فصل چهارم- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی

٤-١- مقدمه

پردازش داده‌ها مرحله‌ای است که طی آن به حجم زیاد اطلاعات گردآوری شده سامان داده‌می‌شود و با اعمال محاسبات آماری و زمین‌آماری گوناگون اطلاعات به شکل قابل تفسیر درمی‌آیند. در طی این مراحل کنترلهای مختلفی صورت می گیرد تا از بروز خطاهای احتمالی جلوگیری شود.

هدف از اکتشافات ژئوشیمیایی، معرفی آنومالیهای ژئوشیمیایی در ارتباط با کانی‌سازی می‌باشد. ولی نباید تصور کرد که منظور از این آنومالی وجود مقادیر بسیار بالای یک یا چند عنصر در محیط نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد، بلکه چنین آنومالی براساس میزان انحراف داده‌های ژئوشیمیایی ازیک سری مقادیر ناحیه‌ای که تحت عنوان زمینه نامیده‌می‌شود، شناخته و مشخص می گردد. وظیفهٔ چنین شناخت و جدایشی برعهدهٔ پردازش آماری داده‌های ژئوشیمیایی است. در واقع در پردازش‌های آماری نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی تحت عنوان یک جامعهٔ آماری توسط روشهای مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند، ارتباط پاراژنزی عناصر بایکدیگر بررسی می گردد، مقادیرزمینه شناسایی شده و براساس آن آنومالی معرفی می گردد. البته لازم به ذکراست که تعداد زیادی از آنومالی‌های ژئوشیمیایی وجوددارند که در ارتباط با کانی‌سازی نبوده و در نهایت بعنوان آنومالی کاذب معرفی می گردند، که یکی از نتایج پردازش ژئوشیمیایی تفکیک آنومالی‌های مرتبط با کانی‌سازی از نوع کاذب می‌باشد.

دراین فصل مرحله به مرحله عملیات انجام شده جهت پردازش داده‌های ژئوشیمیایی شرح داده می‌شود.

٤-٢- تخمین مقادیر سنسورد[1]:

شرط لازم جهت پردازش‌های آماری داده‌ها، حضور داده‌های عددی و غیر سنسورد است. داده‌های سنسورد به داده‌هائی گفته‌می‌شود که به دلیل اینکه خارج از محدودهٔ حد حساسیت و قابلیت اندازه‌گیری دستگاه است، بصورت کوچکتر یا بزرگتر از حد حساسیت بیان می‌شود. حضور مقادیر سنسورد، پردازش داده‌ها را با

[1] Estimation of Censoerd Data

خلل مواجه می‌کند، بهمین علت عناصری که مقادیر سنسورد آنها بسیار زیاد است از پردازش حذف می‌شوند ولی اگر تعداد داده‌های سنسورد در حد قابل قبول باشد، مقادیر آن باید توسط روش های مختلف جایگزین شده و مانند سایر اعداد مورد استفاده قرار گیرد. در جدول۴-۱ عناصر سنسورد بهمراه مقدار جایگزینی آمده است. بقیه عناصر همگی بصورت غیرسنسورد گزارش شده‌اند. از بین ۳۲ عنصر مطالعه شده در آنالیز ژئوشیمی نمونه ها ۵ عنصر به دلیل این که بیش از ۹۶٪ مقادیر، پایین تر از حد تشخیص بود، کاملاً حذف شدند . برای مابقی عناصر به دلیل آنکه تعداد داده های سنسور زیر ۱۵ ٪ بود ، از روشهای جایگزینی ساده (Simple) استفاده شد ، برای داده های کمتر از حد تشخیص مقدار $^{3}/_{4}$ داده و برای داده ها با مقادیر بالاتر از حد تشخیص مقدار $^{4}/_{3}$ بیشتر از داده در نظر گرفته شد.

همچنانکه ملاحظه می‌شود عنصرSb ,Ge ,Tb ,Tl ,Eu تماماً سنسورد گزارش شده که از روند پردازش حذف گردید. عنصرAu دارای تعداد داده سنسورد بالایی است لیکن به دلیل اهمیت ،از حذف آن صرفنظر گردید و مقدار سنسورد آن جایگزین شد.

جدول٤-١: عناصر سنسورد،حدحساسیت بهمراه مقدار جایگزینی

R	عنصر	حدحساسیت	تعداد سنسورد	مقدارجایگزینی
١	Au	١	٣٤٠	٠,٧٥
٢	Cu	١٠	٤٠٧	٧,٥
٣	Zn	١٠	-	-
٤	Ba	٥٠	-	-
٥	Pb	١	٢	٠,٧٥
٦	As	٥	١٧٣	٣,٧٥
٧	Sn	١	٩	٠,٧٥
٨	Mn	١٠٠	-	-
٩	Ta	١	٥٩	٠,٧٥
١٠	S	٥٠	-	-
١١	Ce	١٠	-	-
١٢	V	١٠	-	-
١٣	Cr	١٠	-	-
١٤	Co	٥	-	-
١٥	Ga	٥	-	-
١٦	Ge	٢	٨٧٠	عنصر حذف شد
١٧	Sr	٥٠	-	-
١٨	Y	٥	-	-
١٩	Zr	٥٠	-	-
٢٠	Nb	٥	-	-
٢١	Sb	٥	٨٧٠	عنصر حذف شد
٢٢	Cs	٢	٨	١,٥
٢٣	Sm	٢	-	-
٢٤	Tb	٢	٨٧٠	عنصر حذف شد
٢٥	Tl	٢	٨٧٠	عنصر حذف شد
٢٦	U	٢	٦٤	١,٥
٢٧	P	١٠٠	-	-
٢٨	Ti	١٠٠	-	-
٢٩	Rb	٢٠	-	-
٣٠	Sc	١٠	-	-
٣١	Yb	٥	-	-
٣٢	Eu	٢	٨٧٠	عنصر حذف شد

٤-۳- بررسی داده‌های خام:

منظور از داده‌های خام، داده‌های اولیه‌ای هستند که هیچگونه پردازشی برروی آنها صورت نگرفته‌است. در پردازش‌های آماری داده‌ها، قدم اول شناخت ماهیت تابع توزیع و خصلت‌های آماری مربوط به آنها می‌باشد. چراکه پردازش برروی داده‌هائی که خصلت ناشناخته دارند، با دید بسته‌ای صورت می‌گیرد و احتمال بروز خطا در آن بسیار بالا می‌رود.

با توجه به آنکه تعداد ۳۲ عنصر در آنالیزها معرفی شده اما تعداد ۵ عنصر به دلیل سنسورد بودن در محاسبات آورده نشده است. همچنین نمونه های شماره۳۹۸۴،۳۹۶۵،۳۹۳۵،۳۸۲۷،۳۶۶۳،۳۲۴۵ تنها نتیجه آنالیز طلا دارند و نمونه های ۳۸۱۷،۳۹۳۳ برای عنصر طلا آنالیز نشده است. این موارد در پردازش کاملا مد نظر واقع شده است.

بطور کلی۲۷ عنصر جهت پردازش مشخص گردیدند. جهت بررسی داده‌های خام ابتدا اقدام به محاسبهٔ پارامترهای آماری مهم نظیر میانگین، میانه، انحراف معیار، واریانس، چولگی، کشیدگی، مینیمم مقدار و ماکزیمم مقدار مربوط به هر عنصر به همراه ترسیم هیستوگرام مربوط به آنهاگردید که دراشکال ۴-۱ آمده است.

نکات مورد توجه در بررسی داده‌های خام به شرح زیر می‌باشد.

- عناصری مانند Au,Cu,Ba,Zn,Pb توابع شدیداً غیر نرمال وL می‌باشند.

- عناصری مانندSn,Ta,Ce,Co,Cs,Rb,Yb,Y,Nb,U,Sc از یک تابع نرمال فاصله چندانی ندارند.

- بقیه عناصر۱۱(عنصر دیگر) غیر نرمال می‌باشند.

بطورکلی حالت چند جامعه‌ای که موجب لاگ‌نرمال شدن توابع می‌گردد یا بدلیل وجود مقادیر زمینه و آنومالی است(که برای ما حائز اهمیت می‌باشد) و یا بدلیل وجود اثر لیتولوژی مختلف می‌باشد که سبب ایجاد این ناهمگنی می‌گردد. البته عناصری مثلAu,Cu دارای تعداد زیادداده سنسورد جایگزین شده است که این موضوع نیز درL شدن تابع توزیع آنها بی‌تاثیر نیست. بطورکلی عناصر گروه اول در بررسی های بعدی اهمیت ویژه ای خواهد شد.

٤-٤- بررسی مقادیر خارج از رده:

برطبق هیستوگرام عناصر و نمودار جعبه ای صفحه بعد(شکل۴-۲)، چهارعنصر Ba,Zn,Cu,Au دارای مقادیر خارج از رده بوده که در پردازش های بعدی ایجاد اختلال می نماید. بهمین خاطر برای هرعنصر این مقادیر جایگزین شد. مقدار جایگزینی براساس نمودارهای رسم شده، تعیین گردید. در جدول زیر نمونه های خارج از رده نمایش شده است.(طلاppb، بقیه عناصرppm)

جدول٤-١: نمایش مقادیر خارج از رده

عنصر	شماره نمونه	مقدار
Zn	٣٤١٩	١٤٤٠
	٣٢٤٣	١٤٠٢
	٣٤٥٣	٩٤٦
Ba	٣٦٥٤	٧٩٩٠,٥

عنصر	شماره نمونه	مقدار
Au	٥٩٠	٢٠٠
	٣٨٧٢	١٢٠
	٣٨٦٣	٥٠
Cu	٣٣١٤	٤٠١
	٣٣١٥	٢٢٠
	٣٣١٣	٢٠٠

در شکل ۴-۲ نمودار جعبه ای جهت نمایش مقادیر خارج از رده[۲] نمایش شده است.

[۲] Out Lier

٤-٥- محاسبهٔ ضریب همبستگی عناصر:

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

اصولاً تعیین ضرایب همبستگی دو هدف عمده را تعقیب می‌کند:

۱- کشف همبستگی بین عناصر

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

جهت تعیین ضریب همبستگی از روش پیرسن استفاده گردید. در روش پیرسن باید از مقادیر نرمال‌شده عناصر استفاده نمود، در این پروژه برای نرمال کردن داده‌ها از روش لگاریتمی سه پارامتری استفاده گردید. این تبدیل بصورت مقابل تعریف می‌شود.

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

در عمل برای ساده‌کردن تبدیل مقدار x را برابر واحد می‌گیرند. به‌این‌ترتیب یک مقدار معین θرا به مقدار داده‌ها(a) اضافه کرده و از آن لگاریتم می‌گیریم. مقدار θ هم با روشهای ریاضی قابل محاسبه است و هم با روش سعی و خطا بدست می‌آید. وقتی چولگی داده‌ها مثبت باشد، θرا از مقدار داده‌ها کم کرده و وقتی چولگی داده‌ها منفی باشد، مقدار θ اضافه کرده و سپس آن را نرمال می‌کنیم. پس از نرمال‌کردن داده‌های خام، هیستوگرام آنها تا حدود زیادی متقارن شده، چولگی و کشیدگی آنها نیز به یک تابع نرمال نزدیک‌تر شدند. البته در فرایند نرمال‌کردن وجود مقادیر خارج از رده می‌تواند مشکلاتی را در این زمینه ایجاد نماید

که باید قبل از آن، باید این مقادیر اصلاح شوند. مقادیر ضریب همبستگی پیرسون بصورت ماتریس ضرایب همبستگی در جداول ۴-۲ آورده شده است.

نکته جالب توجه اینکه عناصری مانند Au,Cu,As,S,Sr,U با هیچ عنصری همبستگی جالب توجه نشان نمی‌دهند. ضریب همبستگی عناصر معدنی در جدول ۴-۲(جدول زیر) وضریب همبستگی کلیه عناصر در جدول ۴-۳آمده‌است. همبستگی عناصرZn-Pb وBa-Pb در بین همبستگی های دیگر معنی دار بوده و همبستگی دیگر عناصر(با توجه به آنالیز فاکتوری) غالباً با مولفه های لیتولوژیک در ارتباط می باشد.

جدول ٤-۲: ضریب همبستگی بالا در بین عناصر معدنی

Zn-Pb	۰,۵۷
Ba-Pb	۰,٦۲
Sn-Ta	۰,۷۷
Sn-Ce	۰,۷۵
Sn-Ga	۰,۵۹
Sn-Cs	۰,۹۷
Sn-Sm	۰,۸۹
Sn-Yb	۰,۷۹
Mn-V	۰,۵۲
Mn-Co	۰,٦۹
Ta-Cr	۰,۵۳
V-Co	۰,۸۸
V-Ti	۰,۹
Cr-Ga	۰,۵۱

٤-٦- بررسی آماری چند متغیره:

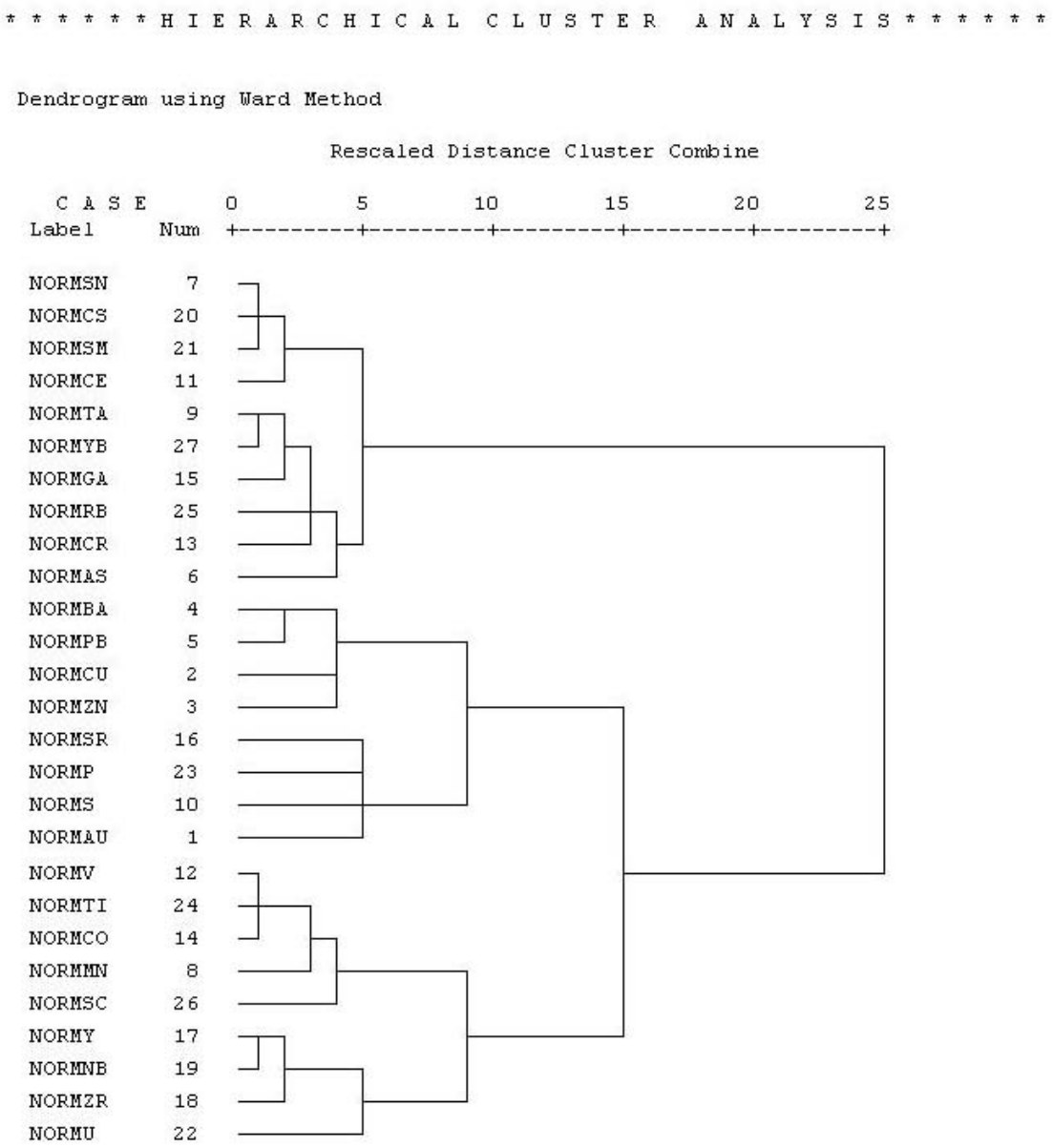
به تجزیه و تحلیل‌های آماری که بر روی بیش از دو متغیر صورت گیرد بررسی‌های چند متغیره می‌گویند. این بررسی‌ها در واقع بسط و توسعه بررسی‌هایی تک متغیره و دو متغیره می‌باشد.

در مسائل اکتشافی با فضای چندمتغیره(در این پروژه ۲۷متغیره) روبرو هستیم که بررسی همزمان متغیرها و تعیین ارتباط بین آنها را دشوار می‌کند. تجربه نشان داده است چنانچه ترکیبی از متغیرها به جای یک متغیر بکار گرفته شود و از نتایج ترکیبی آنها استفاده شود امکان تشخیص روابط پاراژنزی عناصر با یکدیگر و تشخیص هاله‌های مرکب به مراتب افزایش یافته، همچنین اثرات خطای تصادفی در بکارگیری ترکیبی متغیرها نسبتاً کاهش می‌یابد. از دیگر مزایای استفاده از روشهای چند متغیره کاهش تعداد متغیرها در مباحث داده‌پردازی و کاستن از حجم داده‌ها و تفسیر راحت‌تر آنها می‌باشد. با این روش امکان مقایسه متغیرها و کسب نتایج، آسانتر می‌باشد. در این پروژه از آنالیز خوشه‌ای و آنالیز فاکتوری استفاده گردید.

٤-٦-١- آنالیز خوشه‌ای و تفسیرآن:

چون هر گروه معین از عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی، رفتار مشابهی نشان می‌دهند، شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل بین عناصر مختلف می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در محیطهای ژئوشیمیایی بکار گرفته شود. ضمناً تجمع ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است بعنوان راهنمای مستقیم در تفسیر نوع نهشته‌ای که احتمالاً در ناحیه وجود دارد بکاررود. آنالیز خوشه‌ای یک روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری آنها در قالب دسته‌ها یا گروههائی طبقه‌بندی می‌کند. به‌این‌ترتیب آنالیز خوشه‌ای در پیدا کردن گروههای واقعی کمک شایان توجهی می‌کند و از تراکم داده‌ها می‌کاهد. این آنالیز برای داده‌های نرمال‌شده درشکل۴-۲ انجام گردید.

شکل ٤-۲: آنالیز خوشه ای عناصر مختلف و نمایش دسته بندی آنها



بر اساس این نمودار کلیه متغیرها در سه‌گروه اصلی با درجه همبستگی نسبتاً خوب قرار می‌گیرند. که عبارتنداز:

گروه اول: شامل عناصر Sn,Cs,Sm,Ce همراه با Ta,Yb,Ga,Rb,Cr,As.

گروه دوم: شامل عناصر Ba,Pb,Cu,Zn همراه با Sr,P,S,Au.

گروه سوم: شامل عناصر V,Ti,Co,Mn,Sc همراه با Y,Nb,Zr,U.

در گروه های اول و سوم غالب عناصر لیتولوژیک قرار گرفته و پاراژنز عناصر معدنی در گروه دوم جالب توجه می‌باشد.

٤-٦-٢- آنالیزفاکتوری و تفسیر آن:

تجزیه عاملی نیز روش دیگری برای بررسی و مطالعه همزمان تغییرات متغیرهای مورد بررسی دریک نقطه وانعکاس نحوه تغییرات آنها و در نتیجه روشی برای کاهش تعداد متغیرهای مورد بررسی است. به‌این ترتیب که براساس یک مدل خاص ارتباط پیچیده بین متغیرها را تعیین می‌کند. تجزیه عاملی شامل، محاسبهٔ ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها، تعیین متغیرهائی که به نظر می‌رسد وابستگی ضعیفی با سایر متغیرها دارند (با استخراج عاملها)، تعیین تعداد عاملها و روش محاسبه آنها و بالاخره دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی عاملها می‌باشد. در واقع هدف از تجزیه و تحلیل عاملی(فاکتوری) تشخیص اصلی‌ترین متغیرهای کنترل‌کننده(علتی) از متغیرهای با نقش کمتر(فرعی) است. در اینصورت می‌توان با حداقل تعداد متغیرهای فاکتوری، حداکثر تغییرپذیری[۳] بین داده‌ها را توجیه کرد و سهم نسبی هریک‌از متغیرهای فاکتوری را در توجیه تغییرپذیری مشخص نمود. همچنین امتیاز دیگر آن، ارائه مقادیر عددی برای هر فاکتور بوده که امکان به نقشه شدن هر فاکتور را بطور مستقیم محقق می سازد.

[۳] Variance

قبل از انجام آنالیز فاکتوری ابتدا باید میزان اعتبار تجزیه عاملی بر روی مقادیر را بررسی کنیم. برای این منظور از آزمونهای Bartlet Kmo بهره می‌گیریم. هر چه مقدار Kmo به یک نزدیکتر باشد دلالت بر تأیید بیشتر تجزیه عاملی دارد. این مقدار برای داده‌های این تحقیق، ۰/۸۱۳ می‌باشد که انجام آنالیز فاکتوری را تأیید می کند.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		۰,۸۱۳
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۲۰٦۸٦. ۲۵
	Df	۳۵۱
	Sig.	۰

در آنالیز فاکتوری به‌روش مؤلفه اصلی(PCA)، برآورد ماتریس ضرایب همبستگی بدست می‌آید. با محاسبه مقادیر ویژه این ماتریس، مقادیر بزرگتر از یک جداشده و برای آنها بردارهای ویژه ترسیم می‌گردد. جدول زیر تحت عنوان Total variance Explained مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل محاسبه‌شده و سپس مقادیر بزرگتراز ۱ (۶مقدار) استخراج و دوران داده شده‌اند. بر اساس این جدول بیشترین مقادیر ویژه(واریانس) مربوط به مؤلفه‌های اول و دوم به ترتیب با درصد تغییرپذیری ۲۵/۶و ۱۴/۷ می‌باشد. این ۶ فاکتور جمعاً ۷۰/۲٪ واریانس را به خود اختصاص می‌دهند.

جدول٤-٤: جدول واریانس کلی توجیهی

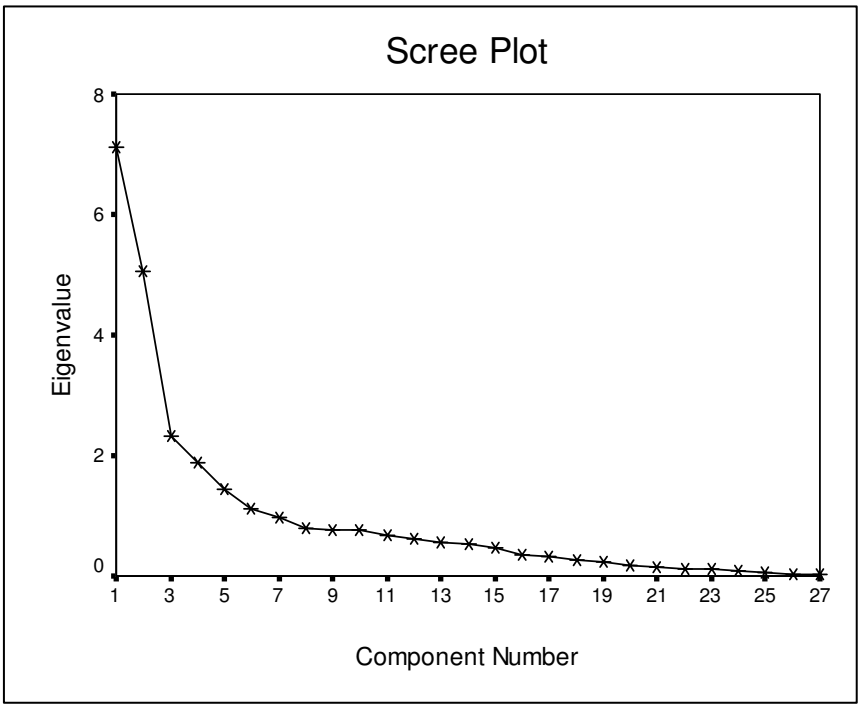
Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.130	26.406	26.406	7.130	26.406	26.406	6.919	25.627	25.627
2	5.062	18.746	45.152	5.062	18.746	45.152	3.970	14.703	40.331
3	2.330	8.629	53.781	2.330	8.629	53.781	2.876	10.651	50.982
4	1.873	6.938	60.719	1.873	6.938	60.719	2.303	8.529	59.511
5	1.454	5.385	66.104	1.454	5.385	66.104	1.717	6.359	65.869
6	1.120	4.149	70.252	1.120	4.149	70.252	1.183	4.383	70.252
7	.977	3.620	73.872						
8	.787	2.916	76.788						
9	.771	2.855	79.643						
10	.750	2.779	82.422						
11	.686	2.541	84.962						
12	.630	2.333	87.296						
13	.572	2.118	89.414						
14	.527	1.951	91.365						
15	.471	1.745	93.110						
16	.365	1.351	94.461						
17	.321	1.189	95.650						
18	.261	.966	96.616						
19	.221	.819	97.436						
20	.166	.614	98.050						
21	.134	.496	98.546						
22	.113	.417	98.963						
23	.103	.382	99.345						
24	7.900E-02	.293	99.638						
25	4.885E-02	.181	99.819						
26	2.718E-02	.101	99.919						
27	2.175E-02	8.056E-02	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

شکل ۴-۳ نمودار صخره‌ای[٤](شکل زیر) ، مقادیر ویژه محاسبه‌شده را که بر حسب اهمیت از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ردیف شده‌اند، نمایش می‌دهد. این نمودار به‌وضوح نشان می‌دهد که تعداد عاملهای انتخابی حداکثر تغییرپذیری را به‌خود اختصاص داده‌اند. همانطور که ملاحظه می‌شود این نمودار تا فاکتور ششم شیب تندی دارد و پس از آن به یک حالت ملایم با شیب تقریباً ثابت می‌رسد.

[٤] Scree Plot



از آنجا که یک عامل چند متغیر را کنترل می‌کند، روش‌هائی به وجود آمده‌اند که بدون تغییر میزان اشتراک، تفسیر عوامل را ساده‌تر می‌سازد. این روشها همان دوران عوامل هستند که به صورت عمود و مایل صورت می‌گیرد. دوران عمود استقلال بین عاملها را حفظ می‌کند در صورتیکه دورانهای مایل عاملها را به هم وابسته می‌کند. در اینجا با استفاده از روش دوران متعامد[۵] بر روی ضرایب عاملی دوران صورت می‌گیرد. با استفاده از این روش می‌توان عناصری را که در هر عامل از اهمیت بیشتری برخوردار است تعیین‌نمود. در جدول۴-۵ نتیجه این عملکرد نمایش شده است.

۵ Varimax

جدول٤-٥: جدول ماتریس مولفه های دورانی

Rotated Component Matrix						
	Factor۱	Factor۲	Factor۳	Factor٤	Factor٥	Factor٦
NORMSn	۰,۹۱۸	-۰,۱۷۰	-۰,۰٦۱	۰,۰۳٦	-۰,۰٥٥	-۰,۱۳۲
NORMCs	۰,۹۰٥	-۰,۱۷۷	-۰,۱۲٥	۰,۰۲۰	-۰,۰۷٤	-۰,۱۳۱
NORMTa	۰,۸۸٥	۰,۱۱۱	۰,۱٤٤	-۰,۰۱۸	۰,۰۲۷	-۰,۰٦۳
NORMYb	۰,۸۸۱	-۰,۱۰۰	۰,۱٥۷	۰,۰۰٤	-۰,۰۱۱	-۰,۰٥۹
NORMSm	۰,۸۳۸	-۰,۲۱۷	-۰,۰٥٦	۰,۰٥۹	-۰,۰٤٥	-۰,۱۲۳
NORMGa	۰,۷۷۷	۰,۲٦۲	۰,۳۳۹	-۰,۰٥۲	۰,۰۲٥	۰,۰۸٤
NORMCe	۰,۷۷۳	-۰,۲۰۲	-۰,۱۲۹	-۰,۱۸۱	-۰,۱۳۹	۰,۰۰٦
NORMRb	۰,۷۰۱	-۰,۱۳۸	۰,۱۸۲	-۰,۰۹۱	۰,۲٤۰	۰,۲۳۸
NORMCr	۰,٦۲۲	۰,۲٦۸	۰,۰۰٦	۰,۰٦٥	۰,۰٥۱	۰,۲۰۱
NORMAs	۰,٥۷٥	۰,۰۰۳	۰,۱۰۱	۰,۰۲۷	۰,۱٦۲	۰,۰۷۱
NORMP	-۰,٤٤٥	۰,۳۲۸	۰,۳٤۷	-۰,۰۰۳	-۰,۲۱٤	-۰,۳۸٥
NORMV	-۰,۰۷۲	۰,۹۲۲	۰,۱۸۳	-۰,۰۰٥	۰,۰۲٤	-۰,۰٤٦
NORMCo	۰,۰۲۰	۰,۹۱٥	۰,۲۱۷	-۰,۰۳۰	۰,۱۲۷	۰,۰٦۰
NORMTi	-۰,۲٤۱	۰,۷۹۳	۰,٤۷۷	-۰,۰۱۷	-۰,۰۱٤	-۰,۰٦٤
NORMSc	-۰,۰۹٥	۰,۷۲۳	-۰,۲۰٦	۰,۰۱۲	-۰,۰۳۲	-۰,۰۲۹
NORMMn	۰,۰۳۰	۰,٦٦٥	۰,۰۸۸	-۰,۰٤٦	۰,۲۳٤	۰,۱۱۱
NORMZr	-۰,۰٥۰	۰,۱۰٥	۰,۹۱٦	۰,۰۲۹	-۰,۰۷۱	۰,۰۰۳
NORMNb	۰,۲۹٤	۰,۱٦۰	۰,۸٦۲	۰,۰۲٥	۰,۲۰۰	۰,۰۱٤
NORMY	۰,۳۱۸	۰,۲۰۱	۰,۷۱۹	-۰,۰۰۳	۰,٤۷٥	۰,۰۸۸
NORMPb	-۰,۰٤۰	۰,۰٥۷	۰,۰۰٤	۰,۸۷۸	۰,۰٦۳	-۰,۰۷٤
NORMBa	-۰,۰۳٦	-۰,۰۱٦	۰,۰٤٤	۰,۷۱۷	-۰,۰۳۷	-۰,۱۷۱
NORMZn	۰,۰٤۱	۰,۰۲۰	-۰,۰۳٤	۰,۷۰۷	۰,۰٥۸	۰,۱۹۱
NORMCu	-۰,۰۰٥	-۰,۱۰۹	۰,۰۱٦	۰,٦٦۸	-۰,۰٤۸	۰,۰۰۰
NORMSr	-۰,۲۱۳	-۰,۱٤۷	۰,۰٤۲	-۰,۰۷۳	-۰,۸۰۹	۰,۰٥۷
NORMU	-۰,۱۹۷	۰,۰۸٦	۰,۲۱۷	-۰,۰٤۲	۰,۷۰۰	-۰,۰٤۹
NORMAu	۰,۰۳۰	-۰,۰٦۲	۰,۰۱٥	-۰,۰۱۳	-۰,۱۷۸	۰,۷۱۷
NORMS	۰,۱۸٤	-۰,۳٥۲	-۰,۰٥۹	۰,۰٥۹	-۰,۱٤٦	-۰,٤۹۷

در نهایت پس از انجام آنالیز فاکتوری طبق جدول فوق۶ فاکتور معرفی گردید که به صورت ذیل می‌باشد.

فاکتور اول: شامل عناصر Sn,Cs,Ta,Yb,Sn,Ga,Ce,Rb,Cr,As

فاکتور دوم: شامل عناصر V,Co,Ti,Sc,Mn

فاکتور سوم: شامل عناصر Zr,Nb,Y

فاکتور چهارم : Pb,Ba,Zn,Cu

فاکتور پنجم : U

فاکتور ششم : Au

فاکتورهای ۱،۲،۳ غالباً با عوامل لیتولوژیکی در ارتباط بوده و در فرایندهای سنگ زایی محدوده مشارکت دارند. با توجه به تنوع واحد سنگی(رسوبی، آذرین و دگرگونه) تفسیر دقیقتر با خطا روبرو می گردد.

در فاکتورهای ۴،۵،۶ حضور عناصر معدنی که می تواند در ارتباط با عوامل کانی‌سازی باشد، اهمیت داشته و در فاز کنترل صحرایی مورد توجه قرار خواهد داشت.

٤-۷- تخمین شبکه‌ای داده‌ها و رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی

تخمین شبکه یکی از روشهایی است که با استفاده از داده‌های مربوط به نقاط نمونه‌برداری، تخمین‌هایی در مورد نقاطی که از آنها نمونه‌برداری صورت نگرفته انجام می‌دهد. با توجه به گستردگی مناطق تحت پوشش اکتشاف در روش رسوبات آبراهه‌ای و نیز چگالی پایین نمونه‌برداری، روش تخمین شبکه کارایی بسیارخوبی دارد. تخمین شبکه به ژئوشیمیست امکان می‌دهد تا نتایج حاصل از تخمین اطلاعاتی که مستقیماً از سلولها بدست می‌آید را به سایر سلولها نسبت دهد. این اطلاعات می تواند براساس فراوانی نرمال داده خام عناصرمختلف و نیز فاکتورهای مرتبط باشد.

در چنین حالتی افزایش تعداد سلولهایی که در مورد آنها داده‌ای بدست می‌آید، موجب می‌گردد تا ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه‌بندی موجود در نقشه توزیع یک عنصر فراهم گردد. برای مثال اگر آنومالی توسط مقادیر زمینه محصور گردد، در اینصورت مدل تغییرات تدریجی از حد زمینه به حد آستانه و از حد آستانه به آنومالی موجب افزایش اعتبار آنومالی خواهد گردید.

تبدیل یک شبکه نامنظم نمونه‌برداری به یک شبکه منظم، از امتیازات دیگر تخمین شبکه است. مهمترین ویژگی رسوبات آبراهه‌ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوبات رودخانه‌ای دارای خاصیت برداری است و جهت این بردار همواره برای ناحیه بالادست خود صادق است. لذا ابتدا باید مرز حوضه‌های آبریز مربوط به نمونه‌ها مشخص گردد، سپس جهت داده‌ها که می‌تواند در تخمین شرکت نماید مشخص شود. بدیهی است بیشترین انطباق بین یک شکل هندسی با حوضه آبریز با یک چندضلعی[۶] امکان‌پذیر است. برای این انطباق و ترسیم چندضلعی از نقشه توپوگرافی استفاده می‌گردد. برای این‌منظور از Macro تخصصی تحت نرم‌افزارAutoCAD استفاده گردید، که بطورنیمه‌اتوماتیک با استفاده از تصاویر و نقشه‌ها حوضه‌ها را ترسیم و تا حدامکان اصلاح می‌نماید. برای رنگ‌بندی نقشه‌ها، از مقادیر درصد فراوانی عناصر مختلف طبق جدول ۴-۶ استفاده گردید. در این جدول عناصر با داده کافی از ۵ رنگ قرمز، بنفش، زرد، سبز و آبی استفاده گردید.(طلاppb،بقیه عناصرppm)

[۶] Polygon

با استفاده از این تکنیک، اقدام به رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی مختلف گردید. بدین ترتیب متغیرهای ژئوشیمیایی با اهمیت (معدنی) رسم گردیده تا به همراه نقشه‌های چند متغیره در فازکنترل آنومالی‌ها به‌کاررود. این نقشه اساس انتخاب مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی را تشکیل می‌دهند که به شرح زیراند:

- نقشه متغیرهای ژئوشیمیایی کانسارساز ۴-۱تا۴-۱۰
- نقشه فاکتورهای مرتبط با عناصر کانسارساز ۴-۱۱ و۴-۱۲
- نقشه ۱٪ فراوانی بالای کلیه عناصر و فاکتورها ۴-۱۳

توضیح انکه معیار رنگ‌بندی نقشه‌ها درصد فراوانی می‌باشد که مقادیر درصد فراوانی و مقدار خام معادل آن، در جدول ۴-۶ آمده است. همچنین شرح ناهنجاریهای (آنومالی درجه اول و دوم) مربوط به هر عنصر در جدول جداگانه قبل از نقشه آن آمده است.