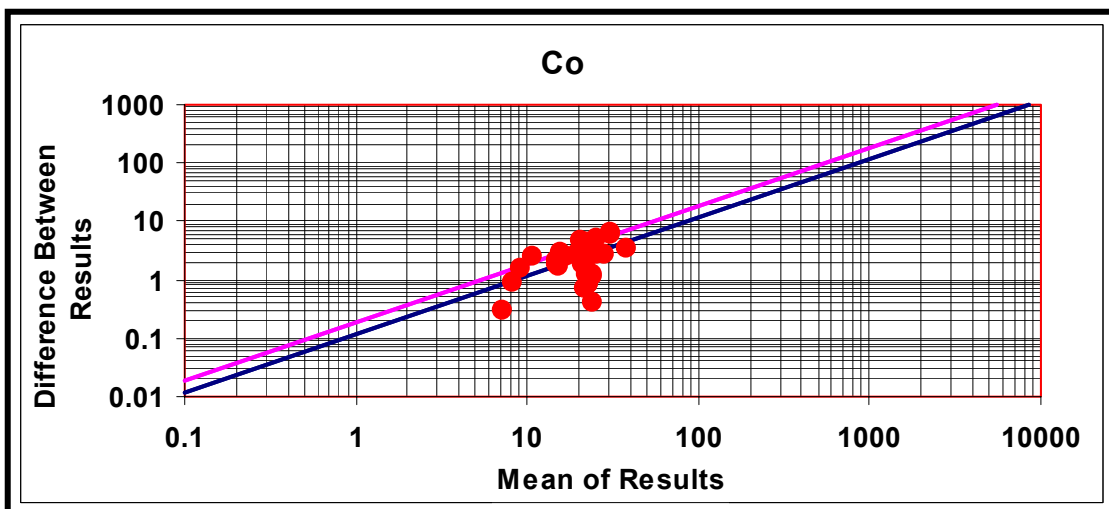
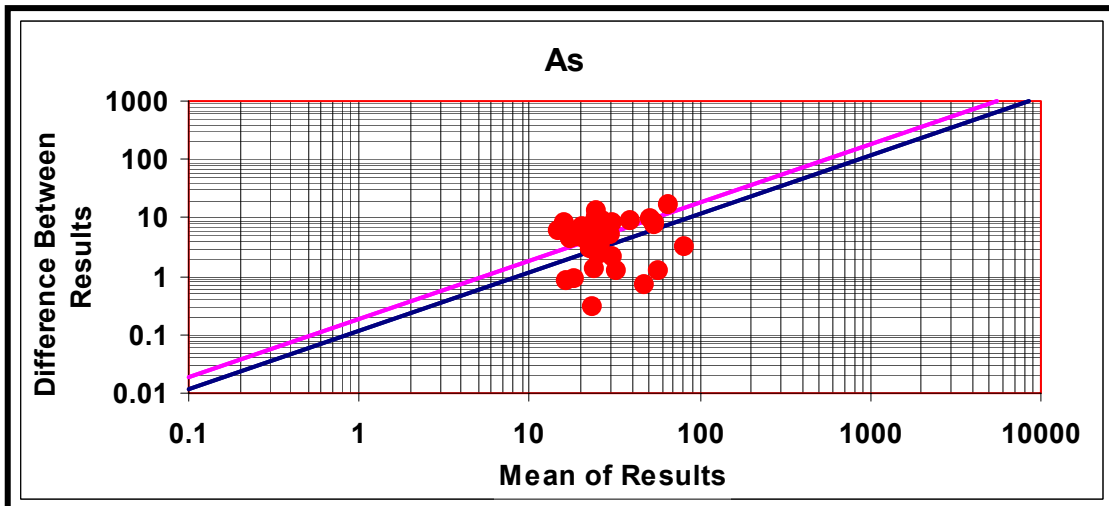
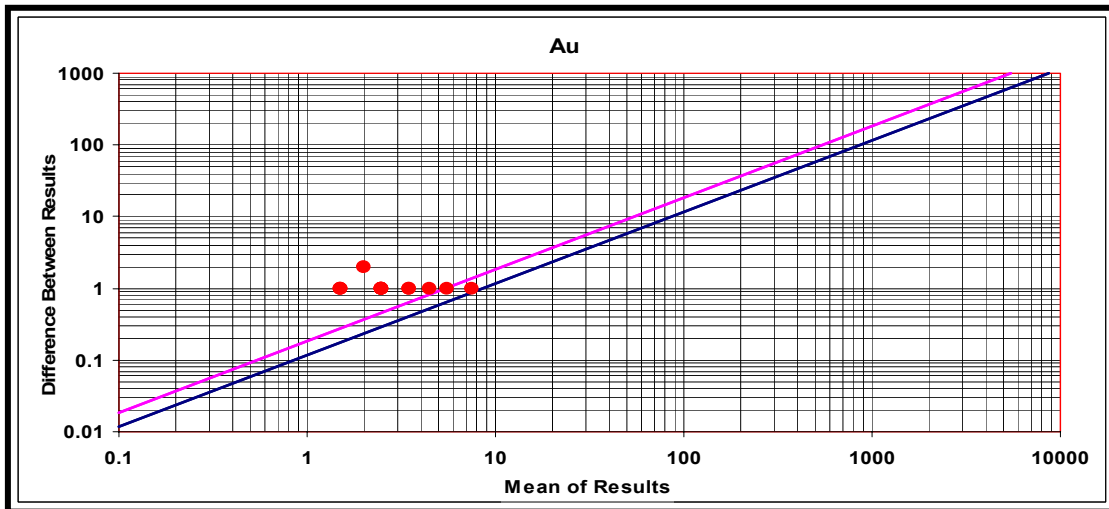


شکل ۳-۲- نمودارهای کنترلی تامپسون برای نمونه‌های تکراری منطقه تويسرکان





جدول ۳-۳- محاسبه ضریب تغییر پذیری و خطای نسبی

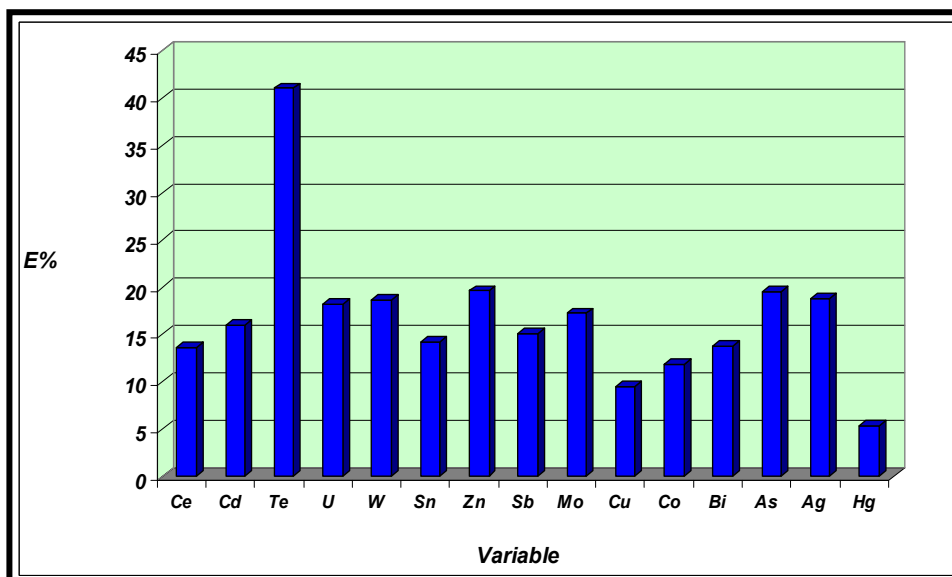
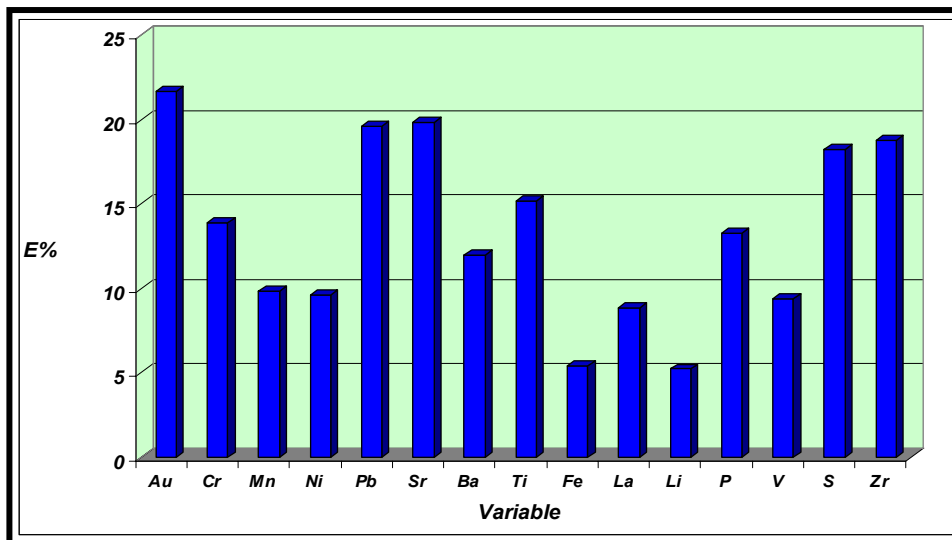
<i>Var</i>	<i>E</i>	<i>E%</i>	<i>S</i>	<i>CI</i>
<i>Au</i>	0.22	21.7	0.47	0.93
<i>Cr</i>	0.14	13.85	10.96	21.48
<i>Mn</i>	0.1	9.85	89.25	174.93
<i>Ni</i>	0.1	9.6	5.58	10.94
<i>Pb</i>	0.2	19.63	4.92	9.65
<i>Sr</i>	0.2	19.85	50.91	99.78
<i>Ba</i>	0.12	11.93	35.88	70.33
<i>Ti</i>	0.15	15.18	574.72	1126.45
<i>Fe</i>	0.05	5.38	2014.18	3947.79
<i>La</i>	0.09	8.8	3.9	7.64
<i>Li</i>	0.05	5.2	2.8	5.49
<i>P</i>	0.13	13.26	82.9	162.48
<i>V</i>	0.09	9.37	8.8	17.25
<i>S</i>	0.18	18.23	41.64	81.62
<i>Zr</i>	0.19	18.74	9.18	18
<i>Hg</i>	0.05	5.38	0	0.01
<i>Ag</i>	0.19	18.83	0.04	0.08
<i>As</i>	0.2	19.5	4.83	9.48
<i>Bi</i>	0.14	13.8	0.05	0.1
<i>Co</i>	0.12	11.82	2.17	4.26
<i>Cu</i>	0.09	9.49	3.07	6.02
<i>Mo</i>	0.17	17.27	0.2	0.39
<i>Sb</i>	0.15	15.06	0.26	0.51
<i>Zn</i>	0.2	19.62	19.69	38.6
<i>Sn</i>	0.14	14.25	0.62	1.22
<i>W</i>	0.19	18.7	0.41	0.8
<i>U</i>	0.18	18.22	0.43	0.84
<i>Te</i>	0.41	41.05	0.81	1.59
<i>Cd</i>	0.16	16.04	0.04	0.08
<i>Ce</i>	0.14	13.59	10.28	20.16

همانگونه که در شکل ۳-۳ دیده می‌شود، خطای نسبی بالای ۲۰٪ بجز در مورد عناصر

Au و *Te* در خصوص هیچ عنصر دیگری مشاهده نمی‌شود. عناصر مذکور به ترتیب دارای

خطای نسبی ۲۱/۷ و ۴۱/۰۵ درصد می باشند که این امر به سبب وجود مقادير سنسورد و پايين بودن مقادير اندازه گيري شده در این عناصر بوده، بطوریکه این مقادير اغلب نزدیک به حد حساسیت دستگاه می باشند.

شکل ۳-۳- نمودارهای تغییرات خطای نسبی





۳-۲- تعبیر و تفسیر نتایج آنالیز و تهیه اطلاعات ژئوشیمیایی

پردازش داده‌ها، طبقه‌بندی و تبدیل آنها به یک شکل قابل تفسیر است. این کار با تنظیم اطلاعات در بانکهای اطلاعاتی آغاز و با اعمال محاسبات مختلف ریاضی، آماری یا زمین‌آماری و یا رسم انواع نمودارها و نقشه‌ها اطلاعات قابل فهم تولید می‌کند. نکته مهم در اینجا این است که در هر مرحله باید با کنترل‌های پیوسته از میزان خطاهای احتمالی کاست.

در این پروژه پس از دریافت نتایج آنالیز به صورت داده‌های خام ابتدا مقادیر سنسورد محاسبه شد. پس از آن مقادیر خطای آنالیز محاسبه شد. سپس نمونه‌های خارج از رده با مقادیر مناسب جایگزین گردیدند و بالاخره مقادیر داده‌های خام نرمال شدند و عملیات آماری تک متغیره، دو متغیره و چند متغیره بر روی داده‌های نرمال انجام شد و در نهایت بانک اطلاعاتی متشکل از مختصات هر نمونه، مقادیر خام داده‌ها، مقادیر نرمال شده داده‌های خام، مقادیر فاکتورهای حاصل از تجزیه عاملی شکل گرفت و با استفاده از این بانک اطلاعاتی نقشه‌های ژئوشیمیایی مربوط به هر عنصر ترسیم شد. در مرحله نهائی با استفاده از داده‌های نرمال شده، ضرائب همبستگی تعیین شده، آنالیز خوشه‌ای و تجزیه عاملی انجام و سرانجام به روش $P.N$ ناهنجاریهای واقعی شناسائی شدند.

۳-۲-۱- برآورد مقادیر سنسورد

داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود که در بین آنها، به علت بالا بودن حد حساسیت دستگاههای اندازه‌گیری، تعدادی از داده‌ها به صورت مقادیر کوچکتر از حد حساسیت دستگاه یافت می‌شوند. چنین اعدادی می‌تواند بررسیهای آماری را مختل کند. زیرا اولاً روشهای آماری نیاز به مجموعه کاملی از داده‌های غیرسنسورد یا عددی دارد و ثانیاً در مواردی، نظیر جداسازی زمینه از ناهنجاری که سنجشهای نسبی صورت می‌گیرد، وجود داده‌های سنسورد موجب ارزیابیهای



غیردقیق می‌شود. اگر داده‌های سنسورد تخمین زده شده و جایگزین گردند، مقدار زمینه و شدت ناهنجاریها دقیقتر محاسبه خواهد شد.

پس از کنترل دقت آنالیز نمونه‌ها و بررسی خطاهای آنالیز در این مرحله ابتدا داده‌های خام مربوط به عناصری که دارای بیش از ۵۰٪ مقادیر سنسورد بودند کنار گذاشته شدند. هرچند پردازش این عناصر به علت بالا بودن مقادیر سنسورد حائز اهمیت نمی‌باشد، اما بررسی مقادیر غیرسنسورد این عناصر از لحاظ اکتشافی می‌تواند مفید باشد. عناصری که در این مرحله به علت بالا بودن تعداد داده‌های سنسورد کنار گذاشته شدند، شامل عنصر تلوریم (*Te*) با مقدار سنسورد ۷۲٪ می‌باشد.

به هر صورت با بررسی همه جانبه داده‌های سنسورد و روشهای مختلف جایگزینی آنها، تصمیم بر آن شد که به جای مقادیر کمتر از حد تشخیص، مقدار $\frac{3}{4}$ حد آن جایگزین گردد (جدول ۳-۴). این روش جایگزینی مورد استفاده کارشناسان سازمان زمین‌شناسی آمریکا و کاربران نرم‌افزار *STATPAC* بوده است (*Vantrump, 1977*).

همانگونه که در بالا نیز اشاره شد از ۳۰ عنصر مورد آنالیز، عنصر تلوریم به سبب بالا بودن مقادیر سنسورد و عناصر کروم، کبالت و نیکل به دلیل نداشتن اهمیت اکتشافی به خاطر نوع لیتولوژی منطقه مورد مطالعه، از پردازش حذف گردیدند.

جدول ۳-۴- حد حساسیت و مقادیر جایگزینی هر یک از عناصر سنسورد در محدوده تویسرکان II

Variable	حد حساسیت	مقدار جایگزین شده	تعداد مقادیر سنسورد	تعداد کل	درصد مقادیر سنسورد
<i>Au</i>	1 ppb	0.75 ppb	48	368	13.043
<i>S</i>	50 ppm	37.5 ppm	4	368	1.087
<i>Hg</i>	0.05 ppm	0.0375 ppm	227	368	61.685
<i>B</i>	0.5 ppm	—	368	368	100.000
<i>Te</i>	0.2 ppm	—	265	368	72.011
<i>Cd</i>	0.1 ppm	0.075 ppm	4	368	1.087



۳-۲-۲- محاسبات آماری داده‌های خام

اولین گام در شناخت ویژگیهای داده‌های اکتشافی محاسبه پارامترهای آماری داده‌ها، نظیر میانگین، انحراف معیار، پراش، چولگی و کشیدگی می‌باشد. این محاسبات در واقع ابتدایی‌ترین بررسیهای آماری می‌باشد. پس از کنترل دقت آزمایشگاه و تخمین مقادیر سنسورد و حذف متغیرهایی که بیش از ۵۰٪ سنسورد داشتند، داده‌ها در چند مرحله برای پردازش و بررسی پارامترهای آماری حاصل از آن تحت پردازش قرار گرفتند.

داده‌های تک‌متغیره با نمایش شماری از آرایه‌های تک‌بعدی در راستای یک خط مقیاس‌بندی شده ارائه می‌شوند. هدف از نمایش داده‌ها، اخذ نتایج بهتر و ارائه یک روش تفسیر مناسبتر آمارهای توصیفی است که به طور خلاصه در یک محیط نرم‌افزاری محاسبه شده و در یک محیط گرافیکی مطلوب به تصویر در می‌آیند.

سه ویژگی موقعیت، پراکندگی و شکل توسط هیستوگرام قابل بررسی و تفسیر هستند. این ویژگیها به یک یا چند مقدار ثابت وابسته‌اند که به نام پارامترهای جامعه و یا پارامترهای توزیع فراوانی نامیده می‌شوند. محاسبه ریاضی این پارامترها وابسته به میانگین و تغییرپذیری داده‌ها است. در این مرحله با توجه به تعیین ماهیت نرمال یا لاگ-نرمال هر عنصر، پارامترهای آماری دقیقتری برای عناصر به دست می‌آید. هیستوگرام فراوانی، منحنی فراوانی تجمعی و جدول مربوط به پارامترهای آماری هر یک از عناصر مورد مطالعه به ترتیب در شکل ۳-۴ و جدول ۳-۵ آورده شده است. با توجه به این نمودارها می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

۱- اکثر عناصر توزیع لاگ-نرمال دارند. از میان این عناصر، طلا، سرب و مس شدیداً غیرنرمال هستند. در اینجا وجود این خاصیت در عناصر مذکور به دلیل گسترش حضور کانه‌زاییهای متعدد در محدوده تویسرکان و در نتیجه وجود ناهنجاریهای ژئوشیمیایی متعدد در محدوده این کانه‌زاییها می‌باشد، بطوریکه بالاترین عیار سرب در این منطقه ۲۹۷ گرم در تن و بالاترین مقدار



مس ۲۱۴ گرم در تن است.

۲- عناصر آهن و زیرکونیم خاصیت نرمال تری نسبت به بقیه از خود نشان می دهند.

۳- شکل توزیع فراوانی برخی از عناصر مؤید وجود جوامع آماری مختلف می باشد که این مسأله در ساده ترین حالت می تواند به صورت دو جامعه هنجار و ناهنجار تلقی شود. ولی با توجه به ماهیت نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای می توان عوامل لیتولوژی و زمین شناسی را نیز در پیدایش چنین جوامعی مؤثر دانست. به عبارت دیگر عوامل گوناگونی مانند سنگ منشأ متنوع در بالادست نمونه آبراهه ای، فرآیند کانی سازی و دگرسانی و غیره می توانند موجب بروز شکل غیرنرمال در توزیع فراوانی مقادیر عنصری شوند. این حالت در مورد عناصر نادر خاکی کاملاً صادق است. این عناصر در مناطقی که سنگ بالادست توده نفوذی الوند بوده، دارای جامعه آماری ناهنجار بوده و در مناطق دیگر دارای جامعه زمینه است.

هدف اصلی مطالعات ژئوشیمیائی حذف یا دست کم کاهش تأثیر عوامل غیرنرمال کننده به جز عوامل کانساری می باشد تا با تشخیص نواحی ناهنجار به مناطقی که احتمال کانی سازی در آنها بیشتر است نزدیکتر شویم. همچنین با توجه به جدول ۳-۵ می توان دریافت که چولگی تمام عناصر بسیار بالا می باشد. در این میان عناصر سرب، طلا، بیسموت، کادمیوم و آنتیموان به همراه مس بالاترین چولگی را به خود اختصاص داده اند که به دلیل وجود مقادیر خارج از ردیف شاخص (به عبارتی مقادیر ناهنجار) در این عناصر می باشد.



جدول ۳-۵- پارامترهای آماری داده های خام در محدوده مطالعاتی تويسرکان II

Variable	Mean	Median	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
Cu	38.808	38.250	13.431	180.384	6.453	79.846	12.40	214.00
Pb	33.580	28.850	25.656	658.244	6.278	49.528	7.70	297.00
Au	2.299	2.000	1.980	3.919	5.904	59.296	0.75	26.00
Bi	0.499	0.400	0.441	0.195	5.781	55.217	0.10	5.70
Cd	0.285	0.300	0.146	0.021	4.914	43.693	0.08	1.80
Sb	2.121	1.800	1.349	1.820	4.424	32.762	0.60	14.10
Zn	116.942	106.000	54.402	2959.539	3.666	24.104	43.20	621.00
P	747.443	681.000	288.955	83495.141	3.154	20.079	349.00	3380.00
U	2.218	1.740	1.232	1.519	2.468	6.633	1.15	9.64
Ba	393.728	344.000	192.989	37244.591	2.028	3.599	133.00	1100.00
Ag	0.280	0.260	0.134	0.018	2.018	11.344	0.00	1.34
W	2.607	1.550	2.493	6.214	1.955	3.144	0.40	13.70
La	46.546	43.000	13.759	189.311	1.746	3.372	21.00	104.00
As	29.804	23.400	18.221	332.009	1.610	2.720	3.40	110.00
Mn	1087.068	1000.000	338.876	114836.663	1.554	4.437	339.00	3160.00
Ce	90.949	87.000	19.955	398.195	1.498	3.059	45.70	169.00
Sn	4.632	3.600	2.538	6.443	1.099	0.394	1.50	14.80
Mo	1.162	1.100	0.499	0.249	1.076	1.757	0.20	3.20
Sr	140.455	133.000	46.555	2167.380	1.064	2.351	36.10	361.00
S	327.582	310.000	188.868	35671.042	1.014	1.476	37.50	1200.00
Ti	4384.620	4265.000	904.553	818216.204	0.576	0.320	2390.00	7540.00
Fe	44238.587	44300.000	5509.079	30349951.131	-0.005	0.679	28400	66400
Zr	58.500	61.000	15.379	236.501	-0.321	0.811	12.00	122.00
Li	62.8462	59.35	15.80729	249.8704	1.177426	1.530392	31	135
V	115.223	118.000	26.875	722.250	-0.340	-0.075	40.00	193.00

۳-۲-۳- بررسی روشهای آماری آزمون مقادیر خارج از ردیف

در مباحث آماری به مقادیری که به طور معنی داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند، مقادیر خارج از ردیف گویند. این مقادیر گاهی به دلیل وجود خطاهای تجربی نظیر خطای آنالیز، آلودگی های صنعتی و کشاورزی در داده ها وارد می شوند، ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنی های موجود در جامعه داده های اکتشافی ایجاد می شوند. برای مثال در داده های اکتشافی ناحیه ای مقادیر ناهنجاری در این رده قرار می گیرند. پرواضح است که چنین توزیع هائی را نمی توان توزیع



نرمال در نظر گرفت. در صورتی که بخواهیم تنها مقادیر خارج از ردیف را شناسائی کنیم، می توانیم از نمودارهای جعبه‌ای استفاده کنیم (شکل ۳-۵).

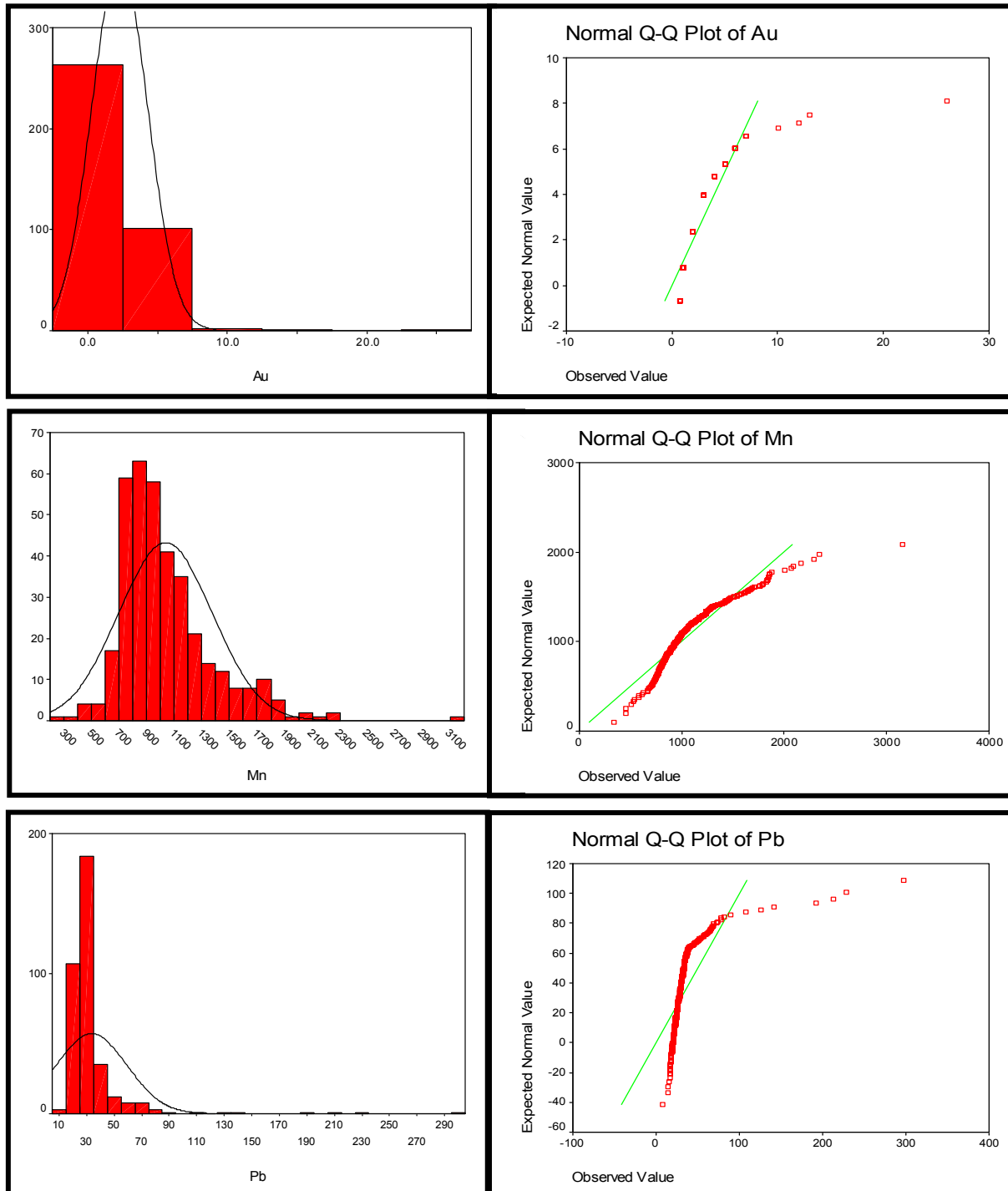
جدول ۳-۶ فهرست نمونه‌های دارای مقادیر خارج از ردیف که از نمودارهای جعبه‌ای استخراج شده است، برای عناصر مختلف نشان می‌دهد. یکی دیگر از روشهای شناسایی موارد خارج از ردیف در روشهای آماری تک متغیره ترسیم نمودار چندک - چندک یا $Q - Q plot$ توزیع داده هاست. با ترسیم این نمودار می توان محل جدایش توزیع را بعنوان مرز جدایش نمونه های خارج از ردیف تعیین نمود که در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. چنین داده‌هایی منجر به غیرنرمال شدن داده‌های اکتشافی می‌شود.

جهت نرمال کردن داده‌ها اولین قدم برطرف کردن مشکل وجود مقادیر خارج از ردیف می‌باشد. بدین منظور سه راه وجود دارد:

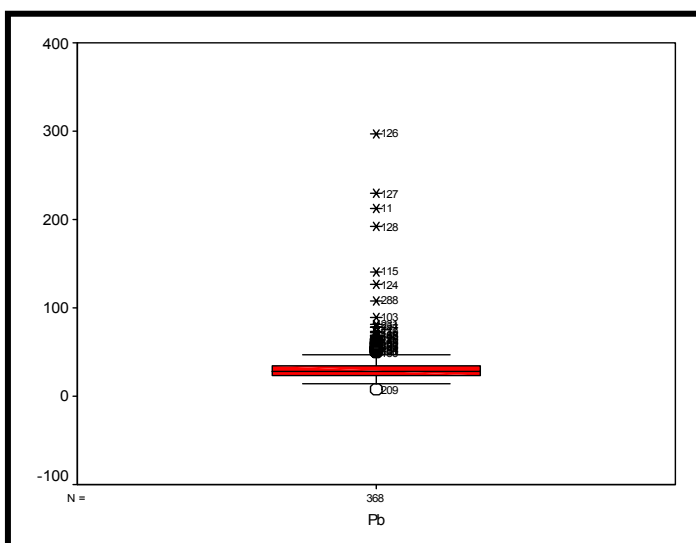
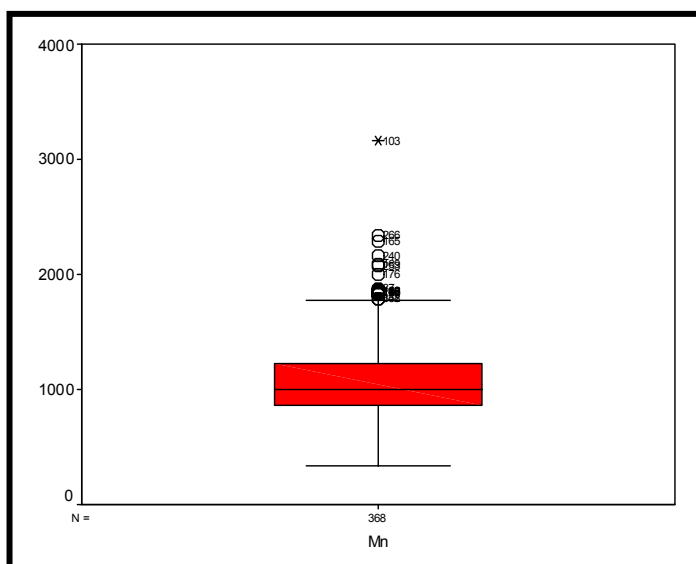
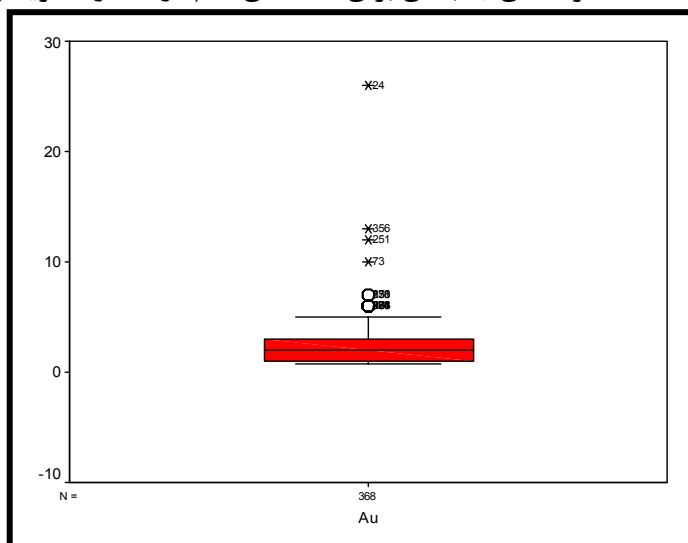
- ۱- حذف مقادیر خارج از ردیف از میان داده‌های آماری، سپس نرمال کردن داده‌ها و مشخص نمودن حد زمینه و ناهنجاری و در نهایت برگرداندن این داده‌ها به جامعه آماری.
- ۲- جایگزینی مقادیر خارج از ردیف به وسیله آزمون مقادیر خارج از ردیف که توسط دورفل ارائه
- ۳- شده است (حسنی‌پاک، ۱۳۸۰).
- ۴- ساده‌ترین روش نیز جایگزینی مقادیر خارج از ردیف توسط ماکزیمم مقادیر کمتر از مقادیر خارج از ردیف می‌باشد.

لازم بذکر است در این پروژه از روش سوم استفاده شده است.

شکل ۳-۴ - نمودار فراوانی، فراوانی تجمعی برای داده‌های خام در محدوده تويسرکان II



شکل ۳-۵- نمونه های جعبه ای برای داده های خام در محدوده توپیرکان II





جدول ۳-۶- فهرست نمونه های خارج از ردیف

Variable	نمونه های خارج از ردیف	Variable	نمونه های خارج از ردیف
<i>Au</i>	24,73,251,356,...	<i>Cu</i>	209,126,128,384,...
<i>Mn</i>	103,165,176,240,266,...	<i>Mo</i>	294,285,395,62,5,68,87,...
<i>Pb</i>	126,127,128,11,115,124,288,103,...	<i>Sb</i>	11,352,103,12,126,286,...
<i>Sr</i>	39,114,366,245,361,...	<i>Zn</i>	128,126,145,146,147,...
<i>Ti</i>	9,60,252,253,...	<i>W</i>	63,62,50,306,...
<i>Fe</i>	9,253,331,...	<i>Cd</i>	128,126,324,205,...
<i>S</i>	155,112,78,39,...	<i>U</i>	304,303,305,294,295,318,...
<i>Zr</i>	209,250,177,...	<i>Li</i>	60,304,369,...
<i>Ag</i>	84,167,157,383,...	<i>P</i>	361,39,44,361,...
<i>As</i>	294,47,286,328,300,111,...	<i>Zn</i>	209,250,177,...
<i>Bi</i>	271,268	<i>Hg</i>	157,167,384,...
<i>Sn</i>	46,47,...	<i>La</i>	60,253,294,295,313,...

۳-۲-۴- نرمال سازی داده های خام

روشهای گوناگونی برای نرمال کردن تابعهای پراکنش وجود دارد. مهمترین این روشها عبارتند از: تبدیل لگاریتمی سه پارامتری، تبدیل کاکس و باکس، استفاده از نمودار احتمال لگاریتمی، استفاده از نمودار فینی و...

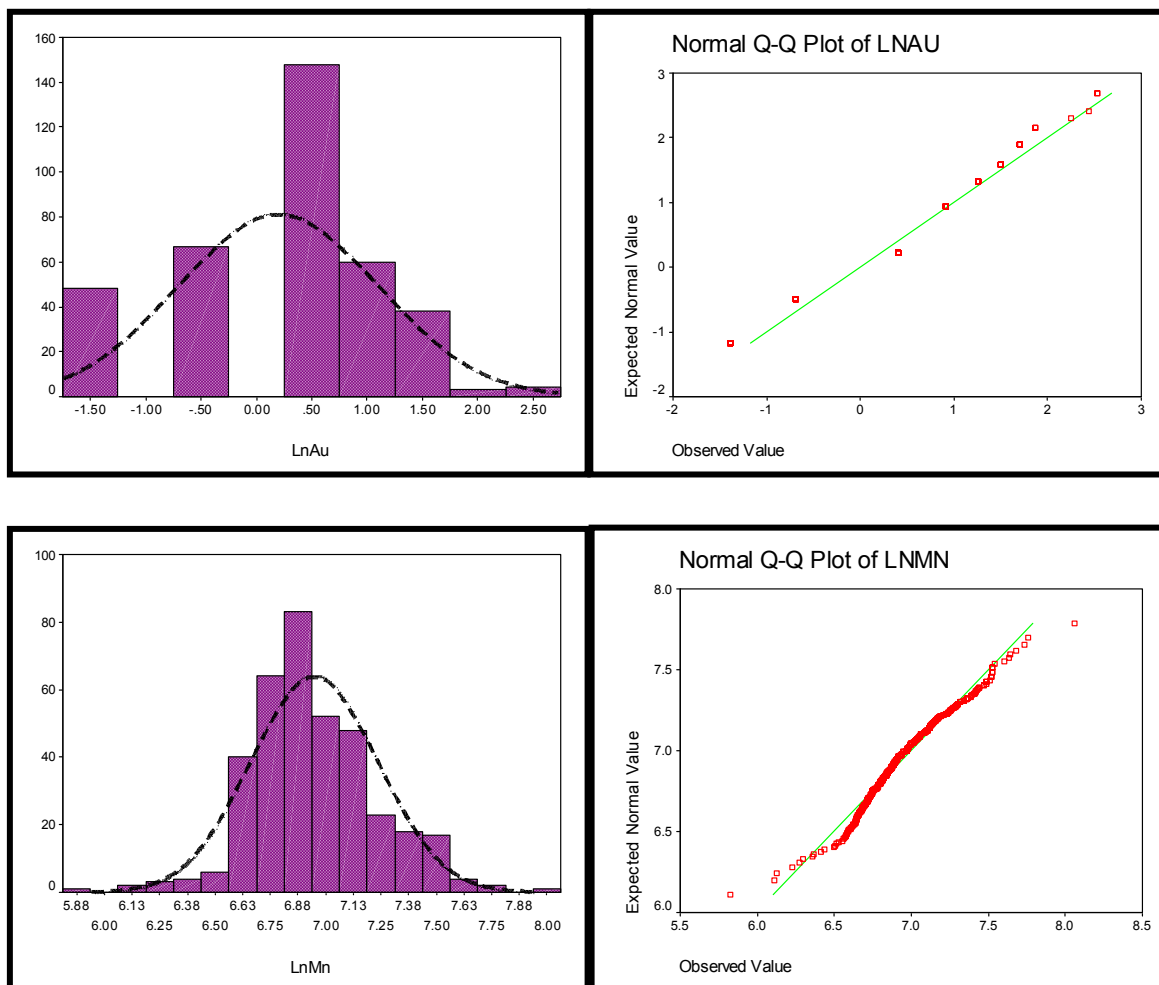
پس از شناسایی و جایگزینی مقادیر خارج از ردیف در این پروژه، جهت نرمال سازی داده ها از روش لگاریتمی ساده استفاده شده است. در مواردی که با تبدیل لگاریتمی ساده نتوان توزیع داده ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد، با افزودن و یا کاستن عددی آن را می توان به توزیع نرمال نزدیک نمود. این روش، که به روش تبدیل لگاریتمی سه پارامتری معروف است، به صورت زیر

$$p(x) = L_n(ax \pm b) \quad \text{تعریف می شود:}$$

در عمل برای ساده کردن تبدیل، مقدار a را واحد می گیرند، لذا تنها مسأله تعیین مقدار b است. معمولاً مقدار این عدد با سعی و خطا بدست می آید تا جایی که تابع پراکنشی با ویژگی نرمال حاصل شود. برای اثبات نرمال شدن داده ها از هیستوگرام ها و منحنی پراکنش تجمعی

استفاده شده است. شکل ۳-۶ این نمودارها را نشان می‌دهد. در جدول ۳-۷ پارامترهای آماری (داده‌های لگاریتمی) مربوط به تک تک عناصر آورده شده است. با توجه به این نمودارها و پارامترهای آماری هر متغیر می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر چولگی و کشیدگی متغیرها در مقایسه با مقادیر متناظر داده‌های خام و لگاریتم آنها تا چه اندازه کاهش یافته و منحنی تجمعی آنها چطور به یک خط راست، که مبین پراکنش نرمال می‌باشد، تبدیل شده است. پس از نرمال شدن مشاهده شده که هیستوگرام عناصر نادرخاکی دومی شده است. این حالت مبین وجود دو جامعه آماری مختلف است که در آن جامعه ناهنجار ناشی از بالای بودن عیار این عناصر در گرانیت الوند است.

شکل ۳-۶- نمودار فراوانی و تجمعی داده‌های نرمال در محدوده توپسرکان II





جدول ۳-۷- پارامترهای آماری داده های لگاریتمی در محدوده تویسرکان II

<i>Variable</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Mode</i>	<i>Skewness</i>	<i>Kurtosis</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
<i>Ag</i>	-1.378	-1.347	-1.661	-0.010	1.363	-2.996	0.293
<i>As</i>	2.982	2.912	2.398	0.188	-0.406	1.131	4.654
<i>Au</i>	0.198	0.405	0.405	-0.276	-0.585	-1.386	2.526
<i>Ba</i>	5.726	5.684	5.694	0.138	1.031	4.419	6.957
<i>Bi</i>	-0.881	-0.916	-1.204	0.013	1.202	-2.303	1.030
<i>Cd</i>	-1.344	-1.204	-1.609	-0.049	2.129	-2.590	0.405
<i>Ce</i>	4.489	4.466	4.663	0.071	1.352	3.822	5.130
<i>Cu</i>	3.616	3.644	3.706	-0.289	2.458	2.518	4.663
<i>Fe</i>	10.689	10.699	10.719	-0.192	0.787	10.254	11.103
<i>Mn</i>	6.949	6.908	7.115	0.294	1.079	5.826	8.058
<i>Mo</i>	0.062	0.095	0.000	-0.211	-0.044	-0.916	1.163
<i>Pb</i>	3.394	3.362	3.266	0.341	3.669	2.041	4.836
<i>V</i>	5.75	5.76	5.77	-0.54	0.01	5.52	5.97
<i>S</i>	5.808	5.886	5.635	-0.248	-0.382	4.472	7.131
<i>Sb</i>	0.495	0.470	-0.105	0.134	0.106	-0.916	2.015
<i>Sn</i>	1.400	1.281	0.956	0.458	-1.002	0.405	2.695
<i>Sr</i>	4.894	4.890	4.691	0.080	-0.194	4.045	5.889
<i>P</i>	6.20	6.18	6.09	0.25	0.37	5.00	7.51
<i>Ti</i>	8.365	8.358	8.328	0.003	-0.132	7.779	8.928
<i>Li</i>	4.11	4.08	3.93	0.50	0.20	3.43	4.91
<i>U</i>	0.698	0.554	0.501	0.222	1.749	0.140	2.266
<i>W</i>	0.643	0.438	0.095	0.218	-0.087	-0.916	2.617
<i>La</i>	3.80	3.76	3.74	0.90	1.06	3.04	4.64
<i>Zn</i>	4.686	4.663	4.673	0.199	0.585	3.766	5.677
<i>Zr</i>	4.123	4.190	4.234	-0.011	0.517	3.466	4.844

۳-۲-۵- بررسی آماری دو متغیره (تعیین ضرائب همبستگی)

برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر، بدون وابستگی به واحد اندازه گیری داده‌ها، پارامتر آماری دیگری به نام ضریب همبستگی تعریف می‌شود. در محاسبه ضریب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری دیگر فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد، می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد که پراکنش داده‌های تبدیل یافته نرمال شود. البته اینگونه تعبیر و تفسیر متغیرها باید با دقت همراه باشد. در حالتی که پراکنش داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روشهای



ناپارامتری که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند، استفاده کرد.

محاسبه ضریب همبستگی بسته به نوع داده‌ها به دو صورت انجام می‌شود. یکی از این روشها روش پیرسون می‌باشد. در این روش فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در صورتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد، یا باید از داده‌های تبدیل یافته و یا از روشهای ناپارامتری استفاده کرد. یکی از این روشها محاسبه ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن می‌باشد. در محاسبه ضریب همبستگی باید به سطوح معنی‌دار بودن آن نیز توجه کرد. به عنوان مثال ممکن است، در یک سطح اعتماد مشخص ضریب همبستگی ۰.۴٪ بین دو متغیر در یک جامعه دارای ۱۰۰ نمونه معنی‌دار باشد، ولی همین ضریب همبستگی برای این دو متغیر در یک جامعه دارای ۱۰ نمونه معنی‌دار نباشد.

در جداول ۳-۸ و ۳-۹ ماتریس ضرائب همبستگی بین متغیرهای ۳۰-گانه عناصر به روش پیرسون و اسپیرمن محاسبه شده‌اند. مقایسه ضریبهای همبستگی پیرسون و اسپیرمن نشانگر این است که ضریبهای همبستگی اسپیرمن بزرگتر از ضریبهای پیرسون می‌باشد. دلیل این امر وجود مقادیر خارج از ردیف در بین داده‌های خام است که باعث می‌شود ضریبهای همبستگی اسپیرمن غیرواقعی ارزیابی گردد. به عنوان مثال اگر مقادیر خارج از ردیف بزرگتر از داده‌ها باشد، ضریبهای همبستگی به طور غیرعادی بزرگتر برآورد می‌شود، بنابراین ضریبهای همبستگی واقعیت‌تر، ضریبهای پیرسون بوده که برای داده‌های نرمال برآورد شده است. با توجه به جدول ۳-۸ (ضریب همبستگی پیرسون) نتایج زیر استنباط می‌شود:

- آرسنیک با عناصر بیسموت، اورانیم، تنگستن، قلع و مولیبدن همبستگی متوسط تا خوبی دارد. چرا که مقادیر ضریب همبستگی این عناصر بالای ۰/۵ است.

- طلا با تمام عناصر دارای همبستگی ضعیف است. بالاترین مقدار همبستگی این عنصر با عنصر آنتیموان است.

- عنصر مس بیشتر با عناصر آهن، منگنز، زیرکن، آنتیموان، کادمیوم و روی همبستگی نسبتاً



خوبی نشان می دهد.

- عنصر روی دارای همبستگی های خوبی با عنصر منگنز بوده و با عناصر کادمیوم، مس، آهن، سرب و گوگرد همبستگی نسبتاً خوبی دارد. این عنصر به صورت اپی ترمال دارای کانه زایی مشخصی است.

۳-۲-۶- بررسیهای چند متغیره

۳-۲-۶-۱- تجزیه و آماری تحلیل خوشه ای

در تحلیل خوشه ای هدف دستیابی به ملاکی برای طبقه بندی هر چه مناسبتر متغیرها و یا نمونه ها بر اساس تشابه هرچه بیشتر درون گروهی و اختلاف هرچه بیشتر میان گروهی است. لذا اگر مقدار عیار مس در یک نمونه X و در نمونه دیگر Y باشد، ما با $Y-X$ سروکار داریم. این ویژگی کمک می کند تا بتوانیم متغیرها و نمونه ها را به صورت خوشه هایی که حداکثر تشابه ممکن را درون خود و حداکثر اختلاف را میان خود دارند، رده بندی کنیم. هنگامی که n نمونه را برای p متغیر مختلف مورد اندازه گیری قرار می دهیم، می توانیم بر حسب میزان شباهتی که بین مقادیر این زوجها وجود دارد، نمونه ها و یا متغیرها را دسته بندی کنیم. این عمل هم می تواند منجر به گروه بندی واقعی و یا غیرانتظار شود که هم بررسی روابط جدید را به دنبال دارد و هم موجب کاهش داده ها و در نتیجه سهولت بررسی آنها می گردد. در روش آنالیز خوشه ای دو نوع گروه بندی وجود دارد:

- نوع اول به گروه بندی متغیرها می پردازد و نوع R نام دارد.

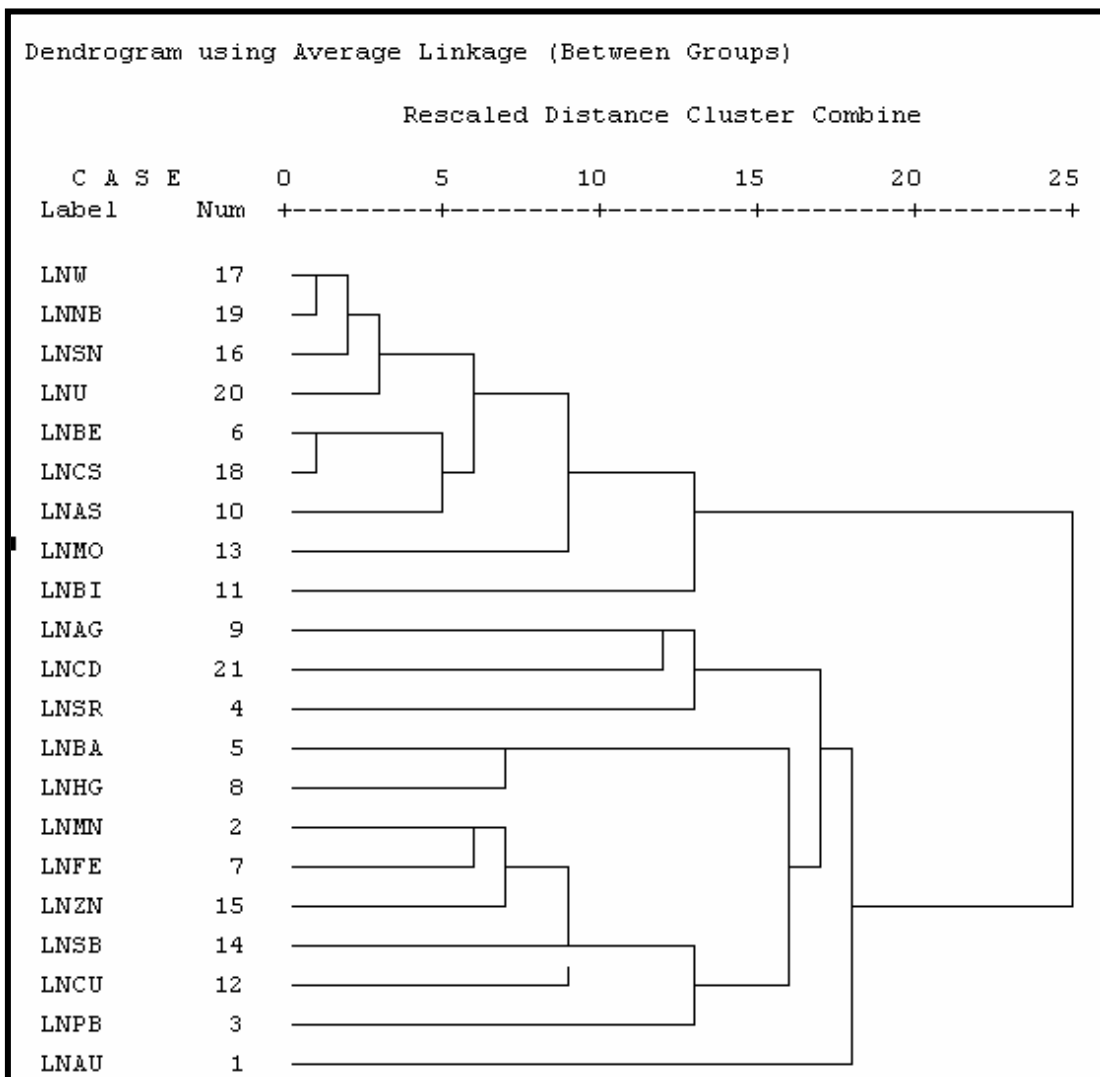
- نوع دوم به گروه بندی نمونه ها می پردازد و به نوع Q معروف است. از روش Q برای گروه بندی برخی جوامع سنگی نیز استفاده می شود.

روشهای مختلفی برای خوشه بندی داده ها وجود دارد. یکی از این روشها، روش اتصال است که



در آن به ترتیب اشیاء (نمونه‌ها و متغیرها) با شباهت بیشتر با استفاده از روش بازگشتی به هم متصل می‌شوند. تمامی روشهای خوشه‌بندی مبتنی بر ماتریس شباهتها می‌باشند که با یکی از روشهای مندرج در بند پیش محاسبه می‌شود. در مرحله اول دو نمونه و یا دو متغیری که بیشترین شباهت را دارند به هم وصل می‌شوند. در هر تکرار شبیه‌ترین زوج خوشه‌ها و یا اشیاء به هم وصل می‌شوند. الگوریتمهای مختلفی برای محاسبه شباهتها بین خوشه‌ای و بین خوشه و شیئی وجود دارد. این روشها عبارتند از: روش اتصال نزدیکترین همسایگی، روش دورترین همسایگی، روش وارد و روش اتصال عامل. شکل ۳-۷ آنالیز خوشه‌ای عناصر را در حالت نرمال شده نشان می‌دهد. این الگوریتم براساس ضرائب همبستگی مثبت پیرسون ایجاد شده است.

شکل ۳-۷- آنالیز خوشه ای بر اساس ضرایب همبستگی پیرسون در محدوده توپیرکان II



همانطور که در بخش محاسبه خطای آنالیز عنوان گردید، مقادیر خطای اندازه‌گیری شده برای تعدادی از عناصر از مقدار ۱۰٪ فراتر بوده است. اگر در تفسیر ساختار درختی داده‌ها موارد غیرعادی مشاهده گردیده به احتمال زیاد در ارتباط با خطائی است که در تجزیه نمونه‌ها اعمال شده است. با توجه به ساختار درختی داده‌ها (شکل ۳-۷)، متغیرهای ژئوشیمیایی به دو گروه تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

- گروه اول که در برگیرنده نیمی از عناصر بوده و اغلب متشکل از عناصر نادر خاکی بوده و عناصر درجه حرارت بالا نظیر قلع، تنگستن، بیسموت و مولیبدن نیز به آنها افزوده شده است.



ناهنجاری های عمده این عناصر مرتبط با توده نفوذی الوند و فرایندهای بعد ماگمایی بوده که در منطقه اغلب به صورت آپلیت و پگماتیت نمود دارد.

- گروه دوم در برگیرنده نیم دیگری از عناصر بوده که در فواصل دورتر نسبت به توده نفوذی و در حرارت های پایین تر شکل گرفته اند. این گروه متشکل از عناصر طلا، سرب، روی، کادمیم، مس، آهن و... است. این عناصر در مرحله اول بصورت رگه های اپی ترمال در سنگ در برگیرنده توده نفوذی شکل گرفته و در مرحله دوم تحت تأثیر فرایند لیچینگ قرار گرفته اند. در این گروه عناصری نظیر لیتیوم، لانتانیم و فسفر با همبستگی ضعیف تری قرار می گیرند. این عناصر ناشی از فازهای حرارت بالای توده نفوذی هستند که بخشهای دگرگونی مجاورتی سنگ همبر را تحت تأثیر قرار داده است.

۳-۲-۶-۲- تجزیه عاملی (آنالیز فاکتوری)

یکی از مسائل پیچیده و مهم در اکتشافات ژئوشیمیایی بررسی همزمان عناصر مورد مطالعه است. یکی از روشهای بسیار قوی در این زمینه تجزیه و تحلیل فاکتوری است. این روش دو مزیت بسیار بزرگ دارد:

۱- کاهش ابعاد داده ها

۲- بیان ارتباط موجود بین عناصر مختلف

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

تجزیه و تحلیل فاکتوری بر اساس روش *PCA (Principal Component Analysis)* استوار

است. این روش تکنیکی برای پیدا کردن ترکیب خطی از متغیرهای اولیه هم بستر است که



تشکیل یک دستگاه محور مختصات جدید بدهند. این ترکیبات خطی را مؤلفه‌های اصلی می‌نامند و دارای خواص زیر هستند:

- ۱- بخش اعظمی از تغییرپذیری توسط تعداد محدودی از متغیرهای جدید قابل توجیه است.
- ۲- متغیرهای جدید، که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند، بین خود همبستگی نشان نمی‌دهند.

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

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

- تجزیه و تحلیل فاکتوری زمانی صورت می‌گیرد که تعداد متغیرهای اولیه به حد کافی باشد.

تجزیه و تحلیل فاکتوری در چهار مرحله انجام می‌گیرد:

- ۱- محاسبه ضرائب همبستگی

- ۲- استخراج عاملها که شامل تعیین تعداد و روش محاسبه عاملها است

- ۳- دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی عاملها، برای آنکه روابط میان داده‌ها بهتر تفسیر شود.

- ۴- محاسبه امتیاز هر عامل برای تک تک نمونه‌ها.

نتایج حاصل از آنالیز فاکتوری در جداول ۳-۱۰ تا ۳-۱۴ آورده شده است. این جداول حاصل

مراحل گوناگون آنالیز فاکتوری است که در ذیل توضیح داده می‌شوند:

جدول آزمون *KMO* و *Bartlett's* (جدول ۳-۱۰)

این جدول مربوط به تست *KMO* است که جهت بررسی میزان اعتبار آنالیز فاکتوری صورت

می‌گیرد. در واقع این جدول جهت تأیید یا رد آنالیز فاکتوری کاربرد دارد. مقادیر *KMO* بزرگتر از



۰/۹ بیانگر این است که انجام آنالیز فاکتوری از اعتبار بالایی برخوردار است. به همین ترتیب مقادیر ۰/۸ از اعتبار بالا، ۰/۷ متعادل، ۰/۶ اعتبار متوسط، ۰/۵ از اعتبار ناچیز و مقادیر KMO کمتر از ۰/۵ جهت انجام آنالیز فاکتوری فاقد اعتبار هستند. مقدار KMO محاسبه شده برای داده‌های مربوط به این پروژه برابر ۰/۸۱۱ می‌باشد. این میزان بیانگر اعتبار نسبتاً بالای آنالیز فاکتوری برای این داده‌ها است.

جدول ۳-۱۰- آزمون KMO and Bartlett

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.811969882
Bartlett's Test of Sphericity	<i>Approx. Chi-Square</i>	7467.775596
	<i>df</i>	300
	<i>Sig.</i>	0

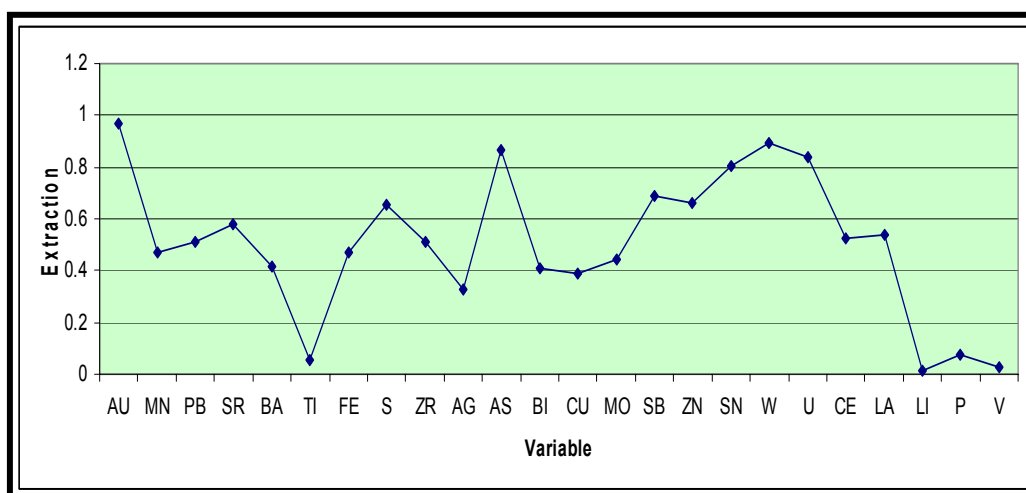
جدول مشارکتها (جدول ۳-۱۱ و شکل ۳-۸)

این جدول نشان‌دهنده برآورد اولیه عاملها و بیانگر میزان مشارکت عناصر در این روش است. همانطور که مشاهده می‌شود اکثر عناصر میزان *Extraction* بالا دارند که نشانه بالا بودن میزان مشارکت آنها است. بیشترین درصد مشارکت با ضرائب بالای ۰/۷ مربوط به عناصر As, W, U, Sn ، Au می‌باشد. بعد از این، عناصر رده دوم دارای مشارکت بالا (ضریب بالای ۰/۶) شامل عناصر S, Zn, Sb می‌باشند. در رده سوم، عناصر دارای مشارکت متوسط (ضریب بالای ۰/۵) شامل عناصر Pb, Sr, Zr, Ce, La می‌باشند. سایر عناصر دارای میزان مشارکت پایینی بوده که در این میان عناصر Ti, Li, P, V دارای کمترین میزان مشارکت هستند.



جدول ۳-۱۱- مشارکتها (Communalities)

Var	Raw		Rescaled	
	Initial	Extraction	Initial	Extraction
AU	0.820525	0.795064	1	0.96897
MN	0.082552	0.039056	1	0.473107
PB	0.138388	0.070475	1	0.509255
SR	0.101988	0.059448	1	0.582896
BA	0.203665	0.084853	1	0.416629
TI	0.041813	0.002318	1	0.055439
FE	0.016285	0.007711	1	0.473514
S	0.265127	0.17369	1	0.655123
ZR	0.067345	0.034416	1	0.511041
AG	0.23091	0.07524	1	0.325841
AS	0.450327	0.390471	1	0.867085
BI	0.284031	0.116654	1	0.410707
CU	0.072504	0.028361	1	0.391165
MO	0.183936	0.0815	1	0.443087
SB	0.273878	0.188865	1	0.689594
ZN	0.11987	0.079661	1	0.664561
SN	0.253394	0.203685	1	0.803828
W	0.543554	0.485664	1	0.893497
U	0.16063	0.135188	1	0.841612
CE	0.040501	0.021181	1	0.522965
LA	0.066579	0.022609	1	0.539179
LI	0.054959	0.000788	1	0.014329
P	0.186863	0.014147	1	0.075708
V	0.00753	0.000192	1	0.025492



شکل ۳-۸- نمودار تغییرات میزان مشارکت عناصر در آنالیز فاکتوری



جدول توجیه تغییرپذیری کل (جدول ۳-۱۲)

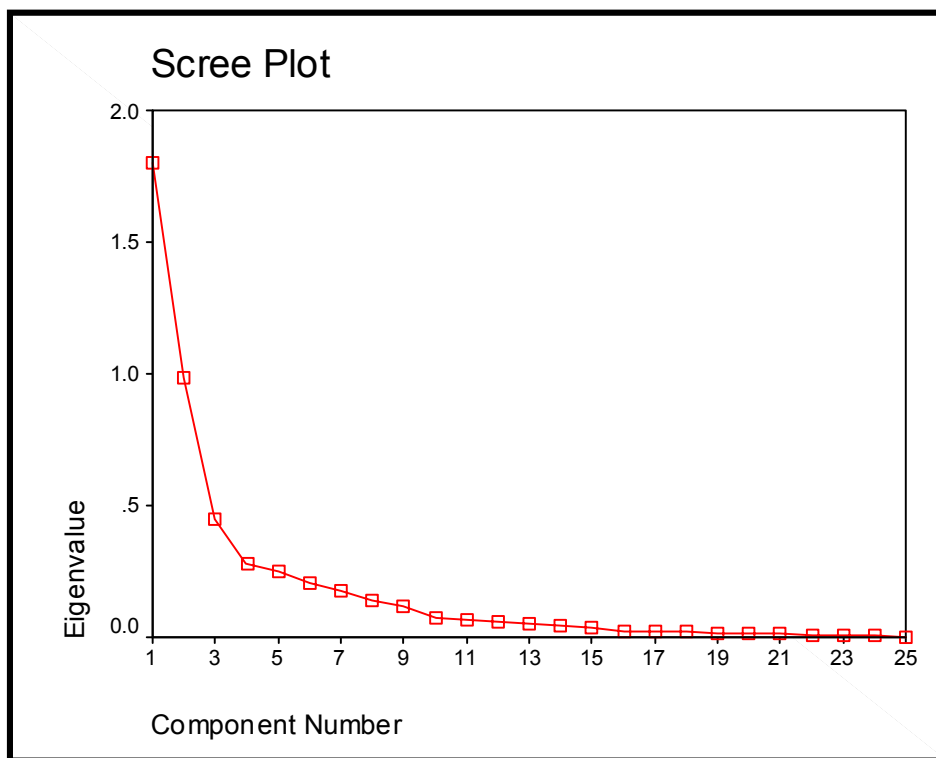
از این مرحله به بعد مرحله اصلی توصیف آنالیز فاکتوری آغاز می‌گردد. تفسیر صحیح این جدول نقش مهمی در تجزیه و تحلیل فاکتوری دارد، چرا که یکی از معیارهای اصلی انتخاب تعداد فاکتورها توجیه میزان تغییرپذیری داده‌ها است، به طوری که داده‌های جدید باید حداقل تعداد ابعاد را داشته باشند و بتوانند حداکثر میزان تغییرپذیری کل داده‌ها را توجیه کنند. تعداد ابعاد جدید با استفاده از این جدول تعیین می‌شود. در این جدول پارامترهای آماری شامل مقادیر ویژه واریانس و واریانس تجمعی هر مؤلفه همراه با مقادیر مشارکت هر مؤلفه محاسبه گردیده است. بیشترین مقدار ویژه در ارتباط با مؤلفه اول (فاکتور ۱) و برابر ۳۷ و کمترین مقدار مربوط به مؤلفه سوم (فاکتور ۳) و برابر ۹ است. همانطور که گفته شد، واریانس تجمعی معیاری جهت تعیین تعداد فاکتورها می‌باشد.

جدول ۳-۱۲- توجیه تغییرپذیری کل (*Total variance Explained*)

Com	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	1.80	36.99	36.99	1.80	36.99	36.99	1.76	36.21	36.21
2	0.98	20.19	57.18	0.98	20.19	57.18	0.57	11.79	48.00
3	0.45	9.16	66.34	0.45	9.16	66.34	0.89	18.34	66.34

با توجه به جدول مذکور مشاهده می‌شود که تعداد سه فاکتور می‌توانند تقریباً ۶۶/۵٪ کل تغییرپذیری را توجیه کنند که با توجه به این تعداد فاکتور، مقدار قابل قبولی است. بنابراین بر اساس آنالیز فاکتوری برای داده‌های این پروژه سه فاکتور معرفی شده است. این تعداد فاکتور از روی نمودار صخره‌ای نیز قابل تأیید است (شکل ۳-۹). از بین سه فاکتور انتخاب شده، فاکتور اول بیشترین واریانس را دارا می‌باشد و بخش زیادی از تغییرپذیری (نیمی از تغییرپذیری) را به تنهایی توجیه می‌کنند، به طوری که میزان واریانس فاکتور اول تقریباً ۳۷٪ کل تغییرپذیری می‌باشد.

بعد از انتخاب سه مؤلفه اول، مقادیر خام هر مؤلفه نسبت به هر عنصر و مقادیر تبدیل یافته و ضریب امتیازی هر مؤلفه محاسبه شده است. مقادیر خام تحت بردار خاص VARIMAX قرار گرفته‌اند. این بردار در اثر چرخش محورها بیشترین واریانس را برای هر مؤلفه محاسبه می‌نماید. همانطور که ملاحظه می‌شود، بعد از چرخش فاکتورها از میزان واریانس فاکتور اول و دوم کاسته شده و بر میزان واریانس فاکتور سوم افزوده شده و این نشان‌دهنده تأثیر بیشتر این فاکتورها در چرخش است.



شکل ۳-۹- نمودار صخره‌ای جهت جداسازی فاکتورهای تجزیه عاملی

جداول ماتریس مؤلفه و ماتریس چرخش مؤلفه (جداول ۳-۱۳ و ۳-۱۴) فاکتورهای مذکور بیانگر جمع واریانس هر مؤلفه با واریانس مؤلفه قبلی است. با توجه به جداول مذکور و نمودار صخره‌ای سه مؤلفه (فاکتور) انتخاب شده است. علت انتخاب این مؤلفه‌ها به دو پارامتر بستگی دارد:



پارامتر نخست

شامل درصد تجمعی واریانس حدود ۶۰٪ از یک جامعه ژئوشیمیایی که می‌تواند معرف تقریبی جامعه باشد. حال با در نظر گرفتن سه مؤلفه، تقریباً ۶۶٪ واریانس تجمعی جامعه پوشش داده می‌شود که برای تجزیه و تحلیل مؤلفه‌ها مناسب به نظر می‌رسد. دلیل پایین بودن میزان واریانس تجمعی انتخابی بودن فاکتورهای مورد بررسی می‌باشد چرا که تعداد فاکتورهای ایجاد شده پنج فاکتور می‌باشد، اما چون میزان واریانس بقیه فاکتورها پایین است در این بخش تنها سه فاکتور انتخاب شده است.

پارامتر دوم

در بررسیهای آماری ژئوشیمیایی از نمودار صخره‌ای (شکل ۳-۹) استفاده می‌شود که در آن مقادیر ویژه بر حسب اهمیت آنها از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ردیف شده‌اند. با توجه به این نمودار مقادیر بالای دومین شکست (مقادیر ویژه بالای ۲) معتبر برای انتخاب مؤلفه مورد استفاده قرار می‌گیرند. پس از این که مؤلفه‌ها انتخاب شدند، باید در نظر داشت که مؤلفه‌های خام (غیر چرخشی) نمی‌توانند تمام تغییرپذیری واقعی جامعه را نشان دهند. چون در بسیاری از موارد تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه یا حتی به تعدادی از عاملها بستگی دارد و در نتیجه تعبیر عوامل را با مشکل روبه‌رو خواهد کرد. از این‌رو روشهایی به وجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک باعث تعبیر ساده عوامل می‌شود. این روشها همان دوران عاملها است. بنابراین مؤلفه‌های خام بایستی تحت تابع مشخصی چرخش داده شوند تا بهترین واریانس جامعه عمومی به دست آید. در بررسیهای ژئوشیمیایی بیشتر از تابع *VARIMAX* استفاده می‌شود. با انتخاب این تابع دورانی متعامد بر روی ضرائب عامل صورت می‌گیرد. با این دوران تغییرات مربعات عناصر ستونی، برآورد ضرائب عاملها را ماکزیمم می‌کند.



این روش مقادیری نسبتاً بزرگ یا صفر به ستونهای ماتریس ضرائب عاملها اختصاص می‌دهد. در نتیجه عواملی ایجاد می‌شوند که یا به شدت به متغیرها وابسته‌اند و یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده‌تر شدن تعبیر عاملها خواهد شد. مؤلفه‌های چرخش یافته جدید که به این ترتیب بدست می‌آیند، مؤلفه‌های اصلی برای محاسبه امتیازات می‌باشند. مؤلفه‌های خام و چرخش یافته به ترتیب در جداول ۳-۱۳ و ۳-۱۴ آورده شده‌اند.

جدول ۳-۱۳- ماتریس مؤلفه (Component Matrix)

Var	Raw Component			Rescaled Component		
	Factor-1	Factor-2	Factor-3	Factor-1	Factor-2	Factor-3
AU	-0.066	0.847	-0.271	-0.073	0.935	-0.299
MN	-0.020	0.083	0.178	-0.068	0.289	0.620
PB	0.045	0.109	0.238	0.122	0.292	0.640
SR	-0.227	-0.079	-0.039	-0.712	-0.247	-0.123
BA	-0.228	0.113	0.141	-0.505	0.251	0.314
TI	0.044	0.015	-0.011	0.217	0.073	-0.054
FE	-0.046	0.044	0.061	-0.359	0.341	0.478
S	-0.386	-0.114	-0.110	-0.749	-0.221	-0.213
ZR	-0.184	0.020	0.015	-0.708	0.078	0.057
AG	-0.274	-0.001	-0.011	-0.570	-0.001	-0.022
AS	0.547	0.234	0.192	0.815	0.348	0.287
BI	0.279	0.187	-0.060	0.524	0.351	-0.112
CU	-0.121	0.093	0.071	-0.449	0.347	0.262
MO	0.259	-0.035	0.115	0.603	-0.083	0.269
SB	-0.207	0.282	0.258	-0.395	0.538	0.494
ZN	-0.116	0.117	0.229	-0.335	0.337	0.662
SN	0.446	0.058	-0.035	0.887	0.114	-0.070
W	0.670	-0.112	-0.157	0.908	-0.153	-0.213
U	0.363	-0.054	-0.012	0.907	-0.136	-0.029
CE	0.139	0.009	0.043	0.690	0.047	0.212
LA	0.000	0.014	0.049	-0.001	0.056	0.190
LI	0.005	0.013	0.024	0.021	0.056	0.104
P	-0.073	-0.001	0.094	-0.168	-0.003	0.218
V	-0.006	-0.002	-0.012	-0.066	-0.023	-0.144



جدول ۳-۱۴- ماتريس چرخش مؤلفه (Rotated Component Matrix)

Var	Raw Component			Rescaled Component		
	Factor-1	Factor-2	Factor-3	Factor-1	Factor-2	Factor-3
AU	0.010063	0.108083	0.885032	0.011109	0.11932	0.977041
MN	0.01516	0.197033	0.002072	0.052763	0.685763	0.007211
PB	0.09018	0.249656	-0.0038	0.242417	0.671107	-0.01022
SR	-0.23892	-0.02712	-0.04037	-0.74814	-0.08491	-0.1264
BA	-0.19056	0.212481	0.058229	-0.42226	0.470827	0.129028
TI	0.04416	-0.01159	0.015285	0.215958	-0.05669	0.074749
FE	-0.03126	0.080291	0.016953	-0.24495	0.62918	0.132845
S	-0.40835	-0.07689	-0.03211	-0.79305	-0.14933	-0.06237
ZR	-0.17596	0.053569	0.024197	-0.67804	0.206426	0.093242
AG	-0.27078	0.038057	0.021733	-0.56349	0.079197	0.045227
AS	0.593251	0.171181	0.096029	0.884045	0.25509	0.1431
BI	0.291068	-0.02749	0.176572	0.546149	-0.05158	0.331313
CU	-0.09731	0.122141	0.063038	-0.36138	0.453609	0.234111
MO	0.264847	0.044117	-0.097	0.617536	0.102865	-0.22617
SB	-0.13221	0.381468	0.160832	-0.25263	0.72892	0.307323
ZN	-0.0683	0.273282	0.017704	-0.19726	0.789326	0.051133
SN	0.44135	-0.08639	0.037845	0.876768	-0.17162	0.075182
W	0.62221	-0.30361	-0.07962	0.843947	-0.41181	-0.10799
U	0.348395	-0.09574	-0.06814	0.869278	-0.23889	-0.17
CE	0.14326	0.017916	-0.01834	0.711852	0.089025	-0.09114
LA	0.008206	0.049866	-0.00739	0.031801	0.193256	-0.02864
LI	0.009706	0.026298	0.001318	0.041401	0.112177	0.005624
P	-0.0591	0.09676	-0.03593	-0.13673	0.223838	-0.08313
V	-0.00753	-0.01102	0.003734	-0.08674	-0.12695	0.043028

با استفاده از جدول عاملی مقادير چرخش یافته (جدول ۳-۱۴)، ميزان ضريب چرخش یافته بزرگتر از ۰/۵ اساس انتخاب هر متغير در هر عامل است. لازم به ذکر است اعداد مثبت رابطه معکوس با اعداد منفي خواهند داشت. با توجه به مطالب مذکور سه عامل برگزيده شامل عناصر زیر است. شکل ۳-۱۰ ميزان تغييرات ضريب چرخش یافته هر متغير در هر عامل را نشان می دهد. با عنایت به جدول ۳-۱۴ و شکل مذکور نتایج زیر به دست می آید:



فاکتور-۱

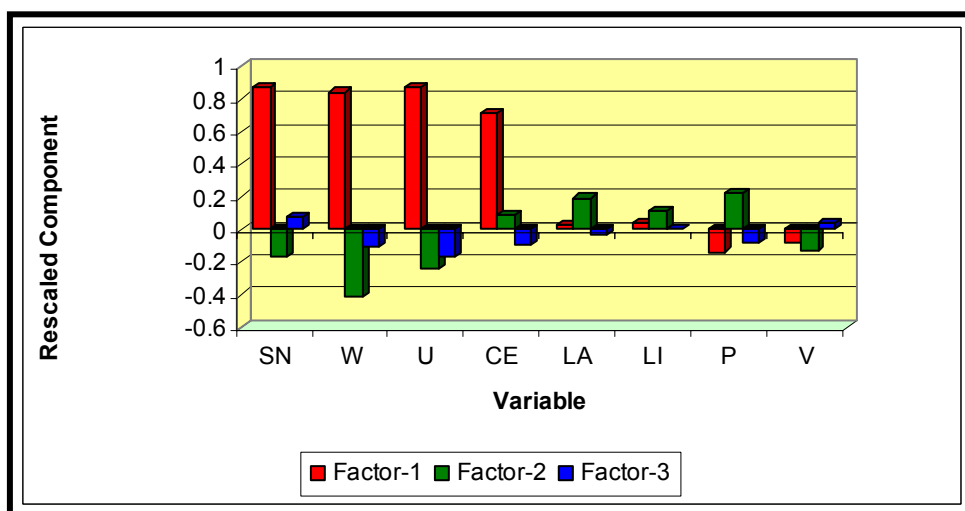
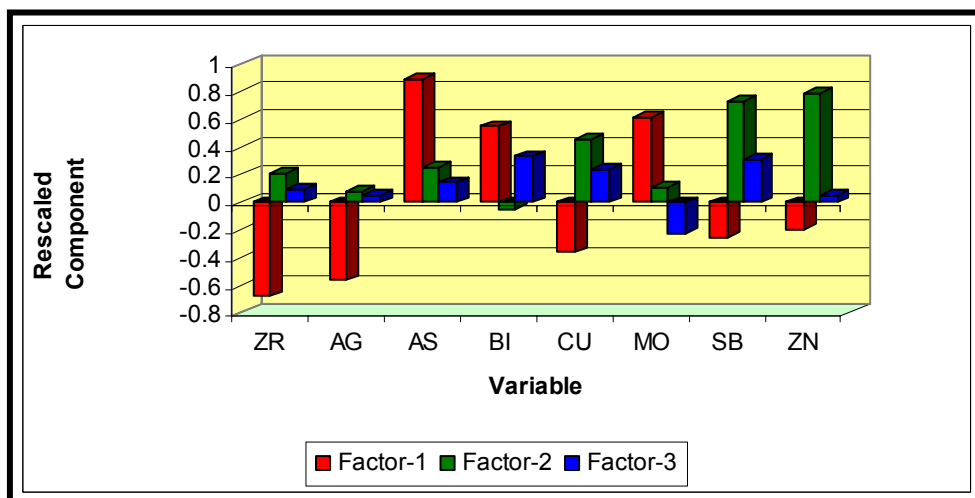
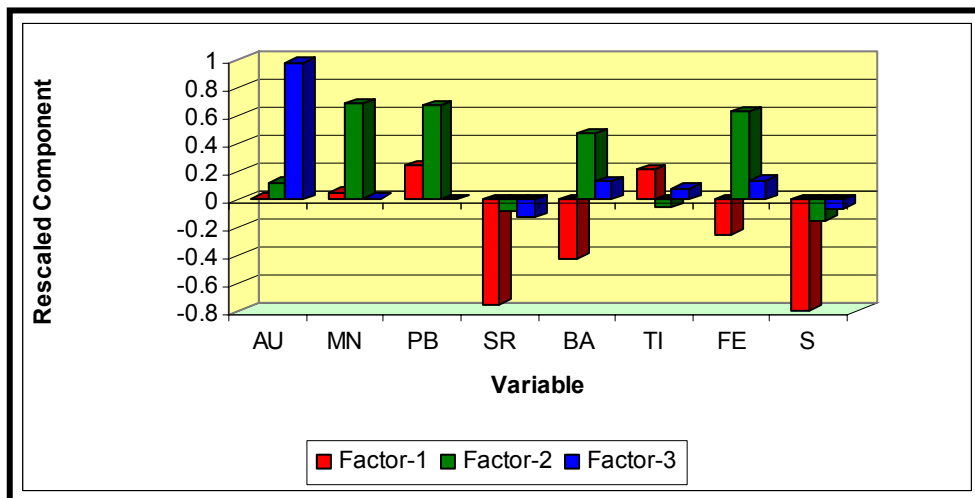
در این فاکتور عناصر آرسنیک، سرب، مولیبدن، قلع، اورانیم، تنگستن و بیسموت دارای مشارکت نسبتاً بالایی هستند. این فاکتور مرتبط با توده‌های نفوذی منطقه (گرانیت الوند) و فعالیت‌های بعد ماگمایی است که به صورت دایک‌های آپلیتی ظاهر می‌شود. حضور آرسنیک و بیسموت در این فاکتور ناشی از زون‌های دگرسانی مرتبط با توده‌های آپلیتی و داخل واحد گرانیتی است.

فاکتور-۲

در این فاکتور عناصر آنتیموان، باریم، مس، آهن، روی، منگنز، سرب و کادمیم مشارکت دارند. در این فاکتور بیشترین میزان تغییرات مربوط به عنصر روی می‌باشد. فاکتور مذکور احتمالاً مرتبط با فعالیت‌های هیدروترمالی و فرایندهای شستشوی سطحی است.

فاکتور-۳

در این فاکتور عنصر طلا دارای مشارکت نسبتاً بالایی است. این فاکتور مرتبط با فعالیت‌های هیدروترمالی درجه حرارت خیلی پایین می‌باشد.



شکل ۳-۱۰- نمودار فراوانی ماتریس ضریب امتیاز مؤلفه برای عناصر شرکت کننده در آنالیز فاکتوری