌های محدوده اکتشافی در CD ضمیمه ارائه گردیده است.

۳-۲- تخمین داده‌های خارج از حدود سنسورد

در عملیات اکتشافات ژئوشمیایی به دلیل عدم تناسب بین حد حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری و غلظت عناصر و فراوانی آن‌ها در طبیعت، معمولاً بخشی از داده‌ها به صورت اعدادی کوچک‌تر و یا بزرگ‌تر از یک مقدار معین که همان حد قابل ثبت دستگاه است، گزارش می‌گردد. تکنیک‌های آماری موجوداین امکان را به دست می‌دهند که چنان‌چه فقط بخشی از داده‌های مربوط به یک عنصر خارج از حدود سنسورد باشند بتوان در مورد توزیع‌این‌گونه داده‌ها، تخمین‌های لازم را انجام داد. این تخمین‌ها به خصوص در مورد میانگین توزیع مقادیر زیر حد سنسورد الزامی است.

روش‌های مختلفی برای تخمین مقادیر سنسورد وجود دارد که هم برای داده‌های سنسورد شده‌ی کران بالا و هم برای داده‌های سنسورد شده‌ی کران پایین مورد استفاده قرار می‌گیرند. دراین پروژه از روش جایگزینی ساده

استفاده شده است. دراین روش ساده، مقادیر کمتر از حد حساسیت را با ۳/٤ مقدار سنسورد آن جایگزین می‌کنند و مقادیر بالاتر از حد حساسیت را با ٤/۳ مقدار سنسورد آن جایگزین می‌نماید (جدول ۳-۱).

اگر تعداد داده‌های سنسورد در مقابل کل داده‌ها ناچیز باشد (حدود ۱۵-۱۰%) معمولاً می‌توان ازاین روش استفاده کرد.

جدول ۳-۱- درصد داده‌های خارج از حدود سنسورد برای هر عنصر و مقدار جایگزین‌شده‌ی آنها

Element	Au	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce
No. Of Censord	۱۳۷	۱۵۲	۰	٦	۰	۰	۰	۲٤	۰	۳۲	۰
Censored %	۳٤	۳۸	۰	۱.۵	۰	۰	۰	٦	۰	۸	۰
Detection Limite	۳	۰.۱	۱۰	۱		۰.۵	۰.۵	۰.۱	۱۰	۰.۱	۰.۵
Replace Value	۲.۲۵	۰.۰۷۵	۷.۵	۰.۷۵	۰	۰.۳۷۵	۰.۳۷۵	۰.۰۷۵	۷.۵	۰.۰۷۵	۰.۳۷۵
Element	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Eu	Fe	Ga	Ge	Hf	Hg
No. Of Censord	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Censored %	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Detection Limite	۰.۲	۲	۱	۰.۲	۰.۵	۰.۰۱	۱۰۰	۱	۰.۵	۰.۱	۰.۰۲
Replace Value	۰.۱۵	۱.۵	۰.۷۵	۰.۱۵	۰.۳۷۵	۰.۰۰۷۵	۷۵	۰.۷۵	۰.۳۷۵	۰.۰۷۵	۰.۰۱۵
Element	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Nd	Ni	P
No. Of Censord	۰	۰	۰	۰	۰	۷۹	۰	۰	۰	۰	۰
Censored %	۰	۰	۰	۰	۰	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰
Detection Limite	۱۰	۱۰	۰.۵	۱۰	۲	۰.۱	۱۰	۰.۵	۰.۵	۰.۵	۵
Replace Value	۷.۵	۷.۵	۰.۳۷۵	۷.۵	۱.۵	۰.۰۷۵	۷.۵	۰.۳۷۵	۰.۳۷۵	۰.۳۷۵	۳.۷۵
Element	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Te
No. Of Censord	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰	۰	۰	۰	۰	۲۰
Censored %	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲	۰	۰	۰	۰	۵
Detection Limite	۰.۵	۰.۱	۵۰	۰.۱	۱	۰.۰۵	۱	۰.۲	۰.۱	۰.۱	۰.۰۵
Replace Value	۰.۳۷۵	۰.۰۷۵	۳۷.۵	۰.۰۷۵	۰.۷۵	۰.۰۳۷۵	۰.۷۵	۰.۱۵	۰.۰۷۵	۰.۰۷۵	۰.۰۳۷۵
Element	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
No. Of Censord	۰	۰	۱۸۸	۰	۰	۲۸	۰	۰	۰	۰	
Censored %	۰	۰	٤۷	۰	۰	۷	۰	۰	۰	۰	
Detection Limite	۰.۲	۱۰	۰.۵	۰.۱	۲	۰.۵	۲	۰.۵	۲	۵	
Replace Value	۰.۱۵	۷.۵	۰.۳۷۵	۰.۰۷۵	۱.۵	۰.۳۷۵	۱.۵	۰.۳۷۵	۱.۵	۳.۷۵	

۳-۳- جایگزینی مقادیر خارج از رده

به مقادیری که به طور معنی‌داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند، مقادیر خارج از رده گویند که‌این مقادیر گاهی به دلیل وجود خطاهای تجربی مانند خطای آنالیز در داده‌ها وارد می‌شوند و گاهی هم به دلیل ناهمگنی موجود در داده‌های اکتشافی بروز می‌کنند. اکثر روش‌های آماری به جز روش‌های آماری ناپارامتری، فرض بر نرمال بودن داده‌ها را به همراه دارند. توزیع نرمال زنگوله‌ای شکل است. در حالت کلی، دلیل خاصی برای‌این که تغییرات عیار یک ناحیه مطالعاتی، از توزیع نرمال پیروی کند، وجود ندارد و اکثر جوامعی که در

پروژه‌های اکتشافی با آنها سر و کار داریم غیرنرمال بوده و دارای چولگی مثبت می‌باشند.این گونه جوامع دارای مقادیر بالایی در کرانه‌ی سمت راست توزیع هستند که به جامعه زمینه یا جامعه با عیار میانگین اضافه شده‌اند.این مقادیر غیرعادی 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، باید از بین داده‌ها حذف گردند و یا تصحیح شوند.اکثر روش‌های به کار گرفته شده بدین منظور، زمینه‌ی تئوری ندارد و فقط به عنوان روش‌های تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

روش به کار گرفته شده دراین پروژه، روش دورفل می‌باشد. در روش دورفل نموداری برای تعیین حد آستانه‌ای مقادیر خارج از رده در دو سطح معنی‌دار ۵% و ۱% تهیه شده 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 رابطه زیر صدق کند یک مقدار خارج از رده در نظر گرفته می‌شود.

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

g دراین فرمول حد آستانه‌ای مقادیر خارج از رده است، که از نمودار دورفل بدست می‌آید.

در این پروژه برخی از عناصر دارای مقادیر خارج از رده می‌باشند که مقادیر جانشین شده آنها در جدول ۳-۲ گزارش گردیده است.

جدول۳-۲- شماره داده‌های خارج از رده و مقادیر جانشین شده آنها برای هر عنصر در نمونه‌های آبراهه‌ای

Element	Sample No.														Replace Value
Au	ST-۱	ST-۱۲۹	ST-۱۳۳	ST-۱۳٤	ST-۱۳۵	ST-۱۳٦	ST-۱۳۸	ST-۱۳۹	ST-۱٤۱	ST-۱٤۳	ST-۱٤٤	ST-۲۱٦	ST-۲۵۳	ST-۲٦۷	۱۱.۲
Au	ST-۳۸۰	ST-۲۷٤	ST-۲۷۵	ST-۲۷٦	ST-۲۷۸	ST-۲۸۰	ST-۲۸۱	ST-۲۸۲	ST-۳۰٦	ST-۳۰۸	ST-۳۱۰	ST-۳۱۱	ST-۳۱۲	ST-۳۱۳	
Ag	ST-۱۲۳	ST-۱۵۹	ST-۱۸۲	ST-٤۰۰											۰.۹٤
Al															
As	ST-۱٦۱	ST-۳۰٦	ST-۱۳۳	ST-۲۰٤	ST-۱٤۱	ST-۱٦۳	ST-۲۰۵	ST-۱٦٤							۳۸.٤۳
B	ST-۱۲۱	ST-۱۲۰	ST-۱٤۱	ST-۱٤۲	ST-۱٤۳	ST-۱۵۰									۱۲۰.۳٤
Ba															
Be															
Bi															
Ca	ST-۹۷	ST-۹۸	ST-۹۹	ST-۱۰۰	ST-۱۰۱	ST-۱٤٦									۱٤۱۳۳٦.٤٤
Cd															
Ce															
Co															
Cr	ST-۳	ST-٦۲													۱٤۰۱.٤۲
Cs															
Cu	ST-۱۸۲	ST-۲۸۸													۱۵۹.۷۰
Dy	ST-۳۷٤														۵.۸۱
Eu															
Fe	ST-۹۱	ST-۱۳۳													۸۲٦٤۲.۷۸
Ga															
Ge															
Hf	ST-۹۱														۲۷.٤۳
Hg	ST-۱۲۹	ST-۱۳۳													۰.۱۹
K	ST-۳۵۲	ST-۳۵٤													۳٤۵۹۱.۵۱
La															
Li	ST-۱۸۹														۵٤.٦۰
Mg	ST-٤	ST-۵۸	ST-۵۹												۱۹۲۰۱٦.۳۳
Mn	ST-۳۷۰	ST-۳۷٤	ST-۳۹۳	ST-٤۱۲											۱۸۸۸.۵۲
Mo															

ادامه جدول۳-۲

Element	Sample No.														Replace Value
Na															
Nb															
Nd	ST-۳۵۲														۳۷.۱۵
Ni	ST-٤	ST-٥٧	ST-٥٨	ST-٥٩											۱,۷۹۲.۸۳
P	ST-۳۸۸														۱,۳۹۳.۷۸
Pb	ST-۱۳٤	ST-۱۸٦	ST-۲۰۲	ST-۲٦۷	ST-۲۷٥										٥۷.۱۱
Rb															
S	ST-٦٥	ST-٦۷	ST-۱۸۰	ST-۳۸۰	ST-۳۸۸										۳۰۸.۹۷
Sb															
Sc															
Se	ST-۱٤٥	ST-٤۰۳	ST-۱۷۲	ST-۳۹۸	ST-۳۷۲	ST-۳۷۷	ST-۳۷٤	ST-۳۸٤	ST-۳۷۳	ST-۳۷٥					۰.۳۱
Se	ST-۱۷۱	ST-۳۹٦	ST-۱۷٥	ST-۱۷٤	ST-۳۸۸	ST-۳٦۲	ST-۳٥٤	ST-۳۸۰	ST-۳٦۳	ST-۳٦٥					
Se	ST-۲۱٥	ST-۱۳۲	ST-۳۸٥	ST-٤۱۰	ST-٤۰٦	ST-۳۹۹	ST-۳٦۰	ST-٤۰۸	ST-۳۹۰	ST-۳۹۱					
Se	ST-۳۷۱	ST-۱۷۳	ST-۳۸۱	ST-٤۰٥	ST-۳۸۲	ST-۳۷۸	ST-۳۷٦	ST-۳٦۱	ST-۳٥۷	ST-۳۹۳	ST-۳٦۹				
Sm															
Sn	ST-۹۱	ST-۱۲۹	ST-۱۳۳												۸.۳۹
Sr	ST-٥٥														٤۳٤.٥۹
Ta															
Te	ST-۱۳۳	ST-۱۲۹													۰.۱۸
Th															
Ti	ST-۹۱														۸٦٤۱.۷۰
Tl	ST-۹۱	ST-۱۲۹													۲.٥٥
U															
V	ST-۱۲۹	ST-۹۱													۳٦٤.٥۳
W	ST-۲٥٥	ST-۲٥۷	ST-۲٥۸	ST-۹۱	ST-۲۸۸	ST-۳٥۰									۱۱.۸۲
Y															
Yb															
Zn	ST-۳	ST-۱٤	ST-۱٥	ST-۲۰۲											۱۳۸.۸٤
Zr	ST-۳۷٤														۳٦٦.۰٤

۳-٤- بررسی آماری تک‌متغیره عناصر

۳-٤-۱- نرمال‌سازی داده‌ها

پس از حذف مقادیر خارج از رده و اصلاح آنها، جامعه‌ی آماری تا حدود زیادی به حد نرمال نزدیک می‌گردد، ولی هنوز تا نرمال شدن به شکل واقعی فاصله زیادی دارد. اکثر روش‌های آماری فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها را به همراه دارند. در مسائل اکتشافی با داده‌هایی سر و کار داریم که کمتر اتفاق می‌افتد که شرایط نرمال بودن را داشته باشند. دراین شرایط می‌توان با استفاده از توابع تبدیل مختلف، داده‌ها را طوری تبدیل کرد که مقادیر تبدیل یافته‌ی آنها دارای توزیع نرمال باشد. اگر داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند میانگین جامعه تخمین معتبرتری از میانگین کل جامعه به دست می‌دهد. اگر چه تبدیل توزیع داده‌ها به نرمال دارای مزایایی است ولی نباید تحت هر شرایطی از آن استفاده کرد. به‌طور خلاصه، تصمیم‌گیری در مورد این که چه وقت باید از تبدیل استفاده کرد، بستگی به شرایط دارد. اگر بتوان براساس مقادیر تبدیل یافته به نتیجه‌ی مطلق رسید، به خصوص وقتی که برگرداندن داده‌ها با مشکلات چندانی همراه نباشد و یا در شرایطی که به سادگی بتوان تبدیل معکوس را انجام داد، می‌توان از تبدیل‌ها استفاده کرد. البته لازم به ذکر است که اگر تخمین براساس داده‌های اصلی از دقت کافی برخوردار باشد، بهتر است حتی‌الامکان از تبدیل صرفنظر کرد.

با توجه به مباحث مطرح شده دراین پروژه برای نزدیک ساختن توزیع داده‌ها به نرمال از تبدیل کاکس-باکس استفاده می‌شود.

۳-٤-۲- رسم هیستوگرام و نمودارهای تابع توزیع تجمعی احتمالی عناصر

به منظور مشاهده عینی عملکرد تبدیلات نرمال‌سازی بر روی داده‌ها، هیستوگرام و منحنی توزیع تجمعی عناصر، کمک شایانی دراین زمینه به دست می‌دهد. تصاویر پیوست ۲، هیستوگرام‌های عناصر را برای نمونه‌های آبراهه‌ای نشان می‌دهد. براساس بررسی‌هایی که از پارامترهای آماری در دو حالت داده‌های خام پس از حذف دادهای خارج از رده و پس از تبدیل کاکس – باکس در داده‌های آبراهه‌ای به عمل آمد. عناصر Al, As, Au,B, Ba, Bi, Ca, Cr, Co,K, Mg,Mn,Mo Pb,Rb S, Sb, Se,Sc,Sn,Ta,Te,V,W,Y,Zn,Zr در حالت تبدیل به توزیع نرمال نزدیک‌ترند. همچنین عناصر Be, Cd,Cs,Eu,Dy,Ga,Ge, Fe, Hf,Hg,La, Li, Na,Nb,Nd, P, Sm,Sr,Tl, Th, U,Yb پس از خروج مقادیر خارج از رده به حالت نرمال نزدیک می‌شوند.

همچنین Au بالاترین ضریب تغییرات را در این برگه به خود اختصاص داده است. با توجه به عیارهای این عنصر باید گفت که این ضریب تغییرات بالا، بیشتر به دلیل احتمال کانی‌زایی در منطقه می‌باشد . در مورد عنصر Cr در واقع چند جامعه‌ای بودن این عنصر ناشی از تغییرات لیتولوژیکی موجود به ویژه وجود افیولیت در این ورقه

می‌باشد. بعد از این عنصر، عناصر سدیم، قلع و گوگرد دارای ضریب تغییرات بین ۲ تا ٤ هستند و سایر عناصر دارای ضریب تغییرات پایین هستند و تقریبا از یک روند پیروی می‌کنند.

در مورد عناصری همچون Ag,B,Bi,Cr,Cu,Hg,Mo,Mn,Ni,Rb,Sb,Te کشیدگی با اعمال تبدیل لگاریتمی افزایش می‌یابد که این مطلب نشان دهنده‌ی چند جامعه‌ای بودن این عناصر است که باعث شده جامعه‌ها حتی با لگاریتم‌گیری نیز به صورت تفیک شده از هم باقی بمانند.

عناصر S, Ce, Pb با کاهش شدید کشیدگی پس از اعمال تبدیل لگاریتمی همراه هستیم که این مطلب نشان از فاصله‌ی کم مقادیر بالای این عناصر از بازه‌ی کلی دارد و در واقع پیروی نسبی این عناصر را از توزیع نرمال نشان می‌دهد.

با توجه به داده‌های این جداول می‌توان گفت که عناصر Mg,Co,Cr, Ni عناصری هستند که در این برگه دارای حد زمینه بالا و مقادیر ماکزیمم قابل توجه هستند. وجود Cr, Ni بالا در این داده‌ها نشان دهنده‌ی پتانسیل مساعد برای وجود کانسارهای عناصر مافیک و اولترامافیک است که ممکن است نشان دهنده‌ی وجود افیولیت یا آمیزه‌های رنگین در این برگه می‌باشد.

جدول ۳-۳ پارامترهای آماری توزیع عناصر را به صورت خام و پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل لگاریتمی در جامعه‌ی نمونه‌های آبراهه‌ای نشان می‌دهد.

جدول ۳-۳- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عناصر مختلف برای داده‌های خام، پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل کاکس-باکس در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای

جدول ۳-۲- پارامترهای آماری تک متغیره ی عناصر مختلف برای داده های خام، پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل کاکس-باکس در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای

Statistics		Au	Au_w.o	Au-Norm	Ag	Ag.W.O	Ag-Norm	Al%	Al.W.O%	Al-Norm%	As	As.W.O	As-Norm	B	B.W.O	B-Norm
N Valid		396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396
Missing		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		10.13128	4.220729	0.444648	0.248367	0.243417	0.243417	0.439121	5.901337	45.87784	12.96116	12.71271	3.899698	48.38636	47.76523	1.371261
Mode		2.25	2.25	0.4	0.08	0.08	0.08	0	5.62	0	0.75	38.43	7.55	25.08	120.34	1.36
Std. Deviation		73.02671	2.605793	0.037406	0.213765	0.186634	0.186634	1.540163	1.259964	20.90643	8.521183	7.476569	1.43396	23.56759	20.38537	0.026508
Variance		5332.901	6.790155	0.001399	0.045695	0.034832	0.034832	2.372101	1.587506	437.079	72.61056	55.89609	2.056242	555.4312	415.5632	0.000813
Skewness		16.78041	1.572929	0.023542	2.655092	1.149003	1.149003	3.497906	-1.19881	0.007453	2.17726	1.264367	0.09916	2.919614	1.577118	0.02271
Kurtosis		365.6341	1.492704	-1.52677	14.30307	1.009612	1.009612	10.94236	2.192946	-0.39713	7.569602	1.959452	0.292886	14.69997	2.405062	-0.15851
Minimum		2.25	2.25	0.4	0.08	0.08	0.08	0	0.59	0	0.75	0.75	0.1	18.19	18.19	1.26
Maximum		1433	11.2	0.5	1.94	0.94	0.94	7.46	8.29	103.86	61.96	38.43	7.55	239.26	120.34	1.43
Percentiles	25%	2.449571	2.449571	0.410644	0.086144	0.086144	0.086144	(eb)	5.33	31.91	7.72	7.72	3.013333	34.21	34.21	1.351638
	50%	3.201899	3.201899	0.446087	0.178333	0.178333	0.178333	0.077315	6.105	45.77333	11.33	11.33	3.874	41.665	41.665	1.369358
	75%	5.083333	5.083333	0.480562	0.363	0.363	0.363	0.529836	6.79	60.96	15.64	15.64	4.696667	55.12	55.12	1.390769

Statistics		Ba	Ba.W.O	Ba-Norm	Be	Be.W.O	Be-Norm	Bi	Bi.W.O	Bi-Norm	Ca%	Ca.W.O%	Ca-Norm%	Cd	Cd.W.O	Cd-Norm
N Valid		396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396
Missing		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		308.5006	308.5006	5.541734	0.948643	0.948643	0.948643	0.846256	0.846256	0.846256	5.882789	5.851683	1.136266	0.421407	0.421407	0.421407
Mode		155.26	155.26	5.2	0.63	0.63	0.63	0.08	0.08	0.08	4.61	14.13	1.01	0.06	0.06	0.06
Std. Deviation		219.7438	219.7438	0.59905	0.336444	0.336444	0.336444	0.351546	0.351546	0.351546	2.452974	2.326587	0.156716	0.202045	0.202045	0.202045
Variance		48287.32	48287.32	0.358861	0.113195	0.113195	0.113195	0.123585	0.123585	0.123585	6.017061	5.413007	0.02456	0.040822	0.040822	0.040822
Skewness		2.068038	2.068038	0.258735	0.327955	0.327955	0.327955	0.059313	0.059313	0.059313	1.662273	1.281612	-0.00524	0.22393	0.22393	0.22393
Kurtosis		4.995982	4.995982	0.77905	-0.28301	-0.28301	-0.28301	-0.21447	-0.21447	-0.21447	4.049119	1.724984	-0.53076	-0.36029	-0.36029	-0.36029
Minimum		28.37	28.37	3.35	0.13	0.13	0.13	0.06	0.06	0.06	2.4	2.4	0.71	0.06	0.06	0.06
Maximum		1458.72	1458.72	7.29	1.98	1.98	1.98	1.73	1.73	1.73	18.44	14.13	1.48	0.96	0.96	0.96
Percentiles	25%	175.48	175.48	5.165	0.675556	0.675556	0.675556	0.623881	0.623881	0.623881	4.0895	4.0895	1.015833	0.275365	0.275365	0.275365
	50%	237.12	237.12	5.47	0.916154	0.916154	0.916154	0.761111	0.761111	0.761111	5.155	5.155	1.126957	0.416429	0.416429	0.416429
	75%	342.49	342.49	5.834286	1.18375	1.18375	1.18375	1.1425	1.1425	1.1425	7.07	7.07	1.256667	0.562941	0.562941	0.562941

جدول ۳-۳- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عناصر مختلف برای داده‌های خام، پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل کاکس-باکس در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای

جدول ۳-۳- پارامترهای آماری تک متغیره ی عناصر مختلف برای داده های خام، پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل کاکس-باکس در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای

Statistics		Ce	Ce.W.O	Ce-Norm	Co	Co.W.O	Co-Norm	Cr	Cr.W.O	Cr-Norm	Cs	Cs.W.O	Cs-Norm	Cu	Cu.W.O	Cu-Norm
N Valid		398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
Missing		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		40.50692	40.50692	129.5568	36.20196	36.20196	2.757356	357.9409	357.2618	3.871216	7.031709	7.031709	7.387915	61.18972	57.51139	89.54553
Mode		50.43	50.43	1.026607	27.36	27.36	2.419312	117.59	117.59	4.552543	4.65	4.65	5.45	80.67	80.67	44.14
Std. Deviation		11.63976	11.63976	49.6529	16.05261	16.05261	0.2616651	274.8413	272.0137	0.3300742	2.110203	2.110203	2.812422	79.81807	26.6686	47.85538
Variance		135.464	135.464	2465.41	257.6928	257.6928	0.0684667	75537.72	73991.48	0.1089498	4.452395	4.452395	7.909715	6370.925	711.214	2290.138
Skewness		-0.35087	-0.35087	0.040671	0.945424	0.945424	-0.000648	1.420807	1.341222	-0.009431	-0.06388	-0.06388	0.002414	16.64738	0.86651	1.007376
Kurtosis		0.20371	0.20371	-0.26496	0.169527	0.169527	-0.480688	1.958328	1.435967	-0.595397	-1.0506	-1.0506	-1.0479	311.3405	0.459636	0.892973
Minimum		1.89	1.89	1.026607	10.65	10.65	2.013796	27.32	27.32	2.647569	2.64	2.64	1.78	10.04	10.04	11.29
Maximum		71.01	71.01	278.3354	82.13	82.13	3.289491	1617.52	1401.42	4.552543	12.28	12.28	14.66	1555.67	159.7	284.13
Percentiles	25%	32.03	32.03	90.61592	23.79	23.79	2.559522	152.77	152.77	3.610155	5.245	5.245	4.978	36.11	36.11	51.46
	50%	41.05333	41.05333	128.825	31.765	31.765	2.741316	248.385	248.385	3.842546	7.215	7.215	7.57	51.635	51.635	77.8
	75%	48.93	48.93	164.9462	45.14	45.14	2.950782	530.26	530.26	4.174996	8.85	8.85	9.8025	76.49	76.49	122.27

Statistics		Dy	Dy.W.O	Dy-Norm	Eu	Eu.W.O	Eu-Norm	Fe%	Fe.W.O%	Fe-Norm%	Ga	Ga.W.O	Ga-Norm	Ge	Ge.W.O	Ge-Norm
N Valid		398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
Missing		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		3.263693	3.262261	2.364973	1.161734	1.161734	4.709095	4.702985	2.626659	13.7946	13.7946	13.7946	19.07367	2.535528	2.535528	0.968587
Mode		3.51	3.51	-0.07161	1.17	1.17	5.4	5.4	3	13.44	13.44	13.44	22.29	1.9	1.9	-0.15462
Std. Deviation		0.654002	0.65785	0.704691	0.349257	0.349257	0.961285	0.932735	0.536106	2.950544	2.950544	5.0617	0.769656	0.769656	0.769656	0.357756
Variance		0.440698	0.432766	0.49659	0.12196	0.12196	0.92407	0.869976	0.28741	8.705709	8.705709	25.62366	0.592371	0.592371	0.592371	0.127969
Skewness		0.042978	-0.07155	-0.01152	0.024828	0.024828	0.630468	0.249242	-0.00418	-0.15626	-0.15626	-0.00266	0.599334	0.599334	0.599334	0.000992
Kurtosis		1.712992	1.178249	1.147932	0.46227	0.46227	2.824143	0.618263	0.304614	0.177446	0.177446	0.050852	-0.03603	-0.03603	-0.03603	-0.28466
Minimum		0.93	0.93	-0.07161	0.09	0.09	0.09	2.36	2.36	1.15	4	4	3.59	0.85	0.85	-0.15462
Maximum		6.38	5.81	5.148056	2.32	2.32	2.32	10.24	8.26	4.47	21.44	21.44	32.91	5.06	5.06	1.886731
Percentiles	25%	2.916667	2.916667	1.989167	0.955556	0.955556	0.955556	4	4	2.23	11.86	11.86	15.65	1.94	1.94	0.702419
	50%	3.27	3.27	2.36872	1.162632	1.162632	4.7275	4.7275	4.7275	2.662	13.76	13.76	18.93	2.405	2.405	0.950676
	75%	3.63	3.63	2.756029	1.380556	1.380556	5.344	5.344	5.344	3.005455	15.73	15.73	22.36	3.01	3.01	1.22016

جدول ۳-۳- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عناصر مختلف برای داده‌های خام، پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل کاکس-باکس در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای

جدول 2-7- پارامترهای آماری تک متغیره ی عناصر مختلف برای داده های خام، پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل کاکس-باکس در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای

Statistics		Hf	Hf.W.O	Hf-Norm	Hg	Hg.W.O	Hg-Norm	K	K.W.O	K-Norm	La	La.W.O	La-Norm	Li	Li.W.O	Li-Norm
N Valid		398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
Missing		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		13.53294	13.52937	6.872513	0.068015	0.0679665	13091.83	13080.96	1.906241	20.34736	20.34736	6.146457	22.86396	22.86382	9.246734	
Mode		10.59	10.59	6.95	0.1	0.1	10993.94	10993.94	1.31	9.84	9.84	6.4	29.89	29.89	8.3	
Std. Deviation		3.573174	3.559088	1.476115	0.025959	0.025751	5668.599	5624.815	0.562754	7.279442	7.279442	1.356761	8.234566	8.151192	2.429772	
Variance		12.77162	12.66711	2.178914	0.000674	0.000663	32139016	31635539	0.316692	52.99027	52.99027	1.840801	67.80006	66.44192	5.903791	
Skewness		0.256512	0.213666	0.003816	0.527813	0.44473	0.986789	0.920546	0.920062	0.475757	0.475757	0.006746	0.764291	0.659468	-0.00021	
Kurtosis		-0.01824	-0.25044	-0.47703	1.447811	1.026883	1.564519	1.196425	1.193124	-0.50788	-0.50788	-0.26439	1.609939	1.214702	1.179249	
Minimum		6.32	6.32	3.6	0.02	0.02	562.04	562.04	0.06	3.08	3.08	1.45	1.4	1.4	0.38	
Maximum		28.85	27.43	11.96	0.2	0.19	37535.23	34591.51	3.46	40.19	40.19	9.27	62.23	54.6	17.17	
Percentiles	25%	10.74	10.74	5.746667	0.069647	0.069647	9332.67	9332.67	0.932	14.96	14.96	5.2	17.81	17.81	7.856667	
	50%	13.545	13.545	6.942	0.067949	0.067949	12231.46	12231.46	1.2275	18.655	18.655	5.96	22.64	22.64	9.355	
	75%	16.16667	16.16667	7.996667	0.104732	0.104732	15675.13	15675.13	1.566	25.95	25.95	7.225	26.87	26.87	10.56	

Statistics		Mg%	Mg.W.O%	Mg-Normal	Mn	Mn.W.O	Mn-Normal	Mo	Mo.W.O	Mo-Normal	Na%	Na.W.O%	Na-Normal	Nb	Nb.W.O	Nb-Normal
N Valid		398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
Missing		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		5.520704	5.514523	1.412764	0.10309	0.102714	1.632668	1.632668	1.632668	1.122337	1.122337	1.122337	17.11286	17.11286	17.11286	
Mode		1.79	1.79	1.11	0.11	0.11	0.08	0.08	0.08	1.01	1.01	1.01	19.26	19.26	19.26	
Std. Deviation		3.660393	3.636239	0.561458	0.025517	0.025769	1.234775	1.234775	1.234775	0.346608	0.346608	0.346608	6.349686	6.349686	6.349686	
Variance		13.39775	13.22223	0.3361190	0.000651	0.000565	1.524669	1.524669	1.524669	0.120137	0.120137	0.120137	40.31652	40.31652	40.31652	
Skewness		1.284519	1.237355	-0.00401	1.301017	0.514053	0.514033	0.470641	0.470641	0.470641	0.056923	0.056923	0.056923	0.1185339	0.1185339	0.1185339
Kurtosis		1.657797	1.582104	-0.69011	6.054538	1.087066	1.087066	-0.86103	-0.86103	-0.86103	0.238731	0.238731	0.238731	-0.16317	-0.16317	-0.16317
Minimum		1.13	1.13	0.12	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.75	0.75	0.75
Maximum		20.44	19.2	2.67	0.27	0.19	0.19	4.62	4.62	4.62	2.14	2.14	2.14	40.56	40.56	40.56
Percentiles	25%	2.706667	2.706667	0.963333	0.066518	0.066518	0.066518	0.71	0.71	0.71	0.8925	0.8925	0.6925	11.75	11.75	11.75
	50%	4.4325	4.4325	1.412727	0.101773	0.101773	0.101773	1.38	1.38	1.38	1.0644444	1.0644444	1.0844444	17.665	17.665	17.665
	75%	7.7	7.7	1.9	0.116917	0.116917	0.116917	2.64	2.64	2.64	1.358571	1.358571	1.358571	21.6	21.6	21.6

جدول ۳-۳- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عناصر مختلف برای داده‌های خام، پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل کاکس-باکس در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای

جدول 2-7- پارامترهای آماری تک متغیره‌ی عناصر مختلف برای داده‌های خام، پس از حذف مقادیر خارج از رده و پس از تبدیل کاکس-باکس در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای

Statistics		Y	Y.W.O	Y-Norma	Yb	Yb.W.O	Yb-Norma	Zn	Zn.W.O	Zn-Norma	Zr	Zr.W.O	Zr-Norma
N Valid		398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
Missing		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		18.37171	18.21229	62.88864	2.520829	2.660427	2.125452	68.47206	68.1659	5.824925	146.9073	146.8226	16.09033
Mode		17.44	17.44	52.09	2.48	2.48	1.8	42.58	138.84	5.82	93.77	93.77	13.26
Std. Deviation		4.45333	3.838335	19.2838	0.493104	2.806391	0.784801	22.97402	19.49685	0.524628	58.39361	56.2091	2.960308
Variance		19.83215	14.73282	371.865	0.243151	7.875828	0.615912	527.8057	380.1273	0.275234	3409.813	3159.463	8.763423
Skewness		2.587291	-0.83991	0.004651	-0.5238	19.02761	0.126253	2.795783	0.922352	-0.00567	1.18542	0.84232	-0.01553
Kurtosis		33.19847	2.730291	1.401292	1.305776	373.6742	0.657408	18.72137	1.687956	0.530857	3.792001	1.059849	0.834481
Minimum		2.56	2.52	2.16	0.7	0.7	0.09	5.58	28.57	4.36	15.11	15.11	4.99
Maximum		65.97	29.43	131.82	4.07	57.64	5.08	267.96	138.84	7.31	508.4	366.04	24.99
Percentiles	25%	16.66	16.64333	53.23	2.268	2.2725	1.666	55.95	56.07	5.53	107.71	107.78	14.18
	50%	18.485	18.46667	62.88	2.574286	2.577143	2.163333	65.455	65.485	5.813077	134.91	134.91	15.78667
	75%	20.35	20.31	73.05	2.822857	2.825714	2.6	78.37	78.41	6.156667	181.05	181.05	18.10333

a Multiple modes exist. The smallest value is shown

b Percentiles are calculated from grouped data.

c The lower bound of the first interval or the upper bound of the last interval is not known. Some percentiles are undefined.

۳-٤-۳- روش‌های آماری چند متغیره

روش‌های آماری 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 ۱۰، ۲۰ و یا ۵۰ متغیره رو به رو هستیم که‌این تعداد متغییر بررسی روابط بین آنها را بسیار دشوار می‌سازد. دراین گونه موارد لازم است با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به کاهش تعداد بعدها در فضای مورد بررسی پرداخت. به طوری‌که نتایج‌این ابعاد جدید (متغیرهای جدید) با تعدادی به مراتب کمتر از حالت قبل، بتواند بخش اعظم تغییرپذیری داده‌ها را تشریح کند. به عنوان مثال در ژئوشیمی اکتشافی می‌توان تغییرپذیری همزمان چند عنصر یا متغیر 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 و اعتباراین تحلیل‌ها تا حدودی تابع بزرگی جامعه نمونه‌ی تحت بررسی است.

۳-٤-۳-۱- *محاسبه ضرایب همبستگی*

ضرایب همبستگی طبق تعریف عبارت است از سنجشی از شدت وابستگی بین دو متغیر اندازه‌گیری شده در یک مجموعه از داده‌های منفرد. پارامترهای آماری ضرایب همبستگی برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر بدون وابستگی به واحد اندازه‌گیری داده‌ها، تعریف شده‌اند.

برای داشتن درک صحیحی از چگونگی توزیع عناصر مختلف در یک ناحیه نیازمند در اختیار داشتن پارامترهایی هستیم که بتواند نوع و ارتباط آنها را تشریح کند با تغییر چنین پارامترهایی، امکان یافتن ارتباط ژنتیکی میان عناصر فراهم خواهد شد. در محاسبه ضریب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که‌این فرض برقرار نباشد، می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد تا توزیع آنها حالت نرمال به خود گیرد. البته دراین گونه موارد تعبیر و تفسیر همبستگی متغیرها باید با دقت همراه باشد. بالاخره در حالتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضرایب همبستگی می‌توان از روش ناپارامتری که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشد، استفاده کرد. دراین پروژه از هر دو روش بهره گرفته شده است و تفسیر نهایی با ادغام هر دو ارائه می‌گردد. در حقیقت برای داده‌های نزدیک به نرمال از روش ضرایب همبستگی پیرسون (Pearson) و برای داده‌های خام از نسبت‌های همبستگی (spearman) استفاده شده است. جداول ۳-٤ و ۳-۵ به ترتیب نشان دهنده‌ی ضرایب همبستگی پیرسون و نسبت‌های اسپیرمن می‌باشند.

دراینجا ضریب همبستگی نمونه (r) تخمینی از ضریب همبستگی کل جمعیت است، یعنی همبستگی‌ای که در کل جمعیت (که از آن یک نمونه برداشت شده) وجود دارد.

مقدار r از ۱- تا ۱+ تغییر می‌کند. در واقع وقتی r =+۱ است، تطابق و رابطه‌ی خطی کاملی بین دو عنصر است و وقتی که r = -۱ است، ناسازگاری کامل بین دو عنصر وجود دارد و اگر r = ۰ باشد، هیچگونه رابطه‌ای بین دو عنصر وجود ندارد. نتایج زیر ازاین روش قابل استنتاج است:

براساس جدول ۳-٤ و ۳-۵ طلا هیچ گونه همبستگی متوسط به بالا با سایر عناصر از خود نشان نمی‌دهد.

آلومینیم همبستگی متوسطی با Ce,Cu,Dy,Eu,Ga,p,Ti,Yb نشان می‌دهد که بنظر می‌رسد با توده گرانیتی آلتره شده در محدوده بی‌ارتباط نباشد.باریم و بریلیم نیز با عناصر Ce,K,Li,La,Nd,Sm همبستگی بالا دارد عنصر مس، با عناصر Fe, Ga,Ge,Na,Sc,Ti,Tl,U,V همبستگی متوسط نشان می‌دهد.

همچنین کروم و کبالت دارای همبستگی قوی با عناصر Mg, Ni, Ta می‌باشد .سزیم با U,Ta,Fe و دوریم با Eu,Mn,Y,Yb,Zr,sm,Ti همبستگی قوی دارند.آهن و ژرمانیم با عناصر U,Ta,Sn,Sc,Hf,Hg همبستگی بالا و سه عنصر اورانیم ،جیوه و هافمیم با همدیگر همبستگی قوی دارند.

بهترین نتیجه‌ای که این داده‌ها نشان می دهند همبستگی قوی بین داده‌های مربوط به عناصر مافیک و اولترامافیک است که نشان دهنده‌ی وجود ساختارهای افیولیتی در منطقه است.

جدول ٣-٤

جدول ۳-۵

۳-٤-۳-۲- آنالیز خوشه‌ای

در تحلیل خوشه‌ای هدف دست یافتن به ملاکی جهت طبقه‌بندی هر چه مناسب‌تر متغیرها و یا نمونه‌ها براساس حداکثر تشابه درون گروهی و اختلاف هر چه بیشتر بین گروهی است. این خصوصیت کمک می‌کند تا بتوان متغیرها و نمونه‌ها را به صورت خوشه‌ای که بیشترین تشابه ممکن را درون خود و حداکثر اختلاف را بین خود دارند، طبقه‌بندی نمود. همان‌گونه که فاصله دو نمونه یا دو متغیر می‌تواند ملاک تشابه قرار گیرد، ضریب همبستگی بین دو متغیر نیز می‌تواند ملاک تشابه رفتاری آنها باشد.

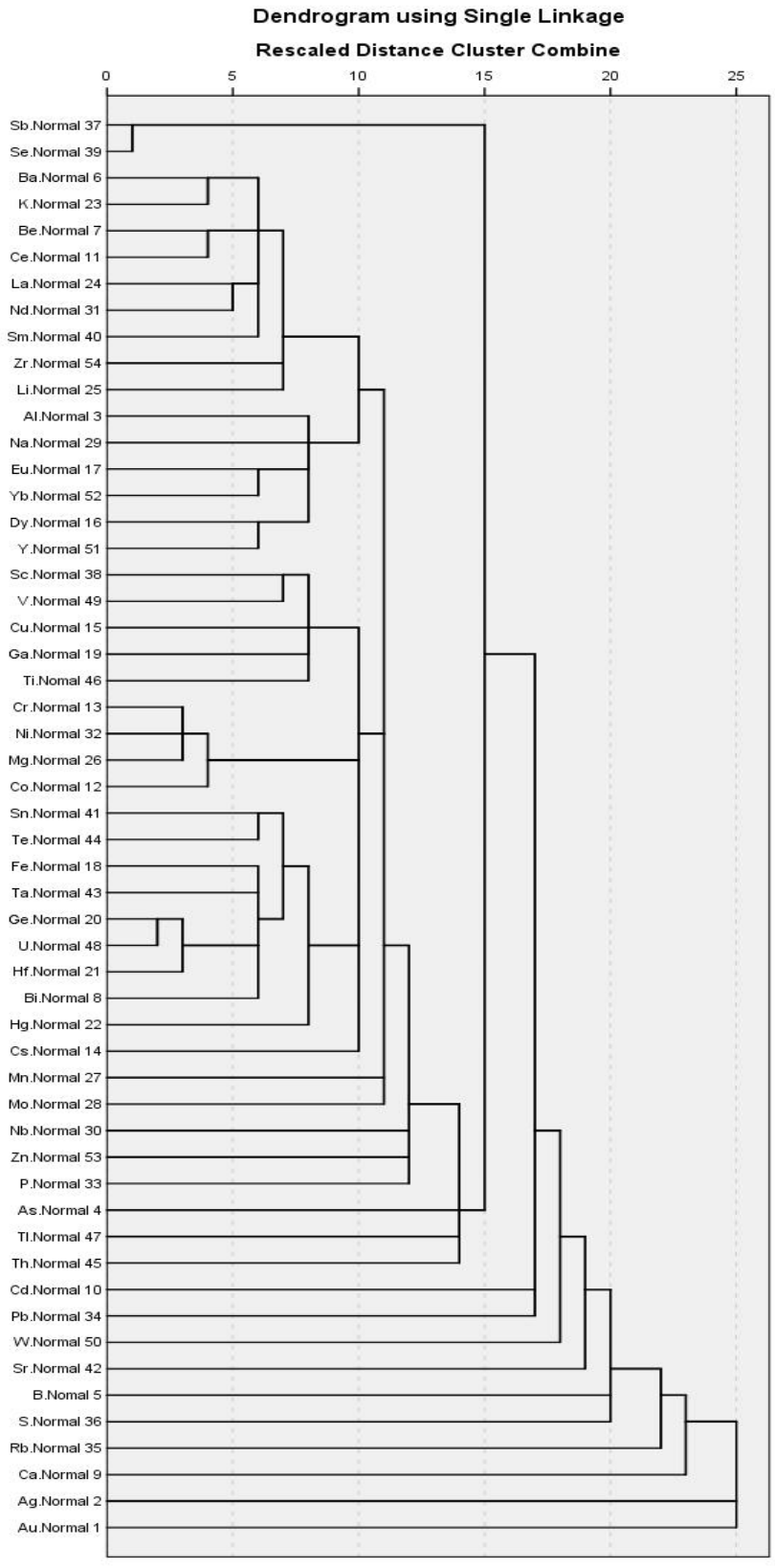
روش به کار گرفته شده در این پروژه روش آنالیز خوشه‌ای با متد سنتروئید می‌باشد.

براساس نمودار خوشه ای (تصویر ۳-۱)، می‌توان روابط ذیل را از این آنالیز به دست آورد.

انتیموان و سلنیم در یک خوشه قرار قرار گرفته‌اند.

ـ قرارگیری اسکانیم، وانادیم،مس و (ژرمانیم، اورانیم و هافمیم) و (آهن،تالیم،جیوه و سزیم در یک خوشه نشان از همراهی این عناصر با هم دارد که این حالت عموماً در نهشته‌های اپی‌ترمال دیده می‌شود.

مهم‌ترین بخش در این آنالیز خوشه بالایی است که در آن قرارگیری عناصر اولترامافیک Co,Mg,Ni,Cr در یک گروه می‌باشد . این همبستگی نزدیک نیز تایید کننده‌ی وجود ارتباط نزدیک مابین این عناصر است که با توجه به وجود افیولیت‌ها در منطقه طبیعی به نظر می‌رسد.



تصویر ۳-۱- نتیجه‌ی حاصل از آنالیز خوشه‌ای بر روی داده‌های رسوب‌آبراهه‌ای شامکان -تجرود

۳-٤-۳-۳- آنالیز فاکتوری

این روش تکنیکی است برای پیدا کردن ترکیبات خطی از متغیرهای اولیه همبسته که تشکیل یک دستگاه محـور مختصات جدید را بدهند.این ترکیبات خطی فاکتور نامیده می‌شوند.این آنالیز دارای خواص زیر است:

۱- بخش اعظمی از تغییرپذیری می‌تواند به وسیله تعداد محدودی از متغیرهای جدید توجیه شود.

۲- متغیرهای جدید که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند، بین خود همبستگی نشان نمی‌دهند.

اگر متغیرهای اولیه همبسته نباشند، دلیلی برای به کارگیری‌این روش وجود ندارد. نتیجه‌ی‌این آنالیز برای کل داده‌ها در جداول (۳-۶ تا ۳-۸) آمده است. البته حالت‌های مختلفی این آنـالیز مـورد آزمـون قـرار گرفـت. در نهایت ماتریسی با ۹ فاکتور و توجیه حدود ۸۰ درصد تغییرات بهترین جواب را برای‌این محدوده ارائه داده است. همچنین یکی از پارامترهای گزارش شده در هنگام پردازش عاملی مقدار KMO است. مقادیر بزرگ KMO دلالت بر تأیید تجزیه عاملی و مقادیر کوچک آن دلالت بر عدم تأیید تجزیه عاملی دارد بر اساس جدول ۳- ۶ این مقدار در مورد نمونه‌های محدوده شامکان- تجرود، برای داده‌های نرمال شده، ۹۰.۹ % می‌باشد. که بر اساس بازه‌های تعریفی این کمیت در کتاب‌های زمین‌آمار (حسنی‌پاک، ۱۳۸۰) تجزیه‌ی عاملی را در رده مناسب قرار می‌دهد.

جدول ۳- ۶- مقدار KMO و Barlet's برای رسوبات آبراهه‌ای

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling dequacy.		.۹۰۹
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۳۲۷۷٤.٦۳۳
	Df	۱٤۳۱
	Sig.	.۰۰۰

با نگاهی به‌این ماتریس می‌توان دید که فاکتور اول بـا توزیـع حـدود ۳۰/۰۷ درصـد تغییـرات شـامل عناصـر Be,As,Ce,Li,P,Tl,Nd,La,Pb است .قرارگیری عناصر بریلیم ،آرسنیک و سرب در یک گروه می‌تواند یـک کلیـد اکتشافی برای سرب باشد.

ـ در فاکتور دوم عناصر Dy,Eu,Zr,Mn,Nb,Al,Y,Ba,K,Ti,Na,Sm,Ga,Zn,Bi مشاهده می‌گردد که اغلب آنها عناصر سنگ ساز هستند.

ـ در فاکتور سوم حضور توام Sn,Fe,Ta,Hg,Te,W,Cs,U,Hf,Ge, داریم. همچنین عناصر U,Hf,Ge,Bi,Mo,Th,Cd,Cu در فاکتور چهارم حضور یافته‌اند.

بور در فاکتور پنجم دیده می‌شود و سلنیم و اسمیم در فاکتور ۹ قرار گرفته‌اند..

در فاکتور هشتم طلا بتنهائی حضور دارد. این امر در آنالیز خوشه‌ای و جداول همبستگی نیز تایید شده‌است.

جدول ۳-۷- مقادیر ویژه فاکتورهای نه‌گانه

	Initial Eigenvalues		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %
١	١٦.٢٤٢	٣٠.٠٧٨	٣٠.٠٧٨
٢	١١.٠٤٨	٢٠.٤٦٠	٥٠.٥٣٨
٣	٥.١٨٥	٩.٦٠٣	٦٠.١٤١
٤	٣.٤٣٣	٦.٣٥٨	٦٦.٤٩٩
٥	٢.١٥٦	٣.٩٩٢	٧٠.٤٩١
٦	١.٥٥٨	٢.٨٨٥	٧٣.٣٧٦
٧	١.٢٢١	٢.٢٦١	٧٥.٦٣٧
٨	١.١٢٢	٢.٠٧٧	٧٧.٧١٥
٩	١.٠٤٤	١.٩٣٤	٧٩.٦٤٨

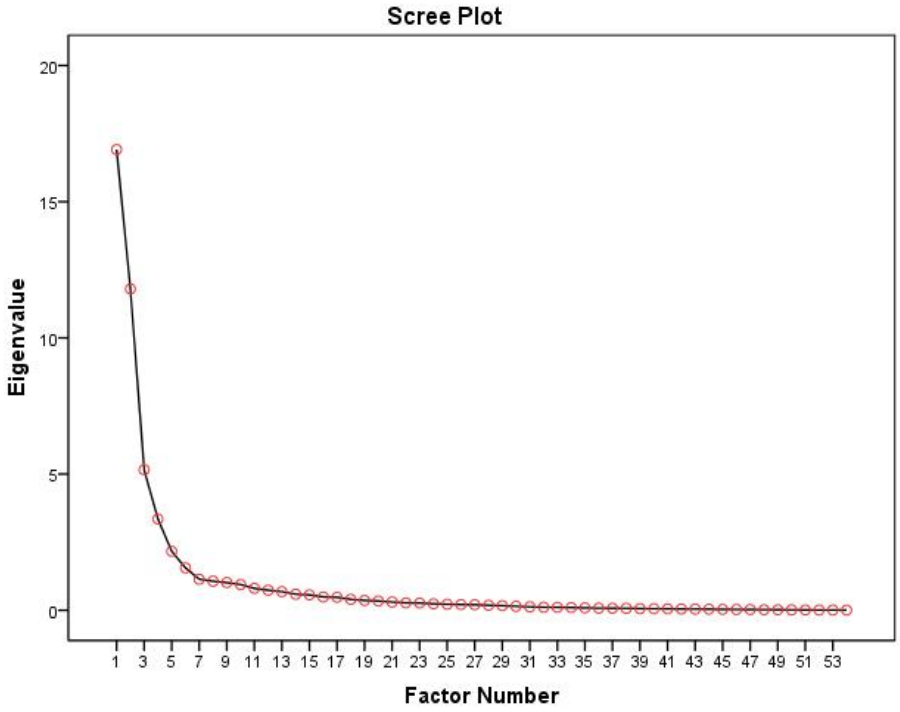
جدول ۳-۸- نتیجه‌ی آنالیز فاکتوری بر روی نمونه‌های ژئوشیمی

Rotated Component Matrixa

	Component								
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
Be.Normal	.٨٣٦	.٢٢١	-.٣٠٣	-.٠٢٠	-.١٦٧	.١٢٤	.١٧٧	-.٠٨٤	.٠٤٠
Ce.Normal	.٨٠٠	.٤٦٣	-.١١٧	-.٠٤٣	-.٠٧٧	.٠٢٠	.٢٢٣	-.٠٤٨	.٠٢٩
As.Normal	.٧٩١	.٠٠٥	-.٠٢٤	.٠٣٨	.٢٩٣	.٠١٦	-.٠٨٣	.١٥٠	-.٠١١
Li.Normal	.٧٦٩	.٣٢٢	-.٢٥٥	-.٠٠٦	.١٧٨	-.٠٤٣	.١٣٥	-.٠٠٥	.٠٠٢
P.Normal	.٧٠٠	.٣٥٦	-.٠٣٤	.١٣٣	.٢٣٦	-.٠٥٥	-.٠٩٢	.٠٢٣	-.٠٧١
Nd.Normal	.٦٧٥	.٣٩٧	-.٣٢٢	-.٣٣٤	-.٠٣١	.٠٠٥	.٢٤٢	-.٠٥٣	-.٠١٢
La.Normal	.٦٧٣	.٢٣٠	-.٢٧٧	-.٥٥٥	.١١٣	-.٠٣٦	.١٧١	-.١٠٨	.٠١٤
Pb.Normal	.٦٢٧	-.٠٢٩	.٠٧١	.٠٥٣	-.٠٠٥	.٤٧٦	.١٨٦	.٠١٤	.١٠٩
Tl.Normal	.٦٠٧	.٢٥٤	.٤٠٩	.١٣٠	-.٠٩٤	-.١٧١	-.٣٠٦	.١٦٣	-.٠٧٢
Ti.Nomal	.٥٢٨	.٥٨٧	.٤٤٥	.١٩٣	.٠٧٨	-.١٢٥	.٠٠٠	-.١٣٢	.٠٧٥
Y.Normal	.٥٢٨	.٦٦٩	-.٠٣١	-.٠١١	.٠٠٤	.٠٦٦	-.١١٠	-.٢٤٢	.١٢٢
K.Normal	.٥٠٦	.٥٤٨	-.٤٥٢	-.٢١٣	-.٠٤٦	.٠٤٧	.٢٣٧	.١١٥	-.١١١
Zn.Normal	.٥٠٥	.٤٧٦	.٣٠٩	-.٣٣٤	.١٩٣	.٢٣٧	-.٠٣٢	.٠٨٣	-.٠٢٠
Yb.Normal	.٢٢٩	.٨٧١	.٠٥٤	.١٦٢	.٠٤٨	-.٢١٧	.٠٥٨	.٠٤٩	-.٠١٦
Dy.Normal	.٣٠٤	.٨٥٠	.٠٢٥	.٠٦٤	.٠١٥	.١٦٠	.٠١٩	-.١٣٦	.٠٩١
Eu.Normal	.٣٧٢	.٨١٣	.٠٠٦	.٠٠٤	.٠٢٦	-.١٦٥	.٠٧٧	.١٤٢	-.٠٨٤
Mn.Normal	-.٢٠٧	.٧٦٨	.٢١٤	.١٦١	.١٢٥	.٢٩٠	.٠٩٦	.٠٩٠	.٠٢٤
Al.Normal	.٤٥٩	.٧٥٠	.٠٧٣	.٢٠٦	-.١٤٢	-.٠٠٧	-.١٧١	.٠٧٠	-.١٠٠

ادامه جدول ۳-۸

Na.Normal	.۱۳۹	.۶۸۱	.۰۲۱	.۵۰۶	-.۰۸۳	-.۰۵۴	-.۱۱۴	.۱۱۵	-.۱۳۱
Zr.Normal	.۴۲۳	.۶۶۷	-.۳۹۷	-.۲۳۱	.۱۵۴	.۰۲۶	.۱۲۰	-.۰۶۴	-.۰۰۳
Nb.Normal	.۳۱۰	.۶۳۶	.۲۳۸	-.۴۵۶	.۳۵۴	-.۱۸۱	.۰۶۱	-.۰۱۵	-.۰۲۲
Ba.Normal	.۴۱۲	.۵۶۰	-.۴۶۷	-.۱۶۴	.۰۷۲	.۰۴۸	.۳۴۴	.۱۵۵	-.۰۸۲
Ga.Normal	.۴۱۸	.۵۵۶	.۴۵۲	.۰۸۲	.۱۸۸	.۰۲۷	-.۱۵۳	-.۰۱۱	-.۰۵۲
V.Normal	.۱۹۸	.۵۳۶	.۴۹۲	.۴۹۴	.۱۴۴	-.۲۶۷	-.۰۷۲	.۰۵۹	-.۰۰۲
Sn.Normal	-.۱۶۳	.۱۰۲	.۸۵۰	-.۱۰۴	.۳۵۲	.۰۹۴	-.۲۰۸	.۰۳۸	-.۰۲۲
Fe.Normal	-.۲۳۴	.۱۹۵	.۸۴۷	.۳۵۵	.۱۰۰	.۱۱۹	-.۱۰۱	-.۰۰۹	.۰۱۹
Ta.Normal	-.۵۷۰	-.۰۵۴	.۷۳۴	.۱۶۹	.۱۰۰	.۱۶۳	-.۰۳۴	-.۰۱۸	.۰۳۲
Hg.Normal	-.۱۶۵	.۰۹۴	.۷۰۷	.۴۰۵	-.۰۲۷	.۲۰۶	.۰۳۷	.۱۰۸	-.۰۳۴
Te.Normal	-.۰۱۲	.۰۶۲	.۷۰۰	-.۱۹۸	.۴۸۳	-.۰۱۸	-.۲۲۹	-.۰۷۸	.۰۰۳
W.Normal	-.۰۱۸	-.۰۸۳	.۶۹۸	-.۰۲۶	-.۰۸۷	-.۱۷۴	.۰۴۶	-.۰۶۹	.۰۵۲
Cs.Normal	-.۲۷۸	-.۱۷۳	.۶۶۱	.۳۶۸	-.۲۵۰	.۱۸۳	-.۱۰۲	-.۰۹۹	.۰۲۵
U.Normal	-.۱۷۵	.۰۱۶	.۶۲۷	.۷۱۴	-.۰۳۴	.۱۱۰	-.۰۰۱	.۰۵۳	.۰۲۶
Hf.Normal	-.۳۶۲	.۱۸۶	.۵۲۶	.۶۱۶	-.۲۱۵	.۱۸۳	.۱۵۴	.۰۸۸	-.۰۱۸
Ge.Normal	-.۲۱۵	.۱۰۹	.۵۱۵	.۷۴۶	-.۰۸۷	.۱۷۵	.۰۷۱	.۰۷۷	.۰۰۸
Bi.Normal	-.۰۸۳	.۱۱۴	.۲۱۰	.۸۷۴	-.۰۳۸	.۰۳۲	.۱۶۲	.۱۳۰	.۰۲۵
Mo.Normal	.۲۳۱	-.۰۲۰	-.۱۲۶	.۸۳۵	-.۱۸۲	.۰۱۵	.۰۹۹	-.۰۲۲	.۰۷۳
Th.Normal	-.۲۶۷	.۱۲۰	.۱۵۵	.۶۶۷	-.۰۰۷	.۰۳۵	.۱۲۵	-.۱۵۱	.۱۳۹
Cd.Normal	.۳۶۹	.۰۱۷	.۰۶۶	.۶۰۴	-.۰۸۸	.۰۸۷	-.۰۴۶	-.۰۲۱	-.۰۰۲
Cu.Normal	.۲۲۳	.۳۵۶	.۳۵۷	.۵۹۹	.۱۰۵	-.۰۷۲	-.۳۰۸	.۰۹۹	-.۰۷۹
B.Nomal	-.۰۲۵	.۱۲۱	.۱۰۹	-.۱۱۴	.۸۲۱	-.۱۸۲	-.۱۱۹	.۰۴۱	-.۰۶۲
Co.Normal	-.۷۴۸	-.۱۵۲	.۳۰۶	-.۰۲۱	.۲۹۶	.۳۳۹	.۱۴۲	.۰۱۶	-.۰۱۰
Ag.Normal	-.۴۵۸	.۰۶۴	.۰۰۴	-.۱۴۹	-.۲۱۶	-.۰۹۲	.۳۱۷	-.۰۱۹	.۰۲۳
Cr.Normal	-.۷۵۳	-.۳۰۶	.۲۲۶	.۱۳۰	.۲۴۸	.۲۲۶	.۲۵۳	-.۰۴۱	.۰۱۹
Se	-.۰۶۰	-.۰۳۴	-.۰۲۲	.۱۳۴	-.۰۵۹	-.۰۳۳	.۰۵۴	.۱۸۱	.۸۱۰
Sm	.۱۴۱	-.۱۱۹	.۱۴۴	-.۰۰۹	.۰۰۱	.۰۷۴	-.۴۴۴	-.۱۷۸	.۵۱۵
Ni.Normal	-.۷۸۰	-.۳۲۸	.۱۵۳	.۰۱۷	.۲۵۴	.۳۱۳	.۱۵۸	-.۱۰۶	.۰۳۶
Mg.Normal	-.۸۴۶	-.۳۲۷	.۱۵۹	.۲۱۱	.۰۵۴	.۲۲۹	.۱۰۶	-.۰۲۶	.۰۱۷
Ca.Normal	.۲۲۷	.۰۱۷	-.۰۹۰	-.۱۶۶	.۲۴۱	-.۸۰۱	.۰۴۰	.۰۵۵	.۰۱۷
Sb.Normal	-.۰۱۱	-.۰۴۷	.۴۰۳	-.۱۲۵	.۲۸۱	-.۰۶۶	-.۶۲۷	.۱۱۲	.۰۱۵
Rb.Normal	-.۰۱۰	.۰۶۶	.۲۱۲	-.۷۴۴	-.۲۸۰	.۱۱۷	.۲۱۸	-.۰۶۷	-.۰۰۶
S.Normal	.۲۷۰	-.۴۳۲	-.۰۲۱	-.۵۶۴	.۱۵۶	-.۱۱۹	.۲۵۰	.۰۳۹	-.۰۶۰
Au.Normal	.۱۰۱	.۰۳۳	.۰۶۲	.۳۳۶	.۰۴۴	.۲۵۶	-.۱۱۷	.۴۴۷	-.۱۳۰
Sc	-.۰۲۹	-.۰۶۸	.۰۵۰	.۰۱۳	-.۰۱۶	.۱۰۵	-.۰۲۲	-.۷۴۶	-.۱۵۰
Sr.Normal	.۰۲۲	.۴۶۹	-.۲۲۶	.۱۴۷	-.۲۲۶	-.۱۰۳	.۰۵۹	.۲۰۵	-.۲۱۲



تصویر ۳-۲-نمودار آنالیز فاکتوری

۳-۵- حذف تأثیر سنگ بالادست و پردازش گروه‌های سنگی

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

الف) مؤلفه‌ی سین‌ژنتیک که مربوط به لیتولوژی و تغییرات لیتوژئوشیمیایی می‌باشد.

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

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

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

ب) روش مستقیم

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

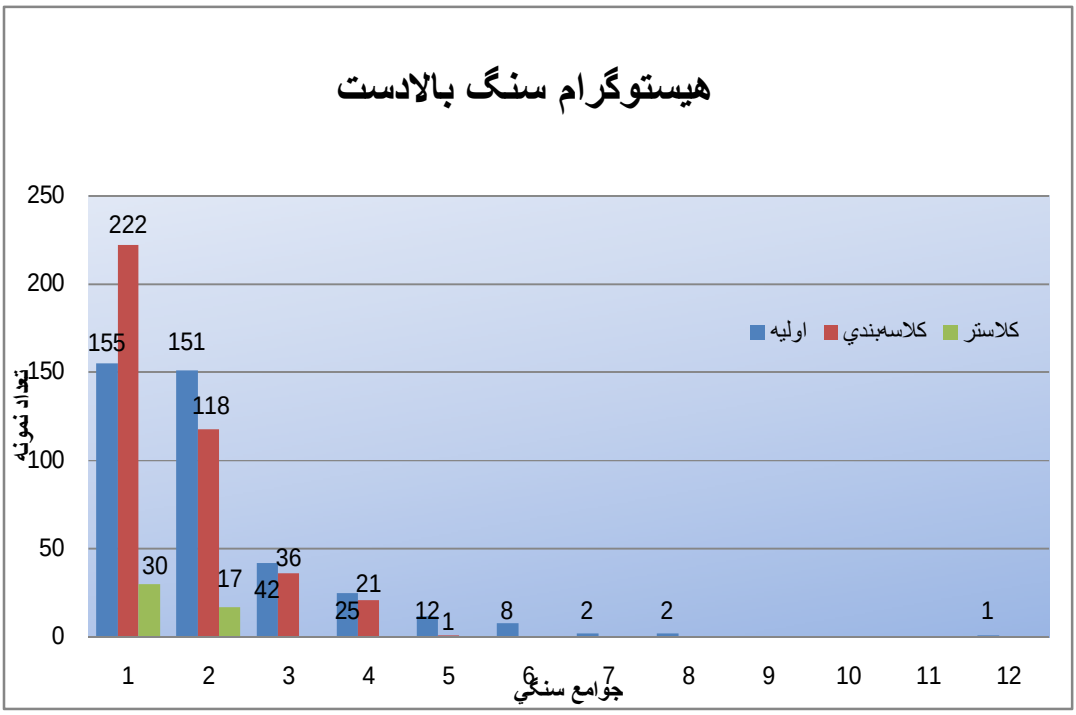
۳-۵-۱- جداسازی نمونه‌ها براساس واحدهای سنگی مؤثر در آن‌ها:

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

با اعمال‌این روش بعضاً شاهد حضور جوامعی با تعداد نامتعارفی سنگ بالادست هستیم. به طور مثال دراین برگه نمونه‌ای با ۱۲ نوع سنگ بالادست وجود داشت اما با توجه به در اختیار داشتن مساحت کل حوضه‌آبریز و مساحت هر سازند، می‌توان درصد تأثیر هر واحد در رسوبات‌ایجادی را می‌توان به دست آورد به طور مثال بیش از ۶ واحد در نمونه‌ی مورد مثال در مجموع کمتر از ۵% مساحت حوضه را اشغال می‌کنند که‌این نمی‌تواند تأثیر عمده و چندانی در تغییر ترکیب عنصری نمونه‌ی برداشتی داشته باشد و به کلی قابل حذف هستند. کل واحدهای آبرفتی کواترنر نیز با یکدیگر ادغام و به عنوان Q وارد پردازش می‌شوند. البته زمانی Q در پردازش‌ها دخیل می‌گردد که تشخیص سنگ بالادست غیرممکن باشد یعنی در صورتی که از طریق نقشه اطمینان حاصل نماییم Q مورد نظر خود حاصل از واحد سنگی خاص است از Q صرف‌نظر می‌گردد.

با توجه به موارد فوق نهایتاً ۱۲ گروه سنگی حاصل گردید که ازاین تعداد، ۱۱ گروه تک سنگی، ۳٤ گروه دو سنگی، ۳۰ گروه سه سنگی، ۱۵ گروه چهار سنگی، ۹ گروه پنج سنگی ، ٤ گروه شش سنگی ،۳ گروه هفت سنگی ،۲ گروه هشت سنگی و ۱ گروه دوازده سنگی می‌باشند. اما تعداد نمونه‌های برخی ازاین گروه‌ها از ۵ ، که در غالب پردازش‌های آماری به عنوان حداقل داده‌های هر جامعه محسوب می‌گردد کمتر است و به علاوه بسیاری از آن‌ها به لحاظ سنگ‌شناسی با یکدیگر تشابه دارند. ازاین بحث می‌توان نتیجه گرفت که بهترین کار برای ادغام گروه‌های سنگی دارای حداقل عضو استفاده از تشابه سنگ‌شناسی (کلاسه بندی)این گروه‌ها نسبت به انواع دارای اعضای متعارف است،که ۵ گروه تک سنگی، ۱۰ گروه دو سنگی، ۶ گروه سه سنگی ،۶ گروه چهار سنگی و ۱ گروه

پنج سنگی به وجود آمد. در نهایت بعد از کلاسه‌بندی برای آن گروههایی که تعداد اعضای آنها کمتر از ۵ بود و در هیچ یک از گروههای فوق قرارنگرفتند از روش کلاستر استفاده‌گردید(تصویر ۳-۳ و جدول ۳-۹).



تصویر ۳-۳- گروه‌های سنگی و تعداد اعضای آن‌ها قبل و بعد از ادغام گروه‌های زیر ۵ عضو

جدول ۳-۹- گروه‌های مختلف‌ایجادی و زیر گروه‌های آن‌ها

	Befor Data Merging	After Data Merging
Mono Rock	۱۱	۷
Two Rocks	۳٤	٥
Tree Rocks	۳۰	٦
Four Rocks	۱٥	۱
Five Rocks	۹	-
Six Rocks	٤	-
Seven Rocks	۳	-
Eight Rocks	۲	-
twoele Rocks	۱	-
Cluster	-	۲

جدول ۳-۱۰- شرح علامت اختصاری گروه‌های سنگی در محدوده ۱:۲۵۰۰۰ شامکان۱

ردیف	علائم در نقشه	توصیف واحدهای سنگی
۱	ub , sr , cm , k^{1}	ULTRABASIC ROCK AND OPHIOLITIC MELANGE
۲	Gr , dr-mo	SUBVOLCANIC AND INTRUSIVE IGNEOUS ROCKS
۳	K^{I}_{1}, OM^{I}	LIMESTONE
٤	E^{ts} , K^{ss}	SILTSTONE AND SANDSTONE
٥	K^{c}_{1} , K^{c}_{2} , PIQ^{c}	CONGLOMERATE
٦	E^{v} , E^{ab}	ANDESITE
۷	E^{t}	TUFFS
۸	Q^{t1} , Q^{t2} (QE)	ALLUVIUM
	کلاسه‌بندي	
۹	AC	سنگهاي اسيدي
۱۰	AM	سنگهاي حد واسط شامل بازالت و آندزيت ها
۱۱	MA	سنگهاي مافيك شامل افيوليت ها و اولتر بازيك ها
۱۲	DS	رسوبي تخريبي شامل ماسه سنگ ، كنگلو مرا، مارن
۱۳	DC	رسوبي شيميايي شامل تمام آهك ها ودولوميت ها

جدول ۳-۱۱- ترکیب گروه‌های سنگی در محدوده ۱:۲۵۰۰۰ شامکان۱

ردیف	ترکیب اولیه	نوع گروه	ترکیب کلاسه‌بندی	نوع گروه
1	(dr-mo)	1	Ac	1
2	Cm	1	Ma	1
3	Et	1	Ac	1
4	Ev	1	Am	1
5	Kc1	1	Ds	1
6	L.pz	1	Dc	1
7	Ub	1	Ma	1
8	(dr-mo)-Ev	2	Ac+Am	2
9	E1-L.pz	2	Dc	1
10	Ev-Kc1	2	Am+Dc	2
11	Ub-Cm	2	Ma	1
12	Ub-Ev	2	Ma	1
13	(dr-mo)-Ev-Cm	3	Ac+Am+Ma	3
14	(dr-mo)-Ev-KI	3	Ac+Am+Dc	3
15	E1-L.pz-Et	3	Ac+Dc	2
16	E1-L.pz-KI1	3	Dc	1
17	L.pz-KI1-Qt1	3	Dc+Qt	2
18	Ub-Et-Cm	3	Ac+Ma	2
19	(dr-mo)-Ev-Cm-KI	4	Ac+Am+Ma+Dc	4
20			cluster	
21			cluster	

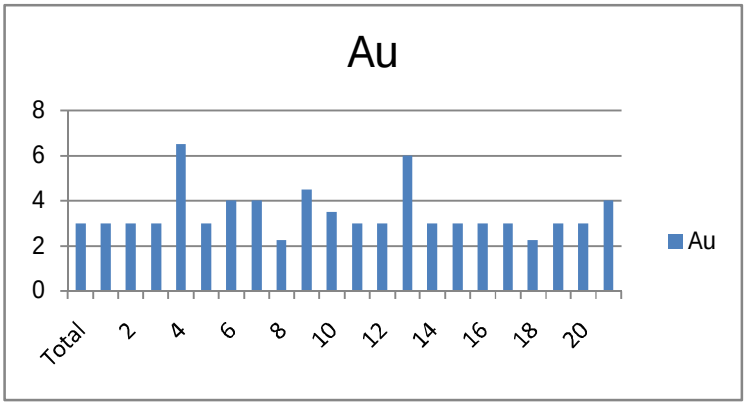
۳-۵-۲- مقایسه میانگین عناصر در گروه‌های مختلف

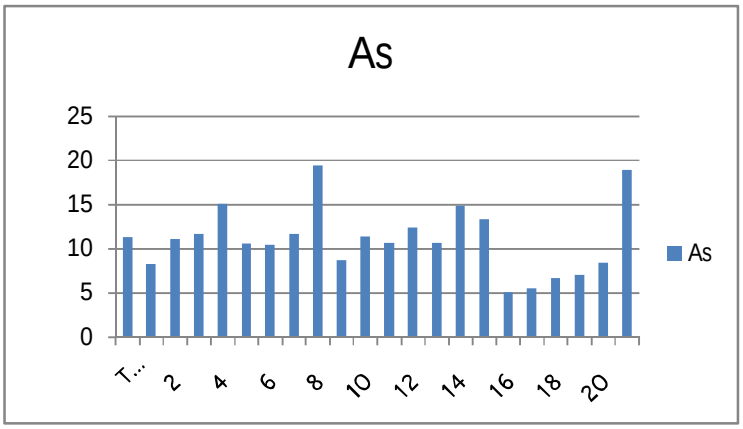
در این مرحله ابتدا نسبت میانگین هر گروه را به میانگین کل نمونه‌ها تقسیم نموده که نتیجه‌ی آن در جدول(جدول ۳-۱۲) آمده است.

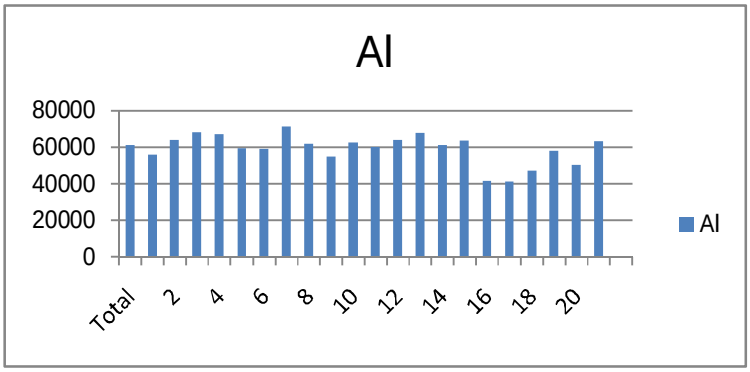
براساس جدول ۳-۱۲ با مقایسه‌ی میانگین هر گروه بر میانگین کل نمونه‌ها می توانیم مشاهده کنیم که در گروههای ٤ و۱۳ با ترکیب سنگ شناسی گرانیت-دیوریت، آندزیت و توف طلا دارای میانگین بالای ۱/۵ ونقره در گروههای ۳ و ۱۳ با ترکیب سنگ‌شناسی فوق دارای میانگین بالای ۱/۵ هستند.باریم در گروههای ۱۰ و ۱۵ با ترکیب سنگ شناسی کنگلومرا، مارن، ماسه‌سنگ، توف و دولومیت‌چرت‌دار و مولیبدن در گروههای ۱۹،۱۳،۷،۶،٤ با ترکیب سنگ‌شناسی آندزیت، دولومیت‌چرت‌دار ،افیولیت ،دیوریت-مونزونیت دیاباز وبازالت دارای میانگین بالای ۱/۵ هستند.

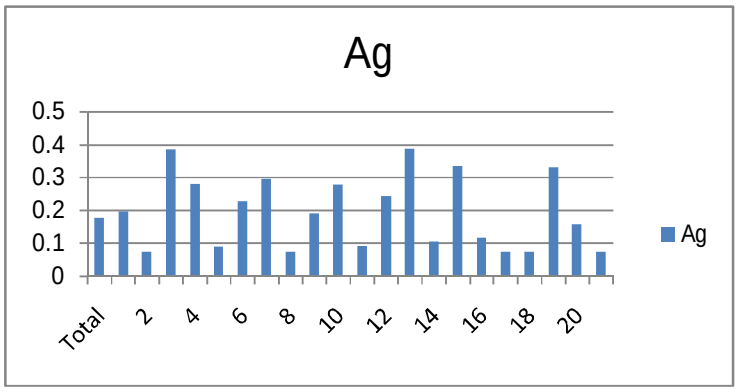
همچنین عناصر کروم، نیکل، منیزیم و کبالت که در محاسبات قبلی نیز همبستگی‌های قوی با همدیگر داشتنددر این مرحله توامادر گروههای سنگی و ۱۶ ، ۱۷،۱۸ و ۱۹ با ترکیب سنگ‌شناسی آندزیت، دولومیت‌چرت‌دار ،افیولیت ،دیوریت-مونزونیت دیاباز وبازالت ،ماسه‌سنگ و سنگ‌های کربناته دارای مقادیر میانگین بالای ۱/۵ می‌باشند.عنصر تلور نیز در اکثر گروه‌ها دارای میانگین بالاتری هستند.پس از بررسی جداول فوق نمودار عیاری گروه‌های مختلف برای میانگین برای هر عنصر رسم گردید که در ادامه نمودار تعدادی از آنها خواهد آمد(تصاویر ۳-٤ تا ۳-۲۲).

جدول ۳-۱۲ –نسبت میانگین گروههای سنگی به میانگین کل

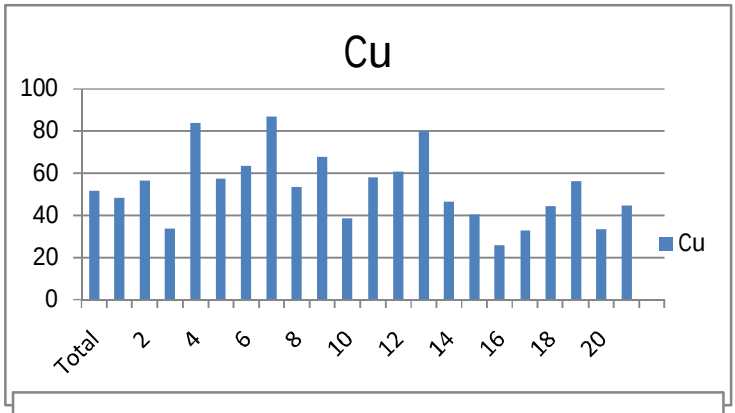


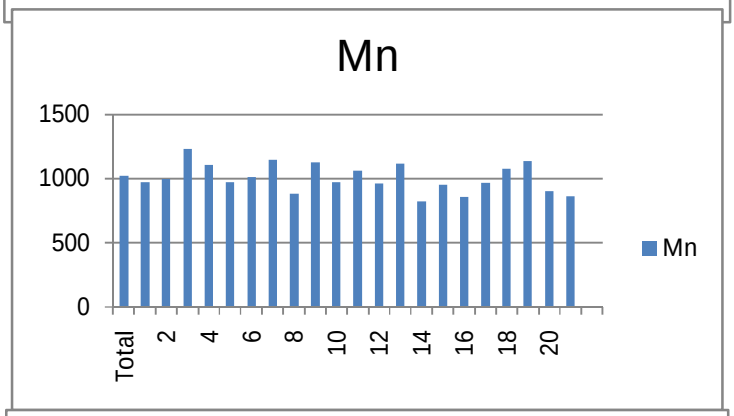


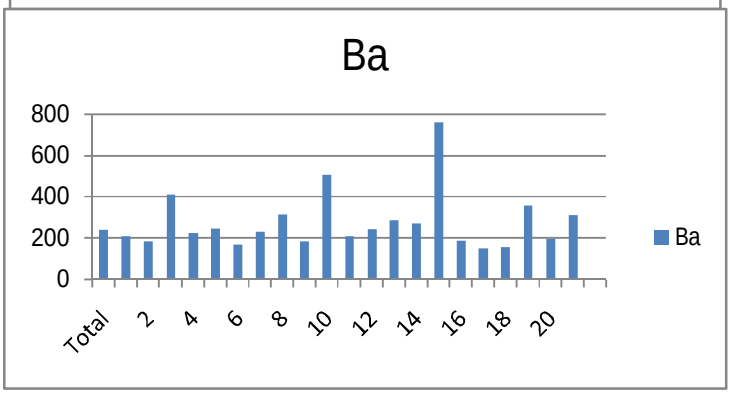


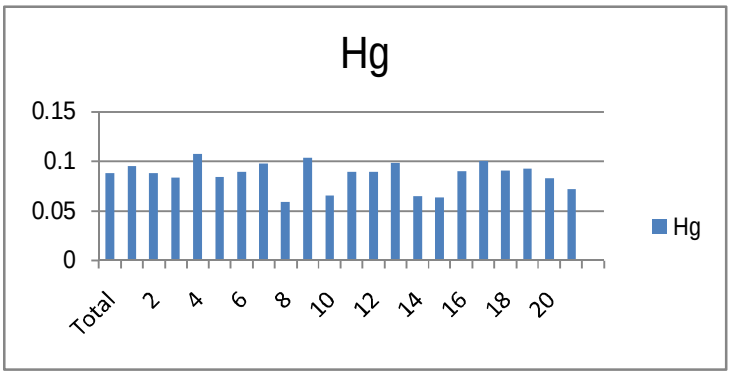


تصاویر ۳-٤ تا ۳-۲۲ - نمودار میله‌ای میانگین عناصر در گروه‌های سنگی مختلف

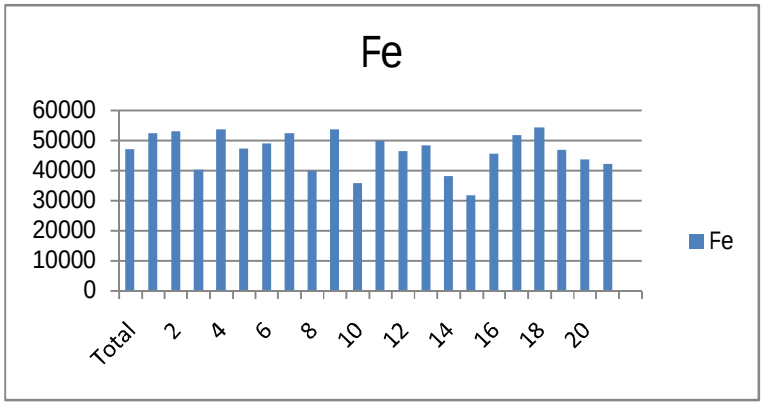


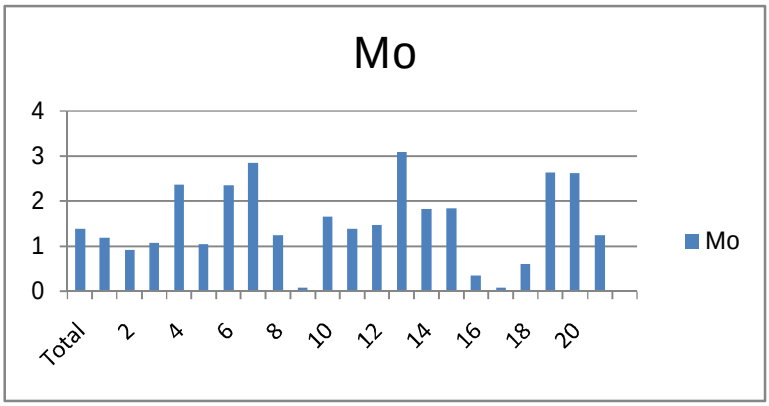


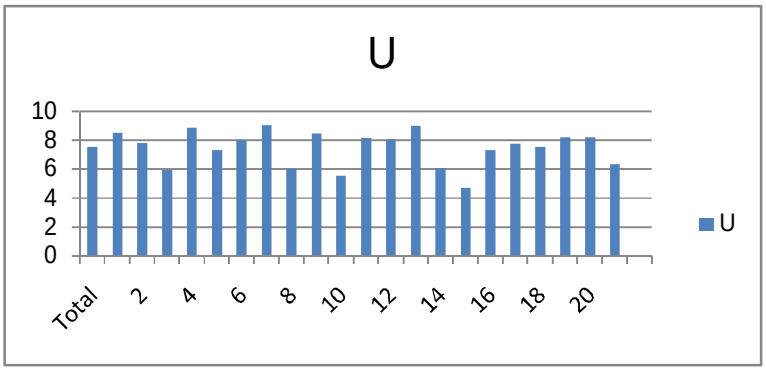


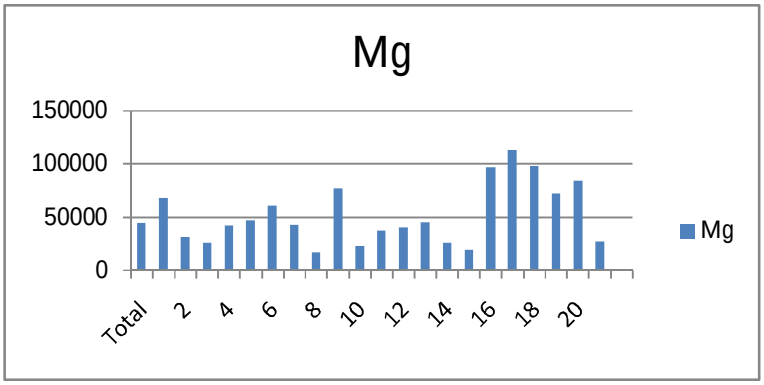


ادامه تصاویر ۳-٤ تا ۳-۲۲ - نمودار میله‌ای میانگین عناصر در گروه‌های سنگی مختلف

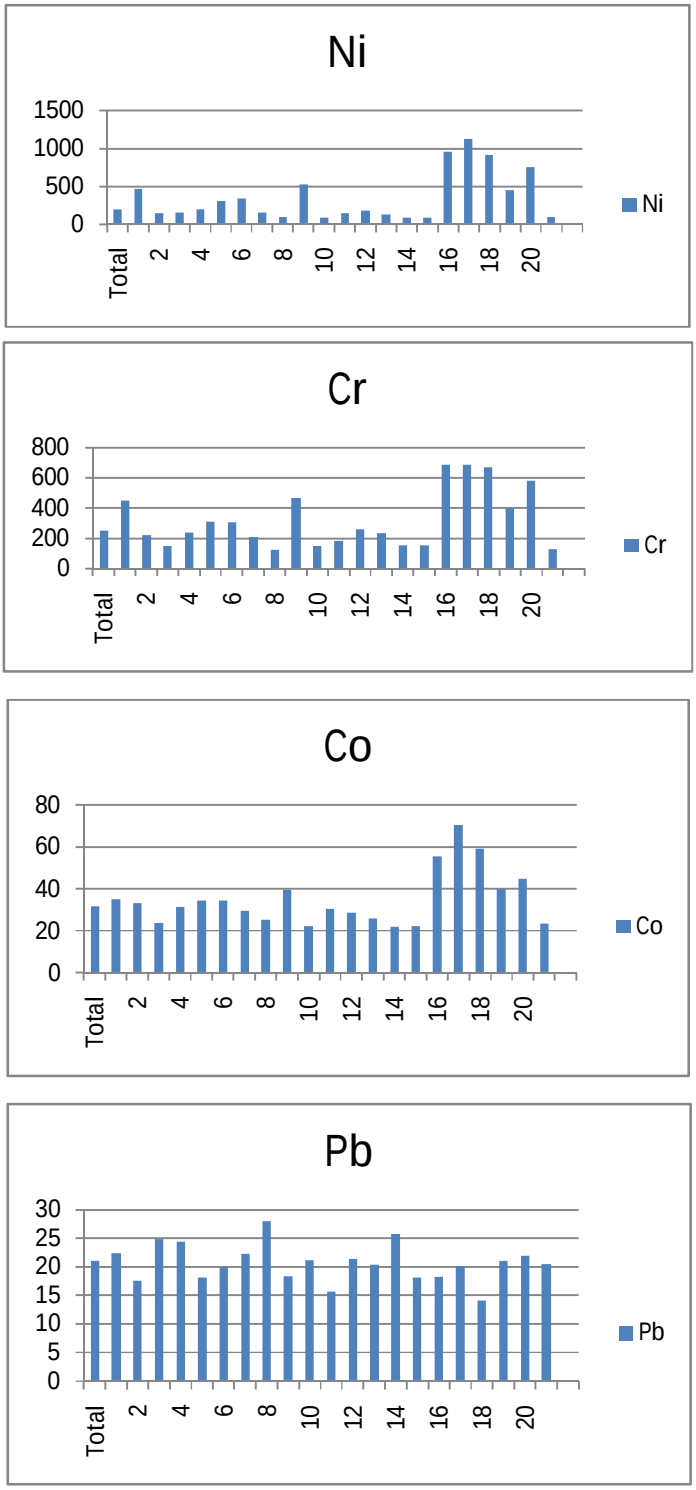




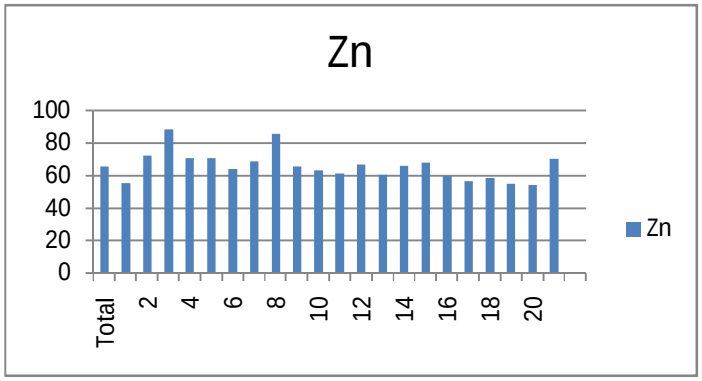


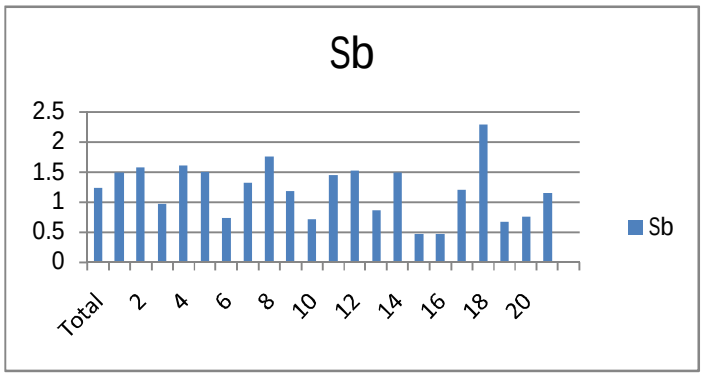


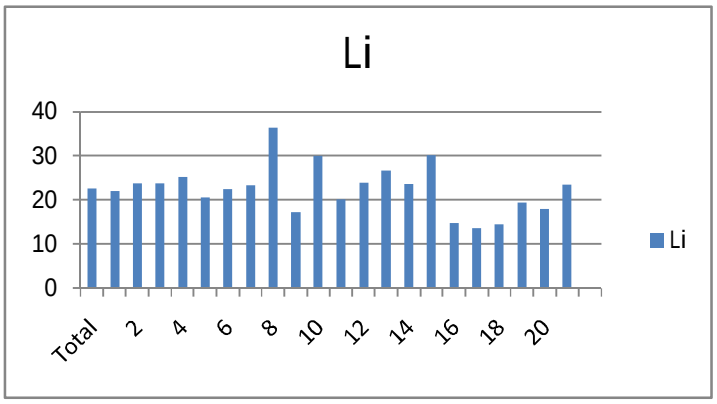
ادامه تصاویر۳-٤ تا ۳-۲۲ - نمودار میله‌ای میانگین عناصر در گروه‌های سنگی مختلف

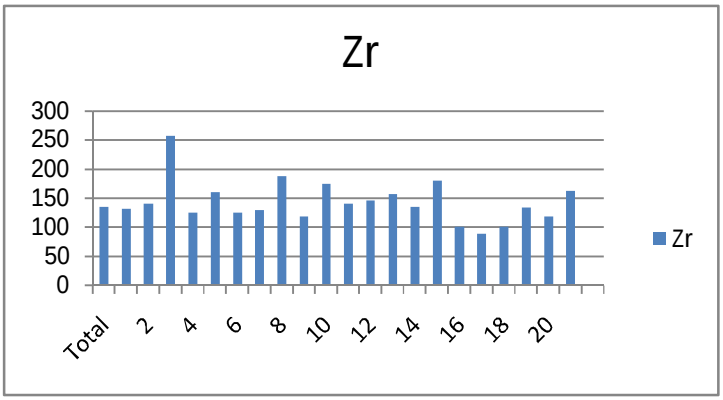


ادامه تصاویر۳-٤ تا ۳-۲۲ - نمودار میله‌ای میانگین عناصر در گروه‌های سنگی مختلف









ادامه تصاویر۳-٤ تا ۳-۲۲ - نمودار میله‌ای میانگین عناصر در گروه‌های سنگی مختلف

۳-۵-۳- خنثی‌سازی اثر مؤلفه‌ی سین‌ژنتیک در هر جامعه

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

پس از تعیین مقدار زمینه با تقسیم هر یک از داده‌ها بر آن، کل داده‌های مجموعه را نرمال می‌کنیم. مقدار حاصل را اصطلاحاً شاخص غنی‌شدگی [۱] می‌گویند و مدل ریاضی آن به صورت زیر است:

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

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

برای ضرایب غنی شدگی نیز پارامترهای آماری مؤثر محاسبه شد تا در هنگام تهیه‌ی نقشه بتوان از آن بهره گرفت. جدول شماره‌ی ۳-۱۳ این پارامترها را برای هر عنصر به نمایش می‌گذارد.

---

[۱]- Enrichment Index

جدول ۳-۱۳ – پارامترهای آماری ضریب‌غنی‌شدگی عناصر

		Au	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr
N	Valid	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		2.285	1.489	0.975	1.094	1.118	1.138	0.990	1.012	1.068	1.022	0.972	1.088	1.299
Std. Deviation		11.413	1.637	0.187	0.616	0.501	0.624	0.291	0.393	0.344	0.461	0.236	0.383	0.945
Variance		130.260	2.681	0.035	0.380	0.251	0.390	0.085	0.155	0.118	0.213	0.056	0.147	0.893
Skewness		17.797	4.693	-1.096	2.531	3.104	1.904	0.663	0.242	1.218	0.315	-0.773	1.697	2.760
Kurtosis		338.026	34.834	4.388	11.887	17.944	4.606	0.698	1.700	2.074	0.124	1.753	4.341	10.218
Minimum		0.346	0.195	0.143	0.061	0.429	0.154	0.179	0.067	0.320	0.138	0.058	0.351	0.181
Maximum		220.462	18.398	1.703	5.449	5.455	4.193	1.963	2.457	2.544	2.807	1.656	2.972	7.438
Percentiles	25	0.750	0.746	0.903	0.759	0.836	0.786	0.815	0.836	0.851	0.745	0.854	0.864	0.775
	50	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	75	1.500	1.629	1.066	1.316	1.266	1.274	1.139	1.167	1.221	1.306	1.128	1.216	1.430

		Cs	Cu	Dy	Eu	Fe	Ga	Ge	Hf	Hg	K	La	Li	Mg
N	Valid	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		1.027	1.191	0.996	1.002	1.022	0.997	1.048	1.024	1.040	1.023	0.995	0.984	1.232
Std. Deviation		0.299	2.292	0.180	0.261	0.192	0.196	0.299	0.271	0.303	0.348	0.295	0.284	0.880
Variance		0.090	5.251	0.032	0.068	0.037	0.039	0.089	0.074	0.092	0.121	0.087	0.081	0.640
Skewness		0.815	18.944	-0.293	-0.092	0.656	-0.289	1.453	1.367	0.943	0.674	0.289	0.289	2.959
Kurtosis		1.971	371.387	2.393	1.196	2.685	0.818	4.841	4.187	1.979	2.015	0.854	1.931	11.009
Minimum		0.289	0.279	0.175	0.111	0.183	0.193	0.282	0.262	0.265	0.064	0.166	0.095	0.240
Maximum		2.424	46.045	1.600	1.834	1.951	1.495	2.792	2.348	2.259	2.462	2.083	2.275	5.806
Percentiles	25	0.838	0.826	0.915	0.862	0.920	0.893	0.887	0.865	0.854	0.827	0.827	0.822	0.803
	50	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	75	1.175	1.232	1.086	1.149	1.100	1.112	1.188	1.107	1.185	1.196	1.134	1.131	1.340

		Mn	Mo	Na	Nb	Nd	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Se	Sm
N	Valid	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	399
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		1.030	1.174	1.009	1.026	1.017	1.496	1.001	1.114	1.062	1.083	1.136	1.073	2.162	0.993
Std. Deviation		0.225	1.532	0.279	0.391	0.404	1.482	0.323	1.448	0.561	0.637	0.856	0.306	4.719	0.178
Variance		0.051	2.348	0.078	0.153	0.163	2.195	0.105	2.098	0.315	0.406	0.732	0.094	22.271	0.032
Skewness		0.791	7.175	0.161	1.144	1.147	3.087	2.089	17.664	1.042	4.137	4.775	1.104	5.993	-0.579
Kurtosis		2.604	68.337	2.205	4.421	4.603	11.039	12.359	337.773	2.361	30.588	34.261	1.888	47.636	1.725
Minimum		0.215	0.026	0.065	0.059	0.081	0.231	0.205	0.020	-0.557	0.105	0.240	0.282	0.266	0.174
Maximum		2.156	18.573	2.104	3.270	3.512	10.324	3.409	28.807	3.492	7.409	8.964	2.410	53.944	1.452
Percentiles	25	0.906	0.530	0.863	0.803	0.771	0.764	0.834	0.803	0.705	0.747	0.687	0.886	0.712	0.905
	50	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	75	1.130	1.369	1.134	1.213	1.212	1.475	1.129	1.200	1.271	1.245	1.288	1.199	1.419	1.099

		Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
N	Valid	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	398	399
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		1.036	1.012	1.028	1.028	1.030	0.998	1.059	1.034	1.065	1.206	0.985	1.003	1.015	1.001
Std. Deviation		0.245	0.182	0.209	0.280	0.271	0.239	0.514	0.245	0.357	0.952	0.180	0.174	0.301	0.299
Variance		0.060	0.033	0.044	0.078	0.073	0.057	0.264	0.060	0.128	0.907	0.032	0.030	0.091	0.090
Skewness		1.224	0.496	0.712	0.947	0.790	-0.129	1.575	1.042	1.561	2.388	-0.952	-0.243	2.844	0.292
Kurtosis		4.547	4.889	1.879	2.352	2.415	2.761	4.162	3.002	4.403	8.305	4.822	3.328	20.950	1.047
Minimum		0.233	0.174	0.199	0.269	0.260	0.068	0.321	0.234	0.302	0.099	0.178	0.168	0.294	0.149
Maximum		2.428	2.128	1.793	2.357	2.314	1.992	3.603	2.096	2.808	6.723	1.842	1.845	3.788	2.227
Percentiles	25	0.894	0.917	0.916	0.849	0.860	0.884	0.824	0.900	0.864	0.642	0.917	0.922	0.853	0.816
	50	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	75	1.149	1.100	1.116	1.162	1.176	1.113	1.176	1.155	1.190	1.434	1.079	1.068	1.140	1.186

۳-۵-٤- مطالعات آماری چند متغیره بر روی ضرایب غنی شدگی

۳-۵-٤-۱- تعیین نوع ارتباط میان گروه‌های عنصری مختلف (ضرایب همبستگی)

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 درحالتی 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. جدول۳-۱٤ نتایج آزمون همبستگی ناپارامتری اسپیرمن را نشان می‌دهد.

براساس این جدول عناصر V, U, Ce, Fe, Hf, Ta, Sn, Nd, Bi,Ba,Be,Li, همبستگی دارد که اکثر آنها از عناصری هستند که در سنگ‌های نفوذی وجود دارند.

کروم ،نیکل ،کبالت و منیزیم با هم همبستگی نشان می‌دهد.

با توجه به شباهت نتایج همبستگی داده‌های ضرایب غنی‌شدگی با داده‌های خام به نظر می‌رسد حذف اثر لیتولوژی تاثیر چندانی بر روند همبستگی عناصر نداشته است.

جدول۳-۱۴- نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن (ناپارامتری) بر روی داده‌های ضرایب غنی‌شده

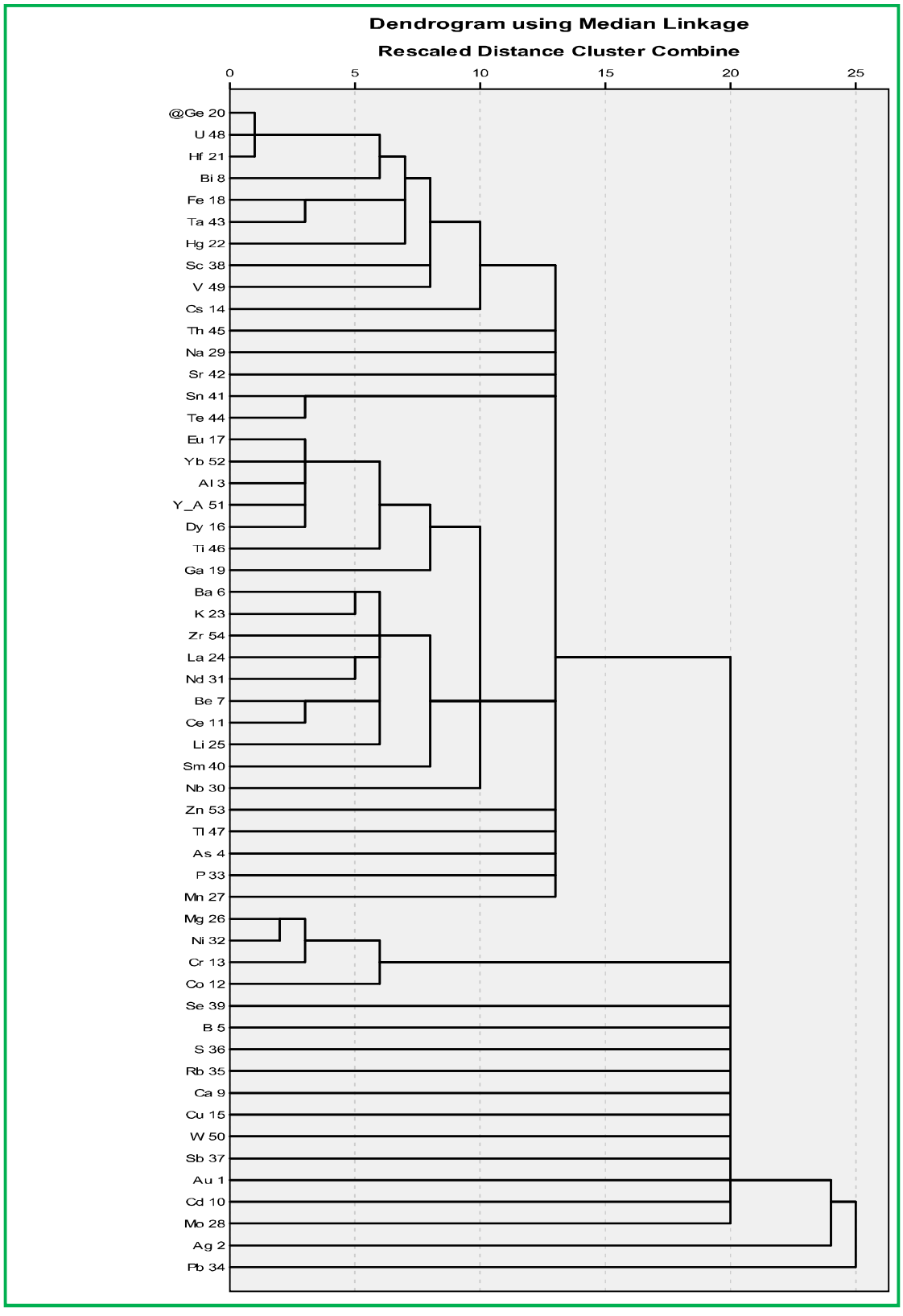
۳-۵-٤-۲- آنالیز خوشه‌ای

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

تصویر۳-۲۳ نمودار خوشه‌ای حاصل از تحلیل کلاستر ضرایب غنی شده را نشان می‌دهد. هرچند نتایج حاصل از تفسیر این نمودار می‌تواند مفید باشد ولی نباید براساس آن نتیجه گیری اساسی نمود، زیرا اصولاً این یک واقعیت است که تجزیه و تحلیل خوشه‌ای یک روش آماری غیر قابل آزمون است؛ بدین معنی که هیچ راهی برای دانستن این که داده‌ها بیشتر از آن چه از یک جامعه تصادفی انتظار می‌رود خوشه‌بندی شده‌اند یا خیر وجود ندارد.

براساس این آنالیز عنصر ژرمانیم،اورانیم،هافمیم،بیسموت،آهن،تالیم،جیوه،سلنیم و وانادیم در یک خوشه قرار دارد،عناصر ایریدیم،دوریوم ،آلومینیم،تلور در یک خوشه هستند،عناصر باریم، پتاسیم، زیرکونیم،لانتانیم،نادیم،بریلیم،کلسیم و لیتیم در یک خوشه قرار گرفته که معمولا عناصر این سه خوشه شامل عناصر سنگ‌ساز هستند.

و بالاخره عناصر نیکل ، منیزیم ،کبالت و کروم در یک گروه قرار گرفته‌اند.که در این محدوده در تمام مراحل بررسی داده‌های خام،نرمال‌شده و غنی‌شده این چهار عنصر همواره در یک گروه و با همبستگی مثبت همدیگر را توجیه نموده‌اند.



تصویر ۳ - ۲۳ - نمودار خوشه‌ای ضرایب غنی‌شدگی

۳-۵-٤-۳- آنالیز فاکتوری

در روش‌های مبتنی بر مقادیر ویژه با استفاده از مقادیر ویژه و بردارهای ویژه جهت‌هایی با حداکثر تغییرپذیری شناسایی می‌شود. سپس با تعریف متغیرهای جدیدی که ترکیب خطی از متغیرهای اولیه است تعداد ابعاد (متغیرها) کاهش یافته و نقش هر یک از متغیرها در تغییرپذیری مشخص می‌گردد. این روش‌ها عمدتاً شامل تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تجزیه و تحلیل عاملی می‌باشد.

یکی از پارامترهای گزارش شده در هنگام پردازش عاملی مقدار KMO [۱] است. مقادیر بزرگ KMO دلالت بر تأیید تجزیه عاملی و مقادیر کوچک آن دلالت بر عدم تأیید تجزیه عاملی دارد. این مقدار در مورد نمونه‌های برگه‌ی جغتای بر اساس جدول ۳-۱۵ ، برای ضرایب غنی شدگی ۰/۹۰ می‌باشد که بر اساس بازه‌های تعریفی این کمیت در کتاب‌های زمین‌آمار (حسنی‌پاک، ۱۳۸۰) تجزیه‌ی عاملی را در رده مناسب قرار می‌دهد.

جدول ۳- ۱۵- پارامترهای گزارش شده در هنگام پردازش عاملی مقدار KMO برای ضرایب غنی شدگی

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.۹۰۱
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲٤۸٦٤.۰۰۲
	df	۱٤۳۱
	Sig.	.۰۰۰

براساس جدول ۳-۱۶ ده فاکتور که در صد تجمعی واریانسی نزدیک به ۷۵ درصد دارند می‌توانند معرف تقریبی کل جامعه باشند لذا به تهیه نقشه و تفسیر این عوامل کفایت نموده و نیازی به تفسیر مابقی عوامل نیست.

فاکتور اول شامل عناصر Al,Y,Dy,YbCe,Eu,Sm,Zr,K,Nb,Ga,Na,Li,Nd,Be,La,P,Ba است که اکثراً عناصری هستند که در سنگ‌های آذرین وجود دارند. سهم این فاکتور در تغییر پذیری ۲۵/۳۳% است.

فاکتور دوم با تغییرپذیری ۱۹/۷۷% شامل عناصر U,Ge,Hf,Hg,Fe,Bi,Cs,Ta,V,Sc,Th می‌باشد که بیشتر آنها جز عناصر گروه اول و دوم جدول تناوبی هستند.

عناصر Sn,Te,Sb,B, فاکتور سوم را تشکیل داده‌اند. از این میان عناصر Ti, Zr عموماً عناصری هستند که در رسوبات آبراهه‌ای پایدار و بسیار فراوانند.

در فاکتور چهارم عناصر Mg,Cr, Ni, Co تجمع کرده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود این چهار عنصر در هر مرحله همبستگی مثبت بین خود را قویا حفظ نموده‌اند .

۱- Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy

و بالاخره فاکتور پنجم شامل عناصر Rb و S فاکتور ششم شامل عناصر Se, Ba است که معمولاً با هم دیده می‌شوند.در فاکتور هفتم آرسنیک و طلا را تا حدودی می‌توان مشاهده نمود.در فاکتور نهم و دهم بترتیب استرانسیم و مس بتنهایی تغییرپذیری کمتر از ۲ % را توجیه می‌نمایند.

بهم ریختگی توزیعات موجود در عناصر در اثر حذف لیتولوژی باعث گردیده است که بسیاری از روابط در آنالیز فاکتوری از حالت منطقی خارج شده و نتوان تفسیر مناسبی برای آن ارائه کرد.

جدول ۳-۱۶- نتیجه آنالیز فاکتوری ضرایب غنی‌شدگی عناصر مختلف

	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۱۳.۵۱۸	۲۵.۰۳۳	۲۵.۰۳۳
۲	۱۰.۶۷۸	۱۹.۷۷۵	٤٤.۸۰۷
۳	٤.۲۳٤	۷.۸٤۲	٥۲.٦٤۹
٤	۳.٤۰۳	٦.۳۰۲	٥۸.۹٥۱
٥	۲.۰۸۹	۳.۸٦۹	٦۲.۸۲۱
٦	۱.٦٥۷	۳.۰٦۹	٦٥.۸۹۰
۷	۱.٤٤۱	۲.٦٦۸	٦۸.٥٥۸
۸	۱.۲٤۹	۲.۳۱۳	۷۰.۸۷۱
۹	۱.۰۷۲	۱.۹۸٥	۷۲.۸٥٦
۱۰	۱.۰۳۷	۱.۹۲۰	۷٤.۷۷٦

Rotated Component Matrixa

	Component									
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰
Al	.۸۸٦	.۰۸۷	.۰۲۲	-.۱۹۰	-.۱۸٤	-.۱۲٤	-.۰۱۷	.۰٤۸	.۱۲٥	.۰۷٥
Y	.۸۸٦	-.۰٥۲	.۰٤٦	-.۱۳۷	-.۱۰۳	-.۱٥۹	.۰۸۳	-.۱۰۸	-.۰٦۲	-.۰۰۸
Dy	.۸۷۸	.۱۰۱	.۰۷۷	-.۰۱٤	-.۱٤۱	.۰٥۷	-.۰٥۲	.۰۹۰	.۰۷٦	-.۰٥۱
Yb	.۸٥۸	.۲۰٤	.۱۲٥	-.۰٦٤	-.۱٦۹	.۱۳۳	-.۱۷٤	-.۱۳۱	.۱٦۷	.۰۱۱
Ce	.۸۳۳	-.۰٤۷	-.۱۷۱	-.۳۳٥	.۱٥٦	.۰۲۷	.۲۲٥	.۰۷۹	-.۱۱۱	.۰۱٤
Eu	.۸۰۹	.۰۸۷	.۱٥۲	-.۱٤۱	-.۰۱۳	.۱۳٦	-.۱۱۳	-.۰۱۰	.۲۷٥	-.۰۳٥
Sm	.۷۸۱	.۰۲۸	-.۰۸٦	-.۲۲۲	.۱۱۸	.۱۱۲	.۱٦۸	.۰٥۳	.۰۱۷	-.۰۱۸
Ti	.۷۸۰	.۳٥٥	.۲۳٤	-.۲۰٥	-.۰۱۰	-.۱۹۲	.۰۲٥	-.۱۲۹	-.۱۰۸	-.۰۱۳
Zr	.۷۰۲	-.۳۷۱	-.۰٤۱	-.۰٤۰	.۰۹۸	.۳۸۲	.۰٦۱	.۰٥۹	.۱۲۲	-.۰۲۹
K	.۷۰۱	-.۳٥۳	-.۲۰۰	-.۱٦۳	.۱٦٦	.۲۹۸	.۱۰۱	.۲٤۷	.۱۹۲	.۰٤۲
Nb	.٦٥۱	-.۱٥۳	.٥۲۱	.۰۳۱	.۲۲۸	.۱۳٤	-.۱۷٥	-.۱۰۹	-.۰۰٥	-.۰٦٥
Ga	.٦٥۰	.۲۲٤	.٤۳۹	-.۱٤۹	-.۰٤٤	-.۱۲۱	.۰٤۲	.۰٦۲	-.۰۳۰	.۰۷۲
Na	.٦۳۷	.۲۸۸	-.۰۸٥	-.۰۳۳	-.۳۰٤	-.۰۸٦	-.۰٦٦	.۰۳٦	.٤۲٦	.۰۹۳
Li	.٦۳۱	-.۲٥۱	-.۱٦۹	-.۲۸۲	.۱۱۱	.۱٦۲	.۲۷۰	.۱٤۳	-.۱٤٥	.۱۸۱

ادامه جدول ۳-۱۶- نتیجه آنالیز فاکتوری ضرایب غنی‌شدگی عناصر مختلف

Nd	.٦١٩	-.٣٦٢	-.١٨٤	-.٢٢٤	.٤٠٣	.١٧٠	.١٢٦	.١١٢	-.٠٣٤	-.٠٢٠
Be	.٥٨٦	-.٢٠٥	-.٣٧٣	-.٣٨٣	.١٧٥	-.٠٥٧	.٣٦٩	.١٧٤	-.١٥٦	.٠٠٧
La	.٥٤٥	-.٥٥٨	-.٠٠٢	-.١٨١	.٤٥٣	.٠١٦	.١٨٠	-.٠١٥	-.١٠١	-.٠٠٥
P	.٥٤٣	-.٠٥٣	.٠٣٨	-.٢٣٨	.١٤٩	.٠٤٠	.٣٧٩	-.٠٩٧	.٠٣٩	.١١٤
U	-.٠٥٢	.٩٥٣	.٠٦٩	.٠٢٨	-.١٢٧	-.٠٥٤	.٠٨٤	.٠١٣	-.٠٠٢	.٠٤٣
Ge	-.٠٠١	.٩٣٨	-.٠٣٩	.٠٤٨	-.١٤٦	.٠٠٥	.٠٢٦	.١٠٩	.٠١٧	.٠٤٦
Hf	.٠٢٠	.٩١٢	-.٠٥١	.١٥٤	-.٠٧٤	.٠٢١	-.١٢١	.١٤٧	.١٠٠	-.٠١٢
Hg	-.٠٣٦	.٨٢٧	.٢٢٤	.٠٨٣	.٠٦٨	-.٠٢٨	.٠٧١	.١٦١	.٠٤٨	-.٠٣٩
Fe	.١٤٤	.٨١٤	.٤٦٥	.١٣٣	-.٠١٣	-.١٥١	-.٠٦٨	.٠١٩	-.٠٢١	-.٠١٥
Bi	.٠٠٨	.٧٩٢	-.٢٠٦	.٠٢٥	-.٢٧٣	.٢٥٥	.١٠٩	.١٠٧	.٠٣٨	.٠١٠
Cs	-.١٨٢	.٧٤١	.٠٩٢	.١٢٩	-.٠١٨	-.٣٤٩	.٠٣٠	-.٠٠٦	-.٠٠٧	-.٠٢٤
Ta	-.٠٩٠	.٧٠٤	.٤٢٧	.٤٣٧	.٠٢١	-.١٣١	-.١٠٥	-.٠٢٥	.٠١٩	-.٠٢٢
V	.٤٨٦	.٦٦٢	.٢٩٢	-.١٢٧	-.١٨٨	-.٠٨٠	-.١٤٢	-.١٥٣	.٠٥٧	.٠٨٤
Sc	.٣٦٠	.٦٢١	.١٢٧	.١٨٥	-.٤١٩	-.١٣٩	-.٢٦٧	-.٠١٦	.٠٤٤	.٠٨٣
Th	.٠٩٣	.٥٨٤	-.٢٠٠	.١٤٥	-.٢٢٢	.٠٧٩	.٠٥٩	-.١٩٩	.٠٠٨	-.٠٠٧
Sn	.٠٦١	.٤٢٣	.٨٢٤	.١٠٩	.١٨١	-.٠٥٧	-.٠٠٢	-.٠٣٣	-.٠٥٠	-.٠١١
Te	.١٢٧	.٢٠٤	.٨٠٦	.٠٧١	.٠٩٤	-.٠٧٢	.١٢٨	-.١٦١	-.١١٢	.٠٠٩
Sb	-.٤١١	.٠١٦	.٥٢٥	-.٢٣٧	-.١٣٩	.٠٤٦	-.١٦٠	.١٤٣	-.٠٥٣	-.٠٥٠
B	.٠٠٢	-.٢٠٠	.٥٢٤	.١٦٢	-.٠٧٩	.٢٧٥	.٢٠٥	-.٢٣٤	.٠٢٠	.٣٨٥
Ni	-.٣٨٤	.١٩٧	.٠٤١	.٨٢٧	.٠٩٠	.٠٠٥	.٠٠٢	.٠٦١	-.٠٨١	.٠١٧
Cr	-.٢٨١	.٢٨٣	.٠٩١	.٨٠٤	.٠٦٤	.٠٦٦	.٠١٤	.٠١١	-.٠٣٦	-.٠١٢
Mg	-.٤٤٢	.٣٦٢	-.٠٧٠	.٧٤٥	-.٠٣٨	.٠٠٤	-.٠٧٤	.٠١٦	.٠٤٨	.٠١٦
Co	-.٢٧٣	.٢٣٨	.٢٨٦	.٧٣٢	.٠٥٤	.٢٩٤	-.٠٦٢	.١٤٨	-.٠٠٧	-.٠٢٦
Rb	.١٨٩	-.٢٢٠	.١٠٣	.١٢٥	.٦٣٤	-.١٨٠	-.٣٤٦	.١٦٠	-.٠٨٧	-.١٣٢
S	-.٠٥٣	-.٢٩٥	.٠٥٥	.٠٢٩	.٦٠٥	.٠٦٣	.١٤٣	-.١٢٨	-.٠٦١	.٢٦٣
Se	.٠٨٨	-.٠٥٥	-.٠٢٨	.٠٩٣	-.٠٢٦	.٧٤٠	-.٠٨١	-.٠٦٨	-.٠١٧	.٠١٦
Ba	.٥٠٣	-.٢٦٥	-.١٥٣	-.٠٢٥	.١٣٥	.٥٢٧	.٠٤١	.٢٦٢	.٢٦٧	-.٠٢٨
As	.١٤٠	-.١٣٠	.٢٩٢	-.٢٧٤	.٠٥٣	-.٠١١	.٦٢٠	.٠٦١	-.٠٢٢	.٢٤٠
Au	.٠٢٤	.٠٠٨	.٠٢٣	.١٣٣	-.٠٦٦	-.٠٦٤	.٤٢٢	-.٠٤٩	.٠٢٣	-.١٠٨
Sr	.٣٢٥	.٠٩٧	-.١٤١	-.٠٧٤	.٠١٢	.٠١٤	.٠١٥	-.١٥٧	.٧٧٧	-.٠٥٧
Ag	.١١٩	.١١٠	-.٣١٠	-.٠٥١	-.٠٥٧	.٠٥٩	-.١٠١	.٤٠٨	.٣٢٥	.٣٦٣
Cu	.٠٢١	.٠٦٠	.٠٣٩	-.٠٦٣	.٠١١	-.٠٣٩	-.١٢٦	-.٠٥٤	-.٠٦٦	.٧٥٧
Cd	.١٠٧	.٢٦١	-.١٤٣	-.١٥٨	-.٢٤٥	-.٣٤٦	.٣٧٨	.٠٦٩	.١١٣	.٢٠٧
Mo	.١٣٠	.١١٠	-.١٩٥	-.٠٥٠	-.٤٦٥	-.٠٩٤	.٠٠٨	.٠٤٥	-.٣١٣	.١٦٧
Tl	.١٩٧	.٢٦١	.٣٥٩	-.٦٦٠	.٠٩٢	.٠٤٩	.١٢٢	.٠٦١	.٠٤٥	.١٢١
Ca	-.٠٠٧	-.١٩٥	.٠٦٧	-.١٢٦	.٠٦٠	.٠٣٣	-.١١١	-.٧٨٨	.١٨٣	.١٢٠
W	-.٠١٧	.٤٧٣	.٢٤٤	-.٠٨٦	.٢٨٥	-.١٥٨	-.١٥٢	-.١٣٠	-.١٣٦	.٠٥٠
Zn	.٤٠٤	-.٠٩٩	.٤٨٦	-.٠٧٢	.١٩٥	-.١٠٥	.١٧٢	.٣٣٧	.٠٩٧	-.٠١٧
Mn	.٤٦٨	.٣٨١	.٢٤٢	.٢٦١	-.١٧٧	.٣٤٣	-.١٤٢	.٢٢١	.٢٥٢	-.١٣٨
Pb	.٠٤٨	.٠١٠	-.٠١٩	-.١٠٨	.٠٥٨	.٠٠٧	.٣٦٤	.١٤١	-.٠٦١	-.١٨٥

۳-۶- تکنیک‌های رسم نقشه و جداسازی مناطق آنومال

در این پروژه، استخراج نواحی آنومال توسط محاسبه‌ی مقادیر زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی‌های هر عنصر و هم‌چنین فاکتورها در دستور کار قرار گرفت.

۳-۶-۱- جدایش آنومالی‌ها به روش تک متغیره

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

بنابراین جهت تعیین مقدار حد آستانه‌ای مقدار میانگین یا میانه و یا لگاریتم آن‌ها به اضافه یک، دو و سه برابر انحراف معیار در یک جامعه نرمال قرار می‌دهیم. در اینجا مقدار حد آستانه‌ای را برابر مقدار میانگین به اضافه دو برابر انحراف معیار هر متغیر در نظر گرفته‌ایم. در این پروژه مقادیر بیش از میانگین به اضافه سه برابر انحراف از معیار که معادل فراوانی ۹۹% است به عنوان حد آنومالی قطعی در نظر گرفته شده است و داده‌های بیش از این حد داده‌های کلاس A نامیده می‌شود. مقادیر بین میانگین به اضافه سه برابر انحراف از معیار و میانگین به اضافه دو برابر انحراف از معیار که معادل فراوانی ۹۹% تا ۹۷/۵% است به عنوان حد آنومالی احتمالی در نظر گرفته شده است و داده‌های این محدوده کلاس B نامیده می‌شود. همچنین مقادیر بین میانگین به اضافه دو برابر انحراف از معیار و میانگین به اضافه انحراف از معیار که معادل فراوانی۹۷/۵% تا ۸٤% است به عنوان حد آنومالی ممکن در نظر گرفته شده است و داده‌های این محدوده کلاس C نامیده می‌شود. داده‌های موجود در محدوده‌ی میانگین تا میانگین به اضافه انحراف از معیار به عنوان حد آستانه‌ای در نظر گرفته شد و به آن نام کلاس D داده شد و بالاخره داده‌های بین مینیمم تا میانگین که معادل ۵۰% فراوانی است به عنوان مقدار زمینه در نظر گرفته شد (جدول ۳-۱۷).

جدول ۳-۱۷- جدایش آنومالی‌ها بر اساس میانگین و انحراف معیار(آمار کلاسیک)

تا ۵۰% فراوانی	مقدار زمینه	E	$Min < X < \hat{X}$
۵۰% < X <۸٤% فراوانی	حد آستانه‌ای	D	$\hat{X} < X < \hat{X} + S$
۸٤% < X <۹۷/۵% فراوانی	آنومالی ممکن	C	$\hat{X} + S < X < \hat{X} + 2S$
۹۷/۵% < X <۹۹% فراوانی	آنومالی احتمالی	B	$\hat{X} + 2S < X < \hat{X} + 3S$
X >۹۹% فراوانی	آنومالی قطعی	A	$x > \hat{X} + 3S$

۳-۶-۲ - تخمين شبكه اي

با گذشت زمان و افزايش مخارج پروژه هاي اكتشافي، سعي بر آن است كه با بكارگيري تكنيكهاي آماري پيچيده تر، دامنه تخمين را از نظر مساحت تحت پوشش هر نمونه افزايش داد. از اين رهگذر مي توان تعداد نمونه هاي لازم را براي تخمين در سطح اعتماد معين كاهش داد. اين كاهش تعداد نمونه ها(البته بدون پايين آوردن سطح اعتماد تخمين)خود موجب كاهش مخارج اكتشافي ميگردد، زيرا مخارج ساير فازهاي اكتشافي (از قبيل آماده سازي، آناليز و پردازش) ارتباط مستقيم با تعداد نمونه ها دارد. اين مهم را ميتوان با يک مثال بيشتر توضيح داد:

معمولا برگه هاي ۱:۱۰۰۰۰۰زمين شناسي در كشور ما مساحتي حدود ۲۵۰۰ كيلومتر مربع را شامل مي شود كه اگر دانسيته يک نمونه براي هر ۳ كيلومتر مربع را در نظر بگيريم، براي هر برگه حدود ۸۰۰ نمونه بايد برداشت شود. در چنين شرايطي اگر نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ژئوشيميايي را به ۴۰۰۰ سلول با مساحت ۶۲۵/. كيلومتر مربع (متر ۲۵۰ *، ۲۵) تقسيم نمائيم، كل ۸۰۰ نمونه برداشت شده احتمالا دز حدود ۸۰۰ سلول توزيع خواهد شد و از بقيه ۳۹۲۰۰سلول باقيمانده نمونه اي برداشت نمي شود. بدين ترتيب هيچ تخمين مستقيم نمي تواند براي حدود ۹۹/۵% از مساحت بقيه صورت پذيرد. اين تحليل ساده نشان مي دهد كه تا چه اندازه به تكنيكهاي آماري كه بتواند دامنه تخمين مقدار متغيرها را به بخش عمد ه ا ي از هر نقشه افزايش دهد نياز مي باشد. اين تكنيک كه در اين گزارش تحت عنوان تخمين شبكه اي از آن نام برده مي شود به ما اجاز ه مي دهد تا با داشتن اطلاعات مستقيم از حدود ۸۰۰ سلول شبكه بتوانيم تخمين هاي لازم از فراواني عناصر و شاخص غني شدگي مربوط به آنها را به حدود ۳۹۲۰۰ سلول ديگر موجود در محدوده برگه افزايش دهيم. در چنين حالتي افزايش تعداد سلول هايي كه در موردآنها داد ه اي بدست مي آيد موجب مي گردد تا ارتباط منطقي بين فراواني يک عنصردر سلول ها ظاهر گشته و امكان ارزيابي منطقه بندي هاي موجود در نقشه توزيع يک عنصر (ساختار ژئوشيميايي) و ساختارهاي مرتبط با آن فراهم گردد. براي مثال هر گاه يک مقدارآنومالي در بين تعداد زيادي از مقادير زمينه محصور گردد، ارزش و اعتبار آن مقدار آنومالي زير سئوال خواهد بود. ولي اگر يک مقدار آنومالي بوسيله چندين سلول با مقدار حد آستانه اي محصور گردد و اين سلولها خود توسط سلول هاي داراى مقدار زمينه نيز محاط گردند دراينصورت اين مدل تغييرات تدريجي از اطراف به مركز آنومالي، موجب افزايش اعتبار مقدار آنومالي مي گردد. چنين ارزيابي هايي در صورتي ميسر است كه از تكنيک تخمين شبكه اي استفاده گردد. از ديگر امتيازات اين روش تخمين آن است كه يک شبكه نامنظم نمونه برداري را به يک شبكه منظم تخمين تبديل مي كند. مهمترين ويژگي بررسي رسوبات رودخانه اي به منظور ارزيابي پتانسيل كاني

سازي، مي تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوب رودخانه اي داراي خاصیت برداري است. جهت این بردار بطریقي است که همواره فقط براي بالادست خود صادق است. بعبارت دیگر ارقام حاصل از بررسي رسوبات رودخانه اي بر خلاف سایر روشهاي ژئوشیمیایي خاصیت جهت یافتگي دارند و همواره انعکاس دهنده تغییرات در ناحیه بالادست خود مي باشند. الگوریتم کنوني به نحوي طراحي شده که این اثر مهم در تخمین را بحساب آورد. این روش اولین بار توسط گروهي از ژئوشیمیست هاي اکتشافي امپریال کالج لندن بکار گرفته شد و سپس با تائید الگوریتم موردنظر بوسیله انجمن ژنوشیمیستان اکتشافي و ورود آن به Handbook ژنوشیمي اکتشافي، این روش بعنوان روشي براي نقشه برداري ژئوشیمیایي رسوبات آبراهه اي پیشنهاد گردید.

تکنیک تخمین شبکه اي شامل چند بخش به شرح زیر است:

الف- انتخاب یک شکل هندسي که بتواند حتي الامکان ناحیه حوضه آبریز بالادست هرنمونه را مشخص کند. این شکل هندسي میتواند به صورت هاي مختلفي انتخاب گردد. براي مثال ناحیه بالادست هر نمونه در حوضه آبریز رامیتوان بصورت مثلث، بیضي، چند ضلعي و یا قطاعي از یک دایره در نظر گرفت که محل نمونه در یکي از رئوس این اشکال هندسي قرار خواهد گرفت. بنظر مي رسد که انتخاب چند ضلعي تا آنجا که به انطباق فیزیکي بیشتر باحوضه آبریز مربوط مي شود از دیگر اشکال هندسي مناسب تر است. لذا در این مطالعه براي مشخص کردن محدوده هر حوضه آبریز ازشکل هندسي چند ضلعي استفاده شده است.

ب- یک رأس چند ضلعي که بخش از حوضه آبریز را مي پوشاند در محل نمونه قرار داده مي شود و اضلاع دیگر چند ضلعي و زاویه بین آنها با توجه به شکل حوضه آبریز ومساحت آن تعیین مي شود. پارامترهایي که براي هر چند ضلعي باید اندازه گیري شده و در محاسبات وارد شود عبارتند از:

- مختصاتX و Y رئوس چند ضلعي
- تعداد رئوس چند ضلعي
- مساحت چند ضلعي

در این پروژه براي کلیه نمونه هاي برداشت شده در محدوده این برگه که محل و موقعیت آنها در نقشه هاي نمونه برداري قبلا ارائه گردیده است مطابق دستور العمل فوق عمل شده است.

۳-۶-۳ - ترسیم نقشه ها

به منظور انجام فاز کنترل آنومالی ها اقدام به تهیه نقشه تک متغیره توزیع کلیه عناصر ژئو شیمیایی با روش‌های آمار کلاسیک و تخمین شبکه(نرم افزارGeo Estimate) استفاده شده است . برای این منظور علاوه برتوزیع داده های خام ، توزیع ضرایب غنی شدگی بر اساس حذف اثر سنگ بالا دست برای هر کدام کلیه مناطق پرپتانسیل که معادل یک درصد بالای فراوانی هر متغیر بوده است در یک نقشه کنار یکدیگر قرار گرفته اند تا پرپتانسیل ترین مناطق بر اساس داده های خام و شاخص غنی شدگی تک تک متغیر ها بدست آید .

جهت تلفیق از نقشه‌ی زمین‌شناسی و واحدهای مربوط به آن و تیپ‌های کانی‌سازی مورد انتظار و همچنین براساس میزان عیار مطلق هر عنصر اولویت بندی صورت گرفت. بدین ترتیب عناصر طلا ،کروم، نیکل ،کبالت ، روی به عنوان عناصر اصلی کانسارساز در این محدوده شناخته شدند و بقیه عناصر آنومال (آرسنیک، بیسموت و جیوه) به عنوان پاراژنزهای احتمالی آنها در نظر گرفته شده‌اند. نقشه‌های ۳-۱ تا ۳-٥٤ نشان دهنده‌ی نواحی آنومال می‌باشد.

نقشه ۳-۱

جدول ۳-۲

نقشه ۳-۳

نقشه ۳-٤

نقشه ۳-۵

نقشه ۳-۶