فصل چهارم

پردازش د اده‌ها و شرح

آنومالی‌های عناصر

مختلف

مقدمه:

پـردازش داده‌هـا مـرحله‌ای است که طی آن اطلاعات گردآوری شده سامان داده می‌شود و با اعمال محاسبات آمـاری و زمـین‌آمـاری گوناگـون بـه شـکل قابـل تفسیر در می‌آیند. از جمله عملیاتی که در این مرحله صورت مـی‌گیرد، می‌توان به طبقه‌بندی داده‌ها، ورود داده‌ها در بانکهای اطلاعاتی، رسم نمودارها و تنظیم جداول اشاره کـرد. در طی این مراحل کنترلهای مختلفی صورت می‌گیرد تا از بروز خطاهای احتمالی جلوگیری شود. در این بخش پردازش داده‌های جوامع سنگی جهت تحلیل ناهمگنی سنگ منشأ نمونه‌ها، محاسبه شاخص غنی‌شدگی و همگن‌سازی جوامع و در نهایت محاسبات آماری تک‌متغیره و چندمتغیره صورت می‌گیرد.

الف) مطالعه جوامع سنگی و محاسبه شاخص غنی‌شدگی

٤-١- مقدمه:

نمـونه‌هـای رسـوبات آبـراهه ای دارای ارزش جهـت داری هـستند و متأثـر از سنگ یا سنگهای بالا دست خود می‌باشند. سنگهای مختلف دارای ماهیت ژئوشیمیایی متفاوتی هستند. نمونه‌های رسوبات آبراهه ای از سنگهای متفاوتـی سرچـشمه مـی‌گیـرند و بنابـراین ماهـیت متفاوتـی را می توانند داشته باشند. از این رو به نحوی باید اثر سـنگ بالادسـت خنثی شود که این کار با جدا کردن جوامع سنگی مختلف و محاسبه شاخص غنی‌شدگی آنها انجام می گیرد.

٤-٢- جدایش جوامع سنگی:

یکی از ساده‌ترین فرض‌های لازم برای تحلیل صحیح مقدار جوامع ژئوشیمیایی همگن بودن آنهاست و هرگونه انحراف در صحت چنین فرضی می‌تواند کم و بیش موجب انحرافاتی در تحلیل داده‌ها گردد و در نهایت به نتایج غلطی منجر شود.

یکی از متغیرهای محیطهای سطحی که می‌تواند موجب ناهمگنی در جامعه ژئوشیمیایی گردد جنس سنگ بستر رخنمون‌دار است که نقش منشأ را در رسوبات حاصل از فرسایش آنها ایفاء می‌کند. از آنجا که تغییرات لیتولوژیکی در ناحیه منشأ رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند زیاد باشد و از طرفی مقادیر زمینه عناصر مورد بررسی در این سنگها تا چندین برابر ممکن است تغییر کند بنابراین فاکتور تغییرات لیتولوژیکی در ناحیه منشأ رسوبات یکی از مهمترین عوامل ایجاد ناهمگنی در جامعه نمونه‌های ژئوشیمیایی است.

از آنجا که هر رسوب آبراهه‌ای فقط از سنگهای بالادست خود مشتق می‌شود تقسیم‌بندی جوامع سنگی مختلف بر اساس انواع سنگ‌های بالادست هر نمونه صورت پذیرفته است. لازم به ذکر است که برای تهیه نقشه ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ وجود نقشه زمین‌شناسی در همین مقیاس الزامی است. این اصل در این پژوهش رعایت شده است و قبل از نمونه برداری ، نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ تهیه گردیده است. تنوع واحدهای سنگی موجود در این محدوده با علایم اختصاری گروههای مربوطه در جدول (٤ - ١) آورده شده است.

رده بندی نمونه‌ها بر حسب تعداد سنگ بالادست آنها به شرح زیر است.

الف- زیر جامعه تک‌سنگی: ۷۰ نمونه (در٦ تیپ سنگ مختلف)

ب- زیر جامعه دوسنگی: ٤٩ نمونه (شامل ۱۲ تیپ مجموعه دوسنگی)

ج- زیر جامعه سه‌سنگی: ٤٠ نمونه (شامل ۹ تیپ مجموعه سه‌سنگی)

۵-زیر جامعه چند سنگی: ۳۰ نمونه

زیـر جامعـه تک‌سنگی شامل:آن دسته از نمونه‌های ژئوشیمیایی است که در بالادست محل برداشت نمونه‌ها در حوضـه آبریـز مـربوطه، فقـط یـک نـوع سـنگ بستر رخنمون دارد. زیر جامعه های دوسنگی وسه سنگی شامل نمـونه‌هائـی اسـت کـه در بالادست محل برداشت آنها دو یا سه نوع سنگ بستر رخنمون داشته باشد. زیر جامعه چند سنگی نمونه‌هائی است که در بالادست محل برداشت آنهابیش از سه نوع سنگ بستردارد.

شـکل (٤ - ١) تـا (٤-٣) هیـستوگرام توزیـع نمـونه‌هـای ژئـوشـیمیایی را بـر اسـاس تعـداد سـنگ بالادسـت (تـک‌سـنگی، دوسـنگی، سه‌سنگی) در محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد.با توجه به این شکل زیر جامعه تک سنگی دارای بالاترین درصد فراوانی شد.

٤-٣- بررسی مقدار کلارک عناصر در سنگهای رخنمون‌دار در منطقه :

بـه طـور کلـی مقـدارغلظت انـدازه‌گیـری شده هر عنصر در سنگ و یا رسوب آبراهه‌ای را می‌توان به دو مؤلفهٔ نسبت داد:

الف- مؤلفهٔ اپی‌ژنتیک (وابسته به کانی‌سازی احتمالی)

ایـن مـولفه در ارتـباط بـا فرایندهای کانه سازی است و به عنوان مولفه مفید اکتشافی شناخته شده است. بنابراین آنچـه کـه دراکتـشافات ژئوشـیمیائی بدنـبال کشف آن هستیم، مولفه های اپی ژنتیک وابسته به فرایندهای کانی سازی اقتصادی است.

ب- مؤلفهٔ سن‌ژنتیک (وابسته به زایش سنگ)

بعـضی از آنومالـی‌هـای ژئوشیمیایی در ارتباط با کانی‌سازی نبوده بلکه تغییرات لیتولوژی آنها را ایجاد می‌کنند. عناصری مانند Pb, Sr, Ba, Be بیشتر با سنگهای فلسیک همراهند و بصورت محلول جامد در کانیهایی مانند فلدسپاتها و میکاها جـای مـی‌گیرند. این عناصر مؤلفه‌های سن‌ژنتیک بیشتری دارند و بدین ترتیب ممکن است

آنومالـی دروغین ایجاد نمایند. از موارد دیگری که می‌توان مثال زد شیلها، بخصوص شیلهای سیاه رنگ غنی از مـواد آلـی اسـت کـه در آنهـا مقـدار زمینهٔ تعدادی از عناصر کانساری بالا است و در نتیجه پتانسیل زیادی برای ایجاد آنومالی‌های دروغین دارند که با توجه به نقشهٔ زمین‌شناسی منطقه این عوامل باید در نظر گرفته شوند.

مقادیـر کلارک ١٤ عنـصر در تـیپ‌هـای اصـلی سـنگهای آذریـن و رسوبی را همراه با نسبت حداکثر به حداقل مقادیـر کلارک نـشان می‌دهد. تغییر مقادیر کلارک عناصر در بین این سنگها بقدری شدید است که می‌تواند به طـور بالقـوه نمـونه‌هـای ژئوشـیمیائی را تحـت تأثیـر قـرار دهـند. بـه این ترتیب اکثر عناصر نسبت به سنگ بستر رخـنمون‌دار در حوضـهٔ آبریـز حـساسیت پـیدا مـی‌کنند. بیشترین حساسیت از آن باریم با ضریب ٨٤ (ماکزیمم مقـدار آن در سـنگهای آذریـن اسـیدی و حـداقل آن در سنگهای آهکی است) و کمترین مقدار تغییرپذیری را عنصر بیسموت با ضریب ١/٢٤ نشان می‌دهد.

ایـن ارقـام نـشان مـی‌دهـد کـه تأثیر سنگ منشأ بر نمونه‌های ژئوشیمیائی موجب می‌گردد تا عناصر اندازه گیری شـده شدیداً تغییرپذیر بوده و بدون نرمال کردن مقدار عنصر نسبت به جنس سنگهای بالادست در حوضهٔ آبریز امکـان دسـت‌یابـی بـه یـک جامعـهٔ همگـن که بتوان بر اساس آن مقادیر زمینه، حد آستانه و آنومالی را در آنها مشخص نمود غیرممکن می‌باشد.

٤-٤- بررسی زمینهٔ محلی در هر یک از جوامع سنگی و مقایسهٔ آنها با جامعهٔ کلی:

میانگین مقادیر هر عنصر در نمونه‌ها به عنوان زمینه محلی آن عنصر در هر جامعه سنگی در نظر گرفته شده است. به منظور مقایسه جوامع سنگی با کل جامعه و تعیین میزان تأثیرپذیری جامعه نمونه‌های ژئوشیمیایی از نوع سـنگ بالادسـت برای هر عنصر میانگین مقدار آن در هر یک از جوامع تک سنگی و میانگین آن در جامعه کل نمونه‌ها یا همان زمینه محلی بصورت نمودارهای میله‌ای در شکل (٤ – ٤) ترسیم شده است.

میانگین عنصر طلا در جامعه سنگی آهک، شیل ماسه ای، ماسه سنگ، توف، هورنفلس، آندزیت، دیوریت نسبت به سایر جوامع بالاتر بوده و تأثیر بیشتری بر افزایش زمینه محلی آن داشته است.

میانگین عنصر تنگستن در جوامع سنگی مختلف تفاوت چندانی نشان نمی دهد.

میانگین عنصر مولیبدن در جامعه سنگی توف اسیدی، گدازه های آندزیتی، دایکهای آندزیتی بازالتی و دیوریت بیشتر از سایر جوامع سنگی دیده می‌شود.

میانگین عنصر مس در جامعه سنگی آهک، شیل ماسه ای، توف، هورنفلس، آندزیت و دیوریت نسبت به سایر جوامع بالاتر است.

میانگین عنصر سرب در جامعه سنگی آهک، شیل ماسه ای، توف، هورنفلس و آندزیت نسبت به سایر جوامع بالاتر است .

میانگین عنصر نقره در جامعه سنگی توف اسیدی، گدازه های آندزیتی، دایکهای آندزیتی بازالتی و دیوریت بیشتر از سایر جوامع سنگی دیده می‌شود .

میانگین عنصر بیسموت در جامعه سنگی شیل، ماسه سنگ و آهک ماسه ای بیشترین مقادیر را در بین سایر جوامع سنگی دارا است.

میانگین عنصر باریم در جوامع سنگی مختلف کمابیش یکسان است.

درمیانگین عنصر روی در جوامع سنگی مختلف تفاوت چندانی مشاهده نمی‌شود.

میانگین عنصر آرسنیک در جامعه سنگی آهک، شیل ماسه ای، توف، هورنفلس و آندزیت نسبت به سایر جوامع سنگی بالاتر می‌باشد.

میانگین عنصر آنتیموان در جامعه سنگی شیل ماسه ای، توف، هورنفلس، آندزیت، آندزیت بازالتی و دیوریت نسبت به سایر جوامع سنگی بالاتر می‌باشد.

میانگین عنصر قلع در جامعه سنگی شیل ماسه ای، شیل آهکی خاکستری سیاه، هورنفلس، هورنفلس شدیدا" سیلیسی شده، شیل ماسه سنگی و آهک ماسه ای نسبت به سایر جوامع سنگی بالاتر می‌باشد.

میانگین عنصر بریلیم تقریباً در جوامع مختلف سنگی مختلف بصورت یکسان است.

میانگین عنصر بر در جامعه سنگی شیل ماسه ای، شیل، ماسه‌سنگ، آندزیت، آندزیت بازالتی و دیوریت نسبت به سایر جوامع سنگی بالاتر می‌باشد.

٤-٤- بررسی مقادیر خارج از رده (outliers Samples):

هنگام بررسی مقادیر داده های خام به نمونه‌هایی برمی‌خوریم که در کرانه‌های بالا و پائین جامعه داده‌ها قرارگرفته‌اند و از جامعهٔ اصلی جدا افتاده‌اند. اگر نمودار جعبه‌ای (Box plot) آنها ترسیم شود این نمونه‌ها به نحو بارزی خودشان را از بقیه جدا می کنند.

مقادیر خارج از رده به سه حالت مختلف ممکن است بوجود آیند:

حالت اول: ممکن است از یک خطای سیستماتیک به هنگام نمونه‌برداری، آماده‌سازی یا تجزیهٔ شیمیایی نمونه‌ها ناشی شده باشند که باید از مرحلهٔ پردازش داده‌ها حذف یا اصلاح کرد.

حالت دوم: مشاهداتی که بصورت یک پدیدهٔ فوق العاده، نمود پیدا می کنند که باید پس از بررسی اعتبار آنها در مورد حفظ یا حذف آنها تصمیم گرفت.

حالت سوم : مشاهدات فوق العاده‌ای که هیچگونه توضیح مناسبی برای آنها وجود ندارد و اگر احساس شود که آنها به عنوان گوشه‌ای از جامعهٔ مورد بررسی هستند می‌توان آنها را حفظ کرد . وجود مقادیر خارج از رده در جامعهٔ نمونه‌ها موجب افزایش واریانس جامعه و نیز همبستگی بین متغیرها و همچنین افزایش چولگی در نمودار توزیع عناصر می‌شود. برای کاهش این تأثیر سه راه وجود دارد :

الـف - محاسـبهٔ ضـریب همبـستگی بـا اسـتفاده از روشـهای غیرپارامتری مانند روش اسپیرمن (Spearman)

ب- حذف نمودن این مقادیر از جامعهٔ شاخص غنی‌شدگی هر عنصر

ج- تعدیل داده های خارج از رده

در روش تعـدیل با توجه به نمودار های ترسیم شده در (Box plot) مرز عددی بین مقادیر خارج از رده وسایر داده ها تعیین گردیده و داده های خارج از رده به عدد فوق با یک روند کاهشی نزدیک می شود که برای تمام عناصـر به جزء Zn از روش تعدیل استفاده شده هست.درمورد عنصر Zn یک نمونه دارای مقدار خارج از رده بـود که از داده پردازی حذف نشد. در جدول (٤-٣) شماره نمونه های دارای مقادیر خارج از رده آورده شده است.

جدول (٤-٣): لیست نمونه های خارج از رده برای عناصر مختلف

عنصر	شماره نمونه مقادیر خارج از رده
Cu	٤٢, ٦٩ ,٤٣ ,٤٩،٤٠
Pb	٤٠،٤٤،٤٣،١٨٩،١٣٠،١٨٨،٤٢،١٢٨،٤٨،٤٢،٢٣،٤٤
Zn	٤٤
Ag	٤،٤٤،٤٠،٣٩،١٣٢
Sn	-
Mo	٤٣،١٨٨،٤٤،٩٢،٤٤،٩٩،١٨٧،٩١،٤٦
Ba	-
As	٤٠،٤٣،٤٦،٤٤،١٨٩،٤٨
Sb	٤٤،٤٣،٤٦،٤٤،١٨٩،٤٨
Bi	٤٠
W	-
Au	٤٩،٧١،١٨٨،١٨٩،٤٣،٤٤
Be	-
B	-

٤-٦- محاسبه شاخص غنی‌شدگی برای هر جامعه و همگن‌سازی جوامع:

پس از دسته‌بندی جوامع سنگی به منظور همگن‌سازی جوامع مختلف، مقدار زمینهٔ محلی عناصر را در هریک از جوامع سنگی محاسبه می‌کنیم. به این منظور از میانگین و یا میانه استفاده می‌شود. میانگین معیاری از مرکز ثقل داده ها است به طوری که مجموع انحرافات داده ها از آن صفر است.بدین دلیل تحت تاثیر مقادیر کرانه ای توزیع است .میانه به دو علت نسبت به میانگین ترجیح داده می شود:

۱- مستقل از توزیع داده ها است زیرا میانه مقدار متناظربا ٤٠ درصد فراوانی تجمعی است و اصولااز روی تابع توزیع محاسبه نمی شود.

۲- مقدار میانه مستقل از مقادیر کرانه ای تابع توزیع است. زیرا میانه معادل غلظت مربوط به ٤٠ درصد فراوانی تجمعی است.

شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص در یک نمونهٔ معین به مقدار غلظت آن عنصر در نمونهٔ مربوطه و فراوانی همان عنصر در کل جامعه نمونه‌برداری بستگی دارد. بنابراین اگر فراوانی نقطه‌ای و منطقه‌ای یک عنصر هر دو همزمان با شیب ثابتی افزایش یا کاهش یابند شاخص غنی‌شدگی ثابت باقی می‌ماند. به طورخلاصه می‌توان گفت شاخص غنی‌شدگی نشان‌دهنده نسبت غنی‌شدگی یا تهی‌شدگی یک عنصر در هر نمونه است. بدیهی است عناصری که مقدار شاخص غنی‌شدگی‌شان بیشتر از واحد باشد غنی‌شده و آنهائی که کمتر از واحد باشد تهی‌شده تلقی می‌شوند.

شاخص‌غنی‌شدگی ازرابطه زیر بدست می‌آید. $EI= Cij /(Cmed)j$

که در آن EI شاخص‌غنی‌شدگی، cij مقدار فراوانی عنصرj و j (Cmed) میانه مقادیر عنصرjدر جامعهٔ مربوط به آن نمونه است. پس از جایگزینی مقادیر شاخص غنی‌شدگی به جای داده‌های خام یک جامعهٔ کلی حاصل می‌شود که آن را جامعهٔ شاخص غنی‌شدگی می‌نامند.

٤-٧-محاسبات پارامترهای آماری داده‌های خام و شاخص غنی شدگی:

در پـردازش آمـاری داده‌هـای اولـیه (داده‌های خام که از آزمایشگاه دریافت می‌شود) برای اینکه این داده‌ها با استفاده از روشهای آماری مورد آنالیز قرارگیرند ماهیت توزیع آنها باید مشخص گردد. بنابراین گام اول قبل از پردازش داده‌ها محاسبه پارامترهای آماری داده خام و شناخت ماهیت تابع توزیع مربوط به عناصرمورد مطالعه (Au,W,Cu,Pb,Zn,Ag,Sn,Mo,Ba,As,Sb,Bi,B,Be) مـی‌باشد. به این منظور پارامترهای آماری مهم نظیـر میانگـین، میانه، انحراف، واریانس، چولگی، کشیدگی، مینیمم مقدار و ماکزیمم مقدار مربوط به هر عنصر به همراه هیستوگرام مربوط به آن در ضمیمه آخر فصل محاسبه و ترسیم شده است (اشکال ٤ - ٥ تـا ٤-١٨). بر اساس این اشکال و داده‌های مربوط به آن نتایج مربوط به ماهیت جوامع آماری مختلف در ذیل به صورت جدول شماره (٤ – ٤) آورده می‌شود.

جدول شماره (٤ –٤): نتایج مربوط به ماهیت جوامع آماری مختلف

نوع عنصر	Au	Ag	Pb	Zn	W	Sb	As
چولگی	٧,٤٩	٢,٤٢	٤,٣٠	١٢,٨٢	٠,٤١	١,٩٠	٦,٣١
کشیدگی	٦٦,١٨	٩,٤٤	٢٦,٣١	١٧١,٨٧	١,٤٩	٣,٩٩	٦,١٣٤
شکل هیستوگرام	تابع توزیع نامتقارن	تابع توزیع نامتقارن	تابع توزیع نزدیک به متقارن	تابع توزیع نامتقارن	تابع توزیع تقریباً نرمال	تابع توزیع تقریباًنرمال	تابع توزیع نامتقارن

نوع عنصر	Cu	Bi	Ba	Sn	Mo	Be	B
چولگی	۸,۲۱	۱,۸٤	۰,٦۲	۰,۳۳	۲,٤۰	۰,۸۸	۰,۱٦
کشیدگی	۹۱,۰۹	۱۰,۳۹	۰,٦۸	-۰,۳۹	۸,۰۳	۲,۲۳	۰,۹۱
شکل هیستوگرام	تابع توزیع نامتقارن	تابع توزیع نامتقارن	تابع توزیع متقارن	تابع توزیع تقریباً نرمال	تابع توزیع نامتقارن	تابع توزیع نامتقارن	تابع توزیع نامتقارن

پس از محاسبه شاخص غنی‌شدگی و تهیه جامعه کلی شاخص غنی‌شدگی پارامترهای آماری (به مانند پارمترهای آماری داده‌های خام) مربوط به این جامعه محاسبه و هیستوگرامهای مربوط به آنها ترسیم گردید که در اشکال (٤ – ٥) تا (٤– ١٨) نشان داده شده است. از مقایسه این پارامترهای آماری و هیستوگرامهای مربوط به آنها با پارامترهای آماری و هیستوگرام داده‌های خام مشخص می گردد که جامعه کلی همگن‌تر شده این مطلب به راحتی از مقایسه چولگی، کشیدگی و شکل هیستوگرام دو سری داده استنتاج می‌شود.

٤-٨- نرمال سازی داده های شاخص غنی‌شدگی:

استفاده از برخی روشهای آماری منوط به نرمال بودن تابع توزیع متغیرهای مورد مطالعه است. اگر توابع توزیع از نوع لاگ‌نرمال باشد، قبل از استفاده از این روش‌ها داده های شاخص‌های غنی‌شدگی باید نرمال شوند. در این بخش از نوعی تبدیلات جهت نرمال کردن تابع توزیع مقادیر شاخص غنی‌شدگی استفاده شده است. در این کار شرط لازم کاربرد برخی روشهای آماری مانند تعیین نمونه‌های آنومالی با استفاده از اضافه کردن ضرایبی از انحراف معیار به حد آستانه‌ای و یا محاسبه ضرایب همبستگی پیرسون می‌باشد. روش لاگ‌نرمال بصورت یک روش توزیعی برای نرمال کردن تابع توزیع جوامعی که دارای چولگی در نمودار خود هستند، به

کـار مـی‌رود. در اینجا از لگاریتم طبیعی مقادیر شاخص غنی‌شدگی به اضافه یا منهای یک مقدار ثابت λ مطابق رابطهٔ تبدیلی زیر استفاده شده است (حسنی پاک، ۱۳۸۰).

$$Z=LnEI\pm\lambda$$

مقـدارλ بگـونه‌ای انـتخاب مـی‌شـود کـه پـس از انتخاب داده‌ها به یک مقدار بهینه از چولگی و کشیدگی در منحنـی توزیـع نـرمال دست پیدا کنیم. پارامترهای آماری و هیستوگرام‌های ترسیم شده برای داده‌های نرمال در در اشـکال (٤ – ٥) تـا (٤– ١٨) ضمیمه آخر فصل آورده شده است. با توجه به این پارامترهای آماری می‌توان گفـت کـه مقادیـر چولگـی و کـشیدگی متغیـرها در مقایـسه با مقادیر متناظر مربوط به شاخص‌های غنی‌شدگی نـرمال نـشده تـا چـه انـدازه کاهش یافته و منحنی توزیع تجمعی آنها به صورت یک خط راست که مبین توزیع نرمال می‌باشد ظاهر شده است.

٤-٩- تعیین ضریب همبستگی:

بـرای تعیـین ایـنکه آیـا ارتباط معنی دارای میان تغییرات متغیرهای آماری وجود دارد، ضرایب همبستگی میان آنها را محاسبه می‌کنیم این کار به دو منظور کشف همبستگی بین متغیرها و تخمین مقدار یک یا چند متغیر دیگر صورت می‌گیرد.

بـرای بررسی دو نوع ضریب همبستگی پیرسن و اسپیرمن داده ها به صورت ماتریس ضرایب همبستگی محاسبه شـده‌انـد کـه در جـدولهای (٤ – ٥) و (٤– ٦) آمده است. شرط محاسبهٔ ضریب همبستگی پیرسن نرمال بودن تابع توزیع متغیرها می‌باشد. در این روش (Sig (٢-tailed میزان معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی، طبق آزمون فـرض مـساوی صـفر بـودن ضریب همبستگی می‌باشد. برای محاسبه ضریب همبستگی پیرسن بعلت تأثیرپذیری ایـن پارامتـر از کـرانه‌هـای بالا و پایین حتماً باید داده‌ها نرمال باشند و سپس ضرایب همبستگی محاسبه شوند. به

همین دلیل ابتدا داده‌های شاخص غنی‌شدگی را نرمال می کنیم وسپس ضرایب همبستگی پیرسن بین آنها را محاسبه می کنیم.

ضرایب مشاهده شده بین عناصر بر اساس نتایج ضریب همبستگی پیرسن در سطح اعتماد مطلوب (۹۹٪) به قرار زیر است(جدول شماره٤- ٧). این ضرایب نشاندهندۀ ارتباط پاراژنتیکی بین عناصر می‌باشد.

جدول (٤- ٧): ضرایب مشاهده شده بین عناصر بر اساس نتایج ضریب همبستگی پیرسن

Au-Ag	Au-Sb	Au-Bi	Au-As	Au-Mo	Cu -Ag	Cu -Ba	Pb -Mo
۰,۲۲۷	۰,۲۹٤	۰,۳۰٦	۰,۲۸	۰,۲۸٤	۰,۳۰٤	۰,۳۷۹	۰,۳۲۳

Pb -Sb	Pb - Ag	Zn-Pb	Zn -Sb	Zn - Cu	Sb -As	Sb - Bi
۰,۳۲۱	۰,٤۱	۰,۳۸	۰. ۳٦٤	۰,۳۰٤	۰,٤۰۹	۰,۳٤۳

برای محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن از داده‌های شاخص غنی‌شدگی استفاده شده است وهمانطور که مشاهده می‌شود در بعضی مواقع وضعیت متفاوتی نسبت به پیرسن دارد. این اختلاف بیشتر زمانی بروز می‌کند که مقدار داده‌های خارج از رده زیاد باشد. ولی مقایسه دقیق آنها این نکته را بیان می‌کند که اختلاف این دو ضریب همبستگی خیلی زیاد نیست. این امر نشان دهندهٔ تأثیر کم داده‌ها از مقادیر خارج از رده است.

ضرایب مشاهده شده بین عناصر در جدول (٤- ٨) بر اساس نتایج ضریب همبستگی اسپیرمن، در سطح اعتماد ۹۹٪ می‌باشد که بطور معناداری با صفر تفاوت دارد. مقایسه ضریب همبستگی بین زوج متغیرها به روش پیرسن و اسپیرمن نشان می‌دهد که اختلاف بین ضرایب همبستگی عناصر متناظر دو روش تقریباً کم است که حکایت از توزیع نسبتاً نرمال عناصر و همین‌طور تأثیر کم نمونه‌های خارج از رده است.

جدول(٤- ٨): ضرایب مشاهده شده بین عناصر بر اساس نتایج ضریب همبستگی اسپیرمن

Au-W	Au-Bi	W-Bi	Pb - As	Pb-Zn	Ag-Pb	Ag - Mo	Sn - Mo	Cu - Ba	As-Sb
۰,۲۲۹	۰,۲٦٤	۰,۳۰۷	۰,۳۰۲	۰,۳۰۹	۰,۳۳۲	۰,۳۸٤	۰,۳٤۸	۰,۳۸۱	۰,٤٤٦

٤ – ۱۰- بررسی‌های آماری چند متغیره

هر تجزیه و تحلیلی که بر روی بیش از دو متغیر انجام می‌گیرد می‌تواند در قالب آنالیزهای چند متغیره بیان شود. غالب تکنیکهای چند متغیره در اصل بسط و توسعه آنالیزهای تک‌متغیره می‌باشند و البته بعضی از روش‌های چند متغیره تنها برای پاسخ‌گوئی به مقاصد چند متغیره طراحی شده‌اند که از جمله این روش‌ها می‌توان به آنالیز مولفه اصلی (Principal component analysis) اشاره کرد. از مزایای استفاده از روشهای چند متغیره می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الـف – چـنان چـه ترکیبـی از متغیـرها به جای یک متغیر به کار گرفته شوند و از نتایج ترکیبی آنها استفاده شود امکـان تشخیص هاله‌های مرکب ژئوشیمیائی در اطراف توده‌های کانساری به مراتب افزایش می‌یابد و از طرفی با به کارگیری ترکیبی متغیرها، اثرات خطاهای تصادفـی در بکارگیری ترکیبی متغیرها نسبتاً کاهش می‌یابد.

ب- کاهش تعداد متغیرها در مباحث داده‌پردازی و در نتیجه صرفه جوئی در زمان و هزینه برای ارائه داده ها

ج- با استفاده از این روش‌ها امکان مقایسه متغیرها و کسب نتایج راحت‌تر خواهد بود.

البـته اسـتفاده بهیـنه از روش‌هـای چند متغیره در حالتی صادق خواهد بود که در پردازش داده‌ها با تعداد زیادی متغیـر روبـرو باشـیم و تـا حـدودی امکـان اخذ نتیجه از متغیرها به گونهٔ منفرد غیرممکن و یا توأم با خطای زیاد باشد.

در ایـن گـزارش از روشهای چند متغیره، روش‌های آنالیز مولفه اصلی و آنالیز خوشه‌ای مورداستفاده قرار گرفته است.

٤ -١٠- ١: آنالیز مولفه اصلی (Principal component analysis):

آنالیز مولفه اصلی روشی برای کاهش تعداد متغیرهای مورد بررسی است. به این ترتیب که براساس مدل خاصی به نام عامل ارتباط پیچیده بین متغیرها تعیین می‌شود. آنالیز مولفه اصلی شامل مراحل زیر است:

الف- محاسبه ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها

ب- تعیین متغیرهایی که به نظر می‌رسد وابستگی ضعیفی با سایر متغیرها دارند (با استخراج مولفه ها).

ج - تعیین تعداد مولفه ها و روش محاسبه آنها

د- دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی مولفه ها برای آن که روابط میان داده ها بهتر توصیف شود.

مهمترین مسئله در این روش، اصل بیان همبستگی بین مقادیر غلظت عناصر به منظور نمایش الگوی تغییرات همزمان آنها در یک مکان است. بدین منظور در جهت کاستن از تعداد متغیرها از آنالیز فاکتوری استفاده شده است. هدف از بکارگیری این تکنیک عبارت است از:

۱- تشخیص و تعیین فاکتورها (تجزیه)

۲- تعیین سهم نسبی هر یک از فاکتورها در به وجود آمدن تغییرات توزیع عناصر

جدولهای (٤-۹ تا ٤- ۱۱) نتایج حاصل از مراحل آنالیز فاکتوری را نشان می دهند:

۱- شرکت پذیری (Cammunalitis):

این جدول نشان دهنده بر آورد اولیه عاملها است و بیانگر میزان مشارکت عناصر در این روش است. همانطور که مشاهده می شود عناصر Pb, W, As, Be, Au, Ag میزان Extraction بالائی داشته که حاکی از بالا بودن میزان مشارکت آنها است (جدول ٤- ۹).

جدول (٤ – ۹): میزان مشارکت عناصر در آنالیز فاکتوری

Communalities

	Initial	Extraction
EIAU	1.000	.741
EIW	1.000	.650
EICU	1.000	.638
EIPB	1.000	.759
EIZN	1.000	.399
EIAG	1.000	.667
EISN	1.000	.616
EIMO	1.000	.679
EIBA	1.000	.644
EIAS	1.000	.845
EISB	1.000	.481
EIBI	1.000	.544
EIBE	1.000	.751
EIB	1.000	.458

۲- توصیف واریانس کلی (Total Variance Explained):

از اینجا مرحله اصلی در توصیف نتایج آنالیز فاکتوری آغاز می گردد. تفسیر صحیح این جدول نقش مهمی در تجزیه و تحلیل فاکتوری دارد. چرا که یکی از معیار های اصلی انتخاب تعداد فاکتورها میزان تغییر پذیری داده ها است به طوری که داده های جدید باید حداقل تعداد ابعاد را داشته باشند و بتوانند حداکثر میزان تغییر پذیری کل داده ها را توجیه کنند. تعداد ابعاد جدید با استفاده از این جدول تعیین می شود. در این جدول پارامتر های آماری شامل مقادیر ویژه، واریانس و واریانس تجمعی هر مولفه همراه با مقادیر مشارکت هر مولفه محاسبه گردیده است که با توجه به جدول (٤ - ١٠) بیشترین مقادیر ویژه مربوط به مؤلفه‌های اول و دوم به ترتیب ٤٤٢ /٢٧ و ٤٤٨ /١٠ می‌باشد. واریانس تجمعی معیاری جهت تعیین تعداد فاکتورها می باشد که با توجه به جدول مذکور مشاهده می شود که تعداد ٥ فاکتور تقریبا ٦٣/٨٣٠ درصد کل تغییر پذیری را توجیه می‌کند که با توجه به این تعداد فاکتور، مقدار قابل قبولی است. بنابراین، بر اساس آنالیز فاکتوری برای دادهای موجود، ٥ فاکتور معرفی شده است. این تعداد فاکتور از روی نمودار صخره ای (scree plot) (شکل٤- ١٩) نیز قابل تائید است.

از بین ٥٥ فاکتور تعیین شده فاکتور اول بیشترین واریانس را داشته و بخش زیادی از تغییرپذیری را به تنهائی توجیه می کند. میزان واریانس فاکنور اول ٢٧/٤٤٢درصد میباشد.

۳- ماتریس اجزاء دورانی (Rotated Component Matrix):

جهت مشخص کردن عناصر مربوط به هر یک از فاکتورها از جدول(٤ – ١١) استفاده شده است.

طبق این جدول فاکتورهای جدا شده به شرح زیر است.

فاکتور اول: این فاکتور بیشتر تحت تأثیر عناصرBi, Ag, As , Pb, Au, Sb می‌باشد.

فاکتور دوم: این فاکتور تحت تأثیرعناصر Cu ,Ba ,Mo می‌باشد.

فاکتور سوم: این فاکتور بیشتر تحت تأثیر عناصر W, Bi, B می‌باشد.

فاکتور چهارم: این فاکتور بیشتر تحت تأثیر عنصر Ba, Br می‌باشد.

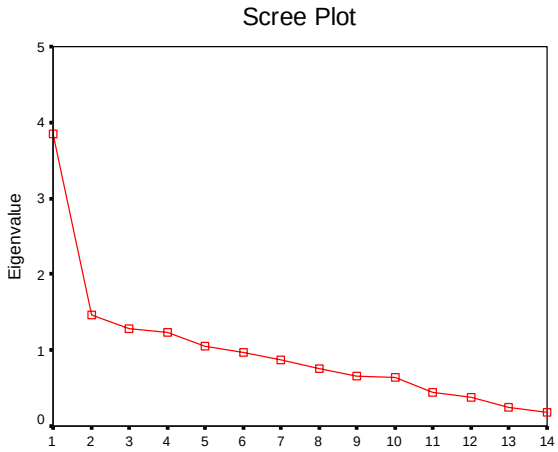
فاکتور پنجم: این فاکتور بیشتر تحت تأثیر عنصر Zn, Sn می‌باشد.

جدول (٤ – ١٠): پارامتر های آماری مولفه های فاکتوری همراه با مقادیر مشارکت آنها

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	3.842	27.442	27.442	3.842	27.442	27.442	3.452	24.658	24.658
2	1.468	10.488	37.929	1.468	10.488	37.929	1.557	11.123	35.782
3	1.279	9.136	47.065	1.279	9.136	47.065	1.376	9.828	45.609
4	1.238	8.843	55.908	1.238	8.843	55.908	1.302	9.302	54.911
5	1.048	7.485	63.393	1.048	7.485	63.393	1.187	8.482	63.393
6	.964	6.888	70.281						
7	.877	6.263	76.544						
8	.752	5.371	81.914						
9	.660	4.717	86.631						
10	.635	4.534	91.165						
11	.438	3.126	94.291						
12	.376	2.685	96.976						
13	.240	1.712	98.688						
14	.184	1.312	100.000						

شکل (٤– ١٩): تائید تعداد فاکتورها از روی نمودار صخره ای (Scree plot)



جدول(٤ – ١١): نتایج آنالیز فاکتوری جهت مشخص کردن عناصر مربوط به هر یک از فاکتورها

Rotated Component Matrix[a]

	Component				
	1	2	3	4	5
EIAU	.853	2.216E-02	3.555E-02	-.101	-4.157E-02
EIW	6.026E-02	-.103	.773	.178	7.643E-02
EICU	.144	.756	-2.999E-02	-.141	-.159
EIPB	.845	6.944E-02	.165	9.651E-02	6.146E-02
EIZN	2.392E-02	-8.144E-02	-.213	.164	.566
EIAG	.601	.414	-.151	.181	.280
EISN	-8.063E-02	-5.439E-02	.228	-.156	.729
EIMO	.313	.488	.225	-.308	.445
EIBA	7.991E-02	.600	5.516E-02	.524	5.153E-03
EIAS	.906	2.238E-02	9.184E-02	-4.714E-02	-.113
EISB	.665	.145	-4.655E-02	.123	2.067E-02
EIBI	.492	5.350E-02	.523	-.160	1.939E-02
EIBE	5.482E-02	-6.723E-02	.171	.845	-6.801E-03
EIB	-5.755E-02	.402	.512	.143	-.103

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 7 iterations.

۵ -۱۰ -۲ : آنالیز خوشه‌ای:

چـون هر گروه معین از عناصر، نسبت به یک سری از شرایط محیطی، کم و بیش به طور مشابه حساسیت نشان می‌دهند، شناخت ارتباط و همبستگی متقابل بین عناصر مختلف می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در

محیطهای ژئوشیمیایی به کارگرفته شود. ضمناً همبستگی بعضی از عناصر ممکن است به عنوان راهنما در تفسیر نوع نهشته‌ای که احتمالاً در ناحیه وجود دارد بکار رود. شناخت همبستگی‌هایی که بین عناصر وجود دارد اطلاعات لازم را برای تفسیر هر چه صحیح‌تر داده‌های ژئوشیمیائی در اختیار می‌گذارد.

آنالیز خوشه‌ای یک روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته‌ها یا گروه‌هایی طبقه‌بندی می‌کند. دلایل زیادی برای ارزشمند بودن آنالیز خوشه‌ای وجود دارد، از جمله این که آنالیز خوشه‌ای می‌تواند در پیدا کردن گروه‌های واقعی کمک کند و همچنین از پیچیدگی داده‌ها بکاهد. البته باید توجه داشت که آنالیز خوشه‌ای می‌تواند گروه‌های غیرقابل انتظاری را ایجاد نمایدکه بیانگر روابط جدیدی خواهند بود و باید مورد بررسی قرارگیرند. نتایج حاصل از آنالیز خوشه‌ای عناصر مورد مطالعه در شکل(٤- ٢٠) آورده شده است. با توجه به این شکل می‌توان سه گروه اصلی را جدا نمود که بیانگر ارتباط پاراژنزی بین متغیرها است.

گروه اول: این گروه از دو زیر گروه تشکیل شده است:

- این زیر گروه شامل عناصر As, Au, Pb است که روابط خیلی نزدیکی با یکدیگر داشته و عناصر Sb, Ag در فاصله دورتری نسبت به آنها قرار دارند.

- در زیر گروه دوم عناصر Mo, Bi, Cu قرار دارند.

گروه دوم: این گروه نیز دارای دو زیر گروه می باشد:

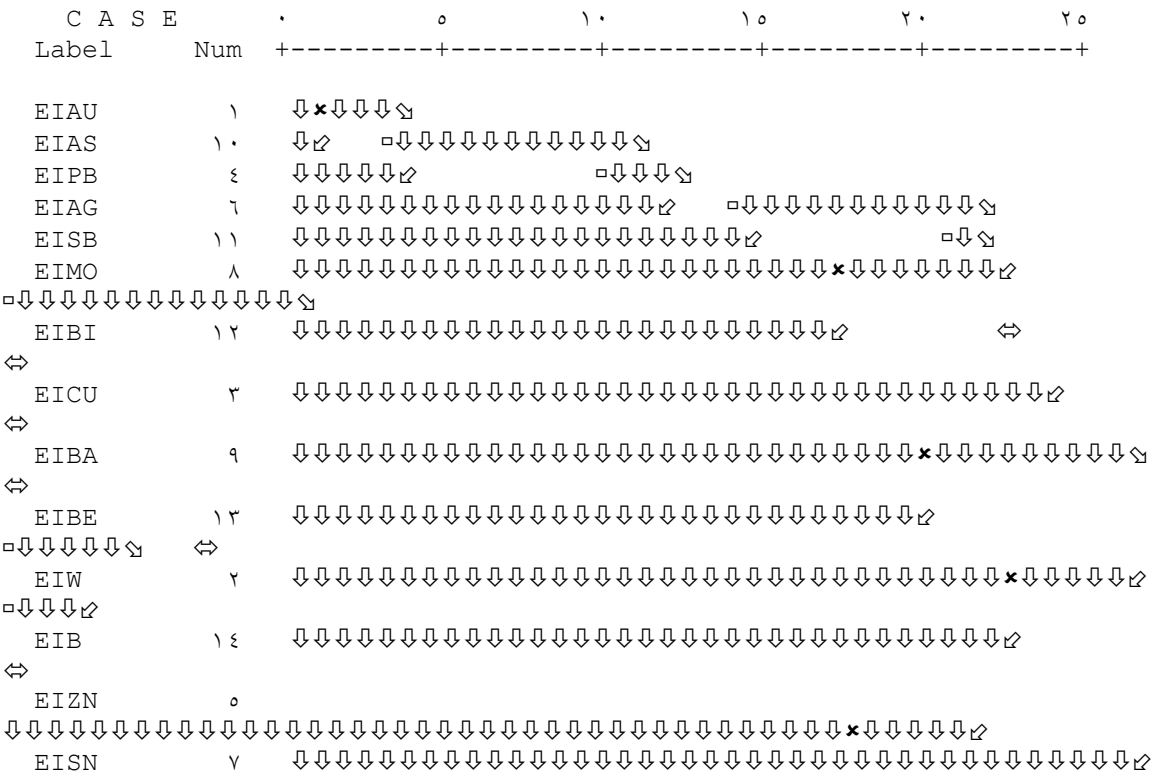
- در زیر گروه اول عناصر Ba, Be قرار دارند.

- در زیر گروه دوم عناصر W, B قرار دارند.

گروه سوم: شامل عناصر Zn, Sn می باشد.

نـتایج آنالیـز خوشـه ای بـا نـتایج آنالیـز فاکـتوری مـشابهت خیلـی زیـادی را نـشان مـی دهد. گروه اول آنالیز خوشـه ای در مقایـسه با نتایج آنالیز فاکتوری تحت عنوان فاکتور ۱و۲ بطور کامل از یکدیگر تفکیک شده اند. گـروه دوم آنالیـز خوشه ای در مقایسه با نتایج آنالیز فاکتوری تحت عنوان فاکتور ۱و۲ از همدیگرجدا شده اند. گروه سوم آنالیز خوشه ای معادل فاکتور ۵ در آنالیز فاکتوری است.

شکل(٤-۲۰):آنالیز خوشه ای داده های نرمال شاخص غنی شدگی



ب)تخمین داده ها و شرح آنومالی عناصر مختلف

مقدمه :

در مـورد تخمـین داده هـا و جـدایش آنومالـیها از فـرمول $\overline{X} + 3S$ و $\overline{X} + 2S$ استفاده شده است. مقادیر بیـشتر از $\overline{X} + 3S$ بـه عـنوان آنومالـی درجه یک و مقادیر بین $\overline{X} + 3S$ و $\overline{X} + 2S$ به عنوان آنومالی درجه دوم لحـاظ شـده‌اند. نقشه های تخمین با استفاده از نشانگرها(Symbol)تهیه شده است. آنومالیهای درجه یک با دایره قرمز و آنومالیهای درجه دوم با دایره زرد نشان داده شده است. برای کنترل آنومالیهای بدست آمده برای عنصر طلا با توجه به اهمیت آن در این پایان نامه دو نقشه برای داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی آورده شـده است ولی برای بقیه عناصر فقط از داده های شاخص غنی‌شدگی استفاده گردیده است. نقشه نمونه‌برداری منطقه نیز به صورت نقشه‌ای جداگانه آورده شده است **(نقشه شماره ۱).**

در این قسمت به شرح آنومالیهای بدست آمده از عناصر مختلف میپردازیم.

- آنومالیهای عنصر Au بر اساس داده‌های خام:

بـا تـوجه بـه جـدول (٤-١٢) آنومالی های طلا بیشتر در شمال غرب وغرب روستای زاغر و در ارتباط با اسکارن موجود در این منطقه می باشد(نقشه شماره ۲).

- آنومالیهای عنصر Au بر اساس داده‌های شاخص غنی شدگی:

باتـوجه به جدول (٤-١٣) آنومالی طلا بر اساس داده شاخص شدگی، در شمال غرب روستای زاغر و در ارتباط بـا اسکارن دره زاغر بوده است. دلیل کاهش تعداد نمونه های آنومال در نقشه شاخص غنی شدگی در مقایسه با داده هـای خـام ایـن اسـت کـه اکثـر نمـونه‌هـای دارای مقادیر داده خام بالا، به غیر از نمونه ۵۰ ، در یک جامعه سـنگی قرار دارد و اثر همدیگر را خنثی کرده و موجب کاهش شاخص غنی‌شدگی شده است. لذا این نمونه ها شـاخص غنـی‌شـدگی بـالا نـشان نـداده، در حالـی کـه مقادیرداده خام بالا دارند. ازآنومالیهای به دست آمده از داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی در نمونه‌های ۵۰ ، ۱٤۹، ۱۸۹، ۱۸۳، ۷۰، ۵۳ و۵۵ این نکته استنباط می شود

کـه رابطـه آشـکاری بـین زون اسـکارنی و آنومالـیها وجـود دارد و تمـام نمونه‌های آنومال در پایین دست زون اسکارن واقع شده‌اند (نقشه شماره ۳).

۳- آرسنیک

آنومالـی ایـن عنـصر بـا تـوجه بـه جـدول(٤-١٤) در شـمال غـرب وغرب روستای زاغر و در ارتباط با اسکارن می باشد(نقشه شماره ٤). به نظر می‌رسد که نمونه ۵۰ به دلیل دارابودن As به مقدار ppm ۱۶۰ اهمیت بیشتری داشته باشد.

جدول (٤-١٢): نمونه های دارای آنومالی طلا

میزان داده خام (ppm)	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
۰/۱	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۱	۵۰
۰/۰۵	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۱	٤۹
۰/۰٤۸	دیوریت، هورنفلس، اسکارن، آهک، ماسه سنگ و شیل	شرق روستای زاغر	۱	۷۱
۰/۰۳٦	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۱	۱۸۸
۰/۰٦٦	هورنفلس، دیوریت، آهک و اسکارن	جنوب غرب روستای زاغر	۱	۱۸۹
۰/۰۲۵	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۲	۵۳
۰/۰۲۲	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۲	۵۵

جدول (٤-١٣): نمونه های دارای آنومالی طلا براساس شاخص غنی شدگی

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
۰/۱	۵۸/۸۲	دیوریت، شیل، ماسه سنگ و آهک	شمال غرب روستای زاغر	۱	۵۰
۰/۳٦	۱۲/۸۵	دیوریت، شیل، ماسه سنگ و آهک	شمال غرب روستای زاغر	۱	۱۸۸

جدول (٤-١٤): نمونه های دارای آنومالی آرسنیک

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
١٦٠	۹/٤۷	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۱	۵۰
۷۰	۳/۹۸	توف، گدازه تراکی آندزیتی و آندزیت	شمال روستای طراران	۱	٤٦
۳۱	۲/۸۸	شامل اسکارن ، دیوریت، شیل و ماسه سنگ	دره گنجعلی خان	۲	۲۳
٤٥	۲/٦٦	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۲	۵۱

٤ – نقره

با توجه به جدول (٤-١٥)مهمترین آنومالی نقره با نمونه شماره ٥٠ معرفی می‌شود که دارای شاخص غنی‌شدگی ٢/٨ می‌باشد. مقدار نقره این نمونه ppm ٠/٢٨ می باشد . نمونه‌های ١٣٢، ٢٧، ٥٤، ١٨٨ با شاخصهای غنی‌شدگی به ترتیب ١/٨٣، ١/٨٢ ، ١/٨١ ، ١/٧ به عنوان آنومالی درجه دوم به دست آمده‌اند (نقشه شماره ٥).

٥ – مس

با توجه به جدول (٤-١٦) آنومالی این عنصر در شمال غرب روستای زاغر و در ارتباط با اسکارن این منطقه است. مقدار داده خام نمونه شماره ٤٩ که دارای بیشترین شاخص غنی شدگی است ppm ١٩٠ می باشد(نقشه شماره ٦).

جدول (٤-١٥): نمونه های دارای آنومالی نقره

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
٠/٢٨	٢/٨	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	١	٥٠
٠/٣٣	٢/٧٥	هورنفلس و دیوریت	جنوب دره گنجعلی‌خان	١	٥
٠/٢٥	٢/٠٨	توف، گدازه‌های تراکی آندزیتی - آندزیتی و آهک	شمال غرب روستای طراران	١	٣٩

جدول (٤-١٦): نمونه های دارای آنومالی مس به همراه مشخصات آنها

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
۱۹۰	۵/۷۶	دیوریت، شیل ، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۱	٤۹
۷۰	۲/۲٦	دیوریت، شیل ، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۲	۵۰
٦۵	۲/۱۷	هورنفلس و دیوریت	جنوب روستای زاغر	۲	٦۸
۱۹	۲/۱٤	هورنفلس، شیل و ماسه سنگ	جنوب شرق کوه دوبرادر	۲	۱٦۹

٦ - روی

با توجه به داده های شاخص غنی شدگی و جدول (٤-۱۷)، فقط یک نمونه آنومال برداشته شده است. در مرحله بررسی و مطالعه مناطق آنومالی، نشانه آشکاری از کانی‌سازی روی یا عناصر همراه با آن مشاهده نشده است. به احتمال خیلی زیاد این آنومالی در اثر خطای آزمایشگاه یا نمونه برداری ایجاد شده است. مقدار داده خام Zn در این نمونهppm ۱۲۰۰ می باشد (نقشه شماره ۷).

جدول (٤-١٧): نمونه های دارای آنومالی روی

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
۱۲۰۰	۱۳/۳۳	توف اسیدی، گدازه‌های تراکی – آندزیتی تا آندزیتی و آهک	جنوب روستای طراران	۱	٤٤

۷ - سرب

بـر اسـاس جـدول (٤-١٨)آنومالـی این عنصر در شمال غرب روستای زاغر و در ارتباط با زون اسکارنی است. نمـونه‌هـای شـماره ۱۸۹، ۱۳۰، ٥٤ بـا شاخـصهای غنی‌شدگی ۳، ۲/۷۸، ۲/٦۱ دارای آنومالی درجه دو می‌باشند. نمونه ٥۰ با بالاترین مقدار شاخص غنی شدگی دارای ۱۲۰ppm می باشد (نقشه شماره ۸).

۸ - مولیبدن

براسـاس جـدول (٤-۱۹) نمـونه ۹۳ دارای بیشترین شاخص غنی شدگی می باشد که می تواند در ارتباط با نفوذ دیوریت در داخل شیلهای تریاس باشد. بالاترین میزان داده خام این عنصر ppm ۳ می باشد. در مقایسه با مقدار کـلارک، آنومالـی هـای بدسـت آمده برای این عنصر نمی تواند ارزش کانساری داشته باشد (نقشه شماره ۹). شیلها می‌توانند حاوی مقادیر غیرعادی از یونهای فلزی از جمله مولیبدن باشند.

جدول (٤-١٨): نمونه های دارای آنومالی سرب

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
۱۲۰	۸	شامل دیوریت، آهک، اسکارن، شیل، ماسه سنگ و هورنفلس	شمال غرب روستای زاغر	۱	۵۰
۷۷	۳/۸۵	شامل دیوریت، آهک، اسکارن، شیل، ماسه سنگ و هورنفلس	شمال غرب روستای زاغر	۱	۵۵
۷۵	۳/۷۵	شامل دیوریت، آهک، اسکارن، شیل، ماسه سنگ و هورنفلس	شمال غرب روستای زاغر	۱	۵۳

جدول (٤-١٩): نمونه های دارای آنومالی مولیبدن

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
۳	٤	هورنفلس، دیوریت، شیل و ماسه سنگ	دره اصلی معین‌آباد	۱	۹۳
۰/۰۹	۲/۷۵	آهک، هورنفلس، شیل و ماسه سنگ	دره گنجعلی خان	۱	۲۷
۳	۲/۵	توف، دیوریت، آهک و آندزیت	شمال روستای زاغر	۱	٥٤
۲	۲/۱۱	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۲	۵۰
۲/۱	۲/۱۰	شامل آهک، شیل، اسکارن، توف،گدازه‌های تراکی آندزیتی و آندزیت	شمال روستای زاغر	۲	۱۸۷

۹- آنتیموان

بر اساس جدول (٤-٢٠) و با توجه به بالاترین مقدار داده خام برای آنتیموان که ppm ۳/۸۳ می‌باشد و شاخص غنی شدگی پایین، آنومالی‌های بدست آمده نمی‌تواند ارزش کانساری داشته باشد (نقشه شماره ۱۰).

۱۰- بیسموت

بر اساس جدول (٤-٢١) و با توجه به پائین بودن داده‌های خام و همچنین شاخص غنی شدگی پایین، تمام نمونه‌ها از لحاظ کانساری اهمیت ندارند. بالاترین مقدار داده خام مربوط به نمونه ۵۰ با مقدار Bi= ۱/۰ ۵ppm می باشد (نقشه شماره ۱۱).

۱۱- بر

نمونه‌های ۱۱۲، ٤۲، ۱۳ با شاخصهای غنی‌شدگی ۱/۸۱، ۱/۷۷، ۱/٦۷ به عنوان آنومالی درجه یک و نمونه‌های ٦۷، ۱٦، ۲۹ به عنوان آنومالی درجه دوم بدست آمده‌اند.

بالاترین مقدار داده خام این عنصر مربوط به نمونه ۱۱۲ با مقدار ppm ٦۵ است. با توجه به اینکه مقدار داده‌های خام تمام این نمونه‌ها پائین است، آنومالیها اهمیت چندانی ندارند (نقشه شماره ۱۲).

جدول (٤-٢٠): نمونه های دارای آنومالی آنتیموان

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
٢/٨٨	٤/١١	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	١	٥٠
٣/٨٣	٣/٥٢	توف، دیوریت، آهک و آندزیت	شمال روستای زاغر	١	٥٤
٢/٧٥	٣/٤٨	هورنفلس و دیوریت	جنوب روستای زاغر	١	٦٨
٣/٣	٣/١٤	شامل آهک، شیل، اسکارن، توف،گدازه‌های تراکی آندزیتی و آندزیت	شمال روستای زاغر	١	١٨٧
١/٠٢	٣/٠٤	آهک، هورنفلس، شیل و ماسه سنگ	دره گنجعلی خان	١	٢٧
٢/٦	٢/٩٥	مارن وآندزیت	دره گنجعلی خان	١	٢٥
٢/٧	٢/٧٦	دیوریت، هورنفلس و شیل	دره گنجعلی خان	٢	٢٣
١/٥	٢/٥٧	آهک و هورنفلس	جنوب روستای معین آباد	٢	٧٥
١/٦٣	٢/٥١	هورنفلس و دیوریت	شرق کوه دو برادران	٢	١٦٨

جدول (٤-٢١): نمونه های دارای آنومالی بیسموت

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
۱/۰۵	۳/۵	دیوریت، شیل، ماسه سنگ، آهک و اسکارن	شمال غرب روستای زاغر	۱	۵۰
۰/۵	۳/۳۳	دیوریت و هورنفلس	جنوب روستای معین آباد	۱	۹٤
۰/۲۹	۲/۹۰	مارن، دیوریت، اسکارن و هورنفلس	جنوب کوه دو برادران	۱	۱۸٦
۰/۳	۲/۷۳	آهک، شیل و ماسه سنگ	شمال گردنه نقره کمر	۱	۱۳۹
۰/۳	۲	آهک، شیل و ماسه سنگ	گردنه نقره کمر	۲	۱۳۰

۱۲- بریلیم

نمونه‌های ۱۱، ۲، ٦۰، ۵ با شاخصهای غنی‌شدگی ۲/٦۱، ۲/٤٤، ۲/۲۲، ۲/۰٦ دارای آنومالی درجه اول و نمونه‌های ۳٦، ۱۰۷، ۷۸، ۱٦۷ دارای آنومالی درجه دوم هستند. با توجه به پائین بودن مقدار داده های خام و شاخصهای غنی شدگی نمونه‌ها، آنها از لحاظ کانساری ارزشی ندارند. بالاترین مقدار این عنصر در نمونه ۱۱ با مقدار ppm ٤۷ می باشد (نقشه شماره ۱۳).

۱۳- باریم

نمـونه‌هـای ٥٤، ٤٢، ٧٧، ١٠٤، ٦٠، ٤٨ بـه عـنوان آنومالی درجه دوم معرفی شدند. با توجه به اینکه این نمونه ها داده خام پایینی دارند، لذا ارزش کانساری ندارند. بیشترین مقدار باریم ppm ٤٤٠ می باشد (نقشه شماره ١٤).

١٤- تنگستن

بـا تـوجه بـه جـدول (٤-٢٢) به نظر نمی رسد که نمونه ها ارزش کانساری داشته باشد. بالاترین مقدار داده خام بدست آمده از آنالیز تمام نمونه‌ها W= ٢/٦١ ppm می باشد (نقشه شماره ١٥).

١٥- قلع

بـر اسـاس جـدول (٤-٢٣) نمـونه ١٦٦ دارای بیـشترین شـاخص غنـی شـدگی می باشد. باتوجه به شاخص غنی شـدگی پایـین و مقـدار داده خـام آن کـه ٤/١ ppm می باشد نمی تواند ارزش کانساری داشته باشد. نمونه‌های شـماره ٦٠، ٣٢، ١٥٦و ١٧ بـه عـنوان آنومالـی درجه دوم بدست آمده ولی با توجه به اینکه مقادیر داده خام قلع برای کل نمونه‌ها پایین است، لذا آنومالیهای بدست آمده ارزش کانساری ندارند (نقشه شماره ١٦).

جدول (٤-٢٢): نمونه های دارای آنومالی تنگستن

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
١/٥٩	٢/٥٤	توف، گدازه‌های تراکی آندزیتی تا آندزیتی و آهک	جنوب روستای طراران	١	٤٢
١/٩٥	١/٩٧	شیل و ماسه سنگ	جنوب کوه دوبرادران	١	١٧٤
٢/٥٩	١/٨٩	شامل اسکارن، هورنفلس، شیل و ماسه سنگ	شمال شرق روستای چال	٢	١٨٠
٢/٦١	١/٨٨	شیل و ماسه سنگ	گردنه نقره کمر	٢	١٥٧
١/١٥	١/٨٤	توف اسیدی،گدازه‌های تراکی آندزیتی و آندزیت	جنوب روستای طراران	٢	٤٣
٢/٥٤	١/٨٣	توف اسیدی و گدازه‌های آندزی تا تراکی آندزیتی	گردنه نقره کمر	٢	١٥٣
١/٨٩	١/٦٦	آهک، دایک آندزی بازالتی، شیل و ماسه سنگ	جنوب روستای کوهین	٢	١٣٩
٢/٢٦	١/٦٥	هورنفلس، شیل و ماسه سنگ	جنوب کوه دوبرادر	٢	١٧٣

جدول (٤-٢٣): نمونه های دارای آنومالی قلع

میزان داده خام (ppm)	میزان شاخص غنی شدگی	سنگ بالا دست	مختصات	درجه آنومالی	شماره نمونه
٤/١	١/٥٧	هورنفلس، دیوریت، دایکهای اسیدی، شیل و ماسه سنگ	جنوب شرق کوه دوبرادر	١	١٦٦

١٦- جدایش آنومالی ها به روشP.N:

روش P.N بـر اساس احتمال حضور یک مقدار خاص در تعداد معینی نمونه استوار است. بر طبق این روش دو فاکتور مهم که جهت معرفی آنومالی حائز اهمیت هستند عبارتند از :

١- افزایش مقدار متغیر ٢- افزایش فراوانی نسبی آنها

به این ترتیب شدت هر آنومالی تابع دو عامل اصلی است:

الـف- احتمال پیدایش نمونه با مقدار مطلوب مورد نظر (P)، بطوریکه هر چه این احتمال کوچکتر باشد شدت آنومالی قویتر است.

ب- تعـداد نمـونه هـای برداشت شده (N)، بطوریکه هر چه مقدار کوچکتری داشته باشد شدت آنومالی قویتر اسـت. مـنطق ایـن کلام براین استوار است که در تعداد نمونه های بالا (بعنوان مثال بالاتر از ١٠٠٠ نمونه) وجود یـک مقـدار بزرگتـر از $\overline{X}$ +٣S امـری طبیعـی اسـت و جزئـی از خصوصیات طبیعی تابع توزیع نرمال است ولی حضور آن در تعداد کمی نمونه، غیر عادی است و ناشی از وجود مقادیرآنومال می باشد.

برطبق مطالب فوق الذکر، ضرب دو عامل P و N می تواند بعنوان معیاری برای انتخاب آنومالی باشد. جهت بدست آوردن احتمال (P) برای هر متغیر ابتدا باید داده ها را نرمال کرد و سپس با استفاده از رابطه زیرآن را به یک تابع استاندارد تبدیل می کنیم.

$$z_0 = \frac{x_0 - \overline{x}}{s}$$

X. : مقدار متغیرمورد بررسی که قرار است استاندارد شود .

Z. : مقدار استاندارد شده X.

$\overline{X}$: میانگین داده ها

S : انحراف معیار داده ها

وبا رابطه زیر احتمال P را بدست می آوریم

$$p = \Phi(z > z_0) = 0.5 - \Phi(z \le z_0)$$

Φ تابع چگالی توزیع نرمال است و مقدار آن بر اساس Z. از جدول مقادیر زیر سطح منحنی نرمال بدست می آید. پس از بدست آوردن مقدار (P) آن را در تعداد کل نمونه ها ضرب می کنیم. حاصلضرب P.N هر چقدر کوچکتر باشد بیانگر حضور آنومالی قویتری خواهد بود. در عمل به منظور راحتی و درک بهتر از معکوس حاصلضرب P.N($\frac{1}{Pn}$) استفاده می شود. به این ترتیب مقادیر ($\frac{1}{Pn}$) بالاتر از یک به عنوان آنومالی در نظر گرفته می شود.

از روش P.N بیشتر به منظور غربالی برای پالایش آنومالی بدست آمده از روشهای دیگر و جهت مرتب سازی آنها به ترتیب اهمیت استفاده می شود.

بـا اسـتفاده از ایـن روش فقـط تعـداد کمـی از نمـونه هـای کـه به روش $\overline{X} + nS$ بعنوان آنومالی معرفی شدند پـالایش وبعـنوان آنومالی با اهمیت تلقی شدند. به این ترتیب اختلاف و درجه اهمیت آنومالی ها با این روش به وضوح آشکار گردید و آنومالی ها با دید بهتری اولویت بندی شدند.

همانطـور کـه از جـدول (٤-٢٤) مـربوط بـه آنومالـی های P.N بر می آید و ازمقایسه بین آنومالی های که به روش $\overline{X} + nS$ جـدا گـردیدند مـشخص شد که تطابق زیادی بین آنومالی های بدست آمده با این دو روش وجـود دارد و تـا حدود زیادی همدیگر را تایید می کنند. هرچه مقدار P.N از یک کمتر باشد (مقدار $\frac{1}{Pn}$ از یـک بزرگتـر باشـد) دلالـت بر شدت بیشتر آن آنومالی دارد. چرا که احتمال حضور آن نمونه آنومال در تعداد معینی نمونه مورد مطالعه بسیار کاهش یافته و این خود دلیلی بر غیر عادی بودن مقدار آن نمونه است.

جدول (٤-٢٤): نمونه های آنومال بدست آمده با روش ١/PN

S.N	W	Cu	pb	Ag	Ba	Bi	As
TZ-١٥٧	٥,٩٥						
TZ-١٨٠	٥,٩٥						
TZ-١٥٣	٤,٢٢						
TZ-٤٩		٤,٠٢					
TZ-٥٠		١,٢٢	١,٠٦	١,٧٠		٥٥,٢٤	٦,٥
TZ-٥				٦,٠٦	١,٤٤		
TZ-٥٤				٢,٢٢			
TZ-٥٣							٤,٤٥
TZ-٤٦							٢,٩٢
TZ-٥٥							١,٤٥