فصل ششم

تخمین شبکه‌ای شاخص‌های غنی‌شدگی و داده های خام

(موضوع بند ۸ شرح خدمات)

۱-تخمین شبکه‌ای (موضوع بند ۸-۱ شرح خدمات)

با گذشت زمان و افزایش مخارج پروژه‌های اکتشافی سعی بر آن است که با بکارگیری تکنیکهای آماری پیچیده‌تر، دامنه تخمین را از نظر مساحت تحت پوشش هر نمونه افزایش داد. از این رهگذر می‌توان تعداد نمونه‌های لازم را برای تخمین در سطح اعتماد معین کاهش داد. این کاهش تعداد نمونه‌ها (البته بدون پایین آوردن سطح اعتماد تخمین) خود موجب کاهش مخارج اکتشافی می‌گردد، زیرا مخارج سایر فازهای اکتشافی (از قبیل آماده‌سازی، آنالیز و پردازش) ارتباط مستقیمی با تعداد نمونه‌ها دارد. معمولاً برگه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی در کشور ما مساحتی حدود ۲۵۰۰ کیلومترمربع را شامل می‌شود که اگر دانسیته متوسط یک نمونه برای هر ۳ کیلومترمربع را در نظر بگیریم، برای هر برگه حدود ۸۰۰ نمونه باید برداشت شود. در چنین شرایطی اگر نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی را به ۴۰۰۰۰ سلول با مساحت ۰/۰۶۲۵ کیلومترمربع تقسیم نمائیم. کل ۸۰۰ نمونه برداشت شده احتمالاً در حدود ۸۰۰ سلول توزیع خواهدشد و از بقیه ۳۹۲۰۰ سلول باقیمانده چون نمونه‌ای برداشت نشده، مقداری هم نخواهند داشت. بدین ترتیب هیچ تخمین مستقیمی نمی‌تواند برای حدود ۹۸٪ از مساحت نقشه صورت پذیرد. این تحلیل ساده نشان می‌دهد که تا چه اندازه به تکنیکهای آماری که بتواند دامنه تخمین مقدار متغیرها را به بخش عمده‌ای از هر نقشه افزایش دهد نیاز می‌باشد. این تکنیک که در این گزارش تحت عنوان تخمین شبکه‌ای از آن نام برده می‌شود به ما اجازه می‌دهد تا با داشتن اطلاعات مستقیم از حدود ۸۰۰ سلول شبکه بتوانیم تخمین‌های لازم از فراوانی عناصر و شاخص غنی‌شدگی

مربوط به آنها را به حدود ۳۹۲۰۰ سلول دیگر موجود در محدوده برگه افزایش دهیم. در چنین حالتی افزایش تعداد سلولهایی که در مورد آنها داده‌ای بدست می‌آید موجب می‌گردد ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه‌بندی‌های موجود در نقشه توزیع یک عنصر (ساختار ژئوشیمیایی) و ساختارهای مرتبط با آن فراهم گردد (موضوعی که در شرح خدمات به آن توجه شده است). برای مثال هرگاه یک مقدار آنومالی در بین تعداد زیادی از مقادیر زمینه محصور گردد، ارزش اعتبار آن مقدار آنومالی زیر سؤال خواهد بود. ولی اگر یک مقدار آنومالی بوسیله چندین سلول با مقدار حد آستانه‌ای محصور گردد و این سلولها خود توسط سلولهای دارای مقدار زمینه نیز محاط گردند در اینصورت این مدل تغییرات تدریجی از اطراف به مرکز آنومالی، موجب افزایش اعتبار مقدار آنومالی می‌گردد. چنین ارزیابی در صورتی میسر است که از تکنیک تخمین شبکه‌ای استفاده گردد. از دیگر امتیازات این روش تخمین، آن است که یک شبکه نامنظم نمونه‌برداری را به یک شبکه منظم تخمین تبدیل می‌کند. مهمترین ویژگی بررسی رسوبات رودخانه‌ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی، می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر عنصر و یا اکسید اندازه‌گیری شده در رسوب رودخانه‌ای دارای خاصیت برداری است. جهت این بردار بطریقی است که همواره فقط برای بالادست خود صادق است. بعبارت دیگر ارقام حاصل از بررسی رسوبات رودخانه‌ای بر خلاف سایر روشهای ژئوشیمیایی خاصیت جهت یافتگی دارند و همواره انعکاس دهندهٔ تغییرات در ناحیه بالادست خود می‌باشند. الگوریتم کنونی به نحوی طراحی شده که این اثر مهم در تخمین را بحساب آورد. این روش اولین بار توسط گروهی از ژئوشیمیست‌های اکتشافی امپریال کالج لندن بکار گرفته شد و سپس با تأیید الگوریتم مورد نظر به وسیله انجمن ژئوشیمیستان اکتشافی و ورود آن به هند

بوک ژئوشیمیایی اکتشافی، این روش [۵] بعنوان روشی برای نقشه برداری ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای انتخاب گردید.

تکنیک تخمین شبکه‌ای شامل چند بخش بشرح زیر است:

الف- انتخاب یک شکل هندسی که بتواند حتی‌الامکان ناحیهٔ حوضه آبریز بالادست هر نمونه را مشخص کند. این شکل هندسی می‌تواند به صورت‌های مختلفی انتخاب گردد. برای مثال ناحیه بالادست هر نمونه در حوضهٔ آبریز را می‌توان بصورت یک چند ضلعی در نظر گرفت که محل نمونه در یکی از رئوس این شکل هندسی قرار خواهد گرفت.

ب- یک رأس چند ضلعی که بخشی از حوضهٔ آبریز را می‌پوشاند در محل نمونه قرار داده می‌شود و اضلاع دیگر چند ضلعی و زاویهٔ بین آنها با توجه به شکل حوضهٔ آبریز و مساحت آن تعیین می‌شود. پارامترهایی که برای هر چند ضلعی باید اندازه‌گیری و در محاسبات وارد شود عبارتنداز:

- مختصات X و Y رئوس چند ضلعی
- تعداد رئوس چند ضلعی
- مساحت چند ضلعی

در برگه های کمانه یوسف و پیش رباط به ترتیب تعداد ۲۴۲ و ۲۳ نمونه برداشت شده که محل و موقعیت آنها در نقشه‌های نمونه‌برداری قبلاً ارائه گردیده، مطابق دستورالعمل فوق عمل شده است. همچنین تعداد ۲۱ نمونه آلوویم این دو برگه بصورت دایره ای به شعاع ۳ کیلومترمربع در محیط Surfer تخمین زده شد و به نقشه تخمین آبراهه اضافه گردید. نتایج این اندازه‌گیری‌ها در جدول ۲ ضمیمه (روی CD) آورده شده است.

همانطورکه قبلاً اشاره گردید تخمین شبکه ای صورت گرفته براساس جامعه کل ۲۸٦ نمونه صورت گرفته است و در واقع تخمین شبکه ای و ترسیم نقشه های ژئوشیمیایی برگه پیش رباط وکمانه یوسف بصورت یکجا و براساس جامعه کلی صورت گرفته است. به همین خاطر در نقشه های عناصر این برگه (پیش رباط) گاهاً ٥ رنگ مختلف دیده نشده و حتی برخی از نقشه ها آنومالی(قرمز و بنفش) ندارد. در حقیقت آنومالی این عناصر در برگه کمانه یوسف قرار گرفته است.

۲- شاخص غنی‌شدگی

بنا به تعریف شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین عبارت است از نسبت غلظت آن عنصر در آن نمونه به غلظت میانگین یا میانه همان عنصر در جامعه‌ای که نمونهٔ مربوطه متعلق به آن است. با این تعریف عوامل مؤثر در شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین نه فقط تابع مقدار آن عنصر در آن نمونه می‌باشد بلکه به فراوانی همان عنصر در جامعه وابسته به آن نیز بستگی دارد. بنابراین اگر فراوانی نقطه‌ای و منطقه‌ای یک عنصر، هر دو با شیب ثابتی افزایش و یا کاهش یابد آنچه که ثابت باقی خواهد ماند شاخص غنی‌شدگی است، زیرا صورت و مخرج این کسر به یک نسبت افزایش و یا کاهش می‌یابند. بدین ترتیب شاخص غنی‌شدگی تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی یک عنصر در ناحیه منشأ رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد.

نظر به اینکه شاخص غنی‌شدگی می‌تواند داده‌های ژئوشیمیایی را از تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشأ مستقل سازد در این پروژه مبنای محاسبات قرار گرفته است. برای محاسبه شاخص غنی‌شدگی متغیرهای تک عنصری در هر نمونه از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$EI = \frac{C^j}{(Cmed)^j}$$

در این رابطه EI شاخص غنی شدگی، C^j مقدار فراوانی عنصر j در یک نمونه معین و $(Cmed)^j$ مقدار زمینهٔ همان عنصر در جامعهٔ مربوط به آن نمونه می‌باشد. این مقدار زمینه می‌تواند معادل مقدار

میانه و یا معادل مقدار میانگین انتخاب گردد. در پروژه حاضر بعلت مستقل بودن مقدار میانه از تغییرات حدی، این پارامتر به میانگین ترجیح داده شده است.

۳- بررسی آماری چند متغیره داده ها:

همچنانکه در بالا اشاره شد پس از محاسبه شاخص غنی شدگی متغیرهای ژئوشیمیایی برروی ۲۸۶ نمونه برداشت شده و بدست آمدن جامعه کلی شاخص غنی شدگی، جهت ترسیم نقشه ها به روش تخمین شبکه ای اقدام گردید. البته غیر از بررسی های تک متغیره، پس از نرمال سازی جامعه کلی اقدام به بررسی های چند متغیره شامل آنالیز خوشه ای و فاکتوری گردید که در زیرشرح داده می شود. 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 ۴۲متغیره) 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.

۳-۱- آنالیز خوشه‌ای و تفسیرآن:

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. مزیت این روش آنست که روابط پاراژنزی کلیه ۴۲ متغیر مورد بررسی قرار می گیرد در حالیکه در آنالیز فاکتوری، فاکتورهای با درصد وارایانس بالا مد نظر قرار گرفته که می تواند شامل عناصر محدودتری باشند. این آنالیز برای داده‌های نرمال‌شده درشکل۶-۱ انجام گردید.

بر اساس این نمودار کلیه متغیرها در گروه‌های زیربادرجه همبستگی نسبتاًخوب قرار می‌گیرند. که عبارتنداز:

گروه اول: شامل عناصر (V,Fe,Ti,Te),(Co,Mn,Zn,Cu),Bi,(Sc,Al,Y,Yb,Zr,Nb,P).

گروه دوم: شامل عناصر (Sr,Ca,S,U,Na,Cs,Mo)

گروه سوم: شامل عناصر (Ba,Th,Cr,Sb,As,Pb,Cd,W)

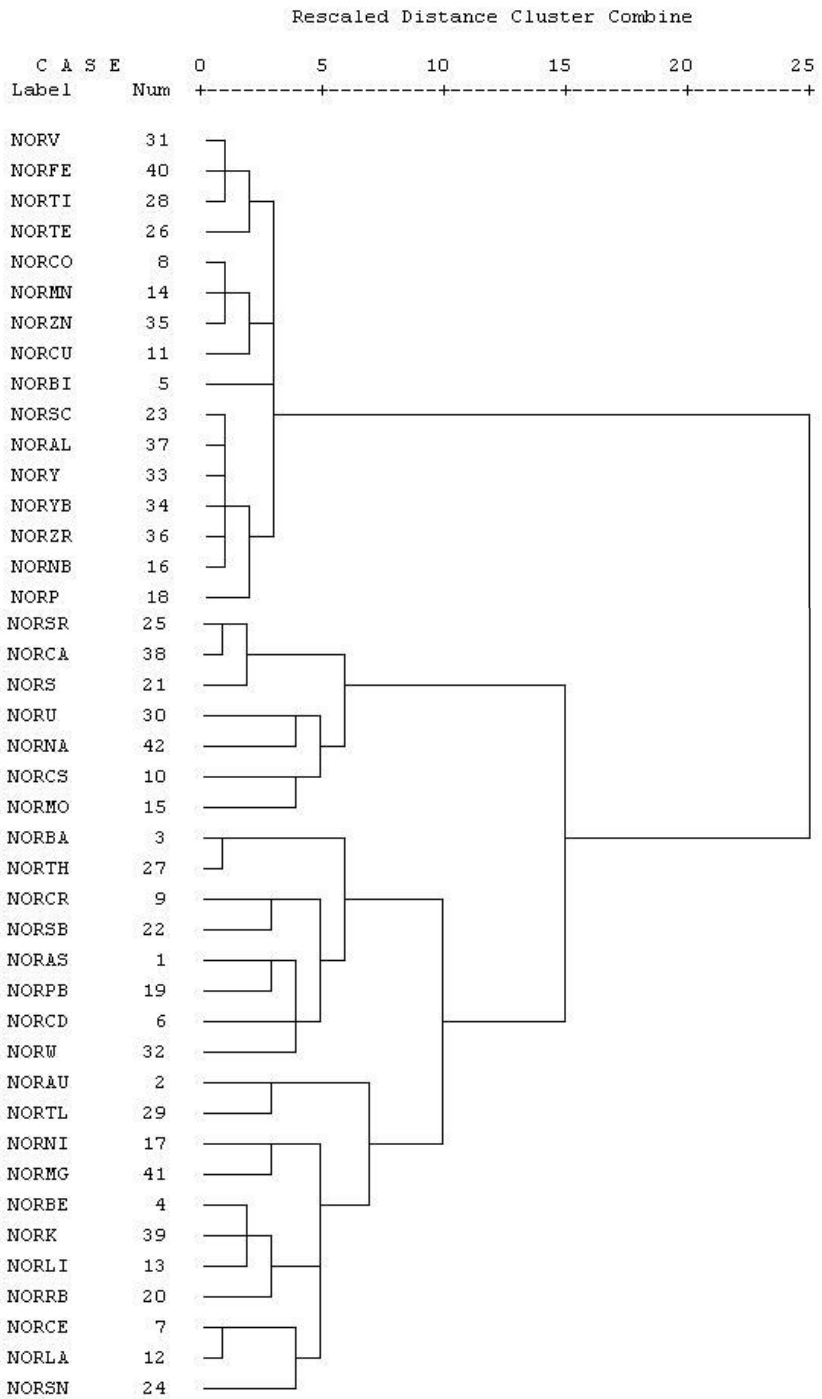
گروه چهارم: شامل عناصر (Au,Tl),(Ni,Mg,Be,K,Li,Rb,Ce,La,Sn)

در این محدوده تنوعی از سنگهای رسوبی(شیمیایی، تبخیری و تبخیری)، ولکانیکهای اسیدی، حدواسط و بازیک رخنمون داشته ودر حوضه آبریزغالب نمونه‌ها، بیش از یک سنگ وجود دارد. این ناهمگنی سنگ بالادست موجب ناهمگنی در آنالیز خوشه‌ای گردیده و در برخی از خوشه‌ها عناصر نامتجانس در کنار هم قرار گرفته‌اند. علیهذا بطور اجمالی می‌توان چنین تفسیر نمود که:

- در گروه اول، بویژه همبستگی عناصرV,Ti,Fe دیده می شود که غالباً مرتبط با ولکانیکهای حدواسط تا بازیک بوده و همچنین ارتباط زیر خوشه عناصر معدنی Co,Mn,Zn,Cu با عناصر لیتولوژیک این گروه شاید بیانگر وابستگی این گروه به لیتولوژی خاصی از منطقه(سنگهای ولکانیکی محدوده) باشد. با توجه به لیتولوژی مذکور، این خوشه بیشتر به برگه کمانه یوسف ارتباط دارد.

* * * * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * * * * *

Fig6-1:Dendrogram using Ward Method



- گروه دوم ارتباط با واحدهای گچ، مارن، سیلتستون بخش جنوبی محدوده دارد که که لحاظ لیتولوژی از بخش میانی و جنوبی تفاوت زیادی دارد. وجود آنومالی Mo,U در کنار Sr,Ca در این واحدهای صحت این خوشه را از لحاظ پاراژنتیک نشان می دهد. این گروه ارتباط با زمین شناسی برگه پیش رباط و نیمه جنوبی برگه کمانه یوسف داشته و آنومالی های آن نیز غالباً در این قسمت دیده می شود.

- در گروه سوم، پاراژنزی از عناصر معدنی که گاهاً نامتجانس نیز می باشند دیده می شود. البته همبستگی برخی از این عناصر مانندBa,Th در آنالیز فاکتوری هم مورد تایید قرار گرفته است.

- گروه چهارم به نظر لیتولوژیک بوده و بیشتر مرتیط با واحدهای شیل و ماسه سنگ بخش میانی و شمالی برگه کمانه یوسف دارد.

بطورکلی ازاین آنالیز خوشه‌ای می‌توان چنین برداشت نمود که:

- کانه زایی عناصر معدنی در گروه اول در صورت وجود درگیر با لیتولوژی خاص(ولکانیکها) می باشد.

- کانه زایی عناصرMo,Uدر صورت وجود در ارتباط با واحد تبخیری- رسوبی جنوب محدوده می باشد؟(برگه پیش رباط)

- گروه سوم باوجود استقلال نسبی باز مانند گروه اول ارتباط کلی با گروه لیتولوژیک چهارم دارد اما بدلیل تنوع واحد سنگی توضیح بیشتر در این مورد با خطا همراه می گردد.

- جداشدن عناصری مثل Au,Sn از عناصر معدنی دیگر و ارتباط با یکسری عناصر لیتولوژیک در گروه چهارم کانه زایی این عناصر را یا مردود و یا درگیر با لیتولوژی خاصی درمحدوده می کند که البته این احتمال ضعیف می باشد.

۳-۲- 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. به همین خاط است که ارتباط پاراژنتیک برخی عناصر حذف می گردد چون از اهمیت کمتری برخورداراست. در اینصورت می‌توان با حداقل تعداد متغیرهای فاکتوری، حداکثر تغییرپذیری[1] بین داده‌ها را توجیه کرد و سهم نسبی هریک‌از متغیرهای فاکتوری را در توجیه تغییرپذیری مشخص نمود. جدول زیر تحت عنوان Total variance Explained مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل محاسبه‌شده و سپس مقادیر بزرگتراز ۱/۵ (۶مقدار) استخراج و دوران داده شده‌اند. بر اساس جدول۶-۱(جدول زیر) بیشترین مقادیر ویژه(واریانس) مربوط به مؤلفه‌های اول و دوم به ترتیب با درصد تغییرپذیری ۳۴/۸و ۹/۲ می‌باشد. این ۶ فاکتور جمعاً حدود ۷۰٪ واریانس را به خود اختصاص می‌دهند.

[1] Variance

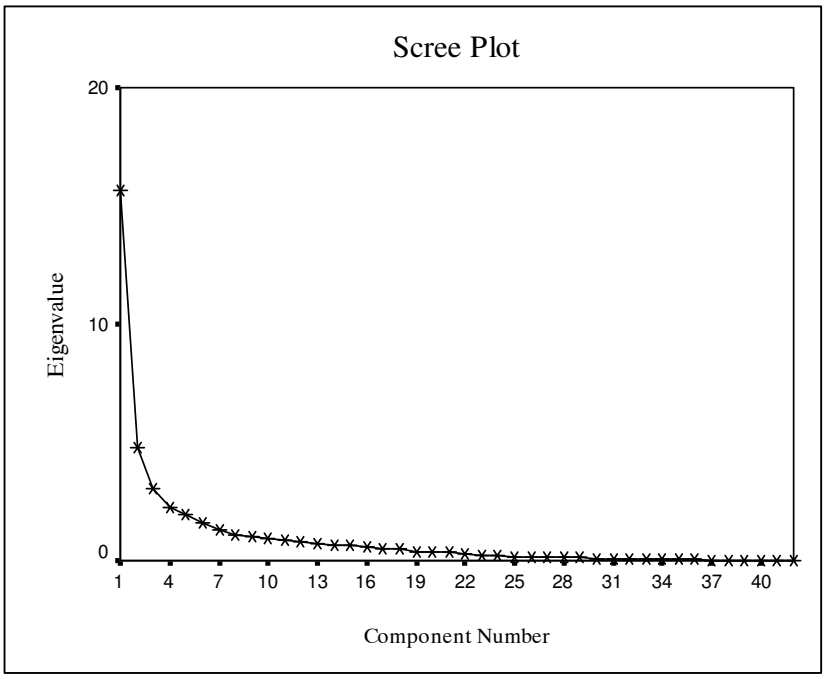
Total Variance Explained

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	15.660	37.286	37.286	15.660	37.286	37.286	14.634	34.843	34.843
2	4.763	11.341	48.627	4.763	11.341	48.627	3.864	9.199	44.042
3	3.064	7.295	55.922	3.064	7.295	55.922	3.381	8.050	52.092
4	2.228	5.305	61.227	2.228	5.305	61.227	2.569	6.118	58.210
5	1.944	4.630	65.857	1.944	4.630	65.857	2.544	6.058	64.267
6	1.621	3.859	69.716	1.621	3.859	69.716	2.288	5.449	69.716
7	1.280	3.048	72.764						
8	1.052	2.504	75.268						
9	.983	2.340	77.607						
10	.962	2.290	79.898						
11	.840	2.001	81.898						
12	.772	1.839	83.737						
13	.743	1.768	85.506						
14	.686	1.633	87.138						
15	.624	1.486	88.625						
16	.571	1.360	89.985						
17	.529	1.259	91.244						
18	.476	1.134	92.378						
19	.396	.942	93.320						
20	.359	.856	94.176						
21	.337	.802	94.978						
22	.311	.740	95.718						
23	.224	.533	96.251						
24	.208	.496	96.747						
25	.172	.410	97.158						
26	.167	.398	97.555						
27	.143	.341	97.896						
28	.128	.305	98.201						
29	.111	.265	98.465						
30	.101	.240	98.705						
31	9.583E-02	.228	98.933						
32	8.240E-02	.196	99.129						
33	7.710E-02	.184	99.313						
34	6.731E-02	.160	99.473						
35	5.623E-02	.134	99.607						
36	4.003E-02	9.531E-02	99.702						
37	2.965E-02	7.060E-02	99.773						
38	2.739E-02	6.522E-02	99.838						
39	2.466E-02	5.871E-02	99.897						
40	2.351E-02	5.597E-02	99.953						
41	1.577E-02	3.755E-02	99.990						
42	4.058E-03	9.662E-03	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

نمودار صخره‌ای[۲](شکل زیر) ، مقادیر ویژه محاسبه‌شده را که بر حسب اهمیت از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ردیف شده‌اند، نمایش می‌دهد.

[2] Scree Plot



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 عناصر مربوط به هر فاکتور در جدول۶-۲ (جدول زیر) مشخص شده است.

جدول٦-٢: جدول فاکتورهای مختلف استخراج شده با سهم واریانس بالا به همراه عناصر مربوطه

Rotated Component Matrix						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
FE	0.94	-0.12	-0.04	0.02	0.06	0.21
TI	0.93	-0.05	-0.04	-0.10	-0.05	0.25
YB	0.92	0.22	-0.01	-0.05	0.10	0.11
V	0.92	-0.18	0.01	-0.05	0.01	0.23
ZR	0.92	0.21	0.07	-0.18	0.07	0.05
NB	0.90	0.21	0.08	0.13	-0.18	0.01
SC	0.89	0.30	-0.10	0.04	0.02	-0.02
P	0.87	0.04	0.14	-0.21	-0.02	-0.05
CO	0.87	0.03	-0.19	0.29	0.13	-0.05
ZN	0.86	0.00	-0.12	0.11	0.32	0.03
AL	0.85	0.38	-0.09	-0.06	0.10	-0.06
Y	0.85	0.42	-0.04	-0.14	0.06	0.07
MN	0.84	0.05	-0.21	0.19	0.05	0.21
TE	0.78	-0.23	-0.04	0.03	0.10	0.07
TL	-0.77	0.26	0.07	0.10	0.09	-0.16
CU	0.65	0.04	-0.13	0.37	0.24	-0.25
LI	0.62	0.45	-0.06	0.18	0.21	-0.21
BI	0.57	0.05	-0.13	0.14	0.11	0.07
K	0.57	0.45	-0.15	-0.05	0.31	-0.10
CR	0.46	-0.36	-0.14	0.42	-0.25	0.38
LA	-0.01	0.81	-0.34	-0.07	0.07	0.17
CE	0.45	0.72	-0.15	-0.08	0.02	0.21
SN	-0.06	0.60	-0.07	0.07	-0.04	0.02
MG	0.40	0.55	0.23	0.33	-0.39	-0.26
BE	0.36	0.49	-0.49	0.15	0.41	-0.18
SR	-0.10	-0.30	0.85	-0.08	-0.09	0.07
CA	-0.20	-0.08	0.83	-0.08	-0.04	-0.08
S	-0.49	-0.12	0.69	0.24	-0.08	-0.08
U	0.17	-0.01	0.47	-0.18	-0.08	-0.05
NI	0.22	0.20	-0.33	0.78	-0.08	-0.22
AS	-0.26	-0.03	-0.06	0.63	0.43	0.02
CD	-0.02	0.00	0.10	0.46	0.13	0.12
SB	0.09	-0.04	-0.20	0.42	-0.05	0.41
AU	-0.24	0.39	-0.31	0.42	0.20	-0.20
RB	0.33	0.23	-0.31	-0.07	0.61	-0.01
PB	0.31	-0.11	-0.19	0.30	0.61	0.26
NA	0.38	0.08	0.27	-0.13	-0.45	0.12
MO	-0.01	-0.05	0.33	0.04	0.35	0.01
W	0.15	0.06	0.00	0.07	0.30	0.04
BA	0.22	-0.14	0.03	-0.01	0.29	0.78
TH	0.15	0.32	0.16	0.05	0.42	0.69
CS	-0.04	-0.13	0.06	0.00	0.19	-0.36

در نهایت پس از انجام آنالیز فاکتوری طبق جدول فوق۶ فاکتور معرفی گردید که به شرح زیر است.

فاکتور اول: عناصر Fe,Ti,Yb,V,Zr,Nb,Sc,P,Co,Zn,Al,Y,Mn,Te,Cu,Li,Bi,K,Cr

فاکتور دوم: شامل عناصر La,Ce,Sn,Mg,Be

فاکتور سوم: شامل عناصر Sr,Ca,S,U

فاکتور چهارم : شامل عناصر Ni,As,Cd,Sb,Au

فاکتور پنجم : شامل عناصر Rb,Pb,(Mo,W)

فاکتور ششم : شامل عناصر Ba,Th

فاکتوراول، تقریباً عناصر لیتولوژیک گروه اول آنالیز خوشه‌ای بوده که همچنانکه گفته شد بیشتر در ارتباط با سنگهای ولکانیک حدواسط تا بازیک می‌باشد.همبستگی عناصر معدنی Co,Zn,Mn,Cu,Bi,Cr با عناصر لیتولوژیک این گروه از اهمیت کانه زایی این عناصر کم می کند.(رخنمون این لیتولوژی در برگه کمانه یوسف می باشد)

با توجه به اینکه فاکتورهای اول و دوم که سهم واریانس بیشتری نیز به خود اختصاص می دهند غالباً مرتبط با مولفه های سن ژنتیک منطقه می باشند، در ترسیم نقشه های فاکتوری، فاکتورهای ۳،۴،۵و۶ که غالباً با عناصر معدنی در ارتباط است، استفاده گردید و آنومالی های آنها در مراحل بعدی مورد بررسی قرار گرفت.

٤- ترسیم نقشه متغیرهای ژئوشیمیایی

برای ترسیم نقشه ها به روش تخمین شبکه ای، ابتدا داده های خام و شاخص غنی شدگی ۴۲ متغیر ژئوشیمی به روش سه پارامتری درمحیط SPSS نرمال شده و براساس درصد فراوانی ، رنگ آمیزی نقشه ها صورت گرفت و در نهایت ۲/۵٪ فراوانی بالای هر عنصر به عنوان آنومالی لحاظ و در نقشه آنومالی ژئوشیمیایی نهایی به منظور کنترل آنومالی نمایش داده شد. همچنین مقادیر فاکتورهای ۳،۴،۵ و۶ نیز به نقشه درآمد. در صفحات بعد، نقشه ۱۶ عنصر معدنی به همراه ۴ فاکتور آمده است. با توجه به اینکه تخمین هر عنصر بصورت یکجا با برگه کمانه یوسف انجام گردیده(بدلیل تعداد کم نمونه های این برگه و پردازش یکجا برروی جامعه ۲۸۶ نمونه) بجز متغیرهای Mo,Sr,Zn,F3 بقیه متغیرها دارای آنومالی درجه اول و دوم(رنگ قرمز و بنفش) نبوده، به همین خاطر صرفاً نقشه آنها نمایش شده است وجدول شرح آنومالی مربوط به متغیرهای دارای آنومالی (۴ متغیر ذکر شده) قبل از نقشه آنها آورده شده است. برای رنگ‌بندی نقشه‌ها، از مقادیر درصد فراوانی طبق جدول ۶-۳ استفاده گردید. مقادیر خام مربوط به هر عنصر به عنوان معیاری جهت بررسی پتانسیل منطقه و نیز ملاک رنگ آمیزی نقشه ها در این جدول آمده است (مقدار طلاppb و بقیه عناصر ppm می باشند). عناصر با داده کافی از ۵ رنگ قرمز، بنفش، زرد، سبز و آبی استفاده گردید.

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

- نقشه متغیرهای ژئوشیمیایی کانسارساز ۶-۱تا۶-۱۶

- نقشه فاکتورهای مرتبط با عناصر کانسارساز ۶-۱۷ تا۶-۱۸

- نقشه ۱٪ فراوانی بالای کلیه عناصر و فاکتورها ۶-۱۹

همچنانکه گفته شد، شرح ناهنجاری‌های درجه اول و دوم(۲/۵ درصد بالای فراوانی) ی عناصر دارای آنومالی در جدول شرح آنومالی قبل از نقشه آن آمده است. در این جدول، مشخصات کلی هر محدوده آنومالی از قبیل درجه آنومالی، موقعیت جغرافیایی، مساحت محدوده آنومال، شماره نمونه ژئوشیمیایی آنومالی به همراه عیار خام، عناصر آنومالی همراه، ناهنجاری کانی سنگین محدوده و لیتولوژی محدوده آورده شده است.