

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی معدن و ژئوفیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد اکتشاف معدن

**عنوان:**

جداسازی جوامع آنومال ژئوشیمیایی از زمینه در بر گه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ گزیک با

استفاده از روشهای هندسه فرکتال و منطق فازی

**گردآورنده:**

آرش ارفعی

**استاد راهنما:**

دکتر رضا کاکائی

**استاد مشاور:**

مهندس رامین هندی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به پدر و مادر گرانقدرم

## تقدیر و تشکر:

در ابتدا لازم می‌دانم از زحمات و راهنمائیهای استاد گرانقدر جناب آقای دکتر کاکائی در طول دوران تحصیل و انجام این پایان نامه تشکر و قدردانی به عمل بیاورم.

همچنین از زحمات آقای مهندس رامین هندی و دوست و همکار گرامی آقای مهندس بهرام

ابوالقاسمی تشکر فراوان بعمل می‌آورم.

**Abstract:**

Nowadays, the geochemical stream Sedimentary method is one of the most important methods in the regional explorations. this project referes to the Gazik 1:100000 sheet. Gazik is located in the 100km east of Birjand and near the Afghanistan Border. In this field they have got 525 Geochemical samples (-80 mesh fraction ) that only 513 number of them have been used because of some limitations such as analysis accuracy.

Used data have been analyzed by the portable XRF for the 23 elements and the 7 oxides; some of them have fix quantity because of limitation of this system.

There are different methods for geochemical anomalies separation and increasing anomalies each of them has some exact advantages and disadvantages. According to the fractal feature of the distribution of the elements in the nature, using of some methods, which are based on fractal techniques, is very common in geochemical separation. Therefore the Consistence-Area (C-A) method has been used to estimate the threshold limit and anomaly limit for the Gazik sheet in this project. Then acquired threshold has been compared with the one, which was estimated by the statistical method. At last they have been compared with each other as anomaly plans. As the effect of the existent rocks in this area and the other regional factors (like region's Morphology, the probable error of the geological maps...) have influence on the anomalies of the region, therefore the fuzzy cluster method has been used to omit these effects.

So a computer program was provided for the classification of the available samples in the region by the use of C<sup>++</sup> programming language.

In this method the centroid and the each sample membership degrees in each cluster determined by considering the Oghlidos distance between the samples in the nD space.

The effects of hidden structures in the data cab be decreased (the effect of upstream rock types and the regional effects) regarding to centroid of cluters and membership degrees of each sample.

After omission of the effects of hidden structures , the enrichment index has been estimated for the samples . Consequently the anomaluse area were determined for the selected elements and the results were finally shown as a geochemical maps.

## چکیده:

امروزه روش ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای یکی از مهمترین روشها در اکتشافات ناحیه‌ای می‌باشد. پروژه حاضر مربوط به برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک حدود ۱۰۰ کیلومتری شرق بیرجند و نزدیکی مرز افغانستان واقع شده است می‌باشد. به همین منظور در این منطقه ۵۲۵ نمونه ژئوشیمی (جزء ۸۰- مش) برداشت گردیده که تنها ۵۱۳ عدد آنها به علت محدودیت داده‌ها از لحاظ صحت مختصات و یا صحت آنالیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. داده‌های مورد استفاده توسط دستگاه XRF پرتابل برای ۲۳ عنصر و ۷ اکسید مورد آنالیز قرار گرفته‌اند که تعدادی از آنها به علت محدودیت این دستگاه برای آنالیز آنها مقدار ثابتی داشتند.

برای جدا سازی آنومالیهای ژئوشیمیایی و تقویت آنها از روشهای متعددی می‌توان استفاده کرد. که هر یک دارای مزایا و یا معایب خاصی هستند. با توجه به ماهیت فراکتالی توزیع عناصر در طبیعت استفاده از روشهایی که بر اساس تکنیک‌های فراکتالی بنا شده‌اند در تفکیک جوامع ژئوشیمیایی کاربرد زیادی یافته‌اند. از اینرو روش مساحت - غلظت (C-A) برای محاسبه حد آستانه‌ای و آنومالی برای داده‌های برگه گزیک در این پروژه مورد استفاده قرار گرفته است و با حدود آستانه‌ای بدست آمده از روشهای آماری مورد مقایسه قرار گرفته است. در نهایت نتایج بصورت نقشه‌های آنومالی با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

همچنین از آنجا که اثر سنگهای موجود در منطقه و عوامل ناحیه‌ای دیگر (مانند مورفولوژی منطقه، خطای احتمالی نقشه‌های زمین شناسی و...) نیز در منطقه مؤثر می‌باشند لذا برای این منظور روش دسته بندی فازی احتمالی، برای حذف این اثرات استفاده شده است. برای این منظور با

استفاده از زبان برنامه نویسی C<sup>++</sup> برنامه‌ای برای دسته بندی نمونه‌های موجود در منطقه تهیه گردید. در این روش با توجه به فاصله اقلیدسی بین نمونه‌ها در فضای  $n$ -بعدی ، مراکز دسته‌ها و درجه عضویت هر نمونه در هر دسته تعیین می‌گردد. با توجه به مراکز دسته‌ها و درجات عضویت می‌توان ساختارهای نهفته موجود در داده‌ها (اثرات سنگ بالا دست و اثرات ناحیه‌ای) را حذف نمود و پس از حذف این اثرات ، شاخص غنی شدگی برای نمونه‌ها محاسبه گردید و نمونه‌های آنومال مشخص و نتایج بصورت نقشه آورده شده است.



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۶	۳-۴-محاسبه خطای آنالیزهای شیمیایی .....
۳۰	فصل چهارم .....
۳۰	اصول روش فراکتالی برای جداسازی جوامع آنومالی از زمینه .....
۳۲	۴-۲- روشهای تعیین بعد فراکتالی .....
۳۳	۴-۳- محاسبه بعد جعبه ای .....
۳۶	۴-۴- مدلهای فراکتالی متداول .....
۳۶	۴-۴-۱- مدل تعداد - اندازه .....
۳۹	۴-۴-۲- مدل محیط - مساحت .....
۴۱	۴-۴-۳- مدل مساحت - عیار .....
۴۲	۴-۵- ماهیت فراکتالی داده های ژئوشیمیایی .....
۴۴	۴-۶- حد آستانه .....
۴۵	۴-۷- روشهای تخمین حد آستانه .....
۴۶	۴-۷-۱- روشهای تجربی .....
۴۶	۴-۷-۲- تکنیکهای مدل پایه دلخواه .....
۴۷	۴-۷-۳- تکنیکهای مدل پایه شیء گرا .....
۵۰	۴-۸- مدلهای مولتی فراکتالی و فراکتالی جهت جدایش آنومالی ژئوشیمیایی .....
۵۲	فصل پنجم .....
۵۲	آماده سازی داده ها برای تحلیل فراکتالی و تعیین حد آستانه متغیرها .....
۵۲	۵-۱- مقدمه: .....
۵۶	۵-۲- تکنیک تخمین شبکه ای .....
۶۰	۵-۳- تخمین شبکه ای توسعه یافته .....
۶۵	۵-۴- تعیین حد آستانه به روش فراکتالی .....



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ششم	۸۲
اصول روش دسته بندی فازی در جداسازی جوامع آنومالی از زمینه	۸۲
۶-۱- مقدمه	۸۲
۶-۲- اصول و کاربرد روش فازی (FCM)	۸۴
۶-۲-۱ دسته بندی احتمالی	۸۶
۶-۲-۲ دسته بندی مکانی	۸۷
فصل هفتم	۱۰۷
جمع بندی و معرفی مناطق آنومال	۱۰۷
۷-۱ جمع بندی و معرفی مناطق آنومال	۱۰۷
۷-۲ نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۰۹
فهرست منابع و مراجع	۱۱۰
ضمائم	۱۱۱

## فهرست اشکال و نقشه‌ها

صفحه

عنوان

- شکل (۱-۱): موقعیت جغرافیایی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک در نقشه ایران..... ۴
- نقشه زمین شناسی گزیک و راهنما (مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)..... ۲۱
- نقشه (۱-۳): نقاط نمونه برداری شده در برگه گزیک..... ۲۹
- شکل (۱-۴): تصاویر منحنی فن کخ و شبکه‌های مختلف با مش متفاوت..... ۳۵
- شکل (۲-۴): استفاده از روش شمارش جعبه‌ای در مورد ساختار نامنظم..... ۳۶
- شکل (۳-۴)..... ۳۸
- شکل (۱-۵) : هیستوگرام معرف دو جامعه ، محدوده خطاهای قبول و پرش..... ۵۴
- شکل (۲-۵): تخمین با روش عکس فاصله..... ۵۵
- شکل (۳-۵): مشخص کردن حوضه آبریز توسط قطاعی از دایره..... ۵۷
- شکل (۴-۵) : مشخصات هندسی قطاع..... ۵۸
- شکل (۵-۵) : نمایش حوضه آبریز توسط چند ضلعی (پلی‌گون)..... ۶۰
- شکل (۶-۵) : مقادیر تخمینی به روش تخمین شبکه‌ای توسعه یافته..... ۶۳
- شکل (۷-۵) مناطقی که در تخمین شبکه‌ای بوسیله قطاع ایجاد خطا می‌نمایند..... ۶۴
- شکل (۸-۵): نمودار غلظت- مساحت داده‌های خام عناصر کبالت\_کروم..... ۷۳
- شکل (۹-۵): نمودار غلظت- مساحت داده‌های خام عناصر نیکل\_زیرکیم..... ۷۴
- شکل (۱۰-۵): نمودار غلظت- مساحت داده‌های خام عناصر آنتیموان\_قلع..... ۷۵
- شکل (۱۱-۵): نمودار غلظت- مساحت داده‌های خام عناصر استرانسیم\_باریم..... ۷۶
- شکل (۱۲-۵): نمودار غلظت- مساحت داده‌های خام عناصر سرب-روی..... ۷۷
- شکل (۱۳-۵): نمودار غلظت- مساحت داده‌های خام عنصر نقره..... ۷۸
- نقشه (۱-۵): پلی‌گونهای استفاده شده در تخمین شبکه‌ای..... ۷۹
- نقشه (۲-۵): محدوده آنومالیهای بدست آمده داده‌های خام با روشهای آماری..... ۸۰
- نقشه (۳-۵): محدوده آنومالیهای بدست آمده داده‌های خام با روشهای آماری..... ۸۱
- نقشه (۴-۵): محدوده آنومالیهای بدست آمده داده‌های خام با روشهای فراکتالی..... ۸۲
- شکل (۱-۶) مقایسه ای میان دسته بندی معمولی و دسته بندی فازی..... ۸۵

## فهرست اشکال و نقشه‌ها

عنوان	صفحه
شکل (۶-۲) درجات عضویت نقاط مشخص شده، در دسته بندی احتمالی	۸۶
شکل (۶-۳): الگوهای نرمال شده عناصر در میانگین ۱۰ دسته	۹۶
شکل (۶-۴): فراوانی تجمعی واریانس توانهای ۱/۱ و ۱/۹	۹۷
شکل (۶-۵): واریانسهای تخصیص بدست آمده با روش دسته بندی فازی	۹۸
شکل (۶-۶): مقادیر باقیمانده برای ۳ عنصر انتخاب شده در منطقه مورد مطالعه پس از دسته بندی	۹۹
شکل (۶-۷): فراوانی تجمعی واریانسهای تخصیص در منطقه مورد مطالعه پس از دسته بندی	۱۰۰
نقشه (۶-۱): محدوده آنومالیهای بدست آمده داده‌های شاخص غنی شدگی با روشهای فازی	۱۰۵
نقشه (۶-۲): محدوده آنومالیهای بدست آمده داده‌های شاخص غنی شدگی با روشهای فازی	۱۰۶

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۸.....	جدول ۱-۲: واحدهای سنگی موجود در برگه گزیک.....
۱۹.....	جدول ۲-۲: واحدها و علامتهای اختصاری واحدهای زمین شناسی برگه گزیک.....
۳۴.....	جدول ۱-۴: میزان تغییر مقیاس شبکه و تعداد سلولهایی که منحنی را می پوشانند.....
۴۳.....	جدول ۲-۴: مثالهایی از فرآیندهای بوجود آورنده و الگوهای پراکندگی ژئوشیمیایی.....
۴۳.....	جدول ۳-۴: مثالهایی از عوارض ژئوشیمیایی در مقیاسهای متفاوت.....
۷۸.....	جدول ۱-۵: مقایسه حد آستانه‌های بدست آمده با استفاده از روشهای فرکتال و آماری.....

## فصل اول

### مقدمه

#### ۱-۱- مقدمه

اکتشافات ناحیه‌ای در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در زمره عملیات اکتشافی زیر بنایی به حساب می‌آید که هدف آن شناخت نواحی با پتانسیل مصرفی است. برای نیل به این اهداف، از روش‌های مختلف ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و اطلاعات ماهواره‌ای می‌توان بهره برد. نقشه برداری ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای نیز، یکی از این روش‌هاست که می‌تواند با نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای انجام پذیرد.

#### ۱-۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای

به‌طور تجربی ثابت شده است که رسوبات آبراهه‌ای (عموماً جزء ۸۰- مش) می‌تواند در اکتشافات کوچک مقیاس ناحیه‌ای (۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰) بسیار مفید واقع شود. نتایج حاصل از این بررسی‌های اکتشافی می‌تواند در تحلیل ایالات ژئوشیمیایی و شناخت الگوهای ژئوشیمیایی ناحیه‌ای و همچنین نواحی‌ای که در آنها احتمال کشف نهشته‌های کانساری بیشتر می‌باشد، بسیار مؤثر واقع می‌شود. علاوه بر کاربردهای مستقیم ذکر شده، نقشه‌های ژئوشیمیایی و رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند کاربردهایی در زمینه کشاورزی و محیط زیست داشته باشد. بدیهی است که اهداف اکتشافی این نوع بررسی‌ها با اهدافی نظیر تشخیص الگوهای ناحیه‌ای، برای توزیع عناصر متفاوت است و بدین جهت باید برای هر منظوری از روش مناسب با آن استفاده کرد.

در مورد اول که هدف کشف آنومالی در هاله‌های ثانوی است، باید از تکنیک‌های آماری‌ای استفاده کرد که اختلاف بین مقادیر آنومالی و روندهای ناحیه‌ای را به حداکثر مقدار خود برساند و در نتیجه بتوان از طریق شدت بخشی آنومالی‌ها، به شناسایی هر چه دقیق‌تر آنها پی برد. در حالت دوم چون هدف دستیابی به روندهای ناحیه‌ای است، باید از تکنیک‌های آماری استفاده نمود که اثرگذاری آنومالی‌ها در روندهای ناحیه‌ای به حداقل مقدار خود برساند. چگالی نمونه‌برداری در این حالت یک نمونه برای چند کیلومتر مربع است که توسط سقف بودجه کنترل می‌شود

پروژه حاضر بخشی از طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک می‌باشد که در محدوده برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک (Gazik) انجام می‌پذیرد.

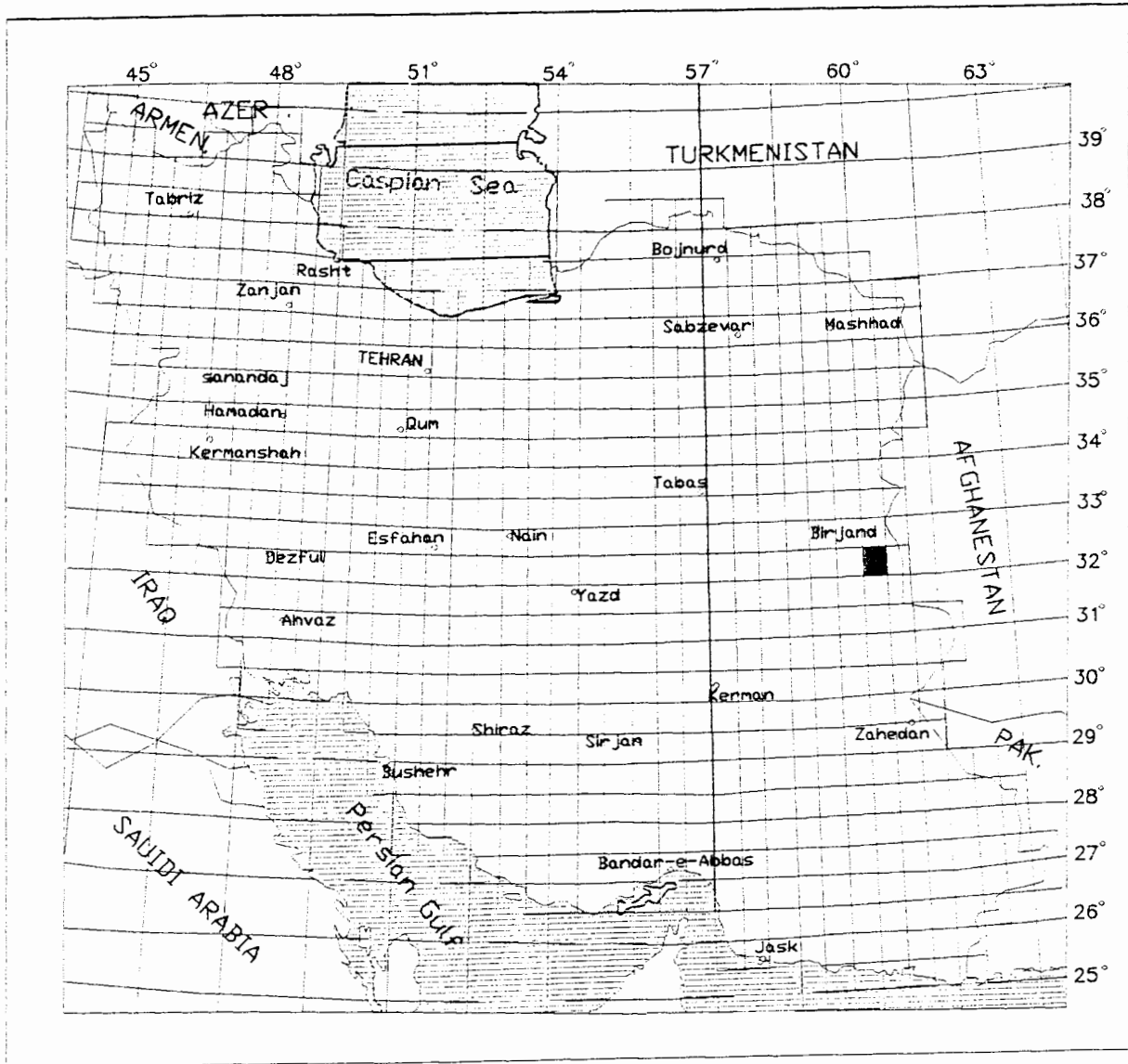
### ۱-۳- اطلاعات اولیه موجود

- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه شامل چهارگوش‌های ۱- آواز ۲- خوشاب ۳- دستگرد ۴- اسدآباد
- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک که در پایان فصل ۲ آمده است.
- آنالیز نمونه‌های برداشت شده توسط شرکت BRGM فرانسه
- نتایج این آنالیزها توسط دکتر دانشفر از طرف سازمان زمین‌شناسی مورد تحلیل‌های آماری قرار گرفته بوده است، اما در حال حاضر اطلاعات کافی در دست نمی‌باشد.

### ۱-۴- موقعیت جغرافیایی و آب‌وهوایی منطقه

منطقه مورد مطالعه بین طول جغرافیایی  $60^{\circ}00'$  تا  $60^{\circ}30'$  و همچنین عرض جغرافیایی

# GEOGRAPHIC LOCATOR MAP



شکل (۱-۱): موقعیت جغرافیایی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ گزیک در نقشه ایران

## ۱-۵- اهداف پایان نامه

با توجه به در دسترس نبودن گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی مناسب از منطقه تصمیم گرفته شد تا با استفاده از آنالیز نمونه‌های برداشته شده از منطقه و با استفاده از روشهای آماری و همچنین روشهای نوین مانند هندسه فرکتال و دسته بندی فازی آنومالیهای موجود در منطقه را شناسایی و از زمینه عناصر جدا نموده و با یکدیگر مورد مقایسه قرار داد تا هم بتوان گزارش مناسبی از منطقه بدست آورد و هم کارایی روشهای نام برده مورد امتحان قرار گیرد.

## ۱-۶- سازمان دهی پایان نامه

بقیه فصول این پایان نامه به شرح ذیل سازمان دهی شده است.

فصل دوم: زمین شناسی منطقه و واحدهای سنگی موجود در منطقه و سن آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

فصل سوم: اشاره مختصری به نحوه طراحی و نمونه برداری ژئوشیمیایی و همچنین کنترل خطای موجود در آنالیز نمونه‌ها دارد (جهت اطلاعات بیشتر).

فصل چهارم: شامل اشاره‌ای به اصول و کلیات هندسه فرکتال می‌باشد.

فصل پنجم: نحوه آماده سازی داده‌ها برای به کار بردن هندسه فرکتال می‌باشد و عملیات انجام شده بر روی داده‌ها برای به کار گیری این روش مانند تخمین شبکه‌ای و ... در این فصل آمده است.

فصل ششم: شامل اصول و کلیات روش دسته بندی فازی نمونه‌های موجود در منطقه برای بدست آوردن میزان عضویت هر نمونه به یکی از جوامع سنگی منطقه و در نهایت محاسبه شاخص غنی شدگی



حذف اثر این سنگها بر روی مقدار زمینه هر عنصر اعمال می‌نماید. و در نهایت نتایج بصورت نقشه در پایان فصل آمده است.

فصل هفتم: شامل مقایسه نتایج کلی بدست آمده از روشهای مختلف و مقایسه آنها با هم و طرح پیشنهاداتی برای بهبود نحوه استفاده و نتیجه گیری از روشها و ابزارهای موجود می‌باشد.

## فصل دوم

### کلیات زمین شناسی منطقه گزیک

#### ۱-۲- زمین شناسی گزیک

برگه گزیک از واحدهای سنگی مختلفی تشکیل شده است که سن قدیمی ترین این سنگها، کرتاسه پایینی وجوان ترین این سنگها مربوط به پلیوسن-کورتورنر می باشد. این منطقه را می توان به دو واحد دگرگونی (متامورفیک) تقسیم کرد. در غرب؛ فلیش های کرتاسه که توسط لاوهای الگیوسن، میوسن-کواترنری به ضخامت متوسط ۱۶۰۰ متر پوشیده شده است. در شرق، لایه هایی از سنگ آهگهای دگرگونی تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر (کوه رضا، کوه کمرزری و...) وجود دارد. در بعضی از قسمت های غربی، افیولیتها با قسمتهایی از سنگ های متامورفیک همراهند و رخنمون هایی را تشکیل می دهند که به آنها کالرد ملانژ می گویند. به ضرر محلی، آنها به صورت بلوک هایی با اندازه کوچک با سنگ های رسوبی که آنها را احاطه کرده اند، پیدا می شوند.

سکانس های زمین شناسی منطقه عبارتند از:

- سکانس افیولیتی
- سکانس ماگمایی و لکانیک اولترامافیک و مافیکی
- سکانس ماگمایی و لکانیک و آذرآوری حد واسط تا اسیدی
- سکانس ماگمایی پلوتونیک مافیک تا حد واسط
- سکانس رسوبی - شیمیایی

- سکانس رسوبی - آواری

## ۱-۱-۲- سکانس افیولیتی

این سکانس شامل واحدهای سنگی زیر می‌باشد:

**ub, gb, d, tb, r, amgl, lv**

- واحد **ub** (سنگهای اولترا بازیکی، لرزولیت تا هارزبورژیت مقداری سرپانتینیزه شده):

امتداد آن شمالی-جنوبی بوده و از مرکز به سمت جنوب منطقه رخنمون دارد که در قسمت غربی کوه‌های کمرزری و کوه رضا واقع شده‌اند. مقداری هم با همان امتداد از مرکز به سمت شمال منطقه در قسمت غربی کوه‌های شکوه کافری رخنمون دارد. سن این واحد کرتاسه می‌باشد. کوه کمرسیاه در داخل این واحد واقع شده است. تعدادی معدن منیزیم در اطراف این واحد وجود دارد.

- واحد **gb** (گابرو): قسمت عمده این واحد هم امتداد واحد **ub** و در قسمت غربی آن (غرب

کوه کمرسیاه) رخنمون دارد. قسمتی هم از این واحد در شمال منطقه در اطراف روستای گزیک وجود دارد. چند معدن فعال و غیر فعال منیزیم در اطراف این واحد وجود دارد. سن این واحد به کرتاسه بالایی برمی‌گردد.

- واحد **d** (دیاباز، میکروگابرو): این واحد متعلق به کرتاسه بالایی می‌باشد. دارای رخنمون

کمی بوده و به صورت پراکنده در منطقه وجود دارد. این واحد در مجاورت واحد گابرویی می‌باشد.

- واحد **tb** (بازالت و توفهای بازیکی): این واحد نیز متعلق به کرتاسه بالایی می‌باشد. دارای

رخنمون کمی بوده که مقداری از آن در شرق و شمال شرقی کوه کمزری (شرق روستای

حسین‌آباد) و قسمتی هم در قسمت شمال منطقه در نزدیکی روستای گریک می‌باشد.

- واحد **r** (رادیولاریت، ژاسپر): این واحد در برگه خوشاب در نزدیکی روستای سولابست

رخنمون دارد. این واحد توسط آمفیبولیت و شیستهای گلوکوفان-آلبیت احاطه شده است. سن این

واحد کرتاسه بالایی است.

- واحد **amgl** (شیست، گلوکوفان-آلبیت آمفیبولیت، پارازینیت): این واحد هم در قسمت

جنوب غربی برگه خوشاب و هم در قسمت شمال غربی و غرب برگه آواز رخنمون دارد. این

واحد نشان‌دهنده دگرگونی درجه حرارت پایین می‌باشد. آنها طی دو مرحله متامورفیسم تشکیل

شده‌اند.

مرحله اول با متامورفیسم دینامیکی - حرارتی که با کاهش شیستوزیته و تولید گلوکوفان،

پمیلی‌ایت، استیل پنوملان، اپیدوت، آلبیت و ترمولیت-اکتینولیت همراه است و مرحله دوم با

متامورفیسم قهقرایی که به تبلور مجدد کلریت، مگنتیت، اپیدوت و اکتینولیت مربوط می‌شود،

مشخص می‌شوند. سن این واحد به کرتاسه بالایی بر می‌گردد.

- واحد **lv** (لیستونیت): این واحد سنگی در قسمت غربی برگه خوشاب و در قسمت شرقی

برگه دستگرد و به مقدار خیلی کم رخنمون دارد. این واحد در محل کنتاکت توده های

اولترامافیکی و مافیکی با سنگ آهکها تشکیل شده است. این واحد به کرتاسه بالایی

مربوط می‌شود.

## ۲-۱-۲- سکانس ماگمایی ولکانیک اولترامافیکی و مافیکی

$PE^a, OM^{ab}, QPI^b, K_2^{ab}$  این سکانس شامل واحدهای سنگی زیر می باشد:

- واحد  $PE^a$  (آندزیت): این واحد به مقدار خیلی کم در مرکز منطقه درمیان فلیش های کنگلومرایی (کوه کمرزری) رخنمون دارد. سن این واحد پالئوسن می باشد.

- واحد  $OM^{ab}$  (اورتوپیروکسن آندزیت، آندزیت بازالتی): این واحد به مقدار بیشتری در قسمت غربی برکه دستگرد رخنمون دارد. مقداری هم از این واحد در قسمت شمال غربی برکه اسدآباد در مجاورت گراولهای جوان و قدیمی وجود دارد. سن این واحد سنگی الیگوسن-میوسن می باشد.

- واحد  $QPI^b$  (آلکالی بازالت): این واحد در برکه دستگرد و خوشاب رخنمون دارد. مقدار زیادی از این واحد در بین گابروها و فلیش های ماسه سنگی (در برکه دستگرد) واقع شده است. سن این واحد به پلیوسن-کواترنری برمی گردد.

- واحد  $K^{ab}_2$  (آندزیت پورفیری، بازالت دولریتی): این واحد متعلق به کرتاسه بالایی می باشد. این واحد سنگی با امتداد شمال غرب- جنوب شرق در قسمت شرقی برکه های آواز و خوشاب رخنمون دارد.

این بازالت ها دارای انواع مختلف اولیوین می باشند. رنگ سبز تیره آنها به خاطر گستردگی آلتراسیون در کلریت، اپیدوت، پرهنیت، کلسیت، سرسیت، مگنتیت و گوتیت می باشند.

### ۳-۱-۲- سکانس ماگمایی ولکانیک و آذرآواری حد واسط تا اسیدی

این سکانس شامل واحدهای زیر می‌باشد:

$OM^t, OM^{at}$

- واحد  $OM^t$  (تراکیت): به مقدار کم در برگه دستگرد رخنمون دارد. این واحد در مجاورت کنگلومراهای رودخانه‌ای و گراولهای جوان قرار دارد. سن این واحد الیگوسن-میوسن می‌باشد.
- واحد  $OM^{at}$  (توفهای اسیدی): در قسمت غربی برگه دستگرد و در مجاورت واحدهای آندزیت بازالت و آندزیت اورتوپیرکسن رخنمون دارد. این واحد در قسمت غربی روستای خونیک می‌باشد. سن آن به الیگوسن-میوسن بر می‌گردد.

### ۴-۱-۲- سکانس ماگمایی پلوتونیک مافیک تا حدواسط

$OM^{dq}, OM^{gd}$

این سکانس شامل واحدهای زیر می‌باشد:

- واحد  $OM^{dq}$  (کوارتز دیوریت دانه‌ریز): در قسمت شرقی و شمالی منطقه رخنمون دارد. این واحد متعلق به الیگوسن-میوسن می‌باشد. این واحد در منطقه اکثراً در مجاورت آندزیت های پورفیری و بازالت‌های دولریتی می‌باشد. گسل‌های زیادی در اطراف و داخل این واحد وجود دارد. اکثر سنگ‌های کوارتز میکرودیوریت، آمفیبول‌دار می‌باشند که نشان دهنده انواع آلتراسیون می‌باشند.

- واحد  $OM^{gd}$  (میکروگرانودیوریت): این واحد باسن الیگوسن - میوسن به مقدار جزئی در برگه خوشاب، در غرب و جنوب غربی کوه نرگس، در داخل واحدهای شیلی رخنمون دارد. مقداری از این واحد نیز در همان برگه در کنتاکت با واحدهای اولترا بازیکی و گابرو قرار دارد.

#### ۲-۱-۵- سکانس رسوبی - شیمیایی

این سکانس شامل واحدهای سنگی زیر می باشد.  $E^n, k_2^m, PE^l, k_2^{lh}, k_1^l, k_2^l$

- واحد  $E^n$  (سنگ آهک نومولیتی): به مقدار خیلی کم در برگه خوشاب وجود دارد. این واحد در مجاورت واحدهای مارنی و ماسه سنگی می باشد. گسل بزرگی با امتداد شمال غرب- جنوب شرق در قسمت جنوب غربی این واحد وجود دارد. سن این واحد ائوسن می باشد.

- واحد  $K_2^m$  (مارن و سنگ آهک): این واحد باسن کرتاسه بالایی تا پالئوسن در قسمت شمالی برگه آواز رخنمون دارد. این واحد در مجاورت بایواسپاریتها و ریفهای ماسیو و گراولهای جوان می باشد.

- واحد  $PE^l$  (بایواسپاریت و ریفهای ماسیو): این واحد در شمال شرقی منطقه دارای گسترش زیادی است. امتداد این واحد به صورت شمالی - جنوبی می باشد. گسل های فراوانی در منطقه در داخل این واحد وجود دارد. کوه های کافری، گذارسیاه و کوه رضا در داخل این واحدهای می باشند.

- واحد  $k_2^{lh}$ : (سنگ آهک هیپوریتیک): این واحد در شمال شرقی منطقه و در داخل

گراولهای آبرفتی قدیمی و جدید واقع شده است. این واحد در قسمت جنوبی رود شاه ولی قرار دارد. سن این واحد به کرتاسه پایینی بر می گردد. این واحد نیز دچار گسل خوردگی شده است.

- واحد  $k_1^l$  (سنگ آهک ماسیو اوریتولین دار): این واحد در شمال شرقی منطقه و در داخل

گراولهای آبرفتی قدیمی و جدید رخنمون دارد. این واحد در قسمت جنوبی رود شاه ولی قرار دارد. سن آن به کرتاسه پایینی بر می گردد.

- واحد  $k_2^l$  (سنگ آهک میکریتی و شیل): این واحد تنها در قسمت جنوب شرقی برگه

خوشاب در نزدیکی کوه رسک و روستای نسیم آباد رخنمون دارد. این واحد در داخل شیل های سبز و توریدیتی واقع شده است. این واحد دچار چین خوردگی شده و ناودیسی را تشکیل داده است. سن این واحد کرتاسه بالایی است.

## ۲-۱-۶ سکانس رسوبی - آواری

این سکانس از واحدهای زیر تشکیل شده است.

$$k_2^{lc}, E^{rc}, E^{rs}, k_2^{rs}, QPl^{cg}, K_2^{sh}, OM^{st}, K_2^{cv}, K_2^f, K_2^{fs}, E^f, PE^{fc}, Q^1, Q^2, Q^{al}$$

- واحد  $k_2^{lc}$  (کنگلوмера): این واحد در قسمت غربی و جنوب غربی برگه خوشاب با امتداد

شمال غرب - جنوب شرق رخنمون دارد. این واحد از یک طرف در مجاورت واحدهای دگرگونی (آمفیبولیت ها)، واحدهای بازیکی و اولترا بازیکی بوده و از طرف دیگر با کنگلومراهای رودخانه ای



و همچنین گراولهای آبرفتی در تماس است. گسل بزرگی تقریباً در سرتاسر این واحد وجود دارد که باعث ایجاد سنگ‌های دگرگونی در این واحد شده است. سن این واحد کرتاسه بالایی می‌باشد.

- واحد  $E^{rs}$  (کنگلومرای قرمز): این واحد به مقدار کم در قسمت شمال شرقی برگه خوشاب و در مرکز و شمال برگه آواز رخنمون دارد. این واحد در هر دو برگه در مجاورت واحدهای آهکی ماسیو قرار دارد. مقداری از این واحد نیز در مجاورت آندزیت‌های پورفیری و بازالت‌های دولریتی می‌باشد. این واحد متعلق به اتوسن می‌باشد.

- واحد  $E^{fs}$  (ماسه سنگ قرمز با لایه‌های ژپیس): این واحد در قسمت شرقی منطقه و در برگه‌هایی خوشاب و آواز رخنمون دارد. سن این واحد اتوسن می‌باشد. این واحد در کتاکت با کنگلومراهای قرمز، آهک‌های ماسیو و گراولهای آبرفتی می‌باشد. این واحد دچار چین خوردگی‌های شدیدی شده است که ناودیس و طاق‌دیس‌هایی را تشکیل داده است.

- واحد  $K_2^{rs}$  (ماسه سنگ قرمز): این واحد متعلق به کرتاسه بالایی است. این واحد در قسمت شمالی برگه آواز و به مقدار کم در مجاورت آهک‌های ماسیو، آهک‌های هیپوریتیک و گراولهای آبرفتی رخنمون دارد. تعدادی گسل نیز در این واحد وجود دارد.

- واحد  $QPI^{cg}$  (کنگلومرای رودخانه‌ای): این واحد تقریباً در تمام منطقه پراکنده شده است ولی بیشترین مقدار آن در برگه خوشاب می‌باشد. این واحد تقریباً در کتاکت با اکثر واحدهای سنگی منطقه می‌باشد. سن این واحد به پلیوسن - کواترنری بر می‌گردد.

- واحد  $K_2^{sh}$  (شیل‌های سبز و ارغوانی رنگ): این واحد با امتداد شمال غرب - جنوب شرق در برگه خوشاب و به مقدار زیادی رخنمون دارد. به همراه این واحد، لایه‌هایی از سنگ آهک‌ها

که تشکیل یک طاقدیس مرکب داده‌اند و همچنین لایه‌های نازکی از شیل و ماسه‌سنگ به شدت چین‌خورده در جنوب روستای خوشاب قرار دارند، دیده می‌شود. این واحدها توسط یک سری رسوبات آتشفشانی که ترکیبی از لاهای باریک و سنگ آهک‌های هیپوریتیک می‌باشند، پوشیده شده‌اند. این واحد نیز به کرتاسه بالایی بر می‌گردد.

- واحد  $OM^{st}$  (ماسه سنگ توفی): این واحد متعلق به الیگوسن - میوسن می‌باشد. این واحد در برکه دستگرد و در مجاورت واحدهای  $OM^{at}$  (توفهای اسیدی) و  $OM^{ab}$  قرار دارد. گسلی هم از میان این واحد عبور می‌کند.

- واحد  $K_2^{cv}$  (کنگلومر با اجزاء ولکانیکی، ماسه سنگ فرعی): این واحد متعلق به کرتاسه بالایی می‌باشد. امتداد آن شمال غرب - جنوب شرق بوده و در قسمت جنوبی برکه آواز و قسمت شمالی برکه خوشاب رخنمون دارد. این واحد سنگی در مجاورت شیل‌های سبز و ارغوانی و همچنین سنگ آهک‌های هیپوریتیک واقع شده است. گسل‌های منطقه باعث مقداری چین خوردگی این واحد شده است.

- واحد  $K_2^f$  (فلش‌های اغلب شیلی): این واحد دارای سن کرتاسه بالایی می‌باشد. قسمت اعظم این واحد در شمال برکه اسدآباد و در قسمت شرقی روستای اسدآباد رخنمون دارد. به همراه این فلش‌ها، افیولیت‌هایی وجود دارند که با شدت‌های مختلفی دگرگون شده‌اند که این شدت دگرگونی به ناحیه‌ای که در آن قرار گرفته‌اند، بستگی دارد. در قسمت‌های توده‌ای این فلش‌ها یک کلیواژ ساده‌ای را نشان می‌دهند. در بعضی از قسمت‌ها این فلش‌ها در مجاورت واحدهای

دگرگونی (amgl) ، واحدهای بازیکی و اولترابازیکی قرار دارند. مقداری از این واحد نیز در قسمت‌های دیگری از منطقه نیز پراکنده شده است.

- واحد  $K_2^{fs}$  (فلیش‌های اغلب ماسه‌سنگی): این واحد نیز دارای سن کرتاسه بالایی می‌باشد. مقداری از این واحد به همراه واحد  $K_2^f$  در شمال برگه اسدآباد رخنمون دارد. قسمت دیگری از این واحد در شرق برگه دستگرد رخنمون دارد. در داخل این واحد، واحدهای اولترابازیکی، آلکالی بازالت، آمفیبولیت‌ها و کنگلومراهای رودخانه‌ای وجود دارد که باعث تشکیل واحدهای افیولیتی شده است.

- واحد  $E^f$  (فلیش): این واحد با امتداد شمال-جنوب در قسمت مرکزی منطقه در شرق کوه کمرزری رخنمون پیدا کرده است. این واحد با واحدهای اولترابازیکی و ریف‌های ماسیو و همچنین توفهای بازیکی و بازالت‌ها همراه است. گسل‌هایی از این واحد عبور کرده که باعث چین‌خوردگی آن شده است. سن آن به ائوسن بر می‌گردد.

- واحد  $PE^{fc}$  (فلیش کنگلومرای): این واحد با امتداد شمال-جنوب در قسمت مرکزی منطقه در غرب واحد  $E^f$  رخنمون دارد. کوه کمرزری در داخل این واحد و در شرق و شمال شرقی کوه کمرسیاه (سنگ‌های اولترابازیکی) قرار دارد. به طور کلی این واحد در شرق واحدهای افیولیتی می‌باشد. سن آن پالئوسن تا ائوسن می‌باشد.

- واحد  $Q^1$  (گراولهای آبرفتی قدیمی): این واحد در اکثر منطقه پراکنده شده است. قسمت اعظم آن در شمال شرقی و مرکز برگه آواز رخنمون دارد. رودشاه‌ولی از داخل این واحد عبور کرده است. سن این واحد پلیوسن - کواترنری می‌باشد.

- واحد  $Q^2$  (گراولهای آبرفتی جدید): این واحد با گسترش خیلی زیاد در تمام منطقه وجود دارد. قسمت اعظمی از شرق منطقه از این واحد پوشیده شده است. سن این واحد نیز پلیوسن - کواترنری می باشد.

- واحد  $Q^{a1}$  (آبرفت های جدید): این واحد در قسمت غربی برگه خوشاب و در قسمت شرقی برگه دستگرد و به مقدار خیلی کم رخنمون دارد. این واحد در بین واحدهای اولترابازیکی، بازیکی و سنگ آهک ها قرار دارد. این واحد به کرتاسه بالایی مربوط می شود.

در پایان همین فصل نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه به همراه راهنمای آن برای مشخص شدن و راهنمایی بیشتر در مورد نحوه توزیع سنگهای ذکر شده در محدوده مورد نظر آمده است. همچنین جداول زیر راهنما و مشخص کننده وضعیت سنی سنگها و توضیح علامتهای اختصاری موجود در نقشه می باشد.

جدول ۱-۲- واحدهای سنگی موجود در برگه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ گریک [۱].

واحدهای سنگی

سن

آبرفت‌های جدید، گراول‌های آبرفتی جوان، گراول‌های آبرفتی قدیمی، آلکالی بازالت، کنگلومرای رودخانه‌ای	پلیوسن - کوآترنری
تراکیت، ماسه سنگ توفی، اورتوپروکسن آندزیت، آندزیت بازالتی، توف اسیدی	الیگوسن - میوسن
ماسه سنگ قرمز همراه با لایه‌های ژئیس، کنگلومرای قرمز، فلیش، فلیش‌های کنگلومرای، ماسه سنگ، مارن، سنگ آهک نومولیتی	اُوسن
فلیش‌های کنگلومرای، آندزیت، مارن، ماسه سنگ، بایو اسپاریت و ریفهای ماسیو، ماسه سنگ قرمز	پالتوسن
سنگ آهک میکریتی، شیل‌های سبز، ماسه سنگ قرمز، سنگ آهک هیپوریتیک، آندزیت پورفیری، بازالت دولریتی، دیاباز و میکروگابرو، توف بازیکی، بازالت، رادیولاریت، ژاسپر، شیست و گلوکوفان - آلبیت آمفیولیت، پارازینیت، فلیش، لیستونیت	کرتاسه بالایی
سنگ آهک ماسیو اوربیتولین دار، سنگ‌های اولترابازیکی، لرزولیت و هارزبورژیت	کرتاسه پایینی
مقداری سرپانتینیزه شده، گابرو	

جدول ۲-۲- واحدهای زمین‌شناسی موجود در برگه ۱:۱۰۰/۰۰۰ گزیک به همراه علامت اختصاری آنها [۱].

سنگ‌های اولترابازیکی ، لرزولیت و هارزبوژیت مقداری سرپانتینیزه شده	ub
گابرو	Gb
دیباز، میکروکابرو	D
بازالت و توفهای بازیکی	Tb
رادئولاریت، ژاسپر	R
شیبست و گلوکوفان - آلبیت آمفیبولیت، پارازینت	amgl
لیستونیت	Lv
فلیش های اغلب شیلی	$K_2^f$
فلیش های اغلب ماسه سنگی	$K_2^{fs}$
کنگومرا	$K_2^{fs}$
آندزیت	PE <sup>a</sup>
فلیش های کنگومرایی	PE <sup>tc</sup>
فلیش	E <sup>f</sup>
کنگومرای قرمز	E <sup>rc</sup>
ماسه سنگ قرمز همراه لایه‌های ژیس	E <sup>rs</sup>
توفهای اسیدی	OM <sup>at</sup>
اورتوپروکسن اندزیت، آندزیت بازالتی	OM <sup>ab</sup>
ماسه سنگ توفی	OM <sup>st</sup>
تراکیت	OM <sup>t</sup>
سنگ آهک ماسیو اوریتولین دار	$K_1^l$

سنگ آهک میکریتی، شیل	$K_2^l$
شیل‌های سبز و ارغوانی رنگ	$K_2^{sh}$
آندزیت پورفیری، بازالت دولریتی	$K_2^{cb}$
سنگ آهک هیپوریتیک	$K_2^{lh}$
ماسه سنگ قرمز	$K_2^{rs}$
مارن، سنگ آهک	$K_2^m$
بایواسپاریت و ریف‌های ماسیو	$PE^l$
سنگ آهک نومولیتی	$E^n$
ماسه سنگ، مارن	$E^{ms}$
آلکالی بازالت	$Qpl^b$
کنگلومرای رودخانه‌ای	$Qpl^{cg}$
کوارتز دیوریت دانه‌ریز	$OM^{dq}$
میکروگرانودیوریت	$OM^{gd}$
گراول‌های آبرفتی قدیمی	$Q^{t1}$
گراول‌های آبرفتی جدید	$Q^{t2}$
آبرفت جدید	$Q^{al}$





## فصل سوم

### نمونه برداری، آنالیز و تحلیل خطای آنالیز نمونه‌ها

۳-۱- مقدمه

نظر به تشخیص آنومالی‌های واقعی و تمیز انواعی که به نهشته‌های کانساری مرتبط می‌باشند، از سایر انواع آن، لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه‌ای ( برای مثال جزء ۸۰- مش ) و یا کانی سنگین ( جزء ۲۰- مش ) مورد آزمایش قرار گیرد. در مواردی که هاله‌های ثانوی اکسید آهن و منگنز توسعه یافته‌اند برداشت نمونه از چنین هاله‌هایی ممکن است موجب شدت بخشی به هاله‌های هیدرومورفیکی شود که در این صورت باید احتیاط‌های لازم جهت تفسیر اطلاعات بدست آمده صورت پذیرد. علاوه بر موارد فوق، در بررسی رسوبات آبراهه‌ای، برداشت نمونه‌هایی همچون قطعات کانی‌سازی شده کف آبراهه، قطعات پوشیده شده از اکسید های آهن و منگنز، قطعات حاوی سیلیس آمورف و یا کربنات‌های سیلیسی شده برای آنالیز یک یا چند عنصر یا کانی خاص، می‌تواند مفید واقع شود. البته هر یک از محیط‌های نمونه برداری فوق می‌تواند تحت شرایط خاصی، بیشتر مفید واقع شود. عواملی که باید در این خصوص در نظر گرفته شوند شامل تیپ کانسار مورد انتظار، سنگ درونگیر، محیط تکتونیکی و دامنه سنی واحدهای زمین‌شناسی می‌باشد. از ترکیب نتایج بدست آمده از محیط‌های مختلف نمونه برداری در حوضه‌های آبریز، می‌توان به نتایج مناسب‌تری دست یافت. در پروژه حاضر نتایج حاصل از چندین نوع بررسی با یکدیگر ترکیب و سپس مدل سازی شده‌اند و بدین دلیل، نتایج نهایی بدست آمده چه در جهت مثبت و چه در جهت منفی می‌تواند معتبرتر باشد. کلیه نتایج بدست آمده از هر یک از روش‌های

فوق، تشکیل یک سیستم اطلاعاتی با امکانات حذف و انتخاب مکرر مناطق امید بخش را می‌دهد که بر اساس سازگاری و ناسازگاری خواص مشاهده شده در مدل، انجام می‌پذیرد و از این رو امکان بروز خطاهای ناهنجار در آن کمتر است.

به طور کلی چگالی نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای، تابع دانسیته آبراهه‌ها در حوضه آبریز است. برای مناطق خشک چگالی نمونه‌برداری می‌تواند به اندازه یک نمونه برای هر ۱۰ تا ۱۰ کیلومترمربع تغییر کند. بادر نظر گرفتن این موضوع از مساحتی نزدیک به ۲۱۶۰ کیلومترمربع تعداد ۵۲۵ نمونه ژئوشیمی برداشت شده است که متوسط یک نمونه برای هر ۱ کیلومترمربع را معرفی می‌کند. اما باتوجه به اینکه بسیاری از مناطق در این برهه کویری و هموار بوده است. لذا مورد نمونه برداری قرار نگرفته است.

از آنجا که عناصر مختلف در محیط‌های ثانوی قابلیت تحرک متفاوتی از خود نشان می‌دهند، بزرگی هاله‌های ثانوی آنها (فاصله از ناحیه منشاء) می‌تواند بر حسب شرایط محیطی. بسیار متفاوت باشد. حتی گاهی برای یک عنصر در دو شرایط شیمی‌فیزیکی متفاوت، وسعت هاله متفاوت خواهد بود. برای مثال هاله‌های Zn ممکن است از حدود ۱ کیلومتر تا حدود ۱۵ کیلومتر و هاله‌های Cu از ۵/۱ کیلومتر تا حدود ۲۵ کیلومتر تغییر کند. همچنین با توجه به نوع سنگ‌های منطقه و تیپ‌های کانی‌سازی ممکن است عناصری که فاقد هاله اولیه می‌باشند، هاله ثانوی تشکیل ندهند و یا هاله‌های ضعیف از خود بروز دهند. در چنین مواردی برای افزایش احتمال کشف کانسار، افزایش چگالی نمونه‌های کانی سنگین در اطراف سنگ‌های میزبان چنین کانی‌زایی‌هایی ضروری است. البته چگالی باید طوری باشد که تمامی سطح برهه که احتمال وقوع

کانی‌زایی در آن هست را پوشش دهد. در مناطق نیمه خشک، رسوبات آبرفتی معمولاً مساحت‌های وسیعی از سنگ بستر را می‌پوشانند. در مواردی که این رسوبات محلی باشند و مسافت چندانی را طی نکرده باشند، مشکل تحلیل داده‌ها کمتر خواهد بود.

### ۳-۲- عوامل مؤثر در طراحی نمونه‌برداری

طراحی نمونه‌برداری طوری صورت گرفته است که علاوه بر پوشش کل مناطق مساعد جهت بررسی، حداکثر سازگاری را با روش مرکز ثقل داشته باشد. درجه مرکز ثقل را عواملی نظیر چینه‌شناسی، سنگ‌شناسی و تکتونیک کنترل می‌کند. معمولاً در طراحی به روش مرکز ثقل، توده‌های نفوذی و خروجی و نواحی مجاور آنها (کتاکت‌ها)، نواحی اطراف گسل‌ها و تقاطع آنها، و زون‌های دگرسان شده بعد از ماگمایی و مناطقی که در بخش فوقانی توده‌های نفوذی نیمه عمیق قرار دارند (این توده‌ها از روی نقشه ژئو فیزیک هوایی مشخص می‌شوند) از چگالی نمونه‌برداری بالاتری برخوردار می‌باشند. معمولاً آبراهه‌هایی که بوسیله گسل‌های عمیق قطع شده و به روش ژئو فیزیک هوایی مشخص می‌شوند، ۵۰۰ متر پایین تر از محل تلاقی آبراهه‌ها با گسل، مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرند. در مواردی که آلتراسیون‌های شدید مشاهده شود. بخصوص در اطراف سنگ‌های نفوذی یا خروجی موجود درجه مرکز ثقل آبراهه‌ها باید به طور محلی افزایش یابد. این امر به دلیل اهمیت چنین مناطقی می‌باشد. به دلیل فعال بودن پدیده رقیق‌شدگی و اثر سرشکن‌شدگی در حوضه‌های آبریز وسیع (یا با بیش از ۳۰ سرشاخه) و کاهش شدید مقدار آنومالی‌های احتمالی در محل اتصال آبراهه‌ها به یکدیگر لازم است چنین حوضه‌های

آبریزی بخصوص در مواردی که آبراهه سنگ بستر را قطع نمی‌کند به حوضه‌های کوچکتر تقسیم گردند. این امر موجب می‌گردد تا اختلاف رسوبات آبراهه‌ای مرتبط با کانی‌سازی احتمالی با آبراهه‌های بدون کانی‌سازی موجب تضعیف بیش از حد آنومالی‌ها و ارزیابی منفی آنها نگردد. بعلاوه این امر موجب می‌گردد تا احتمال قطع سنگ بستر در آبراهه افزایش یابد. این امر خود موجب افزایش ارزش داده‌ها می‌گردد. علاوه بر عوامل فوق، یکی دیگر از عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری تقسیم یک حوضه آبریز بزرگ به حوضه‌های کوچکتر، احتمال وجود آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی در کف یا حاشیه رودخانه‌هایی است که نواحی با توپوگرافی آرام (قابل کشت) در اطراف آنها وجود داشته است. بدیهی است مصرف کودهای شیمیایی و سموم نباتی، احتمال وجود آلودگی به عناصر کمیاب را در رسوبات پائین‌دست آنها افزایش می‌دهد. در چنین مواردی فقط مرکز ثقل بخش‌های فوقانی آنها، که از آلودگی مصون می‌باشد، می‌تواند محاسبه گردد.

### ۳-۳- عملیات نمونه‌برداری

نظر به وسعت فوق العاده زیاد عملیات تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ لازم است محیط‌های ثانوی تحت پوشش نمونه‌برداری قرار گیرند. اساس این مطالعات بر نحوه توزیع عناصر در هاله‌های ثانوی سطحی مانند رسوبات رودخانه‌ای، آبرفت‌ها، شیب‌رفت‌ها، بادرفت‌ها و خاک قرار دارد. در این بخش تنها به تشریح عملیات صحرائی، در این پروژه اشاره می‌گردد.

در این عملیات هر اکیپ عموماً دارای وسیله نقلیه مخصوص به خود، نقشه‌های توپوگرافی و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه مورد نظر و دستگاه GPS بوده است. مختصات محل نمونه‌ها قبلاً در سیستم UTM محاسبه و به صورت جدول‌بندی شده در اختیار کارشناسان قرار می‌گیرد. هر نمونه ژئوشیمیایی متشکل از حدود ۱۰۰ گرم جزء ۸۰- مش رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد که پس از الک کردن رسوبات خشک در محل، درون کیسه‌های مخصوص ریخته شده و شماره‌گذاری می‌گردد. هر اکیپ نمونه‌برداری برای نمونه‌های برداشت شده، شماره‌هایی که از قبل در اختیار آنها برای هر نمونه گذاشته شده بود، استفاده می‌کنند که این شماره برای هر نمونه منحصر به فرد بوده و شامل یک کد دوحرفی معرف منطقه و یک شماره سریال می‌باشد. محل نمونه‌های برداشت شده به همراه شماره آنها در کمپ بر روی یک نقشه واحد پیاده شده است. نقاط نمونه‌برداری شده در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ گزیگ در نقشه شماره (۳-۱) نشان داده شده است. در کل، در محدوده این برگه تعداد ۵۲۵ نمونه ژئوشیمیایی برداشت گردیده است.

#### ۳-۴- محاسبه خطای آنالیزهای شیمیایی

در بررسی‌های ژئوشیمیایی اکتشافی، تعیین دقت آنالیز و تحلیل آنها با اهمیت می‌باشد. از آنجا که تعیین محدوده‌های آنومالی ماهیت نسبی دارند، لذا تعیین دقت هر یک از روشهای آنالیز الزامی است ولی تعیین صحت آن در درجه بعد قرار می‌گیرد. در پروژه حاضر دو نوع روش آنالیز بطور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است: یکی آنالیزهای شیمیایی و دیگری آنالیزهای کانی سنگین. عمده آنالیز بکار رفته در این برگه جهت نمونه‌های ژئوشیمی با استفاده از دستگاه XRF

پرتابل انجام شده است. که این دستگاه برای اولین بار در این گونه موارد بکار گرفته شده است.

در مورد عنصر Au نیز از آنجا که دستگاه XRF پرتابل دارای توان لازم جهت آنالیز عنصر مزبور نمی‌باشد، برای تجزیه طلا از دستگاه جذب اتمی باید استفاده شود. بنابراین برای عنصر طلا در این گزارش آنالیز و داده‌ای در دست نمی‌باشد.

تمامی نمونه‌های ژئوشیمیایی برای ۲۲ عنصر و ۷ اکسید آنالیز گردیده‌اند که این عناصر عبارتند از:

Co, Ba, Cr, Ni, V, Zr, Ti, Li, Cu, Pb, Zn, Sn, As, Bi, B, Cd, Y, Sr, Ag, Ni, Mn, P  
Al<sub>2</sub>X, Fe<sub>2</sub>X, CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Si<sub>2</sub>O و اکسیدها عبارتند از:

عناصر برحسب ppm اندازه‌گیری شده‌اند.

برای تعیین خطای اندازه‌گیری متغیرها، نمونه‌ها پس از پودر کردن تا حد ۲۰۰- مش، مورد آنالیز تکراری قرار می‌گیرند. برای محاسبه خطا لازم است تا داده‌های حاصل از دوبار آزمایش برای عناصر مختلف موجود باشد. همچنین میانگین دو آزمایش و اختلاف آنها برای محاسبه خطا لازم است که تعیین شود. همانطور که قبلاً اشاره شد در بررسی‌های اکتشافی ناحیه‌ای آنچه حائز اهمیت است تعیین دقت عملیات است که در واقع قابلیت تکرار آزمایش با نتایج مشابه می‌باشد. ولی صحت اندازه‌گیریها که مقدار تطابق آنها را با واقعیت نشان می‌دهد و از طریق بکارگیری نمونه‌های استاندارد با غلظت معین تعیین می‌شود، که در این پروژه منظور نظر نبوده است. نحوه کار بدین صورت است که بوسیله دو کمیت تشریح شده قبلی هر جفت نمونه تکراری بصورت نقطه‌ای نشان داده می‌شود. حال اگر مجموعه جفتهای تکراری طوری در صفحه مختصات توزیع

شوند که ۹۰٪ آنها زیر خط پایینی (خط ۱۰٪ خطا) و ۹۹٪ آنها زیر خط بالایی (خط ۱٪ خطا) قرار گیرند، در اینصورت خطای کل این مجموعه نمونه تکراری برای یک عنصر خاص ۱۰٪ ارزیابی می گردد [۲].

البته لازم به یادآوری است که مطالب این فصل صرفاً جهت آموزش و اطلاعات بیشتر آمده است و در این پروژه محاسبه خطای آنالیز به جهت در دست نبودن اطلاعات راجع به نمونه‌های تکراری انجام نگرفته است.

## فصل چهارم

### اصول روش فرکتالی برای جداسازی جوامع آنومالی از زمینه

۴-۱- مقدمه :

شاید در نگاه اول ریاضیات علمی انتزاعی است، که کمتر طبیعت از آن پیروی می‌کند. ولی به مرور به بشر ثابت شده است که کلید عملکردهای طبیعت برپایه ریاضیات است و در نتیجه ریاضیات به عنوان ابزاری قوی در دست طبیعی‌دان‌ها برای بیان خصوصیات و توصیف طبیعت قرار گرفته است. هندسه اقلیدسی نیز به عنوان بخشی از ریاضیات که بیانگر اشکال و روابط بین آنها است، از سالیان بسیار دور توسط بشر در شناخت طبیعت به کار گرفته شده است. اما اشکالی که با این هندسه توصیف می‌شوند، دارای سطوح صاف و قاعده‌مند هستند که توسط معادلات ساده بیان می‌شوند ولی شکل‌های طبیعی مانند کوه‌ها و شکل ابرها و یا برگ درختان که رخساره‌ای قطعه قطعه و بی‌قاعده دارند را نمی‌توان با این هندسه توصیف کرد. حداکثر کاربرد هندسه اقلیدسی محاسبات شکل‌های دو بعدی و سه بعدی بود که توسط بشر مطرح می‌گردید و مرز آنها توسط خط یا منحنی‌های خمیده (دایره - هذلولی - سهمی - بیضی) تعریف می‌شد. با افزوده شدن هندسه نااقلیدسی طیف وسیعتری از پدیده‌ها توسط هندسه توصیف شدند ولی بازهم از تعبیر و تفسیر اشکال طبیعی به دور بود. در نهایت با وجود آمدن هندسه فرکتال<sup>۱</sup> پیچیدگی‌ها و سادگی‌های بسیار زیادی از طبیعت با این هندسه توصیف شدند. در واقع « فرکتالها توصیف‌گر طبیعت‌اند آنطور که طبیعت اعمال می‌کند، نه به گونه‌ای که بشر می‌خواهد و این امتیاز بسیار بزرگی محسوب می‌شود.»

<sup>۱</sup> - Fractal Geometry



فرکتال، هندسه طبیعت (مندلبروت<sup>۱</sup> ۱۹۸۳)، رهیافتی تازه با کاربردهای متعدد در علوم مختلف است [۳].

در تعریفی نه چندان جامع می‌توان گفت فرکتال هندسه اشکال بی‌نظم است یا بخشی از ریاضیات است که بی‌نظمی را در یک مجموعه مطالعه می‌کند. مندلبروت (۱۹۹۰) خود می‌گوید: «شکلهای هندسه اقلیدسی در الگوسازی بی‌نظمیهای تعیین پذیر و دستگاههای نامنظم به هیچ کار نمی‌آیند. این پدیده‌ها به هندسه‌هایی نیاز دارند که از مثلثها و دایره‌ها بسیار دورند، در مورد آنها باید از ساختار نااقلیدسی و به خصوص از هندسه نوینی به نام هندسه فرکتالها استفاده نمود.»

فرکتالها شکلهایی هستند که برعکس اشکالی هندسه اقلیدسی به هیچ وجه منظم نیستند این شکلهای اولاً سرتاسر نامنظم‌اند، ثانیاً میزان بی‌نظمی آنها در همه مقیاسها یکسان است. اجسام فرکتالی از دور و نزدیک یکسان دیده می‌شوند و به تعبیر دیگر خود تشابه<sup>۲</sup> هستند. وقتی به یک جسم نزدیک می‌شویم می‌بینیم که تکه‌های کوچکی از آن که از دور همچون دانه‌های بی‌شکل به نظر می‌رسد به صورت جسم مشخصی در می‌آید که شکلش کم و بیش مثل همان شکل کلی است که از دور دیده می‌شود.

برای درک هندسه فرکتال باید راهی بیابیم که بتوانیم شکل و پیچیدگی آن را در قالب اعداد نشان دهیم. درست همانطور که در هندسه اقلیدسی مفهوم‌های زاویه، طول، مساحت یا انحنای و مفهوم‌های فضای یک بعدی، دوبعدی یا سه بعدی به کار می‌رود، در فرکتالها با نقطه مقابل بعدهای معمولی (۰،۱،۲،۳) روبرو می‌شویم که بعدهای فرکتالی خوانده می‌شوند. مقدار این بعدها معمولاً عدد صحیح نیست. برای بیان پیچیدگی یک تصویر یا شکل می‌توان از بُعد آن استفاده کرد

---

<sup>۱</sup> -Benito Mendlebrote

<sup>۲</sup> -Self similar

که البته در هندسه فرکتال روش محاسبه و بدست آوردن بعد با هندسه اقلیدسی متفاوت می باشد لذا لازم می باشد طرز محاسبه آن توضیح داده شود [۳].

#### ۴-۲- روشهای تعیین بعد فرکتالی

همانطور که گفته شد یکی از مفاهیم اساسی در هندسه فرکتال، بعد فرکتالی یک جسم فرکتال است. اساساً بسیاری از خصوصیات فرکتالها را می توان با مقدار بعد آنها تفسیر کرد همچنین در بسیاری از علوم طبیعی پارامتر بعد فرکتال به عنوان ابزاری برای متمایز دادن فرکتالها از یکدیگر بکار می رود. به عنوان مثال عوارض زمین را در نظر بگیرید میزان بعد می تواند به عنوان پارامتری برای نشان دادن میزان زبری (تیزی) عوارض زمین بکار رود و یا شکل آبراهه را به عنوان یک فرکتال در نظر بگیرید، هر چه مقدار بعد بیشتر شود میزان پیچیدگی شکل این آبراهه بیشتر می شود. شکل یک کانسار، مانند طلای رگه ای نیز اگر به عنوان یک فرکتال بررسی شود مقدار بعد فرکتالی می تواند نشان دهنده میزان پیچیدگی شکل کانسار باشد. حتی با تعیین خصوصیات دیگری از شکل رگه و تعیین یک سری نقاط کنترلی می توان تاحدودی شکل رگه را شبیه سازی کرد. در بسیاری دیگر از مسایل مانند مطالعه شکستگی ها و توزیع آنها (مانند گسلها درزه ها و ترک ها)، توزیع زمانی زمین لرزه ها، فورانهای آتشفشانی، ساختار نفوذپذیری و تخلخل حوزه های نفتی، شبکه های برداشت ژئوفیزیکی و بسیاری موضوعات دیگر مانند تعیین کردن حد جدایش آنومالیهای ژئوشیمیایی از مقدار زمینه می توان از بعد فرکتال استفاده کرد. بطور کلی هر کجا صحبت از فرکتالها و کاربرد آنها است مهم ترین و اصلی ترین موضوع تعیین بعد فرکتالی است. مفاهیمی از بعد فرکتال که توضیح داده شد نتایج کاربردی و انتزاعی از مفهوم ریاضی بعد فرکتالی

یا بعد هاسدورف<sup>۱</sup> است. درک مفهوم ریاضی بعد هاسدورف در فضای اقلیدسی n بعدی نیاز به پایه ریاضیات و تسلط بر مبحث اندازه گیری<sup>۲</sup> و جبر خطی دارد. مع ذلک از هر روشی که برای تعیین بعد فرکتال استفاده می شود باید ثابت شود که مقدار این عدد برابر یا متناسب با بعد هاسدورف آن جسم است [۴].

#### ۳-۴- محاسبه بعد جعبه‌ای

برای تعیین بعد فرکتال برای منحنی‌های موجود در طبیعت و کار در زمینه علوم تجربی (مثلاً) در علوم زمین، اشکالی مانند شکل آبراهه ها، توزیع گسلها و... از روشهای عملی تعیین بعد بخصوص روش شمارش جعبه‌ای<sup>۳</sup> استفاده می شود. این مفهوم در سال ۱۹۶۱ توسط کولموگوروف<sup>۴</sup> با نام بعد آنروپی معرفی شد. تعاریف بعد جعبه‌ای شبیه بعد هاسدورف است و اساس آن پوشش مجموعه‌ای مانند F توسط گوی‌هایی به قطر S است. بعد جعبه‌ای تقریبی است جهت اندازه گیری میزان پیچیدگی‌های موجود در یک شکل فرکتالی. روش کار بدین صورت است که موضوع را با اندازه مشه‌ای مختلف می پوشانیم. تعداد جعبه‌ها (سلول‌هایی) که در هر کدام از آنها بخشی از سوژه یا موضوع قرار دارد را می شماریم. چنانچه مقیاس را کوچک کنیم شمارش به صورت توانی افزایش می یابد. عدد شمارش شده متناسب با عبارت  $(1/X)^D$  است. مثالی که می توان زد منحنی فن کخ می باشد. (جدول ۴-۱) میزان تغییر مقیاس شبکه و تعداد سلول‌هایی را که بخشی از منحنی را می پوشاند نشان می دهد، تصویر منحنی و شبکه‌های بکار رفته در شکل (۴-۱) آورده شده است. بعد محاسبه شده برای منحنی کخ از این روش به صورت زیر است:

<sup>۱</sup> -Hasdorf

<sup>۲</sup> -Measurement

<sup>۳</sup> -Box Counting Dimension

<sup>۴</sup> -Kolmogrot

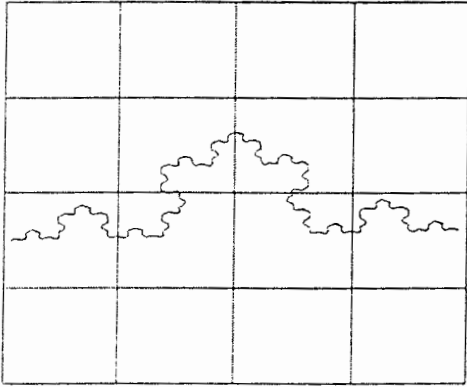
$$D_B = \frac{\text{Log}74 - \text{Log}6}{\text{Log}32 - \text{Log}4} = 1.2082 \quad (1-4)$$

روش دیگر برای محاسبه بعد شمارش جعبه‌ای از طریق رسم نمودار تمام لگاریتمی تعداد جعبه‌هایی که توسط سوژه اشغال می‌شود ( $N(s)$ ) در مقابل مقدار عکس مقیاس شبکه مربوطه ( $1/S$ ) می‌باشد، که خط مستقیم برازش شده به این نقاط دارای شیب  $D_b$  است که بعد شمارش جعبه‌ای نامیده می‌شود. شکل (۲-۴) با توجه به تنها دو مرحله اندازه‌گیری، شیب  $D_b$  معادل  $1/45$  برای این ساختار نامنظم حاصل شده است [۴].

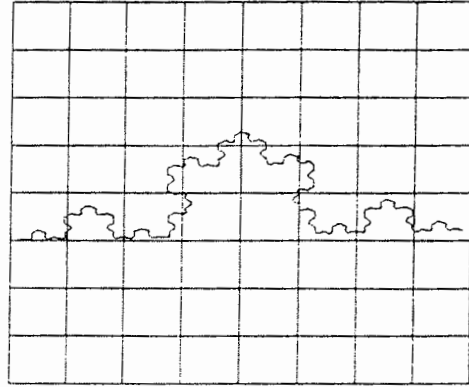
جدول ۴-۱: میزان تغییر مقیاس شبکه و تعداد سلولهایی را که بخشی از منحنی را می‌پوشاند

$1/(\text{scale } X)$	4	8	12	16	24	32
Box Count Y	6	14	24	31	48	74

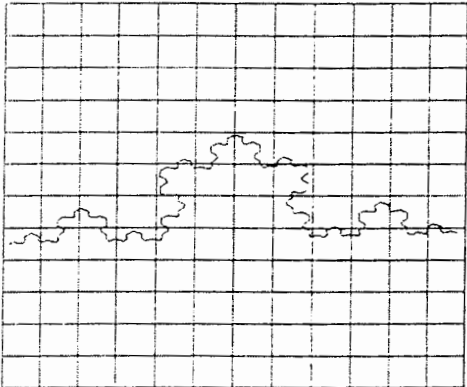
Scale1/4



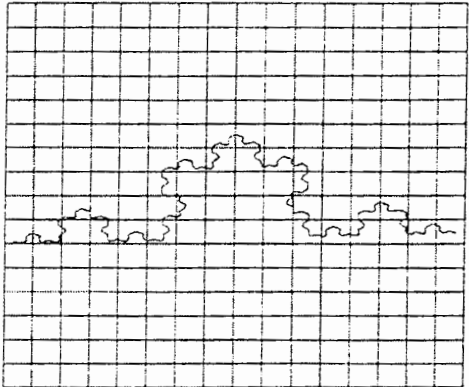
Scale1/8



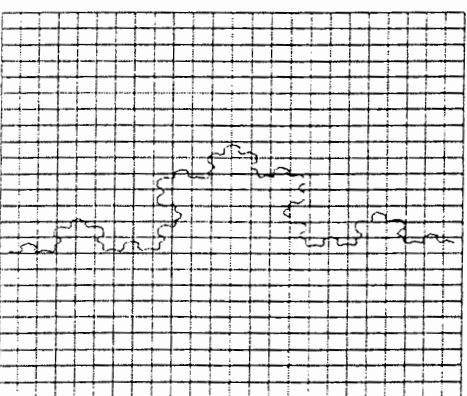
Scale1/12



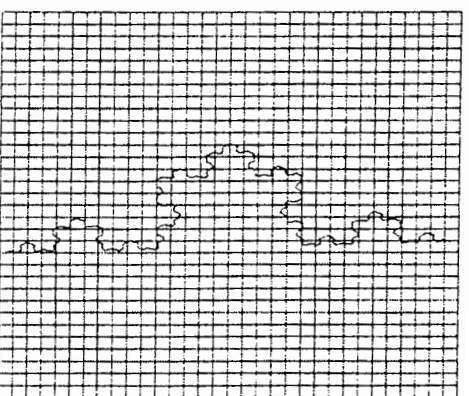
Scale1/16



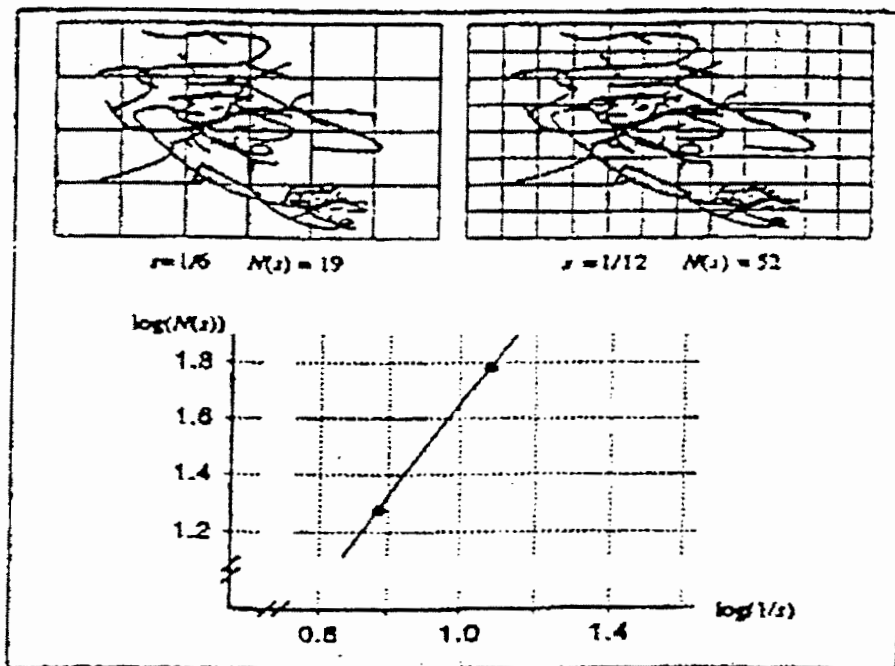
Scale1/24



Scale1/32



شکل ۴-۱: تصاویر منحنی فن کخ و شبکه‌های مختلف با مش متفاوت



شکل ۴-۲: استفاده از روش شمارش جعبه‌ای در مورد ساختاری نامنظم  
شیب خط حاصل از دو مرحله شمارش جعبه‌ای معادل ۱/۴۵ است.

#### ۴-۴-۴- مدلهای فرکتالی متداول

##### ۴-۴-۱- مدل تعداد - اندازه

تصور کنید که یک مجموعه فرکتالی شامل چند قسمت مساوی با اندازه‌های متفاوت است.

تعداد قسمتها ( $N$ ) و اندازه آنها ( $S$ ) که از رابطه توانی زیر تبعیت می‌کنند.

$$N_{(>S)} \propto S^{-D} \quad (4-2)$$

که در آن  $N_{(>S)}$  تعداد قسمتهایی با اندازه بزرگتر از  $S$  است و  $D$  نیز مقداری ثابت می‌باشد. این

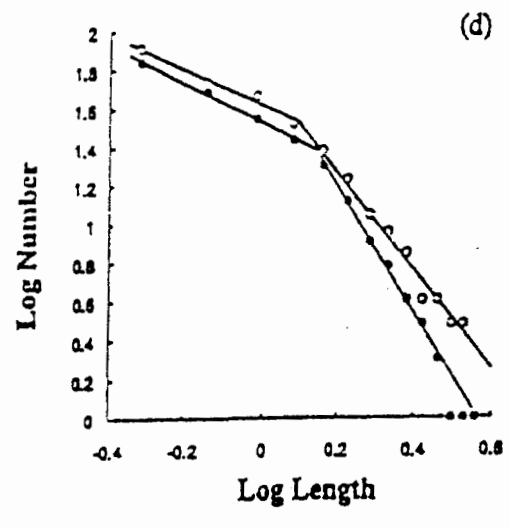
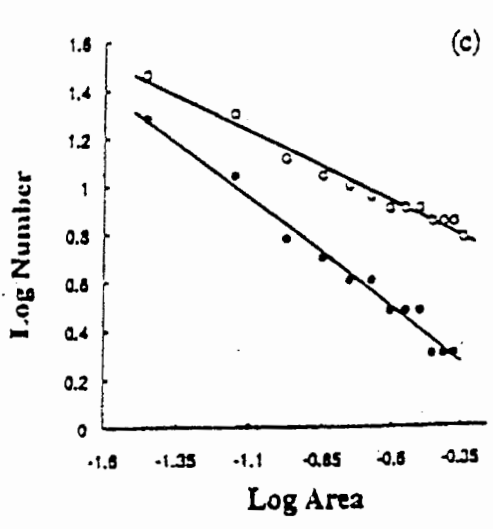
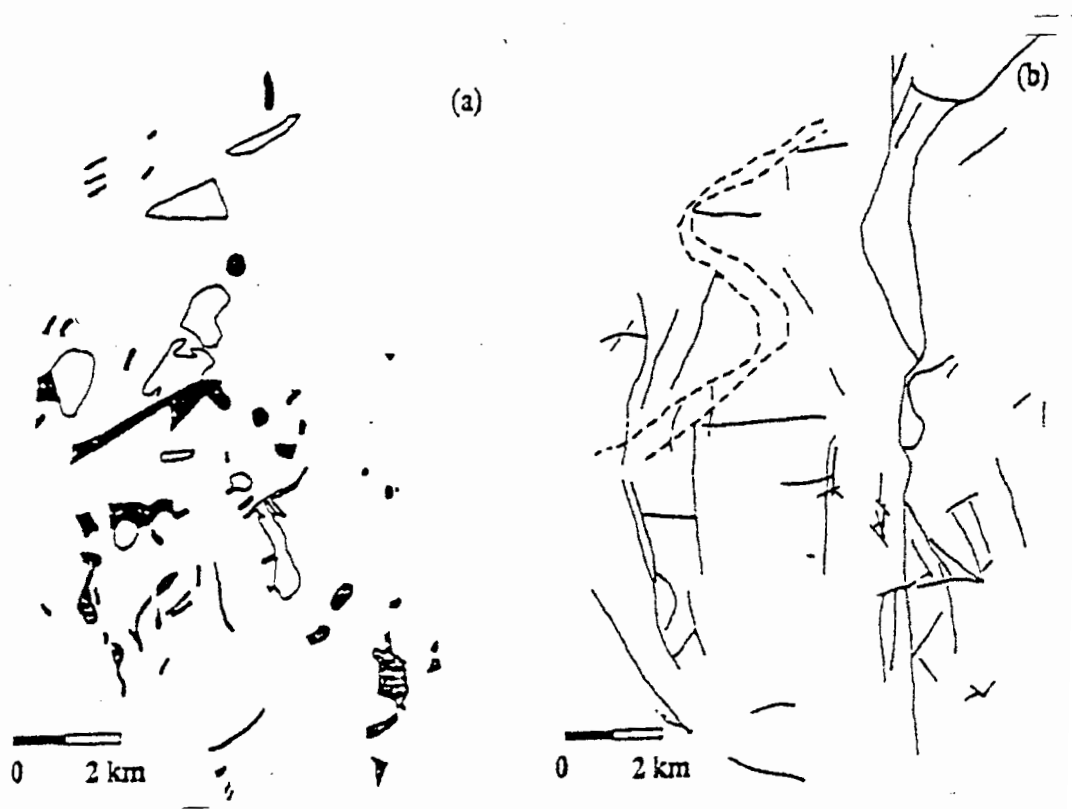
مدل فرکتالی به طور گسترده در علوم زمین برای توصیف توزیع مشخصات انواع مختلفی از

پدیده‌های خاص به کار می‌رود. شکل (۳-۴) سنگهای نفوذی و نقشه کلاس بندی شده<sup>۱</sup> گسلها را

که از نقشه زمین شناسی استخراج شده است، را نشان می‌دهد. (نقشه مربوط به محدوده کانی سازی

<sup>۱</sup>-Reclassified

میشل سولفور در شمال غربی بریتیش کلمبیا است.) در شکل (۴-۳a) مساحت‌های سایه زده شده مونزونیت و گرانودیوریت را نشان می‌دهند و چند ضلعیهای توخالی گرانیت را نشان می‌دهند. شکل (۴-۳b) خط‌چینها تراستها و خطوط ممتد گسلها را نشان می‌دهد. شکل (۴-۳c) نمودار تمام نگاریمی است که معادله توانی بین تعداد توده‌های نفوذی با مساحتی بزرگتر از A و خود مقدار A را نشان می‌دهد؛ دایره‌های توخالی نشان دهنده نتایج برای تمام سنگهای نفوذی و دایره‌های توپر تنها رابطه را برای مونزونیت و گرانودیوریت می‌باشد. شکل (۴-۳d) نمودار تمام نگاریمی است که یک رابطه توانی بین تعداد گسلها با طولهای بزرگتر از L و مقدار L را نشان می‌دهد. نقاط خالی نشان دهنده تراستها و گسلها و نقاط توپر تنها گسلها را نشان می‌دهند. خط راست نیز بر این نقاط برازش شده است [۶].



شکل ۳-۴: a- مساحت‌های سایه زده شده مونزونیت و گرانودیوریت را نشان می دهند و چند ضلعیهای توخالی  
 گرانیت را نشان می دهد. (b)- خط چینها تراستها و خطوط مستد گسلها را نشان می دهد. (c)- نمودار تمام لگاریتمی  
 است که معادله توانی بین تعداد توده های نفوذی با مساحتی بزرگتر از A و خودمقدار A را نشان می دهد. دایره  
 های توخالی نشان دهنده نتایج برای تمام سنگهای نفوذی و دایره های توپر تنها رابطه را برای مونزونیت  
 و گرانودیوریت نشان می دهد. (d)- نمودار تمام لگاریتمی است که یک رابطه توانی بین تعداد گسلها با طولهای  
 بزرگتر از L و مقدار A را نشان می دهد [۶]



#### ۴-۴-۲- مدل محیط - مساحت

برای مجموعه‌ای از اشکال فرکتالی رابطه زیر بین محیط و مساحت برای اولین بار در سال ۱۹۸۳ توسط مندلبروت ارائه گردید:

$$L(\delta) = C\delta^{(1-D)}\sqrt{A(\delta)^D} \quad (۳-۴)$$

این رابطه به عنوان یک رابطه کاربردی در فیزیک، شیمی و دیگر زمینه‌های علوم طبیعی کاربرد پیدا کرده است از این رابطه در زمینه‌های مختلف از جمله محیط و مساحت عوارض ژئوشیمیایی استفاده می‌شود. رابطه ساده شده زیر براساس تئوری مولتی فرکتالها (توسط لوجری و شرزر (۱۹۹۱) از رابطه (۳-۴) استخراج شده است:

$$L(\delta) = C\delta^{(1-\varepsilon T)}\sqrt{A(\delta)^{\varepsilon T}} \quad (۴-۴)$$

در رابطه فوق :

$$\varepsilon T = 2D_{(P_T)} / (D_{(S_T \geq)}) \quad (۵-۴)$$

که در آن  $D(P_T)$  و  $D(S_T \geq) \leq 2$  بعدها فرکتالی برای محیط و مساحت مجموعه‌هایی با مقادیر غلظت بالای حد آستانه T هستند. این رابطه برای معیار  $\delta$  ای که باندازه کافی برای اندازه گیری دقیق کوچکترین مساحت، کوچک باشد در نظر گرفته شد.

رابطه قبل برای معیار  $\delta$ ،  $L(\delta)$  و  $A(\delta)$  به صورت رابطه توانی زیر ساده می‌شود :

$$L(\delta) = C_0 A(\delta)^{\frac{\varepsilon T}{2}} \quad (۶-۴)$$

می توان نشان داد که رابطه (۴-۶) برای اندازه گیریهای متفاوت برای یک شکل ثابت، مساوی است. بعد  $\delta T$  به وسیله بعد فرکتال که از دو اندازه گیری متفاوت بدست می آید حاصل می شود. به عنوان مثال گروهی از اشکال فرکتالی (مانند جزیره ها، عوارض طبیعی و اشکال سه بعدی) را می توان با اندازه گیری محیط ( $L$ ) و مساحت ( $A$ ) یا حجم ( $V$ ) شناسایی کرد. بعد فرکتالی محیط و مساحت با  $D_L$  و  $D_A$  نشان داده می شود وقتی از روش شمارش جعبه ای با مقیاس  $\delta$  استفاده می شود محاسبه طول و مساحت یک شکل هندسی در یک فضای دو بعدی به صورت زیر است:

$$L_{(\delta)} = L_0 \delta^{(1-D_L)} \quad (۷-۴)$$

$$A_{(\delta)} = A_0 \delta^{(2-D_A)} \quad (۸-۴)$$

بعد اشکال هندسی متشابه را می توان با اندازه گیری های متفاوت در مقیاس های متفاوت بدست آورد با استفاده از رابطه (۴-۴) می توان رابطه (۴-۹) را نتیجه گرفت:

$$D_{AL} = \frac{2D_L}{D_A} \quad (۹-۴)$$

معادله بالا مستقل از مقدار مقیاس یا واحد اندازه گیری  $\delta$  است بعد  $D_{AL}$  از دو بعد  $D_A$  و  $D_L$  از معادله اصلی حاصل می شود.

از رابطه (۴-۹) می توان برای اثبات فرکتالی بودن رفتار یک شکل فرکتالی مانند توزیع ژئوشیمیایی یک عنصر و یا هر شکل فرکتالی دیگر استفاده کرد. معادله های مشابه رابطه (۴-۹) برای روابط بین حجم و مساحت و بین حجم و محیط می توان بدست آورد [۶].

برای مساحت‌های معمولی (افلیدسی)  $D_A = 2$  و  $D_{AL} = D_L$  است. این نوع ساده‌سازی مدل معمولاً برای تخمین بعد فرکتالی  $D_L$  استفاده می‌شود.

محیط و مساحت‌های یخرفته‌های نشان داده شده در شکل (۳-۴) که در حالت برداری محاسبه شده است و یک خط راست در نمودار تمام لگاریتمی به آن برازش گردیده است. بیانگر رابطه بین محیط و مساحت است که مقدار  $D_{AL} = 1.15$  [۶].

#### ۴-۴-۳- مدل مساحت - عیار

کتور کردن یک روش متداول برای نشان دادن توزیع فضایی یک عنصر شیمیایی است. هر چه مقدار عیار بیشتر می‌شود مقدار مساحتی که بین هر کتور قرار می‌گیرد کاهش می‌یابد. اگر مقدار هر کتور را  $\rho$  در نظر بگیریم، می‌توان یک معادله توانی را برای تمرکز مواد با خواص فرکتالی و مولتی فرکتالی ارائه نمود:

$$A_{(>\rho)} \propto \rho^{-D} \quad (۴-۱۰)$$

مقدار توان  $D$  مقادیر متفاوتی را بسته به دامنه‌های متفاوت  $\rho$  نشان می‌دهد. در اکتشافات ژئوشیمیایی تمرکزهای بالا همراه با فرآیند کانی‌سازی، می‌تواند توابع توانی متفاوتی را نسبت به مقدار زمینه منعکس کند. به عبارت دیگر بعد فرکتالی کانی‌سازی با مقدار بعد زمینه متفاوت خواهد بود. به طور کلی می‌توان از این روش برای جداسازی آنومالی‌های ژئوشیمیایی از زمینه استفاده کرد. در فصل بعد کاربردهای ویژه این مدل در جدا سازی جوامع مختلف از یکدیگر و تکنیک بین زمینه و آنومالی ژئوشیمیایی بکار گرفته شده است [۶].

#### ۴-۵- ماهیت فرکتالی داده‌های ژئوشیمیایی

تشخیص آنومالی ژئوشیمیایی از زمینه مسئله پایه‌ای در اکتشاف ژئوشیمیایی می‌باشد. توزیع فضایی اغلب عناصر در محیط ژئوشیمیایی - زمین شناسی، نتیجه نهایی مجموعه‌ای از فرآیندهای زمین شناسی از قبیل فعالیت‌های آتشفشانی یا توده‌های نفوذی، فرآیندهای رسوبی، تکتونیک، فرآیند دگرگونی و کانی‌سازی می‌باشد.

در طول این فرآیندها یا رویدادها بعضی از عناصر غنی شده، احتمالاً تشکیل موادی در حد عیار معدنی می‌دهند و برخی عناصر دیگر پراکنده و تهی می‌شوند. مشخصه‌های فضایی توسط بعضی از عناصر مرتبط با کانسارها ارائه می‌شود که خطوط و مسیرهای راهنما را برای اکتشاف کانسار فراهم می‌کنند [۷].

انگوی توزیع‌های ژئوشیمیایی، احتمالاً با پدیده‌های مستقل از مقیاس مرتبط می‌باشد. چرا که پدیده‌های زمین‌شناسی به وجود آورنده این الگوها در طول زمان زمین‌شناسی در هر سرعتی و در هر مقیاسی، از اندازه میکروسکوپی تا ابعاد قاره‌ای عمل کرده‌اند. در جدول (۴-۲) نمونه‌هایی از این پدیده‌ها آورده شده است. بعلاوه حجم زیادی از داده‌های تجربی نشان داده که انگوی توزیع ژئوشیمیایی مهم در بازه گسترده‌ای از مقیاس‌ها وجود دارند. طبقه‌بندی چنین الگوهای در جدول (۴-۳) آورده شده است [۸].

جدول ۴-۲: مثالهایی از فرآیندهای بوجود آورنده الگوهای پراکنندگی ژئوشیمیایی در مقیاسهای مختلف (برخی از فرآیندها در چند مقیاس مختلف روی می دهند [۸]).

مقیاس خطی (m)	مثالهایی از فرآیندها
$< 10^{-6}$	واکنشهای شیمیایی، ذوب، نفوذ، انحلال
$10^{-6} - 10^{-2}$	رشد کریستالی، هوا زدگی، رشد گیاه، تبخیر، تشکیل غبار. ته نشین
$10^{-2} - 10^2$	حرکت آب زیرزمینی، تشکیل خاک، فرسایش، فعالیت نفوذی فورانهای آتشفشانی، کوهزایی، حرکت در سطح آب، جابجاییهای یخچالی
$10^2 - 10^6$	جدایش کف دریا
$> 10^6$	حرکت قاره‌ای، جریانهای اقیانوسی، انتقال بوسیله آب رودخانه

جدول ۴-۳: مثالهایی از عوارض ژئوشیمیایی (الگوهای پراکنندگی ژئوشیمیایی) در مقیاسهای مختلف [۸].

مقیاس خطی (m)	مثالهایی از الگوهای پراکنندگی
$< 10^{-6}$	توزیع عناصر کمیاب در کانیها
$10^{-6} - 10^{-2}$	توزیع کانیها در مقاطع نازک
$10^{-2} - 10^2$	توزیع محتوی عناصر اصلی و فرعی در مغزه‌های حفاری
	توزیع عناصر اصلی و فرعی در مقیاسهای محلی تا ناحیه‌ای در نمونه‌های زمین شناسی
	$10^2 - 10^6$
$> 10^6$	ایالتهای ژئوشیمیایی و متالورژی در مقیاسهای کشوری تا قاره‌ای

پیروی الگوی توزیع داده‌های ژئوشیمیایی از ساختارهای زمین شناسی امری شناخته شده است. به خصوص در روند مهاجرت عناصر پیروی الگوی توزیع آنها از سطوح ضعف، مرز شبکه بلوری، گسل های کوچک و نهایتاً گسل های بزرگ به اثبات رسیده است. که این ساختارها تماماً دارای ماهیتی خود مشابه هستند که ویژگی اصلی فرکتال هاست، و منجر به ایجاد الگوی فرکتالی در مورد داده‌های ژئوشیمی می شود.

اینکه آیا الگوهای توزیع ژئوشیمیایی عناصری معین در محیط های مختلف را می توان به طور مفیدی با بعدهای فرکتالی توصیف کرد یا نه، را باید با آزمودن داده‌های تجربی تأیید کرد. باید گفت که در برخی زمینه‌ها پیشرفتهایی حاصل شده و اکنون از فرکتال در انتخاب حد آستانه به صورت عملی استفاده می‌شود و نیز وجود ماهیت فرکتالی در توزیع کانسارها در بعضی موارد به اثبات رسیده است. گرچه با درک روابط فرکتالی و از طرف دیگر شناخت پدیده‌های عملگر در ژئوشیمی می‌توان استفاده‌های دیگر را نیز یافت [۸].

#### ۴-۶- حد آستانه

در ژئوشیمی اکتشافی حد آستانه مقدار یا مشخصه‌ای است که نمونه‌های آنومال یا مساحت-های مرتبط با آنومالی را از زمینه جدا می‌کند. از دید زمین شناسی آنومالی تغییری است از آنچه انتظار می‌رود، یعنی حد آستانه نسبت به مقدار مورد انتظاری که عموماً بعنوان زمینه خوانده می‌شود. تعریف می‌گردد. درحالت عمومی‌تر حدود آستانه به منظور جداسازی داده‌ها به زیر جامعه-هایی که بعلت‌های متفاوت یا در پاسخ به فرآیندهای متفاوت بوجود می‌آیند به کار می‌رود. در نتیجه، حد آستانه معیاری است که به ما اجازه‌گروه‌بندی داده‌ها را می‌دهد. علی‌رغم کارا بودن روش. این تصور ساده‌گیرانه که حد آستانه ژئوشیمیایی می‌تواند به تشخیص دقیق نمونه‌های

مرتبط با کانی‌سازی از نمونه‌های صرفاً بازتاب دهنده فرآیندهای زمینه منجر گردد را باید از ذهن دور ساخت. درحقیقت همپوشانی دو جامعه آنومال و زمینه باعث بروز این خطا می‌شود. در ژئوشیمی اکتشافی بسیاری از تصمیمات مهم و حیاتی بر پایه حدود آستانه تعیین شده از داده‌های شیمی کمی حاصل از برنامه‌های نمونه برداری ناحیه‌ای و تفصیلی صورت می‌گیرد. موقعیت و طبیعت یک آنومالی وابسته به یک شبکه نمونه برداری تفصیلی که در تعیین موقعیت برنامه‌های حفاری مغزه‌گیری (که بسیار هزینه‌بر است) به کار می‌رود، بسیار بحرانی و حیاتی است. میزان تمایز و وضوح یک آنومالی از زمینه که خروجی یک برداشت اولیه و جهت‌ده است می‌تواند روش‌ها و رویه‌هایی را که می‌بایست در برداشت‌های ناحیه‌ای بزرگتر و هزینه برتر مورد استفاده قرار گیرد مشخص کند. تمام این تصمیمات به نحوی به تخمین حد آستانه بستگی دارد که اگر بر پایه رویه‌های شخصی و اختیاری باشد تنها بصورت تصادفی می‌تواند بهینه گردد. چنین تصمیماتی را، اگر در تخمین حد آستانه این نکته را که آنومالی و زمینه دو جامعه (یا چند جامعه) مجزا با توابع توزیع متمایز از هم دارند بکار گیریم، می‌توان با شیء‌گرایی بیشتری انجام داد [۵].

#### ۴-۷- روشهای تخمین حد آستانه

گونه‌های مختلفی از روشهای آماری تک متغیره و چند متغیره و روشهای فرکتالی برای تحلیل داده‌ها وجود دارند، که در تخمین حد آستانه به کار می‌رود. تعیین حد آستانه یک رویه تخمینی است که می‌تواند دستخوش خطاهای تصادفی و سیستماتیک گردد. یک طبقه‌بندی از تکنیک‌های انتخاب حد آستانه که شامل سه دسته اصلی است:

۱- روشهای تجربی

۲- تکنیک‌های مدل - پایه دلخواه

### ۳- تکنیک‌های مدل - پایه شی‌گرا

#### ۴-۷-۱- روشهای تجربی

روشهای تجربی انتخاب حد آستانه روشهایی هستند که وابسته به تجربه مکتشف می‌باشند و شامل تکنیک‌هایی همچون ارزیابی جداول داده‌ها یا ارزیابی بصری هیستوگرامهاست که به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روشها به گونه‌ای بسیار شخصی به فراوانی مطلق اطلاعات تکیه دارد. این روشها در ساده‌ترین موارد و در وضعیت‌های پیچیده مناسب و کافی هستند. با وجود اینکه این روشها قابل بازآفرینی بوسیله افراد مختلف نیستند و در نتیجه در مواردیکه تصمیم‌گیریها می‌بایست بر پایه مقایسه‌ها صورت گیرد. (برای مثال تمایز آنومالیها) یا جائیکه گروه‌بندی هر نمونه مجزا به دو دسته آنومال و زمینه اهمیت بحرانی دارد (برای مثال در برداشت‌های ناحیه‌ای) مناسب نیستند.

#### ۴-۷-۲- روشهای مدل پایه دلخواه

در این روشها گونه‌های از مدل‌های ریاضی یا آماری را برای مجموعه از مقادیر ژئوشیمیایی انتخاب شده بکار می‌برند. مثالی از این روشها می‌گویند، برای یک عنصر خاص، نمونه‌های زمینه و آنومال می‌تواند به وسیله توزیع چگالی احتمال متفاوت (به عبارت دیگر هیستوگرامهای متفاوت) از هم جدا شوند.

برای کسانی که در کارهای اجرایی شرکت دارند استفاده از معیار میانگین بعلاوه دو برابر انحراف معیار بعنوان حد آستانه برای یک مجموعه داده امری ناشناخته نیست. اگر فرض شود که



با توزیعی نرمال سر و کار داریم و سپس با استفاده از چنین رویه‌ای فرض کنیم که  $2/5$  درصد بالای داده‌ها آنومال هستند، این جزء بوضوح تصنعی و صرفاً جزءهای صحیح از یک مجموعه داده‌ها مفروض می‌باشد. اگر در مورد شکل توزیع، هیچ‌گونه فرضیاتی در نظر نگیریم آنگاه مقدار دلخواه  $\bar{x} + 2S$  از نظر ژئوشیمی مفهومی ندارد و تنها جزئی متغیر و کوچک از بالاترین مقادیر یک مجموعه داده را معرفی می‌کند. این روش برخلاف محدودیت‌های آشکارش به صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این امر احتمالاً بدلیل سادگی کاربرد آن است. در مواردی که شواهدی آشکار از فرآیندهای کانی‌سازی در مجموعه داده‌ها وجود دارند، بدین معنی که تنها یک جامعه منفرد از مجموعه داده‌ها به نمایش در می‌آید، استفاده از  $\bar{x} + 2S$  بعنوان حد آستانه، فاکتور ایمنی مفیدی در جداسازی تنها مقدار کمی از مقادیر بسیار بالا جهت آزمونهای بیشتر است چرا که در این حالت جامعه آنومالی تنها شامل یک یا تعداد کمی از داده‌هاست و به تبع از لحاظ آماری نمی‌توان آنرا شناخت و مورد بررسی قرار داد.

روش روند سطحی نیز در این گروه از روش‌ها قرار می‌گیرد که تعبیری دو بعدی از معیار  $\bar{x} + 2S$  است و همان محدودیت‌ها را نیز دارا است. مشکل اساسی تمامی این تکنیک‌ها ساده‌گیری بیش از حد در تشکیل مدل توزیع داده‌هاست و واضح نیست که حدود آستانه که با استفاده از چنین روش‌هایی حاصل می‌شوند با حد آستانه بهینه برابر یا دارای رابطه‌ای قابل محاسبه باشند.

#### ۴-۷-۳- تکنیک‌های مدل پایه شیء گرا

روش‌های مدل پایه شیء گرا با روش‌های شخصی در این نکته اختلاف دارند که در آنها حد آستانه بیشتر توسط خود داده‌ها انتخاب می‌شود تا تصمیم تصنعی مکتشف. البته در این روش‌ها نیز عناصری از شخص‌گرایی و نظر شخصی در برخی مدل‌های مفهومی زیر ساختی که باید فرض

شوند وجود دارد. این تکنیک‌ها بر پایه مدل مفهومی عمومی ژئوشیمیایی شناخته شده‌ای است که می‌گوید، جامعه زمینیه در یک محیط زمین شناسی هموزن دارای این شاخصه است که تابع چگالی احتمالی را داراست که حاصل از مجموع فرآیندهایی است که زمینه را تولید می‌کند.

در ژئوشیمی اکتشافی این جوامع زمینه را می‌توان با تقریب خوبی به توابع چگالی نرمال یا لاگ نرمال برازش نمود. فرآیندهایی کاملاً متفاوت جوامع آنومالی را به وجود می‌آورند که نتیجتاً از جامعه زمینه به درجاتی مختلف، بسته به متغیر، محیط و غیره متمایز می‌گردند. رویه‌هایی چند در این دسته جای می‌گیرند که نمودار احتمال و آماره انفصال از آن جمله‌اند. باید این نکته را نیز ذکر کرد که علی‌رغم پایه‌های استدلالی قوی، این روشها نیز محدودیت‌هایی را پیش رو دارند. یکی از مشکلات آشکار کاربران، مشکل تعریف ویژگیهای آماری جامعه آنومالی است چرا که ممکن است تنها تعداد بسیار کمی از داده‌ها نمایش دهنده این جامعه باشند. برای حل این مشکل برخی کاربران ابتدا با توجه به فراوانی موارد مربوط به جامع زمینه به تعریف تابع چگالی احتمال آن پرداخته و سپس به تشخیص داده‌های آنومال با استفاده از انحراف آنها از مدل جامع زمینه می‌پردازند. گرچه استفاده از متدهایی همانند روش P.N نیز می‌تواند تعبیر دیگری از فرآیند فوق باشد. چرا که اگر احتمال پیدایش نقطه‌ای، نمونه‌ای در جامعه بسیار کمتر از حد انتظار باشد و احتمال پیدایش آن از یک مورد هم در کل جامعه بسیار کمتر گردد. آنگاه می‌توان این تعبیر را نمود که اساساً این نمونه متعلق به جامعه‌ای دیگر که جامعه آنومالی است می‌باشد.

در مورد روشهای چند متغیره می‌توان گفت که در کل سعی این روشها بر آنست که روندهای چند عنصری و همبستگی‌هایی موجود بین عناصر مختلف را یافته و با استفاده از این روندها، انحرافات از این روندهای کلی را در مقادیر حاصله از نمونه‌ها بیابند و به عنوان آنومالی معرفی کنند. مناطقی که از روندهای کلی تبعیت می‌کنند مناطق زمینه را تشکیل می‌دهند. در این روشها

با توجه به استفاده از تغییرات چند عنصری می‌توان تا حدی به روابط پارائیزی پی‌برد و در اعلام یک نمونه بعنوان نمونه آنومال این نکته را نیز تا حدی رعایت نمود. در عین حال با توجه به استفاده از همبستگی‌های موجود در بین عناصر مختلف می‌توان در مورد عناصری که خطای آنالیز نسبتاً بالایی دارند (مثلاً طلا) با دقت بیشتری به اعلام مناطق آنومال پرداخت. برای روشهای چند متغیره در کنار مزیت‌های فوق محدودیت‌هایی را نیز می‌توان ذکر کرد. پیچیدگی کار با این روشها و نیاز به داشتن دانش بالا در دو زمینه آمار چند متغیره و زمین شناسی (شاخه‌هایی از دانش زمین که به نحوی با کانی سازی ارتباط مفهومی دارند) در تعبیر و تفسیر نتایج حاصله اساسی‌ترین مانع در سر راه گسترش استفاده از این روشها است. چرا که به زمین شناس آموزشی در این زمینه داده نمی‌شود و افراد متخصص در آمار نیز آشنایی به مفاهیم زمین‌شناسی ندارند.

روش فرکتال در انتخاب حد آستانه نیز به نحوی بر پایه تفاوت بین جوامع آنومالی و زمینه بنا نهاده شده‌است. در مورد مزایای این روش ارائه تعبیر زمین ساختی و توجه به ماهیت توزیع فضایی داده‌ها را می‌توان ذکر کرد. از معایب عمده این روش وابستگی آن به نحوه انجام تخمین و به نقشه درآوردن داده‌ها است .

در مجموع یک روش انتخاب حد آستانه قوی می‌بایست از مشخصات زیر برخوردار باشد:

- بایستی قادر باشد منطقه بندی چند عنصری را نشان دهد .
- شکلی نسبتاً دقیق و منطبق بر ساختارهای کنترل کننده کانی سازی از آنومالی ارائه دهد .
- دارای پایه‌های نظری قوی و قابل فهم باشد.
- کاربری آسانی داشته باشد.
- قابلیت بدست آوردن نتایج یکسان توسط افراد مختلف را داشته باشد.

سطح اعتماد در تشخیص آنومالی به میزان اعتماد پذیری انتخاب حدآستانه وابسته است و هر چه شناخت و فهم ما از فرآیندهایی که جوامع مختلف نمایش داده شده در داده‌ها را بوجود می‌آوردند بیشتر گردد اطمینان ما در جداسازی مقادیر آنومالی از زمینه بیشتر خواهد شد.

#### ۴-۸- مدل‌های مولتی فرکتالی و فرکتالی جهت جدایش آنومالی ژئوشیمیایی

توزیع فضایی اغلب عناصر در یک محیط زمین شناسی - ژئوشیمیایی مفروض محصول نهایی دسته‌هایی از حوادث زمین شناسی همچون فعالیت‌های نفوذی و آتشفشانی، فرآیندهای رسوب‌گذاری، تکتونیک و کانی‌سازی است. با توجه به اینکه جوامع کانی‌سازی شده از فرآیندهایی متفاوت از فرآیندهای بوجود آورنده جامعه زمینه، منشأ گرفته است می‌توان انتظار داشت که این جوامع دارای مشخصات توزیع مکانی و ساختار شکلی متفاوتی از هم باشند. حال اگر در عوارض ژئوشیمیایی پدیده استقلال از مقیاس (در یک بازه معین) وجود داشته باشد و یا در این بازه در تمام مقیاسها تشابه وجود داشته باشد این عوارض ساختارهایی خود تشابه خواهند بود و ماهیت فرکتالی دارند. بنابر مطالب فوق می‌توان انتظار داشت که ما در یک نقشه ژئوشیمیایی با فرکتالهایی متصل بهم روبرو هستیم، که گروهی زمینه و گروهی دیگر معرف جامعه آنومالی هستند. در روش مولتی فرکتالی برای جدایش آنومالی سعی بر آن است غلظتی که در آن روند فرکتالی تغییر پیدا می‌کند، بعنوان حدآستانه معرفی گردد. استفاده همزمان از توزیع فراوانی عنصر و شکل هندسی آنومالی در روش‌های تشخیص حدآستانه می‌تواند منجر به بهبود نتایج گردد.

مدلهای مولتی فرکتالی عموماً منتج به روابط نمایی بین متغیرها مورد توجه می‌گردند. چنین روابطی به صورت خطی مستقیم بر روی نمودار تمام لگاریتمی به نمایش در می‌آیند. نمودارهای غلظت - مساحت نتیجه شده از یک مدل مولتی فرکتالی در بیشتر موارد به دو رابطه نمایی تقسیم

می‌شوند که ظاهری دو فرکتالی را به نمایش می‌گذارند. اگر غلظت عنصر (یا هر اندازه دیگری، مثلاً شاخص غنی‌شدگی) با مساحت رابطه‌ای مولتی فرکتالی داشته باشد آنگاه نمودار تمام لگاریتمی غلظت - مساحت دارای بخش‌هایی مجزا با شیب‌هایی که معرف بعد فرکتالی آنهاست خواهد بود. البته نحوه آماده‌سازی داده‌ها برای بدست آوردن حدآستانه به روش غلظت-مساحت در فصل بعد توضیح داده خواهد شد [۷].

## فصل پنجم

### آماده سازی داده‌ها برای تحلیل فراکتالی و تعیین حد آستانه متغیرها

۵-۱- مقدمه:

نیاز به نتیجه‌گیری و اخذ تصمیم صحیح از اطلاعات، موجب آن گردیده که انسان از دیرباز از اشکال نمادین جهت نمایش داده‌ها استفاده نماید. شاید بعنوان یک سند بتوان از کتیبه‌های کهن که جهت نمایش تعداد سربازان در تمدنهای قدیم بوده و یا استفاده از چوب خط جهت بیاد داشتن و حفظ ارقام نام برد.

آنچه مسلم است هر چه اشکال نمادین بهتر بتوانند ماهیت داده‌های خود را به بیننده القاء کنند، از اعتبار بیشتری برخوردار بوده و مورد مصرف بیشتری پیدا می‌کنند. بعنوان مثال می‌توان از نمودارهای هیستوگرام نام برد که بعلت سادگی در نمایش و اطلاعات مفیدی که در اختیار کاربر می‌گذارند (مانند نحوه تابع توزیع، میزان چولگی و کشیدگی، حدود دامنه تغییرات و...) از پر استفاده‌ترین نمودارهای آماری می‌باشند. از لحاظ آماری نمودارهای نامبرده شده تنها وقوع رخدادهای یک پدیده را بدون در نظر گرفتن مکان آنها نمایش می‌دهند. لذا برای داده‌های که مکان وقوع آنها نیز مورد نیاز کاربر می‌باشد چنین نمودارهایی عملاً کارآیی نداشته در نتیجه استفاده از نقشه‌هایی خاص جهت نمایش محل و نوع رخدادهای یک پدیده متداول گشت. نقشه-های توپوگرافی که امروزه بسیار متداول و مورد استفاده هستند، جهت نمایش داده‌های ثبت شده از رخدادی بنام عوارض سطح زمین، بکار برده می‌شود. قدر مسلم استفاده گسترده‌ای که از این نقشه‌ها می‌شود، بخاطر آنست که وضعیت توپوگرافی یک منطقه را با توجه به دقت نقشه، به بهترین صورت به بیننده القاء می‌کنند. در صورتیکه اگر بجای رسم خطوط هم تراز از یک صفحه

مملو از اعداد استفاده می‌شد، کاربرهای کمتری سراغ آنها می‌رفت. محققان و کارشناسان همیشه در تلاش بوده‌اند که نمایش بهتری از اعداد ثبت شده از یک واقعه را ارائه دهند.

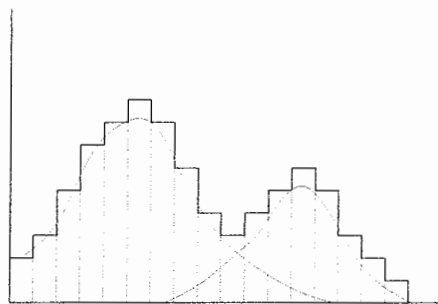
یکی از مهمترین مشکلات در رسم چنین نقشه‌هایی محاسبه اعداد برای قسمتهایی بود که رخدادی برای آنها ثبت نشده و داده‌ای برای آنها در دسترس نبوده است. ساده‌ترین مثال نقشه‌های توپوگرافی است که اعداد منحصرأ مربوط به ایستگاههای برداشت شده می‌باشد و لازم است جهت ارائه هر چه بهتر نقشه داده‌ها که بتواند القاء کننده طبیعت برداشت نمونه‌ها باشد، از روشهایی که کمترین خطا را داشته باشند، جهت بدست آوردن و تخمین اعداد برای مناطقی که داده‌ایی برای آنها ثبت نشده است، استفاده گردد.

بدین منظور از روشهای مختلف ریاضی جهت تخمین اعداد (درون‌یابی و برون‌یابی) استفاده شده است. از آنجا که روشهای مذکور صرفأ روابط ریاضی هستند، لذا برای تخمین در هر محیط، داشتن اطلاعات کافی از طبیعت پدیده مورد بررسی جهت بدست آوردن تخمین صحیح بسیار حائز اهمیت است. بعبارت دیگر توزیع داده‌های مربوط به عوارض سطح زمین و گسترش کانی-زایی از نوع خاص در همان منطقه الزامأ یکسان نمی‌باشد و جهت تخمین داده‌هایی مربوط به این دو پدیده باید از روشهای مناسب هر کدام استفاده گردد.

از آنجا که برداشت نمونه از رسوبات آبراهه‌ها و آنالیز آنها کار نسبتاً سریع و ارزانی است لذا جهت اکتشافات ناحیه‌ای یکی از سریعترین، ارزانتترین و بهترین روشها جهت شناسایی مناطق پربتانسیل و بی‌هنجار، اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای می‌باشد. اگر چه این روش بسیار سریع می‌تواند محدوده‌های بی‌هنجار را معرفی نماید، اما بعلت تعداد زیاد و گستردگی داده‌ها و نیز ماهیت ویژه رسوبات آبراهه‌ای در هنگام تشکیل تعبیر و تفسیر و نمایش داده‌ها، همیشه کارشناسان را با مشکل مواجه ساخته است. ساده‌ترین روش برای نمایش داده‌های ژئوشیمیایی

رسوبات آبراهه‌ایی، نقشه‌های نمادین نقطه‌ای<sup>۱</sup> می‌باشد که در آن بوسیله یک سری روابط مقادیر آنومال از مقدار زمینه جدا شده و بوسیله یک سری نقاط بر روی نقشه مشخص می‌شوند. این نقشه‌ها علیرغم سادگی در مواردی کارشناسان را با مشکل مواجه می‌کنند. روش نقطه‌ایی تنها یک روش نمایش است و هیچ دخالتی در کاهش خطاهای موجود نداشته و تمام بررسی‌های آماری جهت کاهش خطا باید در محیط دیگری صورت بگیرد. در نتیجه تصمیم‌گیری برای کارشناسان از لحاظ نحوه توزیع عناصر مختلف و گستردگی توزیع آنها توسط این روش لحاظ نمی‌شود.

از جمله خطاهای بسیار مهم، هنگامی اتفاق می‌افتد که توزیع یک عنصر دو و یا چند جامعه‌ایی باشد و این جوامع با همدیگر هم پوشانی داشته باشند. در چنین مواقعی خطاهای قبول و پرش<sup>۱</sup> از مواردی است که کارشناسان را با خطا مواجه می‌کند. خطای قبول بمنزله قبول یک نمونه از جامعه زمینه در محدوده ناهنجار و خطای پرش به معنای خروج یک نمونه از جامعه ناهنجار به محدوده زمینه می‌باشد (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱: هیستوگرام معرف دو جامعه، محدوده خطاهای قبول و پرش با هاشور مشخص شده است.

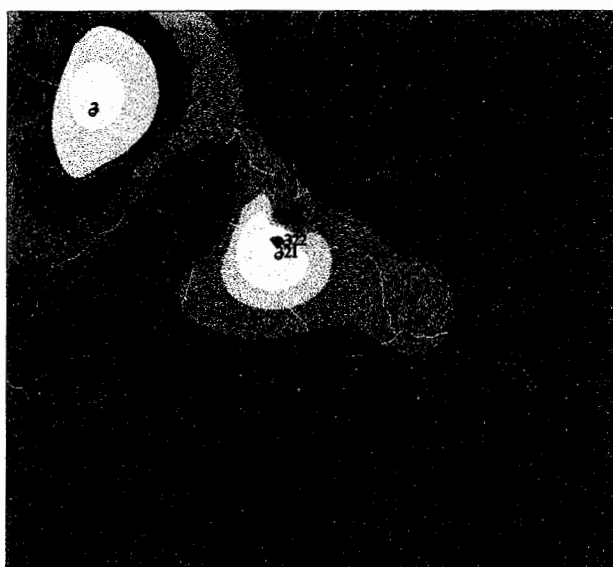
برای گریز از چنین خطایی در روشهای آمار کلاسیک از روشهایی ریاضی و آماری بر مبنای تابع توزیع استفاده می‌شود (مانند روش خلاء آماری<sup>۲</sup>) ولی در تمامی این روشها محل برداشت

---

1- Symbol Dot Maps  
 1- Acception & Rejection Errors  
 2- Gap Statistic Method



نمونه در نظر گرفته نمی شود. با فرض وقوع نوع خاصی از کانی زایی در یک مکان غنی شدگی عناصر مرتبط با پاراژنهای موجود در کانسنگ در نمونه های پایین دست آن به نسبتی که ارتباط با عواملی مانند فاصله محل برداشت نمونه تا منطقه کانی زایی نوع عناصر غنی شده و تحرک پذیری آنها، توپوگرافی منطقه، جنس و سختی سنگ میزبان و سنگهای منطقه و... دارد، دیده شود. و این غنی شدگی در تمام نمونه های برداشت شده از پایین دست زون مینرالیزه وجود دارد. برای کاهش خطاهای پرش و قبول یکی از مناسبترین عملکردها، روشهایی است که بر مبنای مکان برداشت نمونه باشد. در اینصورت نمونه هایی که غنی شدگی کمتری در یک محدوده دارند می توانند یکدیگر را تقویت کرده و محدوده های آنومال را نمایش دهند و نیز نمونه هایی که مقادیر زیادی از یک عنصر را نشان می دهند ولی در میان نمونه های با مقادیر کمتر واقع شده و احتمال دروغین بودن مقادیر آنها می رود، تضعیف می شوند.



شکل ۵-۲: تخمین با روش عکس فاصله

عموماً جهت رسیدن به چنین هدفی از روشهای تخمین عکس توانی از فاصله، کریجینگ و غیره استفاده می شود. این روشها اگر چه در مورد داده های حاصل از برداشتهای توپوگرافی، نمونه های برداشت شده از محیطهای سنگی، داده های ژئوفیزیکی و هر نوع متغیر ناحیه ای از این گروه

مناسب می‌باشند ولی به یک دلیل مهم برای داده‌های مربوط به رسوبات آبراهه‌ای کارآیی لازم را ندارند (شکل ۲-۵).

در مورد نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای، در نظر گرفتن این نکته بسیار مهم است که هر نمونه تنها می‌تواند معرف محیط بالادست خود در حوضه باشد و نمی‌توان از آن جهت تعیین مقادیر و تعمیم آنها به محیط پایین دست محل برداشت نمونه استفاده کرد. بعبارت دیگر این نمونه‌ها یک ماهیت برداری بسمت انتهای حوضه‌های آبریز خود دارند و این مطلبی است که در روش‌های تخمین فوق‌الذکر در نظر گرفته نمی‌شود. در این روشها از مقادیر تمامی نمونه‌های اطراف یک نقطه، جهت تخمین آن استفاده می‌گردد که با ماهیت نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای منافات دارد.

#### ۲-۵- تکنیک تخمین شبکه‌ای :

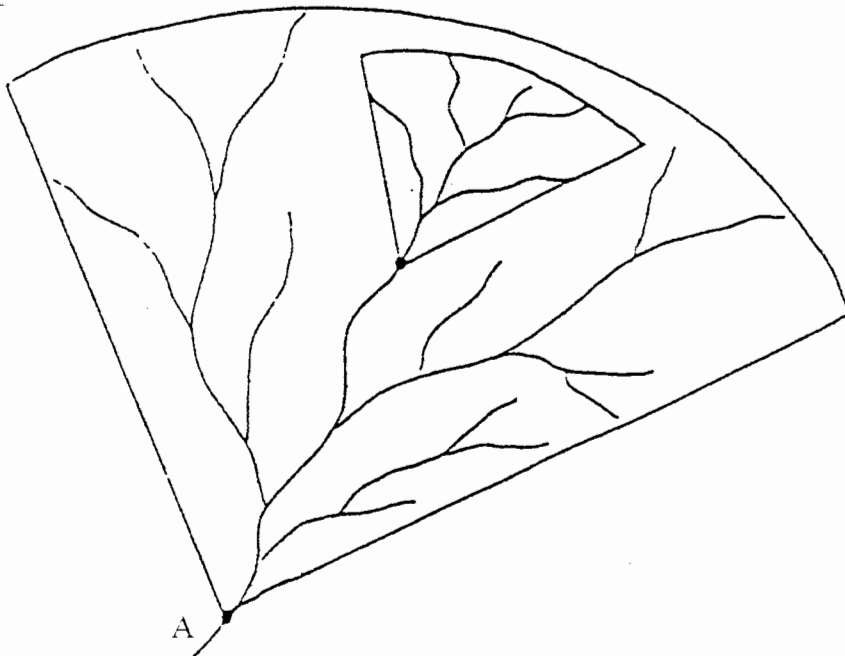
مهم‌ترین ویژگی بررسی رسوبات رودخانه‌ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی، می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوب رودخانه‌ای دارای خاصیت برداری است. جهت این بردار بطریقی است که همواره مقادیر بالادست خود را معرفی می‌کند. به عبارت دیگر ارقام حاصل از بررسی رسوبات رودخانه‌ای بر خلاف سایر روش‌های ژئوشیمیایی خاصیت جهت یافتگی دارند و همواره انعکاس دهنده تغییرات، در ناحیه بالادست خود می‌باشند. الگوریتم کنونی به نحوی طراحی شده که این اثر مهم را در تخمین به حساب آورد.

تکنیک تخمین شبکه‌ای شامل چند بخش به شرح زیر است:

مرحله اول : در این مرحله کل سطح برگه توسط شبکه‌ای مربعی سلول بندی می‌گردد . اندازه سلولها تابع متیاس کار، دقت مورد نظر و میزان تغییر پذیری متغیرها می‌باشد .

مرحله دوم: در این مرحله حوضه آبریز بالا دست هر نمونه مشخص می‌گردد. برای مشخص کردن حوضه آبریز بالادست هر نمونه می‌توان از اشکال مختلفی استفاده کرد. از جمله پلی‌گون، بیضی، مثلث و یا قطاعی از دایره.

مشخص کردن حوضه آبریز توسط پلی‌گون بیشترین انطباق را می‌تواند با حوضه آبریز ایجاد نماید. ولی از آنجایی که محاسبات مربوط به تعیین مساحت آن که یکی از فاکتورهای اساسی در تخمین شبکه‌ای است و نیز سایر محاسبات بر اساس این شکل پیچیده و زمان بر است. لذا اغلب ترجیح داده می‌شود که از این شکل استفاده نشود. در عوض قطاعی از یک دایره، با آن که ممکن است انطباق کاملی با حوضه آبریز نداشته باشد ولی از آنجایی که محاسبات مربوط به آن بسیار ساده می‌باشد، اغلب ترجیح داده می‌شود که از این شکل استفاده گردد. شکل (۳-۵) نمونه‌ای از مشخص کردن حوضه آبریز توسط قطاعی از دایره را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵: مشخص کردن حوضه آبریز توسط قطاعی از دایره.

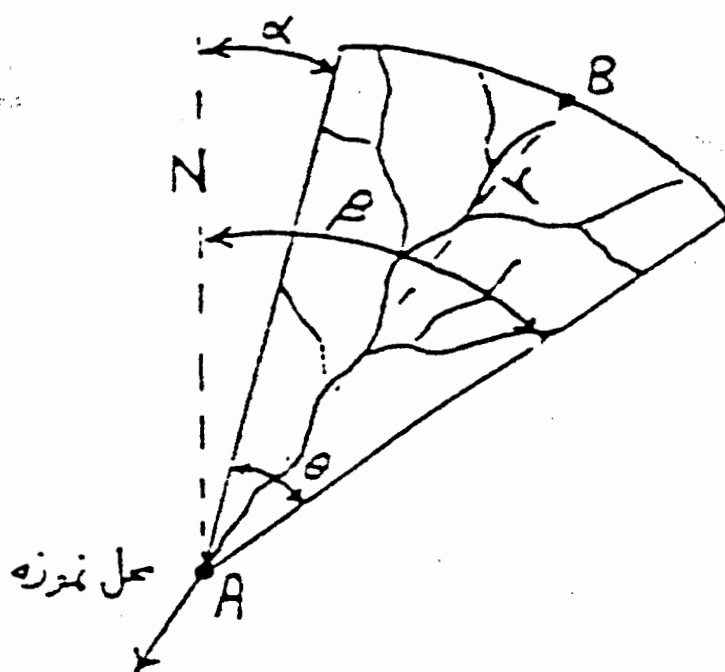
روابط ساده‌ای برای مشخص کردن یک قطاع وجود دارد. دو روش ساده که در این مورد می-

توان بکار برد عبارتند از :

۱- مشخص کردن قطاع توسط طول شعاع، موقعیت نمونه (نقطه A) و زوایای  $\alpha$  و  $\beta$  که به

ترتیب در ارتباط با آزیموت دو ضلع قطاع می‌باشند یا اینکه توسط طول شعاع و امتداد آن یعنی

$\alpha + \beta/2$ ، زاویه  $\theta$  و مختصات نقطه A (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵: مشخصات هندسی قطاع.

۲- توسط مختصات نقطه A، مختصات نقطه B و زاویه  $\theta$ . چون روش دوم ساده‌تر است

معمولاً از این روش استفاده می‌شود.

مرحله سوم: درون یابی سلولها در این مرحله صورت می‌گیرد. برای درون یابی از فرمول

زیر استفاده می‌شود:

(۱-۵)

$$X_i = \sum W_{ij} \times X_{oj}$$

که در آن  $X_i$  مقدار تخمین زده شده برای سلول  $i$ ،  $W_{ij}$  وزن‌های مختلفی که نمونه‌های مختلف بر روی سلول  $i$  اعمال می‌کنند و  $X_{oj}$  مقدار غلظت عنصر در محل هر یک از نمونه‌هایی است که روی سلول اثر می‌گذارند  $W_{ij}$  ها از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

(۲-۵)

$$W_{ij} = \frac{1}{3} (W_1 + W_2 + W_3)$$

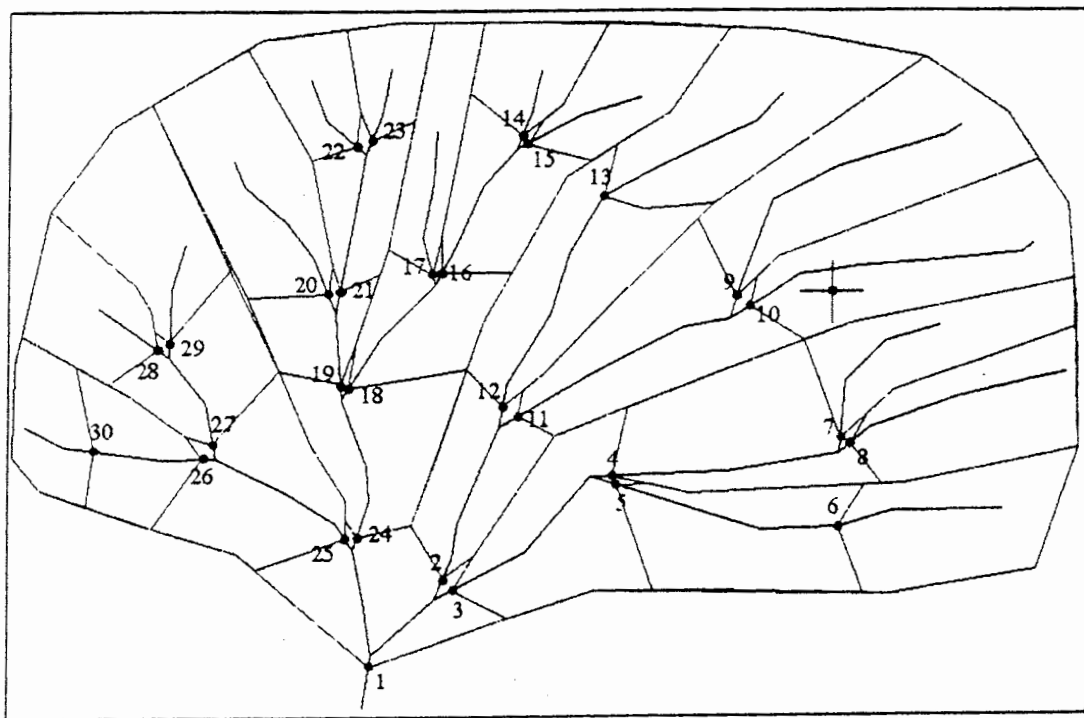
$W_1$  وزنی است که در ارتباط با نسبت آن قسمت از مساحت یک قطاع که درون سلول خاصی واقع شده‌است به کل مساحت قطاع می‌باشد،  $W_2$  در ارتباط با نسبت سهم مساحت یک قطاع خاص به جمع سهم مساحت قطاع‌های مختلفی که با مساحت‌های گوناگون یک سلول خاص شبکه را اشغال می‌نمایند و  $W_3$  در ارتباط با فاصله بین دو موقعیت نمونه و مرکز سلولی است که قرار است تخمین زده شود. بعد از این کار و ترسیم قطاعها با استفاده از نرم افزارهای خاص می‌توان تخمین شبکه‌ای زد و برای هر کدام از سلولها برای هر عنصر خاص غلظتی مشخص کرد.

به این صورت نقشه غلظت عنصری از حالت نقطه‌ای خارج می‌شود. با بدست آوردن مقادیر تخمین شبکه‌ای برای هر سلول، حالا می‌توان کار فراکتالی را به آسانی عملی کرد. البته در مورد داده‌های مربوط به لیتوژئوشیمی یا ژئوشیمی خاک می‌توان از روشهای درون‌یابی دیگر مثل روشهای زمین آماری، کریجینگ و یا روشهای دیگر که برداری نیستند استفاده کرد. روش قطاع و روشهای مشابه فقط برای نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای استفاده می‌شود.

البته به خاطر وجود خطاهای ناشی رسم قطاع و اینکه تمام حوضه آبریز را نمی‌تواند پوشش دهد ناگزیر روش دیگری که در آن بجای قطاع از چندضلعی (پلی‌گون) برای نمایش حوضه آبریز استفاده می‌شود در این پروژه استفاده شد. هرچند داده‌های حاصل از این روش بسیار زیاد می‌باشد و کار با آنها بسیار مشکل است ولیکن به واقعیت نزدیکتر می‌باشد.

### ۳-۵- تخمین شبکه‌ای توسعه یافته

در تخمین شبکه‌ای توسعه یافته مبنای محاسبه ضرایب همانست که در روش تخمین شبکه‌ای قطاعی انجام می‌شده ولی از آنجا که در تعیین ضرایب هر حوضه، مساحت آن حوضه و مساحتی قسمتی از هر حوضه که در هر شبکه محصور شده، نقش بسیار مهم و مستقیم دارند، لذا با استفاده از چند ضلعی‌های غیر منتظم و معرفی حوضه‌های آبریز هر نمونه بوسیله این چند ضلعی‌ها مساحت هر حوضه و در نتیجه پاره‌های محصور آن در هر شبکه با دقت بیشتری محاسبه شده و ضرایب هر سلول بطور واقعی‌تری بدست می‌آید (شکل ۵-۵). نکته مهم برای رسم این چند ضلعی‌ها توجه به حوضه بالا دست هر نمونه و شروع از محل قرار گرفتن نمونه است بطوریکه در نهایت چند ضلعی رسم شده محاط بر تمام حوضه متعلق به هر نمونه باشد و تداخلی هم با حوضه نمونه‌های دیگر نداشته باشد.



شکل (۵-۵): نمایش حوضه آبریز توسط چند ضلعی (پلی‌گون) برای محاسبه مقادیر تخمینی غلظت‌ها

در این روش هر چهار گوشه مورد بررسی که می‌تواند بعنوان مثال یک برگه ۱۰۰۰۰۰:۱ باشد به شبکه‌ایی با سلولهای مربع تقسیم می‌شود. ابعاد هر سلول با توجه به دقت کار و مقیاس نقشه تعیین نمی‌گردد و با کوچکتر کردن ابعاد هر سلول که موجب افزایش تعداد آنها در نقشه می‌شود، علاوه بر دقت بیشتر، نمایش بهتری از نحوه توزیع عناصر بدست می‌آید و نقشه‌ها با دقت بیشتری می‌توانند محدوده توزیع عناصر را معرفی کنند. برای هر سلول با توجه به شبکه آبراهه‌ها و محل برداشت نمونه‌ها، ضرایبی بدست می‌آید. این ضرایب که تنها بر اساس شکل حوضه‌های آبریز و محل برداشت نمونه‌ها داشته و مستقل از میزان عیار عناصر مختلف در نمونه‌ها می‌باشند به صورت زیر بدست می‌آیند:

#### ضریب A:

این ضریب در ارتباط با مسافت می‌باشد برای این ضریب مسافت بین مرکز هر سلول با محل برداشت نمونه‌ها بدست می‌آید. برای هر نمونه نسبت عکس توان دوم مسافت بین محل برداشت نمونه تا مراکز سلولهای حوضه آبریز نمونه، ضریب A برای آن نمونه در کل برگه در نظر گرفته می‌شود. برای سلولی که محل نمونه در آن واقع شده است، نصف طول ضلع سلول بعنوان فاصله در نظر گرفته می‌شود. قدر مسلم مقدار این ضریب برای سلولهایی که در حوضه آبریز یک نمونه قرار ندارند، برای آن نمونه صفر می‌باشد. جهت پرهیز از هرگونه خطای تمایل مقدار فواصل بدست آمده برای هر سلول تا محل برداشت یک نمونه به مجموع کل آنها نرمال می‌شود. بدین ترتیب مجموع ضرایب بدست آمده برای یک نمونه در کل سلولهای نقشه مساوی یک می‌گردد.

## ضریب B :

این ضریب در ارتباط با مساحت قسمتی از هر حوضه است که در هر سلول واقع شده است. برای محاسبه این ضریب لازم است تا مساحت قسمتی از هر حوضه که در هر سلول قرار گرفته محاسبه شود در نتیجه برای هر نمونه در کل شبکه یک سری اعداد بدست می‌آید که نتیجه تقسیمات حوضه آبریز آن نمونه توسط شبکه طراحی شده است و لذا مجموع اعداد بدست آمده برابر مساحت کل حوضه آبریز می‌باشد در این مرحله نیز جهت کاهش خطای اریبی، هر عدد تقسیم بر مساحت کل حوضه آبریز می‌شود تا در نهایت مجموع اعداد مربوط به هر نمونه معادل عدد یک شود. این ضریب معرف تأثیر مساحت حوضه آبریز در گسترش نمونه است و تأثیر مستقیم در ضرایب بدست آمده دارد.

همانگونه که مشخص است مقدار ضرایب هر سلول برای نمونه‌هایی که حوضه‌های بزرگ دارند بسیار اندک است و لذا نمونه‌هایی که حوضه‌های بزرگتری دارند، تأثیر کمتری در مقدار ضرایب توزیع عناصر می‌گذارند.

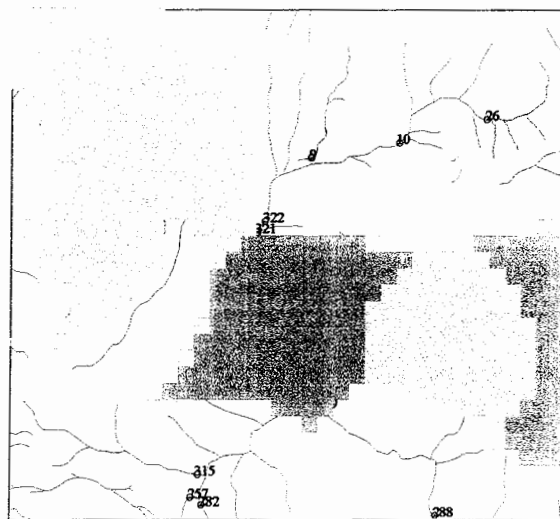
## ضریب C :

برای سلولهایی که در حوضه‌های آبریز چند نمونه بصورت مشترک قرار دارند و بعبارت دیگر مورد هم پوشانی حوضه آبریز چند نمونه واقع شده‌اند باید ضریبی محاسبه شود تا بتوانند بازگو کننده میزان تأثیر هر حوضه بر روی سلول مذکور باشد. بعبارت دیگر از آنجا که فضای مشخص شده توسط این سلول می‌تواند منبع انتقال مواد برای چند نمونه باشد، باید تدبیری اندیشه شود که تأثیر این سلول برای نمونه‌های مختلف پایین دست آن یکسان نباشد. در نتیجه ضریبی بشرح زیر برای هر سلول در مورد هر نمونه محاسبه می‌شود. ابتدا برای هر سلول مساحتی از هر حوضه آبریز که توسط آن سلول تغذیه می‌شود محاسبه شده و نسبت فضای آن حوضه که در سلول



مذکور محصور شده به کل مساحت آن حوضه محاسبه می‌شود. سپس اعداد بدست آمده برای این سلول با یکدیگر جمع شده و در نهایت نسبت اعداد هر حوضه به حاصل جمع بدست آمده محاسبه می‌شود. مجموع این اعداد برای هر سلول مساوی یک می‌شود و معرف میزان تأثیر حوضه هر نمونه در سلول مذکور می‌باشد.

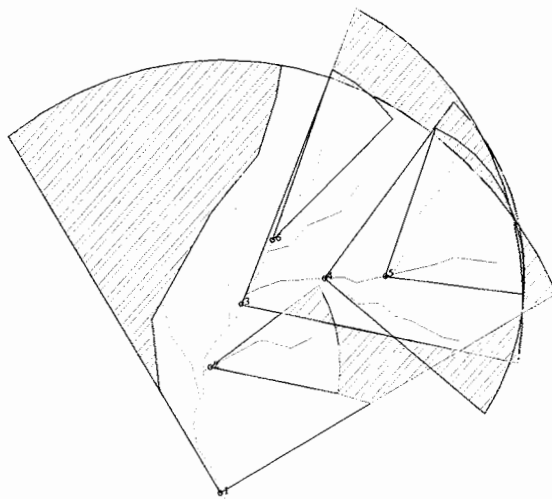
ضریب نهایی برای سلولهای نقشه در هر نمونه، از معدل گیری بین سه ضریب A، B و C بدست می‌آید. به زبان ساده تر نتیجه این عملیات یک ماتریس است که تعداد سطرهاى آن برابر تعداد سلولهای نقشه است و تعداد ستونهای آن معادل تعداد نمونه‌های برداشت شده می‌باشد. و چنانچه این ماتریس در یک ماتریس ستونی که حاوی مقادیر گزارش شده تمرکز یک عنصر خاص برای نمونه‌های برداشت شده باشد، ضرب ماتریسی شود، یک ماتریس ستونی به تعداد سلولهای شبکه، جواب می‌دهد که همان توزیع عنصر مذکور در شبکه نقشه است و در واقع معرف توزیع عنصر در روی نقشه می‌باشد. قسمتی از نقشه حاصل از این روش را در شکل (۵-۶) می‌توانید مشاهده کنید.



شکل (۵-۶): مقادیر تخمینی به روش تخمین شبکه‌ای توسعه یافته.

ازمزیای روش فوق، برداری در نظر گرفتن داده‌های حاصل از رسوبات آبراه‌های می‌باشد که این داده‌ها را به بالادست هر نمونه نسبت می‌دهد و در ضمن پوشش صحیح حوضه آبریز از نقاط قوت این روش می‌باشد.

همانطور که قبلاً نیز گفته شد مشخص کردن حوضه‌های آبریز بوسیله قطاع در عمل نمی‌تواند



شکل (۷-۵) مناطقی که در تخمین شبکه‌ای بوسیله قطاع‌های معرف حوضه‌های آبریز ایجاد خطا در محاسبه ضرائب می‌نماید.

بطور کامل معرف حوضه بالادست هر نمونه باشد و در هنگام محاسبات، خلاءهایی را، به ناچار بوجود می‌آورد که باعث ایجاد خاصیت اریبی<sup>۱</sup> در معرفی مناطق آنومال و نیز پیدایش محل‌هایی آنومالی دروغین می‌گردد (شکل ۷-۵). که احتیاج به بررسی کارشناسانه نقشه‌ها و تشخیص صحیح مناطق آنومال دارد. لذا بهترین حالت مشخص کردن حوضه‌های آبریز بوسیله یک چند ضلعی (پلی‌گون) غیرمنتظم می‌باشد. این پلی‌گونها در نقشه (۵-۱) آورده شده‌اند.

پس از اینکه پلی‌گونهای مربوط به هر ۵۲۵ نمونه موجود براساس حوضه آبریزش رسم شد تعداد ۱۵۲۹۸ سلول  $۲۵۰ \times ۲۵۰$  مترمربع برای مشخص کردن کل محدوده تحت پوشش در نظر

1- Bias

گرفته شد. در این روش همانطور که در قسمت قبل گفته شد برای هر سلول یک ضریب که خود شامل سه ضریب می‌باشد برای هر نمونه محاسبه می‌شود. پس از ضرب ماتریسی این ضرایب در مقدار هر متغیر، برای هر سلول مقدار آن متغیر بدست می‌آید. این روش برای بکارگیری روش-های فراکتالی بسیار مناسب می‌باشد زیرا در روش فراکتالی غلظت\_مساحت، هر دو متغیر غلظت و مساحت برای هر سلول از این طریق به راحتی در دسترس می‌باشد. این فرآیند برای داده‌های خام، شاخص غنی‌شدگی، مقادیر پاراژنرها و فاکتورها انجام شد و نتایج برای تعیین حد آستانه به روش فراکتالی آماده‌سازی شدند. از مشکلات این روش زیاد شدن حجم داده‌ها می‌باشد که کار با نرم‌افزارهای آماری را وقت گیرتر می‌کند.

#### ۴-۵- تعیین حد آستانه به روش فراکتالی

همانطوریکه در بخشهای قبل گفته شد روشهای متعددی برای تعیین حد آستانه جوامع وجود دارد که توضیح آنها در فصلهای پیشین آورده شد، یکی از این روشها، روش فراکتالی غلظت\_مساحت می‌باشد. یکی از مزایای این روش در نظر گرفتن موقعیت فضایی نمونه در تعیین حد جوامع می‌باشد که این موضوع در آمار کلاسیک در نظر گرفته نمی‌شود.

برای این منظور بعد از تخمین غلظت عناصر به روش تخمین شبکه‌ای توسعه یافته، داده‌های حاصل از تخمین کلاس‌بندی شدند و نمودار تمام لگاریتمی غلظت\_مساحت برای تمام متغیرها رسم شد. با توجه به اینکه از طریق هندسه فراکتال می‌توان جوامع مختلف را بادر نظر گرفتن اختلاف در بُعد رشد آنها از یکدیگر جدا کرد با رسم این نمودارها می‌توان بعدهای مختلف موجود در محیط که همان جوامع مختلف می‌باشد را از یکدیگر سوا کرد.

روش کار خیلی نزدیک به روش تعیین بعد جعبه‌ای می‌باشد به این صورت که سلول‌هایی که دارای مقدار غلظت خاصی می‌باشند شمارش می‌شوند و نمودار تعداد این سلولها در مقابل مقدار غلظت خاص آن ترسیم می‌شود، وجود شکستگی و تغییر شیب خط برازش شده بر این نقاط نشان از تغییر جامعه می‌باشد که این خود حاکی از تغییر نوع فرآیند تأثیر گذار در محیط می‌باشد. لازم به ذکر است جدول دسته بندی و شمارش سلولهای تخمین زده شده برای محاسبه رابطه غلظت-مساحت در ضمیمه شماره ۱ آورده شده است.

شکل (۵-۸) نمودار غلظت-مساحت مربوط به داده‌های عناصر کبالت و کروم را نشان می‌دهد در نمودار مربوط به عنصر کبالت همانطور که روی تصویر مشخص شده است چهار جامعه تفکیک شده داریم که می‌توان دو جامعه سمت چپ نمودار را به ترتیب به عنوان جامعه زمينه ناحیه‌ای و زمينه محلی در نظر گرفت و دو جامعه سمت راست تصویر را دو جامعه آنومال، که دو فرآیند مختلف آنها را ایجاد کرده‌اند در نظر گرفت. در ضمن همانطور که در شکل دیده می‌شود با افزایش غلظت مساحت کم می‌شود که این نشان از کاهش مساحت از سمت زمينه به سمت مناطق آنومال می‌باشد. در تصویر مربوط به عنصر کروم سه جامعه تفکیک شده از هم داریم که جامعه سمت راست به عنوان جامعه آنومال در نظر گرفته شده است.

شکل (۵-۹) نیز مربوط به داده‌های عناصر نیکل و زیرکیم می‌باشد. در شکل مربوط به فلز نیکل همانطور که مشاهده می‌شود برای داده‌های خام مربوط به فلز نیکل سه جامعه جداگانه می‌توان در نظر گرفت که هر کدام نتیجه فرآیندی جداگانه می‌باشد. از طریق نقطه برخورد خطوط برازش شده حد آستانه جوامع مختلف برای همه عناصر تعیین شده است.

همچنین تصویر مربوط به عنصر زیرکنیم سه جامعه جداگانه از خود نشان می‌دهد که با نمودارهای مشابه برای تمام عناصر ترسیم شد و چند مورد بارز از آنها که به روش فرکتال قابل محاسبه بوده‌اند نشان داده شده‌اند.

در شکل (۵-۱۰) در مورد عنصر آنتیموان شاهد سه جامعه متفاوت هستیم که جامعه کوچک سمت راست معرف جامعه آنومالی و جامعه سمت چپ معرف جامعه زمینه می‌باشد. کم شدن مساحت در مقابل افزایش غلظت نشان دهنده آنومالی عنصر آنتیموان می‌باشد.

در شکل (۵-۱۱) در نمودار غلظت- مساحت، داده‌های عنصر باریم چهار جامعه متفاوت دیده می‌شود. وجود این جوامع می‌تواند معرف جامعه‌های زمینه ناحیه‌ای و زمینه محلی و همچنین دو جامعه آنومالی با دو نوع کانی سازی مختلف باشد. با توجه به سنگهای موجود در منطقه و بررسی زمین شناسی منطقه می‌توان احتمال وجود دو تیپ کانی سازی را بررسی کرد.

در شکل (۵-۱۲) در نمودار غلظت- مساحت عنصر سرب نیز چهار جامعه متفاوت کانی سازی می‌توان مشاهده کرد که جامعه کوچک سمت راست معرف آنومالی سرب می‌باشد که در آن نسبت مساحت به غلظت کاهش پیدا کرده است با توجه به محدوده آنومالیهای بدست آمده از روش آماری و آنالیزهای نمونه‌های موجود در منطقه می‌توان به این نتیجه رسید که فرکتال در این منطقه ما را به منبع آنومالی نزدیکتر کرده است و آنومالی قطعی تری را نشان داده است.

در شکل (۵-۱۳) نمودار مساحت- غلظت عنصر نقره همانطور که مشاهده می‌شود چهار جامعه مختلف برای نقره می‌توان در نظر گرفت که در نگاه اول رفتار این عنصر نیز مانند بقیه عناصر به نظر می‌رسد. اما با نگاه دقیقتر به آنالیزهای موجود برای عنصر نقره می‌توان دید که اکثر داده‌های

موجود مقادیر زیر حد حساسیت<sup>۱</sup> دستگاه بوده است اما در فرکتال این موضوع قابل تشخیص نمی‌باشد و کوچکترین مقدار پس از سنسورد بعنوان زمینه معرفی شده است برای بیشتر روشن شدن این مطلب تمام مقادیر زمینه محاسبه شده توسط روش فرکتال و روش آماری در کنار هم در جدول ۵-۱ آمده‌اند. با توجه به این جدول می‌توان توانایی فرکتال را برای تشخیص دقیقتر زمینه در داده‌های غیر سنسورد را با توجه به منطق روش فرکتال نسبت به روش آماری متوجه شد، البته باید این موضوع را در نظر داشت که فرکتال یک روش تک متغیره می‌باشد.

بنابراین لازم است تا این روش همراه و یا در کنار سایر روشها مورد استفاده قرار گیرد. بعنوان مثال مراحل که برای داده‌های خام، بمنظور مشخص کردن جوامع مختلف صورت گرفته است میتواند برای داده‌های حاصل از شاخص غنی‌شده‌گی نیز مورد استفاده قرار گیرد. که در این صورت میتوان حد آستانه‌های به دست آمده را با مقایسه شیب و نحوه تغییرات نتیجه بهتر و مطمئن تری را بدست آورد.

برای تفهیم بهتر نتایج حاصل از فرکتال، غلظتهای بدست آمده برای عناصری را که قابل تفکیک و تشخیص با روش فرکتال بوده‌اند را به صورت نقشه (۵-۴) در آورده و آنومالیهای درجه ۱ و ۲ بدست آمده از این روش را با آنومالی‌های درجه ۱ و ۲ داده‌های خام که در نقشه‌های (۵-۲) و (۵-۳) آمده شده‌اند مورد مقایسه و بررسی قرار می‌دهیم. لازم به یادآوری است که هدف از کاربرد تمامی روشهای ژئوشیمیایی نزدیکتر شدن به منبع اصلی آنومالی و پیدا کردن محل اصلی افزایش غلظت می‌باشد حال هر روشی که، ما را به این هدف نزدیکتر نماید می‌تواند بعنوان روش دقیق‌تر و بهتر مورد استفاده قرار بگیرد.

---

<sup>۱</sup>-Censored

برای تهیه نقشه‌های (۲-۵) و (۳-۵) با استفاده از نرم افزار تخمین شبکه‌ای محدوده‌های توزیع هر عنصر در منطقه را جداگانه تخمین زده و بدست آورده‌ایم و سپس آنومالی‌های درجه ۱ و ۲ هر عنصر را جدا کرده و تمامی آنها را در نقشه‌های (۲-۵) و (۳-۵) بصورت ترکیبی با هم آورده شده‌اند، که بعلت زیاد بودن تعداد عناصر بصورت دو نقشه جداگانه آورده شده‌اند. برای بدست آوردن نقشه (۴-۵) نیز با استفاده از نمودارهای غلظت-مساحت، غلظتهای مورد نظر برای آنومالی‌های درجه ۱ و ۲ را بدست آورده (در صورت وجود) و بعد با استفاده از نرم افزار تخمین شبکه‌ای آنها را بصورت نقشه در می‌آوریم. لازم به یادآوری است این نرم افزار توسط مهندس رامین هندی در محیط V.B نوشته شده است.

همانطور که در نقشه (۳-۵) مشاهده می‌کنیم قسمت عمده آنومالی‌های مربوط به عنصر کبالت با استفاده از داده‌های خام تقریباً در مرکز برگه یعنی شمال و جنوب برگه بخصوص در برگه ۱:۵۰،۰۰۰ شماره ۲ دیده می‌شود با مقایسه این محدوده‌ها با محدوده‌های مشخص شده بر روی نقشه (۴-۵) می‌توان مشاهده کرد که وسعت این محدوده‌ها بخصوص در برگه ۲ چندان تغییر نکرده و این محدوده‌ها در قسمت شمالی کوچکتر هم شده‌اند و بسیار محدودتر شده‌اند با مقایسه حد زمینه بدست آمده از روش فرکتال در جدول (۱-۵) و آنالیز داده‌های موجود می‌توان نتیجه گرفت که فرکتال دقت بیشتری را در بدست آوردن زمینه داشته است.

در مورد عنصر کروم می‌توان مشاهده کرد که این محدوده‌ها بیشتر کاهش پیدا کرده‌اند در برای داده‌های فرکتال تنها در شمال برگه دیده می‌شود که این موضوع نیز می‌تواند شاهی برای دقت بیشتر فرکتال در این مورد باشد که محدوده آنومالی را به قسمت شمالی منتقل کرده است.

برای عنصر نیکل می‌توان مشاهده کرد که محدوده‌های بدست آمده بر روی هر دو نقشه چندان تفاوتی با هم ندارند و تقریباً هر کجا را که داده‌های خام به عنوان محدوده آنومالی معرفی کرده

است در روش فرکتال نیز بدست آمده است. این موضوع قابل بررسی بیشتر از لحاظ زمین شناسی منطقه و نحوه توزیع عنصر Ni در منطقه می‌باشد. و می‌تواند ناشی از یک یکنواختی در توزیع عنصر نیکل در منطقه باشد.

در مورد عنصر زیرکیم Zr می‌توان مشاهده کرد (نقشه ۵-۳) که محدوده‌های آنومالی این عنصر کاملاً کاهش یافته است بعضی از محدوده‌های کوچکتر حذف و بقیه محدوده‌ها نیز کوچکتر شده‌اند با توجه به مقدار زمینه بدست آمده برای Zr از روش فرکتال و همچنین توجه به مقادیر آنالیز عنصر Zr می‌توان مشاهده کرد که استفاده از روش فرکتال کمک بیشتری در جهت یافتن منبع اصلی آنومالی این عنصر کرده است.

در مورد عنصر آنتیموان می‌توان دید که پراکندگی و وسعت محدوده‌های آنومالی در هر دو نقشه یکی می‌باشد و می‌توان این نتیجه را گرفت که تعیین حد آنومالی و زمینه را در روش فرکتال تفاوت چندانی با روش آماری نداشته است.

در مورد عنصر قلع با بررسی محدوده‌های آنومالی موجود در هر دو نقشه می‌توان دریافت که محدوده‌های آنومالی در روش فرکتال تعداد کمتری هستند و با توجه به مقادیر آنالیز داده‌ها دیده می‌شود که محدوده‌های بدست آمده به مقادیر بالاتر و آنومالی‌های واقعی نزدیک‌ترند.

بررسی عنصر استرانسیم: نیز با مقایسه نقشه‌ها با یکدیگر دیده می‌شود که محدوده‌های این عنصر بسیار کمتر شده‌اند و تعدادی از محدوده‌ها که در نقشه (۵-۲) بوده‌اند در نقشه (۵-۴) دیده نمی‌شوند و می‌توان دریافت که فرکتال حد آنومالی متفاوتی با داده‌های خام نشان می‌دهد که نیاز به بررسی داده‌های حاصل آنالیز نمونه‌ها و همین طور عوامل زمین شناسی در منطقه و محدوده‌های آنومالی‌های بدست آمده از هر دو روش می‌رساند.



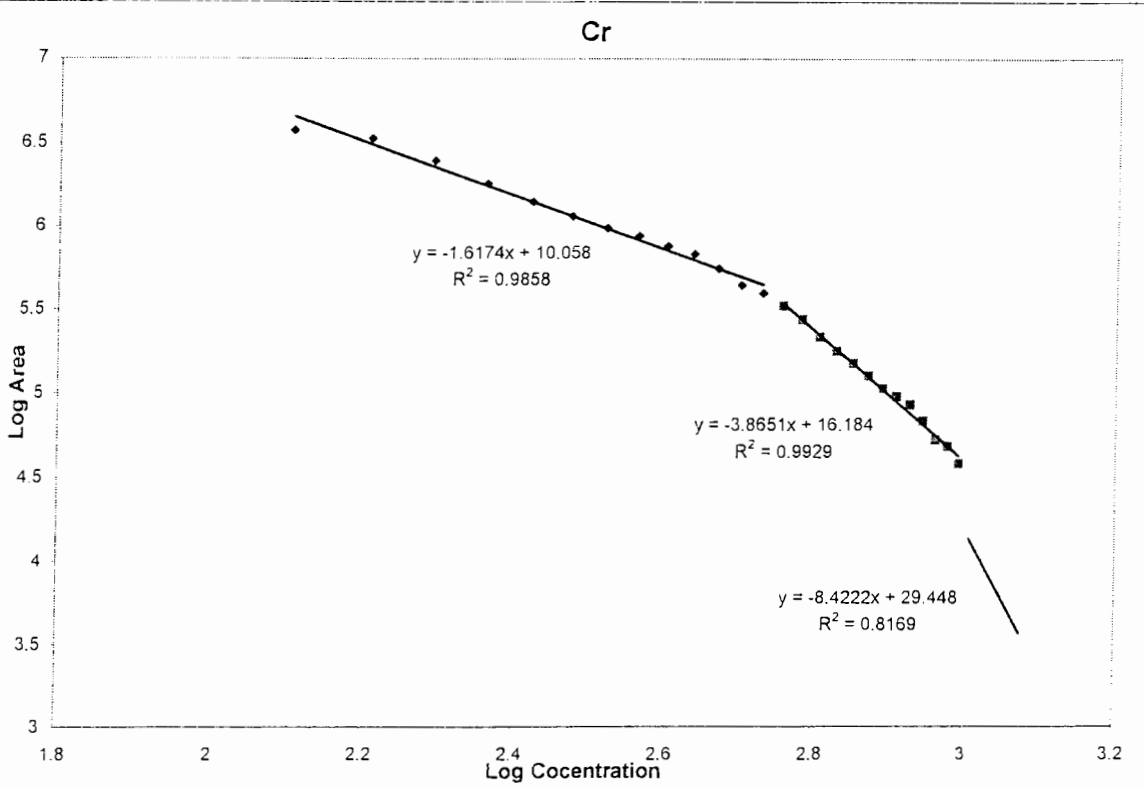
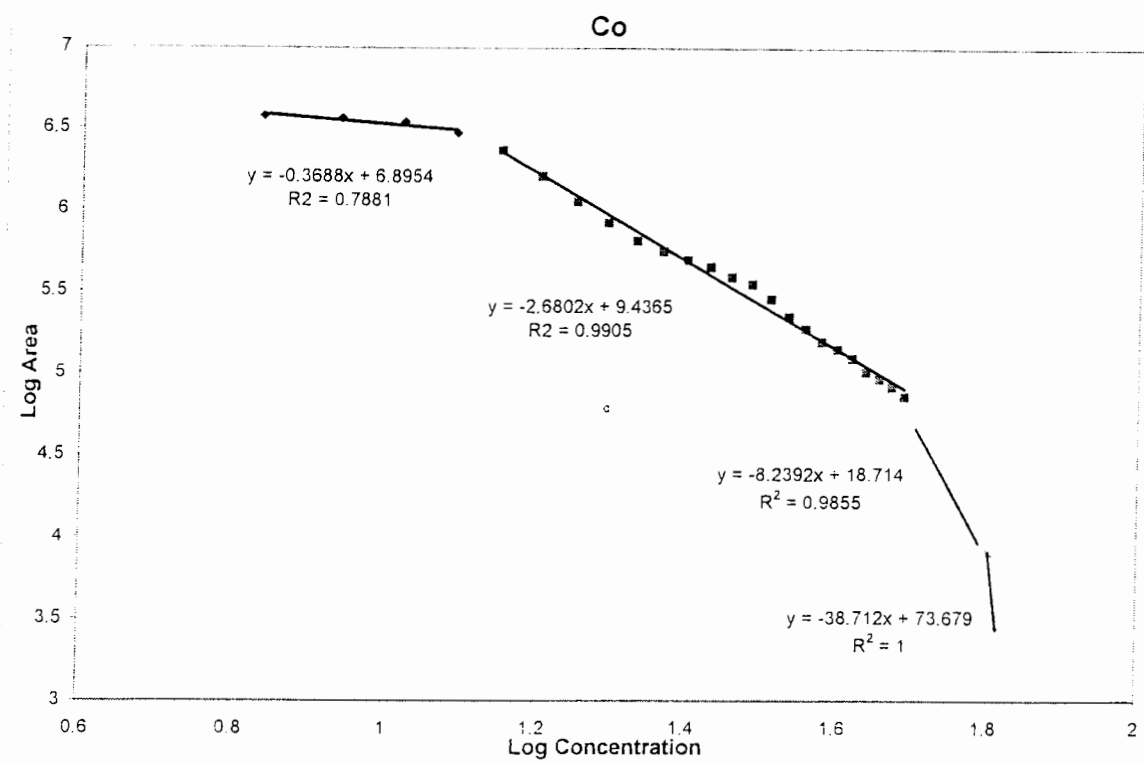
بررسی آنومالی‌های عنصر سرب نشان می‌دهد که روش فرکتال محدوده‌های آنومالی حاصل از عنصر سرب را بسیار کوچکتر کرده با بررسی آنالیز نمونه‌ها دیده می‌شود که غلظت نمونه‌هایی که به روش فرکتال آنومال معرفی شده‌اند بیشتر از بقیه نمونه‌هایی است که به روش آماری آنومالی معرفی شده‌اند. (اطلاعات مربوط به آنالیز نمونه‌ها) در CD ضمیمه موجود می‌باشد).

این تفاوت را در جدول (۵-۱) نیز می‌توان مشاهده کرد که حد زمینه بدست آمده عدد کمتری نسبت به روش‌های آماری نشان می‌دهد. که از این موضوع می‌توان نتیجه گرفت که فرکتال و دقت بیشتری را از خود نشان داده است.

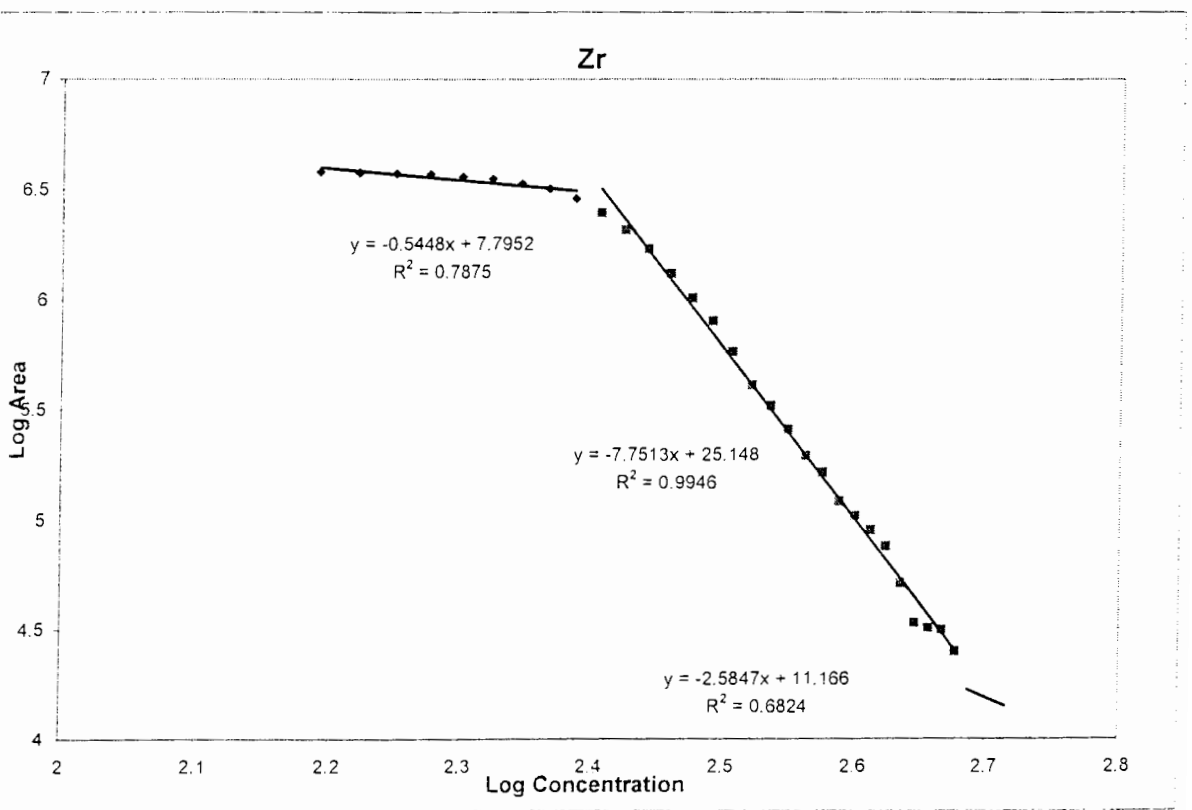
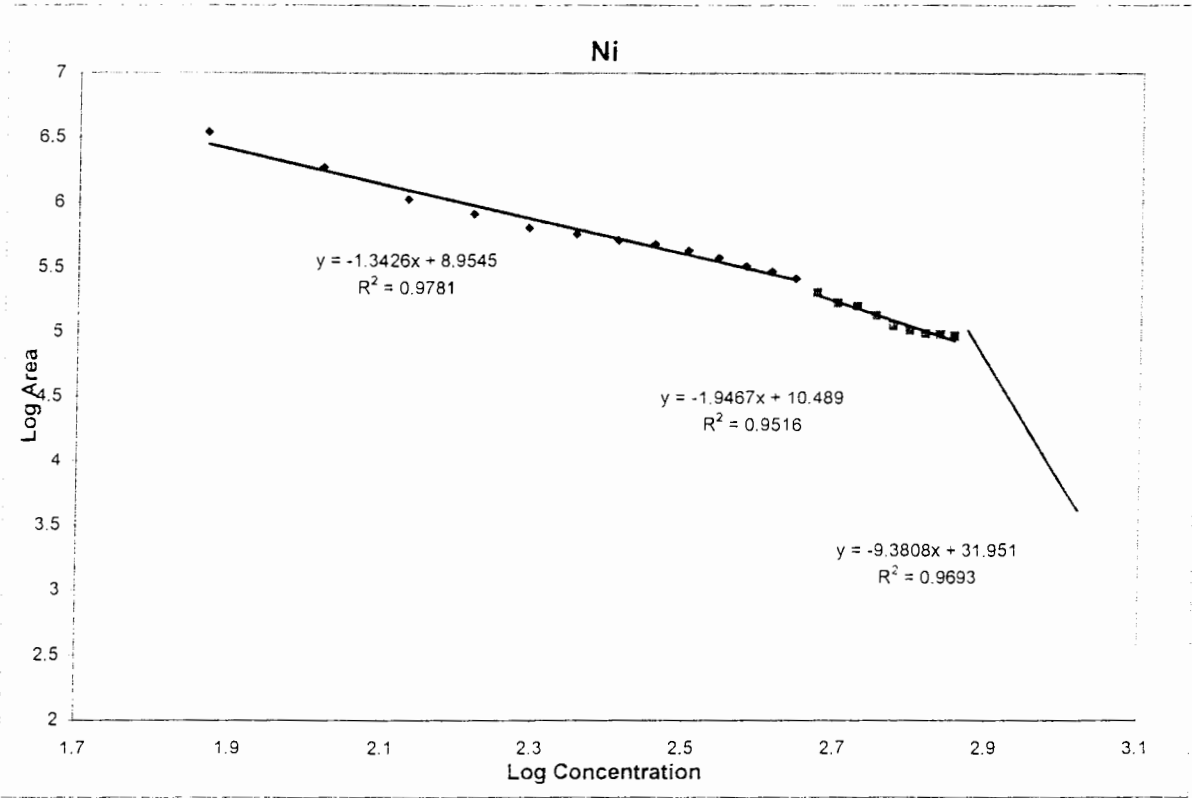
در مورد عنصر نقره همانطور که قبلاً نیز گفته شد با مقایسه آنومالی‌های بدست آمده برای عنصر نقره در هر دو نقشه (۵-۳) و (۵-۴) مشاهده می‌شود با اینکه حد آنومالی و زمینه‌ای که توسط روش فرکتال بدست آمده متفاوت می‌باشد اما تغییر چندانی در محدوده‌های آنومالی و نمونه‌های آنومال دیده نمی‌شود علت اصلی این امر سنسورد بودن داده‌های نقره می‌باشد و باید دانست که اعداد و حدهای بدست آمده توسط فرکتال فاقد اعتبار می‌باشد.

با توجه به این که داده‌های مورد استفاده توسط دستگاه XRF پرتابل بدست آمده‌اند برای بررسی بعضی عناصر با روش فرکتال قابل استفاده نبوده‌اند. در مورد بعضی از دیگر عناصر با توجه به اینکه در روش فرکتال و استفاده از نمودارهای مربوطه جواب خاصی حاصل نشد. می‌توان نتیجه گیری کرد که این عناصر دارای آنومالی در این منطقه نمی‌باشند یا روش فرکتال در مورد این عناصر به خاطر شرایط خاص تشکیل شدن آنها کاربرد ندارد بنابراین لازم است تا این روش همراه و یا در کنار سایر روشها مورد استفاده قرار گیرد، بعنوان مثال مراحلی که برای داده‌های خام، بمنظور مشخص کردن جوامع مختلف صورت گرفته است میتواند برای داده‌های حاصل از شاخص غنی شده‌گی نیز مورد استفاده قرار گیرد. که در این صورت میتوان حد آستانه‌های به دست

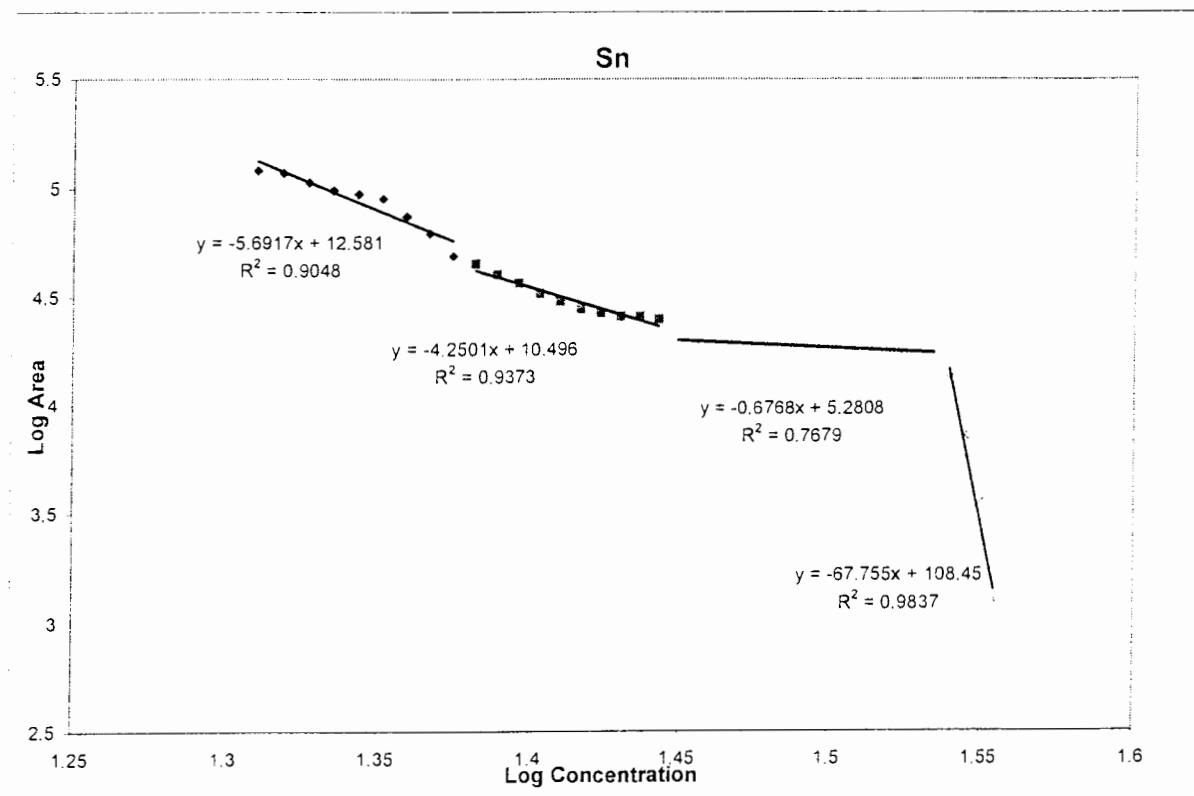
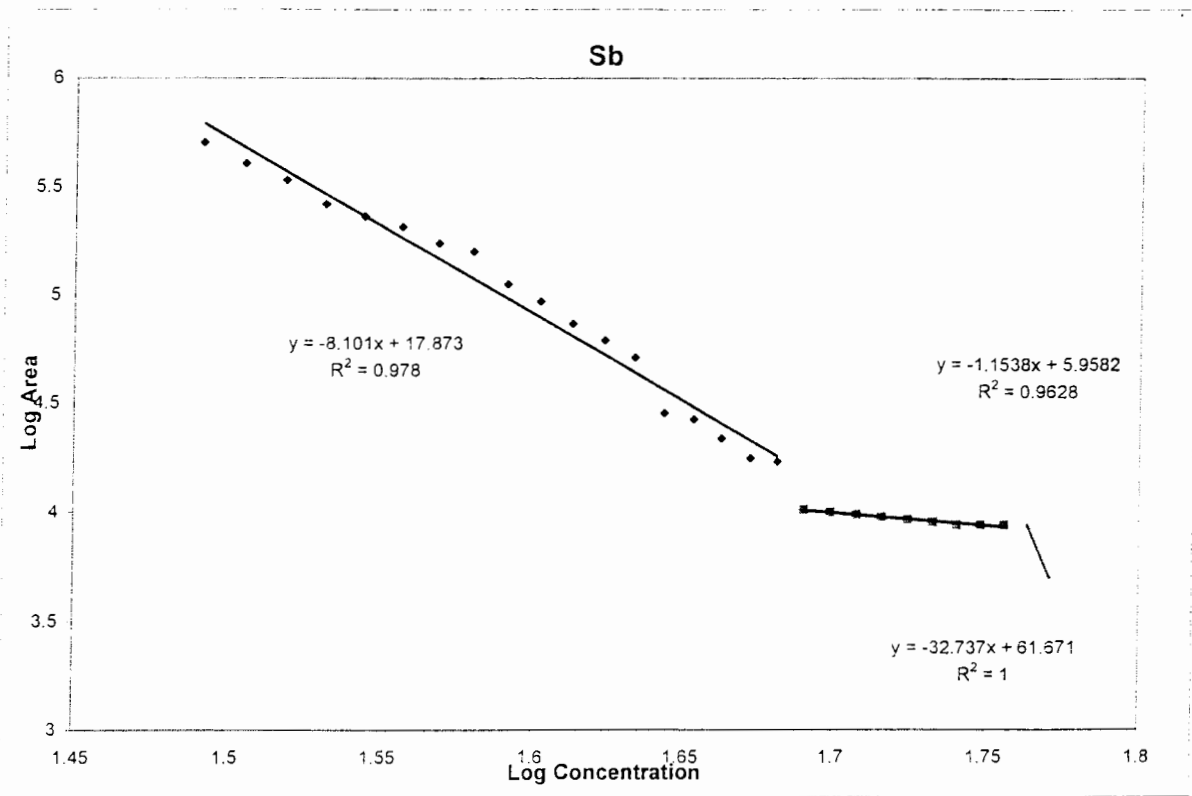
آمده را با مقایسه شیب و نحوه تغییرات نتیجه بهتر و مطمئن‌تری را بدست آورد. که این امر در مورد آنومالی‌هایی که حاصل از پردازش داده‌های خام به روشهای کلاسیک و فرکتال بوده‌اند انجام شده و نتایج آنها در جدول (۵-۱) آورده شده است. با توجه به جدول می‌توان دریافت که تقریباً در تمامی موارد اعداد حد آستانه‌ها نزدیک به هم هستند و در روش فرکتال جزئیات بیشتری بدست آمده است.



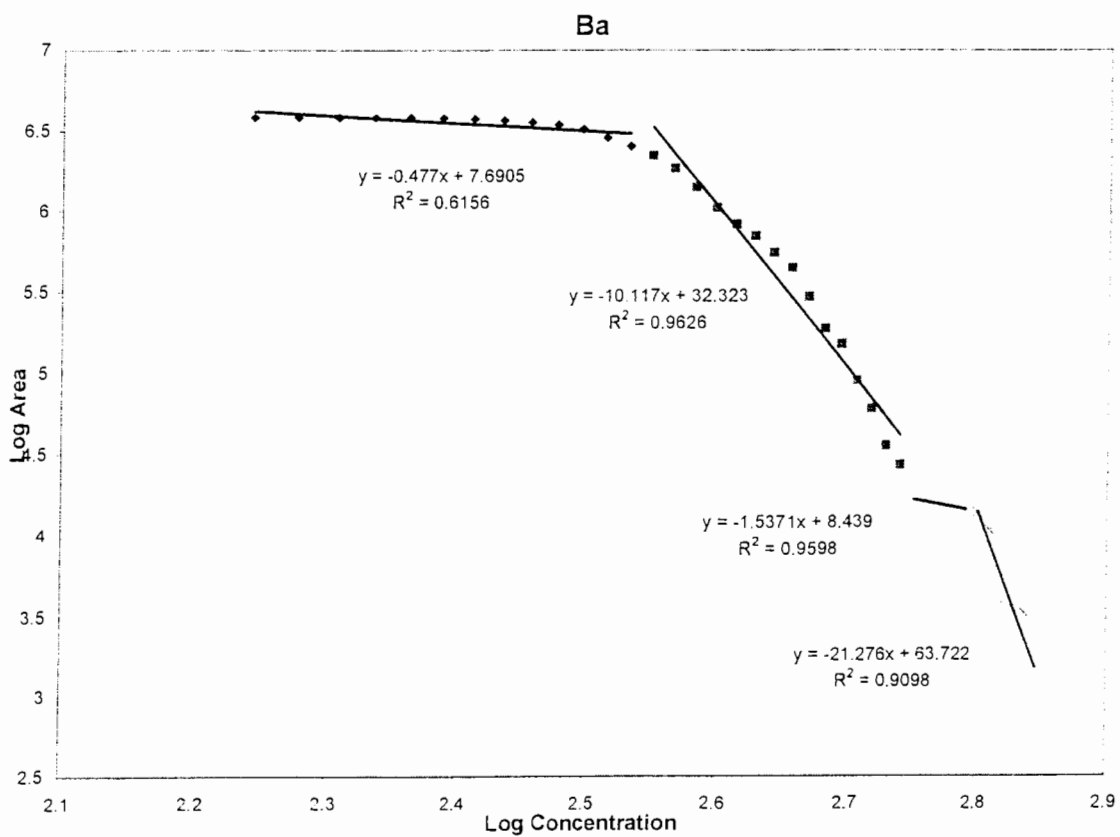
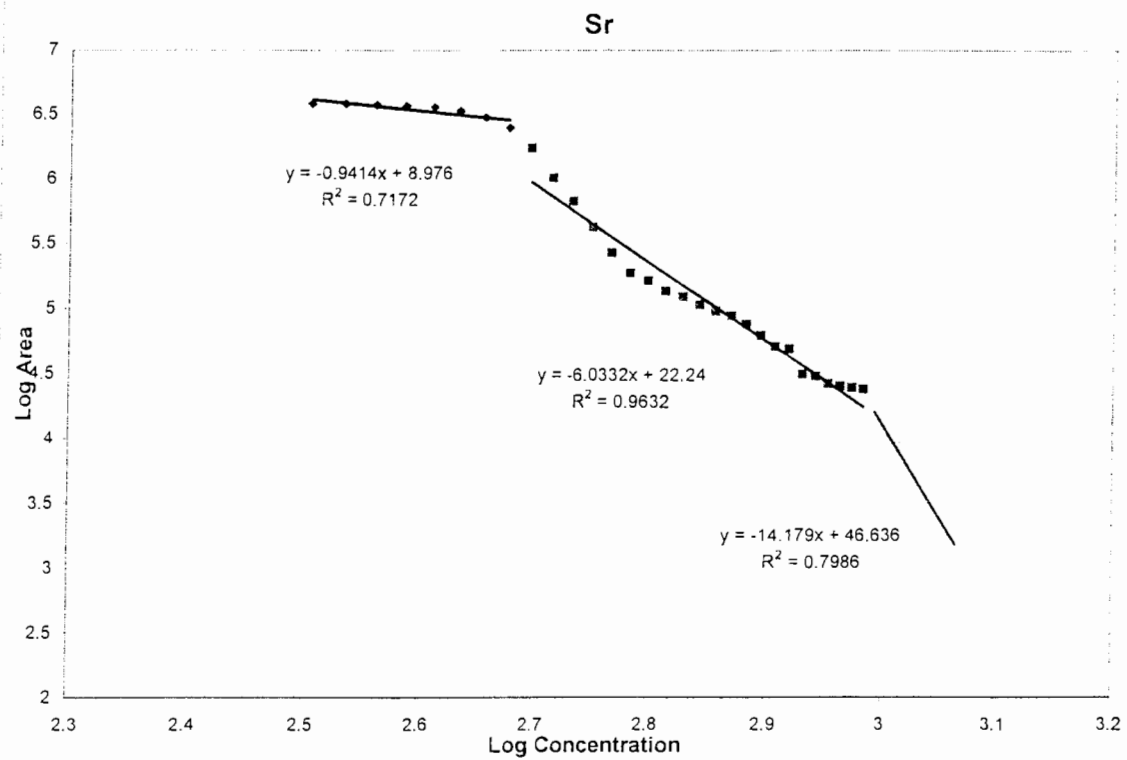
شکل (۵-۸): نمودار غلظت - مساحت داده‌های خام عناصر کبالت - کروم.



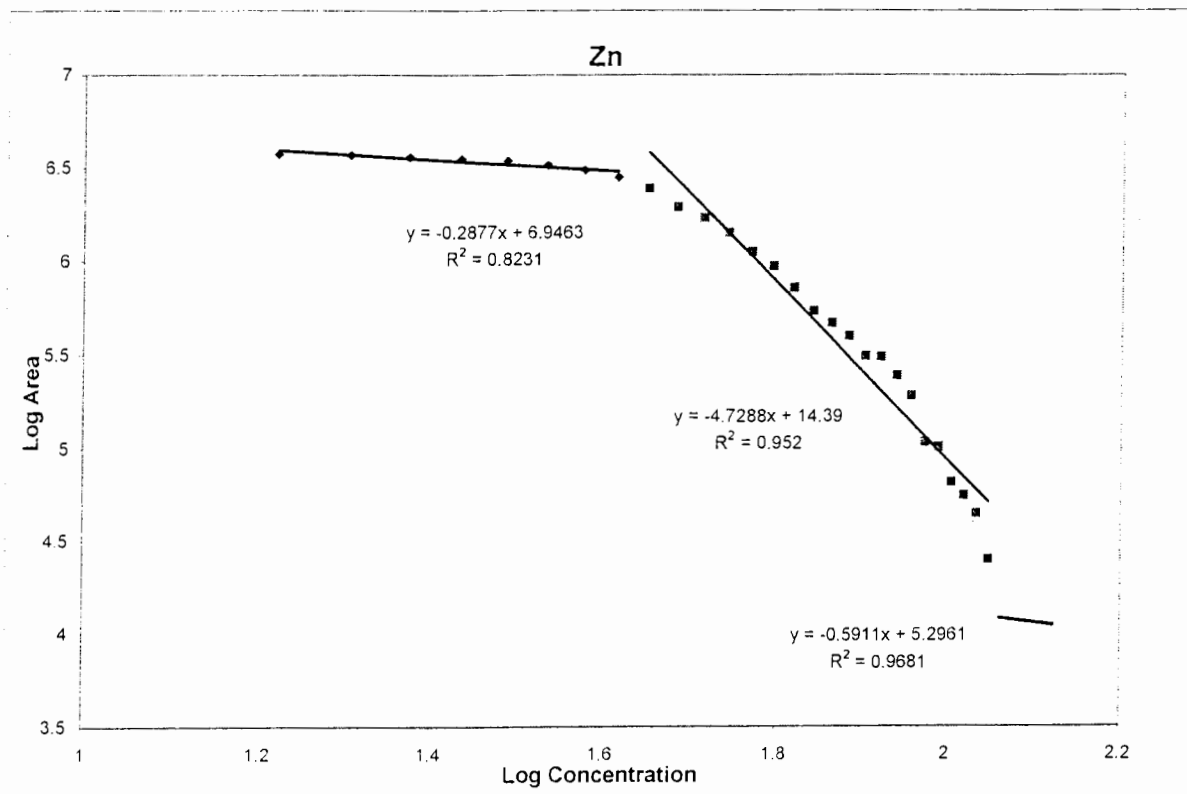
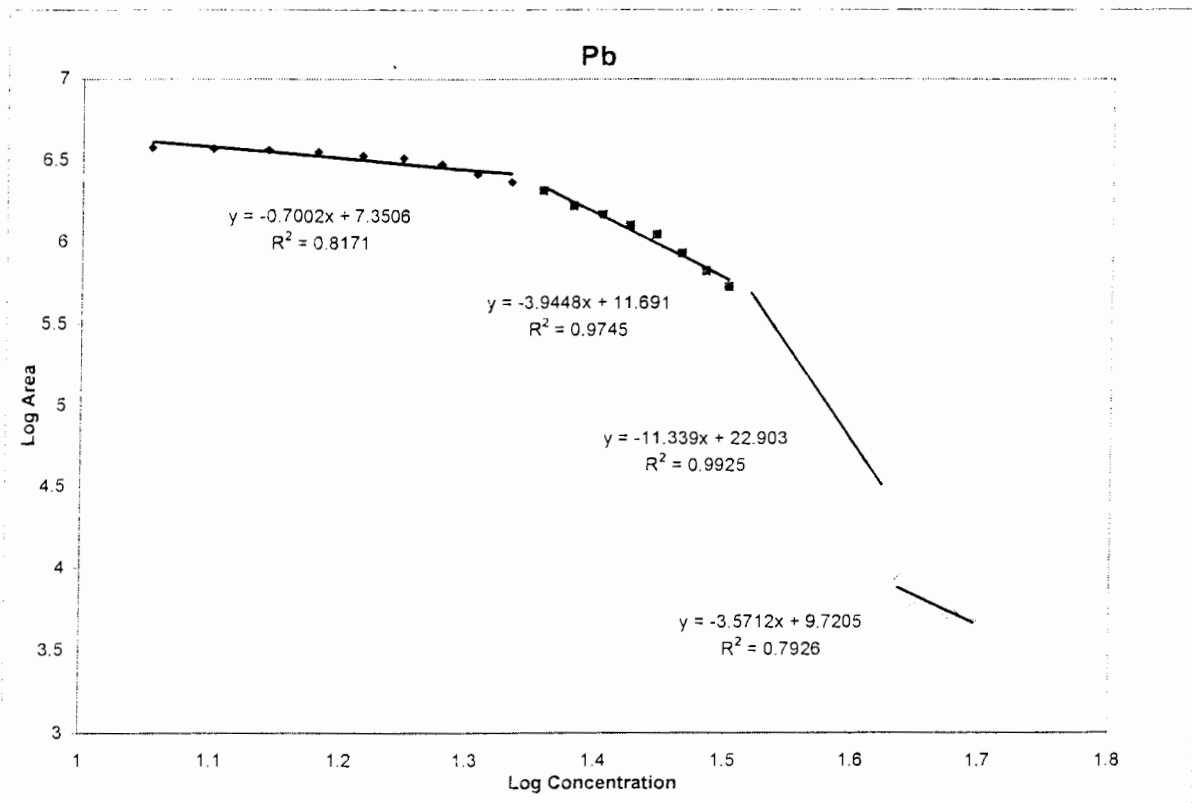
شکل (۵-۹): نمودار غلظت-مساحت داده‌های خام عناصر نیکل زیرکیم.



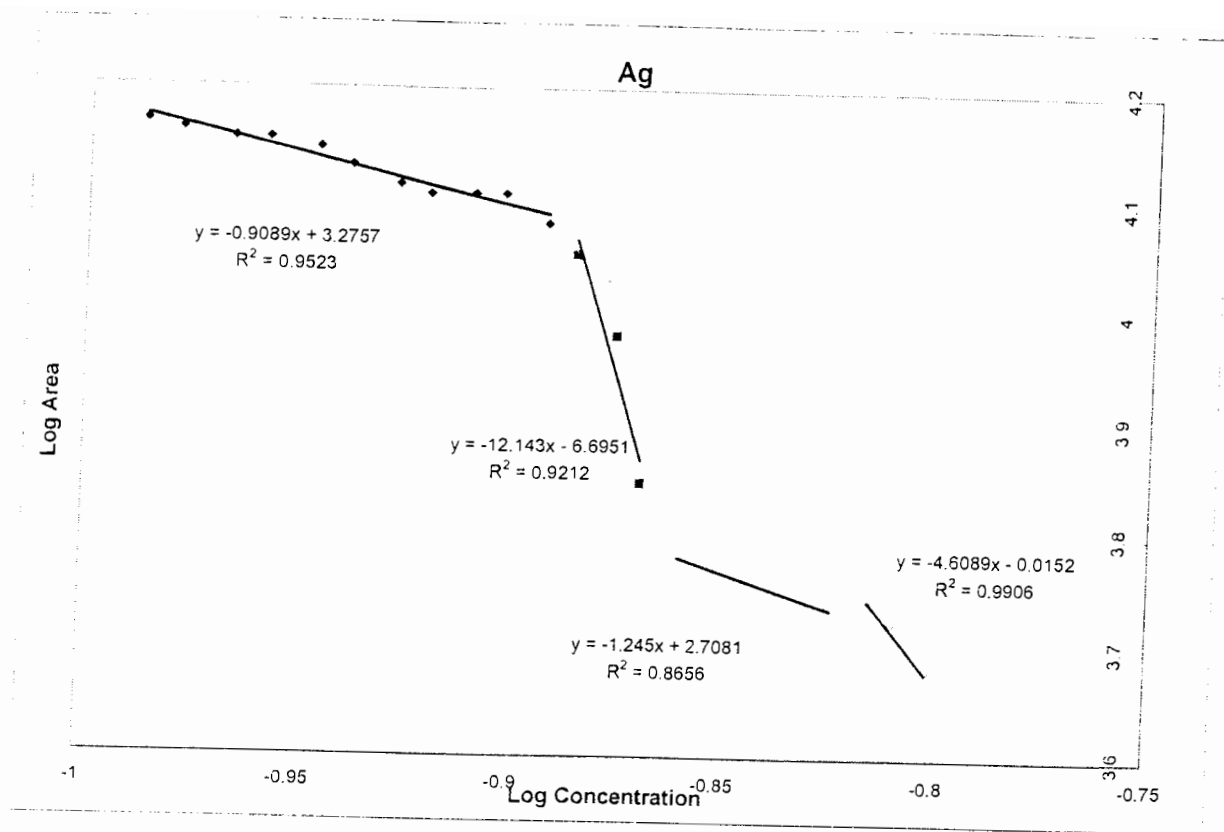
شکل (۵-۱۰): نمودار غلظت-مساحت داده‌های خام عناصر آنتیموان-قلع.



شکل (۵-۱۱): نمودار غلظت- مساحت داده‌های خام عناصر استرانسیمیم یاریم.



شکل (۵-۱۲): نمودار غلظت - مساحت داده‌های خام عناصر سرب-روی.



شکل (۵-۱۳): نمودار غلظت - مساحت داده‌های خام عنصر نقره.

جدول (۵-۱): مقایسه حد آستانه‌های بدست آمده با استفاده از روشهای فرکتال و آمار کلاسیک..

	Fractal	$\bar{X} + S$	$\bar{X} + 2S$		Fractal	$\bar{X} + S$	$\bar{X} + 2S$
Ag	0.128	0.100	0.100	Co	12.300	15.106	22.000
Zn	41.200	49.000	68.022	Cr	399.945	221.226	448.000
Pb	21.473	23.106	31.000	Ni	194.980	102.742	208.000
Cu	32.900	36.259	44.000	V	140.670	141.500	157.734
La	117.480	100.000	100.000	Zr	243.220	270.582	320.000
Y	77.446	0.000 <sup>o</sup>	0.000 <sup>o</sup>	Sb	37.993	30.000	30.200
B	71.581	77.209	92.916	Sn	23.648	20.000	20.000
Li	9.951 <sup>o</sup>	0.000 <sup>o</sup>	0.000	Sr	474.024	491.000	543.885
Ti	3566.153	3994.760	4426.270	Bi	5.999	5.000	5.000
P	370.084	439.010	8.000 <sup>o</sup>	Ba	341.114	366.000	434.000
Mn	930.465	968.160	1052.398	Cd	6.433	4.000	4.000
				As	35.197	12.708	23.083



## فصل ششم

### اصول روش دسته بندی فازی در جداسازی جوامع آنومالی از زمینه

۶-۱- مقدمه :

در اکتشافات بوسیله رسوبات آبراهه ای و خاک ، نمونه ها مخلوطی از اجزاء مختلف را که از محیطهای زمین شناسی مختلف سرچشمه گرفته اند نمایش می دهند. در چنین نمونه های مخلوط زمانی که از روش موسوم به Hrad Cluster استفاده می کنیم ، احتمال دسته بندی غلط بسیار زیاد است. در دسته بندی نمونه ها به روش فازی به هر نمونه اجازه داده می شود تا در چند دسته قرار گیرد. مشابه غلظت عناصر، سهم هر یک از دسته ها می تواند بصورت نقشه های کتور نمایش داده شود (مشابه نقشه های کریگینگ). مقدار یک عنصر که بوسیله سهم آن در دسته بندی تشریح میگردد و همچنین مقادیر باقی مانده عناصر می توانند محاسبه شوند.

الگوریتم تصحیح شده دسته بندی نمونه ها به روش فازی که اصطلاحاً (Limited Fuzzy Cluster) نامیده می شود، برای انجام دسته بندی در این پایان نامه به کار برده شده است، که از محاسبه مقادیر منفی اجتناب می کند.

در پروژه های اکتشافی و نقشه برداریهای ژئوشیمیایی ، نمونه ها از محیطهای زمین شناسی بسیار ناهمگنی برداشته می شوند. تغییرات واحدهای زمین شناسی ، هوازدگی و موقعیت آب وهوایی به طور مداوم مقدار زمینه ژئوشیمیایی عناصر مختلف را تغییر می دهد. در تحقیقات انجام شده بوسیله رسوبات آبراهه ای و خاکها، اطلاعات سنگی و کانی سازینها معمولاً به خاطر عوامل حمل و نقل و هوازدگی پوشیده می مانند.

بنابراین از مسائل اصلی در پردازش داده‌ها در اکتشافات ژئوشیمیایی و رسم نقشه‌ها، تعیین مقادیر زمینه ژئوشیمیایی مختلف، حدود آستانه‌ای و تعیین حد بین مقادیر آنومالی و زمینه است. در اغلب موارد امکان استخراج اطلاعات مناسب در رابطه با سنگ درونگیر و کانی‌سازها از داده‌های آنالیز تک عنصری امکان‌پذیر نمی‌باشد.

تعدادی از روش‌های چند متغیره کلاسیک احتیاج به جامعه همگن و نیز اغلب، داده‌های با توزیع نرمال چند متغیره دارند تا از تمامی مزایای این متدهای استفاده شود.

اگر داده‌ها ساختار مشخصی را نشان ندهند، آنالیز کلاستر می‌تواند جهت ارزیابی داده‌های ژئوشیمیایی مورد استفاده قرار گیرد. دو روش دسته بندی کردن نمونه‌ها وجود دارد:

۱- تکنیک سلسله مراتبی<sup>۱</sup> در مطالعات دسته بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲- تکنیک‌های جدا سازی تکرار شونده جهت گروه بندی داده‌ها به یک سری دسته های جداگانه.

اگر تقسیم بندی به تعداد از پیش تعیین شده‌ای از دسته ها مناسب باشد، دسته بندی به روش K\_means بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس هر نمونه به دسته و گروهی که بیشتر شباهت داشته باشد تعلق می‌گیرد. در یک مفهوم زمین شناسی، هر دسته یک واحد زمین شناسی یا یک گروه از نمونه‌های آنومال را نمایش می‌دهد. هر نمونه تنها می‌تواند به یک گروه تعلق داشته باشد [۹].

---

<sup>۱</sup> - Hierarchical

در اکتشافات بوسیله رسوبات آبراهه‌ای و خاک ، تعدادی از نمونه‌ها از مخلوطی از اجزاء مشتق شده از محیطهای زمین شناسی متفاوت را نشان می‌دهد. چنین نمونه‌هایی ممکن است زمانی که از روشهای دسته بندی مرسوم استفاده می‌شود، به طور غلط دسته بندی گردند. دسته بندی نمونه‌ها به روش (FCM)<sup>1</sup> از بوجد آمدن دسته بندی غلط نمونه‌ها جلوگیری می‌کند. در این روش به هر نمونه اجازه داده می‌شود تا در چند دسته شرکت کند. مقدار یک عنصر بوسیله مقدار سهم آن در دسته بیان می‌شود و نیز مقدار باقیمانده آن هم می‌تواند محاسبه شود. الگوریتم تصحیح شده از FCM که اصطلاحاً (LFCM)<sup>2</sup> نامیده می‌شود ، در این پایان نامه به کار برده شده است که از باقیمانده منفی اجتناب می‌کند [۹].

#### ۶-۲- اصول و کاربرد روش فازی (FCM) :

مفهوم فازی شدن ، بوسیله پروفیسور عسگرزاده<sup>3</sup> (۱۹۶۵) بیان شده است که یک روش جدید برای در نظر گرفتن عدم صحت در آنالیز دسته بندی داده‌هاست. این عدم صحت‌ها در اثر پراکندگی تصادفی نمونه‌ها از اجزاء مختلف ، ایجاد می‌گردند. در آنالیز دسته بندی به روش FCM ، تعدادی از فازی شدن‌ها در اختصاص به دسته بندی‌ها تغییر می‌کند. در جائیکه احتمال اختصاص یک نمونه به یک دسته مشخص به اندازه کافی بزرگ نیست ، بخشی از یک نمونه که مربوط به یک دسته مشخص می‌باشد وارد محاسبه می‌گردد. در روش FCM ، همپوشانی داشتن گروههای مختلف مجاز است. این امر ، دسته بندی به روش FCM را برای آنالیز داده‌های

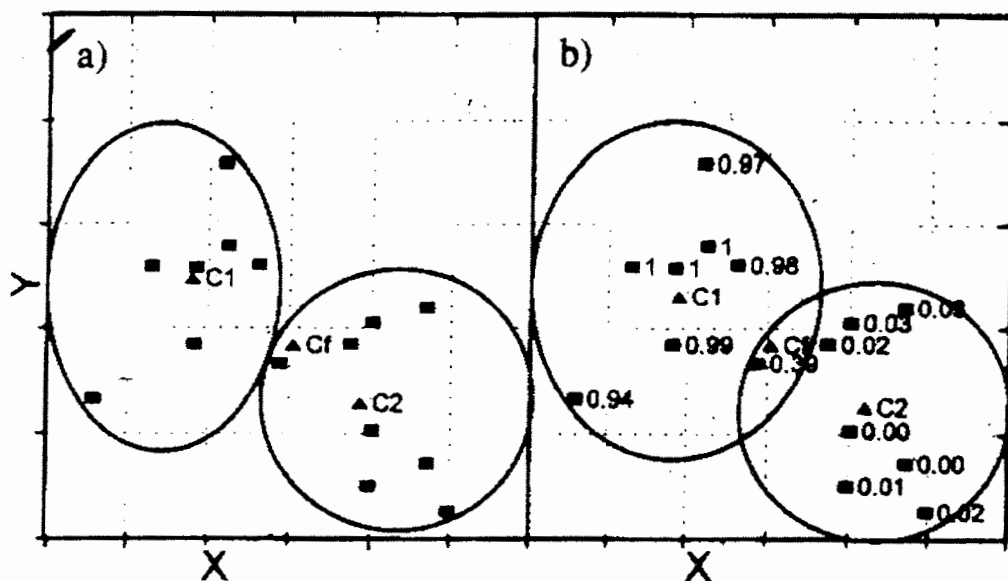
<sup>1</sup> -Fuzzy C-means

<sup>2</sup> - Limited Fuzzy C-means

<sup>3</sup> -Asgar Zadeh ,Berkly

ژئوشیمیایی مناسبتر از روشهای مرسوم دیگر می سازد که در آنها یک نمونه تنها به یک دسته اختصاص داده می شود. (شکل ۶-۱).

دسته بندی فازی به دو صورت احتمالی و امکانی می باشد، که پیش از تعریف آنها بایستی، فضای آنالیز فازی را تعریف نمود؛ فضای آنالیز  $A(D,R)$  را یک فضای آنالیز در نظر بگیرید. حال فضای آنالیز فازی  $A_{fuzzy}(D,R) = A(D, \{F(k) | k \in R\})$  فضای آنالیز دیگری برای آنالیز  $A(D,R)$  می باشد. نتایج یک آنالیز بصورت  $f: x \rightarrow F(k)$  می باشد [۱۰].



شکل (۶-۱) مقایسه ای میان دسته بندی معمولی (a) و دسته بندی فازی (b). همانگونه که در

شکل دیده میشود، اجزاء در شکل a تنها به یک دسته متعلق می باشند. درحالیکه در شکل b اجزا

میتوانند به هر دو دسته با درجات عضویت مختلف تعلق داشته باشند [۸].

۶-۲-۱ دسته بندی احتمالی:

$f : x \rightarrow f(k) \in A_{fuzzy}(D, R)$  را یک فضای آنالیز در نظر بگیرید. نگاشت  $A_{fuzzy}(D, R)$

یک دسته بندی احتمالی نامیده می شود، اگر:

$$\forall x \in X, \sum_{k \in K} f(x)(k) = 1 \quad (1-6)$$

$$\forall k \in K, \sum_{x \in X} f(x)(k) > 0 \quad (2-6)$$

باشد؛  $f(x)(k)$  درجه عضویت داده  $x \in X$  به طبقه  $k \in K$  نسبت به سایر دسته ها می باشد.

علیرغم اینکه تعریف فوق به ظاهر تفاوت زیادی با تعریف دسته بندی معمولی دارد. اما عملاً

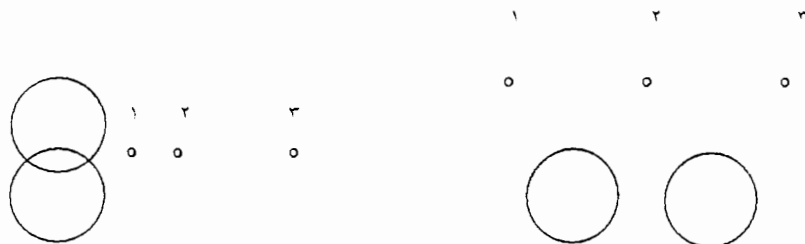
اینگونه نیست و تفاوتها نسبتاً کم است [۱۰].

نام دسته بندی احتمالی از این جهت به آن اطلاق شده است که این تعریف به تعبیری، حالتی

از احتمال می باشد. بطوریکه  $f(x)(k)$  احتمالی برای درجه عضویت  $x$  به دسته  $k$  می باشد. هرچند

نباید این تعریف را با احتمال اختصاص داده  $x$  به دسته  $k$  اشتباه گرفت.

در شکل (۶-۲) دایره ها را مراکز دسته در نظر بگیرید. بدین ترتیب هر سه نقطه با درجات



شکل (۶-۲) درجات عضویت نقاط مشخص شده، در دسته بندی احتمالی با هم برابر است [۱۰]

عضویت در دسته ها عضویت می یابند، چرا که فاصله هر نقطه تا مرکز دسته ها برابر است. یعنی درجات عضویت نقطه اول با نقطه سوم هیچ تفاوتی ندارد. این امر بدلیل شرط (۶-۱) در تعریف دسته بندی احتمالی می باشد. حال در تعریف دسته بندی امکانی، برای جلوگیری از این امر شرط (۶-۱) حذف می شود [۱۰].

### ۲-۲-۶ دسته بندی امکانی:

$A_{\text{fuzzy}}(D, R)$  یک فضای آنالیز می باشد. نتیجه آنالیز  $f: X \rightarrow F(k)$  یک دسته بندی امکانی است اگر  $\sum_{x \in X} f(x)(k) > 0 \forall k \in K$  باشد.  $f(x)(k)$  درجه معرفی داده  $X$  برای طبقه  $k \in K$  می باشد. دسته ها فازی امکانی بویژه در آنالیز تصاویر مفید می باشند، چرا که در آنجا معمولاً نویزهایی وجود دارد که در صورت اعمال دسته بندی فازی امکانی، امکان تخصیص این نویزها به دسته ها کاهش می یابند.

حال به تعریف تابع هدف جهت دسته بندی فازی می پردازیم. تابع هدف دسته بندی از رابطه کلی زیر بدست می آید:

$$J(f) = \sum_{x \in X} \sum_{k \in K} f^m(x)(k) \cdot d^2(x, k), f: X \rightarrow F(k) \quad (3-6)$$

در اینجا  $d(x, k)$  فاصله داده  $x$  تا دسته  $k$  می باشد، که می تواند به روشهای مختلف محاسبه شود (معمولاً فاصله اقلیدسی). همچنین  $m$  درجه فازی شدن یا فازی کننده<sup>۱</sup> می باشد. با افزایش مقدار  $m$ ، مقدار  $f(x)(k)$  کاهش می یابد. بطور مثال در صورتیکه  $m=6$  باشد، درجات عضویت

<sup>۱</sup> -Fzzifier

نسبتاً بالا مانند  $0/8$  در  $m=2$  ، به  $0/26$  کاهش می یابد. برای انتخاب  $m$  می توان بسته به اینکه تا چه حدی داده ها به خوبی به دسته های مختلف تقسیم می شوند، عمل نمود. بگونه ای که اگر دسته ها از یکدیگر دور باشند، روش دسته ای سخت (غیر فازی) نیز می تواند امکان پذیر باشد. در اینحالت  $m$  را برابر ۱ در نظر می گیریم (در صورتیکه  $m$  به سمت صفر میل کند، درجات عضویت نیز به سمت ۰ یا ۱ میل می کند) که دسته ها به سختی قابل جداکردن باشند،  $m$  را بایستی بسیار زیاد در نظر گرفت (اگر  $m$  به سمت بی نهایت میل کند، درجات عضویت به سمت  $\frac{1}{C}$  میل می کند. که  $C$  تعداد دسته ها می باشد). همچنین برای تعیین مقدار  $m$  میتوان از نمودار واریانس تخصیص استفاده نمود (در همین بخش توضیح داده می شود).

برای دسته بندی فازی احتمالی کفایت تا تابع هدف فوق را کاهش دهیم.

روش استفاده شده برای دسته بندی در این پایان نامه بر اساس الگوریتم بژدک<sup>۱</sup> (۱۹۸۴) می باشد [۹]. پس از نرمالایز کردن داده ها با استفاده از روشهای آماری و تعیین متقابل تعداد گروهها ، نمونه ها بوسیله روش K-mean Cluster دسته بندی می شوند. با استفاده از این روش مرکز ثقل دسته ها به عنوان هسته اولیه مقادیر عضویت  $U$  برای نمونه ها به ترتیب دسته ها تعیین می گردد. با استفاده از این مقادیر عضویت  $U$  مقادیر مرکز ثقل جدیدی برای دسته ها محاسبه می گردد. مقادیر عضویت و مرکز ثقل دسته ها به طور تکرار شونده مجدداً محاسبه می گردند تا مقادیر مرکز ثقل دسته ها ثابت باقی بمانند.

درجه فازی شدن توان فازی  $m$  تعیین می گردد. برای ضریب فازی  $m=1$  دسته بندی معمولی بدست می آید و برای  $m \rightarrow \infty$  تمامی نمونه ها به طور مساوی بین تمام دسته ها پخش می گردند.

<sup>۱</sup> - Bezdeck

توان فازی در جهت می نیمم کردن واریانس تخصیص، تغییر می کند. جهت از پیش تعیین کردن بهترین توان فازی هیچ بنیان تئوری وجود ندارد ولی در عمل و در بیشتر موارد بهترین نتایج با استفاده از ضریب فازی بین ۳ و ۳/۱ بدست می آید.

مقدار عضویت  $U$ ، نمونه  $n$  در دسته  $i$  به صورت محاسبه می گردد:

$$U_m = \frac{|d_m|^2 |^{-1/(m-1)}}{\sum_{j=1}^k |d_m|^2 |^{-1/(m-1)}} \quad (4-6)$$

به طوریکه  $d_{ni}$  فاصله دسته بندی نمونه  $n$  از مرکز ثقل دسته  $i$  و  $m$  توان فازی است.

مرکز CZ برای دسته  $i$  و متغیر  $z$  به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$CZ_y = \frac{\sum_{k=1}^p (U_{ki})^m \times x_{ki}}{\sum_{k=1}^p (U_{ki})^m} \quad (5-6)$$

که در آن  $x_{kj}$  مقدار تبدیل شده متغیر  $z$  در نمونه  $k$  و  $U_{ki}$  مقدار عضویت نمونه  $k$  در دسته  $i$  و  $p$  تعداد نمونه هاست. خطای تخصیص نمونه ها  $S_k$  و واریانس تخصیص  $S_k^2$  می توانند به ترتیب با استفاده از مقادیر اولیه داده ها در نمونه ها، مرکز ثقل طبقه ها و مقادیر عضویت طبقه ها محاسبه گردد. خطای تخصیص برای عنصر (متغیر)  $z$  در نمونه  $k$  به صورت زیر تعریف می گردد:

$$S_{kj} = X_{kj} - \sum_{i=1}^n (U_{ik} \times CZ_{ij}) \quad (6-6)$$

و واریانس تخصیص نمونه  $k$  به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$S_k^2 = \sum_{kj} \delta_{kj}^2 \quad (7-6)$$



برای اعمال روابط فوق بر روی داده ها، الگوریتمهای زیر پیشنهاد می شود.

الگوریتم دسته بندی احتمالی [۱۰]:

۱- مجموعه داده های  $x = \{x_1, \dots, x_n\}$  در نظر گرفته شود.

۲- انتخاب تعداد دسته ها  $2 \leq c \leq n$

۳- انتخاب  $m \in R > 1$

۴- در نظر گرفتن درجات عضویت بصورت تصادفی  $u^0, i=0$

۵- برنامه زیر را تکرار کن.

۱- به  $i$  یک عدد اضافه کن.

۲- تعیین مراکز دسته ها بگونه ای که  $J$  حداقل شود، با توجه به  $k^i, u^{i-1}$  (محاسبه  $k_i$  توضیح

داده خواهد شد).

۳- تعیین  $u^{(i)}$  جدید با توجه به  $k^{(i)}$

۴- تا هنگامیکه  $\|u^{(i-1)} - u^{(i)}\| < 4$ .

در این الگوریتم در ابتدا با تعیین درجات عضویت و یا مراکز دسته اولیه تصادفی، مراکز دسته یا درجات عضویت جدیدی تعیین شده در این حلقه تا زمانی ادامه می یابد که اختلاف مراکز دسته ها یا درجات عضویت جدید و قدیم تا مقدار مشخصی (که بسته به دقت کار می توان تعیین نمود) کاهش می یابد. بزودک همگرایی الگوریتم فوق را به سمت پایا شدن مراکز دسته ها و حداقل شدن تابع هدف، ثابت کرده است.

الگوریتم برای روش دسته بندی امکانی بصورت زیر است [۱۰]:

۱- مجموعه داده های  $x = \{x_1, \dots, x_n\}$  در نظر گرفته شود.

۲- انتخاب تعداد دسته ها  $2 \leq c \leq n$

۳- انتخاب  $m \in R > 1$

۴- انتخاب دقت برای تکرار

۵- اجرای الگوریتم (۱)

۶- برای دو مرتبه اجرا کن:

۶-۱- تعیین  $U^0, K^0$  با توجه به نتایج قبلی.

۶-۲- تعیین  $\eta_k$ .

۶-۳- تکرار کن

۶-۳-۱- افزایش  $i$  (یک واحد).

۶-۳-۲- تعیین  $k^{(i)}$  با توجه به  $U^{(i-1)}$

۶-۴- تا هنگامیکه  $\|u^{(i-1)} - u^{(i)}\| < 4$

۷- پایان حلقه.

سوالی که در اینجا باید به آن پاسخ دهیم، محل مراکز دسته ها می باشد. برای یافتن مراکز دسته ها روشهای متعددی وجود دارد. ولی مرسوم ترین روش در میان آنها روش دسته بندی C-means می باشد [۱۰].

جهت تعیین تعداد دسته ها بطور کلی به دو طریق می توان عمل نمود. در روش اول با توجه به ساختارهای موجود در داده ها تعداد دسته ها را پیش بینی می کنیم. اما این روش تنها در حالتی کارایی دارد، که ساختار کلی و جوامع اصلی داده ها تا حدودی از قبل از روشن باشند؛ در غیر این صورت کارایی ندارد. در روش دیگر، تعداد دسته ها با توجه به روشهای تخمین اعتبار دسته ها<sup>۱</sup> تعیین می شود.

در این پروژه از آنجا که هدف بررسی مقادیر خام (قبل از حذف اثر سنگ بستر) می باشد. لذا، هدف حذف اثر سنگ بستر می باشد، می توان با توجه به لیتولوژی منطقه تعداد دسته ها را تعیین نمود و سپس با دسته بندی فازی (بویژه در مورد عناصر سنگ ساز مانند Si, Ca, Fe, Mg, ....) به هدف رسید. اما اگر هدف بررسی مقادیر شاخص غنی شدگی باشد، معیار خاصی برای تعیین تعداد دسته ها نداریم، بهمین دلیل از روشهای اعتبار دسته استفاده می کنیم

روشهای تخمین اعتبار دسته ها به دو روش می باشد. در روش اول (سراسری)<sup>۲</sup> تابع (افراز) دسته بندی برای تعداد دسته های از ۲ دسته تا حداکثر تعداد دسته های مورد نظر ( $C_{max}$ ) تعیین می شود و بسته به اینکه هدف حداقل نمودن یا حداکثر نمودن تابع اعتبار باشد، تعداد بهینه دسته ها تعیین می شود. در روشی دیگر (محلی)<sup>۳</sup> پس از دسته بندی به تعداد  $C_{max}$  خوشه، سعی می شود، تا دسته های نزدیک به هم، با هم تلفیق شود؛ این عمل تا آنجا ادامه می یابد که دسته های مشابه وجود نداشته باشند. تعداد دسته های حاصل، تعداد بهینه دسته ها می باشد. برای دسته بندی احتمالی و بویژه FCM، روش اول مناسبتر می باشد [۱۰].

---

<sup>۱</sup> -Cluster Validitt

<sup>۲</sup> -Global

<sup>۳</sup> -Local

در اینجا دو معیار برای تعیین تعداد دسته های بهینه ارائه می شود، که بویژه برای دسته بندی

احتمالی و FCM، مناسب می باشند [۹]:

$$PC(f) = \frac{\sum_{x \in X} \sum_{k \in K} f^2(x)(k)}{|X|} \quad (۷-۶)$$

$$PE(f) = \frac{-\sum_{x \in X} \sum_{k \in K} f(x)(k) \ln f(x)(k)}{|X|} \quad (۸-۶)$$

که PC، ضریب دسته بندی (افراز)<sup>۱</sup> و PE آنروپی دسته بندی (افراز)<sup>۲</sup> نامیده می شود. با توجه

به روابط PC, PE می توان گفت:

$$\frac{1}{k} \leq PC(f) \leq 1$$

$$1 \leq PE(f) \leq \ln k$$

که k تعداد دسته ها می باشد.

حالت بهینه تعداد دسته ها، زمانی است، که PC، حداکثر و PE حداقل شود.

---

<sup>۱</sup>-Partition Coefficient

<sup>۲</sup>-Partition Entropy

الگوریتم تعیین تعداد بهینه دسته ها در حالت سراسری بصورت زیر می باشد [۹]:

۱- مجموعه داده ها  $X$  و روش سراسری  $G$  را در نظر بگیرید.

۲- تعداد حداکثر دسته ها  $C_{max}$  را انتخاب کنید.

۳-  $C := 1$ ,  $C_{opt} := 1$ , به  $G_{opt}$  بدترین مقدار ممکن را نسبت دهیم.

۴- برای  $C_{max}-1$  مرتبه تکرار کن.

۵-  $C := C+1$

۶- الگوریتم دسته بندی احتمالی را با مجموعه داده  $C.X$  دسته انجام بده.

۷- اگر معیار  $G(f)$  تقسیم بندی جدید، بهتر از  $G_{opt}$  بود،  $G_{opt} := 1$  قرار بده و  $C_{opt} := C$

۸- پایان حلقه.

۹- تعداد بهینه دسته ها  $C_{opt}$  می باشد.

برای تعیین تعداد بهینه دسته‌ها معیارهای دیگری نیز وجود دارد که برای روشهای دیگر

دسته بندی فازی و  $m > 2$  کاربرد دارد [۹].

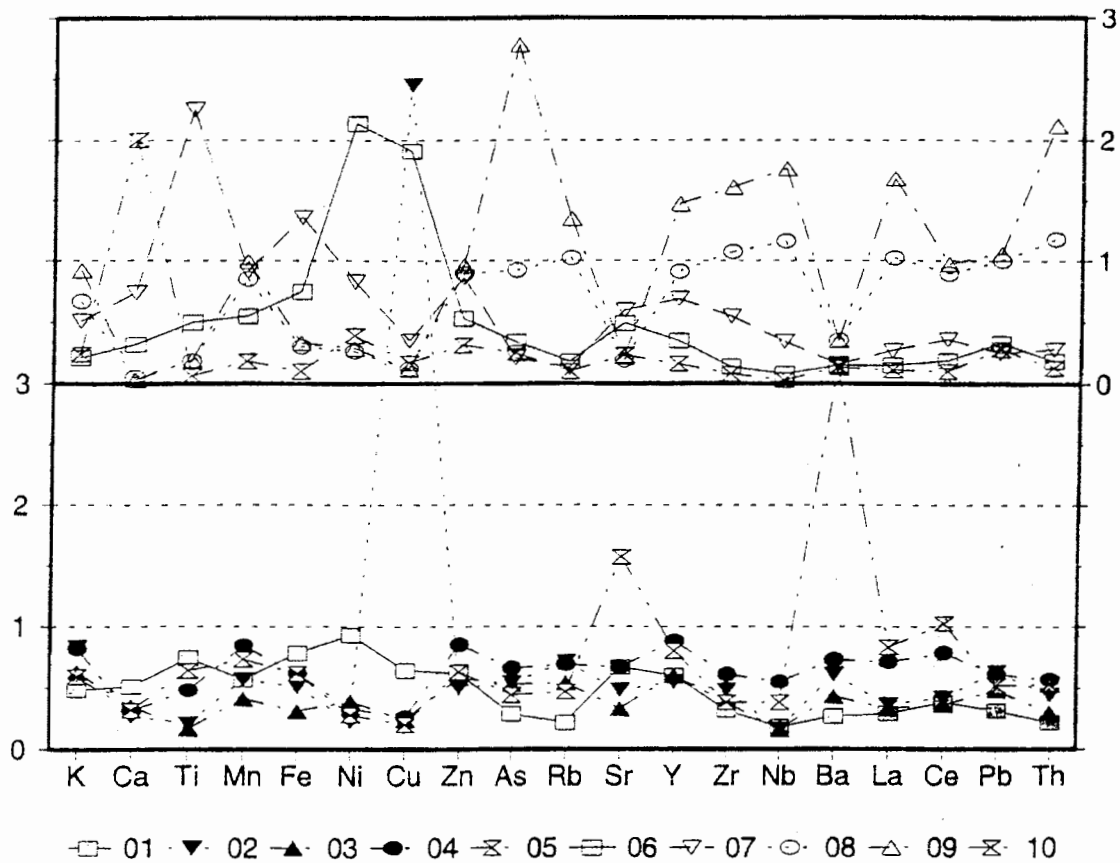
برای اجرای الگوریتم دسته بندی احتمالی، برنامه ای در نرم افزار  $C^{++}$ ،  $V6$  نوشته شد و بر روی داده‌های موجود اعمال شد. در مدل کردن نتایج حاصل بعضی از آنومالیها تضعیف شده و برخی دیگر تقویت شده اند، که این موضوع می تواند ناشی از اثرات سنگهای بالای دست نمونه‌ها و یا سایر اثرات ناحیه ای احتمالی (از قبیل نواقص احتمالی نقشه زمین شناسی، اثرات توپوگرافی و ....) باشد. اگر بتوانیم پس از حذف اثر سنگ بالا دست بر روی داده‌های شاخص غنی شدگی

این بررسی را انجام بدهیم، می‌توان اثرات ناحیه ای احتمالی (از قبیل نواقص احتمالی نقشه زمین شناسی، اثرات توپوگرافی و ....) را براحتی تشخیص داد و حذف کرد. هدف از استفاده تقسیم بندی دسته‌ای در این پروژه، حذف این گونه اثرات (و نه کنترل کانی‌سازی) بخصوص اثر سنگ بالا دست می‌باشد. در این پروژه با توجه به زمین شناسی منطقه و حضور پنج دسته کلی از سنگها در منطقه و با روش سعی و خطا  $m=1/5$  در نظر گرفته شد. همچنین داده‌های پردازش شده بعد از آن برای محاسبه شاخص غنی شدگی در منطقه مورد استفاده قرار گرفتند و نتایج بصورت نقشه در انتهای همین فصل آمده است. نحوه اجرای برنامه و نمونه‌ای از فایل ورودی برنامه و خروجی آن در ضمیمه ۲ پایان نامه آمده است.

برای تفهیم بیشتر مطلب، نمونه‌ای از پردازش فازی داده‌ها در منطقه سیرا د سن کارلوس<sup>۱</sup> در شمال شرقی مکزیک را مورد بررسی قرار می‌دهیم. در این منطقه داده‌های ۱۹ عنصر جهت تقسیم نمونه‌ها به ۱۰ دسته بوسیله روش K-mean Cluster مورد استفاده قرار گرفته است. شکل (۳-۶) الگوهای نرمال شده عناصر را در میانگین ۱۰ دسته نشان می‌دهد. تمامی الگوهای عناصر، مشخص کننده نوع سنگها و نواحی کانی سازی شده می‌باشند [۹].

---

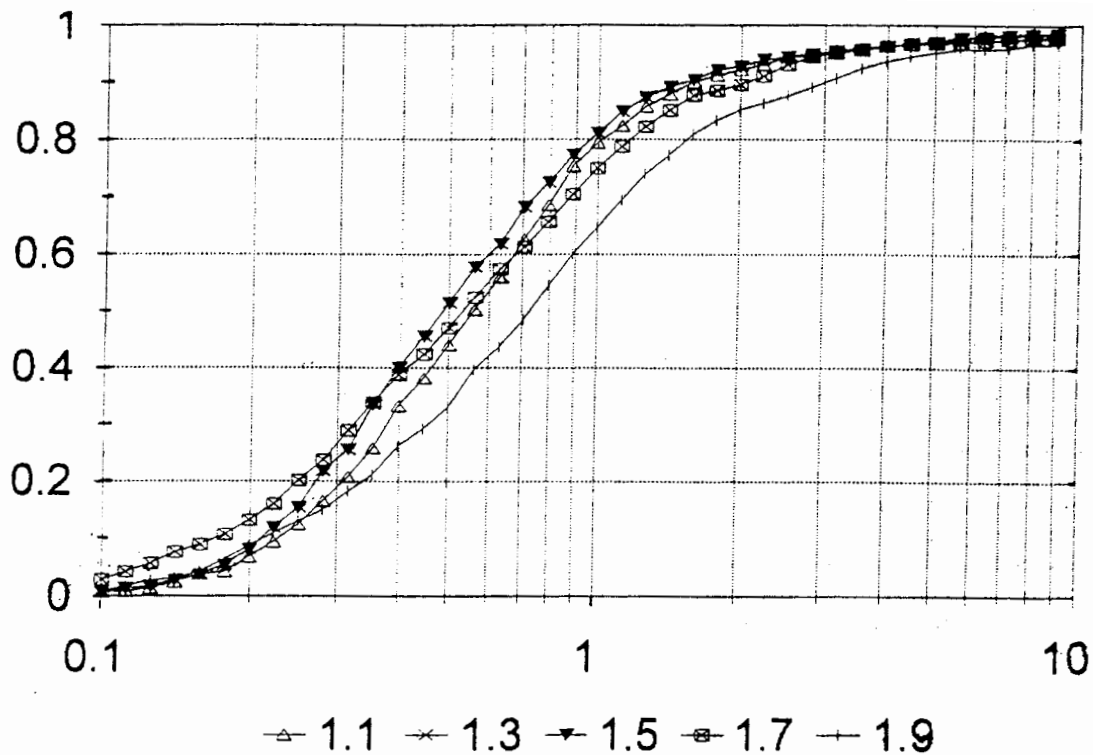
<sup>۱</sup>-Sierra de San Carlos



شکل (۶-۳): الگوهای نرمال شده عناصر در میانگین ۱۰ دسته. [۸]

نمونه‌هایی از این نوع ممکن است زمانی که از روش موسوم به K-mean Cluster استفاده شود، بطور غلط دسته بندی می‌شوند. دسته بندی بهتری زمانی که از روش FCM استفاده شود بدست می‌آید. شروع از مرکز طبقات، LFCM و باقیمانده عناصر محاسبه می‌گردند.

فراوانی تجمعی واریانس تخصیص برای توانهای ۱/۱ و ۱/۹ در شکل (۶-۴) آمده است. در داده‌های منطقه مورد مطالعه بهترین نتایج با استفاده از توان فازی  $m=1/7$  بدست آمده است.



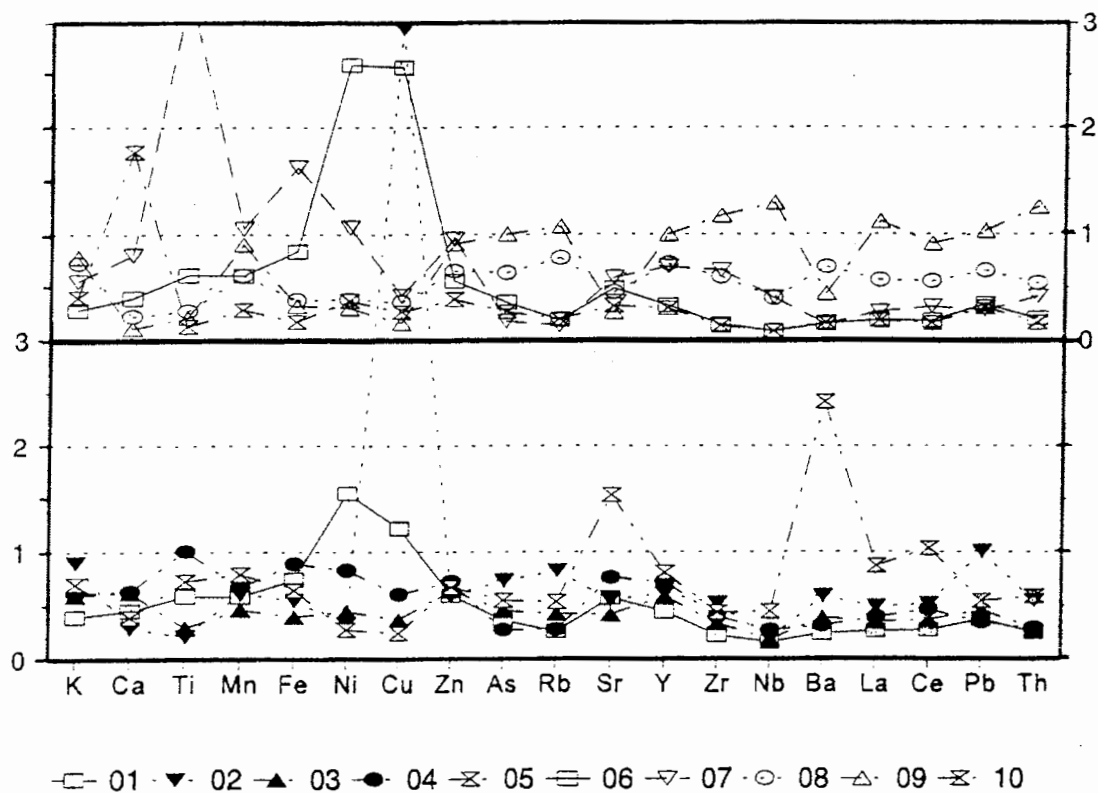
شکل (۶-۴): فراوانی تجمعی واریانس توانهای ۱/۱ و ۱/۹. [۸].

واریانسهای تخصیص در روش تقسیم بندی دسته‌ای به طور قابل ملاحظه‌ای کوچکتر از مقادیر بدست آمده به روش دسته بندیهای معمول است. به طور تجربی به نظر می‌رسد که یک مقدار می‌نیمم عمومی برای واریانس تخصیص با توان فازی  $m=1/5$  وجود دارد.

واریانسهای تخصیص بدست آمده به روش دسته بندی شکل (۵-۶) بطور قابل ملاحظه‌ای کوچکتر از مقادیر بدست آمده از روشهای دسته بندی معمولی است. الگوی عناصر مرکز ثقل فازی شبیه الگوهای بدست آمده به روش دسته بندی معمولی است ولی بسیاری از نوسانات کاهش پیدا کرده‌اند. با دسته بندی به روش فازی، مجموع فواصل درون دسته‌ای به میزان کمی در مقایسه با دسته بندی به روشهای قبل کاهش می‌یابد در روش فازی نمونه‌های دور از مرکز ثقل‌های نسبی نیز در محاسبات به کار می‌روند. در تعدادی از موارد، که به روش فازی دسته‌های مختلفی بدست می‌آید به میزان اندکی نسبت به روشهای دیگر نمونه‌ها را کمتر جدا می‌کند. اگر



تنها نمونه‌های بالاتر از یک حد آستانه‌ای اختصاص یافته ۲۰٪ جهت محاسبه مرکز ثقلهای نسبی دسته‌ها مورد استفاده قرار گیرد، کم شدن فاصله شدیداً کاهش خواهد یافت.



شکل (۵-۶): واریانسهای تخصیص بدست آمده با روش دسته بندی فازی. [۸]

همچنین خطای تخصیص می‌تواند جهت استخراج اطلاعات اضافی از مجموعه داده‌های اولیه مورد استفاده قرار گیرد. برای بیشتر نمونه‌ها، مقادیر اختلاف (مقادیر باقی مانده FCM) در اطراف صفر پراکنده می‌شود شکل (۶-۶) [۹].

با الگوی باقیمانده از این نوع، یک نمونه می‌تواند بطور کامل بوسیله مقادیر عضویت دسته‌ها توصیف گردد. پراکندگی در اطراف صفر عمدتاً از دقت آنالیزها و همگنی نمونه‌ها سرچشمه می‌گیرد. انحرافی از پراکندگی نرمال دقت نمونه برداری و آنالیز، به همراه یک تمایل به سمت

می‌گیرد. انحرافی از پراکندگی نرمال دقت نمونه برداری و آنالیز، به همراه یک تمایل به سمت مقادیر باقیمانده منفی زمانی بوجود می‌آید که بخش کوچکی از یک جزئی سرچشمه گرفته باشد

که نتواند در مرکز ثقل دسته‌ها دخالت کرده باشد. بر اساس شرط:

$$\sum U_{ik} = 1$$

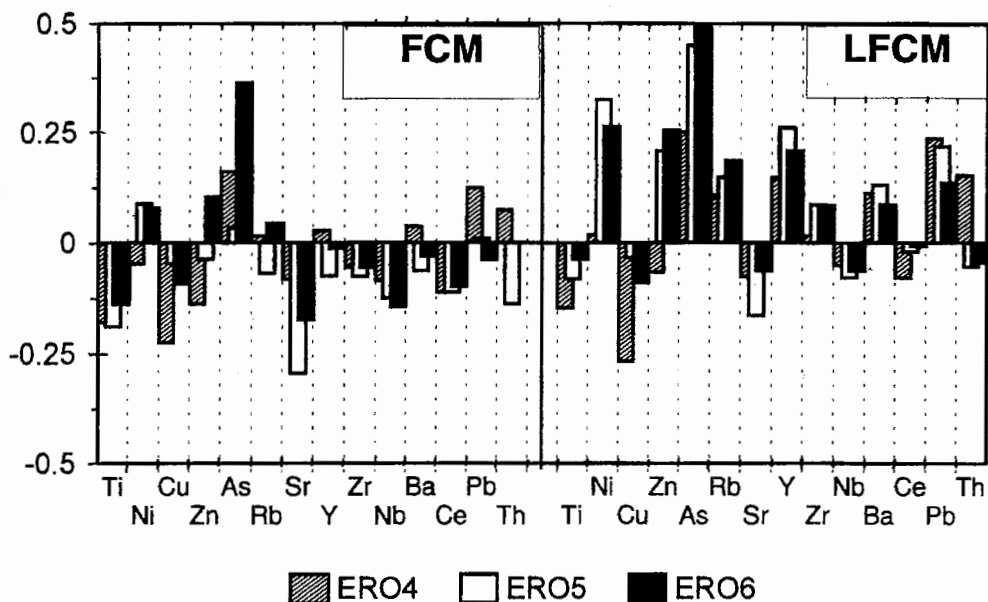
مقادیر تخصیص دسته‌ها می‌تواند بسیار بزرگ باشد و تعداد قابل ملاحظه‌ای از نمونه‌ها یک تمایل به سمت مقادیر باقیمانده منفی نشان خواهند داد. اگر بخش پوشش نیافته یک نمونه یک جزء بزرگ باشد. تعدادی از مقادیر عضویت دسته‌ها بطور قابل ملاحظه‌ای بزرگ می‌شوند و مقادیر باقیمانده منفی قوی ایجاد می‌شوند. شکل (۶-۶): نمونه ERO5.

جهت اجتناب از این مقادیر باقیمانده منفی، شرایط مرزی بصورت زیر تصحیح می‌گردند:

$$\sum U_{ik} \leq 1 \quad \text{and} \quad (\delta_{kj} + E_{kj}) \geq 0$$

بطوریکه  $E_{kj}$  خطای عنصر  $j$  در نمونه  $k$  است. عموماً  $E_{kj}$  بوسیله خطای آنالیز وهمگنی نمونه

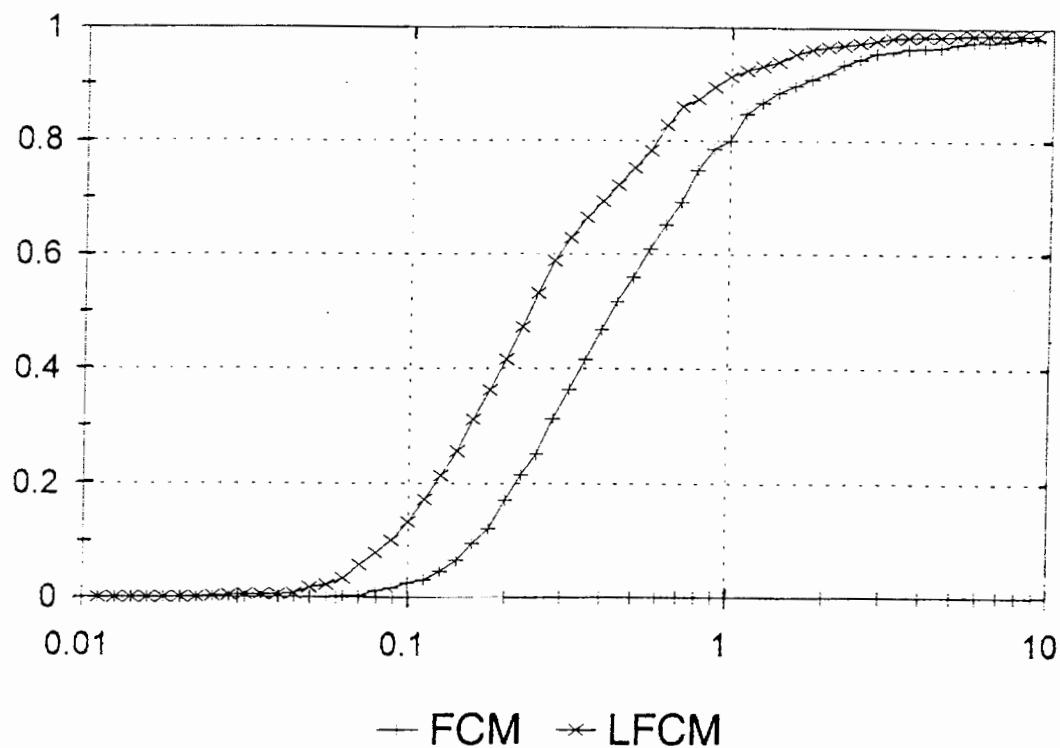
تعیین می‌شود.



شکل (۶-۶): مقادیر باقیمانده برای ۳ عنصر انتخاب شده در منطقه مورد مثال پس از دسته بندی با FCM و

[۸]. LFCM

با توجه به این دو شرط ، مقادیر تخصیص به دسته ها مجدداً تعیین می‌شوند. با مقادیر باقیمانده منفی بین سه برابر انحراف معیار داده‌های آنالیز و خطای ۱۰٪ تخمین نمونه برداری دوباره محدود می‌شوند، دسته ها جدید LFCM محاسبه می‌گردند. باقیمانده منفی در آن از بین رفته است. مقادیر مثبت باقیمانده نمونه ER06 به میزان اندکی افزایش دارد و تمایل به سمت مقادیر باقیمانده منفی در آن از بین رفته است. در نمونه ER05، مقادیر باقیمانده منفی قوی از بین رفته‌اند و برای چند عنصر مقادیر باقیمانده مثبت متوسطی ایجاد شده است. فراوانیهای تجمعی واریانسهای تخصیص LFCM تقریباً در مقایسه با FCM مرسوم بدون تغییر می‌ماند و اگر دو متغیر با بزرگترین خطای دسته بندی در محاسبات واریانس تخصیص داخل نشوند، این فراوانیهای تجمعی به میزان اندکی افزایش می‌یابند شکل (۶-۷) [۸].



شکل (۶-۷): فراوانی تجمعی واریانسهای تخصیص در منطقه مورد مطالعه پس از دسته بندی FCM و LFCM بدون داخل شدن دو متغیر با بزرگترین خطای دسته بندی. (توان قازی ۱۵:۵). [۸]

در نهایت برای انجام عملیات فازی بر روی داده‌های این منطقه پس از نرمالایز کردن داده‌ها توسط نرم افزار SPSS و با توجه به نقشه زمین شناسی منطقه ، سنگهای موجود را به ۵ گروه کلی از سنگها تقسیم وبا در نظر گرفتن  $m=1/5$  (با روش سعی و خطا) اجرای برنامه بر روی داده‌های منطقه دسته بندی کلی نمونه‌های موجود با توجه به سنگهای موجود در منطقه انجام شد ، در نهایت با بدست آوردن میانه آنالیز نمونه‌های هر دسته و پس از تقسیم کردن آنالیز نمونه هر دسته به میانه بدست آمده برای هر دسته شاخص غنی شدگی برای نمونه‌های موجود در منطقه محاسبه شد و نقشه‌های حاصل از این شاخص غنی‌شدگی‌ها بدست آمد. نتایج حاصل از دسته بندی نمونه‌ها در ضمیمه شماره ۳ و شاخص غنی‌شدگی‌های حاصل در ضمیمه شماره ۴ آورده شده‌اند. با انجام این عملیات آنومالیهایی که ناشی از اثر سنک بالا دست بدست آمده بود کاهش یافت همچنین با انجام این عمل سایر اثرات ناحیه‌ای را از بین برد.

حال به خلاصه‌ای از توضیحات راجع به نقشه‌های بدست آمده حاصل از داده‌های شاخص غنی شدگی می‌پردازیم و آنومالی‌های بدست آمده را مورد تحلیل قرار می‌دهیم.

همانطور که قبلاً نیز اشاره شد هدف استفاده از شاخص غنی شدگی و دسته‌بندی نمونه‌ها حذف و یا کاهش اثر سنگهای منطقه یا سایر اثرات ناحیه‌ای است بنابراین انتظار می‌رود که پس از محاسبه شاخص غنی شدگی محدوده‌های آنومالی حاصل از داده‌های خام در صورت وجود اثرات از خود کاهش نشان دهد و اگر اثرات ناحیه‌ای باعث بوجود آمدن آنومالی نبوده باشند شاخص غنی شدگی تأثیری بر روی میزان آنومالی نخواهد داشت البته باید توجه داشت که این امکان نیز وجود دارد که بعضی از مناطق را شاخص غنی شدگی بعنوان آنومالی معرفی کرده که با داده‌های خام آنومالی تشخیص داده نشده‌اند که این موضوع احتیاج به بررسی‌های بیشتر دوباره دارد.

نمونه‌های بارز این کاهش آنومالی در مقایسه در نقشه داده‌های خام و داده‌های شاخص غنی شدگی کاهش و حذف آنومالی نیکل در قسمت مرکزی برگه گزیک می‌باشد. همانطور که در نقشه (۱-۶) مشاهده می‌نمائیم در گوشه شمال غرب برگه ۱:۵۰،۰۰۰ شماره ۲ آنومالی نیکل موجود پس از محاسبه شاخص غنی شدگی دیگر بدست نیامده است. این مطلب احتیاج به بررسی‌های بیشتر بر روی نقشه زمین شناسی و سایر عوارض موجود در منطقه دارد.

همچنین برای عنصر کروم ما شاهد یک افزایش آنومالی در شمال شرق برگه هستیم که پس از محاسبه شاخص غنی شدگی حاصل شده است که این موضوع نیز احتیاج به بررسی‌های ثانویه و بیشتر دارد که آیا آنومالی‌های بدست آمده صحت دارد یا خیر. این بررسی‌ها می‌تواند شامل برداشت نمونه‌های کانی سنگین و یا مینرالیزه باشد.

در بررسی عنصر مس مشاهده می‌شود که در اکثر مناطق به جز بعضی از مناطق نقشه آنومالی مس کاهش از خود نشان می‌دهد و در سمت جنوب شرقی نقشه آنومالی جدیدی برای عنصر مس بدست آمده است.

تنها در مورد عنصر نقره مشاهده می‌شود که محدوده‌های بدست آمده در هر دو نقشه یکسان می‌باشد و علت اصلی این امر را داده‌های این عنصر و سایر عناصری که دارای مقادیر زیر حد حساسیت دستگاه بوده‌اند می‌توان دانست و در اصل می‌توان گفت این آنومالیها با این دستگاه در منطقه قابل مطالعه و بررسی نبوده است.

حال پس از مقایسه کلی و بررسی کلی اجمالی دو روش با هم به توضیح آنومالی‌های بدست آمده به روش فازی می‌پردازیم. بیشترین بزرگترین آنومالی‌های بدست آمده به روش فازی آنومالیهای دو عنصر قلع و سرب است که در قسمت شمالی برگه شماره ۴ می‌باشد. همچنین

قسمت دیگر آنومالی سرب و روی می باشد که تقریباً در مرکز برگه شماره ۳ واقع است (نقشه ۶-۲) که این موضوع قابل بررسی بودن آنومالیهای سرب را بیان می کند.

همچنین آنومالیهای نیکل - کروم - کبالت نیز قابل توجه می باشند که این آنومالی در جنوب برگه و شمال برگه متمرکز شده است (نقشه ۶-۱) همچنین این آنومالیها به تفکیک مانند آنومالی نیکل - کروم تقریباً در قسمت مرکزی برگه گزیک در گوشه شمال غرب برگه ۱:۵۰،۰۰۰ ۲ آمده است.

آنومالی نیکل - کبالت در شرق برگه ۳ در شمال برگه گزیک آمده است.

همچنین برای عناصر کروم و کبالت آنومالیهای به طور جداگانه در قسمت شمال شرق و جنوب نقشه گزیک (نقشه ۶-۱) آمده است.

آنومالی مناسب و وسیعی نیز برای عنصر باریم در مشرق برگه شماره ۲ آمده است. که این منطقه در داده های خام نیز برای عنصر باریم آنومال شناخته شده بود.

در مورد عنصر مس در قسمت شرق برگه گزیک و محدوده هایی نیز در شمال و جنوب برگه همراه با عنصر کروم آنومال شناخته شده اند. که این محدوده ها بخصوص در قسمت شرق نقشه برای عنصر منگنز آنومال تشخیص داده شده است. همچنین در جنوب نقشه شماره ۲ نیز چند محدوده دارای آنومالی منگنز قابل مشاهده است. (نقشه ۶-۲).

پراکندگی و وسعت قابل توجهی نیز برای آنومالیهای بدست آمده از عنصر استرانسیم در نقشه

(۶-۲) قابل مشاهده است توزیع این آنومالی در مرکز برگه های شماره ۱ و ۲ قابل مشاهده است.

در ضمن لازم به یادآوری است که نقاط نمونه برداری شده در برگه گزیک در نقشه ۳ آمده است که می‌تواند کمکی باشد برای پیدا کردن غلظت نمونه‌ها در محدوده‌ها و کنترل غلظتها در محدوده‌های آنومالی بدست آمده.

عنصر وانادیم نیز توزیع خوبی از خود در قسمتهای مختلف نقشه از خود نشان می‌دهد که بیشتر این محدوده‌ها در برگه ۱:۵۰،۰۰۰ شماره ۲ آمده است.

## فصل هفتم

### جمع بندی و معرفی مناطق آنومال

#### ۱-۷ جمع بندی و معرفی مناطق آنومال :

پس از بررسی نقشه‌ها و مناطق با اولویتهای اول و دوم بدست آمده حاصل از پردازش داده‌ها با هر سه روش می‌توان تأثیر کاربرد روشهای مختلف را در پردازش داده‌ها مشاهده کرد، در روش فراکتال دیده می‌شود که حدود زمینه و آنومالی با دقت بیشتری مشخص می‌گردد، همچنین استفاده از روش فازی در حذف اثرات ناحیه‌ای و لیتولوژی (اثر سنگ بالا دست) بخصوص در مورد عناصر Ni, Co, Cr بوضوح قابل مشاهده و بررسی می‌باشد.

در نهایت یکسری از مناطق و محدوده‌هایی که برای انجام مطالعات بعدی از جمله برداشت کانی سنگین و نمونه برداری ژئوشیمیایی با تراکم بیشتر و برداشت نمونه‌های مینرالیزه مناسب هستند، معرفی می‌گردند.

محدوده‌های منتهی به نمونه‌های ۳۱۴۲، ۳۱۴۳، ۳۱۴۴، ۳۱۴۶، ۳۱۴۷ می‌تواند بعنوان اندیس و آنومالی عناصر Sn و Pb معرفی گردند.

محدوده نمونه‌های ۳۶۱۰، ۳۶۱۱ برای بررسی آنومالی عناصر Ag و Zn و مناسب هستند.

نمونه‌های ۳۳۹۰، ۳۳۹۱، ۳۳۹۲، ۳۵۷۰، ۳۵۶۷، ۳۵۶۹، ۳۵۳۹، ۳۵۴۰، ۳۵۹۷، ۳۵۹۹، ۳۵۹۸

محدوده‌های مناسب برای بررسی روی آنومالی‌های عناصر Ni و Cr و Co معرفی می‌گردند.



محدوده‌های مربوط به نمونه‌های ۳۲۲۶، ۳۲۲۵، ۳۵۵۶، ۳۵۵۵، ۳۵۵۴، ۳۵۵۲، ۳۵۵۱، برای

عنصر Ba و نمونه‌های ۳۲۴۶، ۳۲۴۷، ۳۲۴۳، ۳۲۵۰ برای عناصر Ba و B و As معرفی می‌گردند.

نقد و بررسی‌ها را می‌توانید در ادامه مشاهده کنید.

## ۲-۷ نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

در نهایت با مقایسه سه روش بکار برده شده در این پروژه به نتایج زیر می‌رسیم:

- در این منطقه نیاز به آنالیز دقیقتر نمونه‌ها می‌باشد.

- برداشت نمونه‌های کانی سنگین در مناطق با اولویتهای بالا.

- برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی با شبکه متراکم تر در مناطق معرفی شده و با اولویت.

- با توجه به ماهیت فرکتالی توزیع عناصر در طبیعت این روش برای جداسازی آنومالیهای

ژئوشیمیایی در کافی بودن حد آنالیز عناصر بسیار مفید و مناسب می‌باشد. اما باید توجه داشت که

روش فرکتال برای نمونه‌های سنسورد قابل استفاده نمی‌باشد.

- لازمه بدست آوردن نتایج بهتر از روش فرکتالی تخمین صحیح مقادیر غلظت عناصر در

حوضه آبریز مربوطه می‌باشد، بنابراین نیاز به استفاده از برنامه تخمین شبکه‌ای ضروری می‌باشد.

- جهت طراحی شبکه نمونه برداری استفاده از GIS و تئوری فازی می‌تواند بسیار مفید باشد و

به کارگیری این روشها دقت بالایی را در طراحی شبکه نمونه برداری ایجاد می‌نماید.

- استفاده از روش دسته بندی فازی جهت حذف اثرات ناحیه‌ای و اثرات لیتولوژی بویژه

هنگامی که در نتایج آنالیز عناصر سنگ ساز باشند بسیار مفید است. بنابراین جادارد این روش در

کنار روشهای دیگر به کار گرفته شود.

## فهرست منابع:

- ۱- والح ، ۱۳۷۴ ، نقشه زمین شناسی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ گزیک ، سازمان زمین شناسی کشور
- 2-Govert. G.J.S . 1983 ,Hand Book of Exploration Geochemistry ,Vol, 2, Statistics and Data Analysis in Geochemical Prospecting , Elsevier.
- 3-Mandel brot ,B.B , 1983 ,The fractal geometry of nature (update and augmenred edition). Freeman ,New York ,468PP.
- 4-Quiming Ch. and Agterberg F.P. , Ballantuyue S.B. (1994) , The separation anomalies from back ground by fractal methods, Elsevier, Journal of Geochemical Exploration , 51 109-130.
- 5-Quiming Ch. ,(1997), Discrete multifractals, Mathematical Geology,29 245-266.
- 6-Quiming Ch. , (1995), The Perimeter-Area fractal model and it's application to geology, Mathematical Geology, 27 62-82
- ۷- پولادزاده، محمود ، ۱۳۷۹ ، اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ شوی ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی دانشگاه تهران.
- 8- Kramar. U ,(1995), Application of limited fuzzy clusters to anomaly recognition complex geological environments. Journal of Exploration Geochemical . Elsevier.
- 9-Bezdeck, C.J. ,Ehrich , R. and Full , W., (1984), FCM:The fuzzy C-means clustering algorithm, Computer and Geoscince, Elsevier.
- ۱۰- کاویانی ، دانیال ، ۱۳۷۹ ، کاربرد تئوری فازی در اکتشافات مواد معدنی ، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی معدن و متالورژی و نفت ، دانشکده صنعتی امیر کبیر.

شبهه ۱: جدول دسته بندی سلولهای تخمینی برای محاسبه رابطه مساحت- غلظت در هندسه فُرکانل

Frequency Distribution for NAZO			Frequency Distribution for K2O			Frequency Distribution for P			Frequency Distribution for Ti			Frequency Distribution for Li			Frequency Distribution for B		
From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count
1.1	1.158	11	1.3	1.35	27	100	124.56	27	2091	2177.775	16	50	50.475	14999	36	40.447	42
1.158	1.217	16	1.35	1.4	2	124.56	149.119	1	2177.775	2264.55	60	50.475	50.95	6	40.447	44.895	54
1.217	1.275	0	1.4	1.45	70	149.119	173.679	11	2264.55	2351.325	8	50.95	51.425	12	44.895	49.342	37
1.275	1.334	44	1.45	1.5	1	173.679	198.238	226	2351.325	2438.1	35	51.425	51.9	36	49.342	53.789	166
1.334	1.392	8	1.5	1.55	29	198.238	222.798	169	2438.1	2524.875	37	51.9	52.375	22	53.789	58.236	541
1.392	1.451	200	1.55	1.6	3	222.798	247.358	135	2524.875	2611.65	57	52.375	52.85	20	58.236	62.684	1016
1.451	1.509	152	1.6	1.65	64	247.358	271.917	206	2611.65	2698.425	13	52.85	53.325	16	62.684	67.131	1639
1.509	1.568	94	1.65	1.7	5	271.917	296.477	227	2698.425	2785.2	197	53.325	53.8	16	67.131	71.578	1874
1.568	1.626	474	1.7	1.75	170	296.477	321.037	802	2785.2	2871.975	78	53.8	54.275	7	71.578	76.026	2055
1.626	1.685	271	1.75	1.8	124	321.037	345.596	897	2871.975	2958.75	62	54.275	54.75	5	76.026	80.473	1786
1.685	1.743	290	1.8	1.85	177	345.596	370.156	1030	2958.75	3045.525	125	54.75	55.225	8	80.473	84.92	1609
1.743	1.801	644	1.85	1.9	75	370.156	394.715	1275	3045.525	3132.3	151	55.225	55.7	5	84.92	89.368	1082
1.801	1.86	318	1.9	1.95	203	394.715	419.275	1468	3132.3	3219.075	171	55.7	56.175	2	89.368	93.815	1296
1.86	1.918	786	1.95	2	129	419.275	443.835	1454	3219.075	3305.85	270	56.175	56.65	6	93.815	98.262	697
1.918	1.977	527	2	2.05	715	443.835	468.394	1464	3305.85	3392.625	354	56.65	57.125	9	98.262	102.709	355
1.977	2.035	1487	2.05	2.1	211	468.394	492.954	1039	3392.625	3479.4	348	57.125	57.6	17	102.709	107.157	414
2.035	2.094	740	2.1	2.15	1406	492.954	517.514	994	3479.4	3566.175	687	57.6	58.075	17	107.157	111.604	182
2.094	2.152	1362	2.15	2.2	468	517.514	542.073	919	3566.175	3652.95	939	58.075	58.55	1	111.604	116.051	86
2.152	2.211	1289	2.2	2.25	1523	542.073	566.633	700	3652.95	3739.725	1203	58.55	59.025	1	116.051	120.499	26
2.211	2.269	1132	2.25	2.3	678	566.633	591.192	689	3739.725	3826.5	885	59.025	59.5	1	120.499	124.946	30
2.269	2.328	1539	2.3	2.35	1444	591.192	615.752	362	3826.5	3913.275	794	59.5	59.975	1	124.946	129.393	83
2.328	2.386	649	2.35	2.4	801	615.752	640.312	328	3913.275	4000.05	1246	59.975	60.45	47	129.393	133.841	22
2.386	2.444	1060	2.4	2.45	1391	640.312	664.871	246	4000.05	4086.825	1290	60.45	60.925	1	133.841	138.288	3
2.444	2.503	929	2.45	2.5	704	664.871	689.431	258	4086.825	4173.6	1061	60.925	61.4	1	138.288	142.735	5
2.503	2.561	292	2.5	2.55	1311	689.431	713.99	187	4173.6	4260.375	1198	61.4	61.875	0	142.735	147.182	2
2.561	2.62	403	2.55	2.6	418	713.99	738.55	41	4260.375	4347.15	809	61.875	62.35	0	147.182	151.63	25
2.62	2.678	65	2.6	2.65	1040	738.55	763.11	61	4347.15	4433.925	875	62.35	62.825	0	151.63	156.077	1
2.678	2.737	212	2.65	2.7	203	763.11	787.669	14	4433.925	4520.7	649	62.825	63.3	0	156.077	160.524	0
2.737	2.795	9	2.7	2.75	566	787.669	812.229	3	4520.7	4607.475	536	63.3	63.775	0	160.524	164.972	2
2.795	2.854	155	2.75	2.8	151	812.229	836.789	8	4607.475	4694.25	390	63.775	64.25	0	164.972	169.419	0
2.854	2.912	73	2.8	2.85	544	836.789	861.348	1	4694.25	4781.025	236	64.25	64.725	0	169.419	173.866	2
2.912	2.971	3	2.85	2.9	75	861.348	885.908	1	4781.025	4867.8	136	64.725	65.2	0	173.866	178.313	2
2.971	3.029	23	2.9	2.95	216	885.908	910.467	24	4867.8	4954.575	104	65.2	65.675	0	178.313	182.761	3
3.029	3.087	1	2.95	3	94	910.467	935.027	20	4954.575	5041.35	28	65.675	66.15	22	182.761	187.208	1
3.087	3.146	0	3	3.05	70	935.027	959.587	4	5041.35	5128.125	55	66.15	66.625	0	187.208	191.655	5
3.146	3.204	16	3.05	3.1	13	959.587	984.146	1	5128.125	5214.9	78	66.625	67.1	0	191.655	196.103	33
3.204	3.263	0	3.1	3.15	85	984.146	1008.706	0	5214.9	5301.675	12	67.1	67.575	0	196.103	200.55	61
3.263	3.321	8	3.15	3.2	5	1008.706	1033.266	1	5301.675	5388.45	3	67.575	68.05	0	200.55	204.997	36
3.321	3.38	9	3.2	3.25	58	1033.266	1057.825	1	5388.45	5475.225	26	68.05	68.525	0	204.997	209.445	16
3.38	3.438	7	3.25	3.3	29	1057.825	1082.385	4	5475.225	5562	76	68.525	69	20	209.445	213.892	9

Frequency Distribution for SIO2			Frequency Distribution for AL2X			Frequency Distribution for SIO2			Frequency Distribution for CAO			Frequency Distribution for MGO			Frequency Distribution for Mn		
From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count
32.015	32.867	14	4.5	4.84	11	32.015	32.867	14	7.8	8.913	11	2.4	2.88	483	652	670.564	17
32.867	33.719	4	4.64	4.779	1	32.867	33.719	4	8.913	10.025	0	2.88	3.36	2943	670.564	689.128	9
33.719	34.571	2	4.779	4.919	64	33.719	34.571	2	10.025	11.138	16	3.36	3.84	5741	689.128	707.693	2
34.571	35.423	26	4.919	5.058	25	34.571	35.423	26	11.138	12.251	13	3.84	4.32	2654	707.693	726.257	18
35.423	36.275	53	5.058	5.198	75	35.423	36.275	53	12.251	13.363	85	4.32	4.8	929	726.257	744.821	51
36.275	37.128	121	5.198	5.337	63	36.275	37.128	121	13.363	14.476	8	4.8	5.28	363	744.821	763.385	124
37.128	37.98	96	5.337	5.477	32	37.128	37.98	96	14.476	15.589	62	5.28	5.76	333	763.385	781.95	97
37.98	38.832	88	5.477	5.616	30	37.98	38.832	88	15.589	16.701	272	5.76	6.24	177	781.95	800.514	258
38.832	39.684	217	5.616	5.756	93	38.832	39.684	217	16.701	17.814	232	6.24	6.72	221	800.514	819.078	519
39.684	40.536	229	5.756	5.895	56	39.684	40.536	229	17.814	18.926	334	6.72	7.2	105	819.078	837.642	196
40.536	41.388	227	5.895	6.035	245	40.536	41.388	227	18.926	20.039	457	7.2	7.68	138	837.642	856.207	617
41.388	42.24	399	6.035	6.174	319	41.388	42.24	399	20.039	21.152	621	7.68	8.16	315	856.207	874.771	892
42.24	43.092	345	6.174	6.314	255	42.24	43.092	345	21.152	22.264	932	8.16	8.64	147	874.771	893.335	794
43.092	43.945	739	6.314	6.453	458	43.092	43.945	739	22.264	23.377	1002	8.64	9.12	106	893.335	911.899	770
43.945	44.797	951	6.453	6.593	435	43.945	44.797	951	23.377	24.49	507	9.12	9.6	68	911.899	930.464	1047
44.797	45.649	1591	6.593	6.732	1159	44.797	45.649	1591	24.49	25.602	611	9.6	10.08	38	930.464	949.028	1066
45.649	46.501	1316	6.732	6.872	800	45.649	46.501	1316	25.602	26.715	374	10.08	10.56	53	949.028	967.592	1148
46.501	47.353	765	6.872	7.011	1196	46.501	47.353	765	26.715	27.828	294	10.56	11.04	53	967.592	986.156	1235
47.353	48.205	960	7.011	7.151	838	47.353	48.205	960	27.828	28.94	575	11.04	11.52	45	986.156	1004.721	1339
48.205	49.057	605	7.151	7.29	1250	48.205	49.057	605	28.94	30.053	581	11.52	12	122	1004.721	1023.285	644
49.057	49.91	601	7.29	7.43	1050	49.057	49.91	601	30.053	31.166	632	12	12.48	24	1023.285	1041.849	1216
49.91	50.762	437	7.43	7.569	1027	49.91	50.762	437	31.166	32.278	822	12.48	12.96	20	1041.849	1060.413	1092
50.762	51.614	663	7.569	7.709	959	50.762	51.614	663	32.278	33.391	991	12.96	13.44	6	1060.413	1078.978	434
51.614	52.466	463	7.709	7.848	996	51.614	52.466	463	33.391	34.504	1645	13.44	13.92	11	1078.978	1097.542	420
52.466	53.318	474	7.848	7.988	716	52.466	53.318	474	34.504	35.616	1036	13.92	14.4	3	1097.542	1116.106	427
53.318	54.17	549	7.988	8.127	465	53.318	54.17	549	35.616	36.729	839	14.4	14.88	8	1116.106	1134.67	278
54.17	55.022	722	8.127	8.267	261	54.17	55.022	722	36.729	37.842	642	14.88	15.36	59	1134.67	1153.235	138
55.022	55.874	507	8.267	8.406	380	55.022	55.874	507	37.842	38.954	439	15.36	15.84	62	1153.235	1171.799	58
55.874	56.727	602	8.406	8.546	244	55.874	56.727	602	38.954	40.067	328	15.84	16.32	19	1171.799	1190.363	50
56.727	57.579	265	8.546	8.685	267	56.727	57.579	265	40.067	41.179	182	16.32	16.8	16	1190.363	1208.927	94
57.579	58.431	607	8.685	8.825	349	57.579	58.431	607	41.179	42.292	223	16.8	17.28	6	1208.927	1227.492	21
58.431	59.283	54	8.825	8.964	212	58.431	59.283	54	42.292	43.405	148	17.28	17.76	2	1227.492	1246.056	26
59.283	60.135	95	8.964	9.104	430	59.283	60.135	95	43.405	44.517	74	17.76	18.24	17	1246.056	1264.62	65
60.135	60.987	159	9.104	9.243	251	60.135	60.987	159	44.517	45.63	133	18.24	18.72	0	1264.62	1283.184	14
60.987	61.839	202	9.243	9.383	147	60.987	61.839	202	45.63	46.743	63	18.72	19.2	0	1283.184	1301.749	37
61.839	62.691	100	9.383	9.522	57	61.839	62.691	100	46.743	47.855	45	19.2	19.68	0	1301.749	1320.313	36
62.691	63.544	25	9.522	9.662	33	62.691	63.544	25	47.855	48.968	48	19.68	20.16	0	1320.313	1338.877	5
63.544	64.396	12	9.662	9.801	18	63.544	64.396	12	48.968	50.081	2	20.16	20.64	0	1338.877	1357.441	5
64.396	65.248	0	9.801	9.941	12	64.396	65.248	0	50.081	51.193	5	20.64	21.12	0	1357.441	1376.006	8
65.248	66.1	13	9.941	10.08	19	65.248	66.1	13	51.193	52.306	13	21.12	21.6	11	1376.006	1394.57	31

Frequency Distribution for Y.2			Frequency Distribution for La			Frequency Distribution for Pb			Frequency Distribution for Zn			Frequency Distribution for Cu			Frequency Distribution for Ag		
From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count
50	51.525	14915	100	101.85	14275	10	11.275	218	13	16.525	253	17	18.325	14	17	18.325	14
51.525	53.05	53	101.85	103.7	133	11.275	12.55	170	16.525	20.05	159	18.325	19.65	79	18.325	19.65	79
53.05	54.575	2	103.7	105.55	155	12.55	13.825	303	20.05	23.575	359	19.65	20.975	32	19.65	20.975	32
54.575	56.1	28	105.55	107.4	71	13.825	15.1	384	23.575	27.1	363	20.975	22.3	65	20.975	22.3	65
56.1	57.625	1	107.4	109.25	65	15.1	16.375	736	27.1	30.625	247	22.3	23.625	330	22.3	23.625	330
57.625	59.15	0	109.25	111.1	45	16.375	17.65	437	30.625	34.15	775	23.625	24.95	466	23.625	24.95	466
59.15	60.675	1	111.1	112.95	32	17.65	18.925	1013	34.15	37.675	839	24.95	26.275	603	24.95	26.275	603
60.675	62.2	2	112.95	114.8	17	18.925	20.2	1650	37.675	41.2	1013	26.275	27.6	431	26.275	27.6	431
62.2	63.725	11	114.8	116.65	8	20.2	21.475	1089	41.2	44.725	1504	27.6	28.925	356	27.6	28.925	356
63.725	65.25	12	116.65	118.5	5	21.475	22.75	1048	44.725	48.25	1973	28.925	30.25	390	28.925	30.25	390
65.25	66.775	12	118.5	120.35	62	22.75	24.025	1590	48.25	51.775	992	30.25	31.575	1001	30.25	31.575	1001
66.775	68.3	5	120.35	122.2	6	24.025	25.3	811	51.775	55.3	1188	31.575	32.9	924	31.575	32.9	924
68.3	69.825	6	122.2	124.05	8	25.3	26.575	803	55.3	58.825	1170	32.9	34.225	1340	32.9	34.225	1340
69.825	71.35	0	124.05	125.9	7	26.575	27.85	599	58.825	62.35	721	34.225	35.55	999	34.225	35.55	999
71.35	72.875	3	125.9	127.75	24	27.85	29.125	1042	62.35	65.875	874	35.55	36.875	853	35.55	36.875	853
72.875	74.4	19	127.75	129.6	44	29.125	30.4	734	65.875	69.4	711	36.875	38.2	1369	36.875	38.2	1369
74.4	75.925	11	129.6	131.45	67	30.4	31.675	523	69.4	72.925	296	38.2	39.525	879	38.2	39.525	879
75.925	77.45	12	131.45	133.3	90	31.675	32.95	302	72.925	76.45	279	39.525	40.85	762	39.525	40.85	762
77.45	78.975	19	133.3	135.15	13	32.95	34.225	580	76.45	79.975	341	40.85	42.175	1036	40.85	42.175	1036
78.975	80.5	50	135.15	137	10	34.225	35.5	431	79.975	83.5	14	42.175	43.5	715	42.175	43.5	715
80.5	82.025	0	137	138.85	0	35.5	36.775	175	83.5	87.025	250	43.5	44.825	582	43.5	44.825	582
82.025	83.55	0	138.85	140.7	17	36.775	38.05	249	87.025	90.55	216	44.825	46.15	672	44.825	46.15	672
83.55	85.075	40	140.7	142.55	0	38.05	39.325	173	90.55	94.075	331	46.15	47.475	232	46.15	47.475	232
85.075	86.6	5	142.55	144.4	0	39.325	40.6	46	94.075	97.6	25	47.475	48.8	216	47.475	48.8	216
86.6	88.125	25	144.4	146.25	0	40.6	41.875	69	97.6	101.125	144	48.8	50.125	217	48.8	50.125	217
88.125	89.65	14	146.25	148.1	9	41.875	43.15	88	101.125	104.65	38	50.125	51.45	117	50.125	51.45	117
89.65	91.175	12	148.1	149.95	19	43.15	44.425	10	104.65	108.175	46	51.45	52.775	138	51.45	52.775	138
91.175	92.7	0	149.95	151.8	11	44.425	45.7	2	108.175	111.7	78	52.775	54.1	137	52.775	54.1	137
92.7	94.225	6	151.8	153.65	11	45.7	46.975	2	111.7	115.225	51	54.1	55.425	51	54.1	55.425	51
94.225	95.75	9	153.65	155.5	0	46.975	48.25	0	115.225	118.75	1	55.425	56.75	3	55.425	56.75	3
95.75	97.275	0	155.5	157.35	6	48.25	49.525	1	118.75	122.275	1	56.75	58.075	116	56.75	58.075	116
97.275	98.8	19	157.35	159.2	0	49.525	50.8	0	122.275	125.8	1	58.075	59.4	23	58.075	59.4	23
98.8	100.325	0	159.2	161.05	50	50.8	52.075	0	125.8	129.325	0	59.4	60.725	9	59.4	60.725	9
100.325	101.85	0	161.05	162.9	15	52.075	53.35	0	129.325	132.85	1	60.725	62.05	2	60.725	62.05	2
101.85	103.375	0	162.9	164.75	4	53.35	54.625	0	132.85	136.375	0	62.05	63.375	58	62.05	63.375	58
103.375	104.9	0	164.75	166.6	13	54.625	55.9	0	136.375	139.9	0	63.375	64.7	2	63.375	64.7	2
104.9	106.425	0	166.6	168.45	0	55.9	57.175	0	139.9	143.425	0	64.7	66.025	20	64.7	66.025	20
106.425	107.95	0	168.45	170.3	0	57.175	58.45	0	143.425	146.95	0	66.025	67.35	14	66.025	67.35	14
107.95	109.475	0	170.3	172.15	0	58.45	59.725	0	146.95	150.475	0	67.35	68.675	0	67.35	68.675	0
109.475	111	6	172.15	174	174	59.725	61	20	150.475	154	44	68.675	70	45	68.675	70	45

Frequency Distribution for As			Frequency Distribution for Cd			Frequency Distribution for Ba			Frequency Distribution for Bi			Frequency Distribution for Sr			Frequency Distribution for Sn		
From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count
10	11.8	6628	4	4.162	15246	161	174.856	11	5	5.05	15257	297	319.135	18	20	20.406	14813
11.8	13.6	1869	4.162	4.324	0	174.856	188.712	0	5.05	5.1	0	319.135	341.27	13	20.406	20.812	14
13.6	15.4	1291	4.324	4.487	0	188.712	202.568	30	5.1	5.15	0	341.27	363.404	179	20.812	21.217	44
15.4	17.2	1012	4.487	4.649	0	202.568	216.425	1	5.15	5.2	0	363.404	385.539	278	21.217	21.623	34
17.2	19	675	4.649	4.811	0	216.425	230.281	7	5.2	5.25	0	385.539	407.674	363	21.623	22.029	15
19	20.8	589	4.811	4.973	1	230.281	244.137	97	5.25	5.3	0	407.674	429.809	960	22.029	22.435	18
20.8	22.6	622	4.973	5.135	1	244.137	257.993	196	5.3	5.35	0	429.809	451.943	1480	22.435	22.84	61
22.6	24.4	467	5.135	5.297	1	257.993	271.849	352	5.35	5.4	0	451.943	474.078	2114	22.84	23.246	50
24.4	26.2	354	5.297	5.46	2	271.849	285.705	360	5.4	5.45	0	474.078	496.213	2967	23.246	23.652	53
26.2	28	237	5.46	5.622	0	285.705	299.561	452	5.45	5.5	0	496.213	518.348	2846	23.652	24.058	15
28	29.8	250	5.622	5.784	2	299.561	313.418	881	5.5	5.55	0	518.348	540.482	1390	24.058	24.463	20
29.8	31.6	252	5.784	5.946	0	313.418	327.274	1512	5.55	5.6	1	540.482	562.617	1004	24.463	24.869	14
31.6	33.4	191	5.946	6.108	0	327.274	341.13	1297	5.6	5.65	1	562.617	584.752	611	24.869	25.275	15
33.4	35.2	66	6.108	6.271	1	341.13	354.986	1218	5.65	5.7	0	584.752	606.887	325	25.275	25.681	11
35.2	37	252	6.271	6.433	4	354.986	368.842	1510	5.7	5.75	0	606.887	629.021	92	25.681	26.087	9
37	38.8	68	6.433	6.595	0	368.842	382.698	1737	5.75	5.8	0	629.021	651.156	113	26.087	26.492	5
38.8	40.6	168	6.595	6.757	0	382.698	396.554	1458	5.8	5.85	2	651.156	673.291	53	26.492	26.898	4
40.6	42.4	44	6.757	6.919	1	396.554	410.411	886	5.85	5.9	0	673.291	695.426	64	26.898	27.304	0
42.4	44.2	102	6.919	7.081	0	410.411	424.267	525	5.9	5.95	0	695.426	717.56	45	27.304	27.71	3
44.2	46	49	7.081	7.244	2	424.267	438.123	584	5.95	6	1	717.56	739.695	31	27.71	28.115	21
46	47.8	10	7.244	7.406	2	438.123	451.979	434	6	6.05	18	739.695	761.83	49	28.115	28.521	1
47.8	49.6	1	7.406	7.568	0	451.979	465.835	585	6.05	6.1	0	761.83	783.965	54	28.521	28.927	0
49.6	51.4	21	7.568	7.73	0	465.835	479.691	422	6.1	6.15	0	783.965	806.099	45	28.927	29.333	1
51.4	53.2	1	7.73	7.892	2	479.691	493.547	147	6.15	6.2	0	806.099	828.234	7	29.333	29.738	1
53.2	55	1	7.892	8.055	0	493.547	507.404	242	6.2	6.25	0	828.234	850.369	71	29.738	30.144	0
55	56.8	1	8.055	8.217	1	507.404	521.26	116	6.25	6.3	0	850.369	872.504	5	30.144	30.55	0
56.8	58.6	0	8.217	8.379	0	521.26	535.116	97	6.3	6.35	0	872.504	894.638	15	30.55	30.956	0
58.6	60.4	1	8.379	8.541	2	535.116	548.972	34	6.35	6.4	0	894.638	916.773	4	30.956	31.362	1
60.4	62.2	1	8.541	8.703	0	548.972	562.828	41	6.4	6.45	0	916.773	938.908	3	31.362	31.767	0
62.2	64	0	8.703	8.865	2	562.828	576.684	4	6.45	6.5	0	938.908	961.043	3	31.767	32.173	1
64	65.8	0	8.865	9.028	1	576.684	590.54	2	6.5	6.55	0	961.043	983.177	54	32.173	32.579	0
65.8	67.6	0	9.028	9.19	1	590.54	604.397	2	6.55	6.6	0	983.177	1005.312	2	32.579	32.985	1
67.6	69.4	1	9.19	9.352	5	604.397	618.253	3	6.6	6.65	0	1005.312	1027.447	0	32.985	33.39	1
69.4	71.2	0	9.352	9.514	3	618.253	632.109	3	6.65	6.7	0	1027.447	1049.582	14	33.39	33.796	2
71.2	73	0	9.514	9.676	4	632.109	645.965	12	6.7	6.75	0	1049.582	1071.716	0	33.796	34.202	5
73	74.8	0	9.676	9.838	3	645.965	659.821	27	6.75	6.8	0	1071.716	1093.851	1	34.202	34.608	12
74.8	76.6	0	9.838	10.001	3	659.821	673.677	1	6.8	6.85	0	1093.851	1115.986	10	34.608	35.013	24
76.6	78.4	0	10.001	10.163	2	673.677	687.533	1	6.85	6.9	0	1115.986	1138.121	8	35.013	35.419	15
78.4	80.2	0	10.163	10.325	2	687.533	701.389	8	6.9	6.95	0	1138.121	1160.255	4	35.419	35.825	9
80.2	82	76	10.325	10.487	4	701.389	715.246	5	6.95	7	15	1160.255	1182.39	3	35.825	36.231	5

Frequency Distribution for Sb			Frequency Distribution for Zr			Frequency Distribution for V			Frequency Distribution for Cr			Frequency Distribution for Co			Frequency Distribution for Ni		
From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count	From (>=)	To (<)	Count
30	31	13268	144	155.025	36	69	72.85	120	92.809	126.939	318	5	6.825	290	43	73.45	1403
31	32	403	155.025	166.05	152	72.85	76.7	1	126.939	161.068	1593	6.825	8.65	422	73.45	103.9	6398
32	33	269	166.05	177.075	121	76.7	80.55	26	161.068	195.198	3497	8.65	10.475	643	103.9	134.35	3235
33	34	302	177.075	188.1	85	80.55	84.4	15	195.198	229.328	2703	10.475	12.3	2090	134.35	164.8	981
34	35	134	188.1	199.125	366	84.4	88.25	94	229.328	263.458	1620	12.3	14.125	2570	164.8	195.25	699
35	36	36	199.125	210.15	353	88.25	92.1	93	263.458	297.588	1001	14.125	15.95	2872	195.25	225.7	297
36	37	138	210.15	221.175	694	92.1	95.95	199	297.588	331.717	707	15.95	17.775	1915	225.7	256.15	247
37	38	55	221.175	232.2	705	95.95	99.8	232	331.717	365.847	380	17.775	19.6	1154	256.15	286.6	131
38	39	189	232.2	243.225	1276	99.8	103.65	246	365.847	399.977	468	19.6	21.425	742	286.6	317.05	191
39	40	76	243.225	254.25	1561	103.65	107.5	182	399.977	434.107	318	21.425	23.25	364	317.05	347.5	212
40	41	80	254.25	265.275	1655	107.5	111.35	372	434.107	468.236	503	23.25	25.075	261	347.5	377.95	208
41	42	47	265.275	276.3	1491	111.35	115.2	266	468.236	502.366	439	25.075	26.9	168	377.95	408.4	119
42	43	41	276.3	287.325	1542	115.2	119.05	445	502.366	536.496	189	26.9	28.725	240	408.4	438.85	133
43	44	91	287.325	298.35	1195	119.05	122.9	507	536.496	570.626	249	28.725	30.55	147	438.85	469.3	226
44	45	8	298.35	309.375	872	122.9	126.75	628	570.626	604.756	229	30.55	32.375	272	469.3	499.75	138
45	46	19	309.375	320.4	875	126.75	130.6	1211	604.756	638.885	231	32.375	34.2	247	499.75	530.2	37
46	47	17	320.4	331.425	687	130.6	134.45	1260	638.885	673.015	154	34.2	36.025	143	530.2	560.65	101
47	48	2	331.425	342.45	315	134.45	138.3	760	673.015	707.145	107	36.025	37.85	126	560.65	591.1	89
48	49	27	342.45	353.475	292	138.3	142.15	1253	707.145	741.275	96	37.85	39.675	64	591.1	621.55	37
49	50	1	353.475	364.5	246	142.15	146	1177	741.275	775.404	78	39.675	41.5	68	621.55	652	23
50	51	1	364.5	375.525	127	146	149.85	1654	775.404	809.534	42	41.5	43.325	87	652	682.45	6
51	52	1	375.525	386.55	170	149.85	153.7	1295	809.534	843.664	41	43.325	45.15	40	682.45	712.9	8
52	53	1	386.55	397.575	66	153.7	157.55	784	843.664	877.794	67	45.15	46.975	38	712.9	743.35	4
53	54	1	397.575	408.6	58	157.55	161.4	575	877.794	911.924	62	46.975	48.8	42	743.35	773.8	120
54	55	1	408.6	419.625	56	161.4	165.25	583	911.924	946.053	17	48.8	50.625	120	773.8	804.25	15
55	56	0	419.625	430.65	97	165.25	169.1	488	946.053	980.183	40	50.625	52.45	22	804.25	834.7	97
56	57	0	430.65	441.675	70	169.1	172.95	262	980.183	1014.313	103	52.45	54.275	49	834.7	865.15	43
57	58	0	441.675	452.7	7	172.95	176.8	194	1014.313	1048.443	0	54.275	56.1	17	865.15	895.6	34
58	59	15	452.7	463.725	3	176.8	180.65	55	1048.443	1082.572	22	56.1	57.925	20	895.6	926.05	13
59	60	0	463.725	474.75	25	180.65	184.5	48	1082.572	1116.702	0	57.925	59.75	15	926.05	956.5	3
60	61	0	474.75	485.775	30	184.5	188.35	84	1116.702	1150.832	0	59.75	61.575	16	956.5	986.95	20
61	62	0	485.775	496.8	11	188.35	192.2	60	1150.832	1184.962	15	61.575	63.4	1	986.95	1017.4	2
62	63	0	496.8	507.825	0	192.2	196.05	50	1184.962	1219.092	0	63.4	65.225	22	1017.4	1047.85	17
63	64	0	507.825	518.85	1	196.05	199.9	0	1219.092	1253.221	0	65.225	67.05	0	1047.85	1078.3	0
64	65	0	518.85	529.875	0	199.9	203.75	1	1253.221	1287.351	0	67.05	68.875	0	1078.3	1108.75	0
65	66	0	529.875	540.9	0	203.75	207.6	32	1287.351	1321.481	0	68.875	70.7	0	1108.75	1139.2	0
66	67	0	540.9	551.925	0	207.6	211.45	0	1321.481	1355.611	0	70.7	72.525	0	1139.2	1169.65	0
67	68	0	551.925	562.95	0	211.45	215.3	35	1355.611	1389.74	0	72.525	74.35	0	1169.65	1200.1	0
68	69	0	562.95	573.975	0	215.3	219.15	0	1389.74	1423.87	0	74.35	76.175	0	1200.1	1230.55	0
69	70	20	573.975	585	58	219.15	223	11	1423.87	1458	11	76.175	78	11	1230.55	1261	11



ضمیمه ۲: نحوه ساختن فایل ورودی جهت استفاده در برنامه LFCM

Gazic raw data for FCm		File Name					
	1	No of Method					
	1.5	m					
	33	No of Variables					
	513	No of Elements					
	2	Start of Clusters					
	6	End of Clusters					
3092	56.8	6.1	4.2	26.7	2.5	1.9	.....
3093	54.6	6.2	4.2	28.1	2.7	2.2	.....
3094	53.7	6.3	4.1	29.5	2.7	1.8	.....
3095	55.8	6.5	4.5	26.7	2.6	2	.....
3096	51.1	6.5	4.8	29.3	3.3	2.4	.....
3097	52.6	6.4	4.9	28.6	3	2.2	.....
3098	49.7	7.8	4.2	30.9	3.1	2	.....
3099	48.4	6.6	4.4	33.3	3	2.1	.....
3100	46.4	6.8	4.6	34.1	3.2	2.4	.....
3101	49.9	6.7	4	32.2	2.8	2.2	.....
3102	50.5	6.9	4	31	2.9	2.2	.....
3103	48.7	6.5	4.2	33.4	2.8	2.2	.....
3104	51.6	7.2	4.2	29.5	2.9	2.3	.....
3105	51.3	6.8	4.3	29.6	2.9	2.7	.....
3106	50.2	5.7	4.5	32.8	2.5	2.2	.....
3107	52.6	6.4	3.7	30.3	2.4	2.4	.....
3108	50.2	7.6	4.6	29.4	3.6	2.1	.....
3109	47.9	6.4	5.4	32.5	3.5	2.2	.....
3110	48.1	8.6	4.9	30.2	3.4	1.6	.....
3111	46.7	7.8	4	31.9	4.5	2.8	.....
3112	48.5	6.7	3.8	33.6	3	2	.....
3113	54.5	7.7	4.8	24.3	3.7	2.5	.....
3114	44.1	6.6	3.3	39.1	3	1.7	.....
3115	53.8	7.2	5.3	25.5	3.6	2.4	.....
3116	53.4	7.6	4.8	26.2	3.8	2.7	.....
3117	57.5	6.9	5.1	20.8	5.8	2.1	.....
3119	50.1	7.2	4.5	30.1	3.4	2.7	.....
3120	54.1	8	4.9	23.7	4.2	2.8	.....
3121	47.4	7	4.4	33.8	3.2	2.1	.....
3122	36.8	5.9	3.1	48.1	2.7	1.4	.....
3123	50	7.2	4.6	30.6	3.2	2.2	.....
3124	45.1	8.1	4.5	35.5	3	1.9	.....
3125	50.3	7.1	4.4	31.1	2.8	2.2	.....
3127	50.8	7.9	4.5	27.9	3.8	2.4	.....
3128	54.1	7.9	4.9	24.5	4.2	2.3	.....
3129	54.2	6.4	4.7	27.7	2.9	1.9	.....
3130	50.7	8.7	8.1	18.3	11.2	1.7	.....
3131	56.5	6.8	5.5	22.7	4.4	2	.....
3132	55.5	7.6	5.6	22.2	4.2	2.6	.....
3133	56.5	7.5	4.9	22.3	4.3	2.4	.....
3134	55.1	7.6	5	23.3	4.3	2.4	.....
3135	56.4	7.7	5.6	20.7	4.9	2.7	.....
3136	53	8.7	5.5	22.9	5.2	2.2	.....
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
3092	0.4102	0.0122	0.0052	0.4738	0.0986	3134	0.2955	0.0029	0.0022	0.6758	0.0236
3093	0.4369	0.0137	0.0073	0.4449	0.0972	3135	0.6196	0.0104	0.0062	0.288	0.0757
3094	0.4719	0.0166	0.0058	0.3744	0.1313	3136	0.7508	0.0072	0.0021	0.1683	0.0715
3095	0.1145	0.2537	0.0026	0.0307	0.5985	3138	0.7179	0.0048	0.0018	0.2259	0.0496
3096	0.4507	0.065	0.0226	0.2201	0.2416	3140	0.181	0.0651	0.0012	0.0212	0.7315
3097	0.1983	0.118	0.0023	0.0362	0.6452	3141	0.4833	0.0276	0.0018	0.0502	0.437
3098	0.6463	0.0109	0.0026	0.2233	0.1169	3142	0.0409	0.8107	0.0042	0.0172	0.127
3099	0.492	0.0426	0.0137	0.235	0.2167	3143	0.168	0.086	0.0017	0.027	0.7173
3100	0.2994	0.0097	0.0161	0.6243	0.0505	3144	0.0734	0.6694	0.0047	0.0244	0.2281
3101	0.299	0.0082	0.0072	0.6333	0.0523	3145	0.7379	0.0061	0.0013	0.1653	0.0894
3102	0.1749	0.0048	0.0066	0.7851	0.0286	3146	0.5598	0.0188	0.0015	0.0558	0.3641
3103	0.5658	0.013	0.0046	0.3038	0.1128	3147	0.0253	0.0368	0.0002	0.0036	0.9341
3104	0.1696	0.0046	0.006	0.793	0.0268	3148	0.4524	0.013	0.0006	0.0313	0.5026
3105	0.4983	0.0256	0.0124	0.316	0.1477	3149	0.0486	0.2595	0.0006	0.0083	0.683
3106	0.5468	0.0264	0.0036	0.1375	0.2857	3150	0.0192	0.3126	0.0002	0.0034	0.6645
3107	0.1277	0.0083	0.045	0.7865	0.0325	3151	0.1146	0.0779	0.0008	0.0141	0.7926
3108	0.096	0.0215	0.0004	0.0115	0.8705	3152	0.0122	0.8718	0.0003	0.0028	0.113
3109	0.0166	0.9045	0.0011	0.0065	0.0712	3153	0.0027	0.9635	0.0001	0.0006	0.0331
3110	0.632	0.0147	0.0013	0.0794	0.2726	3154	0.0214	0.7179	0.0004	0.0045	0.2558
3111	0.1294	0.0035	0.0068	0.8417	0.0186	3155	0.0172	0.8763	0.0007	0.0048	0.101
3112	0.3028	0.0048	0.0024	0.6509	0.0391	3156	0.0526	0.1813	0.0006	0.0089	0.7566
3113	0.6993	0.0076	0.0017	0.2057	0.0858	3157	0.0091	0.9447	0.0006	0.0033	0.0422
3114	0.1056	0.0065	0.0252	0.836	0.0267	3158	0.004	0.9597	0.0001	0.001	0.0352
3115	0.1708	0.0241	0.0005	0.017	0.7876	3159	0.4577	0.0258	0.0011	0.037	0.4783
3116	0.0499	0.0455	0.0004	0.0081	0.8961	3160	0.2092	0.0905	0.0015	0.0283	0.6706
3117	0.2394	0.0096	0.0335	0.6709	0.0467	3161	0.018	0.0239	0.0001	0.0022	0.9557
3119	0.7404	0.0097	0.0011	0.0777	0.1711	3162	0.154	0.0867	0.001	0.0212	0.737
3120	0.6599	0.006	0.0015	0.259	0.0736	3163	0.7386	0.0081	0.0016	0.1631	0.0886
3121	0.3986	0.0248	0.0011	0.0501	0.5255	3164	0.5523	0.0136	0.0007	0.0354	0.398
3122	0.1613	0.0254	0.2292	0.5167	0.0674	3165	0.6609	0.0144	0.0011	0.067	0.2566
3123	0.1335	0.0215	0.0004	0.0147	0.8299	3166	0.0322	0.2649	0.0004	0.0063	0.6962
3124	0.0289	0.5172	0.0005	0.0066	0.4468	3167	0.0696	0.1406	0.0006	0.0109	0.7783
3125	0.2926	0.0227	0.0009	0.0401	0.6437	3168	0.5392	0.0377	0.0026	0.0901	0.3304
3127	0.4917	0.0081	0.0025	0.4223	0.0754	3169	0.1147	0.3716	0.0021	0.0246	0.487
3128	0.6683	0.0049	0.0015	0.2682	0.0571	3170	0.7345	0.0082	0.0009	0.0849	0.1714
3129	0.6114	0.0088	0.0019	0.2657	0.1122	3171	0.4453	0.0587	0.003	0.0777	0.4153
3130	0.1045	0.015	0.6499	0.1918	0.0388	3172	0.0203	0.2638	0.0002	0.0035	0.7122
3131	0.5078	0.0052	0.0026	0.4403	0.044	3173	0.1073	0.0189	0.0003	0.0116	0.8619
3132	0.709	0.014	0.0014	0.0622	0.2133	3174	0.0081	0.8875	0.0002	0.0018	0.1024
3133	0.1231	0.0023	0.0035	0.8566	0.0145	3175	0.0009	0.992	0	0.0003	0.0068

Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
3176	0.035	0.0077	0.0001	0.0031	0.9542	3219	0.062	0.0112	0.0002	0.0061	0.9205					
3177	0.7251	0.0085	0.0008	0.0691	0.1965	3220	0.0254	0.0135	0.0001	0.0031	0.9579					
3178	0.7358	0.0055	0.001	0.1736	0.0841	3221	0.0088	0.7872	0.0001	0.0018	0.202					
3179	0.0279	0.0664	0.0002	0.0046	0.9009	3222	0.0014	0.9844	0	0.0004	0.0137					
3180	0.0317	0.0114	0.0001	0.0033	0.9536	3223	0.0181	0.0086	0.0001	0.0017	0.9715					
3181	0.1391	0.0149	0.1598	0.64	0.0462	3224	0.017	0.0176	0.0001	0.0022	0.9631					
3182	0.0361	0.0233	0.0002	0.0048	0.9356	3225	0.4582	0.031	0.0023	0.0923	0.4163					
3183	0.6626	0.0126	0.0014	0.1305	0.193	3226	0.0383	0.8125	0.0027	0.0135	0.1331					
3184	0.0364	0.8283	0.003	0.0143	0.118	3227	0.5232	0.0046	0.0013	0.418	0.0529					
3185	0.024	0.6724	0.0004	0.0047	0.2984	3228	0.0561	0.0019	0.0047	0.9276	0.0097					
3187	0.0581	0.7537	0.0056	0.022	0.1606	3229	0.0332	0.6987	0.0009	0.0097	0.2574					
3189	0.0107	0.9291	0.0005	0.0031	0.0566	3230	0.0629	0.0018	0.0025	0.9226	0.0102					
3190	0.5629	0.0464	0.0093	0.1258	0.2556	3231	0.4694	0.0109	0.0006	0.0333	0.4859					
3191	0.0106	0.9254	0.0005	0.0031	0.0606	3232	0.631	0.0119	0.001	0.0761	0.28					
3192	0.5493	0.0518	0.0129	0.1411	0.2449	3233	0.1019	0.0053	0.0113	0.8573	0.0243					
3193	0.0022	0.9817	0.0001	0.0006	0.0154	3234	0.1588	0.0109	0.0181	0.7647	0.0476					
3194	0.0623	0.065	0.0004	0.0082	0.8641	3235	0.7278	0.0068	0.0004	0.037	0.228					
3195	0.0323	0.4391	0.0005	0.0063	0.5218	3236	0.1781	0.0141	0.0256	0.7253	0.057					
3196	0.0351	0.0614	0.0002	0.0048	0.8985	3237	0.1273	0.0086	0.0002	0.0082	0.8557					
3197	0.006	0.9217	0.0001	0.0014	0.0708	3238	0.0142	0.0173	0.0001	0.0015	0.967					
3198	0.0046	0.9348	0.0001	0.0011	0.0594	3239	0.0101	0.94	0.0007	0.0037	0.0455					
3199	0.0287	0.1426	0.0003	0.0046	0.8238	3240	0.0125	0.0511	0.0001	0.0019	0.9344					
3200	0.0018	0.9691	0	0.0004	0.0286	3241	0.0071	0.861	0.0001	0.0016	0.1301					
3201	0.0123	0.068	0.0001	0.0019	0.9178	3242	0.0359	0.0829	0.0003	0.0053	0.8756					
3202	0.0214	0.5062	0.0003	0.0039	0.4682	3243	0.001	0.9866	0	0.0002	0.0121					
3203	0.0171	0.0585	0.0001	0.0025	0.9218	3244	0.0027	0.9737	0.0001	0.0007	0.0229					
3204	0.0013	0.9873	0	0.0004	0.011	3245	0.0157	0.0412	0.0001	0.0021	0.9409					
3205	0.0043	0.9291	0.0001	0.001	0.0656	3246	0.0084	0.887	0.0002	0.002	0.1024					
3206	0.0073	0.9544	0.0004	0.0026	0.0353	3247	0.032	0.031	0.0002	0.0045	0.9323					
3207	0.0174	0.6278	0.0003	0.0035	0.3511	3248	0.048	0.7865	0.0034	0.0172	0.1449					
3208	0.0018	0.9843	0.0001	0.0006	0.0133	3249	0.0297	0.3719	0.0004	0.006	0.592					
3209	0.0026	0.9804	0.0001	0.0008	0.016	3250	0.0151	0.743	0.0002	0.003	0.2387					
3211	0.0225	0.8598	0.0012	0.0076	0.1088	3251	0.0006	0.9952	0	0.0002	0.0041					
3212	0.0085	0.8482	0.0002	0.0019	0.1413	3252	0.0116	0.0327	0.0001	0.0017	0.9539					
3213	0.2326	0.0084	0.0003	0.0125	0.7462	3253	0.0059	0.0018	0	0.0005	0.9918					
3214	0.486	0.0164	0.0009	0.0371	0.4595	3254	0.0288	0.0203	0.0001	0.0028	0.9479					
3215	0.0135	0.0903	0.0001	0.002	0.8942	3255	0.0503	0.0297	0.0002	0.0055	0.9144					
3216	0.0219	0.0326	0.0001	0.0026	0.9428	3256	0.0347	0.0895	0.0003	0.0057	0.8698					
3217	0.0102	0.7528	0.0002	0.0021	0.2348	3257	0.0194	0.0234	0.0001	0.0028	0.9542					
3218	0.0082	0.804	0.0001	0.0017	0.1859	3258	0.1102	0.1733	0.0015	0.019	0.696					

Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
3259	0.0294	0.0472	0.0002	0.0036	0.9195	3299	0.0059	0.9459	0.0002	0.0018	0.0462
3260	0.0489	0.0745	0.0005	0.0092	0.8669	3300	0.0154	0.746	0.0003	0.003	0.2354
3261	0.0277	0.2257	0.0003	0.005	0.7413	3301	0.0092	0.036	0.0001	0.0012	0.9535
3262	0.0047	0.9248	0.0001	0.001	0.0695	3302	0.0204	0.8493	0.0007	0.0052	0.1244
3263	0.074	0.236	0.0011	0.013	0.6759	3303	0.0064	0.082	0	0.0007	0.9846
3264	0.059	0.198	0.0008	0.0112	0.731	3304	0.2243	0.0065	0.0002	0.0102	0.7588
3265	0.0523	0.6959	0.0024	0.0167	0.2328	3305	0.6685	0.0051	0.0003	0.0198	0.3063
3266	0.0472	0.1631	0.0005	0.0078	0.7813	3306	0.7078	0.0142	0.0013	0.0436	0.2331
3267	0.0091	0.0024	0.9678	0.016	0.0047	3307	0.2491	0.0065	0.0002	0.0109	0.7332
3268	0.4757	0.019	0.0011	0.0438	0.4604	3309	0.7087	0.0101	0.0008	0.0306	0.2497
3269	0.024	0.0081	0.9185	0.0354	0.0139	3310	0.9726	0.0006	0.0001	0.0149	0.0118
3270	0.2605	0.0582	0.0013	0.031	0.649	3311	0.0491	0.1686	0.0005	0.0066	0.7752
3271	0.0121	0.0028	0.9612	0.0181	0.0058	3312	0.2331	0.075	0.0019	0.0279	0.6621
3272	0.823	0.0041	0.0003	0.0255	0.1471	3313	0.7676	0.0117	0.0017	0.0607	0.1584
3273	0.4845	0.0174	0.0007	0.0281	0.4693	3314	0.0431	0.0094	0.0001	0.0031	0.9442
3274	0.8006	0.0048	0.001	0.137	0.0566	3315	0.5445	0.0047	0.004	0.4075	0.0393
3275	0.0334	0.0009	0.0021	0.9588	0.0048	3316	0.4139	0.0451	0.0867	0.2996	0.1547
3276	0.4042	0.0029	0.0013	0.5658	0.0259	3317	0.0374	0.0005	0.0004	0.9583	0.0034
3277	0.8342	0.0045	0.0008	0.1047	0.0558	3318	0.5821	0.0054	0.0002	0.0176	0.3947
3278	0.2338	0.0014	0.0007	0.7502	0.0138	3319	0.0718	0.0021	0.0031	0.9119	0.0111
3279	0.029	0.0005	0.0006	0.9669	0.003	3320	0.671	0.006	0.0004	0.0311	0.2915
3280	0.525	0.0263	0.0012	0.0489	0.3986	3321	0.3331	0.0091	0.0003	0.0214	0.636
3281	0.7952	0.0085	0.0012	0.0929	0.1022	3322	0.0836	0.0055	0.0001	0.0057	0.9051
3282	0.3925	0.0132	0.0006	0.0393	0.5544	3323	0.0267	0.0096	0.0001	0.0029	0.9606
3283	0.405	0.0022	0.0008	0.5671	0.0249	3324	0.0872	0.0059	0.0001	0.0059	0.9008
3284	0.4849	0.0108	0.0005	0.0363	0.4674	3325	0.1337	0.0061	0.0001	0.0058	0.8542
3285	0.0277	0.4125	0.0004	0.0062	0.5531	3326	0.0456	0.028	0.0003	0.0069	0.9192
3286	0.0012	0.9848	0	0.0003	0.0137	3327	0.072	0.0233	0.0003	0.0108	0.8936
3287	0.0025	0.9803	0.0001	0.0008	0.0163	3328	0.1327	0.0153	0.0003	0.0133	0.8383
3288	0.006	0.8676	0.0001	0.0013	0.125	3329	0.0182	0.2482	0.0002	0.0031	0.7303
3289	0.0184	0.0028	0	0.0014	0.9774	3330	0.0189	0.3735	0.0002	0.0033	0.6042
3290	0.0179	0.5446	0.0003	0.0039	0.4333	3331	0.0094	0.0396	0.0001	0.0014	0.9495
3291	0.0092	0.8084	0.0002	0.002	0.1803	3332	0.017	0.0229	0.0001	0.002	0.958
3292	0.0015	0.9867	0.0001	0.0004	0.0113	3333	0.0041	0.9224	0.0001	0.0009	0.0724
3293	0.006	0.9068	0.0001	0.0015	0.0855	3334	0.2111	0.0017	0.0008	0.7697	0.0167
3294	0.0086	0.0266	0.0001	0.0012	0.9635	3335	0.085	0.0066	0.0001	0.0065	0.9017
3295	0.0034	0.0056	0	0.0004	0.9906	3336	0.7348	0.0023	0.0006	0.2302	0.0321
3296	0.0304	0.0079	0.0001	0.0034	0.9581	3337	0.1653	0.0075	0.0002	0.0096	0.8174
3297	0.0096	0.9442	0.0006	0.0034	0.0422	3338	0.0483	0.0047	0.0001	0.0033	0.9437
3298	0.0045	0.9197	0.0001	0.0009	0.0748	3339	0.0108	0.0074	0	0.0013	0.9805

Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
3340	0.0072	0.0026	0	0.0007	0.9895	3381	0.1945	0.0129	0.2523	0.4946	0.0457
3341	0.0156	0.0064	0.0001	0.0017	0.9762	3382	0.8178	0.0043	0.0004	0.0412	0.1363
3342	0.5976	0.0064	0.0003	0.0256	0.37	3383	0.8336	0.004	0.0004	0.0603	0.1016
3343	0.1809	0.0076	0.0002	0.01	0.8013	3384	0.153	0.0187	0.0004	0.0181	0.8097
3344	0.0799	0.0032	0.0061	0.8943	0.0164	3385	0.73	0.0056	0.0004	0.0304	0.2337
3345	0.1149	0.0092	0.06	0.7831	0.0328	3386	0.113	0.0156	0.0003	0.0132	0.8579
3346	0.004	0.9568	0.0001	0.0011	0.038	3387	0.0374	0.013	0.8695	0.058	0.022
3347	0.0308	0.282	0.0003	0.0058	0.6811	3388	0.0249	0.0032	0.9087	0.0545	0.0086
3348	0.0109	0.0738	0.0001	0.0016	0.9136	3389	0.2924	0.0249	0.196	0.4057	0.081
3349	0.0158	0.0824	0.0001	0.0025	0.8991	3390	0.0393	0.0135	0.8619	0.0623	0.023
3350	0.3177	0.1564	0.0811	0.1694	0.2754	3391	0.0207	0.0074	0.0001	0.0019	0.9699
3351	0.0119	0.0281	0.0001	0.0016	0.9583	3392	0.0089	0.9138	0.0003	0.0026	0.0745
3352	0.3471	0.1588	0.0267	0.1222	0.3452	3393	0.0371	0.824	0.0035	0.0165	0.1189
3353	0.0297	0.0449	0.0002	0.005	0.9203	3394	0.2976	0.0213	0.0006	0.0219	0.6586
3354	0.0169	0.4812	0.0002	0.0033	0.4984	3395	0.7077	0.0068	0.0014	0.1986	0.0855
3355	0.7365	0.0082	0.0009	0.1058	0.1487	3396	0.4637	0.0032	0.0014	0.4999	0.0318
3356	0.4371	0.0206	0.0055	0.3796	0.1573	3397	0.7462	0.0014	0.0004	0.2349	0.0171
3357	0.0012	0.0002	0	0.0001	0.9985	3398	0.6831	0.0086	0.0016	0.1982	0.1085
3358	0.1253	0.0074	0.0002	0.008	0.8591	3399	0.2291	0.013	0.0004	0.0199	0.7376
3359	0.004	0.0021	0	0.0004	0.9935	3400	0.5155	0.0085	0.0003	0.0189	0.4568
3360	0.0192	0.39	0.0002	0.0037	0.5869	3401	0.0184	0.6593	0.0003	0.0036	0.3185
3361	0.0073	0.019	0	0.001	0.9726	3402	0.4875	0.0079	0.0003	0.0197	0.4847
3362	0.0148	0.6477	0.0002	0.003	0.3342	3403	0.0844	0.0099	0.0002	0.006	0.8995
3363	0.0009	0.988	0	0.0002	0.0109	3404	0.0546	0.0009	0.0007	0.9377	0.0061
3364	0.0233	0.0135	0.0001	0.0026	0.9605	3405	0.0489	0.021	0.0002	0.0044	0.9256
3365	0.0075	0.021	0	0.001	0.9706	3406	0.0219	0.1053	0.0002	0.0037	0.869
3367	0.0006	0.9945	0	0.0002	0.0047	3407	0.0136	0.0366	0.0001	0.0019	0.9478
3368	0.0411	0.253	0.0006	0.0084	0.6969	3408	0.1407	0.0069	0.0002	0.0081	0.8441
3369	0.0023	0.9829	0.0001	0.0007	0.014	3409	0.0173	0.2108	0.0002	0.0028	0.769
3370	0.1588	0.0458	0.0006	0.0149	0.7799	3410	0.0135	0.029	0.0001	0.0016	0.9558
3371	0.0131	0.833	0.0002	0.0027	0.151	3411	0.0079	0.0041	0	0.0007	0.9873
3372	0.0029	0.9754	0.0001	0.0008	0.0208	3412	0.0165	0.5602	0.0002	0.0031	0.42
3373	0.016	0.9136	0.0011	0.006	0.0634	3413	0.3239	0.0084	0.0003	0.017	0.6503
3374	0.7247	0.0162	0.0017	0.0806	0.1768	3414	0.0105	0.0075	0	0.0012	0.9808
3375	0.0178	0.8046	0.0005	0.0048	0.0006	3415	0.0398	0.0054	0.0001	0.0027	0.9519
3376	0.0132	0.5714	0.0002	0.0022	0.413	3416	0.0248	0.01	0.0001	0.0026	0.9626
3377	0.0054	0.9028	0.0001	0.0012	0.0905	3417	0.0428	0.0145	0.0001	0.0033	0.9393
3378	0.4936	0.0071	0.0003	0.019	0.48	3418	0.1125	0.0004	0.0002	0.8832	0.0037
3379	0.0031	0.0028	0	0.0003	0.9938	3419	0.3449	0.0024	0.0011	0.6282	0.0234
3380	0.0722	0.0558	0.0004	0.0075	0.8642	3420	0.8349	0.0029	0.0006	0.1149	0.0466

Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
3421	0.0175	0.0001	0.0001	0.9813	0.001	3461	0.0457	0.0012	0.0022	0.9444	0.0066					
3422	0.0171	0.0138	0.0001	0.0021	0.967	3462	0.9736	0.0005	0.0001	0.0168	0.009					
3423	0.8444	0.0017	0.0004	0.1262	0.0273	3463	0.055	0.0012	0.0026	0.9344	0.0068					
3424	0.3646	0.0014	0.0006	0.618	0.0155	3464	0.7466	0.0018	0.0005	0.2273	0.0238					
3425	0.7863	0.0042	0.0002	0.0221	0.1872	3465	0.0784	0.0161	0.0002	0.0076	0.8977					
3426	0.7678	0.0012	0.0004	0.2147	0.0159	3466	0.0132	0.8146	0.0002	0.0028	0.1692					
3427	0.0342	0.0074	0.0001	0.0031	0.9553	3467	0.0289	0.1288	0.0002	0.0041	0.838					
3428	0.0453	0.0059	0.0001	0.0029	0.9459	3468	0.2527	0.0322	0.0008	0.0252	0.6891					
3429	0.0458	0.0293	0.0002	0.0046	0.9201	3469	0.0193	0.8575	0.0006	0.0052	0.1174					
3430	0.8621	0.001	0.0003	0.1216	0.015	3470	0.8639	0.0045	0.0006	0.0591	0.0719					
3431	0.692	0.006	0.0003	0.0211	0.2806	3471	0.8055	0.0024	0.0006	0.1569	0.0346					
3432	0.0204	0.0028	0	0.0013	0.9755	3472	0.0508	0.0011	0.0022	0.9399	0.006					
3433	0.9641	0.0007	0.0001	0.0229	0.0122	3473	0.3142	0.0034	0.0022	0.6567	0.0236					
3434	0.9364	0.0015	0.0001	0.0165	0.0454	3474	0.8977	0.0033	0.0003	0.0257	0.0731					
3435	0.6323	0.0061	0.0002	0.0143	0.347	3475	0.2704	0.0188	0.0004	0.0177	0.6927					
3436	0.5135	0.0012	0.0006	0.4731	0.0117	3476	0.7981	0.0072	0.0005	0.0364	0.1578					
3437	0.0325	0.0258	0.0001	0.0032	0.9383	3477	0.0732	0.0007	0.0004	0.9205	0.0052					
3438	0.2935	0.0128	0.0004	0.0175	0.6759	3478	0.0309	0.0005	0.0006	0.9653	0.0028					
3439	0.012	0.7869	0.0002	0.0024	0.1985	3479	0.076	0.0026	0.0121	0.898	0.0114					
3440	0.0174	0.0706	0.0001	0.0022	0.9097	3480	0.7876	0.0048	0.0017	0.1649	0.041					
3441	0.3394	0.009	0.0003	0.0131	0.6383	3481	0.8671	0.0068	0.0008	0.0391	0.0861					
3442	0.0813	0.0443	0.0004	0.0081	0.8659	3482	0.0397	0.789	0.0015	0.0113	0.1584					
3443	0.9421	0.0014	0.0002	0.0218	0.0346	3483	0.0003	0.0001	0.9988	0.0007	0.0001					
3444	0.9825	0.0003	0.0001	0.0116	0.0055	3484	0.0182	0.0021	0.9265	0.0475	0.0057					
3445	0.1551	0.0005	0.0003	0.8395	0.0046	3485	0.2833	0.0081	0.0377	0.6336	0.0373					
3446	0.0982	0.0246	0.0004	0.01	0.8669	3486	0.538	0.0097	0.0065	0.3894	0.0564					
3447	0.0675	0.0155	0.7409	0.1434	0.0327	3487	0.0228	0.0024	0.8971	0.0708	0.0069					
3448	0.0005	0.0001	0.9981	0.0011	0.0002	3488	0.0757	0.0058	0.6348	0.2651	0.0187					
3449	0.1673	0.0039	0.0209	0.788	0.0199	3489	0.67	0.024	0.0094	0.1708	0.1257					
3450	0.7635	0.0085	0.0036	0.1509	0.0735	3490	0.716	0.0168	0.0068	0.16	0.1005					
3451	0.8662	0.0063	0.0008	0.0352	0.0914	3491	0.505	0.0044	0.0055	0.456	0.0292					
3452	0.0017	0.0003	0.9936	0.0038	0.0006	3492	0.6075	0.0336	0.0168	0.1967	0.1454					
3453	0.008	0.0014	0.9675	0.0199	0.0033	3493	0.2058	0.0011	0.0006	0.7826	0.0099					
3454	0.9147	0.0029	0.0006	0.0425	0.0393	3494	0.7682	0.0029	0.001	0.2002	0.0277					
3455	0.0389	0.0045	0.8679	0.0761	0.0126	3495	0.1714	0.0015	0.0016	0.8153	0.0102					
3456	0.4068	0.0144	0.0494	0.465	0.0644	3496	0.0442	0.5155	0.0007	0.0093	0.4304					
3457	0.6979	0.0175	0.0081	0.1632	0.1133	3497	0.0609	0.0474	0.0003	0.0066	0.8848					
3458	0.9584	0.001	0.0001	0.0091	0.0314	3498	0.1201	0.0445	0.0005	0.0119	0.823					
3459	0.083	0.0005	0.0003	0.9123	0.0039	3499	0.0828	0.0008	0.0007	0.9103	0.0054					
3460	0.9399	0.0008	0.0002	0.0466	0.0126	3500	0.2147	0.018	0.0004	0.0168	0.7501					



Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
3501	0.0491	0.0012	0.0025	0.9409	0.0063	3543	0.2271	0.0186	0.0004	0.0188	0.7351
3502	0.3181	0.0028	0.0019	0.6573	0.02	3544	0.7952	0.0026	0.0008	0.1751	0.0264
3504	0.7955	0.0019	0.0005	0.181	0.0211	3545	0.8984	0.0032	0.0003	0.0327	0.0654
3505	0.6612	0.0015	0.0005	0.3197	0.0171	3546	0.0779	0.0023	0.0049	0.9029	0.012
3506	0.7635	0.0031	0.0009	0.2012	0.0312	3547	0.679	0.0062	0.0015	0.2433	0.0699
3507	0.6421	0.0054	0.0033	0.3117	0.0374	3548	0.3925	0.0442	0.0017	0.0536	0.5079
3508	0.1712	0.0013	0.0007	0.8164	0.0104	3549	0.4308	0.003	0.0012	0.5361	0.029
3509	0.8607	0.0039	0.0007	0.0918	0.0429	3550	0.8411	0.0048	0.0008	0.0856	0.0677
3510	0.0317	0.0005	0.0006	0.9637	0.0034	3551	0.8312	0.0072	0.0013	0.0766	0.0837
3511	0.0853	0.0045	0.0246	0.8681	0.0176	3552	0.7019	0.0018	0.0008	0.2767	0.0187
3512	0.029	0.0008	0.0018	0.9644	0.0041	3553	0.1415	0.3475	0.0024	0.0303	0.4783
3513	0.8235	0.0045	0.0011	0.1274	0.0435	3554	0.3301	0.0556	0.1375	0.3289	0.1478
3514	0.9232	0.0013	0.0003	0.0582	0.017	3555	0.5185	0.0159	0.0098	0.3638	0.092
3515	0.6217	0.004	0.0018	0.3402	0.0324	3556	0.1274	0.0163	0.5729	0.2395	0.0439
3516	0.2665	0.0251	0.3052	0.3267	0.0766	3558	0.0179	0.9033	0.001	0.006	0.0719
3517	0.1553	0.0103	0.3842	0.4159	0.0343	3559	0.2595	0.0188	0.0004	0.0177	0.7035
3518	0.6499	0.0233	0.0124	0.1872	0.1271	3560	0.2192	0.0018	0.0014	0.7634	0.0141
3519	0.862	0.0049	0.0013	0.0832	0.0486	3561	0.0891	0.6619	0.0112	0.0433	0.1946
3520	0.4256	0.0102	0.0252	0.4883	0.0507	3562	0.5602	0.051	0.005	0.1222	0.2616
3521	0.0995	0.0134	0.7037	0.1489	0.0345	3563	0.7547	0.016	0.0035	0.1164	0.1095
3522	0.1232	0.0108	0.5741	0.2591	0.0328	3564	0.0383	0.7688	0.0012	0.0104	0.1813
3523	0.661	0.0086	0.0065	0.2698	0.054	3565	0.5127	0.0109	0.017	0.403	0.0564
3524	0.8627	0.0018	0.0007	0.1165	0.0182	3566	0.4956	0.0035	0.0029	0.4724	0.0256
3525	0.1516	0.0102	0.4108	0.3933	0.0341	3567	0.0205	0.0037	0.9342	0.0331	0.0084
3526	0.6516	0.023	0.0101	0.1999	0.1155	3569	0.508	0.0144	0.0184	0.3878	0.0715
3527	0.6213	0.0043	0.0028	0.3386	0.033	3570	0.6191	0.0353	0.0036	0.0772	0.2647
3528	0.1267	0.0113	0.1405	0.6848	0.0367	3572	0.723	0.0036	0.0016	0.2405	0.0314
3530	0.0701	0.0032	0.0141	0.8989	0.0137	3586	0.0263	0.8662	0.0018	0.0104	0.0953
3531	0.1034	0.0012	0.0011	0.8858	0.0084	3587	0.0144	0.9047	0.0006	0.0047	0.0757
3532	0.0719	0.0016	0.0036	0.9144	0.0084	3588	0.0175	0.8659	0.0005	0.005	0.1111
3533	0.0221	0.0004	0.0006	0.9747	0.0022	3589	0.1261	0.0602	0.0006	0.016	0.7971
3534	0.9389	0.0018	0.0003	0.0317	0.0274	3590	0.0525	0.6481	0.0012	0.014	0.2842
3535	0.043	0.0005	0.0005	0.9524	0.0035	3591	0.0393	0.8198	0.0031	0.0162	0.1215
3536	0.4692	0.0116	0.0233	0.4366	0.0592	3592	0.0739	0.1508	0.0006	0.0123	0.7623
3537	0.4579	0.0143	0.0349	0.4247	0.0682	3593	0.0531	0.772	0.0056	0.0245	0.1448
3538	0.0012	0.0003	0.9957	0.0022	0.0006	3594	0.7169	0.0137	0.0011	0.0804	0.1879
3539	0.0014	0.0003	0.9945	0.0032	0.0006	3595	0.0671	0.3148	0.0008	0.013	0.6043
3540	0.0012	0.0002	0.9954	0.0026	0.0005	3596	0.0749	0.0066	0.6348	0.2635	0.0202
3541	0.849	0.0049	0.0004	0.0377	0.1081	3597	0.0082	0.0016	0.9688	0.0179	0.0035
3542	0.2682	0.0016	0.001	0.7152	0.014	3598	0.0869	0.0029	0.0232	0.8743	0.0127

Sample No	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
3599	0.8837	0.0038	0.0006	0.0633	0.0485
3600	0.1758	0.0018	0.0022	0.8085	0.0117
3601	0.3355	0.0033	0.0038	0.6362	0.0212
3602	0.396	0.0031	0.0027	0.5765	0.0217
3603	0.0918	0.2679	0.0011	0.0158	0.6234
3604	0.2526	0.0033	0.0057	0.7188	0.0196
3605	0.1279	0.0066	0.1288	0.7119	0.0248
3606	0.7429	0.0156	0.0034	0.1119	0.1261
3609	0.2486	0.0022	0.0015	0.7316	0.0161
3610	0.069	0.0012	0.0017	0.9214	0.0068
3611	0.6784	0.0043	0.0015	0.2765	0.0393
3612	0.8127	0.0056	0.001	0.1138	0.0668
3613	0.7191	0.0132	0.001	0.0588	0.2079
3614	0.2543	0.0026	0.0018	0.7228	0.0185
3615	0.8255	0.0056	0.0009	0.0975	0.0705
3616	0.7965	0.0086	0.0009	0.0669	0.1272
3617	0.0659	0.31	0.0008	0.0121	0.6112
3618	0.4296	0.0315	0.0012	0.0406	0.4971
3619	0.4257	0.0299	0.0012	0.0419	0.5013
3620	0.7691	0.0127	0.0014	0.0669	0.1498
3621	0.4278	0.0323	0.0011	0.0391	0.4997
3622	0.8673	0.0053	0.001	0.0675	0.059
3623	0.3481	0.0627	0.0019	0.0383	0.5491
3624	0.1372	0.0855	0.0009	0.0169	0.7595
3625	0.0273	0.7996	0.0008	0.0071	0.1651
3626	0.6449	0.0318	0.0041	0.0859	0.2333
3627	0.8087	0.0071	0.001	0.0916	0.0915
3660	0.1981	0.0038	0.003	0.7722	0.0229
3661	0.6525	0.0125	0.0022	0.2117	0.1211
3662	0.4075	0.039	0.0017	0.0704	0.4814
3663	0.5832	0.0207	0.0027	0.2027	0.1906
3665	0.146	0.0075	0.0131	0.801	0.0324
3666	0.125	0.2648	0.0022	0.0347	0.5732

RUN SUMMARY				
NUMBER OF SUBJECTS =	513			
NUMBER OF FEATURES NDIM =	34			
MEMBERSHIP DEFECT BOUND EPS =	0.001			0.001
NORM THIS RUN	ICON	=		1
WEIGHTING EXPONENT M =	1.5			



ضمیمه ۴: نتایج نتایج های بدست آمده پس از دسته بندی فازی

Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3092	56.8	6.1	4.2	26.7	2.5	1.9	1.7	842	234	3635	50	51	50	100	16	51	24	0.1	10	4	362	5	399	20	30	377	88	223	7	75
3093	54.6	6.2	4.2	28.1	2.7	2.2	1.9	807	295	3637	50	56	50	100	21	63	25	0.1	10	4	357	5	439	20	30	387	113	462	11	89
3094	53.7	6.3	4.1	29.5	2.7	1.8	1.9	851	314	3674	50	57	50	100	18	52	29	0.1	10	4	362	5	423	20	30	533	110	283	9	81
3095	55.8	6.5	4.5	26.7	2.6	2	1.9	824	233	4342	50	54	50	100	23	49	25	0.1	10	4	409	5	406	20	30	473	125	502	12	77
3096	51.1	6.5	4.8	29.3	3.3	2.4	2.6	903	462	3822	50	70	50	100	26	61	31	0.1	27	4	395	5	428	20	30	346	147	879	19	123
3097	52.6	6.4	4.9	28.6	3	2.2	2.3	917	487	4185	50	67	50	100	26	75	41	0.1	16	4	379	5	388	20	30	276	134	590	14	94
3098	49.7	7.8	4.2	30.9	3.1	2	2.3	855	409	3743	50	72	50	100	28	57	27	0.1	11	4	413	5	390	20	30	261	125	373	14	86
3100	46.4	6.8	4.6	34.1	3.2	2.4	2.5	946	471	3433	50	80	50	100	39	48	34	0.1	43	4	406	5	353	20	39	216	141	557	18	99
3101	49.9	6.7	4	32.2	2.8	2.2	2.4	791	333	3524	50	64	50	100	27	54	24	0.1	19	4	412	5	360	20	30	244	128	420	14	82
3102	50.5	6.9	4	31	2.9	2.2	2.5	819	334	3422	50	66	50	100	26	42	26	0.1	15	4	382	5	367	20	30	205	123	347	13	85
3103	48.7	6.5	4.2	33.4	2.8	2.2	2.2	880	323	3701	50	60	50	100	25	41	26	0.1	18	4	400	5	364	20	30	285	127	440	12	82
3104	51.6	7.2	4.2	29.5	2.9	2.3	2.3	827	398	3408	50	65	50	100	27	52	26	0.1	15	4	446	5	360	20	30	200	112	313	11	85
3105	51.3	6.8	4.3	29.6	2.9	2.7	2.5	840	335	3703	50	73	50	100	34	51	28	0.1	24	4	413	5	346	20	30	215	141	647	16	102
3106	50.2	5.7	4.5	32.8	2.5	2.2	2.1	923	244	3875	50	57	50	100	29	44	24	0.1	11	4	403	5	362	20	30	257	125	424	12	71
3107	52.6	6.4	3.7	30.3	2.4	2.4	2.3	762	293	3062	50	57	50	100	26	43	25	0.1	17	4	457	5	355	20	30	194	104	284	10	70
3108	50.2	7.6	4.6	29.4	3.6	2.1	2.5	996	507	4115	50	80	50	100	25	45	41	0.1	13	4	373	5	503	20	30	319	141	155	13	74
3109	47.9	6.4	5.4	32.5	3.5	2.2	2.1	1030	418	5147	50	61	50	100	21	61	38	0.1	10	4	283	5	605	20	30	282	195	205	13	63
3110	48.1	8.6	4.9	30.2	3.4	1.6	3.3	1022	496	3886	50	129	50	100	29	50	35	0.1	10	4	299	5	486	20	30	205	161	156	16	95
3111	46.7	7.8	4	31.9	4.5	2.8	2.4	985	549	3320	50	124	50	100	34	28	31	0.1	44	4	341	5	522	20	35	162	133	256	18	141
3112	48.5	6.7	3.8	33.6	3	2	2.4	880	478	3551	50	84	50	100	21	43	26	0.1	18	4	411	5	484	20	30	239	112	146	8	65
3113	54.5	7.7	4.8	24.3	3.7	2.5	2.5	950	559	3715	50	87	50	100	28	53	51	0.1	12	4	387	5	414	20	30	198	130	208	14	95
3114	44.1	6.6	3.3	39.1	3	1.7	2.2	757	318	3083	50	63	50	100	20	34	23	0.1	24	4	384	5	579	20	30	248	99	135	8	59
3115	53.8	7.2	5.3	25.5	3.6	2.4	2.3	1042	555	4081	50	80	50	100	24	55	38	0.1	10	4	379	5	437	20	30	261	112	207	11	94
3116	53.4	7.6	4.8	26.2	3.8	2.7	1.7	878	415	4252	50	82	50	100	19	51	26	0.1	28	4	253	5	523	20	30	240	110	232	14	100
3117	57.5	6.9	5.1	20.8	5.8	2.1	1.8	875	264	3412	50	60	50	100	13	55	27	0.1	10	4	303	5	453	20	30	280	89	513	22	361
3119	50.1	7.2	4.5	30.1	3.4	2.7	2.2	1022	521	3847	50	67	50	100	24	53	41	0.1	10	4	312	5	448	20	30	224	136	219	16	96
3120	54.1	8	4.9	23.7	4.2	2.8	2.3	881	461	3710	50	103	50	100	22	69	55	0.1	10	4	370	5	495	20	30	233	111	198	11	128
3121	47.4	7	4.4	33.8	3.2	2.1	2.2	975	560	3985	50	56	50	100	18	56	43	0.1	10	4	280	5	407	20	30	234	134	124	8	58
3122	36.8	5.9	3.1	48.1	2.7	1.4	2	652	306	2595	50	54	50	100	13	35	17	0.1	10	4	314	5	1041	20	30	205	85	100	5	46
3123	50	7.2	4.6	30.6	3.2	2.2	2.1	976	462	4101	50	67	50	100	24	45	35	0.1	10	4	305	5	400	20	30	210	140	204	12	76
3124	45.1	8.1	4.5	35.5	3	1.9	2.1	950	498	4509	50	67	50	100	17	64	29	0.1	10	4	250	5	556	20	30	241	141	142	14	70
3125	50.3	7.1	4.4	31.1	2.8	2.2	2.1	965	399	4013	50	70	50	100	20	62	48	0.1	10	4	257	5	515	20	30	322	118	136	11	65
3127	50.8	7.9	4.5	27.9	3.8	2.4	2.6	785	550	3667	50	87	50	100	25	52	52	0.1	10	4	340	5	599	20	30	214	132	181	15	108
3128	54.1	7.9	4.9	24.5	4.2	2.3	2.2	970	470	3681	50	103	50	100	22	52	28	0.1	10	4	372	5	490	20	30	225	105	196	13	141
3129	54.2	6.4	4.7	27.7	2.9	1.9	2.2	884	333	3742	50	82	50	100	17	67	31	0.1	10	4	347	5	563	20	30	312	110	195	8	96

Sample No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Br	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3130	50.7	8.7	8.1	18.3	11.2	1.7	1.3	1294	320	2977	50	61	50	105	19	50	55	0.1	10	4	196	5	297	20	30	192	180	958	55	300
3131	56.5	6.8	5.5	22.7	4.4	2	2.1	1006	598	3590	50	63	50	100	18	69	40	0.1	10	4	307	5	504	20	30	258	108	254	14	142
3132	55.5	7.5	5.6	22.2	4.2	2.6	2.4	1056	532	3890	50	66	50	100	27	89	58	0.1	82	4	326	5	414	20	30	261	132	372	20	156
3133	56.5	7.5	4.9	22.3	4.3	2.4	2.1	936	389	3408	50	66	50	100	24	57	44	0.1	11	4	333	5	409	20	30	221	109	261	16	173
3134	55.1	7.6	5	23.3	4.3	2.4	2.3	940	467	3536	50	77	50	100	24	51	32	0.1	10	4	359	5	457	20	30	231	121	295	15	142
3135	56.4	7.7	5.6	20.7	4.9	2.7	2.1	1049	515	3644	50	78	50	100	31	54	45	0.1	31	4	303	5	364	20	30	261	128	489	22	215
3136	53	8.7	5.5	22.9	5.2	2.2	2.5	1046	603	3709	50	99	50	100	29	53	43	0.1	45	4	384	5	455	20	30	254	127	282	22	241
3138	54.6	7.7	5.6	22.7	4.9	2.3	2.3	1018	481	3674	50	83	50	100	28	70	60	0.1	14	4	378	5	492	20	30	281	126	337	20	201
3140	52.8	8.8	6.1	22.8	4.7	2.2	2.5	1114	515	4153	50	85	50	100	33	67	42	0.1	26	4	410	5	442	20	30	241	149	456	22	176
3141	58.1	7.2	5.9	19.7	4.6	2.5	2	1033	411	3987	50	78	50	100	29	64	36	0.1	10	4	322	5	384	20	30	320	127	448	19	176
3142	55.6	8.1	7.2	20.7	5	1.8	1.7	1154	279	5196	50	56	50	100	21	79	34	0.1	10	4	381	5	641	41	30	318	124	702	21	185
3143	57.4	7.4	5.9	20.3	4.9	2.2	1.9	1055	291	4183	50	58	50	100	24	107	52	0.1	10	4	360	5	413	20	30	314	128	490	21	176
3144	53.6	7.4	6.1	24.1	4.2	2.5	2.2	1080	485	4671	50	65	50	100	30	97	45	0.1	21	4	323	5	409	20	30	313	173	881	26	170
3145	56.7	7.2	5	22.7	3.8	2.4	2.1	944	350	3756	50	67	50	100	23	52	44	0.1	10	4	338	5	455	20	30	313	117	254	14	125
3146	54.8	8.2	5.6	22.2	4.2	2.3	2.1	1053	347	3942	50	69	50	100	23	56	35	0.1	10	4	374	5	441	20	30	335	137	383	17	141
3147	56.9	7.6	5.2	22.7	3.3	2.6	2.3	937	458	4272	50	87	50	100	30	56	30	0.1	10	4	374	5	456	20	30	402	124	281	14	106
3148	55.6	8	5.4	22.6	3.5	2.4	2.6	973	411	3980	50	85	50	100	29	72	33	0.1	10	4	401	5	475	20	30	260	129	294	15	119
3149	58.1	7.8	5.8	19.6	4	2.5	2.2	1008	454	4383	50	74	50	100	28	63	42	0.1	10	4	369	5	391	20	30	241	136	450	19	141
3150	56.2	8.6	5.4	21.8	3.4	2.1	2.5	987	464	4434	50	82	50	100	28	74	35	0.1	10	4	409	5	473	20	30	328	128	275	14	104
3151	55.2	8.9	6.1	21.2	3.6	2.2	2.6	1065	574	4209	50	101	50	100	41	75	43	0.1	11	4	389	5	449	20	30	261	141	454	21	126
3152	55	10.3	6.4	19.1	4.2	2.4	2.7	1047	643	4578	50	113	50	100	43	81	38	0.1	22	4	408	5	411	20	30	335	139	405	21	133
3153	56.4	8.2	5.8	21.3	3.7	2.2	2.5	985	528	4638	50	97	50	100	31	68	32	0.1	10	4	379	5	456	20	30	234	133	303	16	129
3154	54.3	8.8	6.1	22.4	3.5	2	2.7	1032	696	4521	50	108	50	100	38	83	36	0.1	10	4	369	5	475	20	30	266	138	244	18	116
3155	56.1	7.8	6.5	21.2	3.9	2.4	2.2	1102	568	4690	50	96	50	100	39	68	63	0.1	11	4	380	5	403	20	30	585	144	438	19	142
3156	55.1	8	5.4	23.3	3.6	2.2	2.4	1075	618	4339	50	102	50	100	34	65	41	0.1	14	4	362	5	427	20	30	448	126	198	16	133
3157	55.5	9.5	5.7	21.1	3.8	2.1	2.3	1011	444	5114	50	92	50	100	32	58	49	0.1	10	4	412	5	454	20	30	269	131	277	16	117
3158	54.2	9.5	5.5	22.4	3.8	2.2	2.4	991	665	4699	50	107	50	100	36	57	31	0.1	33	4	400	5	425	20	30	291	124	213	16	111
3159	55.3	7.9	5.9	21.5	4.5	2.5	2.4	993	628	4011	50	98	50	100	34	61	34	0.1	28	4	374	5	525	20	30	266	131	390	21	178
3160	52.8	8.7	6	22.9	4.7	2.2	2.6	1073	772	4163	50	103	50	100	38	61	38	0.1	28	4	367	5	435	20	30	214	135	313	21	167
3161	58.1	8.1	6.1	19.6	3.3	2.3	2.5	1042	492	4265	50	101	50	100	37	70	45	0.1	15	4	398	5	450	20	30	283	130	267	14	107
3162	53.1	9.4	6	22.3	4.3	2.2	2.7	1061	758	4190	50	119	50	100	41	60	41	0.1	27	4	372	5	442	20	30	226	133	224	19	141
3163	54.9	8.3	5.4	22.8	3.6	2.3	2.7	991	680	3733	50	105	50	100	36	62	40	0.1	13	4	376	5	487	20	30	245	126	201	14	97
3164	55.2	9.3	5.8	20.9	3.9	2.3	2.5	981	570	3963	50	88	50	100	32	55	33	0.1	10	4	438	5	481	20	30	210	128	250	15	118
3165	53.8	9.2	5.4	22.8	3.8	2.3	2.7	949	647	3900	50	103	50	100	36	58	31	0.1	10	4	431	5	567	20	30	245	135	217	15	101
3166	53.2	7.6	5.6	26	3.2	2	2.3	1106	340	4419	50	91	50	100	24	47	30	0.1	10	4	439	5	551	20	30	284	118	193	6	94

Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3167	53.8	8.4	5.7	23.5	3.7	2.4	2.5	1024	730	4302	50	105	50	100	37	52	44	0.1	22	4	398	5	471	20	30	245	135	207	15	103
3168	52.9	9.1	6	22.8	4.2	2.2	2.7	1050	826	3929	50	117	50	100	42	82	47	0.1	29	4	395	5	491	20	30	200	136	193	18	116
3169	52.1	9.9	6.7	22.1	4.2	2.2	2.7	1186	873	4372	50	123	50	116	47	70	43	0.1	33	4	398	5	492	25	30	200	137	301	19	108
3170	58.5	9.4	6.5	17.7	3.4	1.8	2.6	970	333	3851	50	93	50	100	28	84	28	0.1	10	4	381	5	473	20	30	226	117	227	8	82
3171	55.4	9.8	6.4	19.2	3.8	2.4	2.9	1081	862	3993	50	124	50	100	46	70	38	0.1	28	4	364	5	408	20	30	197	127	208	17	104
3172	57.7	10.4	5.7	19	3.3	1.8	2.1	962	533	4428	50	83	50	100	29	69	28	0.1	11	4	400	5	431	20	30	259	121	213	13	84
3173	57.2	9.7	5	19.8	3.4	2.2	2.6	866	539	4113	50	83	50	100	28	64	36	0.1	10	4	471	5	490	20	30	232	129	201	13	86
3174	55.9	9.7	6	20.9	3.1	2	2.6	1046	636	4577	50	95	50	100	33	92	42	0.1	14	4	393	5	438	20	30	366	140	247	15	102
3175	54.6	10.2	5.4	21.8	3.5	2	2.5	996	542	4857	50	95	50	100	34	62	53	0.1	16	4	417	5	481	20	30	295	144	257	17	111
3176	49.5	8.9	5	28	4.4	1.8	2.4	918	477	4151	50	87	50	100	22	53	35	0.1	14	13	368	5	483	20	30	246	141	259	19	147
3177	48.7	7.8	4.3	31.8	3.4	1.8	2.2	856	516	3883	50	83	50	100	19	57	31	0.1	10	4	293	5	524	20	30	246	138	201	14	107
3178	47.7	7.6	4.2	33	2.9	1.9	2.7	891	483	3756	50	74	50	100	23	57	30	0.1	15	4	314	5	542	20	30	283	153	152	16	74
3179	51.6	8.1	4.6	27.9	3.2	2.2	2.3	865	540	4328	50	65	50	100	20	66	37	0.1	14	4	301	5	514	20	30	276	138	151	14	78
3180	50.9	8.8	4.6	26.9	3.5	2.8	2.5	1027	508	4177	50	66	50	100	27	57	42	0.1	22	4	335	5	469	20	30	250	143	158	20	91
3181	37.9	5.3	3.5	47.8	2.6	1.3	1.6	818	359	2717	50	36	50	100	12	79	23	0.1	10	4	333	5	755	20	30	331	72	124	5	50
3182	48.3	8.4	4.5	30.9	3.4	2.4	2.1	866	549	4223	50	57	50	100	23	67	33	0.1	26	4	318	5	458	20	30	283	125	154	15	77
3183	48.1	7.6	3.9	32.5	3.2	2.3	2.3	773	570	3845	50	71	50	100	25	42	27	0.1	22	4	326	5	463	20	30	228	127	143	15	79
3184	53.4	8.5	6	22.7	4.9	2.4	2.2	1052	610	5049	50	96	50	100	30	61	36	0.1	31	4	389	5	842	20	30	354	168	663	27	213
3185	54.4	8.7	5.6	22.3	4	2.4	2.6	958	607	4496	50	94	50	100	35	60	45	0.1	28	4	373	5	415	20	30	290	169	424	23	161
3187	50.9	7.5	6.5	24.5	5.4	2.6	2.6	1193	602	4937	50	89	50	100	37	46	48	0.1	39	4	377	5	427	20	38	320	207	889	35	319
3189	52.2	8.7	5.5	23.8	4.6	2.5	2.6	1039	606	4764	50	93	50	100	34	36	36	0.1	26	4	416	5	446	20	30	308	181	570	27	237
3190	52.9	7.7	5.5	22.9	6.1	2.5	2.5	1017	537	3910	50	75	50	100	29	48	36	0.1	13	4	353	5	444	20	30	289	158	662	32	380
3191	54.9	7.6	5.2	23.7	3.8	2.4	2.4	1003	463	4755	50	76	50	100	27	44	38	0.1	10	4	432	5	471	20	30	430	173	579	21	168
3192	48.9	7.7	5.6	26.2	7	2	2.6	1121	596	3887	50	89	50	100	28	54	47	0.1	22	4	328	5	499	20	30	344	161	629	37	446
3193	50.8	10	5.5	24.3	4.1	2.2	3.1	1049	654	4797	52	111	50	100	40	50	45	0.1	33	4	506	5	511	20	30	268	174	257	21	132
3194	51.9	9	5.6	24.5	3.9	2.3	2.8	1048	628	4243	50	90	50	100	35	47	36	0.1	51	4	508	5	570	20	30	256	163	251	19	120
3195	53.8	9.5	6	21.6	3.6	2.4	3.1	1019	554	4435	50	105	50	100	36	44	37	0.1	30	4	560	5	595	20	30	364	187	281	19	115
3196	53	8.9	5.6	23.7	3.6	2.4	2.9	1025	557	4284	50	96	50	100	35	48	35	0.1	30	4	541	5	518	20	30	241	164	226	16	110
3197	52.6	9.4	5.4	23.9	3.5	2.3	2.9	992	586	4606	50	94	50	100	35	50	43	0.1	26	4	559	5	532	20	30	276	168	249	17	108
3198	52.2	9	5.1	25.1	3.4	2.5	2.7	967	596	4609	50	89	50	100	38	39	40	0.1	25	4	517	5	505	20	30	309	158	224	16	107
3199	49.4	10.2	5.2	26.2	3.8	2.1	3.1	1023	566	4360	50	102	50	100	36	38	39	0.1	16	4	516	5	546	20	30	270	171	195	18	113
3200	53.5	9	5.3	23.8	3.4	2.6	2.6	1014	504	4609	50	84	50	100	30	40	32	0.1	21	4	458	5	460	20	30	278	153	265	15	103
3201	54.5	9.4	5.1	22.7	3.4	2.2	2.7	977	459	4365	50	83	50	100	26	44	30	0.1	22	4	462	5	517	20	30	293	149	212	15	99
3202	51.2	9.2	5.3	24.9	3.8	2.3	3.1	1052	586	4461	50	93	50	100	34	52	36	0.1	32	4	476	5	537	20	30	257	164	226	20	120
3203	54.1	9	5.4	22.6	3.5	2.4	2.9	963	461	4332	50	84	50	100	32	47	36	0.1	26	4	505	5	515	20	30	272	165	232	17	105

Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3204	51.9	9	5.3	25.1	3.6	2.4	2.7	983	458	4773	50	83	50	100	31	40	34	0.1	29	4	499	5	512	20	30	426	170	297	16	102
3205	51.3	9	5.3	25.3	3.7	2.5	3.1	1051	532	4588	50	95	50	100	34	41	38	0.1	27	4	498	5	518	20	30	279	161	221	17	116
3206	51.6	9.4	5.5	24.8	3.6	2.4	2.8	1059	436	5055	50	78	50	100	29	37	32	0.1	10	4	541	5	543	20	30	364	166	293	17	110
3207	54.8	9.1	5.5	21.9	3.3	2.6	2.9	950	453	4493	50	89	50	100	34	49	32	0.1	16	4	536	5	537	20	30	317	169	326	17	105
3208	53.2	8.9	5.1	24.4	3.4	2.3	2.7	977	403	4849	50	80	50	100	27	42	28	0.1	10	4	506	5	554	20	30	347	153	271	14	98
3209	54	8.7	5.6	22.8	3.3	2.6	2.9	1002	486	4873	50	90	50	100	36	50	35	0.1	17	4	505	5	528	20	30	363	182	439	19	109
3211	54.5	8	5.3	23.6	4.1	2.4	2.2	995	360	4812	50	79	50	100	27	39	32	0.1	10	4	434	5	794	20	30	484	154	492	19	170
3212	54.3	9.3	5.4	22.2	3.6	2.4	2.7	1039	378	4564	50	84	50	100	28	34	34	0.1	10	4	502	5	497	20	30	354	151	272	14	116
3213	56.7	8.3	5.2	20.9	3.5	2.5	2.9	944	450	4033	50	88	50	100	27	49	35	0.1	10	4	438	5	511	20	30	255	144	252	15	124
3214	56.1	7.4	5.1	22.3	3.7	2.8	2.6	962	323	3996	50	79	50	100	30	38	32	0.1	10	4	375	5	462	20	30	225	143	396	17	165
3215	54.5	8.6	5.1	22.8	3.5	2.7	2.8	965	505	4373	50	100	50	100	35	35	35	0.1	10	4	468	5	494	20	30	289	156	258	16	121
3216	52.4	8.7	5.2	24.3	3.6	2.6	3.2	1026	587	4271	50	104	50	100	37	47	42	0.1	25	4	436	5	490	20	30	349	166	251	18	136
3217	54.7	8.2	5.1	23.6	3.3	2.4	2.7	1005	374	4531	50	77	50	100	29	43	31	0.1	10	4	449	5	488	20	30	319	145	280	14	109
3218	53.1	9.3	5.2	23.5	3.4	2.4	3.1	998	449	4536	50	90	50	100	30	56	34	0.1	10	4	487	5	524	20	30	266	160	253	16	119
3219	58.7	8.7	5.3	19.3	3.1	2.3	2.6	971	352	4121	50	82	50	100	27	41	31	0.1	10	4	435	5	473	20	30	389	135	237	12	105
3220	55.9	9.1	5	21.7	3.3	2.4	2.7	944	332	4208	50	79	50	100	29	43	31	0.1	12	4	478	5	532	20	30	280	144	245	12	107
3221	54.5	9.5	4.9	22.3	3.4	2.6	2.8	938	449	4540	50	90	50	100	33	34	34	0.1	19	4	481	5	509	20	30	259	156	247	16	112
3222	54.7	9.1	5.5	22.9	3	2.1	2.6	1079	371	4735	50	82	50	100	28	47	35	0.1	10	4	456	5	508	20	30	291	150	251	13	101
3223	52.5	8.6	5	24.6	3.7	2.6	2.9	998	540	4196	50	83	50	100	32	37	35	0.1	26	4	463	5	502	20	30	336	158	239	17	122
3224	55.1	9.2	5.3	21.4	3.6	2.4	3	983	350	4255	50	82	50	100	28	37	32	0.1	10	4	496	5	485	20	30	302	150	244	12	114
3225	48.5	6.3	3.9	34.5	3	1.7	2.1	956	243	3948	50	53	50	100	16	32	24	0.1	10	4	642	5	504	20	30	280	127	285	8	80
3226	46.4	6.5	5.1	34.3	3.5	2.1	2.1	1258	407	4864	50	63	50	100	26	41	32	0.1	15	4	655	5	456	20	30	355	167	707	20	140
3227	45.6	6.4	3.5	37.6	2.7	1.8	2.4	800	408	3672	50	73	50	100	20	31	23	0.1	10	4	427	5	483	20	30	311	126	168	8	67
3228	44	6.9	3.5	38.3	3	1.9	2.4	812	347	3233	50	62	50	100	25	47	24	0.1	10	4	436	5	476	20	30	274	116	148	9	80
3229	44.4	7.1	5.3	34.5	4	2.5	2.2	952	355	4623	50	64	50	100	20	35	41	0.1	10	4	314	5	829	20	30	280	213	200	16	67
3230	36.9	6.9	3.8	45.4	3.2	1.6	2.1	805	372	3349	50	73	50	100	20	44	26	0.1	15	4	431	5	657	20	30	238	130	135	9	62
3231	48.2	7.2	4	32.7	3	2.1	2.6	956	344	3970	50	80	50	100	29	30	26	0.1	10	4	452	5	524	20	30	311	147	239	13	89
3232	44.7	6.6	3.7	38.1	2.7	2	2.2	932	284	3903	50	57	50	100	23	35	25	0.1	10	4	466	5	557	20	30	291	135	261	10	74
3233	40.7	6.1	3.4	43	3.1	1.5	2.2	716	289	3250	50	46	50	100	15	34	19	0.1	10	4	339	5	780	20	30	246	107	140	7	57
3234	34.1	5.7	3.3	50.6	3.2	1.4	1.8	641	195	3319	50	30	50	100	11	21	15	0.1	10	4	289	5	850	20	30	312	94	154	5	51
3235	49.5	7.7	4.5	29.3	3.7	2.5	2.7	971	514	3917	50	83	50	100	27	42	36	0.1	10	4	391	5	595	20	30	256	136	183	12	92
3236	41.9	5.7	3.9	40.5	3.2	2.9	2	781	192	3277	50	128	50	100	13	41	34	0.1	10	4	320	5	983	20	30	293	117	116	5	43
3237	53.1	7.8	4.9	25.6	3.5	2.7	2.4	953	556	4069	50	74	50	100	27	34	36	0.1	10	4	398	5	489	20	30	288	131	165	13	94
3238	54.4	8.7	5.3	22.7	3.5	2.5	3	1077	531	4267	50	97	50	100	36	44	36	0.1	10	4	410	5	480	20	30	230	147	240	15	123
3239	57.8	8.5	5.6	20.2	3.2	2.5	2.2	1014	364	5102	50	72	50	100	30	42	43	0.1	10	4	459	5	463	20	30	395	150	390	13	96

Sample No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3240	54.4	9	4.8	23.3	3.3	2.4	2.8	984	379	4351	50	79	50	100	31	34	41	0.1	10	4	464	5	519	20	30	346	148	215	13	95
3241	55.4	8	5.1	23.4	3.1	2.5	2.5	1048	349	4578	50	77	50	100	27	33	35	0.1	10	4	430	5	494	20	30	316	137	238	10	88
3242	53.4	9.5	6.2	22.1	3.7	2.1	3	1163	420	4312	50	91	50	100	27	52	50	0.1	10	4	499	5	513	20	30	270	139	188	8	103
3243	53.9	9.3	5.6	23.1	3.3	2.2	2.7	1121	448	4662	50	90	50	100	31	42	43	0.1	10	4	440	5	488	20	30	314	156	288	12	100
3244	54.7	8.7	5.9	22.3	3.4	2.3	2.7	1139	364	4726	50	80	50	100	30	49	42	0.1	10	4	474	5	521	20	30	307	154	344	11	101
3245	54.2	8.9	5.4	22.1	3.6	2.8	3	998	418	4318	50	94	50	100	41	32	47	0.1	13	4	486	5	486	20	30	261	167	333	17	111
3246	53	8.7	5.4	24.6	3.3	2.3	2.7	1044	357	4595	50	80	50	100	30	45	41	0.1	10	4	471	5	517	20	30	422	161	372	14	104
3247	55.4	7.8	5.3	23.4	3.2	2.4	2.6	1039	332	4245	50	76	50	100	24	48	34	0.1	10	4	485	5	528	20	30	404	136	219	7	90
3248	53.7	8.4	8.3	19.1	4.5	3	3	1381	930	4912	69	132	50	119	61	62	65	0.1	81	4	387	5	389	28	70	421	190	493	25	145
3249	56.9	6.9	5.2	23.1	3.1	2.4	2.4	1056	369	4450	50	82	50	100	21	43	42	0.1	10	4	434	5	518	20	30	486	119	194	5	85
3250	52.8	8.8	5.9	23.7	3.6	2.3	2.9	1171	519	4519	50	98	50	100	31	44	40	0.1	10	4	471	5	518	20	30	262	154	231	13	114
3251	56.6	8.5	5.7	20	3.8	2.9	2.5	1099	558	4826	50	68	50	100	28	46	54	0.1	25	4	387	5	482	20	30	369	144	294	16	120
3252	55.5	8.3	5.3	22.6	3.4	2.4	2.5	1014	374	4327	50	76	50	100	28	34	33	0.1	10	4	479	5	519	20	30	300	135	216	11	104
3253	51	7.8	4.8	27.8	3.7	2.4	2.5	963	444	4181	50	74	50	100	29	37	37	0.1	10	4	407	5	526	20	30	259	136	175	14	86
3254	49.6	8.4	5.4	27.7	4	2.4	2.5	1142	517	4229	50	88	50	100	27	45	49	0.1	10	4	395	5	475	20	30	246	139	239	15	120
3255	52.6	7.4	5.2	26.4	3.1	2.5	2.8	1068	636	4207	50	106	50	100	30	48	44	0.1	14	4	393	5	491	20	30	352	136	168	12	85
3256	48.2	7.4	5.3	30.5	4.2	2.2	2.2	1085	255	4337	50	69	50	100	16	32	38	0.1	10	4	395	5	519	20	30	305	135	254	11	133
3257	54	6.9	4.8	26	3.4	2.8	2.1	972	348	4274	50	59	50	100	21	36	33	0.1	10	4	319	5	525	20	30	408	128	184	10	73
3258	49.5	7.9	5.7	27.5	5.1	2	2.4	1063	326	4291	50	79	50	100	22	38	44	0.1	10	4	548	5	501	20	30	319	172	523	22	188
3259	48.2	8.8	5.2	27.9	5.2	2	2.6	1038	396	4290	50	98	50	100	23	29	44	0.1	10	4	481	5	514	20	30	248	159	364	19	178
3260	49.8	7.4	4.6	30.4	3.3	2.2	2.3	984	198	4301	50	58	50	100	19	34	38	0.1	10	4	417	5	529	20	30	345	120	179	6	67
3261	53.4	6.6	5.3	26.7	3.2	2.5	2.2	1043	332	4408	50	70	50	100	26	46	52	0.1	10	4	398	5	508	20	30	434	167	298	12	75
3262	50.7	9.2	5.3	26	4.2	2.1	2.5	1077	473	4579	50	94	50	100	26	44	44	0.1	10	4	375	5	534	20	30	370	128	326	16	199
3263	52.4	9	5.9	22.8	5.6	1.9	2.5	1026	351	4353	50	102	50	100	25	37	50	0.1	10	4	450	5	465	20	30	432	150	489	21	231
3264	51.6	7.5	6.5	26.5	3.8	2.2	2	1237	293	4364	50	69	50	100	18	43	67	0.1	10	4	390	5	517	20	30	321	192	187	13	69
3265	51.5	9.5	6.3	23.4	5.2	1.6	2.5	1038	249	4647	50	101	50	100	18	43	52	0.1	10	4	817	5	538	20	30	359	150	470	17	204
3266	51.3	7.5	6.1	26.9	3.7	2.3	2.1	1216	347	4350	50	63	50	100	23	39	70	0.1	10	4	416	5	476	20	30	338	171	266	13	74
3267	55.7	4.9	7.8	11.1	17.8	1.2	1.5	1126	178	2091	50	68	50	100	20	36	44	0.1	10	4	235	5	375	20	30	250	77	980	57	1043
3268	51.3	7.9	5.3	27.2	4	2.3	2.1	1170	321	3971	50	60	50	100	21	40	52	0.1	10	4	406	5	489	20	30	352	155	229	11	83
3269	54.9	4.5	8.9	7.8	21.6	1.1	1.3	1151	100	2214	50	50	50	100	18	32	44	0.1	10	4	161	5	337	20	30	226	93	1458	78	1261
3270	51.2	8.5	6.3	24.9	4.4	2.5	2.2	1302	584	4102	50	79	50	100	34	61	70	0.1	12	4	371	5	471	20	30	263	186	212	17	81
3271	55.5	5.1	8.3	12.6	15.2	1.5	1.7	1133	282	2882	50	61	50	100	24	33	41	0.1	10	4	190	5	356	20	30	220	103	1177	61	980
3272	54.2	7.9	6	22.8	4.3	2.7	2.2	1042	424	3907	50	72	50	100	28	39	41	0.1	10	4	372	5	463	20	30	201	147	209	11	77
3273	56.3	9	5.4	20.8	3.4	2.9	2.2	1027	677	4003	50	79	50	100	30	43	45	0.1	10	4	366	5	425	20	30	320	106	215	15	133
3274	48.4	7.9	5	30.3	3.6	2.2	2.6	1047	661	3724	50	101	50	100	33	48	38	0.1	16	4	376	5	526	20	30	230	128	157	12	84



Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3275	53.4	7.1	4.7	26.4	3.3	2.4	2.7	852	466	3243	50	86	50	100	31	48	36	0.1	10	4	386	5	539	20	30	199	113	153	10	84
3276	47.9	7.5	4.8	31.5	3.5	2	2.9	947	597	3583	50	100	50	100	32	43	30	0.1	10	4	438	5	593	20	30	211	138	168	12	88
3277	48.2	7.5	5	29.9	3.9	2.5	2.7	1036	671	3744	50	92	50	100	38	46	45	0.1	10	4	365	5	479	20	30	241	119	169	15	94
3278	50.6	7.5	5	28.8	3.4	2.2	2.5	948	391	3573	50	87	50	100	27	33	27	0.1	10	4	413	5	574	20	30	235	117	169	6	70
3279	54	7.4	5	25.5	3.4	2.2	2.6	899	414	3387	50	89	50	100	31	43	35	0.1	10	4	424	5	574	20	30	179	117	178	7	68
3280	48.7	7.5	5.3	29.6	3.8	2.3	2.7	1028	768	3984	50	93	50	126	37	48	40	0.1	22	4	381	5	495	20	30	237	130	182	15	99
3281	54	8.2	5.6	23.1	3.7	2.8	2.8	978	749	3807	50	112	50	110	41	55	42	0.1	24	4	352	5	463	20	30	205	128	208	15	103
3282	43.5	6.7	3.9	38.7	3	2	2.2	816	360	3993	50	61	50	100	19	43	24	0.1	20	4	392	5	475	20	30	276	117	150	11	71
3283	41.3	6.3	3.9	41.3	3	1.9	2.4	850	396	3632	50	67	50	100	19	38	27	0.1	31	4	396	5	489	20	30	246	114	149	11	69
3284	46.4	7	4.2	35.1	3	1.8	2.4	903	378	3968	50	70	50	100	21	55	33	0.1	14	4	477	5	441	20	30	285	119	151	9	74
3285	46	6.6	4.4	35.5	3.2	2.4	1.9	855	322	4497	50	67	50	100	19	49	35	0.1	11	4	329	5	487	20	30	309	150	173	13	67
3286	47.3	7.6	4.9	31.5	3.8	2.4	2.5	937	537	4707	50	68	50	100	23	47	33	0.1	28	4	364	5	429	20	30	291	152	171	18	92
3287	50.7	7.5	5.2	28.2	3.6	2.5	2.2	964	502	4911	50	59	50	100	21	56	35	0.1	15	4	326	5	404	20	30	319	140	183	16	90
3288	49.9	8.3	4.8	28.4	3.6	2.5	2.4	925	435	4586	50	64	50	100	25	54	36	0.1	10	4	381	5	474	20	30	318	149	164	19	95
3289	43.7	7	4.6	36.7	3.4	2.1	2.5	945	488	4136	50	74	50	100	22	49	32	0.1	13	4	370	5	464	20	30	321	137	146	15	84
3290	46	7.5	4.6	33.8	3.5	2.3	2.3	900	340	4526	50	63	50	100	22	45	34	0.1	10	4	360	5	470	20	30	308	146	170	14	76
3291	49.5	7.6	4.8	29.4	3.7	2.5	2.6	897	498	4573	50	68	50	100	24	54	35	0.1	20	4	333	5	423	20	30	248	147	179	18	94
3292	48.9	8.1	5	29	3.9	2.5	2.7	975	558	4836	50	76	50	100	25	49	39	0.1	29	4	380	5	400	20	40	238	151	177	19	96
3293	48.8	7.3	4.8	31	3.2	2.6	2.3	876	477	4635	50	74	50	100	25	49	34	0.1	21	4	335	5	420	20	30	370	149	168	15	81
3294	48	7.5	4.7	31.5	3.4	2.4	2.6	904	475	4346	50	76	50	100	23	46	32	0.1	22	4	376	5	438	20	30	259	148	150	15	86
3295	43.1	6.9	4.7	37	3.7	2.2	2.4	902	424	4302	50	68	50	100	22	46	35	0.1	23	4	365	5	509	20	32	297	155	188	15	81
3296	45.2	7.4	4.2	35.1	3.4	2.3	2.4	838	383	4172	50	63	50	100	23	46	31	0.1	23	4	378	5	496	20	30	259	137	150	15	80
3297	48.3	8	6.1	28.7	4.5	2	2.5	1041	469	5059	50	96	50	100	23	62	52	0.1	15	4	341	5	392	20	30	323	206	486	26	165
3298	46.6	8.1	5.5	30.8	4.7	1.8	2.6	1017	514	4581	50	102	50	100	24	57	42	0.1	14	4	330	5	411	20	30	249	163	288	22	185
3299	49.4	8.4	5.2	29.5	3.3	1.8	2.4	894	334	4774	50	93	50	100	23	64	45	0.1	10	4	485	5	413	20	30	462	164	273	15	108
3300	46.2	7.5	5.2	32.5	4.2	1.9	2.6	969	400	4528	50	84	50	100	25	56	37	0.1	10	4	410	5	423	20	30	323	168	433	22	169
3301	47.8	7.8	5	30.8	4	2	2.6	901	446	4355	50	88	50	100	25	56	39	0.1	14	4	379	5	421	20	30	298	160	298	19	134
3302	47.8	8.2	5.8	28.3	5.5	1.7	2.8	969	455	4658	50	86	50	100	23	70	58	0.1	13	4	322	5	413	20	30	275	170	550	32	317
3303	48.2	7.8	4.5	31.2	3.5	2	2.8	948	384	4290	50	92	50	100	23	55	39	0.1	20	4	342	5	416	20	30	251	155	260	20	151
3304	43.8	7.5	4.6	36.1	3.4	1.8	2.8	927	367	4046	50	88	50	100	20	53	39	0.1	18	4	365	5	449	20	30	248	164	237	19	156
3305	47.6	7.4	4.3	32.3	3.3	2.3	2.7	971	398	3960	50	83	50	100	25	56	39	0.1	16	4	344	5	416	20	30	282	145	189	17	126
3306	45.1	7.5	5.8	31	6.2	2	2.4	1180	406	3940	50	70	50	100	16	49	45	0.1	20	4	317	5	413	20	30	281	172	370	31	240
3307	44	7.6	5	34.8	3.7	2.2	2.8	937	462	4037	50	82	50	100	22	53	45	0.1	15	4	314	5	458	20	30	234	172	166	18	106
3309	50.1	7.9	4.9	27.8	4.7	2	2.6	1066	369	3963	50	82	50	100	21	59	38	0.1	10	4	342	5	407	20	30	268	142	365	25	253
3310	53	8.2	5.3	23.4	4.3	3.2	2.6	949	505	3800	50	78	50	100	26	69	41	0.1	10	4	369	5	430	20	30	293	122	278	20	250

Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3311	50.3	7.6	5.6	27.3	4.4	2.2	2.5	1171	516	4348	50	88	50	100	23	64	45	0.1	10	4	363	5	389	20	30	334	148	321	21	215
3312	48.7	7	5.4	28.9	5.5	2	2.4	1094	371	4170	50	74	50	100	18	68	53	0.1	10	4	360	5	434	20	30	269	136	494	26	331
3313	48.4	7.8	5.2	28.6	5.3	2	2.8	1049	353	3900	50	82	50	100	26	154	45	0.1	18	4	378	5	443	20	30	249	157	450	28	286
3314	49	8.7	5.2	27.7	4.6	2.2	2.6	975	410	4166	50	84	50	100	25	61	39	0.1	16	4	457	5	480	20	30	290	145	359	22	194
3315	51.4	6.6	5.1	27.5	5.1	2	2.3	944	303	3634	50	71	50	100	17	74	44	0.1	10	4	325	5	459	20	30	289	136	436	24	316
3316	54.5	6.1	6.8	19.5	8.5	2.1	2.6	994	260	3687	50	124	50	100	16	89	42	0.1	10	4	337	5	433	20	30	316	127	762	35	640
3317	43.7	6.9	4	37.5	3.5	1.9	2.6	854	425	3462	50	75	50	100	20	49	27	0.1	12	4	378	5	608	20	30	254	125	131	11	69
3318	44.1	7.2	4.7	35.7	3.9	2.1	2.4	935	477	3980	50	73	50	100	20	43	33	0.1	32	4	354	5	477	20	35	231	140	167	15	87
3319	42.7	6.1	3.9	39.6	3.1	2.2	2.3	847	512	3329	50	75	50	100	14	57	28	0.1	10	4	370	5	766	20	30	300	110	172	7	56
3320	45.8	7.3	4.5	34.3	3.4	2.2	2.3	911	344	3948	50	70	50	100	21	52	33	0.1	10	4	352	5	495	20	30	257	138	183	14	98
3321	46.9	6.4	4.5	34.2	3.1	2.6	2.2	849	380	4018	50	61	50	100	18	60	29	0.1	15	4	323	5	498	20	30	310	139	202	12	81
3322	44.8	7.3	4.7	34.6	3.8	2.5	2.3	878	422	4089	50	65	50	100	19	49	31	0.1	27	4	315	5	502	20	30	294	143	172	16	93
3323	45.8	7.6	4.6	33.6	3.5	2.3	2.5	868	452	4189	50	77	50	100	23	54	34	0.1	18	4	361	5	500	20	30	429	153	183	14	86
3324	44.2	6.6	4.5	36.9	3.5	2.2	2.1	878	452	4085	50	61	50	100	19	49	30	0.1	26	4	344	5	492	20	30	350	135	175	13	80
3325	45.2	6.9	4.9	34.5	4	2.4	2.1	970	432	4084	50	72	50	100	21	53	34	0.1	16	4	276	5	477	20	30	286	146	316	18	132
3326	46.6	7.6	4.9	33.6	3.1	2.4	1.9	965	274	4231	50	79	50	100	12	57	35	0.1	10	4	292	5	539	20	30	364	148	135	8	57
3327	43.8	7.1	4.3	37.3	3.1	2.2	2.1	806	316	4178	50	81	50	100	17	47	32	0.1	14	4	343	5	576	20	30	354	148	170	12	69
3328	45.6	6.6	4.8	35.2	3.1	2.3	2.4	921	414	4093	50	70	50	100	19	71	37	0.1	10	4	312	5	504	20	30	467	136	162	11	76
3329	45.8	7.9	5	29.9	3.5	2.7	2.5	915	534	4446	50	79	50	100	25	57	46	0.1	32	4	353	5	424	20	36	250	154	171	16	85
3330	46.3	7.9	5.2	31.6	3.9	2.5	2.6	958	570	4467	50	81	50	100	24	50	37	0.1	31	4	343	5	440	20	34	257	157	159	18	97
3331	46.5	7.9	4.6	32.9	3.5	2.2	2.3	926	442	4371	50	69	50	100	20	53	29	0.1	11	4	341	5	443	20	30	288	135	153	14	84
3332	47.3	8	5.2	30.3	3.8	2.7	2.6	930	576	4294	50	81	50	100	28	56	37	0.1	31	4	320	5	428	20	32	230	161	165	18	90
3333	49.7	8	4.8	29.2	3.6	2.4	2.3	896	461	4614	50	69	50	100	23	52	34	0.1	15	4	372	5	442	20	30	296	145	196	16	92
3334	44.2	6.5	4.4	38.2	2.9	1.8	2	859	324	3589	50	60	50	100	14	65	33	0.1	10	4	300	5	540	20	30	298	124	139	8	69
3335	47.6	7.2	4.4	33.3	2.9	2.1	2.5	850	385	4095	50	75	50	100	22	59	37	0.1	14	4	356	5	490	20	30	300	150	182	14	87
3336	42	7.2	4.2	39	3.3	1.8	2.5	907	447	3699	50	69	50	100	21	47	32	0.1	20	4	412	5	545	20	30	340	128	138	13	73
3337	45.9	7.5	4.9	34	3.2	1.8	2.9	828	442	4069	50	94	50	100	24	73	50	0.1	23	4	361	5	461	20	30	266	162	218	15	114
3338	45.6	7	4.7	34.6	3.5	1.9	2.6	881	365	4121	50	74	50	100	19	63	40	0.1	10	4	378	5	486	20	30	297	159	255	16	150
3339	48.9	7.7	4.5	30.9	3.1	2.5	2.5	847	423	4248	50	68	50	100	22	65	39	0.1	10	4	353	5	461	20	30	295	156	160	13	75
3340	46.5	7.3	4.7	33.8	3.4	2	2.4	885	433	4202	50	70	50	100	21	65	35	0.1	13	4	353	5	480	20	30	359	148	190	14	105
3341	49	7.1	4.4	31.7	3.2	2.2	2.4	832	396	4212	50	71	50	100	20	63	33	0.1	11	4	357	5	461	20	30	326	145	206	13	100
3342	46.6	7.3	4.6	33.4	3.2	2.3	2.6	863	448	3971	50	75	50	100	24	64	43	0.1	19	4	367	5	505	20	30	257	152	159	14	83
3343	44.3	7.3	4.6	36	3.4	2	2.5	864	525	4062	50	76	50	100	23	68	45	0.1	21	4	366	5	518	20	30	274	151	171	14	92
3344	34.6	6.4	3.8	48.5	3.3	1.4	2	728	225	3310	50	44	50	100	12	42	22	0.1	10	4	321	5	706	20	30	302	119	143	9	75
3345	31	5.6	3.5	53.8	3.1	1.4	1.6	700	263	2924	50	41	50	100	10	36	23	0.1	12	4	284	5	694	20	30	223	96	101	6	43

Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3346	44.9	7.6	5.1	34	3.5	2.3	2.6	855	533	4737	50	75	50	100	21	65	46	0.1	15	4	313	5	516	20	30	268	174	161	15	83
3347	46.4	8	5.2	31.6	3.6	2.4	2.7	823	559	4451	50	81	50	100	25	68	54	0.1	22	4	306	5	481	20	30	237	181	153	17	92
3348	45.6	7.4	4.9	33.6	3.5	2.5	2.5	911	491	4398	50	75	50	100	25	57	47	0.1	14	4	354	5	481	20	30	265	164	181	15	90
3349	43.8	7	4.9	36.6	3.4	2.1	2.3	1006	344	4390	50	62	50	100	20	58	39	0.1	10	4	370	5	549	20	30	281	148	176	13	87
3350	49.3	6.6	7.3	23.6	9.2	1.8	2.1	1211	100	4034	50	58	50	100	15	74	56	0.1	10	4	343	5	412	20	30	359	154	1026	42	647
3351	52.2	8.1	4.8	26.6	3.8	1.9	2.6	859	388	4335	50	95	50	100	22	59	37	0.1	14	4	406	5	482	20	30	284	147	274	16	150
3352	51.1	7.8	6.7	21.1	9.3	1.6	2.4	975	370	4126	50	102	50	100	19	76	47	0.1	10	4	302	5	414	20	30	257	152	811	45	640
3353	46.7	6.8	4.4	34.6	3.1	2.1	2.2	845	314	4311	50	60	50	100	16	63	36	0.1	10	4	348	5	546	20	30	364	140	171	10	72
3354	42.2	7.8	4.9	37	3.8	1.9	2.4	935	416	4502	50	76	50	100	23	53	48	0.1	14	4	384	5	584	20	30	270	166	174	16	95
3355	44.5	6.1	4.5	37.1	3.4	2	2.3	936	366	3858	50	90	50	100	19	72	43	0.1	10	4	349	5	718	20	30	258	133	175	11	87
3356	43.1	6.3	4.2	38.9	3.3	2.1	2.2	862	139	3747	50	80	50	100	13	56	33	0.1	10	4	407	5	813	20	30	331	125	166	5	71
3357	48.2	7.3	5.1	30.7	3.6	2.6	2.6	963	462	4176	50	80	50	100	26	78	52	0.1	10	4	368	5	491	20	30	274	151	224	13	103
3358	45.7	6.6	5.2	34.5	3.5	2	2.5	990	366	4080	50	75	50	100	16	78	43	0.1	10	4	326	5	570	20	30	314	151	185	12	107
3359	46.2	7.3	4.9	33.2	3.3	2.4	2.6	938	474	4229	50	86	50	100	23	67	55	0.1	10	4	319	5	497	20	30	343	169	187	13	96
3360	43.8	7.4	5	35.9	3.4	2.1	2.5	867	472	4487	50	71	50	100	18	65	48	0.1	10	4	341	5	509	20	30	297	165	160	13	84
3361	40.6	7.3	5.1	39	3.5	2.1	2.3	929	444	4341	50	73	50	100	22	59	44	0.1	14	4	327	5	531	20	30	277	169	172	16	88
3362	49.3	6.9	5.3	30.7	3.3	2.2	2.2	996	337	4530	50	68	50	100	20	69	29	0.1	10	4	431	5	449	20	30	348	151	218	8	78
3363	50.5	7.3	5.7	27.8	3.5	2.8	2.3	961	520	4672	50	83	50	100	33	77	46	0.1	18	4	395	5	408	20	30	297	187	236	15	90
3364	43.4	6.1	4.9	38.3	3.1	2	2.2	988	334	4226	50	63	50	100	19	77	43	0.1	10	4	464	5	527	20	30	358	149	290	10	90
3365	51.7	7.2	5.5	28.1	2.9	2.1	2.5	1022	427	4335	50	105	50	100	29	85	43	0.1	10	4	433	5	468	20	30	276	150	186	12	75
3367	49.7	7.3	6.4	28.4	3.6	2.4	2.3	969	522	4836	50	79	50	100	29	66	33	0.1	10	4	401	5	445	20	30	275	180	236	14	77
3368	43.6	8.2	6.2	33.5	4.2	1.6	2.7	958	254	4429	50	92	50	100	10	65	54	0.1	10	4	444	5	643	20	30	339	171	229	6	117
3369	50.3	7.2	6.4	27.9	3.5	2.3	2.4	1047	615	4918	50	81	50	100	26	79	43	0.1	10	4	403	5	442	20	30	316	174	217	13	79
3370	43	6.9	5.4	36.6	3.6	2.1	2.3	1210	575	4159	50	99	50	103	33	62	38	0.1	41	4	482	5	486	20	30	224	153	244	16	109
3371	47.9	7.7	6.3	29.7	3.3	2.1	3	1067	694	4559	50	120	50	100	38	75	45	0.1	22	4	434	5	490	20	30	292	182	222	18	100
3372	42.9	6.7	5.6	37.5	3.2	1.9	2.1	1176	476	4765	50	92	50	100	28	59	39	0.1	31	4	525	5	556	20	30	316	166	329	14	87
3373	49.1	7.9	6.5	27.7	3.8	2.8	2.2	1084	617	5192	50	82	50	100	29	67	42	0.1	10	4	394	5	427	20	30	255	192	160	13	77
3374	45.2	8.5	5.6	32.1	3.7	1.9	2.9	1215	651	3860	50	133	50	120	39	77	49	0.1	26	4	490	5	462	20	30	209	152	169	16	100
3375	47.2	7	4.9	33.2	2.8	2.2	2.7	994	194	4653	50	65	50	100	17	57	50	0.1	10	4	418	5	515	20	30	343	171	227	5	66
3376	43.5	7.1	5.3	36.2	3.9	2	2.1	1016	529	4494	50	76	50	100	24	55	41	0.1	25	4	373	5	486	20	30	240	149	231	14	96
3377	55.2	7.4	5.7	23.7	3.2	2.7	2.2	899	471	4599	50	77	50	100	27	46	38	0.1	14	4	401	5	405	20	30	260	140	263	12	78
3378	53.1	7.3	5.5	25.9	3.3	2.3	2.6	1003	390	3995	50	83	50	100	22	60	49	0.1	10	4	345	5	437	20	30	274	158	162	12	71
3379	50.9	6.9	4.8	29.2	3.3	2.5	2.5	931	407	4267	50	71	50	100	25	43	46	0.1	10	4	414	5	502	20	30	322	153	213	12	83
3380	53.8	7.9	6.1	23.1	4.2	2.5	2.4	1147	607	4244	50	90	50	103	29	44	59	0.1	45	4	367	5	378	20	58	267	144	255	17	89
3381	54.2	7.3	5.8	20.6	7.7	2.1	2.3	931	329	3264	50	83	50	100	16	44	40	0.1	10	4	370	5	553	20	30	250	118	787	31	436



Sample No	SiO2	Al2x	Fe2x	CaO	Mgo	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3382	45.1	6.7	4.6	35.4	3.3	2.4	2.5	884	411	3900	50	68	50	100	20	38	40	0.1	10	4	287	5	504	20	30	273	148	142	13	74
3383	48	6.8	4.5	32.7	3.1	2.4	2.5	876	351	3863	50	68	50	100	17	39	41	0.1	10	4	315	5	496	20	30	269	150	151	9	72
3384	48	7.1	4.9	32.5	3	2.1	2.4	838	353	4113	50	74	50	100	14	42	39	0.1	10	4	239	5	515	20	30	268	153	135	10	66
3385	47.1	6.5	5.4	33.1	3.2	2	2.6	971	384	3939	50	78	50	100	13	49	58	0.1	10	4	304	5	485	20	30	285	152	139	6	72
3386	45.2	7.3	4.9	35.2	3.3	2	2.1	881	303	4120	50	56	50	100	10	41	44	0.1	10	4	321	5	524	20	30	315	147	137	7	57
3387	54.6	3.8	7.9	8.7	22.6	0.9	1.4	1093	100	1622	50	113	50	100	10	31	44	0.1	10	4	162	5	529	20	30	289	78	1197	76	1320
3388	52.6	6.4	6.3	20.9	9.8	1.7	2.3	1020	218	3006	50	86	50	100	12	39	36	0.1	10	4	316	5	640	20	30	295	114	912	38	607
3389	52.7	7.4	5.9	21.7	7.7	2	2.5	987	459	3420	50	98	50	100	23	46	43	0.1	10	4	362	5	620	20	30	279	134	896	38	490
3390	54.4	3.5	7.3	8.5	24.1	1	1.2	1100	100	1534	50	49	50	100	10	17	33	0.1	10	4	203	5	414	20	30	326	59	1052	66	1316
3391	49.5	7.7	4.7	29.8	3.4	2.3	2.7	875	537	4209	50	87	50	100	22	45	45	0.1	10	4	332	5	497	20	30	272	150	161	13	96
3392	46.8	8.6	5.4	30.6	3.5	2	3	804	429	4759	50	87	50	100	16	50	58	0.1	10	4	313	5	486	20	30	282	186	144	9	72
3393	51.1	7.8	5.9	27.3	3.5	2.1	2.3	881	381	5445	50	82	50	100	21	51	46	0.1	10	4	343	5	587	20	30	293	196	194	14	71
3394	46.2	7.5	4.5	34.3	3.1	1.5	2.9	1161	446	4059	50	105	50	100	24	47	34	0.1	13	4	505	5	490	20	30	234	148	171	15	94
3395	46.1	6.9	4	35.7	3.1	2.1	2.1	982	320	3759	50	269	50	100	18	49	31	0.1	16	4	446	5	583	20	30	253	125	167	11	74
3396	44.8	7.2	4	37	3	1.8	2.1	1001	313	3622	50	81	50	100	20	46	31	0.1	13	4	469	5	560	20	30	383	132	202	14	86
3397	47.5	7.3	4.4	33.1	3.3	1.9	2.5	986	457	3666	50	82	50	100	22	61	33	0.1	10	4	454	5	541	20	30	213	141	180	14	77
3398	43.9	6.5	4	39.2	2.9	1.4	2.1	978	289	3777	50	67	50	100	19	31	29	0.1	10	4	558	5	618	20	30	262	122	175	11	69
3399	50.4	7.3	4.2	30.7	3.1	2	2.3	857	323	4060	50	65	50	100	17	42	30	0.1	10	4	394	5	444	20	30	285	139	167	11	70
3400	45.5	7.6	5.2	33.4	3.9	2.1	2.4	956	547	4014	50	76	50	100	20	40	37	0.1	21	4	302	5	480	20	30	194	162	173	17	83
3401	47.2	8.1	5.5	30.9	3.7	2.3	2.3	959	613	4527	50	92	50	100	23	40	46	0.1	37	4	346	5	478	20	40	241	188	170	17	74
3402	42	7.2	4.4	38.3	4.5	1.7	1.9	843	487	4017	50	59	50	100	16	36	25	0.1	20	4	351	5	513	20	30	227	127	219	14	98
3403	45.5	8	5.2	33	4	2.1	2.2	908	572	4132	50	79	50	100	23	45	38	0.1	21	4	336	5	484	20	32	239	160	158	16	72
3404	38.8	6.4	3.8	43.9	3.9	1.3	1.8	755	359	3475	50	50	50	100	13	33	21	0.1	10	4	379	5	585	20	30	307	98	142	9	68
3405	44.1	6.8	5.1	35.3	4.5	2	2.1	945	477	4223	50	65	50	100	17	35	34	0.1	15	4	261	5	512	20	30	327	158	378	20	142
3406	44.5	7.2	4.9	35.3	3.6	2.2	2.3	927	385	4401	50	93	50	100	17	33	35	0.1	13	4	309	5	538	20	30	278	163	149	14	67
3407	45.7	6.6	4.8	34.4	4.4	2	2.1	887	417	4353	50	58	50	100	15	33	29	0.1	10	4	310	5	486	20	30	280	142	239	16	103
3408	44.8	6.6	4.5	36	3.8	2.1	2.2	923	424	4082	50	60	50	100	16	32	33	0.1	14	4	323	5	535	20	30	257	141	162	15	90
3409	46.5	7.2	4.8	33.1	3.9	2.2	2.3	969	513	4436	50	63	50	100	17	35	32	0.1	20	4	350	5	485	20	30	333	148	180	17	96
3410	43.8	7.3	4.9	35.2	4.3	2.1	2.3	959	565	4327	50	58	50	100	18	31	32	0.1	12	4	353	5	481	20	30	277	146	185	18	105
3411	45.4	6.3	4.7	35.2	3.9	2.3	2.2	951	464	4239	50	64	50	100	16	32	32	0.1	10	4	307	5	501	20	30	258	144	185	16	94
3412	43.4	7.5	4.8	36.1	4.2	2	2	977	433	4519	50	60	50	100	14	29	30	0.1	15	4	318	5	483	20	30	286	138	177	16	89
3413	44.8	6.8	4.6	35.3	3.7	2.3	2.4	899	373	4038	50	67	50	100	20	29	35	0.1	16	4	339	5	534	20	30	251	156	198	16	86
3414	46.7	7.1	4.8	32.8	3.8	2.3	2.5	927	415	4254	50	73	50	100	20	34	37	0.1	16	4	341	5	493	20	30	367	163	186	16	86
3415	42.9	6.8	4.5	38.1	3.4	1.9	2.4	1009	432	4149	50	78	50	100	18	33	36	0.1	15	4	323	5	486	20	30	231	142	161	15	84
3416	46.5	6.6	4.8	33.9	4.2	2.1	2	984	334	4216	50	53	50	100	10	33	30	0.1	10	4	313	5	489	20	30	330	129	197	13	92

Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sh	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3417	47.6	7	5.4	29.9	5.1	2.5	2.5	1013	538	4211	50	71	50	100	20	35	39	0.1	13	4	265	5	424	20	30	268	157	276	25	149
3418	42.6	6.4	4.9	37.8	3.8	2.2	2.4	932	443	3556	50	68	50	100	18	42	36	0.1	16	4	286	5	516	20	30	210	150	220	14	77
3419	46.5	6.2	4.5	35	3.3	2.2	2.2	930	290	3612	50	57	50	100	12	34	33	0.1	10	4	278	5	485	20	30	329	144	167	8	64
3420	44.9	6.6	4.9	35.1	4	2.3	2.1	926	302	3781	50	57	50	100	13	54	36	0.1	10	4	241	5	491	20	30	246	159	231	13	86
3421	45	6.5	4.7	35.1	4	2.2	2.5	904	413	3485	50	73	50	100	17	37	37	0.1	10	4	264	5	521	20	30	232	153	197	16	91
3422	47.3	7.4	4.6	32.3	3.9	2.1	2.4	865	376	4269	50	68	50	100	18	30	31	0.1	10	4	385	5	541	20	30	294	152	228	13	112
3423	48.8	6.2	4.7	31.9	3.4	2.6	2.5	872	368	3751	50	66	50	100	19	46	39	0.1	10	4	338	5	550	20	30	299	150	198	11	86
3424	47.3	6.4	4.3	33.7	3.5	2.3	2.5	840	393	3639	50	64	50	100	20	38	33	0.1	10	4	314	5	557	20	30	242	136	168	13	91
3425	47.3	6.8	4.7	32.3	3.7	2.6	2.6	870	449	3953	50	72	50	100	25	53	47	0.1	14	4	323	5	515	20	30	282	159	203	16	94
3426	44.8	6.5	4.3	36.5	3.4	2	2.4	939	392	3690	50	66	50	100	20	37	49	0.1	10	4	402	5	587	20	30	260	140	213	15	96
3427	46.7	6.7	4.6	33.8	3.6	2.4	2.2	938	353	4178	50	62	50	100	20	18	41	0.1	10	4	332	5	520	20	30	253	157	199	12	85
3428	46.4	7	5.4	31.8	4.2	2.7	2.6	1021	442	4149	50	75	50	100	24	17	44	0.1	20	4	333	5	452	20	33	230	176	198	17	90
3429	45.9	7.1	5.5	32.2	4.1	2.6	2.6	1072	536	4250	50	92	50	100	27	24	50	0.1	24	4	299	5	433	20	33	188	173	191	17	93
3430	45.6	6.4	4.6	35	3.6	2.2	2.6	978	436	3702	50	85	50	100	21	22	37	0.1	20	4	337	5	486	20	30	286	135	153	13	81
3431	47.7	6.9	5.3	30.6	4.1	2.7	2.7	960	420	3981	50	79	50	100	24	22	52	0.1	11	4	293	5	449	20	30	202	178	205	17	90
3432	46.9	6.8	4.9	32.4	3.8	2.6	2.7	970	419	4155	50	71	50	100	26	23	45	0.1	11	4	378	5	490	20	30	288	162	228	16	101
3433	44	7.4	5	34.9	3.9	1.8	3.1	969	525	3789	50	103	50	100	24	23	42	0.1	13	4	335	5	532	20	30	213	162	168	16	116
3434	44.3	7.5	4.9	34.6	3.8	2.1	2.8	991	405	3884	50	88	50	100	25	18	35	0.1	10	4	427	5	531	20	30	224	158	208	16	109
3435	46	7	4.9	33.3	3.6	2.3	2.8	1036	504	4000	50	98	50	100	28	21	40	0.1	13	4	416	5	495	20	30	242	159	211	15	113
3436	46.2	6.7	4.7	33.6	3.6	2.3	2.8	1033	490	3599	50	94	50	100	29	24	39	0.1	13	4	355	5	497	20	30	195	141	189	15	111
3437	49	7.9	5.5	28.5	3.5	2.3	3.3	999	585	4265	50	110	50	100	30	27	51	0.1	14	4	346	5	454	20	30	210	171	198	18	108
3438	42.4	7.7	5.2	35.8	4.3	2.1	2.6	1052	386	4062	50	75	50	100	20	18	47	0.1	10	4	324	5	545	20	30	195	165	173	15	98
3439	45	7.3	5.2	33.8	3.6	2.2	2.8	1075	486	4562	50	81	50	100	22	19	44	0.1	10	4	354	5	474	20	30	256	165	181	15	99
3440	45.5	8	5.1	32.5	4.1	2.1	2.6	1033	475	4372	50	83	50	100	20	19	39	0.1	10	4	360	5	480	20	30	239	164	229	16	137
3441	44.5	7.6	5.2	33.8	4.1	1.9	2.8	1051	419	4051	50	93	50	100	24	36	38	0.1	10	4	372	5	532	20	30	219	165	211	17	128
3442	43.7	7.2	5.6	34.4	4	2.2	2.9	1110	437	4228	50	91	50	100	30	31	43	0.1	19	4	503	5	510	20	30	204	172	338	20	134
3443	45.8	6.9	4.5	34.3	3.5	2.3	2.6	960	420	3856	50	77	50	100	21	21	43	0.1	10	4	321	5	444	20	30	209	143	175	14	85
3444	47.4	7.3	4.5	32	3.9	2.1	2.8	943	504	3780	50	84	50	100	23	30	36	0.1	19	4	441	5	468	20	30	265	137	220	15	121
3445	46.9	6.5	4.2	33.9	3.6	2.1	2.6	951	407	3563	50	78	50	100	22	19	31	0.1	15	4	409	5	493	20	30	245	126	200	12	118
3446	49.6	6.8	4.6	30.5	3.4	2.4	2.7	920	316	4175	50	72	50	100	24	15	26	0.1	10	4	496	5	452	20	30	266	152	328	13	106
3447	45.1	5.3	4.9	30.9	10.1	1.7	2	920	100	2358	50	75	50	100	10	5	24	0.1	10	4	311	5	1357	20	30	294	99	612	29	591
3448	51.4	5.9	6.5	20.3	11.8	2	2.2	1039	189	2738	50	67	50	100	10	13	34	0.1	10	4	297	5	442	20	30	244	120	1010	50	772
3449	48.5	7.1	5.4	27.1	7.2	2.4	2.4	982	338	3377	50	70	50	100	17	19	43	0.1	10	4	280	5	488	20	30	222	152	484	31	383
3450	49.1	7.2	6	26.2	6.9	2.3	2.3	1114	309	3758	50	75	50	100	15	15	50	0.1	10	4	346	5	448	20	30	271	159	461	27	310
3451	44.9	7.1	5.3	32.3	5.9	2.2	2.4	1130	446	3901	50	76	50	100	19	22	44	0.1	10	4	362	5	495	20	30	230	138	404	23	262

Sample No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3452	50.8	5	6.7	22.8	10.9	1.9	2	1175	100	2732	50	62	50	100	10	16	40	0.1	10	4	252	5	457	20	30	314	102	728	38	694
3453	53.1	5.8	6.1	19.8	11.6	1.9	1.7	1039	130	2315	50	74	50	100	10	13	39	0.1	10	4	219	5	403	20	30	257	105	570	40	575
3454	43.7	6.5	5.5	34.3	5.2	2.4	2.4	1074	431	3827	50	82	50	100	20	29	45	0.1	10	4	348	5	602	20	30	256	148	390	22	242
3455	53.1	5.9	6.9	17.7	12.8	1.8	1.9	1104	264	3103	50	60	50	100	10	17	50	0.1	10	4	258	5	435	20	30	267	120	828	46	684
3456	46.8	6.8	5.7	27.8	8.4	2	2.5	1131	472	3501	50	78	50	100	17	18	42	0.1	10	4	343	5	501	20	30	227	148	585	37	506
3457	49.5	6.6	6.1	25.3	7.9	2.1	2.5	1132	456	3786	50	80	50	100	19	22	39	0.1	10	4	371	5	504	20	30	256	140	491	32	472
3458	46.7	7.5	4.6	32.5	3.9	2.1	2.8	977	478	3897	50	83	50	100	23	26	30	0.1	18	4	411	5	473	20	30	226	135	201	14	123
3459	42.7	6.6	4.8	37.2	4.1	2.4	2.3	902	413	3536	50	72	50	100	19	31	35	0.1	16	4	241	5	505	20	30	204	146	222	15	86
3460	42.8	6.6	5	36.6	4.3	2.2	2.4	991	399	3756	50	67	50	100	18	25	36	0.1	10	4	287	5	516	20	30	240	156	218	15	99
3461	37.7	6.4	3.8	44.1	4.4	1.7	1.8	738	272	3369	50	44	50	100	13	22	29	0.1	10	4	329	5	643	20	30	213	117	269	12	87
3462	43	6.9	5.4	35.5	4.6	2.3	2.3	1041	483	3786	50	73	50	100	20	36	44	0.1	10	4	275	5	473	20	30	218	145	253	16	101
3463	40.8	5.6	4.8	41.1	3.2	2.2	2.4	1041	338	3300	50	67	50	100	15	38	50	0.1	10	4	278	5	474	20	30	255	151	141	9	63
3464	43.7	7.2	4.8	35.8	3.6	2.3	2.6	959	371	3692	50	74	50	100	20	25	37	0.1	10	4	326	5	462	20	30	252	164	151	13	72
3465	46.2	7.4	5.5	31.9	3.6	3	2.5	942	414	4171	50	96	50	100	22	24	40	0.1	10	4	258	5	489	20	30	253	199	153	16	62
3466	43.1	7.3	5.6	34	4.8	2.5	2.1	1046	476	4595	50	62	50	100	18	22	37	0.1	16	4	263	5	469	20	30	267	150	205	17	103
3467	45.5	7.4	5.4	31.7	5	2.6	2.4	973	519	4392	50	70	50	100	24	27	48	0.1	11	4	270	5	456	20	30	295	146	214	20	126
3468	44.4	7	5.4	35.1	3.9	2	2.2	1199	362	4099	50	79	50	100	16	32	43	0.1	10	4	353	5	441	20	30	273	161	153	11	69
3469	43.2	8	6.6	32.6	4.5	2.5	2.6	1299	515	4712	50	106	50	100	25	26	53	0.1	10	4	349	5	486	20	30	234	223	169	20	82
3470	45	6.4	5.6	34.4	3.5	2.6	2.6	1141	426	3822	50	81	50	100	20	31	46	0.1	10	4	319	5	440	20	30	283	170	157	9	70
3471	41.2	6.3	4.7	39.9	3.6	2.2	2.1	952	345	3744	50	80	50	100	16	21	33	0.1	10	4	305	5	569	20	30	284	142	174	10	81
3472	43	7	4.8	36.4	4.5	2.1	2.2	880	569	3299	50	67	50	100	20	53	35	0.1	21	4	223	5	470	20	30	195	148	159	19	91
3473	44.1	7.5	5.1	34.1	4.6	2	2.5	875	704	3530	50	72	50	100	23	56	43	0.1	26	4	271	5	459	20	34	263	164	183	19	106
3474	41	7.8	5.1	37.4	4.7	1.9	2.1	889	586	3904	50	59	50	100	20	51	41	0.1	24	4	271	5	472	20	33	281	157	248	18	114
3475	42.5	7.8	5.5	34.8	5.5	1.9	2	884	589	4100	50	52	50	100	18	50	45	0.1	23	4	260	5	493	20	34	260	154	229	21	123
3476	41.3	8	5.3	36.6	4.9	1.8	2.1	938	625	3932	50	65	50	100	20	49	36	0.1	23	4	275	5	474	20	30	262	149	167	18	90
3478	37.5	7.6	4.3	43.3	3.7	1.5	2.2	860	493	3382	50	69	50	100	16	46	31	0.1	18	4	289	5	438	20	30	238	149	144	13	72
3479	37.9	7.4	4.2	43	4	1.4	2.1	1029	582	3136	50	74	50	100	21	43	36	0.1	25	4	304	5	509	20	30	200	119	214	15	126
3480	39.2	8	4.9	39.4	4.8	1.4	2.4	1067	713	3688	50	87	50	100	22	51	39	0.1	25	4	355	5	542	20	31	323	147	293	20	205
3481	41.8	7.2	5.1	36.9	5	1.8	2.1	1069	650	3893	50	69	50	100	22	48	45	0.1	31	4	330	5	523	20	40	240	153	338	26	268
3482	47.3	7.6	5.8	29.7	5.3	1.9	2.4	979	893	4689	50	62	50	100	20	61	36	0.1	16	4	524	5	541	20	30	314	174	415	25	240
3483	52.6	6	6.5	17.8	13.6	1.6	1.8	985	387	2581	50	84	50	100	19	49	27	0.1	10	4	275	5	415	20	30	237	115	941	58	868
3484	51.7	7	5.8	20.4	10.9	1.9	2.2	946	508	2863	50	70	50	100	23	51	29	0.1	10	4	337	5	474	20	30	281	118	613	51	754
3485	50	7	5.3	26	7.5	1.9	2.4	983	537	3404	50	82	50	100	21	55	34	0.1	15	4	417	5	457	20	30	292	137	540	32	456
3486	48.1	8.2	5.3	28.5	5.4	1.7	2.7	956	820	3580	50	93	50	100	26	60	45	0.1	30	4	449	5	421	20	37	216	165	313	27	271
3487	42.3	6.8	5.2	31.2	11.6	1.4	1.6	1132	259	2829	50	62	50	100	11	40	27	0.1	10	4	396	5	632	20	30	245	101	606	33	534

Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3488	49	7	5.2	25.8	8.9	1.8	2.3	964	428	3011	50	72	50	100	23	52	28	0.1	10	4	390	5	520	20	30	284	131	600	37	562
3489	47.3	8.1	5.4	28.2	6.4	2.3	2.3	1094	753	3779	50	105	50	100	34	51	41	0.1	36	4	336	5	428	20	42	215	163	520	34	398
3490	44.8	7.5	5.6	30.8	6.6	2.5	2.1	1152	701	3756	50	90	50	100	30	48	33	0.1	34	4	365	5	475	20	48	277	149	489	32	358
3491	48.9	7.7	5	28.3	5.9	2.1	2.1	1054	497	3571	50	71	50	100	23	61	35	0.1	10	4	339	5	520	20	30	253	145	469	24	328
3492	44.7	7.6	5.7	31.8	6	2.1	2.2	1240	701	3759	50	85	50	100	32	58	46	0.1	40	4	413	5	457	20	45	214	158	620	34	364
3493	38.6	6.8	4	43.7	3.2	1.6	2	811	501	3574	50	54	50	100	21	47	26	0.1	32	4	433	5	506	20	40	235	132	203	13	97
3494	40	7.3	4	41.5	3.4	1.7	2	910	594	3672	50	69	50	100	26	46	24	0.1	40	4	470	5	411	20	40	335	133	335	14	106
3495	38.9	6.1	3.7	44.8	3.1	1.6	1.9	863	472	3502	50	55	50	100	21	47	19	0.1	35	4	425	5	423	20	30	258	117	430	13	100
3496	34.8	7.8	4.7	45.6	3.8	1.2	2.1	850	636	4513	50	70	50	100	18	40	29	0.1	28	4	275	5	576	20	31	246	141	210	17	131
3497	41.2	7.5	4.4	39.6	3.4	1.9	2	906	597	4262	50	78	50	100	29	43	30	0.1	45	4	425	5	420	20	46	315	142	268	15	98
3498	43.5	7.6	4.6	36.3	3.5	2	2.5	906	639	4202	50	77	50	100	30	56	37	0.1	34	4	476	5	437	20	40	300	164	266	16	110
3499	37.8	6.8	4.3	43.9	3.5	1.5	2.2	852	587	3474	50	69	50	100	21	45	27	0.1	34	4	372	5	494	20	35	217	127	176	13	103
3500	35.4	6.8	4.6	46.3	3.6	1.4	1.9	842	509	4112	50	63	50	100	20	43	23	0.1	25	4	327	5	555	20	30	249	127	207	15	100
3501	39.5	6.7	3.6	43.3	3.2	1.6	2	804	505	3283	50	66	50	100	20	44	20	0.1	39	4	418	5	398	20	32	298	116	171	11	82
3502	41.7	7.3	4.4	38.9	3.6	1.8	2.3	934	644	3523	50	79	50	100	26	48	27	0.1	43	4	422	5	392	20	40	197	142	192	15	101
3504	41.6	7.3	4.6	38.3	3.6	1.9	2.6	927	583	3687	50	84	50	100	28	47	37	0.1	38	4	419	5	496	20	38	205	141	179	16	106
3505	41.9	6.9	4.2	39.2	3.4	1.9	2.5	890	498	3663	50	75	50	100	24	49	29	0.1	30	4	417	5	523	20	30	225	139	179	13	98
3506	42.2	7.5	4.8	37.1	3.7	2.3	2.5	945	651	3680	50	89	50	100	28	54	36	0.1	36	4	323	5	416	20	38	233	149	180	17	97
3507	47.7	7.6	4.9	30.6	4.3	2.4	2.5	1049	721	3605	50	102	50	100	34	59	41	0.1	29	4	364	5	464	20	34	267	152	378	22	198
3508	41.1	7.5	4.7	39	3.5	1.7	2.5	798	517	3561	50	79	50	100	23	67	34	0.1	27	4	332	5	545	20	30	227	166	165	14	92
3509	46	7.5	4.6	33.6	3.6	2	2.7	958	697	3762	50	97	50	100	31	57	39	0.1	33	4	388	5	465	20	38	232	152	211	17	111
3510	35.8	6.6	4	46.7	3.4	1.6	1.9	799	402	3419	50	44	50	100	14	41	25	0.1	24	4	327	5	605	20	31	230	137	150	11	66
3511	37.8	6.5	4.2	44.4	3.3	1.7	2.1	837	503	3013	50	67	50	100	17	46	28	0.1	21	4	287	5	522	20	30	175	122	127	10	59
3512	35.9	6.8	4.2	45.8	3.7	1.6	2.1	816	394	3268	50	49	50	100	13	47	26	0.1	19	4	320	5	594	20	30	274	131	153	12	68
3513	44.4	7.6	5.1	33.7	4.7	2.2	2.5	983	701	3729	50	76	50	100	25	59	46	0.1	31	4	274	5	421	20	33	283	155	237	22	127
3514	43.4	7.3	4.6	36.8	3.6	1.9	2.4	998	588	3740	50	82	50	100	27	56	37	0.1	25	4	413	5	496	20	30	254	145	204	15	116
3515	43.9	8.2	4.8	34.2	3.7	2.3	2.9	1112	615	3607	50	107	50	100	46	77	38	0.1	42	4	402	5	491	20	40	214	153	182	21	101
3516	50.3	6.7	6.3	21.7	11.1	1.8	2.1	1169	443	3405	50	74	50	100	11	56	37	0.1	10	4	304	5	459	20	30	281	158	804	44	645
3517	47.8	8.1	5.8	25.1	8.9	1.9	2.3	1092	531	3133	50	83	50	100	26	48	58	0.1	15	4	332	5	414	20	30	242	152	676	43	470
3518	48.5	7.6	5.6	26.6	7.3	2.1	2.3	1121	438	3781	50	63	50	100	21	53	37	0.1	10	4	408	5	452	20	30	251	160	622	32	404
3519	47.7	7.7	5.1	29.6	5.1	2.5	2.3	998	530	3789	50	60	50	100	26	60	34	0.1	10	4	234	5	383	20	30	230	159	457	24	169
3520	47.4	7	5.3	29.4	6.8	1.9	2.3	1072	481	3522	50	78	50	100	24	59	35	0.1	12	4	348	5	489	20	30	226	146	583	32	411
3521	51.9	6.9	6.6	19.1	11.4	2	2.1	1072	480	3213	50	90	50	100	29	67	43	0.1	10	4	313	5	424	20	30	230	131	999	49	681
3522	48.5	7.1	5.8	25.3	9.2	1.8	2.2	1042	545	3150	50	75	50	100	22	52	37	0.1	10	4	345	5	469	20	30	338	136	767	44	599
3523	48.2	8.2	5.4	26.6	6.8	2.1	2.7	1028	666	3644	50	82	50	100	30	51	35	0.1	19	4	379	5	440	20	30	284	150	468	30	351

Sample No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sh	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3524	47.4	8.8	4.9	29.1	5.5	1.9	2.4	972	562	3699	50	70	50	100	25	48	35	0.1	17	4	443	5	508	20	30	234	144	352	22	239
3525	51.6	7.2	6	21.7	9.4	1.8	2.3	1116	485	3143	50	76	50	100	21	57	49	0.1	10	4	280	5	383	20	30	205	147	587	43	560
3526	47	8.1	5.6	27.8	6.5	2	2.9	1145	816	3729	50	97	50	100	29	53	57	0.1	29	4	362	5	404	20	35	231	166	468	33	332
3527	43.7	7.2	5.1	34.5	5.1	2.3	2.2	911	504	3645	50	54	50	100	22	59	33	0.1	12	4	242	5	455	20	30	244	159	498	23	164
3528	35.9	6.5	3.8	47.7	2.8	1.2	2.1	868	289	2751	50	71	50	100	15	48	25	0.1	10	4	306	5	473	20	30	214	114	99	6	45
3530	39	7	4	43.2	2.8	1.4	2.4	852	307	3099	50	95	50	100	20	54	27	0.1	10	4	293	5	502	20	30	265	137	121	5	48
3531	42.6	8	4.5	36.7	3.5	2.2	2.4	867	489	3466	50	94	50	100	26	50	36	0.1	22	4	273	5	400	20	30	225	153	137	14	68
3532	40.5	6.8	4.8	39.2	4.3	2.2	2.3	958	594	3285	50	74	50	100	24	63	39	0.1	19	4	239	5	474	20	30	213	142	176	18	96
3533	40.9	7.3	4.3	39.9	3.7	1.8	2.2	899	391	3356	50	69	50	100	22	47	30	0.1	10	4	298	5	486	20	30	275	132	172	13	77
3534	40.7	7.2	5.2	38.2	4.4	2.2	2.1	1012	475	3825	50	63	50	100	22	50	37	0.1	17	4	247	5	453	20	30	239	158	293	18	94
3535	39.2	7.2	4.4	42.2	3.1	1.4	2.6	919	411	3449	50	87	50	100	26	64	31	0.1	10	4	336	5	601	20	30	240	145	142	10	79
3536	48.8	7.2	5.5	27.8	6.4	2.1	2.3	1199	420	3535	50	83	50	100	27	51	37	0.1	10	4	359	5	437	20	30	318	136	542	28	355
3537	49.7	6.4	5.8	26.4	7.6	1.9	2.2	1130	401	3551	50	67	50	100	20	50	42	0.1	10	4	331	5	435	20	30	282	142	574	33	459
3538	52.9	5.6	7	16.6	14.1	1.6	2.1	1095	182	2458	50	67	50	100	16	56	32	0.1	10	4	265	5	373	20	30	266	100	912	56	1008
3539	53.5	5	6.4	19.3	12.5	1.6	1.7	1005	100	2401	50	59	50	100	10	34	20	0.1	10	4	286	5	423	20	30	339	73	760	32	754
3540	51.4	5.1	6.4	21.2	12.6	1.5	1.9	1045	100	2461	50	54	50	100	13	40	25	0.1	10	4	303	5	463	20	30	334	90	698	40	828
3541	47.7	7.1	4.5	32.9	3.2	2.1	2.5	976	407	3900	50	80	50	100	29	48	30	0.1	10	4	436	5	483	20	30	352	141	215	10	93
3542	44.7	7.2	4.3	36	3.3	1.9	2.5	977	369	3568	50	85	50	100	27	42	28	0.1	10	4	438	5	518	20	30	300	141	185	9	91
3543	43.2	8.1	4.3	36.8	3.4	1.7	2.6	873	430	4102	50	78	50	100	25	42	26	0.1	10	4	406	5	513	20	30	299	159	186	13	83
3544	46.4	8.1	4.6	32.5	3.6	2.2	2.7	1001	594	3682	50	95	50	100	34	50	33	0.1	12	4	359	5	433	20	30	247	140	169	14	104
3545	47.5	7.6	5.2	31	4	2.4	2.3	954	451	3884	50	66	50	100	23	56	38	0.1	10	4	272	5	435	20	30	286	158	215	15	100
3546	39	6.5	4.4	43.8	2.8	1.3	2.3	996	279	3302	50	73	50	100	17	56	28	0.1	10	4	390	5	524	20	30	437	123	164	5	67
3547	44.1	6.4	4.5	38.4	2.6	1.5	2.4	948	331	3735	50	81	50	100	20	50	28	0.1	10	4	398	5	501	20	30	543	135	153	6	68
3548	45.9	7.6	5.2	34.2	2.9	1.4	2.7	1129	487	4043	50	97	50	100	23	60	30	0.1	10	4	398	5	540	20	30	335	131	148	5	66
3549	43.8	6.6	4.3	38.3	2.8	1.6	2.7	891	351	3641	50	85	50	100	20	54	27	0.1	10	4	365	5	540	20	30	334	126	173	5	83
3550	44.2	6.6	5	37	3.1	1.5	2.5	1097	382	3805	50	82	50	100	18	52	30	0.1	10	4	376	5	515	20	30	334	126	173	5	83
3551	47.7	6.4	5.3	32.8	3.5	2.1	2.1	1114	402	3829	50	81	50	100	18	61	40	0.1	10	4	401	5	510	20	30	413	135	374	8	140
3552	46.5	6.8	4.9	34.4	3.4	1.6	2.4	989	367	3658	50	85	50	100	21	52	40	0.1	10	4	368	5	466	20	30	313	142	292	9	145
3553	44.9	8.7	5.5	32.1	4.1	2.4	2.2	1063	914	4394	50	94	50	100	33	58	44	0.1	24	4	298	5	422	20	30	268	140	226	18	128
3554	43.6	5.9	6.1	36	5.7	1.1	1.6	1608	100	3488	50	61	50	100	10	60	35	0.1	10	4	633	5	656	20	30	466	90	657	7	319
3555	46.2	6.9	5.3	34.5	3.1	1.5	2.5	1324	328	3607	50	113	50	100	23	57	35	0.1	10	4	553	5	530	20	30	346	132	290	7	117
3556	44.1	6.1	5.7	33.8	6.9	1.3	2	1533	208	3029	50	92	50	100	19	53	34	0.1	10	4	441	5	641	20	30	351	118	655	24	456
3558	46.4	7.9	6.1	31	3.8	2.5	2.3	1053	730	5002	50	66	50	100	23	59	46	0.1	10	4	265	5	449	20	30	314	155	286	19	176
3559	45.4	7.9	5	34.8	3.2	1.4	2.4	947	482	4104	50	92	50	100	20	48	42	0.1	10	4	312	5	460	20	30	272	162	192	9	93
3560	42.3	7.6	5.2	37.7	4	1.4	1.8	972	283	3560	50	54	50	100	13	45	29	0.1	10	4	303	5	539	20	30	263	116	238	7	140



Sample No	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3561	50	8.5	7.6	25.1	3.1	3.4	2.3	1171	1286	5506	50	94	50	100	33	61	48	0.1	10	4	286	5	370	20	30	323	174	202	18	121
3562	46.7	8.1	5.7	31	4	2.2	2.3	1131	933	3918	50	96	50	100	33	46	48	0.1	22	4	342	5	387	20	30	298	163	213	16	113
3563	45.4	7.8	5.5	31.6	5.3	2.3	2.1	1119	762	3814	50	105	50	100	35	45	61	0.1	31	4	326	5	450	20	35	229	141	387	23	245
3564	46.4	8.1	5.8	31.5	3.5	2.5	2.2	1076	836	4681	50	89	50	100	31	55	44	0.1	12	4	299	5	447	20	30	311	141	170	16	117
3565	46.6	7.4	6.3	28.8	6.8	1.9	2.2	1177	573	3553	50	93	50	100	34	51	44	0.1	10	4	326	5	447	20	30	207	140	485	27	374
3566	61.3	7.1	5	16.6	5.7	1.9	2.3	866	547	3604	50	72	50	100	30	103	30	0.1	10	4	343	5	437	20	30	191	95	362	27	290
3567	57.6	5.1	6.6	12.5	15.3	1.5	1.4	1008	498	2980	66	108	50	131	15	94	27	0.1	10	4	233	5	404	20	30	160	92	1058	64	862
3569	59.9	6.7	5.5	15.4	8.1	2	2.3	884	575	3623	50	81	50	119	31	100	32	0.1	10	4	307	5	447	20	30	145	105	558	37	444
3570	61.1	6.9	5.7	15.7	7	1.9	1.7	917	524	4005	50	67	50	100	29	93	29	0.1	10	4	310	5	407	20	30	192	96	502	31	351
3572	60.7	7.6	6.3	14.9	6.5	2.3	1.6	1015	476	3669	50	53	50	100	31	114	45	0.1	10	4	277	5	360	20	30	154	121	287	29	143
3586	60	9.2	5.1	18.6	3.2	1.8	2	884	587	5198	50	57	50	100	30	115	27	0.1	10	4	419	5	534	20	30	224	108	177	17	91
3587	60.5	10.4	5.2	16.2	3.7	1.5	2.3	872	502	4893	50	79	50	100	33	108	25	0.1	10	4	423	5	565	20	30	282	104	164	15	85
3588	61.3	9.3	5.2	16.8	3.2	1.8	2.4	908	521	4755	50	72	50	106	31	105	28	0.1	10	4	408	5	462	20	30	171	113	158	16	81
3589	60.5	8.7	5	18	3.5	1.9	2.4	891	536	4239	50	70	50	100	38	111	27	0.1	10	4	406	5	522	20	30	198	109	183	16	101
3590	66.1	8.2	5.4	11.6	3.5	2.7	2.5	860	726	4611	50	72	50	100	38	112	43	0.1	10	4	384	5	574	20	30	159	110	141	17	80
3591	62.7	8.4	5.6	14.8	3.7	2.7	2.2	1038	786	5287	50	55	50	102	36	104	31	0.1	10	4	413	5	461	20	30	187	110	133	20	79
3592	60.6	8	4.5	19.4	3.3	2.1	2	893	532	4358	50	59	50	100	29	88	28	0.1	10	4	440	5	519	20	30	273	95	155	15	85
3593	62.4	8.3	5.4	16	3.4	2.4	2.1	991	676	5562	50	50	50	100	30	100	24	0.1	10	4	420	5	491	20	30	228	111	152	18	83
3594	61.3	7.4	4.5	18.8	3.3	2.4	2.3	863	585	3923	50	62	50	112	27	95	28	0.1	10	4	400	5	498	20	30	173	97	137	15	85
3595	60.9	8	4.7	19.2	3.1	2.2	2	902	557	4443	50	60	50	100	34	92	28	0.1	10	4	415	5	555	20	30	188	103	167	17	84
3596	58.3	5.5	5.5	16.1	11.4	1.6	1.7	922	486	2901	50	54	50	100	23	109	25	0.1	10	4	310	5	473	20	30	400	69	469	40	573
3597	57.9	4.8	6	12.8	15.8	1.4	1.4	956	456	2227	60	67	50	133	16	85	23	0.1	10	4	248	5	438	20	30	163	69	639	54	811
3598	58.6	6.7	4.6	19.1	7.1	2	1.9	860	477	3200	50	67	50	126	24	84	23	0.1	10	4	334	5	494	20	30	186	92	363	29	324
3599	57.9	6.7	4.7	21.4	4.7	2.2	2.3	905	572	3831	50	68	50	131	31	93	29	0.1	10	4	359	5	495	20	30	189	114	254	23	153
3600	60.1	7	4.7	18.2	5.5	2.1	2.3	852	541	3503	50	74	50	118	30	89	31	0.1	10	4	354	5	534	20	30	167	101	308	24	231
3601	56	7.3	5	21.4	6.7	1.8	2	905	533	3547	50	59	50	142	23	98	37	0.1	10	4	322	5	490	20	30	267	107	382	27	247
3602	60.5	6.3	5	18	5.8	2.3	2.1	856	515	3583	50	61	53	128	31	94	36	0.1	10	4	358	5	478	20	30	254	99	393	32	284
3603	61.1	7.3	5.1	17.7	4.7	2.1	2	901	474	4403	50	55	55	104	35	110	30	0.1	10	4	358	5	490	20	30	267	107	382	27	247
3604	58.5	7.1	5	18.3	6.8	2.1	2.1	886	499	3498	50	59	56	140	28	88	31	0.1	10	4	350	5	473	20	30	211	110	398	25	200
3605	60.5	6.1	5.3	15.9	8.3	2.1	1.9	863	465	3099	50	63	78	126	29	88	30	0.1	10	4	269	5	439	20	30	173	105	414	33	305
3606	59.5	6.8	5.5	17.4	6.6	2.2	2.1	895	472	3875	50	56	93	156	30	90	31	0.1	10	4	316	5	436	20	30	279	120	506	33	297
3609	61.2	7.9	4.4	18	4	2.3	2.2	824	467	3567	50	69	84	131	35	85	24	0.1	10	4	365	5	489	20	30	163	98	213	21	159
3610	61.4	8	4.4	17.8	4.4	1.9	2	798	437	3427	50	65	98	105	41	93	23	0.2	10	4	369	5	548	20	30	174	93	210	23	189
3611	61.8	7.2	4.4	17.4	4.5	2.4	2.3	787	501	3711	50	61	82	126	30	90	25	0.1	10	4	358	5	479	20	31	229	105	274	23	193
3612	62.9	7.4	4.7	16.5	4.2	2.2	2.1	810	499	3822	50	70	75	100	35	100	26	0.1	10	4	361	5	488	20	31	211	93	235	19	163

Sample No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Mn	P	Ti	Li	B	Y	La	Pb	Zn	Cu	Ag	As	Cd	Ba	Bi	Sr	Sn	Sb	Zr	V	Cr	Co	Ni
3613	61.4	7.7	4.5	17.5	4	2.5	2.4	842	499	3964	50	72	71	126	32	92	27	0.1	10	4	355	5	464	20	31	188	106	226	20	149
3614	62.6	7.7	4.5	16.1	4.3	2.3	2.5	783	511	3563	50	68	77	120	33	98	27	0.1	10	4	355	5	494	20	30	199	104	211	22	181
3615	58.3	7.5	4.4	20.7	4.4	2.2	2.6	840	487	3838	50	68	74	140	30	92	24	0.1	10	4	390	5	542	20	30	216	112	232	22	172
3616	59.1	7	4.4	20.7	4	2.4	2.5	879	483	3911	50	69	91	147	32	88	25	0.1	10	4	366	6	520	20	32	174	111	218	20	133
3617	59.3	7.5	5	19.2	4.2	2.5	2.4	929	509	4442	50	60	89	150	31	94	33	0.1	10	4	376	6	498	20	31	199	133	221	21	113
3618	60.8	6.9	4.8	18.5	4.3	2.5	2.3	860	440	4085	50	60	95	153	30	102	31	0.1	10	4	368	7	519	20	30	254	129	337	23	153
3619	62.4	7.9	4.7	17.3	4.4	1.8	1.6	875	418	4079	50	54	83	100	36	98	26	0.1	10	4	396	5	566	20	30	269	88	281	20	172
3620	59.1	7.3	4.7	18.7	5.5	2.4	2.2	907	459	3936	50	63	111	174	30	86	30	0.1	10	4	366	7	536	20	41	224	124	387	28	232
3621	57.5	7.7	4.4	20.9	4.7	2.3	2.6	879	511	4090	50	79	80	160	29	85	26	0.1	10	4	390	5	533	20	30	190	119	279	21	167
3622	58.1	7.6	4.9	19.3	5.2	2.3	2.6	926	522	3847	50	88	59	144	37	84	29	0.1	10	4	360	5	523	20	30	226	118	360	25	225
3623	57.1	7.6	5	19.5	6.3	2.3	2.3	932	524	4149	50	73	54	167	31	76	27	0.1	10	4	390	5	482	20	35	299	116	392	28	297
3624	60.6	7.7	5.1	16.9	5.2	2.4	2.3	960	483	4265	50	85	50	162	42	105	29	0.1	10	4	365	5	445	20	30	286	105	279	23	208
3625	60.9	7.4	5.8	16.1	5.6	2.5	1.7	980	341	4681	50	82	50	100	39	88	23	0.1	10	4	386	5	460	20	30	300	87	369	20	194
3626	58.5	7.6	5.7	16	8.6	1.8	1.7	1006	460	3974	50	78	50	103	34	90	23	0.1	10	4	352	5	459	20	30	311	84	465	29	385
3627	64.3	8.5	5	14.6	4	2	1.5	860	463	3860	50	74	50	100	40	89	23	0.1	10	4	384	5	456	20	30	187	69	211	16	138
3660	56.2	6.4	4.1	25.4	3.3	2.3	2.3	815	553	3496	50	66	50	104	33	99	32	0.1	10	4	318	5	557	20	30	172	100	122	16	76
3661	60	6.2	4.3	21.3	3.6	2.8	2	784	403	3822	50	54	50	100	23	72	29	0.1	10	4	333	5	476	20	30	144	95	151	16	91
3662	58.2	5.9	4.3	25.6	2.7	1.6	1.7	822	352	4058	50	61	50	100	32	81	23	0.1	10	4	398	5	460	20	30	279	102	131	13	57
3663	49.7	5.7	3.6	34.5	2.9	1.6	2	763	388	3875	50	54	50	100	26	60	18	0.1	13	4	370	5	634	20	37	174	97	137	11	53
3665	55.2	6.4	3.7	25.4	3.2	4	2.1	764	428	3295	50	165	50	100	35	80	22	0.1	10	4	326	5	819	20	30	159	93	90	12	49
3666	57.9	6.1	4.1	25.6	2.7	1.8	1.8	787	333	4421	50	110	50	100	34	77	19	0.1	10	4	376	5	695	20	30	210	101	101	12	49



نقشه زمین شناسی جزئی

60-15

60

60 00

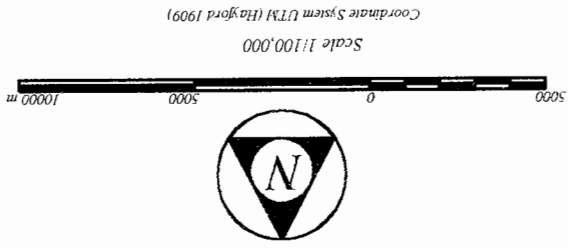




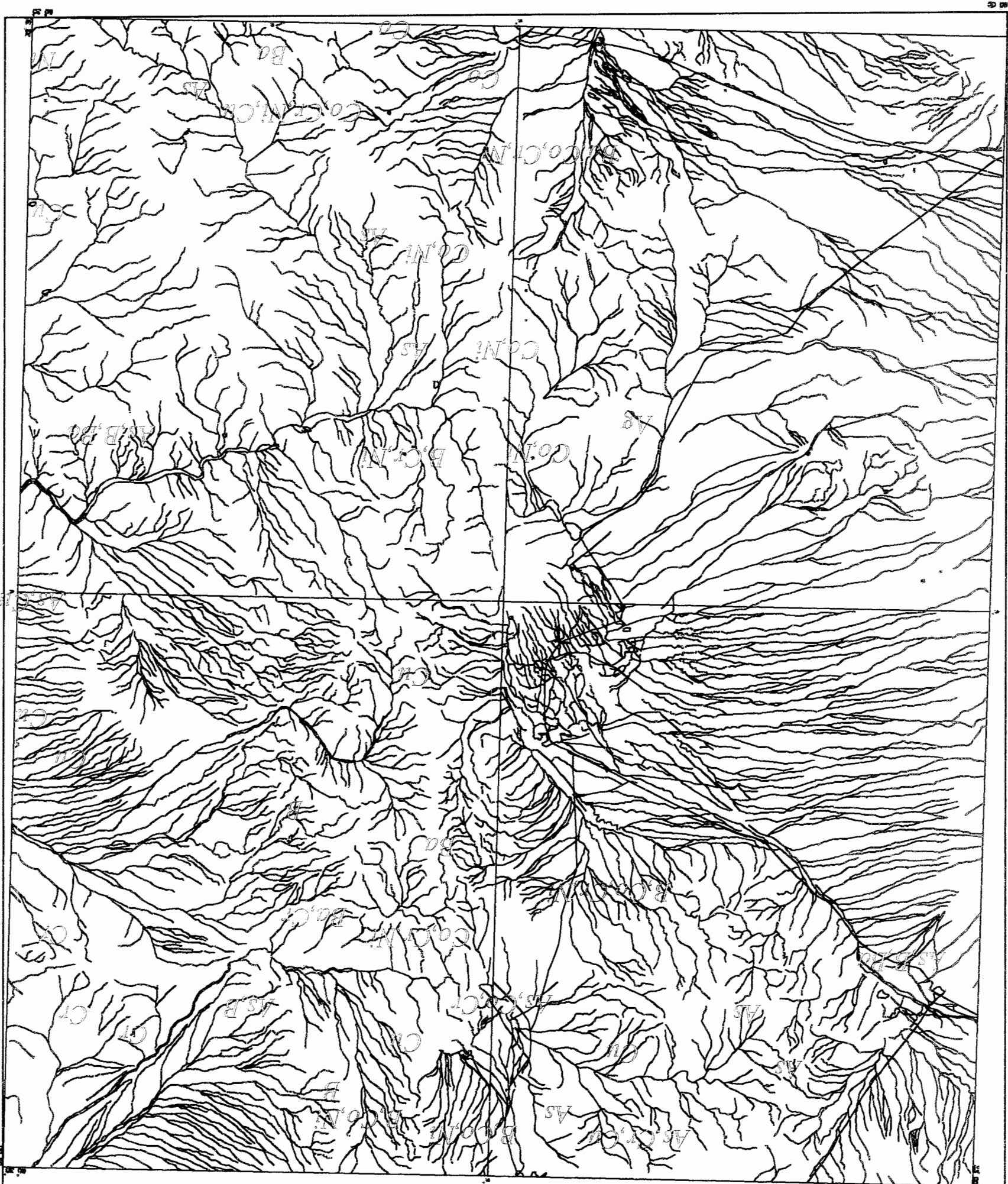
نقشه (۱-۲): محدوده آنومالیهای پندست آمله داده‌های شاتجی فنی شدگی از روشی بندگی فازی در برکه ۱:۱۰۰,۰۰۰

**LEGEND**

- Type Of Anomaly
- Drainage
- Road
- Populated Area
- Unit of Anomaly Area (250 × 250 m)



Scale=1:100,000	Date: October 2003	Map No.6
Grid Estimate Map of Distribution of Fuzzy Clustered Data		
Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet		



Gazic (8055 )

نقشه (D-4): محدوده آنومالیهای بلستی آمده داده‌های جام از روشهای فرکتالی در برگیرنده 1:1,000,000

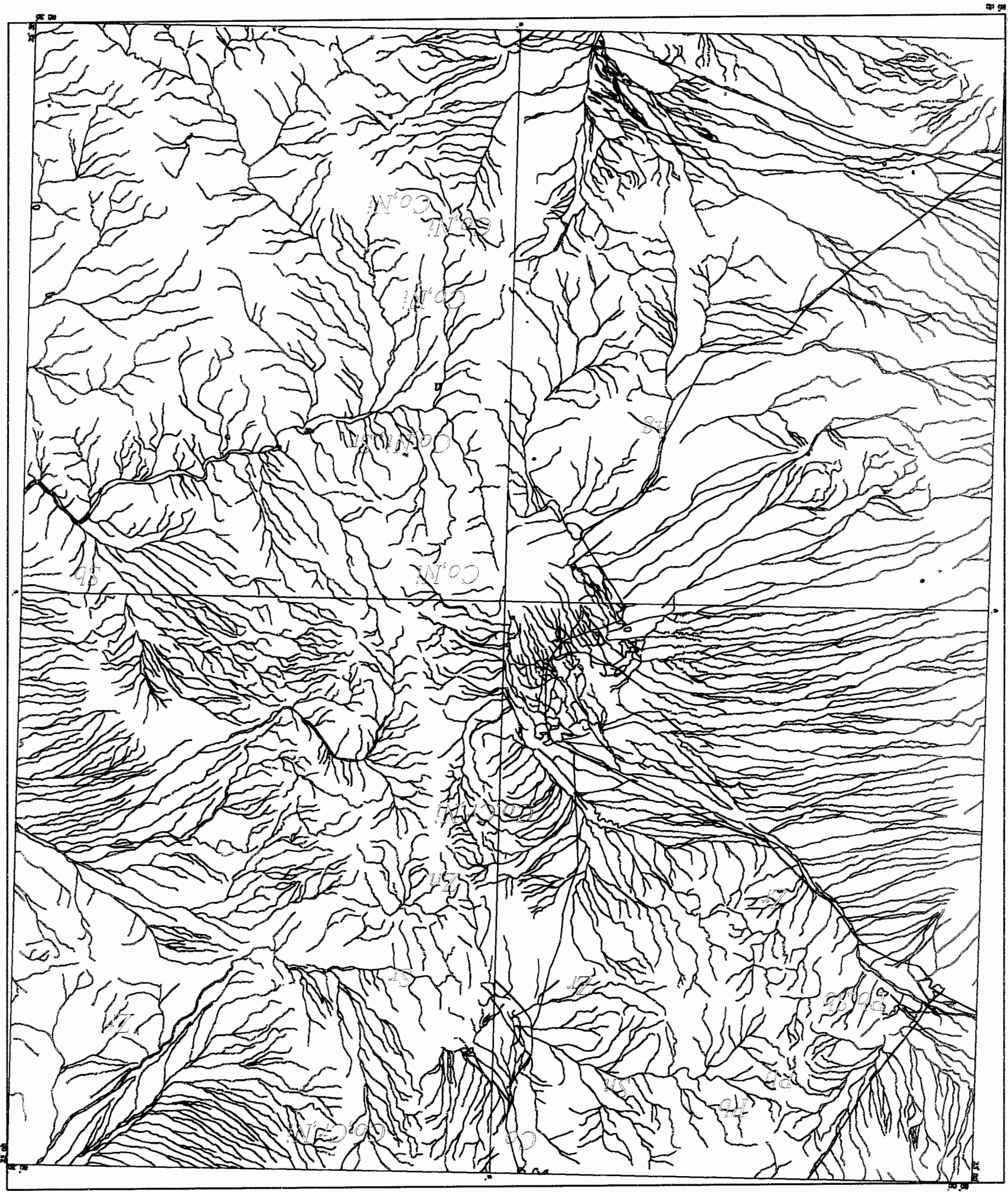
Regional Geochemical & Heavy Mineral  
Exploration in Gazic 1:1100,000 Sheet  
Grid Estimate Map of Distribution  
of Fractale Data  
Date: Octabr 2003 Map No.5  
Scale=1:100,000

Scale 1:1100,000  
Coordinate System UTM (Hayford 1909)



**LEGEND**

- Type Of Anomaly
- Drainage
- Road
- Populated Area
- Unit of Anomaly Area (250 \* 250 m)



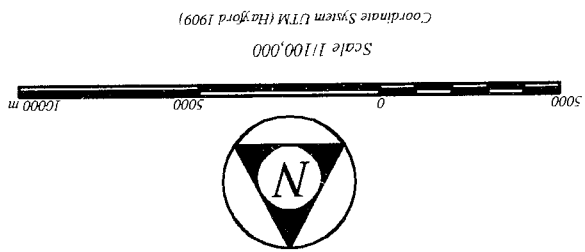
Gazic ( 8055 )





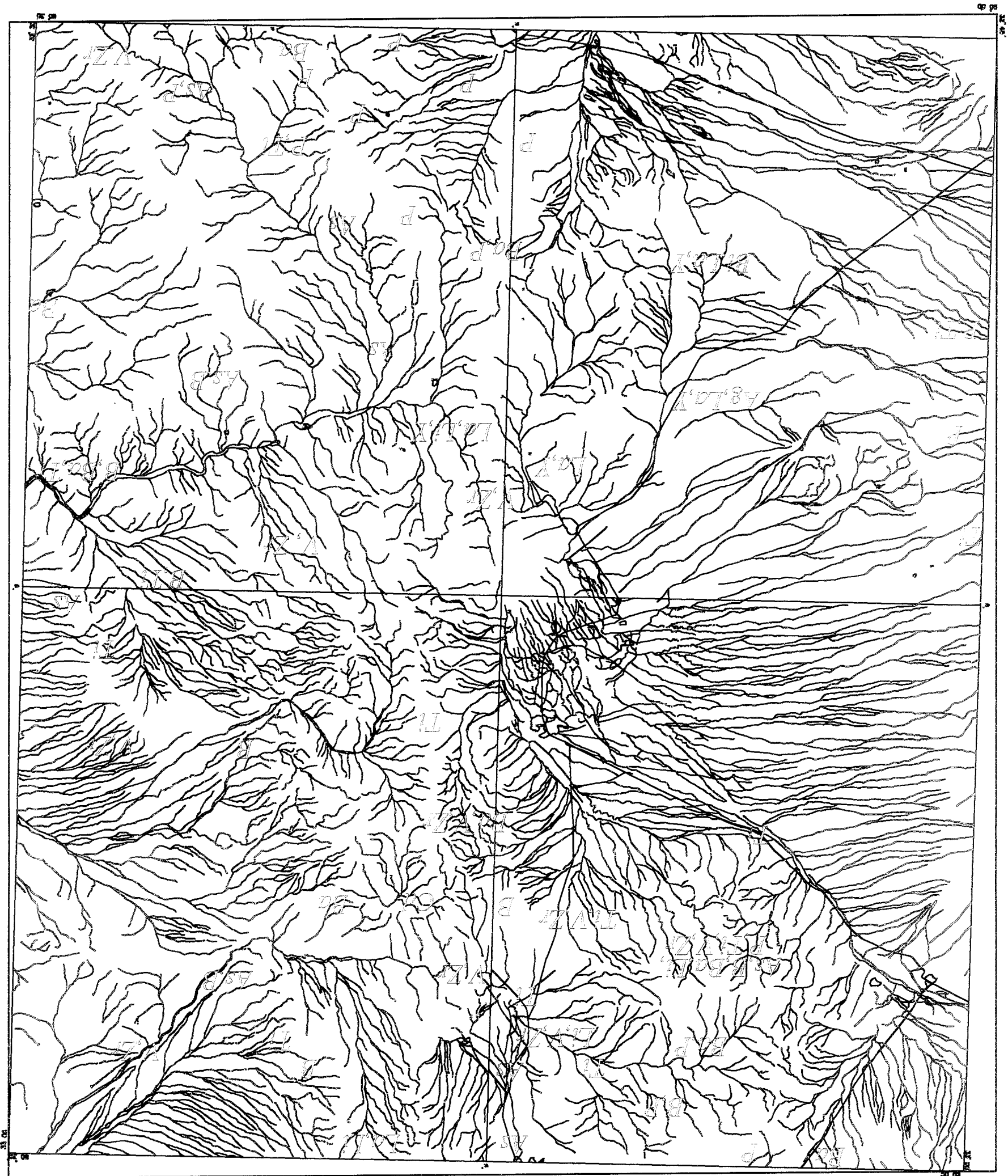
نقشه (۵-۳): محدوده آبراههای پستی آلوده داده‌های خام از روشهای آماری در برکه ۱:۱۰۰,۰۰۰ کرک

Regional Geochemical & Heavy Mineral  
Exploration in Gazi 1/100,000 Sheet  
Grid Estimate Map of Distribution  
of Raw Data  
Date: Osnb 2003 Map No.4  
Scale: 1:100,000



LEGEND

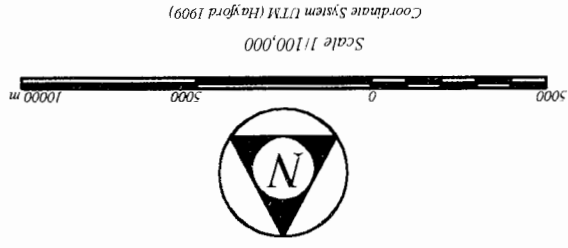
- Type Of Anomaly
- Drainage
- Road
- Populated Area
- Unit of Anomaly Area 250 × 250 m



Gazic (8055 )

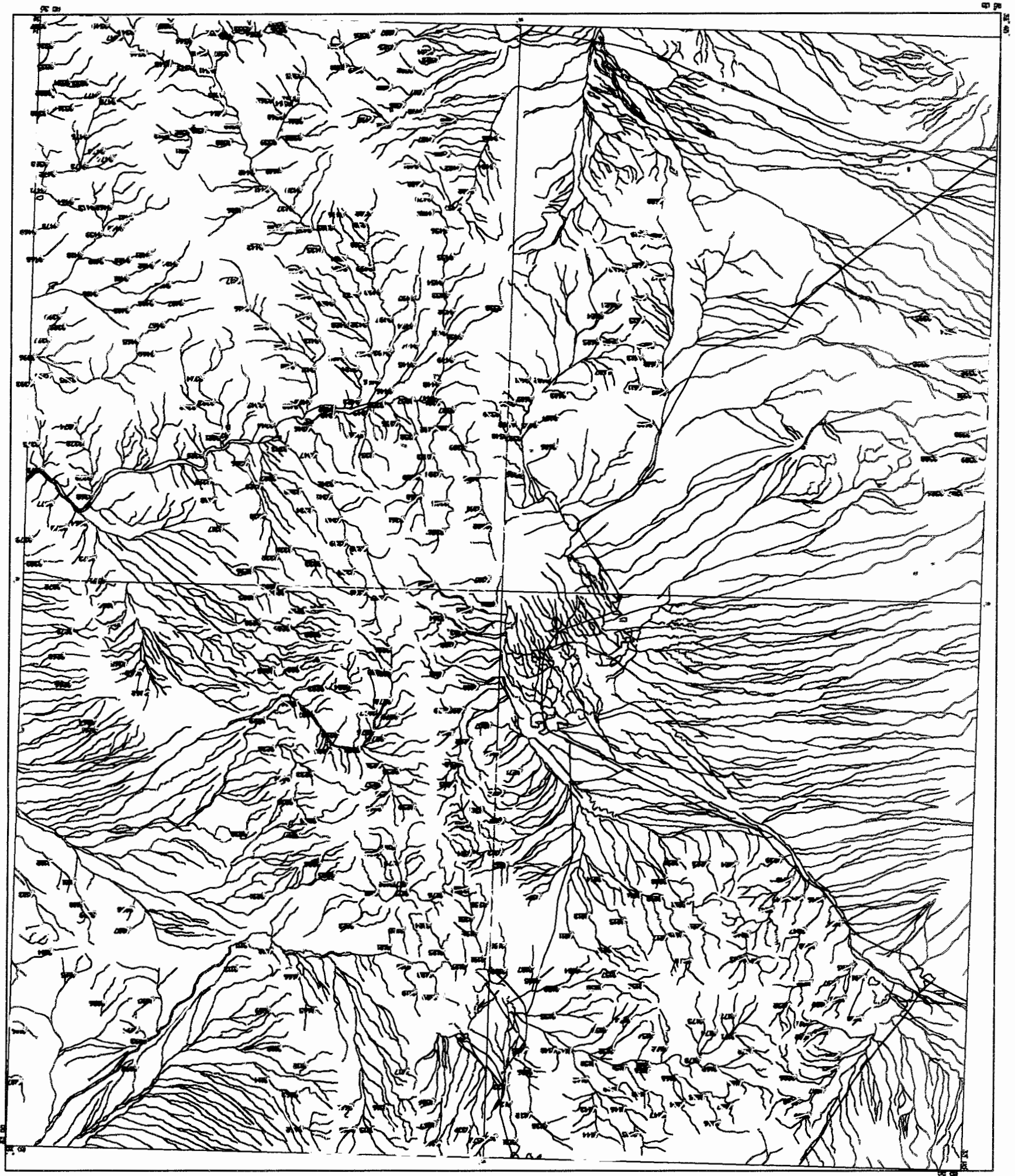
نقشه (0-1): پلی گونهای استخراج شده در تحقیق زمینشناسی در برکه کزیرگی 1:100,000

Regional Geochemical  
Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet  
polygons Map  
in Gazic  
Date: October 2003  
Map No.2  
Scale=1:100,000



**LEGEND**

- Geochemical Sample
- Drainage
- Road
- Populated Area
- Polygons Area

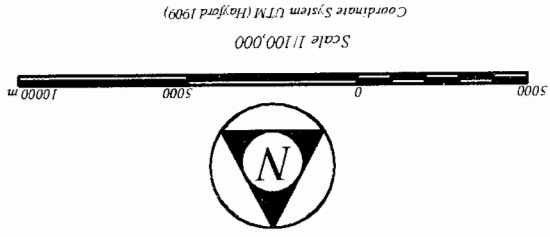


Gazic ( 8055 )



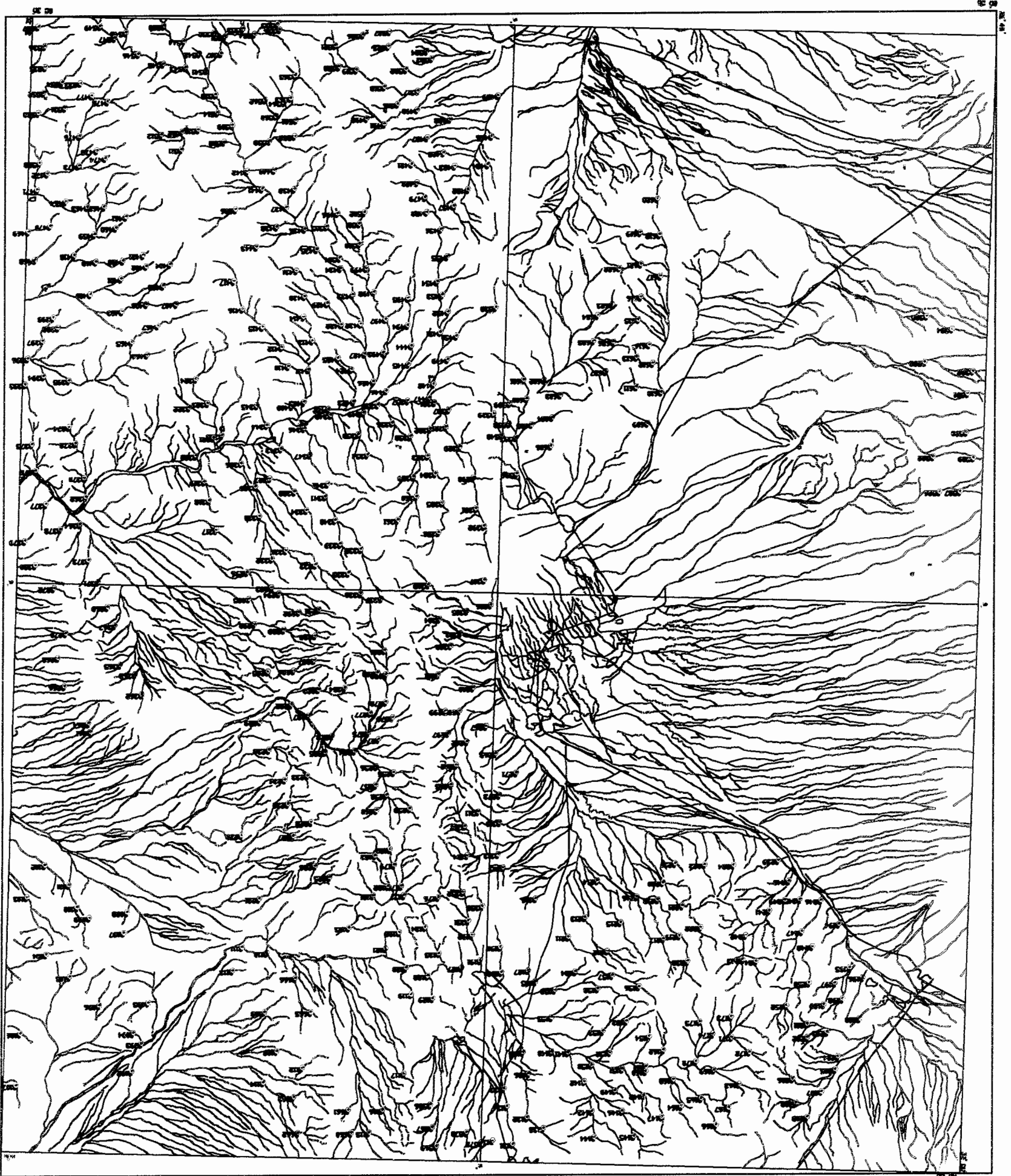
نقشه (۳-۱): نقاط نمونه برداری شده در بزرگه ۱:۱۰۰,۰۰۰

Regional Geochemical  
Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet  
Sample Points Map  
in Gazic  
Scale=1:100,000 Date: October 2003 Map No.1



**LEGEND**

- Populated Area
- Road
- Drainage
- Geochemical Sample



Gazic ( 8055 )