

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی معدن و ژئوفیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف معدن

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی منطقه گزیک

محقق:

انور کامکاررجبی

استاد راهنما:

دکتر علی مرادزاده

استاد مشاور:

دکتر منصور ضیایی

زمستان ۱۳۸۲

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱): موقعیت برگه‌های مختلف در منطقه گزیک	۸
شکل (۲-۱): موقعیت تقریبی برگه ۱/۱۰۰۰۰ گزیک در روی نقشه ایران	۹
شکل (۳-۱): جزئیات محدوده مورد مطالعه	۹
شکل (۱-۳): هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های ژئوشیمیایی بر اساس	۲۴
شکل (۲-۳): هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های تک‌سنگی با نمایش	۲۵
شکل (۳-۳): هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های دوسنگی با نمایش	۲۶
شکل (۴-۳): پارامترهای آماری شاخص غنی‌شدگی متغیر Zn	۳۷
شکل (۵-۳): نمایش هندسی قطاع‌های پوشش دهنده یک	۴۲
شکل (۶-۳): نقشه توزیع شاخص غنی‌شدگی عنصر مس	۴۷
شکل (۷-۳): نقشه مناطق امید بخش کلیه عناصر موجود	۴۸
شکل (۸-۳): نقشه عکس حاصل ضرب احتمال رخدادها	۵۹
شکل (۱-۴): دیاگرام آنالیز خوشه‌ای مربوط به	۶۶
شکل (۲-۴): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی‌سازی	۷۵
شکل (۳-۴): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی‌سازی	۷۶
شکل (۴-۴): نقشه توزیع فاکتور دوم	۷۸
شکل (۱-۵): نقشه آنومالی‌های بدست آمده	۸۴

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۷	جدول (۱-۲): علامت اختصاری واحدهای زمین‌شناسی موجود
۲۸	جدول (۱-۳): مقادیر کلارک و نسبت ماکزیمم به مینیمم بعضی
۳۲	جدول (۲-۳): علائم اختصاری و خلاصه‌سازی سنگ‌های بالادست
۳۳	جدول (۳-۳): مقادیر میانه عناصر برای جوامع با حداقل هشت نمونه، قبل از
۳۳	جدول (۴-۳): مقادیر میانه عناصر برای جوامع با حداقل هشت نمونه، بعد از
۳۸	جدول (۵-۳): مقادیر خارج از رده شاخص‌های غنی‌شدگی
۳۹	جدول (۶-۳): پارامترهای آماری مربوط به لگاریتم توزیع شاخص‌غنی‌شدگی
۵۶	جدول (۷-۳): مقادیر احتمال رخداد نمونه‌ها و مجموع احتمال رخداد
۶۳	جدول (۱-۴): ضرایب همبستگی عناصر مختلف در
۷۰	جدول (۲-۴): نتایج آنالیز فاکتور بر روی مقادیر شاخص غنی‌شدگی
۷۳	جدول (۳-۴): ماتریس ضرایب فاکتوری قبل از دوران
۷۳	جدول (۴-۴): ماتریس ضرایب فاکتوری بعد از دوران

فهرست

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۱-۱-۱-۱	مقدمه
۱-۱-۲-۱	تاریخچه
۱-۱-۳-۱	اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای
۱-۱-۴-۱	محل و موقعیت جغرافیایی
۱-۱-۵-۱	سابقه مطالعات در منطقه
۱-۱-۶-۱	هدف از مطالعه حاضر
۱-۱-۷-۱	ساختار پایان‌نامه
۱۲	فصل دوم: کلیات
۱-۲-۱-۱	مقدمه
۱-۲-۲-۱	اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای
۱-۲-۳-۱	اطلاعات اولیه موجود
۱-۲-۴-۱	شرایط آب و هوایی و راه‌های دسترسی به منطقه
۱-۲-۵-۱	زمین‌شناسی گزیک
۱-۲-۵-۲-۱	سکانس افیولیتی
۱-۲-۵-۲-۲	سکانس ماگمایی ولکانیک مافیکی و اولترامافیکی
۱-۲-۵-۲-۳	سکانس ماگمایی ولکانیکی و آذرآواری حدواسط تا اسیدی
۱-۲-۵-۲-۴	سکانس ماگمایی پلوتونیک مافیک تا حدواسط
۱-۲-۵-۲-۵	سکانس رسوبی-شیمیایی
۱-۲-۵-۲-۶	سکانس رسوبی-آواری
۲۰	فصل سوم: تجزیه و تحلیل تک‌متغیره داده‌ها
۱-۳-۱-۱	مقدمه
۱-۳-۲-۱	محاسبات آماری تک‌متغیره
۱-۳-۲-۳-۱	محاسبه پارامترهای آماری و رسم هیستوگرام

- ۳-۳- جدایش جوامع سنگی ۲۲
- ۳-۳-۱- رده‌بندی نمونه‌های ژئوشیمیایی بر حسب تعداد سنگ بالادست ۲۳
- ۳-۴- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه‌ای ۲۷
- ۳-۴-۱- نقش سنگ بستر در ایجاد آنومالی‌های کاذب ۲۷
- ۳-۴-۲- تغییرپذیری سنگ بستر ۲۷
- ۳-۴-۳- بررسی مقادیر کلارک سنگ‌های رخنمون‌دار در منطقه ۲۷
- ۳-۵- پردازش جوامع سنگی ۲۹
- ۳-۵-۱- پردازش داده‌های جوامع تک‌سنگی ۲۹
- ۳-۵-۲- پردازش داده‌های جوامع دوسنگی ۳۰
- ۳-۵-۳- پردازش داده‌های جوامع سه‌سنگی ۳۰
- ۳-۵-۴- پردازش داده‌های جوامع چهارسنگی ۳۰
- ۳-۵-۵- پردازش داده‌های جوامع پنج‌سنگی ۳۱
- ۳-۵-۶- پردازش داده‌های جوامع بیش از پنج سنگ ۳۱
- ۳-۶- خلاصه‌سازی واحدهای سنگی ۳۱
- ۳-۷- بکارگیری آنالیز خوشه‌ای به منظور رده‌بندی جوامع با تعداد نمونه کمتر از ۸ ۳۲
- ۳-۸- محاسبه شاخص غنی‌شدگی ۳۴
- ۳-۹- محاسبه پارامترهای آماری شاخص غنی‌شدگی ۳۵
- ۳-۱۰- تبدیل توزیع داده‌ها به نرمال ۳۸
- ۳-۱۱- ترسیم نقشه‌ها ۴۰
- ۳-۱۲- روش تخمین شبکه‌ای ۴۲
- ۳-۱۳- رسم نقشه توزیع شاخص غنی‌شدگی هر یک از عناصر ۴۵
- ۳-۱۴- معرفی مناطق امیدبخش ۴۶
- ۳-۱۴-۱- آنومالی‌های بدست آمده از نقشه‌های EI ۴۶
- ۳-۱۴-۱-۱- آنومالی‌های آرسنیک (As) ۴۶
- ۳-۱۴-۱-۲- آنومالی بر (B) ۴۶
- ۳-۱۴-۱-۳- آنومالی‌های باریم (Ba) ۴۶
- ۳-۱۴-۱-۴- آنومالی‌های کرومیت (Cr) ۴۶
- ۳-۱۴-۱-۵- آنومالی‌های مس (Cu) ۴۹
- ۳-۱۴-۱-۶- آنومالی‌های منگنز (Mn) ۴۹
- ۳-۱۴-۱-۷- آنومالی‌های نیکل (Ni) ۴۹
- ۳-۱۴-۱-۸- آنومالی‌های سرب (Pb) ۴۹
- ۳-۱۴-۱-۹- آنومالی‌های استرانسیم (Sr) ۵۰

۵۰	..... ۱۰-۱-۱۴-۳- آنومالی‌های تیتانیوم (Ti)
۵۰	..... ۱۱-۱-۱۴-۳- آنومالی‌های روی (Zn)
۵۰	..... ۱۲-۱-۱۴-۳- آنومالی‌های وانادیوم (V)
۵۰	..... ۱۳-۱-۱۴-۳- آنومالی‌های فسفر (P)
۵۱	..... ۱۴-۱-۱۴-۳- آنومالی‌های کبالت (Co)
۵۱	..... ۱۵-۱-۱۴-۳- آنومالی‌های زیرکونیوم (Zr)
۵۱	..... ۲-۱۴-۳- آنومالی‌های چندعنصری بدست آمده از نقشه EI کل
۵۱	..... ۱-۲-۱۴-۳- برگه آواز
۵۱	..... ۲-۲-۱۴-۳- برگه خوشاب
۵۲	..... ۳-۲-۱۴-۳- برگه دستگرد
۵۲	..... ۴-۲-۱۴-۳- برگه اسداباد
۵۲	..... ۱۵-۳- محاسبه احتمال رخداد هر یک از شاخص‌های غنی‌شدگی
۵۵	..... ۱۶-۳- نقشه عکس حاصل ضرب احتمال رخدادها در تعداد نمونه‌ها

۶۱

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل چندمتغیره

۶۱	..... ۱-۴- مقدمه
۶۱	..... ۲-۴- تعیین ضرایب همبستگی
۶۴	..... ۳-۴- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای
۶۴	..... ۱-۳-۴- تجزیه و تحلیل نوع R-Mode
۶۴	..... ۲-۳-۴- تجزیه و تحلیل نوع Q-Mode
۶۶	..... ۴-۴- تجزیه فاکتوری
۷۷	..... ۵-۴- نقشه امتیازات فاکتوری
۷۹	..... ۱-۵-۴- آنومالی‌های حاصل از آنالیز فاکتوری
۷۹	..... ۱-۱-۵-۴- فاکتور اول
۷۹	..... ۲-۱-۵-۴- فاکتور دوم
۷۹	..... ۳-۱-۵-۴- فاکتور سوم
۷۹	..... ۴-۱-۵-۴- فاکتور چهارم
۸۰	..... ۵-۱-۵-۴- فاکتور پنجم
۸۰	..... ۶-۱-۵-۴- فاکتور ششم
۸۰	..... ۷-۱-۵-۴- فاکتور هفتم

۸۳	.....	۱-۵- آنومالی شماره ۱
۸۳	.....	۲-۵- آنومالی شماره ۲
۸۳	.....	۳-۵- آنومالی شماره ۳
۸۵	.....	۴-۵- آنومالی شماره ۴
۸۵	.....	۵-۵- آنومالی شماره ۵
۸۵	.....	۶-۵- آنومالی شماره ۶
۸۵	.....	۷-۵- آنومالی شماره ۷
۸۶	.....	۸-۵- آنومالی شماره ۸
۸۶	.....	۹-۵- آنومالی شماره ۹
۸۶	.....	۱۰-۵- آنومالی شماره ۱۰
۸۶	.....	۱۱-۵- آنومالی شماره ۱۱
۸۷	.....	۱۲-۵- پیشنهادات
۸۸	.....	منابع

پیوست‌ها

۹۰	.....	پیوست ۱
۱۱۴	.....	پیوست ۲
۱۳۶	.....	پیوست ۳
۱۵۲	.....	پیوست ۴
۱۷۲	.....	پیوست ۵

فصل اول

۱-۱- مقدمه

اکتشافات مواد معدنی شامل روش‌های متعددی است که به منظور حل یک یا چند مشکل اکتشافی ابداع و توسعه یافته است. این روش‌ها شامل اکتشافات چکشی، اکتشافات ژئوشیمیایی، اکتشافات ژئوفیزیکی، دورسنجی و ... است. هر یک از این روش‌ها مزایا و معایبی دارد که با توجه به نوع اکتشاف، دقت اکتشاف، محدودیت‌های مکانی و زمانی، کسب حداکثر بازده با کمترین هزینه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ژئوشیمی اکتشافی روش اکتشافی نوین است که دارای سه بخش اساسی نمونه‌برداری، تجزیه نمونه‌ها و پردازش، ارائه و تفسیر داده‌های بدست آمده از تجزیه شیمیایی نمونه‌های سنگ، خاک، آب، گیاه و هواست. امروزه روش‌های اکتشاف ژئوشیمیایی به‌طور گسترده به عنوان ابزاری کارآمد در اکتشافات ناحیه‌ای و محلی به‌کار گرفته می‌شوند [۵]. این روش‌ها به علت صرفه اقتصادی، سرعت در عمل و گستردگی مناطق تحت پوشش، از اهمیت زیادی برخوردارند. ژئوشیمی اکتشافی و پی‌جویی‌های ژئوشیمیایی در واقع کاربرد عملی قوانین ژئوشیمی محض و روش‌های تجزیه مواد همراه با تجزیه و تحلیل‌های آماری برای پیدا کردن کانسارها، منابع نفت و گاز است.

یکی از هدف‌های به‌کارگیری اکتشافات ژئوشیمیایی آن است که بتوانیم مقادیر غیرعادی فلزات یا ناهنجاری^۱ ژئوشیمیایی مثبت یا منفی را که با کانی‌سازی ارتباط دارد، تعیین کنیم. به عبارت دیگر، روش‌های متداول در اکتشافات ژئوشیمیایی در واقع بر اساس پیدا کردن ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی مثبت در محیط‌های متفاوت نمونه‌برداری شکل یافته است. این محیط‌ها شامل محیط‌های سنگی، خاک، رسوبات آبراهه‌ای، آب‌های سطحی و زیرزمینی، محیط‌های زیستی و هواست.

۱- Anomaly

خواصی است که در ارتباط با ماهیت عنصر می‌باشد و گروه دوم خواصی است که از طریق محیط مهاجرت به آن اعمال می‌گردد. مانند خواص سیالات که نقش فاز متحرک را در مهاجرت عناصر ایفا می‌کند [۲].

۱-۲- تاریخچه

از سال ۱۹۳۸ که برای اولین بار درس اکتشافات ژئوشیمیایی در زادگاه این علم یعنی کشور روسیه، در دانشگاه مسکو در حکم درسی اصلی به دانشجویان زمین‌شناسی و معدن عرضه شد، اکتشافات ژئوشیمیایی در حکم شاخه‌ای از علوم زمین‌شناسی و معدن پا به عرصه وجود گذاشت [۵].

کریستین فردریک شون بن^۱ از کشور سوئیس واژه ژئوشیمی را برای اولین بار در سال ۱۸۴۲ معرفی کرد. سپس در سال‌های حدود ۱۹۵۰-۱۹۰۰ افرادی چون اف. دبلیو. کلارک^۲ (۱۹۳۱-۱۸۴۱) از آمریکا و ... به علم ژئوشیمی در عرصه علوم عینیت عملی بخشیدند. آنگاه کاربرد این علم در اکتشاف مواد معدنی مورد توجه افرادی چون سفرونوف^۳ (۱۹۸۲-۱۹۰۴) و وی. ای. سوکولوف^۴ (۱۹۷۱-۱۹۰۰) از روسیه قرار گرفت. سفرونوف اولین کسی بود که علم اکتشافات ژئوشیمیایی را بنیان نهاد و سپس افرادی چون سوکولوف و ای. ای. فرسمن^۵ از روسیه آن را در عمل به کار بردند [۵].

اکتشافات ژئوشیمیایی سطحی از زمان باستان مطرح بوده است. زمین‌شناس قدیمی جرج آگریکولا در کتابش^۶ در سال ۱۵۴۶ میلادی گزارش کرد که در گذشته‌های دور از آبهای طبیعی، چشمه‌ها و ویژگی‌های گیاهان در اکتشاف رگه‌های معدنی پنهان استفاده می‌شده است. با این حال

۱- Christian Friedrich Schonbein

۲- F. W. Clarke

۳- Safaronov

۴- V. A. Sokolov

۵- E. A. Fersman

۶- De Re Metallica

اکتشافات ژئوشیمیایی نوین را در شوروی سابق فرسمن در اوایل دهه ۱۹۳۰ میلادی بنیان‌گذاری کرد. اولین برنامه اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس بزرگ، در کشور شوروی سابق در سال ۱۹۳۲ میلادی با نمونه‌برداری از خاک شروع شد. تجزیه نمونه‌ها با استفاده از طیف‌نگار نشری و با اندازه‌گیری عناصری مثل مس، قلع، سرب، روی، نیکل و تنگستن انجام یافت [۵].

پس از جنگ جهانی دوم اکتشافات ژئوشیمیایی در کشورهای اسکاندیناوی و سایر کشورها، نظیر آمریکا (۱۹۴۷)، جمهوری چک (۱۹۵۲)، انگلستان (۱۹۵۴) و فرانسه (۱۹۵۵) رواج یافت. امروزه در تمام دنیا به طور وسیعی برای اکتشافات کانسارهای پنهان از این روش‌ها استفاده می‌شود. اکتشافات ژئوشیمیایی در ایران نیز از دهه ۴۰ شمسی به بعد برای پی‌جویی کانسارها به کار گرفته شد.

۱-۳- اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراه‌های

روش اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراه‌های متداول‌ترین شیوه اکتشافات ژئوشیمیایی مقدماتی است که برای اکتشافات مقیاس کوچک و متوسط کاربرد دارد. این روش به‌طور وسیعی برای پی‌جویی‌های ناحیه‌ای و شناسایی مقدماتی نواحی امید بخش کانی‌ساز در مناطقی که دارای آبراه هستند و وسعت حوزه آبریز زیاد باشد، به کار می‌رود. از طرفی مشکلات جداکردن کانی‌ها (در روش کانی‌سنگین) و یا آب (در روش هیدروژئوشیمیایی) را ندارد و قابل کاربرد در وضعیت‌های آب و هوایی متفاوت است. روش فوق در مناطق حاره‌ای و آب و هوای نسبتاً سرد کاربرد دارد. اگر چه وضعیت غیر بارانی ترجیح داده می‌شود، زیرا نمونه‌های رسوبات خشک قابل استفاده است، ولی برای مناطق با بارندگی متوسط ایده‌آل است. در مناطق بیابانی و کویری این روش کاربردی ندارد، زیرا باران در حد کافی نمی‌بارد که باعث ایجاد آبراهه و ته‌نشست رسوبات شود [۵]. روش اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات آبراه‌های برای اکتشاف کانسارهای چند فلزی مثل کانسارهای حاوی عناصر Ni, Co, Sb, Cu, Zn و Pb نیز خیلی خوب است، ولی با اندازه‌گیری عناصر دیگری مثل Hg, Mo, Bi و Ag می‌توان از

آن به عنوان نشانه کانی‌سازی کانسارهای دیگر استفاده کرد. همچنین این روش برای مطالعات زیست محیطی به کار می‌رود که در این صورت نمونه سطحی برداشت می‌شود.

رسوبات آبراهه‌ای در واقع یک نمونه ترکیبی از مواد فرسایش یافته از سنگ‌های بالادست حوضه آبریز است. بنابراین وجود ناهنجاری در این رسوبات از وجود یک منبع پرعیار در بالادست آن حکایت می‌کند. مثلاً در وضعیت‌های آب‌وهوایی مختلف آب‌های جوی باعث تجزیه کانی‌ها، به خصوص کانی‌های سولفیدی می‌شود و عناصر کمیاب همراه آنها را به فواصل دورتر منتقل می‌کند. این عناصر به منظور نشانه و راهنما برای پیدا کردن محل کانسارها به کار می‌رود. اگر چه پیدا کردن ناهنجاری در محل آبراهه‌ها خود نشان‌دهنده کانسار در محل نیست، بلکه با توجه به تحرک عناصر می‌توان منشأ اولیه این عناصر (توده کانساری) را با توجه به اطلاعات بدست آمده شناسایی کرد. همچنین نفوذ آبهای زیرزمینی یا سیلاب‌های بارانی می‌تواند منشأ این عناصر باشد.

اساس روش اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای بر مبنای هاله‌های ثانویه قرار دارد. این هاله‌ها در واقع بر اساس مهاجرت عناصر در رسوبات آبراهه‌ای ایجاد می‌شود. معمولاً عناصر کمیاب سازنده هاله‌ها را می‌توان به ۵ گروه طبقه‌بندی کرد:

۱- عناصری که به هنگام نوسازی کانی‌های رسی در شبکه آنها جای می‌گیرند. مثلاً فلدسپات‌ها هوازده می‌شوند و به صورت رس ته‌نشست می‌گردند.

۲- گیر افتادن عناصر کمیاب در هیدروکسیدهای آهن و منگنز به هنگام رسوب‌گذاری.

۳- جذب سطحی در کانی‌ها و مواد آلی به خصوص جذب عناصری مثل Cu, Co, Zn, U, Mo و

Ni

۴- عناصر کمیابی که توسط چرخه بیوژئوشیمیایی مهاجرت می‌کنند و یا بر اثر تجزیه مواد آلی

آزاد می‌شوند.

۵- مقدار کمی از عناصر نیز به صورت محلول در محیط‌های سیال مثل آب‌های جوی یا مواد

آلی محلول (نفت و گاز) مهاجرت می‌کنند مثل Pb و Zn, Cu, Ni, Co, Sb.

با توجه به موارد فوق، این روش برای اکتشافات ژئوشیمیایی به طور عمومی بسیار مفید و برای اکتشاف کانسارهای چندفلزی مناسب‌تر است. روش اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای برای اکتشاف کانسارهای مدفون در زیر رسوبات فصلی حاشیه رودخانه‌ها (Overbank survey) نیز به کار می‌رود [۵]. مثلاً در جنوب معدن چوکی کاماتا در کشور شیلی در بین رسوبات حاشیه رودخانه‌ها یک کانسار بزرگ دیگری از مس کشف شده که حاصل هوازدگی و ته‌نشست آب در بین این رسوبات بوده است [۵]. از این جهت، توجه به محل رسوبات قدیمی رودخانه‌ها از نظر اکتشافی می‌تواند مهم باشد.

به طور کلی چگالی نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای، تابع دانسیته آبراهه‌ها در حوضه آبریز است. این مقدار می‌تواند با توجه به شرایط مختلف اندازه یک نمونه برای هر ۱ تا ۱۰ کیلومتر مربع باشد [۶]. معمولاً نمونه را از رسوبات جدید و از محل آبراهه‌های خشک برداشت می‌کنند. نمونه‌برداری معمولاً از عمق ۲۰ یا ۳۰ سانتی‌متری به بعد انجام شده و وزن نمونه برداشت شده در حدود ۰/۵ کیلوگرم می‌باشد [۶].

رسوبات رودخانه‌ای بویژه اجزاء سیلیسی و رسی آنها اساس بررسی اکثر حوضه‌های آبریز را تشکیل می‌دهد. چگالی نمونه‌برداری در این روش زیاد تغییر می‌کند و بستگی به موضوع تحت بررسی دارد. ابعاد شبکه نمونه‌برداری ممکن است به بزرگی یک نمونه برای هر ۱۰۰ یا ۲۰۰ کیلومترمربع باشد ولی اغلب یک نمونه، پوششی در حدود چند کیلومترمربع را داراست. در امتداد رودخانه‌های اصلی دو یا سه نمونه برای هر کیلومترمربع کافی است. از محل‌های نزدیک به انشعاب رودخانه‌های اصلی به فرعی باید الزاماً نمونه‌برداری کرد [۲].

معمولاً ۵۰ گرم از مواد برای مقاصد تجزیه‌ای کافی است. اگر به دلیل نبود مواد ریزتر لازم باشد که از مواد درشت‌تر نمونه‌برداری شود، مقدار بیشتری از نمونه لازم خواهد بود. برای اطمینان از کافی بودن مواد نمونه‌برداری (متناسب با اندازه قطر ذرات) بهتر است رسوبات خیس را همان طوری که برداشت شده‌اند الک کرده و سپس چون ذرات کوچکتر از مش هشتاد (۸۰-) برای تجزیه ترجیح داده می‌شوند، می‌توان به اندازه لازم از این مش را جدا نمود [۲].

نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای باید حتی‌الامکان از وسط رودخانه انجام شود تا اینکه نمونه‌ها معرفی برای ناحیه آبریز باشند. در نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای از برداشت مواد آلی باید اجتناب کرد زیرا:

۱- اغلب به علت ارتباط با پدیده جذب، غلظت فلزات در آنها بالا و بی‌رویه است.

۲- این مواد در بعضی روش‌های تجزیه‌ای بویژه انواع کالوریمتری^۱ تداخل کرده و مزاحمت ایجاد می‌کند.

البته در موارد خاصی، تجزیه جداگانه مواد آلی و هیدرواکسیدهای آهن و منگنز خود در معرفی آنومالی‌ها می‌توانند سودمند باشند. باید خاطر نشان ساخت که تفسیر داده‌های حاصل از بررسی مواد آلی و هیدرواکسیدهای آهن و منگنز مشکل است. تجربه نشان داده است که در موارد چندی آنومالی غلظت فلزات در این مواد از انواع بی‌اهمیت بوده و ارتباطی با کانی‌سازی ندارد [۲].

به طور کلی چگالی نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای، تابع دانسیته آبراهه‌ها در حوضه آبریز است. این مقدار می‌تواند با توجه به شرایط مختلف اندازه یک نمونه برای هر ۱ تا ۱۰ کیلومتر مربع باشد [۱۱]. با در نظر گرفتن این موضوع تعداد ۵۱۱ نمونه ژئوشیمی از منطقه مورد مطالعه برداشت شده است که متوسط یک نمونه برای هر ۴/۸ کیلومتر مربع را معرفی می‌کند.

۱- Colorimetric

پس از این مرحله، نمونه‌های برداشت شده آماده می‌شوند و برای تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه فرستاده می‌شوند. حاصل نهایی تجزیه شیمیایی نمونه‌ها آن است که داده‌ها غلظت عناصر مورد اندازه‌گیری در نمونه‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به این داده‌ها و پس از یک سری تجزیه و تحلیل‌های آماری، نمونه‌های دارای غلظت زیاد و در نهایت مناطق دارای ناهنجاری شناسایی می‌شوند. در تفسیر و تعیین مناطق ناهنجار باید به عواملی نظیر شدت ناهنجاری، عناصر همراه، طبیعت آبراهه‌ها، زمین‌شناسی محلی، مقدار مواد آلی، وجود اکسیدهای منگنز و آهن و PH رسوبات توجه کرد.

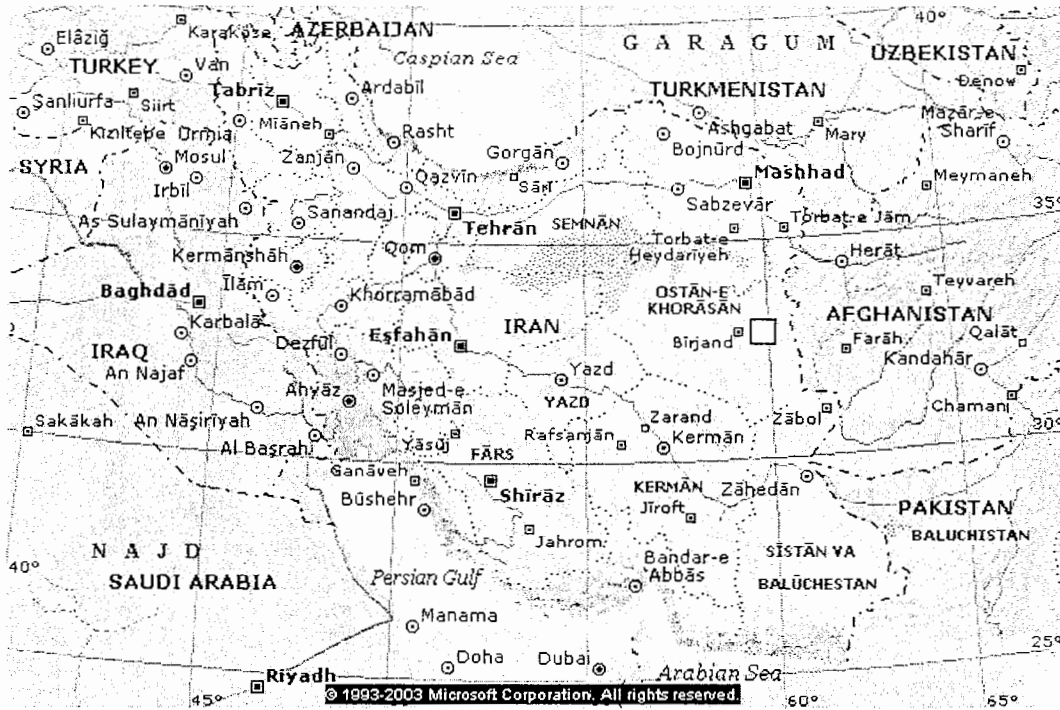
اکثر کشورهای جهان و همچنین ایران از روش رسوبات رودخانه‌ای در بسیاری از مناطق استفاده کرده و برای تفسیر آنالیزهای بدست‌آمده، روش‌های آماری را به کار برده‌اند. در ایران اکثر برگه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ از قبیل مرزن‌آباد، کامیاران، دامغان، فیروزکوه، تربت جام و ... توسط سازمان زمین‌شناسی و شرکت‌های دیگر بدین روش نمونه‌برداری و به روش‌های آماری تفسیر شده‌اند.

۴-۱- محل و موقعیت جغرافیایی

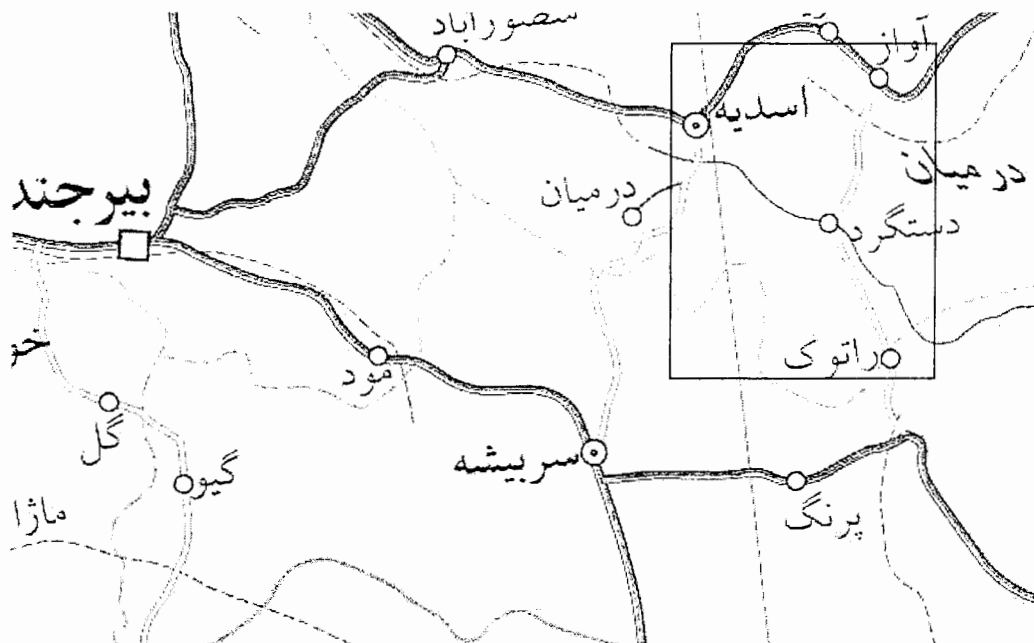
منطقه مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی $۶۰^{\circ} ۳۰'$ تا $۶۰^{\circ} ۰۰'$ و همچنین عرض‌های $۳۲^{\circ} ۳۰'$ تا $۳۲^{\circ} ۰۰'$ واقع است. این منطقه در استان خراسان و در حدود ۱۰۰ کیلومتری شرق بیرجند و در نزدیکی مرز افغانستان واقع شده است. این منطقه شامل چهار برگه ۱/۵۰۰۰۰ با موقعیت زیر می‌باشد (شکل ۱-۱). همچنین محدوده مورد نظر در شکل‌های (۱-۲) و (۱-۳) در مقیاس‌های مختلف آورده شده است.

برگه آواز	برگه اسدآباد
برگه خوشاب	برگه دستگرد

شکل (۱-۱): موقعیت برگه‌های مختلف در منطقه گزیک



شکل (۱-۲): موقعیت تقریبی برگه ۱/۱۰۰۰۰۰۰ گزیک در روی نقشه ایران [۲۰]



شکل (۱-۳): جزئیات محدوده مورد مطالعه با مقیاس ۱/۳۰۰۰۰۰ [۱۰]

۱-۵- سابقه مطالعات در منطقه

در سال‌های ۱۹۷۷ و ۱۹۷۸ شرکت فرانسوی BRGM اکتشافات ژئوشیمیایی مقدماتی در این منطقه و اطراف آن را انجام داد. در ابتدا نقشه زمین‌شناسی منطقه در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ توسط این شرکت تهیه شد. در طول تهیه این نقشه و بعد از کامل شدن آن رخنمون‌های سنگی منطقه توسط کارشناسان این شرکت مورد پی‌جویی قرار گرفت. همچنین نمونه‌برداری ژئوشیمیایی از رسوبات رودخانه‌ای و کانی سنگین توسط کارشناسان آن شرکت به انجام رسید. مطالعات آزمایشگاهی از قبیل دیرینه‌شناسی، سنگ‌شناسی، متالورژی، آنالیزهای شیمیایی، کانی‌شناسی، آزمایش‌های اشعه X و ... در فرانسه توسط آزمایشگاه این شرکت انجام شد.

در این برگه نمونه‌برداری از رسوباتی صورت گرفته که شامل رخنمون‌های فلیشی، رسوبات نئوژن و سنگ‌های ولکانیکی جوان است. به علاوه نواحی دربرگیرنده توده‌های نفوذی گرانیتی به‌صورت کانی سنگین نمونه‌برداری شده‌است. در طرح اولیه شبکه نمونه‌برداری این شرکت برای رسوبات رودخانه‌ای به‌صورت ۱ نمونه در هر ۲ کیلومترمربع و ۱ نمونه در هر ۴ کیلومترمربع برای کانی سنگین بوده است [۱۱]. ولی در عمل با توجه با داده‌های موجود، کل نمونه‌های برداشت شده ۵۱۱ نمونه ژئوشیمیایی و ۲۱ نمونه کانی سنگین می‌باشد که با طرح اولیه مطابقت ندارد. همچنین داده‌های موجود فقط به صورت مقدماتی مورد ارزیابی قرار گرفته است [۱۱]. اشاره می‌گردد که نتایج مقدماتی شامل نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای، کانی سنگین و تعدادی نمونه سنگی است و نهایتاً نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ از زمین‌شناسی منطقه ارائه شده که روی آن بعضی از اندیس‌های معدنی مشخص شده است.

این اطلاعات سبب شد تا برای کامل شدن مطالب و برای اینکه این اطلاعات مورد تفسیر اکتشافی درستی قرارگیرند و آنومالی‌های منطقه مشخص شوند، پروژه حاضر تعریف شده و انجام شود.

۱-۶- هدف از مطالعه حاضر

با توجه به زمین‌شناسی منطقه به نظر می‌رسد که منطقه از نظر زمین‌شناسی اقتصادی غنی‌شدگی‌هایی از جمله وجود اندیس‌های کرومیت، منیزیم، مس، آهن، سرب و روی و سایر عناصر را نشان بدهد. همچنین با توجه به نمونه‌های گرفته شده از رسوبات رودخانه‌ای و از طرفی با توجه به اینکه تفسیر اکتشافی جامع و درستی تاکنون روی آنالیزهای فوق انجام نشده‌است، به نظر می‌رسد که بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی حاصل ضروری باشد. به همین خاطر ابتدا داده‌های موجود توسط روش‌های آماری تک‌متغیره مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. سپس با دسته‌بندی نمونه‌ها جامعه همگن تشکیل و توسط آمار چندمتغیره (آنالیز فاکتوری) مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و توسط این روش‌ها مناطق امیدبخش اولیه برای عناصر مختلف مشخص می‌شود.

۱-۷- ساختار پایان‌نامه

پس از این فصل که مقدمه‌ای برای پروژه است، در فصل دوم کلیاتی در مورد زمین‌شناسی، موقعیت جغرافیایی و آب‌وهوایی منطقه آورده شده‌است. در فصل سوم داده‌های موجود توسط آمار تک‌متغیره مورد آنالیز قرار گرفت (نرم‌افزار SPSS). سپس با دسته‌بندی داده‌ها و برای تشکیل جامعه همگن، مقادیر زمینه (میانه جوامع) و شاخص‌های غنی‌شدگی نمونه‌ها مورد محاسبه قرار گرفت. سپس مقادیر بدست آمده از شاخص‌های غنی‌شدگی توسط نرم‌افزار تخمین شبکه‌ای مورد تخمین قرار گرفته و نقشه‌های مناطق آنومال رسم شد. پس از آن احتمال رخداد هر یک از شاخص‌های غنی‌شدگی محاسبه شده و نقشه کلی این مقادیر بدست آمد. در فصل چهارم شاخص‌های غنی‌شدگی محاسبه شده، توسط روش‌های چندمتغیره (آنالیز فاکتوری و آنالیز خوشه‌ای) مورد بررسی قرار گرفت و نقشه فاکتورهای بدست آمده رسم شد تا مناطق امیدبخش در منطقه مشخص شود. در فصل پنجم از جمع‌بندی نتایج بدست آمده چندین منطقه آنومال مشخص و پیشنهاداتی نیز آورده شده‌است.

فصل دوم

۲-۱- مقدمه

اکتشافات ناحیه‌ای (در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰) در زمره عملیات اکتشافی زیر بنایی به حساب می‌آید که هدف آن شناخت نواحی پتانسیل‌دار است. برای نیل به این هدف، از روش‌های مختلف ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و اطلاعات ماهواره‌ای می‌توان بهره برد. برداشت ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای نیز یکی از این روش‌هاست که می‌تواند با نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای انجام پذیرد. پروژه حاضر نتیجه بررسی و مطالعات بخشی از طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک می‌باشد که در محدوده برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک (Gazik) انجام گرفته است.

۲-۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای

به طور تجربی ثابت شده است که رسوبات آبراه‌های 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 است، بسیار مؤثر واقع می‌شود. بدیهی است که اهداف اکتشافی این نوع بررسی‌ها با اهدافی نظیر تشخیص الگوهای ناحیه‌ای، برای توزیع عناصر متفاوت است [۶] و بدین جهت باید برای هر منظوری از روش مناسب با آن استفاده کرد. هدف از این اکتشافات، کشف آنومالی در هاله‌های ثانوی است و 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 پرداخت. چگالی نمونه‌برداری در این حالت یک نمونه برای چند کیلومتر مربع است که توسط سقف بودجه کنترل می‌شود.

۲-۳- اطلاعات اولیه موجود

- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه شامل: چهارگوش‌های آواز، خوشاب، دستگرد، اسدآباد
- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک
- آنالیز نمونه‌های برداشت شده توسط شرکت BRGM فرانسه که شامل ۵۱۱ نمونه و برای ۲۲ عنصر می‌باشد.

۲-۴- شرایط آب‌وهوایی و راه‌های دسترسی به منطقه

این منطقه از نظر آب‌وهوایی گرم می‌باشد که شامل زمستان معتدل و بهار کم باران است. در حقیقت این منطقه دارای آب‌وهوایی نیمه بیابانی با متوسط میزان بارندگی کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. بادهای بهاری و تابستانی از شمال‌شرق حرکت می‌کنند و توسط رشته‌کوه‌های کم‌رزی و شکوه به آرامی باز می‌ایستند. برف فقط در مناطق با ارتفاع زیاد در حدود یک ماه از زمستان می‌بارد. منابع طبیعی در این منطقه خیلی محدود هستند به همین خاطر جمعیت ساکن در این منطقه ناچیز می‌باشد. در قسمت جنوب، در نواحی بیابانی، چادر نشین‌ها زندگی می‌کنند که کار آنها دامپروری و صنایع دستی است [۱۱].

اکثر روستاها در مرکز منطقه واقع شده‌اند. جاده ارتباطی بین این روستاها و شهرستان قائن از روستای اسدآباد که در شمال غرب منطقه قرار دارد، عبور می‌کند. مهمترین روستاهای منطقه گزیک، خوشاب، اسدآباد، حسن‌آباد و... می‌باشند. ارتفاعات این منطقه کوه رضا، کوه کم‌رزی، کوه شکوه و... بوده، که دارای امتداد N ۱۶۰E می‌باشند. رود شاه‌ولی نیز در شمال‌شرقی منطقه قرار دارد. بیشترین ارتفاع در منطقه حدود ۲۰۸۵ متر در کوه رضا و کمترین

ارتفاع حدود ۹۷۱ متر بوده که در اطراف رود شاهولی است (به نقشه زمین‌شناسی در پیوست ۱ رجوع شود).

۲-۵- زمین‌شناسی گزیک

در این قسمت زمین‌شناسی منطقه به اختصار توضیح داده می‌شود. یکی از دلایل آن این است که به طور کلی برآورد شود منطقه مورد نظر نسبت به چه عناصری می‌تواند پتانسیل کانه‌زایی داشته باشد. دلیل دیگر این است که برای دسته‌بندی نمونه‌ها و تشکیل جامعه همگن برای آنالیزهای آماری چندمتغیره، باید جنس سنگ‌های بالادست هر نمونه مشخص شود.

برگه گزیک از واحدهای سنگی مختلفی تشکیل شده است که سن قدیمی‌ترین این سنگ‌ها، کرتاسه پایینی و جوان‌ترین این سنگ‌ها مربوط به پلیوسن-کوارترن می‌باشد. این منطقه را می‌توان به دو واحد مورفولوژیکی تقسیم کرد. در غرب، فلیش‌های کرتاسه که توسط گدازه‌های الیگوسن، میوسن-کواترنری پوشیده شده است. در شرق، لایه‌هایی از سنگ‌آهک‌های دگرگونی تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر (کوه رضا، کوه کمرزری و...) وجود دارد. در بعضی از قسمت‌های غربی، افیولیت‌ها با قسمت‌هایی از سنگ‌های متامورفیک همراه هستند و رخنمون‌هایی را تشکیل می‌دهند که به آنها کالرملانژ می‌گویند. به طور محلی، آنها به صورت بلوک‌هایی با اندازه کوچک، به همراه سنگ‌های رسوبی که آنها را احاطه کرده‌اند، پیدا می‌شوند [۱۱].

گسل‌های زیادی در منطقه وجود دارد که اکثر واحدهای سنگی منطقه را قطع کرده است. در مرکز منطقه زون گسلی با امتداد شمال-جنوب وجود دارد که منطقه را به دو قسمت غربی و شرقی تقسیم کرده است [۱۱].

سکانس‌های سنگی منطقه عبارتند از:

- سکانس افیولیتی

- سکانس ماگمایی ولکانیک مافیکی و اولترامافیکی

- سکانس ماگمایی ولکانیک و آذرآوری حدواسط تا اسیدی
- سکانس ماگمایی پلوتونیک مافیک تا حدواسط
- سکانس رسوبی- شیمیایی
- سکانس رسوبی- آواری

۲-۵-۱- سکانس افیولیتی

مطابق نقشه زمین‌شناسی پیوست ۱ این سکانس شامل واحدهای سنگی مختلفی است که عبارتند از: شیست و گلوکوفان- آلبیت آمفیبولیت ($amgl$)، دیاباز و میکروگابرو (d)، گابرو (gb)، لیستونیت (lv)، رادیولاریت (r)، بازالت و توفهای بازیکی (tb) و سنگ‌های اولترابازیکی (ub). قسمت عمده این سکانس سنگی با امتداد شمال-جنوب از مرکز منطقه به سمت جنوب رخنمون دارد. کوه‌های کمرسیاه و راتوک در این رخنمون سنگی واقع شده‌اند. قسمت کوچکی هم از این رخنمون سنگی در شمال منطقه (شمال روستای آواز) دیده می‌شود. چندین گسل در این سکانس نیز وجود دارد که می‌تواند مناطق مناسبی برای کانی‌سازی باشد. معادن فعال و غیر فعالی از منیزیم در این منطقه دیده می‌شود. سن این سکانس به کراتاسه برمی‌گردد [۱۱].

۲-۵-۲- سکانس ماگمایی ولکانیک مافیک و اولترامافیک

برابر نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ در پیوست ۱، این سکانس شامل واحدهای سنگی آندزیت پورفیری (K_2^{ab})، اورتوپروکسن آندزیت و آندزیت بازالتی (OM^{ab})، آندزیت (PE^a) و آلکالی بازالت (QPI^b) می‌باشد.

قسمت‌های مختلف این سکانس سنگی به صورت پراکنده در منطقه رخنمون دارد. قسمت‌هایی از این سکانس (K_2^{ab}) با امتداد شمال-غرب- جنوب شرق در شرق منطقه رخنمون دارد که در مجاورت واحدهای آهکی (PE^l و K_2^{lh}) قرار گرفته است. قسمت‌های دیگری از این سکانس (OM^{ab} و QPI^b) نیز در جنوب غربی منطقه و در مجاورت واحدهای فلیشی و کنگلومرایی رخنمون

دارد (نقشه زمین‌شناسی پیوست ۱). بازالت‌های موجود در این سکانس دارای انواع مختلف اولیوین می‌باشند. رنگ سبز تیره آنها به خاطر گستردگی آلتراسیون در کلریت، اپیدوت، پرهنیت، کلسیت، سرسیت، مگنتیت و گوتیت می‌باشند [۱۱].

۲-۵-۳- سکانس ماگمایی ولکانیکی و آذرآواری حد واسط تا اسیدی

همان‌طوری که نقشه زمین‌شناسی منطقه نشان می‌دهد این سکانس شامل واحدهای توفهای اسیدی (OM^{al}) و تراکیت (OM^l) است.

این سکانس سنگی به مقدار کم در قسمت جنوب‌غربی منطقه و در مجاورت واحدهای آندزیتی رخنمون دارد. سن این سکانس الیگوسن-میوسن است.

۲-۵-۴- سکانس ماگمایی پلوتونیک مافیک تا حدواسط

از روی نقشه زمین‌شناسی (پیوست ۱) می‌توان دریافت که این سکانس شامل واحدهای کوارتز دیوریت دانه ریز (OM^{dq}) و میکروگرانودیوریت (OM^{gd}) است. قسمتی از این سکانس (OM^{dq}) در قسمت شرقی و شمالی منطقه رخنمون داشته و اکثراً در مجاورت واحدهای آندزیتی و بازالتی است. قسمت دیگری از آن نیز (OM^{gd}) به مقدار جزئی در جنوب برگه خوشاب، در غرب و جنوب‌غربی کوه نرگس، و در مجاورت واحدهای شیلی قرار دارد. سن این سکانس الیگوسن-میوسن می‌باشد (نقشه زمین‌شناسی پیوست ۱).

۲-۵-۵- سکانس رسوبی - شیمیایی

با توجه به نقشه زمین‌شناسی، این سکانس شامل واحدهای سنگی سنگ‌آهک نومولیتی (E'')، مارن و سنگ‌آهک (K_2^m)، ریفهای توده‌ای (PE^l)، سنگ‌آهک (K_2^{lh})، سنگ‌آهک توده‌ای و اوربیتولین‌دار (K_1^l) و سنگ‌آهک میکریتی (K_2^l) است.

اکثر قسمت‌های این سکانس سنگی با امتداد شمال غرب-جنوب شرق در نیمه شرقی منطقه به طور گسترده رخنمون دارد. چندین گسل با همان امتداد در داخل این سکانس سنگی وجود دارد که می‌تواند مکان مناسبی برای کانی‌سازی باشد. کوه‌های کافری، گدارسیاه و کوه رضا در داخل این سکانس سنگی (واحد PE^l) قرار دارد. سن واحدهای سنگی این سکانس کرتاسه تا ائوسن است (نقشه زمین‌شناسی پیوست ۱).

۲-۵-۶- سکانس رسوبی - آواری

این سکانس که دارای بیشترین واحد سنگی است (نقشه زمین‌شناسی پیوست ۱) از واحدهای کنگلومرا (K_2^{lc})، کنگلومرای قرمز (E^{rc})، ماسه‌سنگ قرمز با لایه‌های ژپس (E^{rs})، ماسه‌سنگ قرمز (K_2^{rs})، کنگلومرا (QPI^{cg})، شیل‌های سبز و ارغوانی (K_2^{sh})، ماسه‌سنگ توفی (OM^{sl})، کنگلومرا با اجزای ولکانیکی (K_2^{cv})، فلیش‌های غالباً شیلی (K_2^f)، فلیش‌های غالباً ماسه‌سنگی (K_2^{fs})، فلیش (E^f) و فلیش کنگلومرای (PE^{fc}) تشکیل شده است.

این سکانس سنگی به خاطر دارا بودن واحدهای مختلف، در قسمت‌های مختلفی از منطقه پراکنده شده است. قسمتی از واحدهای سنگی این سکانس (غالباً ماسه‌سنگ، کنگلومرا و شیل) در نیمه شرقی منطقه با امتداد شمال غرب-جنوب شرق و قسمت دیگری از آن (واحدهای فلیشی) در شمال غربی و غرب منطقه رخنمون دارد. در بعضی از قسمت‌ها واحدهای ماسه‌سنگی این سکانس، تحت تأثیر چین خوردگی قرار گرفته است (نقشه زمین‌شناسی پیوست ۱).

جدول (۱-۲) علامت اختصاری و سن واحدهای زمین‌شناسی موجود در این برگه را نشان

می‌دهد.

جدول (۱-۲): علامت اختصاری واحدهای زمین‌شناسی موجود در برگه ۱:۱۰۰/۰۰۰ گزیک

سن	واحد سنگی	علائم اختصاری
کرتاسه بالایی	سنگ‌های اولترابازیکی، لرزولیت و هارزبوژیت مقداری سرپانتینیزه شده	ub
کرتاسه بالایی	گابرو	gb
کرتاسه بالایی	دیاباز، میکروگابرو	d
کرتاسه بالایی	بازالت و توف‌های بازیکی	tb
کرتاسه بالایی	رادیولاریت، ژاسپر	r
کرتاسه بالایی	شیست و گلوکوفان-آلبیت آمفیبولیت، پارازینیت	amgl
کرتاسه بالایی	لیستونیت	lv
کرتاسه بالایی	فلیش‌های اغلب شیلی	K_2^f
کرتاسه بالایی	فلیش‌های اغلب ماسه‌سنگی	K_2^{fs}
کرتاسه بالایی	کنگلوما	K_2^{lc}
پالئوسن	آندزیت	PE ^a
پالئوسن	فلیش‌های کنگلومرای	PE ^{fc}
ائوسن	فلیش	E ^f
ائوسن	کنگلومای قرمز	E ^{rc}
ائوسن	ماسه‌سنگ قرمز همراه لایه‌های ژئوپس	E ^{rs}
اولیگوسن-میوسن	توف‌های اسیدی	OM ^{at}
اولیگوسن-میوسن	اورتوپروکسن آندزیت، آندزیت بازالتی	OM ^{ab}
اولیگوسن-میوسن	ماسه‌سنگ توفی	OM st
اولیگوسن-میوسن	تراکیت	OM ^t
کرتاسه پایینی	سنگ‌آهک ماسیو اوربیتولین دار	K_1^l

ادامه جدول (۱-۲): علامت اختصاری واحدهای زمین‌شناسی موجود در برگه ۱:۱۰۰/۰۰۰ گزیک

سن	واحد سنگی	علائم اختصاری
کرتاسه بالایی	سنگ آهک میکریتی، شیل	K_2^l
کرتاسه بالایی	شیل‌های سبز و ارغوانی رنگ	K_2^{sh}
کرتاسه بالایی	آندزیت پورفیری، بازالت دولریتی	K_2^{ab}
کرتاسه بالایی	سنگ آهک هیپوریتیک	K_2^{lh}
کرتاسه بالایی	ماسه‌سنگ قرمز	K_2^{rs}
کرتاسه بالایی	مارن، سنگ آهک	K_2^m
پالئوسن	بایواسپاریت و ریف‌های ماسیو	PE ^l
ائوسن	سنگ آهک نومولیتی	E ⁿ
ائوسن	ماسه‌سنگ، مارن	E ^{ms}
پلیوسن-کواترنری	آلکالی بازالت	Qpl ^b
پلیوسن-کواترنری	کنگلومرای رودخانه‌ای	Qpl ^{cg}
اولیگوسن-میوسن	کوارتز دیوریت دانه‌ریز	OM ^{dq}
اولیگوسن-میوسن	میکروگرانودیوریت	OM ^{gd}
کواترنری	گراول‌های آبرفتی قدیمی	Q ^{t1}
کواترنری	گراول‌های آبرفتی جدید	Q ^{t2}
کواترنری	آبرفت جدید	Q ^{al}

حال با مشخص شدن واحدهای مختلف سنگی منطقه می‌توان سنگ‌های بالادست نمونه‌های

گرفته شده را مشخص کرد و توسط آن، نمونه‌ها را دسته‌بندی کرده و جامعه همگنی را برای

آنالیزهای آماری، که در فصل بعد آمده است، تشکیل داد.

فصل سوم

تجزیه و تحلیل تک‌متغیره داده‌ها

۳-۱- مقدمه

پردازش داده‌ها مرحله‌ای است که طی آن به حجم زیاد اطلاعات گردآوری شده، سامان داده می‌شود و با اعمال محاسبات آماری گوناگون، به شکل قابل تفسیر در می‌آیند. از جمله عملیاتی که در این مرحله صورت می‌گیرد، می‌توان به طبقه‌بندی داده‌ها، ورود در بانک اطلاعاتی، رسم نمودارها و تنظیم جداول اشاره کرد. در طی این مراحل کنترل‌های مختلفی صورت می‌گیرد تا از بروز خطاهای احتمالی جلوگیری شود. در این فصل پردازش داده‌های جوامع سنگی، همگن‌سازی جوامع، محاسبات آماری تک‌متغیره، محاسبه شاخص غنی‌شدگی و محاسبه احتمال رخداد نمونه‌ها، برای رسم نقشه‌ها و تعیین مناطق امیدبخش اولیه صورت می‌گیرد.

۳-۲- محاسبات آماری تک‌متغیره

استفاده از آمار برای علوم و فنونی که با تعداد زیادی داده سر و کار دارد به صورت حقیقتی اجتناب ناپذیر درآمده و از آن گریزی نیست. اکتشافات ژئوشیمیایی از بدو امر تاکنون همیشه با انبوهی از داده‌ها و در طیف وسیعی از متغیرها سر و کار داشته و بدیهی است که تلاش روز افزون متخصصان این علوم در چگونگی ارائه بهینه و انتقال اطلاعات و نتایج، توقف‌ناپذیر است. اولین گام در این راه، بررسی و نگاهی آماری به متغیرهاست. این نگاه، متغیرها را با این فرض که آنها مستقلاً عمل کرده و وابستگی به هم ندارند، بررسی نموده و به پردازش آنها اقدام می‌کند. نحوه و میزان استقلال و یا وابستگی آنها در مباحث همبستگی و بررسی‌های چندمتغیره کنکاش خواهد شد.

۳-۲-۱- محاسبه پارامترهای آماری و رسم هیستوگرام

الف- پارامترهای آماری

کسب اطلاع درباره چگونگی پراکندگی داده‌ها و دستیابی به پارامترهای آماری، اولین گزینه‌ای است که به‌عنوان مهمترین و جامع‌ترین اطلاعات آماری، فراروی داده‌پردازان قرار می‌گیرد. این اطلاعات نحوه تمایل به میانگین، پراکندگی داده‌ها حول میانگین، میزان چولگی^۱ و کشیدگی^۲ جامعه و تشابه یا تمایز آن با یک توزیع نرمال را به نمایش می‌گذارد. همچنین حداقل و حداکثر عیار آنالیز شده نیز در جداول ارائه می‌شود. آماره‌های میانه، میانگین و مد به‌عنوان گروه اول آماره‌ها، میزان چگونگی تمایل به مرکز داده‌ها را نشان می‌دهد و گروه دوم این آماره‌ها که به نحوه پراکندگی و پراکنش داده‌ها از میانگین می‌پردازند، شامل آماره‌های انحراف معیار و واریانس می‌باشد. اگر چولگی به سمت صفر و کشیدگی به سمت ۳ میل نماید، این امر مبین توزیع نرمال است [۱].

ب- رسم نمودارها

داده‌های تک‌متغیره با نمایش شماری از آرایه‌های یک‌بعدی در راستای یک خط مقیاس‌بندی شده ارائه می‌شوند. با هدف نمایش داده‌ها، اخذ نتایج و ارائه یک روش تفسیر مناسب‌تر، آماره‌های توصیفی به‌طور خلاصه در یک محیط نرم‌افزاری محاسبه‌شده و در یک محیط گرافیکی مطلوب‌تر به تصویر در می‌آیند. سه ویژگی موقعیت^۳، پراکندگی^۴ و شکل توسط هیستوگرام‌ها قابل بررسی و تفسیر است. این ویژگی‌ها به یک یا چند مقدار ثابت^۵ وابسته هستند که این مقادیر ثابت به نام پارامترهای

۱ - Skewness

۲ - Kurtosis

۳- Location

۴ -Dispersion

۵- Constant

جامعه و یا پارامترهای توزیع فراوانی نامیده می‌شوند. محاسبه ریاضی این پارامترها وابسته به میانگین و تغییرپذیری داده‌هاست. نمایش بصری (دیداری) یک جامعه توسط یک تابع ریاضی و در قالب یک هیستوگرام، همراه با مقادیر پارامترهای مذکور ارائه و به تصویر در می‌آید.

این امر قابل تعمق است که نمونه‌برداری‌های گوناگون از یک جامعه می‌تواند دربردارنده مقادیر گوناگونی از هر آماره باشد و ما هرگز نخواهیم توانست که مقدار واقعی را از پارامترهای جامعه بدست آوریم و همیشه نتایج جامعه نمونه‌برداری شده با احتساب آزمون‌های کنترلی به جامعه واقعی منتسب می‌شود. همچنان مشخص است که برای تحلیل در شاخه‌های گوناگون علوم زمین بویژه در اکتشافات ژئوشیمیایی، استفاده از هیستوگرام‌ها همیشه مشخص‌کننده بررسی‌های بعدی خواهد بود [۹].

با این مقدمه و تکیه بر این اهداف، داده‌های خام در سه بخش جداول، هیستوگرام‌ها و نمودارهای خط نرمال Q-Q در سطح صفر ترسیم شده‌اند (این محاسبات توسط نرم‌افزار SPSS انجام شده است) (شکل‌های موجود در پیوست ۱). از مقایسه هیستوگرام‌های رسم شده با هیستوگرام تابع توزیع نرمال می‌توان اطلاعاتی در مورد جامعه توزیع بدست آورد. آماره‌های انحراف‌معیار، میانگین و شمار داده‌ها در سمت راست هیستوگرام برای مزید آگاهی آورده شده‌است.

با توجه به نمودارهای رسم شده اکثر متغیرها مانند Ni, Co, Cr (شکل‌های پیوست ۱) نشان‌دهنده توزیع لاگ‌نرمال و چند جامعه‌ای بودن آنهاست. علت این تنوع جوامع را می‌توان در عواملی چون نوع نمونه، تنوع واحدهای سنگی در حوضه بالادست هر نمونه، میزان شیب توپوگرافی، رژیم سیلابی و ... دانست. در نتیجه برای تحلیل صحیح متغیرها باید ابتدا جامعه را همگن نمود و بعد مورد تحلیل و تفسیر آماری قرار داد.

۳-۳- جدایش جوامع سنگی

یکی از اساسی‌ترین فرض‌های لازم برای تحلیل صحیح مقدار متغیرها در جوامع ژئوشیمیایی، همگن بودن (یک جامعه بودن) آنهاست. هر گونه انحراف در صحت چنین فرضی می‌تواند کم و

بیش موجب انحرافات در تحلیل داده‌ها گردد و نهایتاً به نتایج نادرستی منجر شود. یکی از متغیرهای محیط‌های سطحی که می‌تواند موجب ناهمگنی در جامعه ژئوشیمیایی گردد، نوع سنگ بستر رخنمون‌دار است، که نقش منشأ را برای رسوبات حاصل از فرسایش آنها بازی می‌کند. از آنجا که تغییرات لیتولوژی منشأ رسوبات آبراه‌های می‌تواند زیاد باشد و از طرفی مقادیر زمینه عناصر مورد بررسی در این سنگ‌ها متفاوت است، بنابراین، به‌نظر می‌رسد یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد ناهمگنی در جامعه نمونه‌های ژئوشیمیایی، تغییرات لیتولوژی در منشأ رسوبات است [۶]. بدین لحاظ در این کار سعی شده تا پردازش داده‌ها برای جوامع مختلف نمونه‌های ژئوشیمیایی صورت پذیرد. از آنجا که هر رسوب آبراه‌ای فقط از سنگ‌های بالادست مشتق می‌شود، تقسیم‌بندی این جوامع بر اساس نوع یا انواع سنگ بسترهای رخنمون‌دار موجود در بخش بالادست محل هر نمونه صورت پذیرفته است. برای این کار نقشه موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی بر روی نقشه زمین‌شناسی منطقه قرار داده می‌شود (توسط نرم‌افزار Auto Cad). سپس با توجه به نقشه توپوگرافی و موقعیت آبراه‌های منطقه برای هر نمونه و به مبدا آن چندضلعی‌هایی برای تعیین حوضه آبریز آن رسم می‌شود. واحدهای سنگی که در داخل این چندضلعی‌ها قرار می‌گیرند به‌عنوان سنگ بالادست هر نمونه در نظر گرفته می‌شود. با استفاده از روش فوق نمونه‌های ژئوشیمیایی اخذ شده به صورت زیر رده‌بندی می‌شوند.

۳-۳-۱- رده‌بندی نمونه‌های ژئوشیمیایی بر حسب تعداد سنگ بالادست.

الف - زیر جامعه تک‌سنگی: ۱۲۰ نمونه (شامل ۱۷ تیپ سنگ مختلف)

ب - زیر جامعه دو‌سنگی: ۱۳۶ نمونه (شامل ۴۲ تیپ مجموعه دو سنگی)

ج - زیر جامعه سه‌سنگی: ۱۰۴ نمونه (شامل ۴۹ تیپ مجموعه سه سنگی)

د - زیر جامعه چهارسنگی: ۶۸ نمونه (شامل ۳۶ تیپ مجموعه چهار سنگی)

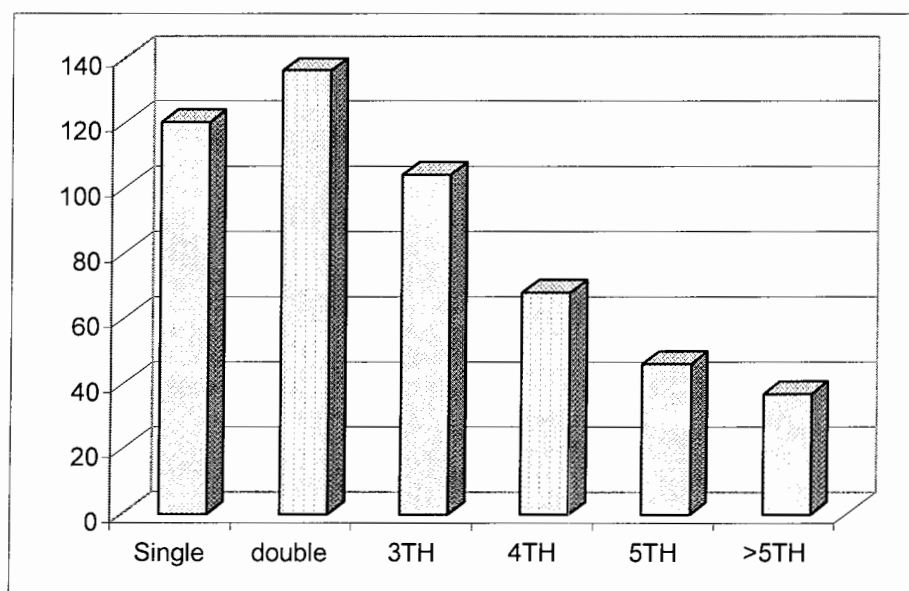
ه - زیر جامعه پنج‌سنگی: ۴۶ نمونه (شامل ۱۶ تیپ مجموعه پنج سنگی)

و - زیر جامعه بیش از پنج‌سنگی: ۳۷ نمونه

زیر جامعه تک سنگی شامل آن دسته از نمونه‌های ژئوشیمیایی است که یا در بالادست محل برداشت نمونه در حوضه آبریز مربوطه، فقط یک نوع سنگ بستر رخنمون داشته است (قبل از ترکیب واحدهای سنگی مشابه) و یا پس از ترکیب واحدهای سنگی جزو گروه تک‌سنگی قرار گرفته‌اند. همچنین برای جوامع دوسنگی، سه‌سنگی و چهارسنگی و

شکل (۱-۳) هیستوگرام توزیع فراوانی تعداد نمونه‌های ژئوشیمیایی را بر اساس تعداد سنگ بالادست آنها در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک نشان می‌دهد. این نمودار دسته‌بندی بالا را به طور شماتیک نشان می‌دهد.

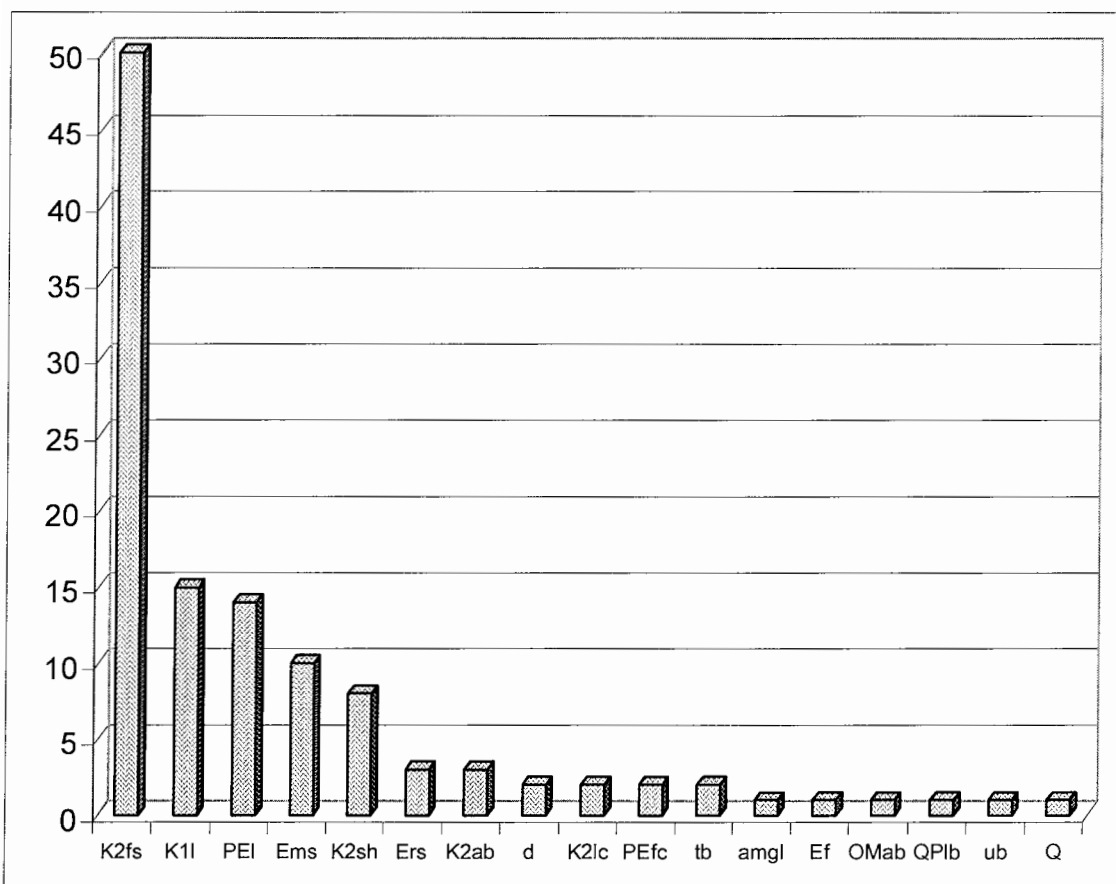
این تقسیم بندی به ما اجازه می‌دهد تا در هنگام محاسبه مقدار زمینه و حد آستانه‌ای، برای هر محیط مشابه به طور جداگانه عمل کرده و از این طریق به میزان همگنی جامعه مورد بررسی کمک کنیم. از آنجا که مقدار غلظت هر عنصر در هر نمونه شامل دو مولفه سنژنتیک (مرتبط با پدیده‌های سنگ‌زایی) و اپی‌ژنتیک (مرتبط با پدیده‌های کانی‌زایی) است، از این طریق می‌توان به خنثی‌سازی مولفه سنژنتیک کمک کرد.



شکل (۱-۳): هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های ژئوشیمیایی بر اساس تعداد سنگ بالادست برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ گزیک

شکل (۲-۳) هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های تک‌سنگی و شکل (۳-۳) هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های وابسته به محیط‌های دوسنگی را (با نمایش نوع سنگ بالادست آنها) برای این برگه نشان می‌دهد که به عنوان نمونه‌هایی از تقسیم‌بندی بالا آورده شده است.

با توجه به نمودار شکل (۲-۳) دیده می‌شود که تنها واحدهای سنگی $K_2^{fs}, K_1^l, PE^l, E^{ms}, K_2^{sh}$ دارای تعداد نمونه کافی (۸ نمونه) [۶] برای کارهای آماری می‌باشند. همچنین شکل (۳-۳) نشان می‌دهد که تنها واحدهای دوسنگی $K_2^{fs} + OM^{dq}, K_2^{fs} + ub$ و $PE^l + E^{ms}$ دارای تعداد نمونه کافی برای کارهای آماری می‌باشند. بقیه واحدهای موجود به صورت دیگری که در قسمت‌های بعد آورده شده دسته‌بندی می‌شوند.



شکل (۲-۳): هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های تک‌سنگی با نمایش نوع سنگ بالادست برگه ۱/۱۰۰۰۰۰۰ گزیک



شکل (۳-۳): میسوکرام توزیع فراوانی نمونه‌های دوستگی با نمایش نوع سنگ بالادست برگه ۱/۱۰۰۰۰۰

۳-۴- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه‌ای

۳-۴-۱- نقش سنگ بستر در ایجاد آنومالی‌های کاذب

از آنجا که مقدار اندازه‌گیری شده هر عنصر در سنگ و یا رسوب آبراهه را می‌توان به دو مؤلفه سن‌ژنتیک و اپی‌ژنتیک تقسیم کرد. لذا بعضی از آنومالی‌های ژئوشیمیایی در ارتباط با کانی‌سازی نبوده، بلکه تغییرات لیتولوژی آنها را ایجاد می‌کند [۶]. عناصری که در سنگ‌های مافیک دارای مؤلفه‌های سن‌ژنتیک قوی می‌باشند شامل: عناصر Mn, Cr, V, Ni, Co بوده، که معمولاً در کانه‌هایی با وزن مخصوص بالا ظاهر می‌شوند.

در مورد سنگ‌های رسوبی باید توجه داشت که در حوضه‌های آبریز دو نوع سنگ رسوبی ایجاد مشکل می‌کنند. یکی سنگ‌های آهکی و دولومیتی است که در آنها جزء کانی سنگین ممکن است از باریت و آپاتیت غنی باشد در حالی که سایر کانی‌های سنگین آنقدر کم یافت می‌شوند که ممکن است مورد استفاده‌ای نداشته باشند. مورد دوم شیل‌ها، بخصوص شیل‌های سیاه رنگ غنی از مواد آلی هستند که در آنها مقدار زمینه تعداد زیادی از عناصر کانساری، بالا است و در نتیجه پتانسیل زیادی برای تولید آنومالی‌های دروغین دارند [۷].

۳-۴-۲- تغییر پذیری سنگ بستر

از آنجا که می‌بایست سنگ بستر رخنمون‌دار، واقع در بالادست نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای در محدوده هر یک از برگه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ مورد بررسی قرار گیرد، به تفکیک نوع سنگ‌ها مطابق آنچه که در نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰۰ گزیک نشان می‌دهد، اقدام گردید.

۳-۴-۳- بررسی مقادیر کلارک سنگ‌های رخنمون‌دار در منطقه

مقدار میانگین یک عنصر معین در یک سیستم ژئوشیمیایی مشخص (لیتوسفر) کلارک عنصر نامیده می‌شود. جدول (۳-۱) مقدار فراوانی عناصر مورد بررسی را در تیپ‌های سنگی رسوبی و آذرین با گسترش نسبتاً زیاد به همراه نسبت مقدار حداکثر به حداقل مقادیر کلارک نشان می‌دهد [۷].

VARIABLE	SEDIMENTARY ROCKS			IGNEOUS ROCKS			MAXIMUM
	LM	SH	SC	ACIDIC	INTERMEDIATE	SASIO		Ultrabasic
Al	0.0n	0.07	0.0n	0.04	0.07	0.11	0.06
AS	1	13	1	1.5	2	2	1
AV	-	-	-	0.8	2.3	3.6	6
B	20	100	35	15	9	5	3
Ba	10	550	-	840	380	330	40
Bc	0.n	30	0.n	3.5	1.8	0.4	0.2
BI	-	-	-	0.01	0.008	0.007	0.001
Co	0.1	19	0.3	1	9	43	150
Cr	11	90	35	10	55	170	169
Cu	4	45	1	10	40	87	1
Fa	45	56	74	67	75	65	34
Mn	400	800	400	400	1200	1200	1000
Mg	0.4	2.5	0.2	1.3	1.1	1.5	3.3
Ni	2	6.3	2	4.5	50	130	200
Pb	9	20	7	19	12	6	1
Sb	20	150	0.n	20	20	20	10
Sn	0.n	6	0.n	3	1.6	1.5	0.5
Tl	1200	3800	3000	2700	6000	3000	3500
V	0.5	1.1	1.5	2.2	1.2	0.7	0.1
Zn	30	95	18	39	75	105	50

LM = Limestone

SH = Shale

SC = Sandstone & Conglomerate

ارقام مندرج در جدول نشان می‌دهند که تغییر مقادیر کلارک عناصر در بین این سنگها به قدری شدید است که به طور بالقوه می‌تواند نمونه‌های ژئوشیمیایی را تحت تأثیر قرار دهند. به این ترتیب، اکثر عناصر نسبت به سنگ بستر رخنمون‌دار در حوضه آبریز، حساسیت نشان می‌دهند. بیشترین حساسیت از آن کبالت با ضریب ۱۵۰۰ (ماکزیمم مقدار آن در سنگ‌های اولترابازیکی و حداقل آن در سنگ‌های کربناتی است) و سپس بریلیم (۱۵۰)، نیکل (۱۰۰)، مس (۸۷)، بر (۳۳/۳۳)، سرب (۲۰) و کرم (۱۷) می‌باشد. حداقل تغییرپذیری را عنصر جیوه (۱/۶۶) نشان می‌دهد. این ارقام نشان می‌دهند که مقدار یک عنصر در حوضه آبریز، تا آنجایی که به لیتولوژی حوضه آبریز مربوط می‌شود، بشدت تغییرپذیر بوده و بدون نرمال کردن مقدار عنصر نسبت به جنس سنگ‌های بالادست امکان دستیابی به یک جامعه همگن که بر اساس آن بتوان مقادیر زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی را مشخص نمود، غیر ممکن می‌باشد.

۳-۵- پردازش جوامع سنگی

۳-۵-۱- پردازش داده‌های جوامع تک سنگی

در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ گزیک ۵۱۱ نمونه رسوب آبراهه‌ای برداشت شده است که تعداد ۱۲۰ نمونه آن را، نمونه‌هایی تشکیل می‌دهد که در بالادست آنها فقط یک نوع سنگ رخنمون دارد. در بین این تیپ سنگ‌های بالادست، فلیش‌های ماسه‌سنگی (K_2fs) از نظر فراوانی مقام اول را داشته و پس از آن سنگ‌آهک توده‌ای اوربیتولین‌دار (K_1^l)، ریف‌های آهکی توده‌ای (PE^l)، ماسه‌سنگ و مارن (E^{ms})، شیل‌های سبز و ارغوانی (K_2^{sh}) و ... در ردیف‌های بعدی می‌باشند. برای هر یک از جوامع تک‌سنگی که تعداد نمونه در آنها در حد تشکیل یک جامعه مستقل بوده، (۸ نمونه) [۶] پارامترهای آماری محاسبه گردیده تا بتوان از طریق تقسیم مقادیر هر عنصر خاص در آن جامعه، به مقدار میانه آن، ضریب غنی‌شدگی عنصر مربوطه را محاسبه نمود. در مواردی که تعداد نمونه‌ها در جامعه آماری مربوطه، کمتر از ۸ نمونه بوده است، آن جامعه مورد تحلیل آماری قرار

نگرفته بلکه مجموع چنین جوامعی خلاصه‌سازی شده (جدول ۳-۲) و دوباره دسته‌بندی می‌شوند. آنگاه از طریق محاسبات مشابه، ضریب غنی‌شدگی آنها محاسبه می‌شوند. البته قابل ذکر است که در بعضی مواقع که تعداد نمونه‌هایی که سنگ بالادست یکسانی دارند ولی تعداد آنها کمتر از ۸ مورد بوده، در صورتیکه این نمونه‌ها در یک حوضه آبریز بوده‌اند، به عنوان یک گروه در نظر گرفته شده‌اند. این امر در مورد جوامع با بیش از یک نوع سنگ بالادست نیز اعمال گردیده است.

۳-۵-۲- پردازش داده‌های جوامع دو سنگی

در محدوده این برگه تعداد ۱۳۶ نمونه برداشت گردیده است که در بالادست آنها دو نوع سنگ بستر در حوضه آبریز رخنمون داشته است. در بین این تیپ سنگ‌های بالادست، تنها چهار گروه (شکل ۳-۳) وجود دارد که دارای بیش از ۸ نمونه می‌باشند. این گروه‌ها شامل فلیش و اولترابازیک ($K_2^{fs} + ub$)، فلیش و کواتز دیوریت ($K_2^{fs} + OM^{dq}$)، ریف آهکی و ماسه‌سنگ ($PE^l + E^{ms}$)، گابرو و اولترابازیک ($gb + ub$) می‌باشند.

۳-۵-۳- پردازش داده‌های جوامع سه سنگی

در محدوده این برگه تعداد ۱۰۴ نمونه برداشت گردیده که در بالادست آنها سه نوع سنگ رخنمون داشته‌اند. در نهایت بر اساس سنگ بالا دست نمونه‌ها، از این نمونه‌ها دو گروه دارای سه سنگ بالادست بیش از ۸ نمونه بوده، که ترکیب سنگ بالادست این نمونه‌ها آندزیت پورفیری، سنگ آهک، ریف آهکی ($K_2^{ab} + K_2^{lh} + PE^l$) و سنگ آهک، ریف آهکی، ماسه‌سنگ است.

۳-۵-۴- پردازش داده‌های جوامع چهار سنگی

در مجموع ۶۸ نمونه در بالادست خود دارای چهار نوع رخنمون سنگی بوده‌اند که فقط یک جامعه با ترکیب آندزیت پورفیری، سنگ آهک، شیل، ریف آهکی ($K_2^{ab} + K_2^{lh} + K_2^{sh} + PE^l$)، با تعداد بیش از ۸ نمونه به عنوان گروه در نظر گرفته شد.

۳-۵-۵- پردازش داده‌های جوامع پنج سنگی

در مجموع ۴۶ نمونه در بالا دست خود دارای پنج نوع رخنمون سنگی بوده‌اند که دو گروه با بیش از ۸ نمونه انتخاب شده‌اند. این دو گروه شامل واحدهای آندزیت پورفیری، کنگلومرا، سنگ‌آهک، شیل، ریف آهکی ($K_2^{ab} + K_2^{cv} + K_2^{lh} + K_2^{sh} + PE^l$) و آندزیت پورفیری، سنگ‌آهک، شیل، ریف‌آهکی، ماسه‌سنگ ($K_2^{ab} + K_2^{lh} + K_2^{sh} + PE^l + E^{ms}$) می‌باشد.

۳-۵-۶- پردازش داده‌های جوامع بیش از پنج سنگ

در مجموع ۳۷ نمونه در بالا دست خود دارای بیش از پنج نوع رخنمون سنگی بوده‌اند که هیچ مجموعه‌ای با بیش از ۸ نمونه وجود ندارد.

۳-۶- خلاصه‌سازی واحدهای سنگی

پس از دسته‌بندی اولیه نمونه‌ها و مشخص شدن واحدهای سنگی (جوامع)، واحدهای باقی‌مانده موجود در منطقه خلاصه‌سازی می‌شود. بدین صورت که تیپ سنگ‌های موجود در منطقه تحت پوشش بدون توجه به سن آنها مورد نظر قرار می‌گیرند. بدین معنی که اگر سنگ بالادست رخنمون‌دار در آبراهه از جنس آهک است، چه این آهک متعلق به پالئوزوئیک و یا کرتاسه باشد، اثری در طبقه‌بندی نداشته و هر دو به عنوان یک جامعه مورد بررسی قرار می‌گیرند. علت آنکه گاهی نمی‌توان تفکیک‌های سنی روی سنگ‌های مشابه انجام داد، آن است که در نهایت تعداد جوامع سنگی بالادست آنقدر افزایش خواهد یافت که در هر جامعه فقط چند نمونه ممکن است یافت شود، که تحلیل آماری روی آنها خطای بیشتری تولید خواهد کرد. این امر موجب کاهش شدید دقت تخمین‌های بعدی خواهد شد. جدول (۳-۲) علائم اختصاری به کار برده شده برای خلاصه‌سازی واحدهای سنگی را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول دیده می‌شود که واحدهای سنگی منطقه در ۹ دسته خلاصه شده که با این کار تعداد نمونه بیشتری در هر گروه قرار می‌گیرد و می‌توان نمونه‌های باقی‌مانده را دسته‌بندی نمود و کارهای آماری را بر روی این دسته‌ها انجام داد.

جدول (۳-۲): علائم اختصاری و خلاصه‌سازی سنگ‌های بالادست نمونه‌های ژئوشیمیایی.

۱	سنگ آهک	LM	$K_1^l, K_2^l, K_2^{lh}, K_2^m, PE^l, E^n$
۲	ماسه‌سنگ و کنگلومرا	SC	$E^{ms}, K_2^{rs}, E^{rs}, OM^{st}, QPI^{cg}, E^{rc}, K_2^{cv}, K_2^{lc}, K_2^{fs}, PE^f, E^f$
۳	شیل	SH	K_2^{sh}, K_2^f
۴	شیست	SCH	$amgl$
۵	ولکانیک بازیک	BV	$QPI^b, K_2^{ab}, OM^{ab}, PE^a, tb$
۶	پلوتونیک بازیک	BP	gb, d
۷	ولکانیک اسیدی	AV	OM^l, OM^{at}
۸	پلوتونیک اسیدی	AP	OM^{gd}, OM^{dq}
۹	رادیولاریت	r	r

پس از دسته‌بندی و تشکیل جوامع آماری، میانه جوامع بدست آمده برای تمام عناصر موجود محاسبه می‌شود. علت استفاده از میانه، مستقل بودن این پارامتر آماری از تغییرات حدی می‌باشد [۶]. جداول (۳-۳) و (۴-۳) مقادیر میانه عناصر را برای جوامع، قبل و بعد از خلاصه‌سازی نشان می‌دهد. این مقادیر به کمک نرم‌افزار Excel بدست آمده است. از جداول (۳-۳) و (۴-۳) برای محاسبه ضرایب غنی‌شدگی عناصر و ایجاد جامعه همگن برای آنالیزهای آماری استفاده می‌شود.

۳-۷- بکارگیری آنالیز خوشه‌ای^۱ به منظور رده‌بندی جوامع با تعداد نمونه کمتر از ۸

در مواردی که تعداد نمونه‌ها در جامعه آماری سنگ‌های بالادست، کمتر از ۸ نمونه باشد، آن جامعه به علت کمی تعداد اعضا نمی‌تواند مورد محاسبات آماری قرار گیرد. در این حالت، چنین جوامعی ابتدا مخلوط شده تا به صورت یک جامعه مرکب درآمد و سپس این جامعه از طریق آنالیز خوشه‌ای (کلاستر) به تعداد محدودی جوامع همگن‌تر که در هر یک از آنها نمونه کافی برای تحلیل

جدول (۳-۳): مقادیر میانه عناصر برای جوامع با حداقل هشت نمونه، قبل از خلاصه سازی در بر گه ۱/۱۰۰۰۰۰ گریک
(مقدار عناصر بر حسب PPM بوده و مقدار اکسیدها بر حسب درصد می باشد)

	SiO2	Al2X	FE2X	CAO	MGO	NA2O	K2O	Mn	P	Ti	B	Pb	Zn	Cu	As	Ba	Sr	Zr	V	Cr	Co	Ni
K1l	51.3	6.5	4.2	29.6	2.8	2.2	2.3	842	333	3701	64	26	52	26	15	400	367	261	125	424	12	85
K2fs	54.5	8.95	5.4	22.7	3.5	2.3	2.7	1013	537.5	4448	90	34	50	36	10	438	503.5	277	144	239.5	16	108
K2sh	44.5	7.45	4.95	34.2	3.6	2.25	2.35	962	481.5	4124	79	19.5	45	37	18	319	473.5	245.5	152	188	14.5	91.5
PEI	42.7	6.85	4.35	38.6	3.5	1.8	2.25	871	504.5	3677	69.5	22	44	27	22	420	479.5	257	132	185.5	13.5	101
Ems	46.4	6.8	4.8	33.65	3.45	2.3	2.5	901	387.5	3977	71.5	20	53	39	10	360	527.5	285	149	178.5	13	88.5
gb+ub	54.8	5.95	5.7	18.75	9.55	1.7	2.05	954.5	472.5	3161	60	23	73	32	10	316	481.5	273	99.5	583.5	35	532
K2fs+OMdq	54.4	9	5.4	22.3	3.6	2.4	2.7	1044	420	4450	83	29	43	36	11	478	512	280	148	245	14	104
K2fs+ub	57	8	5.3	20.8	4	2.3	2.35	977	493	4186	80.5	31.5	74	31	10	390	469.5	279.5	124	280	19.5	144
PEI+Ems	46.6	7.3	4.5	33.4	3.4	2.1	2.6	920	448	3900	80	24	47	31	15	419	496	248	141	200	14	98
K2ab+K2lh+PEI	48.6	7.55	4.55	30.15	3.4	2.45	2.45	967.5	474.5	4153	70	22	44	37	14	355	484	289	128	180.5	14.5	83
K2lh+PEI+Ems	45.8	7.05	5.05	33.9	3.95	2.3	2.6	969	418	4106	75.5	22	23	46	16	335	489.5	240.5	166	188.5	16	90
K2ab+K2lh+K2sh+PEI	45.2	7.2	4.8	34.3	3.9	2.2	2.3	975	432	4084	76	21	49	36	15	323	477	283	142	180	16	92
K2ab+K2cv+K2lh+K2sh+PEI	45.5	7.5	4.8	33.8	3.7	2.3	2.3	926	483	4171	70	22	46	34	18	335	470	260	148	167	15	84
K2ab+K2lh+K2sh+PEI+Ems	45.1	6.75	4.6	35.6	3.55	2.15	2.2	887.5	413	3783	65.5	16.5	42	30	12	357	528.5	251.5	133	157.5	11	77.5

جدول (۴-۳): مقادیر میانه عناصر برای جوامع با حداقل هشت نمونه، بعد از خلاصه سازی در بر گه ۱/۱۰۰۰۰۰ گریک

(مقدار عناصر بر حسب ppm بوده و مقدار اکسیدها بر حسب درصد می باشد)

	SiO2	Al2X	FE2X	CAO	MGO	NA2O	K2O	Mn	P	Ti	B	Pb	Zn	Cu	As	Ba	Sr	Zr	V	Cr	Co	Ni
SC	47.5	7.05	4.65	32.9	3.2	2	2.5	944	352	3955	71	18.5	42	40	10	327	500.5	283.5	147	164	10.5	73
BP+SC	58.7	7.5	5.8	17.8	5.7	2.1	1.8	1032	480.5	3837	63	30.5	98	45	10	309	408	226.5	125	496	27.5	196
BV+SC	51.3	7.6	5.15	27.05	4	2.15	2.15	987.5	470.5	3956	70	23	53	36	10	362	483.5	237	140	249	19	143
BV+SH	48.2	7.85	5.35	29.15	4.05	2.35	2.3	1020	551	3954	78.5	24.5	60	43	10	311	439.5	303.5	152	263	18	127
LM+SC	43.1	6.9	4.25	36.8	3.35	1.85	2.1	872	376.5	3868	68.5	20.5	46	32	12	368	547	268.5	132	168	13	71
LM+SH	44.4	6.4	4.5	35.1	3.25	2.25	2.35	876	354.5	3594	72.5	20	51	32	10	319	475	253.5	126	146	9	71
BP+SC+ub	55.1	7.25	5.7	21.2	4.75	2.3	2.3	990	342.5	3850	74.5	22	54	36	10	369	493	280	129	455.5	22	182
BV+LM+SC	44.4	7.35	4.9	35.2	3.5	2.1	2.45	946	466.5	3889	75	22	57	42	10	337	515.5	281.5	156	186.5	13.5	94
BV+SC+ub	58.3	7.6	5	18.8	4.6	2.3	2.4	931.5	506	4064	80.5	30	87	28	10	370	476	228.5	115	291	20.5	180
LM+SC+SH	46	7.1	5.1	33	3.7	2.1	2.4	951.5	476	4153	87.5	23	38	36	10	357	488.5	236.5	151	168	12	82.5
BV+LM+SC+SH	44.8	7	4.8	35.2	3.6	2.2	2.3	887	417	4089	70	19	49	35	14	312	502	280	148	173	15	81
AP+BV+LM+SC+SCH+SH	45.1	7.45	4.8	34.2	3.6	2	2.75	963.5	450.5	3837	92.5	24	30	40	10	364	525.5	228	158	203.5	15.5	110

آماري داشته باشد، تقسيم مي‌شود. آنگاه از طريق محاسبات مشابه، ضرايب غني‌شدگي هر يك از آنها محاسبه مي‌شود. در اين مطالعه، پس از دسته‌بندي اوليه و جداکردن نمونه‌هاي موردنظر و سپس خلاصه‌سازي واحدهاي موجود و دسته‌بندي نمونه‌هاي باقيمانده، در مجموع ۱۵۱ نمونه ديگر باقي ماند كه از طريق آناليز خوشه‌اي گروه‌بندي شده‌اند. به اين صورت كه نمونه‌هاي باقي‌مانده وارد نرم‌افزار SPSS شده و توسط اين نرم‌افزار آناليز خوشه‌اي بر روي آنها اعمال مي‌شود. به طور كلي اين نمونه‌ها در چهار گروه قرارگرفتند كه براي هر گروه ميانه مربوط به هر عنصر تعيين و ضرايب غني‌شدگي نسبت به آنها محاسبه گرديده است (شكل در لوح فشرده).

۳-۸- محاسبه شاخص غني‌شدگي^۱

بنا به تعريف شاخص غني‌شدگي يك عنصر خاص در يك نمونه معين عبارت است از: نسبت غلظت آن عنصر در آن نمونه به غلظت ميانگين يا ميانه همان عنصر در جامعه‌اي كه نمونه مربوطه متعلق به آن است [۱]. با اين تعريف شاخص غني‌شدگي يك عنصر خاص، در يك نمونه معين، نه فقط تابع مقدار آن عنصر در آن نمونه مي‌باشد بلكه به فراواني همان عنصر در جامعه وابسته به آن نيز بستگي دارد. بنابراين اگر فراواني نقطه‌اي و منطقه‌اي يك عنصر، هر دو با شيب ثابتي افزايش و يا کاهش يابند، آنچه كه ثابت باقي خواهدماند، شاخص غني‌شدگي است. بدین ترتیب شاخص غني‌شدگي تا حدود زيادي مستقل از فاکتور ليتولوژی (مولفه سنژنتیک) فراواني يك عنصر در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه‌اي مي‌باشد [۶]. براي مثال دو رسوب آبراهه‌اي A و B را در نظر مي‌گيريم كه اولي حاصل فرسايش يك واحد بازالتي و دومي حاصل فرسايش يك واحد دولوميتي است. بديهي است مقدار غلظت نيكل در واحد بازالتي و رسوب حاصل از فرسايش آن به مراتب بيشتري از مقدار همين عنصر در واحد دولوميتي و يا در رسوب حاصل از فرسايش آن است. چنانچه رسوب حاصل از

۱ - Enrichment Index

فرسایش دولومیت با رسوب حاصل از فرسایش بازالت از نظر فراوانی نیکل مورد مقایسه قرار گیرد، ملاحظه می‌گردد که تا چه اندازه نمونه بازالتی از نیکل غنی‌تر است. حال آنکه اگر مقدار نیکل یک نمونه رسوب حاصل از فرسایش بازالت به میانگین آن نرمالایز شود و همین عمل در مورد رسوب حاصل از فرسایش دولومیت صورت گیرد و آنگاه مقادیر نرمالایز شده با هم مقایسه شوند، ملاحظه خواهد شد که در صورت نبود مولفه اپی‌ژنتیک که نقش اصلی تمرکز را دارد، اختلاف دو جامعه آماری ممکن است بی اهمیت باشد. در حالتی که رسوب حاصل از فرسایش بازالت به دلیل وجود کانی‌سازی (مولفه اپی ژنتیک) دارای مقادیر بسیار بالایی از نیکل باشد، در این صورت ممکن است مقادیر نرمالایز شده اختلاف فاحشی را نشان دهند. این اختلاف از نوع معنی‌دار تلقی شده و برخلاف اختلاف بین دو مقدار نرمالایز نشده، باید در جستجوی عامل ایجاد کننده آن بود [۶].

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

$$EI = \frac{C_j}{(C_{med})_j}$$

در این رابطه EI شاخص غنی‌شدگی، C_j مقدار فراوانی عنصر j در یک نمونه معین و $(C_{med})_j$ مقدار زمینه همان عنصر در جامعه مربوط به آن نمونه می‌باشد. این مقدار زمینه می‌تواند معادل مقدار میانه و یا معادل مقدار میانگین انتخاب گردد. در پروژه حاضر به علت مستقل بودن مقدار میانه از تغییرات حدی [۶]، این پارامتر به میانگین ترجیح داده شده است.

۳-۹- محاسبه پارامترهای آماری شاخص غنی‌شدگی

حال با تشکیل جامعه شاخص غنی‌شدگی و محاسبه پارامترهای آماری و رسم هیستوگرام تجمعی فراوانی این داده‌ها و مقایسه آنها با محاسبات و هیستوگرام‌های داده‌های خام، به نظر

می‌رسد که اثرات ناهمگنی تا اندازه‌ای از بین رفته و شکل تابع توزیع همگن‌تر شده است. شکل (۳-۴) مبین این قضیه می‌باشد. با مشاهده این شکل و جدول مربوط به آن دیده می‌شود که پارامترهای آماری مربوط به آن به پارامترهای آماری یک توزیع نرمال نزدیک شده است. همچنین این شکل نمودار توزیع نرمال Q-Q شاخص غنی‌شدگی متغیر را نیز نشان می‌دهد. بقیه اشکال در پیوست ۲ آورده شده است. نمودار توزیع نرمال Q-Q یک محور متعامد است که محور افقی آن بیانگر توزیع احتمال تجمعی عیارهای متغیر و محور عمودی آن نشانگر توزیع احتمال تجمعی رخدادهای آن است. خط با زاویه ۴۵ درجه از مرکز این محور، خط توزیع نرمال را نشان می‌دهد. به طور کلی از این نمودار می‌توان تا حدودی به نرمال بودن توزیع متغیر مورد نظر پی برد. توسط همین نمودارها می‌توان مقادیر خارج از رده^۱ را مشخص و از داده‌ها حذف کرده تا فرض آماری لازم در محاسبه مقادیر P.N (اعداد احتمال)^۲ برقرار باشد. مقادیر خارج از رده همچنین توسط نمودارهای جعبه‌ای^۳ مورد محاسبه قرار گرفت (شکل‌ها در لوح فشرده). به این صورت که پس از رسم این نمودارها نمونه‌هایی که نسبت به خط مفروض فاصله زیادی دارند به عنوان نمونه‌های خارج از رده مشخص می‌شوند که با مرتب کردن داده‌های موجود در نرم‌افزار Excel به صورت صعودی یا نزولی می‌توان این نمونه‌ها را مشخص کرد. جدول (۳-۵) نمونه‌های خارج از رده را برای هر یک از عناصر نشان می‌دهد.

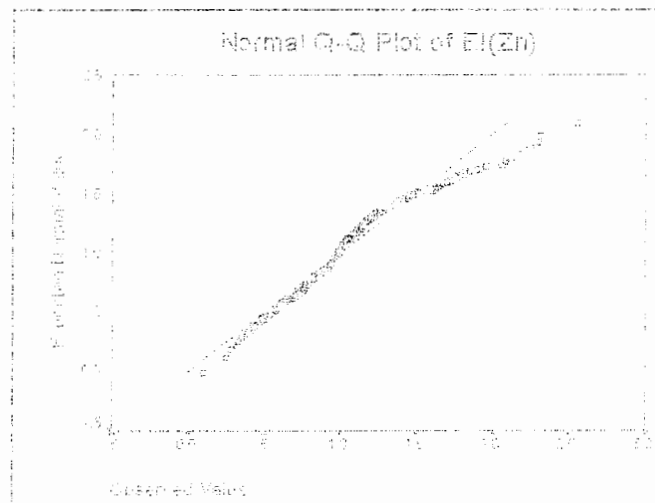
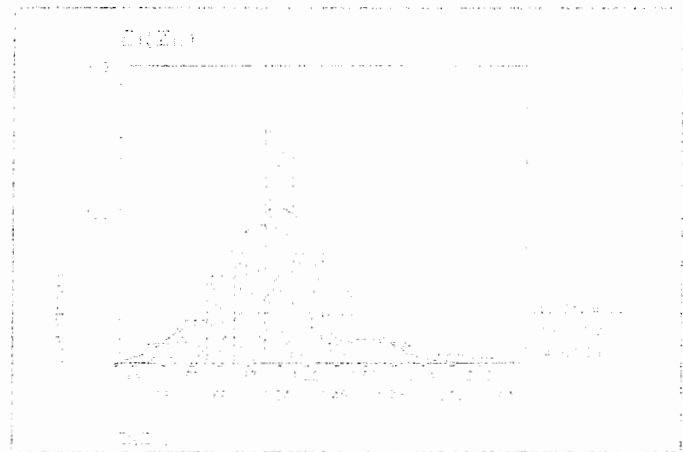
۱ - Outlier

۲- Probability Number

۳ -Box plots

Statistic
El(Zn)

El	Value	El
Statistic	Value	El
Mean	1.0356	
Median	1.0000	
Mode	1.0000	
Std. Deviation	0.3479	
Variance	0.1209	
Skewness	0.9080	
Kurtosis	2.1300	
Minimum	0.0926	
Maximum	2.5455	



شکل ۲-۴) بازآزمایش آماری شاخص جلی شادابی منتهی Zn

جدول (۳-۵): مقادیر خارج از رده شاخص های غنی شدگی

VARIABLE	Sample number
Sio2	3661-3662
Al2X	3265
Fe2X	3248
CaO	3307-3554
MgO	3387-3452
Na2O	3665-3236-3561
K2O	3437
Mn	3554-3226-3555-3556-3374-3370
P	3561
B	3395
Pb	3371
Zn	3313
Cu	3266
As	3248-3132-3395
Ba	3265-3554-3398-3555
Sr	3447
Zr	3548-3155-3094
V	3229
Cr	3452-3226
Co	3452-3387
Ni	3452-3387

۳-۱۰- تبدیل توزیع داده‌ها به نرمال

اکثر روش‌های آماری فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها را به همراه دارند [۱]. در مسائل اکتشافی با داده‌هایی سر و کار داریم که کمتر اتفاق می‌افتد که شرایط نرمال بودن را داشته باشند. در این شرایط می‌توان با استفاده از توابع تبدیل مختلف، داده‌ها را طوری تبدیل کرد که مقادیر تبدیل یافته آنها دارای توزیع نرمال باشد. تابع تبدیل تابعی است که با اعمال آن روی داده‌ها مقادیر جدیدی تولید می‌شود. نمونه پرکاربرد چنین تبدیلی همان تبدیل لگاریتمی است که در داده‌های اکتشافی بسیار رایج می‌باشد [۱]. بدین دلیل در این مطالعه برای بهتر شدن توزیع مقادیر شاخص غنی‌شدگی، از آنها لگاریتم گرفته می‌شود. جدول (۳-۶) پارامترهای آماری مربوط به لگاریتم توزیع شاخص غنی‌شدگی

جدول (۳-۶): پارامترهای آماری مربوط به لگاریتم شاخص غنی شدگی نسبی برگه ۱/۱۰,۰۰۰ گزیک

	SiO2	Al2X	Fe2X	CaO	MgO	Na2O	K2O	Mn	P	Ti	B
Valid	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511
N	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	0.000	-0.005	0.001	-0.009	0.025	-0.024	-0.012	-0.003	-0.045	-0.005	-0.001
Median	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Std.	0.086	0.101	0.117	0.185	0.210	0.165	0.125	0.101	0.329	0.124	0.200
Variance	0.007	0.010	0.014	0.034	0.044	0.027	0.016	0.010	0.108	0.015	0.040
Skewness	-0.082	-1.326	0.078	-1.075	1.900	-0.877	-0.627	0.317	-1.545	-1.238	0.325
Kurtosis	1.577	6.141	1.463	4.443	8.923	2.765	1.728	1.920	4.674	6.909	4.210
Minimum	-0.320	-0.646	-0.464	-1.023	-0.552	-0.938	-0.560	-0.367	-1.553	-0.864	-0.826
Maximum	0.302	0.230	0.430	0.616	1.560	0.644	0.361	0.380	0.848	0.342	1.264
Sum	-0.113	-2.630	0.633	-4.385	12.688	-12.216	-5.992	-1.614	-22.933	-2.321	-0.638

ادامه جدول (۳-۶): پارامترهای آماری مربوط به لگاریتم شاخص غنی شدگی نسبی برگه ۱/۱۰,۰۰۰ گزیک

	Pb	Zn	Cu	As	Ba	Sr	Zr	V	Cr	Co	Ni
Valid	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511	511
N	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	-0.017	-0.026	-0.001	0.180	-0.008	0.011	0.009	-0.019	0.042	-0.025	0.045
Median	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Std.	0.259	0.362	0.220	0.440	0.166	0.140	0.212	0.169	0.313	0.335	0.368
Variance	0.067	0.131	0.048	0.200	0.027	0.020	0.045	0.029	0.098	0.113	0.135
Skewness	-0.577	-1.081	-0.152	1.127	-0.141	1.606	0.307	-0.654	0.876	-0.777	1.402
Kurtosis	1.214	4.576	0.523	1.493	3.475	7.756	0.870	1.461	1.923	3.133	4.945
Minimum	-1.030	-2.380	-1.000	-1.000	-0.822	-0.527	-0.566	-0.767	-0.723	-1.815	-0.849
Maximum	0.720	0.934	1.000	2.000	0.803	1.013	0.829	0.482	1.490	1.286	2.252
Sum	-8.732	-13.36	-1.000	94.000	-3.976	5.374	4.478	-9.640	21.274	-12.58	23.113

نسبی هر یک از متغیرها را نشان می‌دهد. بدیهی است که در این جدول مقدار میانه بصورت عدد صفر ظاهر خواهد شد ($Ln(Med) = Ln(1) = 0$). علاوه بر مقدار میانه در این جدول، مقدار میانگین، انحراف معیار و مقدار چولگی و کشیدگی نیز نشان داده شده است. با توجه به این جدول می‌توان دریافت که پارامترهای آماری عناصر موجود، به توزیع نرمال نزدیکتر شده‌اند.

حال پس از محاسبه شاخص‌های غنی‌شدگی و تشکیل جامعه همگن، برای مشخص شدن مناطق امیدبخش نقشه‌های این مقادیر رسم می‌شود. جداول مقادیر شاخص غنی‌شدگی محاسبه شده در پیوست ۳ آورده شده است.

۳-۱۱- ترسیم نقشه‌ها

آخرین محصول هر برداشت معدنی اعم از اکتشافی یا استخراجی نقشه‌ای است که نتایج برداشت‌ها، تحلیل‌ها و تخمین‌ها را نشان می‌دهد [۱]. برای رسم نقشه لازم است مقادیر متغیر مورد نظر در دسترس باشد. اگر بخواهیم نقشه مطلوب روندهای تغییرپذیری را نشان دهد، مناسب است رسم نقشه را با استفاده از تکنیک مبتنی بر تحلیل سطح روند^۱ انجام دهیم و اگر منظور از رسم نقشه دستیابی به نقشه‌ای است که بتواند در یک شبکه منظم مقدار متغیر را در اختیار گذارد، مناسب آن است که از تکنیک‌های تخمین استفاده کنیم و بالاخره ممکن است بدلیل وجود ناپیوستگی‌های موجود در مقدار داده‌ها نیازی به درون‌یابی نباشد در این صورت مطلوب‌تر آن است که داده‌ها را به صورت نشانه (سمبل) روی نقشه نشان دهیم. بنابراین برحسب اینکه پروژه به چه نقشه‌ای نیاز دارد، می‌توان از منطق‌های مختلفی برای رسم نقشه استفاده کرد [۱]. در مطالعه حاضر به خاطر تعیین مناطق امیدبخش از تکنیک‌های تخمین استفاده می‌شود.

برای نمایش تغییرات به طور پیوسته در کل نقشه لازم است که مقادیر متغیر مورد بررسی در

تمام نقاط صفحه معلوم باشد. در عمل برای دستیابی به چنین شرایطی لازم است منطقه تحت پوشش را به شبکه منظمی تقسیم کرد. سپس مقدار متغیر مورد نظر را بر اساس داده‌های معلوم در نقاط مجهول شبکه تخمین زد. البته هر چه ابعاد شبکه کوچکتر باشد حجم محاسبات بیشتر می‌شود [۱]. از این رو ابعاد شبکه دارای محدودیت است و علاوه بر نظر کارشناس تابع امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در دسترس است.

روش‌های مختلفی برای تخمین نقاط مجهول وجود دارد که شامل روش معکوس فاصله^۱، روش میانگین متحرک^۲، تخمین شبکه‌ای و ... می‌باشد که هر کدام دارای معایب و مزایایی است [۱]. تقریباً در همه روش‌های تخمین شرط وجود پیوستگی بین داده‌ها برای درون‌یابی الزامی است. از طرفی داده‌های حاصل از برداشت رسوبات آبراه‌ای بنا به طبیعتی که دارند، می‌توانند فقط معرف بخشی از حوضه آبریز باشند که در بالادست آنها واقع است در نتیجه پیوستگی خود را به نوعی از دست می‌دهند. بدین ترتیب داده‌های رسوبات آبراه‌ای را می‌توان از نوع برداری دانست. این بردار رو به سمت بالای حوضه آبریز دارد و بدین لحاظ هر داده فقط در تخمین بخش بالادست خود، آن هم در محدوده حوضه آبریز مربوط به آن می‌تواند موثر باشد. خلاصه آنکه چون داده‌های حاصل از برداشت رسوبات آبراه‌ای نمی‌تواند هیچ‌گونه اطلاعاتی از پایین دست خود در اختیار گذارد، لذا نمی‌تواند در تخمین نقطه‌ای در پایین دست خود شرکت کند [۱]. برای درون‌یابی چنین داده‌های جهت‌داری، لازم است اولاً مرز حوضه آبریز مربوط به آنها در نظر گرفته شود. ثانیاً جهتی که نمونه یا داده می‌تواند در برون‌یابی شرکت کند، مشخص شود. در این صورت می‌توان نقشه توزیع عناصر را دقیق‌تر ارائه داد به طوری که امکان معرفی ساختار تغییرپذیری آنها در مقیاس وسیع‌تر فراهم شود.

۱ – Inverse distance

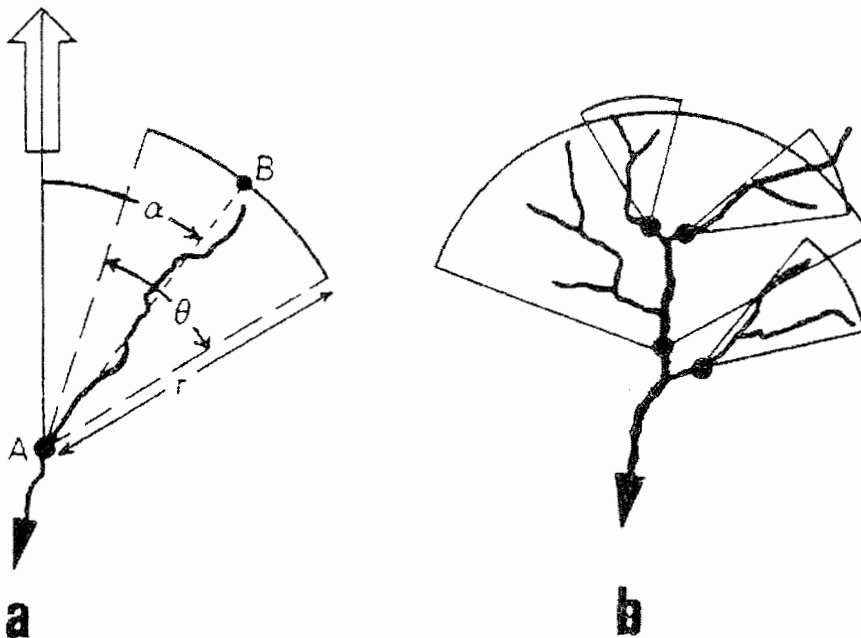
۲ – Moving Average

روشی که تمام نکات فوق در آن در نظر گرفته شده باشد اصطلاحاً روش تخمین شبکه‌ای نامیده می‌شود [۱]. در مطالعه حاضر از این روش تخمین استفاده شده است.

۳-۱۲- روش تخمین شبکه‌ای

این روش اولین بار توسط گروهی از ژئوشیمیست‌های اکتشافی امپریال کالج لندن بکار گرفته شد. در این روش ابتدا نقشه مورد نظر بوسیله شبکه‌ای از سلول‌های هم‌بعد پوشانده می‌شود. ابعاد شبکه بستگی به مقیاس برداشت‌ها، دقت مورد نیاز و امکانات سخت‌افزار (حافظه) دارد. معمولاً در برداشت رسوبات آبراه‌های در مقیاس $1/100000$ اندازه سلول‌ها 250×250 متر در نظر گرفته می‌شود. بنابراین هر برگه $1/100000$ به 40000 سلول شبکه مربعی تقسیم می‌گردد [۱].

پس از انداختن شبکه بر روی نقشه، لازم است که برای هر نمونه مرز حوضه آبریز بالادست آن مشخص شود (شکل ۳-۵). بدیهی است بیشترین انطباق بین یک شکل هندسی با حوضه آبریز را می‌توان در یک چندضلعی غیر منتظم یافت. ولی معمولاً برای سادگی محاسبات به‌جای چندضلعی



شکل (۳-۵): نمایش هندسی قطاع‌های پوشش دهنده یک حوضه آبریز و محل برداشت نمونه‌ها همراه با مختصات

مورد نیاز برای محاسبات [۱]

غیر منظم از قطاع استفاده می‌شود. بدلیل وجود محدودیت‌هایی که این شکل هندسی ساده دارد قابلیت انعطاف چندان زیادی در برازش به حوضه آبریز از خود نشان نمی‌دهد، به‌خصوص وقتی حوضه‌های آبریز مسیر منحنی شکل داشته باشد و یا در امتداد خود دچار پیچش‌های شدیدی شوند، به کارگیری قطاع به جای چندضلعی با مشکلاتی همراه است. البته می‌توان در این گونه موارد از محل دور زدن آبراهه آن را به دو حوضه تقسیم کرد و قطاع نمونه‌های واقع در هر بخش از حوضه را جداگانه رسم کرد. به این ترتیب به تعداد نمونه‌های برداشت شده لازم است قطاع یا چندضلعی رسم کرد تا حوضه آبریز هر نمونه مشخص شود [۱].

در روش تخمین شبکه‌ای مبتنی بر محصور کردن هر حوضه آبریز در یک قطاع، زاویه مرکزی قطاع در محل نمونه قرار می‌گیرد و کمان انتهایی قطاع بالاترین قسمت حوضه آبریز مربوطه را می‌پوشاند و دو ضلع قطاع باید حتی‌الامکان منطبق بر خط‌الرأس دو طرف حوضه آبریز در بالادست نمونه مربوط باشد. پارامترهایی که برای هر قطاع باید اندازه‌گیری و در محاسبات وارد شود عبارتند از:

۱- مختصات x و y نقطه رأس قطاع که همان نقطه نمونه‌برداری است.

۲- زاویه مرکزی قطاع (θ)

۳- مختصات نقطه انتهایی حوضه آبریز مربوطه که حتی‌الامکان منطبق بر نقطه وسط کمان قطاع باشد.

۴- مختصات مرکز و یا رئوس هر یک از سلول‌های شبکه نیز باید مشخص باشد.

همانطور که از شکل (۳-۵b) بر می‌آید، مقدار زیادی از مساحت قطاع‌های مختلف با یکدیگر همپوشانی دارند، ولی با محاسبه میزان اثر هر نمونه در محدوده قطاع نظیرش می‌توان به منطقی دست یافت که اثر این همپوشانی‌ها را به‌طور کمی محاسبه و خنثی کند. منطق محاسبات در اینجا وزن دادن به میزان اثر بخشی داده‌های مربوط به هر نمونه در محدوده قطاع نظیرش می‌باشد. در این تکنیک سه نوع وزن موثر می‌باشد. با توجه به مقدار این اوزان مقدار یک متغیر در هر یک از

سلول‌های شبکه تخمین زده می‌شود. دو وزن از سه وزن فوق مربوط به مساحت قطاع و سلول شبکه و یک وزن مربوط به فاصله مرکز سلول شبکه از نقطه رأس قطاع است. نقش هر یک از وزن‌های سه‌گانه فوق به شرح زیر است:

۱- وزنی که می‌تواند منعکس کننده فاصله بین موقعیت نمونه (زاویه مرکزی قطاع) و مرکز سلول شبکه مورد تخمین باشد. در این مورد عکس مجذور فاصله به‌عنوان وزن مورد نظر به‌کار برده می‌شود زیرا مساحت تحت پوشش یک نمونه خاص که در رأس قطاع قرار می‌گیرد معمولاً با مربع طول آبراهه واقع در بالادست نمونه متناسب است. برای مثال اگر طول آبراهه دو برابر شود، مساحت حوضه آبریز آن تقریباً چهار برابر خواهد شد به همین دلیل مواد حاصل از فرسایش نقطه‌ای در فاصله ۲D از محل برداشت نمونه نسبت به مواد حاصل از فرسایش نقطه‌ای در فاصله D از محل برداشت همان نمونه چهار برابر رقیق‌شدگی نشان خواهد داد [۱].

۲- وزنی که می‌تواند منعکس کننده نسبت آن قسمت از مساحت یک قطاع که درون سلول خاصی واقع شده است به کل مساحت قطاع باشد. برای مثال اگر قطاعی با مساحت ۸۰ واحد، مساحت دو سلول شبکه را به نسبت ۱۰ و ۷۰ واحد مساحت قطع کند، در این صورت وزن هر یک به ترتیب $\frac{۷۰}{۸۰}$ و $\frac{۱۰}{۸۰}$ خواهد شد. بدیهی است که جمع مساحت‌های جزئی برای هر قطاع، واحد خواهد بود [۱].

۳- وزنی که می‌تواند منعکس کننده نسبت سهم مساحت یک قطاع خاص به جمع مساحت قطاع‌های مختلفی که با مساحت‌های گوناگون سلول شبکه خاصی را اشغال می‌کند، باشد. برای مثال اگر سه قطاع مختلف یک سلول معینی را قطع کند به طوری که قطاع اول ۱۰٪ سلول را بپوشاند و قطاع دوم ۵۰٪ آن را شامل شود و قطاع سوم ۱۰٪ سلول را اشغال کند، به ترتیب سهم هر یک از کل مساحت قطاع‌ها برابر است با $\frac{۱۰۰}{۱۶۰}$ ، $\frac{۵۰}{۱۶۰}$ و $\frac{۱۰}{۱۶۰}$. در اینجا عدد ۱۶۰ حاصل جمع کل مساحت‌های قطع شده قطاع‌ها در این سلول خاص بوده است [۱].

با توجه به توضیحات فوق، فرض کنیم یک سلول از شبکه را که قطاع‌های مربوط به n نمونه مورد نظر قطع کرده‌اند، می‌خواهیم تخمین بزنیم. در این حالت لازم است ابتدا برای هر یک از n نمونه مورد نظر سه وزن فوق‌الذکر را محاسبه کنیم. سه وزن فوق‌الذکر برای نمونه i ام از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$w_{i1} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}} \quad w_{i2} = \frac{\frac{a_i}{A_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{a_i}{A_i}} \quad w_{i3} = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

که در آن d_i فاصله نمونه i ام از سلول مورد تخمین، a_i مساحتی از قطاع مربوط به نمونه i ام است که در سلول مورد تخمین قرار می‌گیرد و A_i مساحت کل قطاع (حوضه آبریز) نمونه i ام است. پس از محاسبه سه وزن فوق برای هر نمونه، متوسط آنها را به‌عنوان وزن نهایی نمونه مورد نظر در تخمین سلول مورد تخمین محاسبه می‌شود.

$$w_i = \frac{w_{i1} + w_{i2} + w_{i3}}{3}$$

و در نهایت مقدار تخمینی سلول مورد تخمین براساس میانگین وزن دار n نمونه موثر در آن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$x = \sum w_i x_i$$

۳-۱۳- رسم نقشه توزیع شاخص غنی‌شدگی هر یک از عناصر

نقشه تک متغیره توزیع شاخص غنی‌شدگی کلیه متغیرهای ژئوشیمیایی با توجه به اهمیت آنها رسم گردیده تا به همراه نقشه‌های چندمتغیره به کار رود. برای رسم نقشه توزیع متغیرهای مختلف، روی شاخص‌های غنی‌شدگی بدست آمده، تخمین شبکه‌ای صورت گرفت. سپس محدوده‌های بالای 99% ($\bar{x} + 3s$) فراوانی تجمعی به عنوان مناطق امید بخش اولیه انتخاب گردید. نقشه‌های بدست آمده از نرم‌افزار تخمین شبکه‌ای را به نرم‌افزار اتوکد منتقل کرده و تصحیحات نهایی بر روی آن انجام

گرفت. شکل (۳-۶) نمونه‌ای از این نقشه‌ها را برای شاخص غنی‌شدگی عنصر مس (Cu) نشان می‌دهد. بقیه اشکال در پیوست ۳ آورده شده است. در این نقشه‌ها مناطقی که با رنگ قرمز پررنگ مشخص شده، محدوده‌های امید بخش (۱٪ بالای جامعه) را نشان می‌دهد. شکل (۳-۷) نیز نقشه مناطق امید بخش کلیه عناصر موجود را نشان می‌دهد.

۳-۱۴- معرفی مناطق امیدبخش

در این قسمت مناطق امیدبخش بدست آمده از نقشه‌ها برای عناصر مختلف معرفی می‌شوند.

۳-۱۴-۱- آنومالی‌های بدست آمده از نقشه‌های EI

۳-۱۴-۱-۱- آنومالی‌های آرسنیک As

با توجه به شکل (پ ۳-۱) دیده می‌شود که در منطقه سه آنومالی از این عنصر وجود دارد. از این آنومالی‌ها یکی در قسمت شرقی برگه خوشاب با مساحت $2/7$ کیلومترمربع و دو آنومالی دیگر در شمال شرقی و غرب برگه اسداباد و به ترتیب با مساحت‌های $3/9$ و $2/8$ کیلومترمربع قرار دارند.

۳-۱۴-۲- آنومالی بر B

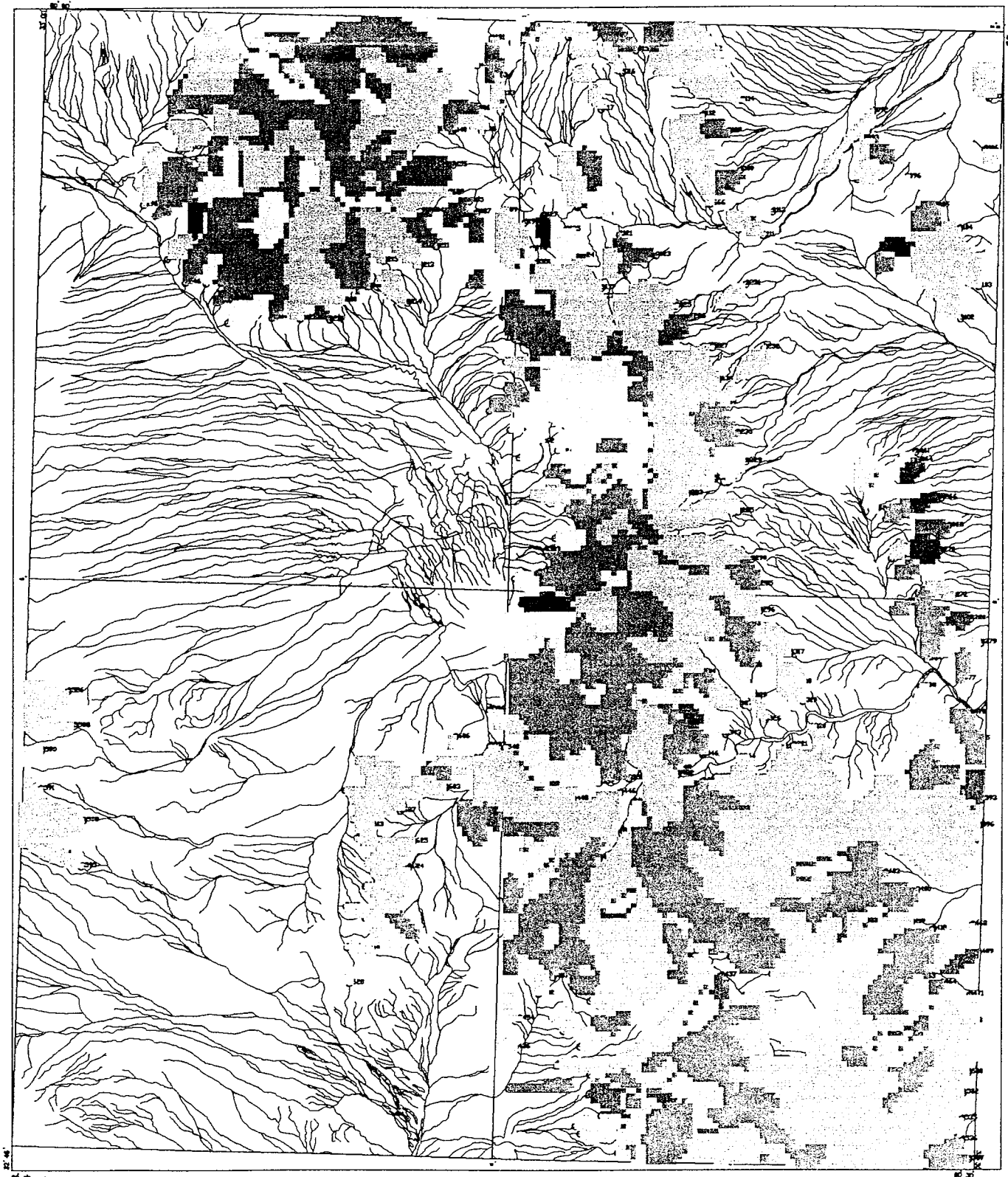
با توجه به شکل (پ ۳-۲) ملاحظه می‌شود که در منطقه یک آنومالی از این عنصر با مساحتی در حدود $9/4$ کیلومترمربع، در شرق برگه خوشاب وجود دارد.

۳-۱۴-۳- آنومالی‌های باریم Ba

همانطوری که از شکل (پ ۳-۳) دیده می‌شود شش منطقه آنومال وجود دارد. سه آنومالی آن در مرکز و غرب برگه آواز به ترتیب با مساحت‌های $2/3$ ، $1/8$ و $1/7$ کیلومترمربع و سه آنومالی دیگر آن در شرق، غرب و جنوب برگه خوشاب با مساحت‌های $1/4$ ، $0/9$ و $1/3$ کیلومترمربع قرار دارد.

۳-۱۴-۴- آنومالی‌های کرومیت Cr

با توجه به شکل (پ ۳-۴) هفت منطقه آنومال دیده می‌شود. یک آنومالی در مرکز برگه آواز با مساحت $1/8$ کیلومترمربع، یک آنومالی در شرق برگه اسداباد با مساحت $0/56$ کیلومترمربع و پنج



Fig(3-6): Grid Estimate Map of Distribution of EI Cu

LEGEND	
	1099
	100.5
	10.1
	10.0

Unit of Anomaly Area: 250 * 250 m

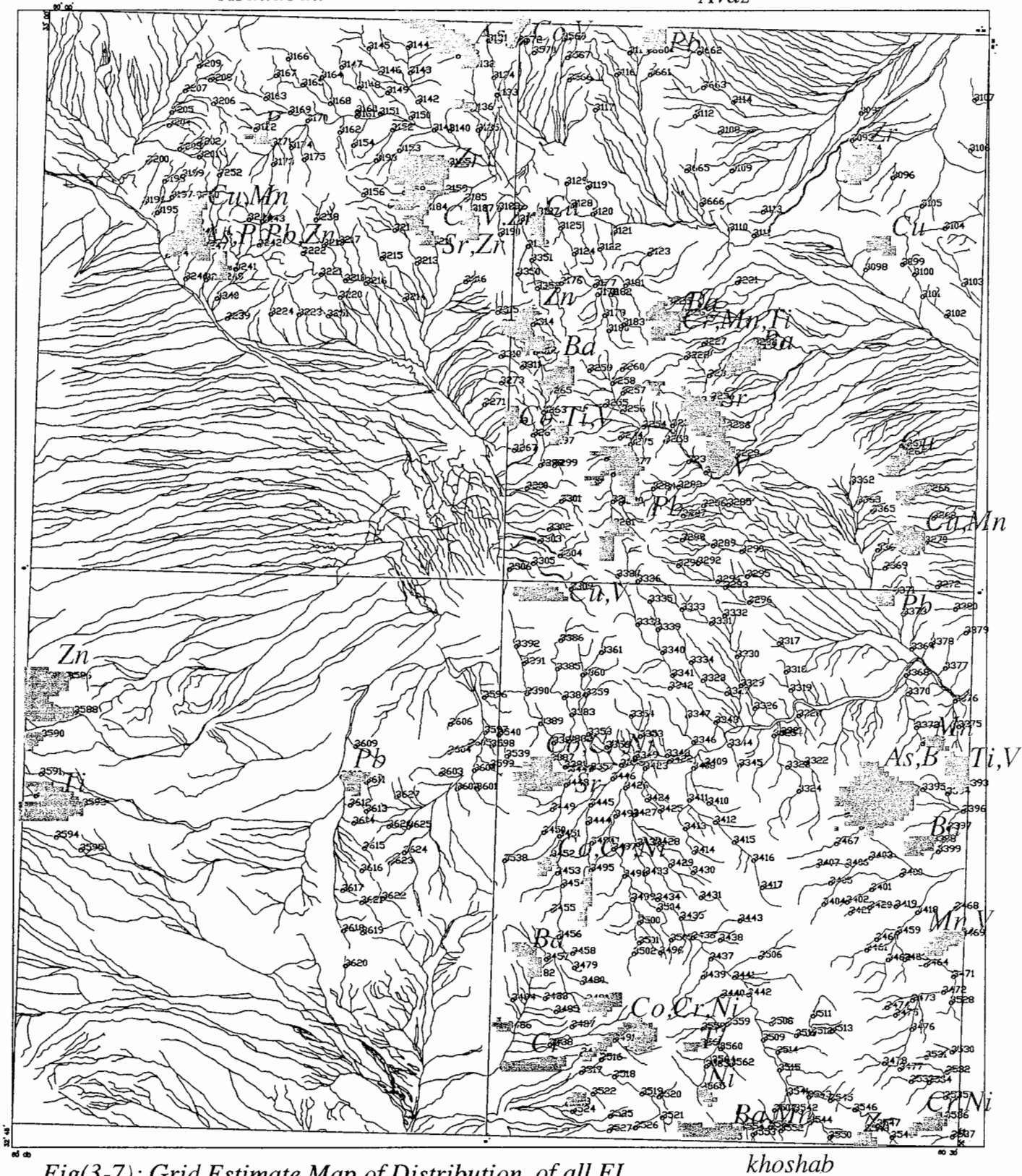


Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI Cu	
Scale=1:100,000	Map No.1

Gazic (8055)

Asadabad

Avaz



Fig(3-7): Grid Estimate Map of Distribution of all EI

khoshab

LEGEND

- Geochemical Sample
- ~ Drainage
- Road
- Populated Area

Unit of Anomaly Area: 250 * 250 m



Regional Geochemical & Heavy Mineral
Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet

Grid Estimate Map of Distribution
of EI

Scale: 1:100,000	Date: 2003	Map No.1
------------------	------------	----------

آنومالی دیگر در غرب، جنوب غربی و جنوب شرقی برگه خوشاب به ترتیب با مساحت‌های ۰/۷۵، ۱، ۱/۲، ۲/۴ و ۱/۴ کیلومترمربع قرار دارند.

۳-۱۴-۵- آنومالی‌های مس Cu

شکل (۳-۶) هفت منطقه آنومال را نشان می‌دهد. پنج آنومالی در شرق، غرب و جنوب شرقی برگه آواز با مساحت‌های ۱/۱۲، ۱، ۱/۸، ۱/۱ و ۱ کیلومترمربع، یک آنومالی در شمال غربی برگه خوشاب با مساحت ۲/۱ کیلومترمربع و یک آنومالی هم در غرب برگه اسداباد با وسعت ۱/۲ کیلومترمربع قرار دارد.

۳-۱۴-۶- آنومالی‌های منگنز Mn

با توجه به شکل (پ ۳-۵) شش منطقه آنومال دیده می‌شود. یکی در غرب برگه اسداباد با مساحت ۱/۳ کیلومترمربع، دو آنومالی در مرکز و جنوب شرقی برگه آواز به ترتیب با مساحت‌های ۱/۶ و ۱/۸ کیلومترمربع و سه آنومالی هم در شمال شرقی، شرق و جنوب برگه خوشاب با وسعت‌های ۰/۵، ۱/۶ و ۱/۴ کیلومترمربع قرار دارند.

۳-۱۴-۷- آنومالی‌های نیکل Ni

همان‌طور که از شکل (پ ۳-۶) دیده می‌شود تمام مناطق آنومال این عنصر در برگه خوشاب قرار دارند. این آنومالی‌ها در غرب، جنوب غربی و جنوب شرقی این برگه با مساحت‌های ۱، ۰/۷۵، ۳/۱، ۱/۶، ۰/۶ و ۰/۵ کیلومترمربع واقع شده‌اند.

۳-۱۴-۸- آنومالی‌های سرب Pb

شکل (پ ۳-۷) شش منطقه آنومال را نشان می‌دهد. یک آنومالی در غرب برگه اسداباد با مساحت ۱/۲ کیلومترمربع، سه آنومالی در شمال و جنوب غربی برگه آواز با مساحت‌های ۱/۸، ۳/۶ و ۱/۶ کیلومترمربع، یک آنومالی در شمال شرقی برگه خوشاب با مساحت ۰/۶ کیلومترمربع و یک آنومالی هم در شرق برگه دستگرد با وسعت ۱/۲ کیلومترمربع است.

۳-۱۴-۱-۹- آنومالی‌های استرانسیم Sr

با توجه به شکل (پ ۳-۸) چهار آنومالی دیده می‌شود. دو آنومالی در غرب و جنوب برکه آواز با مساحت‌های ۱ و $\frac{3}{8}$ کیلومترمربع، یک آنومالی در غرب برکه خوشاب با مساحت تقریبی $\frac{2}{4}$ کیلومترمربع و یک آنومالی هم در شرق برکه اسداباد با مساحت $\frac{1}{7}$ کیلومترمربع قرار دارد.

۳-۱۴-۱-۱۰- آنومالی‌های تیتانیوم Ti

شکل (پ ۳-۹) پنج منطقه آنومال را نشان می‌دهد. دو آنومالی در مرکز و جنوب‌غربی برکه آواز با مساحت‌های $\frac{1}{5}$ و $\frac{0}{75}$ کیلومترمربع، دو آنومالی در شرق و جنوب برکه خوشاب با مساحت‌های $\frac{1}{9}$ و $\frac{0}{4}$ کیلومترمربع و یک آنومالی هم در غرب برکه دستگرد با مساحت $\frac{4}{7}$ کیلومترمربع دیده می‌شود.

۳-۱۴-۱-۱۱- آنومالی‌های روی Zn

با توجه به شکل (پ ۳-۱۰) منطقه شامل چهار آنومالی از این عنصر می‌باشد. دو آنومالی در شمال و غرب برکه آواز به ترتیب با مساحت‌های $\frac{1}{5}$ و $\frac{2}{8}$ کیلومترمربع و دو آنومالی هم در شمال‌غربی برکه دستگرد با مساحت‌های $\frac{5}{3}$ و $\frac{0}{8}$ کیلومترمربع واقع شده‌اند.

۳-۱۴-۱-۱۲- آنومالی‌های وانادیوم V

همان‌طوری که از شکل (پ ۳-۱۱) دیده می‌شود در منطقه V آنومالی وجود دارد. دو آنومالی در جنوب و جنوب‌غربی برکه آواز به ترتیب با مساحت‌های $\frac{2}{2}$ و $\frac{1}{1}$ کیلومترمربع، سه آنومالی در شرق، جنوب‌شرقی و شمال‌غربی برکه خوشاب با مساحت‌های $\frac{1}{75}$ ، $\frac{0}{65}$ و ۲ کیلومترمربع و دو آنومالی در شرق و شمال‌شرقی برکه اسداباد با مساحت‌های $\frac{1}{2}$ و ۱ کیلومترمربع قرار دارند.

۳-۱۴-۱-۱۳- آنومالی‌های فسفر P

شکل (پ ۳-۱۲) ۹ منطقه آنومال از این عنصر را نشان می‌دهد. یک آنومالی در غرب برکه آواز با وسعت $\frac{0}{5}$ کیلومترمربع، پنج آنومالی در شمال‌شرقی، جنوب و جنوب‌غربی برکه خوشاب

با مساحت‌های ۰/۶، ۰/۸۵، ۰/۱، ۵/۹ و ۱/۲ کیلومترمربع و سه آنومالی هم در شرق، شمال و غرب برگه اسدآباد با مساحت‌های ۱/۷۵، ۰/۶۵ و ۱/۲ کیلومترمربع قرار دارد.

۳-۱۴-۱- آنومالی‌های کبالت Co

با توجه به شکل (پ ۳-۱۳) هشت منطقه آنومال دیده می‌شود. یک آنومالی در غرب برگه آواز با وسعت ۰/۷ کیلومترمربع، یک آنومالی در شمال شرقی برگه اسدآباد با مساحت ۱ کیلومترمربع و ۶ آنومالی دیگر در غرب و جنوب غربی برگه خوشاب با مساحت‌های ۱، ۰/۷، ۱/۶، ۲/۷، ۱/۹ و ۰/۵ کیلومترمربع است.

۳-۱۴-۱- آنومالی‌های زیرکنیوم Zr

شکل (پ ۳-۱۴) هم ۵ منطقه آنومال را نشان می‌دهد. یک آنومالی در شمال شرقی برگه آواز با مساحت ۲/۵ کیلومترمربع، یک آنومالی در جنوب شرقی برگه خوشاب با وسعت ۰/۷ کیلومترمربع و سه آنومالی در شرق و مرکز برگه اسدآباد با مساحت‌های ۳/۸، ۰/۹ و ۰/۷ کیلومترمربع قرار دارد.

۳-۱۴-۲- آنومالی‌های چندعنصری بدست آمده از نقشه EI کل (شکل ۳-۷)

۳-۱۴-۲-۱- برگه آواز

با توجه به شکل (۳-۷) دیده می‌شود که در این برگه آنومالی‌های چندعنصری کبالت-وانادیوم (Co, V) در گوشه شمال غربی با وسعت ۰/۹ کیلومترمربع، تیتان- منگنز-کرم (Ti, Mn, Cr) در مرکز با مساحت ۱/۸ کیلومترمربع، تیتان-وانادیوم (Ti, V) در جنوب غربی با مساحت ۰/۸ کیلومترمربع و مس-منگنز (Cu, Mn) در گوشه جنوب شرقی با مساحت ۱/۸ کیلومترمربع قرار دارد.

۳-۱۴-۲-۲- برگه خوشاب

با توجه به شکل (۳-۷) دیده می‌شود که در این برگه نیز آنومالی‌های چندعنصری وجود دارد. این آنومالی‌ها شامل ۳ آنومالی کبالت-کرم-نیکل (Co, Cr, Ni) در غرب و جنوب غربی این به ترتیب برگه با مساحت‌های ۱، ۰/۷۵ و ۳/۱ کیلومترمربع، یک آنومالی مس-وانادیوم (Cu, V) در

گوشه شمال غربی با وسعت ۱/۹ کیلومترمربع، یک آنومالی تیتان-وانادیوم (Ti, V) در شرق این برگه با مساحت ۱/۹ کیلومترمربع و نهایتاً یک آنومالی کرم-نیکل (Cr, Ni) در گوشه جنوب غربی این برگه با وسعت ۱/۴ کیلومترمربع می‌باشد.

۳-۱۴-۲-۳- برگه اسدآباد

در این برگه نیز (شکل ۳-۷) سه آنومالی چندعنصری دیده می‌شود. این آنومالی‌ها شامل آنومالی سرب و روی (Pb, Zn) با وسعت تقریبی ۲/۵ کیلومترمربع در غرب برگه، آنومالی کرم-وانادیوم-زیرکن (Cr, V, Zr) در شرق منطقه با وسعت ۱/۵ کیلومترمربع و آنومالی مس-منگنز (Cu, Mn) با مساحت ۱/۱ کیلومترمربع در غرب این برگه می‌باشد.

۳-۱۵- محاسبه احتمال رخداد^۱ (P.N) هر یک از شاخص‌های غنی‌شدگی

از آنجا که برداشت ژئوشیمیایی از رسوبات آبراهه‌ای به دو منظور مختلف زیر:

۱- ارزیابی پتانسیل معدنی واحدهای لیتولوژیکی و نهایتاً تهیه نقشه متالوژنی این واحدها از طریق رسم نقشه توزیع عناصر.

۲- ارزیابی آنومالی‌های ژئوشیمیایی امید بخش جهت انجام عملیات اکتشافی تفضیلی‌تر.

صورت می‌گیرد، برای دسترسی به اهداف فوق، ابتدا نقشه توزیع ژئوشیمیایی عناصر در مقیاس ناحیه‌ای رسم و سپس با محاسبه احتمال رخداد هر یک از مقادیر آنومال، از آن به‌عنوان ملاکی جهت دسترسی به منظور دوم استفاده می‌کنیم. پس از آنکه مقدار هر عنصر در هر یک از جوامع به میانه همان عنصر در جامعه تقسیم شد (نرمالایز کردن اثر لیتولوژی‌های مختلف)، حال می‌توان با نتایج حاصل از نمونه‌های متعلق به جوامع مختلف، تشکیل جامعه کلی داد و روی این جامعه تحلیل آماری کرد.

۱ - Event Probability

علاوه بر محاسبه شاخص غنی‌شدگی هر عنصر، احتمال رخداد هر مقدار از یک عنصر در هر نمونه نیز محاسبه گردیده است. منطق روش P.N در تشخیص مقادیر آنومال بر دو اصل استوار است: یکی افزایش مقدار متغیر و دیگری افزایش فراوانی نسبی آن. بنابراین شدت هر آنومالی تابع دو عامل است:

۱- احتمال پیدایش نمونه‌ای با مقدار مطلوب مورد نظر (P)؛ هرچه این احتمال کوچک‌تر باشد شدت آنومالی در نمونه معرف آن بیشتر خواهد شد. به عنوان مثال اگر احتمال رخداد نمونه‌ای با عیار یک گرم در تن طلا از رسوبات آبراهه‌ای منطقه خاصی $0/0001$ باشد و احتمال رخداد نمونه‌ای با ۴ گرم در تن طلا از همان رسوبات در همان منطقه $0/000001$ باشد، رخداد یک مورد از هر یک از این دو مقدار دلالت بر قوی‌تر بودن آنومالی دوم یعنی ۴ گرم در تن است [۱].

۲- تعداد نمونه‌های برداشت شده (N)؛ هرچه این مقدار کوچک‌تر باشد، شدت آنومالی قوی‌تر است. زیرا به طور متوسط وجود یک مقدار بزرگ‌تر از $\bar{x} + 3s$ (s : انحراف معیار) در بین ۱۰۰۰ نمونه، امری طبیعی است و جزئی از خصوصیات توزیع نرمال است. اما اگر یک مقدار بزرگ‌تر از $\bar{x} + 3s$ در بین ۱۰۰ نمونه برداشت شده یافت شود، غیر عادی است و می‌تواند ناشی از وجود مقادیر آنومال باشد [۱].

بنابراین حاصل ضرب دو عامل فوق یعنی P.N می‌تواند به عنوان معیاری برای انتخاب آنومالی‌ها باشد. بدیهی است که هر چه این مقدار کوچک‌تر از واحد باشد، آنومالی‌ها دارای شدت بیشتری می‌باشند، زیرا در حالت نرمال بودن، حاصل ضرب تعداد نمونه با عیار مفروض، در احتمال وقوع آن عیار، واحد خواهد بود. مقدار P برای هر عنصر در هر نمونه برابر احتمال رخداد عیارهای بزرگ‌تر یا مساوی مقدار متغیر مورد بررسی در نمونه مورد نظر است. بنابراین اگر مقدار متغیر مورد بررسی برای نمونه مورد نظر را x_0 بنامیم از روابط زیر می‌توان مقدار P را بدست آورد [۱]:

$$z = \frac{x_0 - \bar{x}}{s}$$

$$P = \phi(z > z_0) = 0.5 - \phi(z \leq z_0)$$

که در آن مقدار استاندارد شده x_0 ، \bar{x} میانگین داده‌ها، S انحراف معیار داده‌ها و ϕ تابع چگالی توزیع نرمال است که مقادیر آن به صورت جدول در پیوست ۳ آورده شده است. از آنجا که مقادیر این جدول، احتمال رخداد مقادیر کوچک‌تر یا مساوی یک مقدار مشخص را بدست می‌دهد، لذا پس از قرائت این مقدار از جدول و کسر آن از نیم، احتمال رخداد مقادیر بزرگ‌تر از مقدار مورد نظر بدست می‌آید. معیار انتخاب یک نمونه به عنوان آنومالی آن است که $p \ll 1$ باشد، یعنی $P.N$ آن خیلی کوچک‌تر از واحد باشد [۱].

معمولاً برای آنکه با مقادیر عددی خیلی کوچک سر و کار نداشته باشیم، به جای $P.N$ می‌توان از مقدار $1/P.N$ استفاده کرد [۱]. در این صورت هر چه مقدار $1/P.N$ بزرگ‌تر از واحد باشد، آنومالی مورد نظر با اهمیت‌تر است. نکته دیگری که در روش $P.N$ باید به آن توجه کرد آن است که این روش نسبت به تابع توزیع بسیار حساس می‌باشد، زیرا مقادیر احتمال پیدایش بر اساس تابع توزیع نرمال محاسبه می‌شود [۱].

جدول (۷-۳) نتیجه عملیات فوق را برای برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گزیک نشان می‌دهد. در این جدول نمونه‌هایی آورده شده است که مجموع مقادیر $1/P.N$ محاسبه شده برای آن بالای یک می‌باشد.

بدین ترتیب برای منگنز ۹ آنومالی، تیتان ۴ آنومالی، بر ۷ آنومالی، سرب ۵ آنومالی، روی ۱۱ آنومالی، مس ۶ آنومالی، آرسنیک ۶ آنومالی، باریم ۷ آنومالی، استرانسیم ۱۰ آنومالی، کبالت ۸ آنومالی، نیکل و کرم هم هر کدام ۱۵ آنومالی در بین نمونه‌ها حاصل گردیده است.

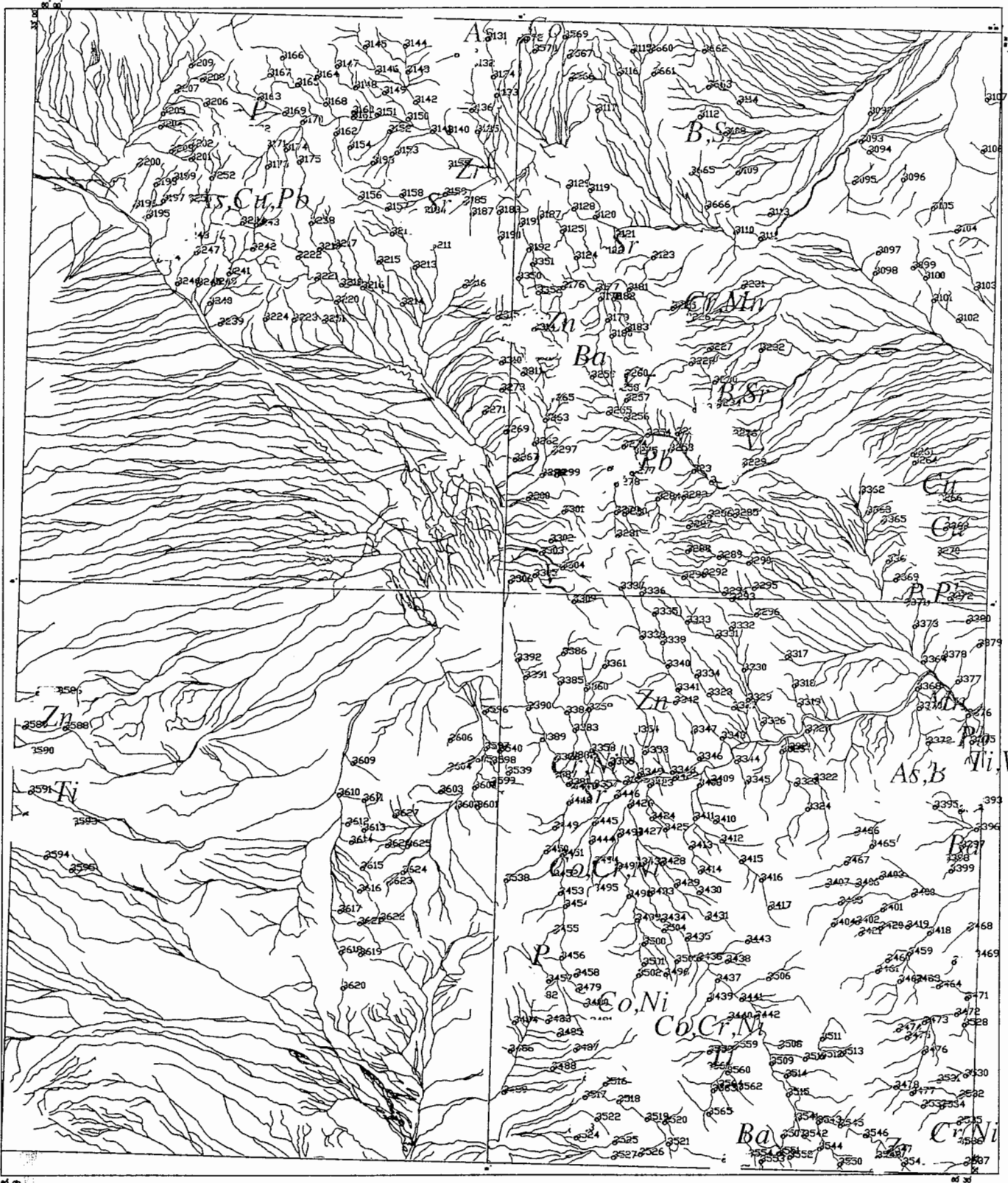
۳-۱۶- نقشه عکس حاصل ضرب احتمال رخدادها در تعداد نمونه‌ها (شکل (۳-۸))

برای رسم این نقشه، روی مقادیر $1/PN$ بدست آمده از شاخص‌های غنی‌شدگی، تخمین شبکه‌ای صورت گرفت و مقادیر بالای ۹۹٪ فراوانی تجمعی به عنوان مناطق امید بخش مقدماتی انتخاب گردید. نقشه تخمین زده شده توسط نرم‌افزار تخمین شبکه‌ای را به نرم‌افزار اتوکد منتقل کرده و تصحیحات نهایی بر روی آن انجام گرفت. با توجه به این شکل، مشاهده می‌شود که تعدادی منطقه امیدبخش به صورت تک عنصری و چندعنصری برای عناصر مختلف مشخص شده که تعدادی از مناطق امیدبخش بدست آمده از نقشه‌های EI را تأیید می‌کند.

همان‌گونه که از شکل دیده می‌شود، در برگه آواز آنومالی‌های تک‌عنصری Cu, Pb, V, Cr, Ba, Zn, Sr و آنومالی‌های چندعنصری B, Sr و Cr, Mn، در برگه خوشاب آنومالی‌های تک‌عنصری Zn, Sr, Mn, Pb, Ba و آنومالی‌های چندعنصری Cr, Ni و Ti, V و Cr, Co, Ni، در برگه دستگرد آنومالی‌های تک‌عنصری Zn و Ti و در برگه اسدآباد آنومالی‌های تک‌عنصری As, Zr, Sr, P و آنومالی‌های چندعنصری Cu, Pb وجود دارد.

در مطالعه حاضر روش‌های آماری تک‌متغیره انجام شد و نتایج آن به صورت آماری و نقشه نشان داده شد که توسط آنها مناطق امیدبخش مشخص شد. در ادامه به دلایل زیر از روش‌های تجزیه و تحلیل چندمتغیره برای تفسیر داده‌ها استفاده می‌شود.

۱- تجربه نشان داده است که چنانچه ترکیبی از متغیرها به جای یک متغیر به کار گرفته شوند و از نتایج ترکیبی آنها استفاده شود، امکان تشخیص هاله‌های مرکب ژئوشیمیایی در اطراف توده‌های کناساری به مراتب افزایش می‌یابد و از طرفی خطاهای تصادفی در بکارگیری ترکیبی متغیرها نسبتاً کاهش می‌یابد [۹].



Fig(3-8): Grid Estimate Map of Distribution anomaly PN

khoshab

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area 250 * 250 m)	



Scale 1:100,000
 Coordinate System UTM (Hayford 1900)

Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet		
Grid Estimate Map of Distribution of anomaly PN		
Scale=1:100,000	Date: 2003	Map No.1

۲- از دیگر مزایای استفاده از روش‌های چندمتغیره کاهش تعداد متغیرها در مباحث داده‌پردازی و در نتیجه کاستن از تعداد نقشه‌ها است. با استفاده از این روش‌ها امکان مقایسه متغیرها و کسب نتایج، راحت‌تر خواهد بود.

البته استفاده بهینه از روش‌های چند متغیره در حالتی صادق خواهد بود که در پردازش داده‌ها با تعداد زیادی متغیر روبرو باشیم و تا حدودی امکان اخذ نتیجه از متغیرها به گونه منفرد غیر ممکن و یا توأم با خطای زیاد باشد.

فصل چهارم

تجزیه و تحلیل چندمتغیره

۴-۱- مقدمه

هر تجزیه و تحلیل چند متغیره که بر روی بیش از دو متغیر انجام می‌گیرد، می‌تواند در قالب آنالیزهای چند متغیره بیان شود. غالب تکنیک‌های چند متغیره در اصل بسط و توسعه آنالیزهای تک‌متغیره می‌باشند [۶]. اگر چه استنباط‌های آماری تک متغیره می‌تواند معتبر باشد ولی استنباط‌های آماری مبتنی بر بررسی‌های چندمتغیره از اعتبار بیشتری برخوردار است. در این روش آماری خطاهای تصادفی یک‌متغیره می‌تواند تا حدودی بوسیله متغیرهای دیگر کنترل شود. این امر بخصوص در کاهش خطاهای ناهنجار در تحلیل داده‌ها و استنباط‌های واقعی‌تر می‌تواند مؤثر و مفید باشد [۱]. روش‌های رایج در آمار چندمتغیره شامل: روش تحلیل مولفه‌های اصلی^۱ (PCA)، تحلیل فاکتوری^۲، تحلیل خوشه‌ای^۳ و ... است [۱].

در این مطالعه برای درک بهتر ارتباط ژنتیکی، از ضرایب همبستگی عناصر مختلف با یکدیگر و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و تجزیه فاکتوری استفاده شده است. از روش تجزیه فاکتوری، همچنین برای رسم نقشه‌های چندمتغیره و نتایج کلی چندمتغیره استفاده گردیده است.

۴-۲- تعیین ضرایب همبستگی عناصر

برای شناسایی روابط ژنتیکی و ثانویه بین متغیرها و تجزیه و تحلیل آنها و استفاده از روابط آنها در مباحث اکتشافات ژئوشیمیایی، بررسی‌های دومتغیره به‌عنوان نخستین گزینه انتخاب

۱ - Principal Components Analysis

۲ - Factor Analysis

۳ - Cluster Analysis

می‌شود. داده‌پردازی با بیان این روابط و ارائه کمیت‌هایی که در قالب آنها بتوان روابط مزبور را بیان داشت، ادامه می‌یابد.

میزان همبستگی یک متغیر نسبت به متغیر دیگر با عددی به نام ضریب همبستگی^۱ سنجیده می‌شود. زمانی دو متغیر را همبسته می‌نامند که روند کاهش یا افزایش آنها به گونه‌ای محسوس در امتداد یک خط به نسبت مستقیم فرضی باشد. چنانچه همزمان با افزایش یک متغیر، متغیر دیگر افزایش یابد این دو متغیر همبسته مستقیم و در حالت عکس، آنها را همبسته غیرمستقیم می‌نامند. این تعاریف در قالب همبستگی‌های مثبت و منفی نیز ارائه شده‌است [۹].

ضریب همبستگی و بررسی تغییرات آن در مراحل اکتشافی و بویژه در اکتشافات ژئوشیمیایی کاربرد گسترده‌ای دارد. ضریب همبستگی یک معیار عددی است که رابطه‌ای ترتیبی را نشان می‌دهد اما رابطه نسبتی بر آن مترتب نیست. بدین معنی که اگر با تعداد نمونه‌های برابر، همبستگی دو متغیر X و Y برابر $0/8$ و دو متغیر X و Z برابر $0/4$ باشد، می‌توان این همبستگی را این‌گونه تفسیر کرد که همبستگی X و Y قوی‌تر از همبستگی X و Z است، اما دو برابر آن نیست [۹].

با توصیفی که در این فصل از ویژگی‌های ضرایب همبستگی به عمل آمد، ضرایب همبستگی عناصر مختلف توسط نرم‌افزار SPSS محاسبه شد و به‌صورت ماتریسی با ۲۲ سطر و ۲۲ ستون در جدول (۴-۱) آورده شده‌است. این جدول بازگوکننده ارتباط و میزان همبستگی بین متغیرها می‌باشد. به عنوان مثال، با توجه به جدول داریم:

نیکل (Ni): این عنصر با عناصر Cr, Co, MgO همبستگی مثبت و با Cao, Sr همبستگی منفی دارد. بیشترین میزان همبستگی آن با MgO بوده و مقدار آن $0/76$ می‌باشد.

مس (Cu): این عنصر با عناصر Mn, V همبستگی مثبت و با Cao, Sr همبستگی منفی دارد.

۱ - Correlation Coefficient

جدول (۴-۱): ضرایب همبستگی عناصر مختلف در برنگه ۱/۱۰۰۰۰۰۰۰ گزیبک

	SI02	AL2X	FE2X	CAO	MGO	NA2O	K2O	MN	P	TI	B	PB	ZN	CU	AS	BA	SR	ZR	V	CR	CO	NI
SI02	1.00	0.07	0.15	-0.89	0.03	0.38	-0.03	-0.05	0.07	0.14	0.08	0.36	0.34	0.05	-0.21	0.05	-0.22	-0.07	-0.28	-0.01	0.09	0.08
AL2X	0.07	1.00	0.21	-0.09	-0.16	0.18	0.45	0.21	0.46	0.43	0.43	0.42	0.08	0.33	0.20	0.25	-0.21	-0.09	0.42	-0.03	0.17	-0.01
FE2X	0.15	0.21	1.00	-0.38	0.43	0.15	0.07	0.63	0.17	0.32	0.35	0.18	-0.02	0.58	0.08	-0.10	-0.36	0.08	0.43	0.41	0.37	0.29
CAO	-0.89	-0.09	-0.38	1.00	-0.36	-0.28	0.09	-0.03	-0.11	-0.04	-0.11	-0.35	-0.29	-0.12	0.15	0.09	0.33	0.14	0.26	-0.14	-0.31	-0.26
MGO	0.03	-0.16	0.43	-0.36	1.00	-0.16	-0.21	0.18	0.00	-0.32	-0.01	-0.08	-0.12	0.10	0.06	-0.33	-0.19	-0.19	-0.08	0.57	0.69	0.76
NA2O	0.38	0.18	0.15	-0.28	-0.16	1.00	0.31	0.12	0.22	0.32	0.20	0.33	-0.10	0.32	0.09	0.02	-0.18	-0.01	0.31	-0.02	0.08	-0.09
K2O	-0.03	0.45	0.07	0.09	-0.21	0.31	1.00	0.20	0.30	0.20	0.56	0.37	-0.10	0.33	0.20	0.33	-0.12	-0.12	0.51	-0.01	0.10	0.05
MN	-0.05	0.21	0.63	-0.03	0.18	0.12	0.20	1.00	0.13	0.24	0.36	0.19	-0.20	0.50	0.13	0.21	-0.27	0.15	0.41	0.36	0.21	0.24
P	0.07	0.46	0.17	-0.11	0.00	0.22	0.30	0.13	1.00	0.20	0.35	0.61	0.28	0.20	0.47	0.02	-0.28	-0.30	0.19	-0.03	0.35	0.09
TI	0.14	0.43	0.32	-0.04	-0.32	0.32	0.20	0.24	0.20	1.00	0.10	0.16	0.11	0.34	0.04	0.25	-0.07	0.29	0.54	0.03	0.01	-0.17
B	0.08	0.43	0.35	-0.11	-0.01	0.20	0.56	0.36	0.35	0.10	1.00	0.49	0.03	0.34	0.26	0.22	-0.14	-0.08	0.29	0.10	0.13	0.13
PB	0.36	0.42	0.18	-0.35	-0.08	0.33	0.37	0.19	0.61	0.16	0.49	1.00	0.28	0.16	0.31	0.26	-0.29	-0.24	0.11	0.07	0.29	0.06
ZN	0.34	0.08	-0.02	-0.29	-0.12	-0.10	-0.10	-0.20	0.28	0.11	0.03	0.28	1.00	-0.07	0.03	-0.03	-0.04	-0.13	-0.23	-0.15	0.06	-0.05
CU	0.05	0.33	0.58	-0.12	0.10	0.32	0.33	0.50	0.20	0.34	0.34	0.16	-0.07	1.00	0.08	-0.05	-0.26	0.12	0.55	0.16	0.19	0.08
AS	-0.21	0.20	0.08	0.15	0.06	0.09	0.20	0.13	0.47	0.04	0.26	0.31	0.03	0.08	1.00	0.10	-0.20	-0.13	0.22	0.18	0.30	0.14
BA	0.05	0.25	-0.10	0.09	-0.33	0.02	0.33	0.21	0.02	0.25	0.22	0.26	-0.03	-0.05	0.10	1.00	0.12	0.17	0.15	0.08	-0.17	-0.06
SR	-0.22	-0.21	-0.36	0.33	-0.19	-0.18	-0.12	-0.27	-0.28	-0.07	-0.14	-0.29	-0.04	-0.26	-0.20	0.12	1.00	0.10	-0.14	-0.17	-0.33	-0.20
ZR	-0.07	-0.09	0.08	0.14	-0.19	-0.01	-0.12	0.15	-0.30	0.29	-0.08	-0.24	-0.13	0.12	-0.13	0.17	0.10	1.00	0.16	0.11	-0.27	-0.11
V	-0.28	0.42	0.43	0.26	-0.08	0.31	0.51	0.41	0.19	0.54	0.29	0.11	-0.23	0.55	0.22	0.15	-0.14	0.16	1.00	0.24	0.23	-0.01
CR	-0.01	-0.03	0.41	-0.14	0.57	-0.02	-0.01	0.36	-0.03	0.03	0.10	0.07	-0.15	0.16	0.18	0.08	-0.17	0.11	0.24	1.00	0.59	0.74
CO	0.09	0.17	0.37	-0.31	0.69	0.08	0.10	0.21	0.35	0.01	0.13	0.29	0.06	0.19	0.30	-0.17	-0.33	-0.27	0.23	0.59	1.00	0.72
NI	0.08	-0.01	0.29	-0.26	0.76	-0.09	0.05	0.24	0.09	-0.17	0.13	0.06	-0.05	0.08	0.14	-0.06	-0.20	-0.11	-0.01	0.74	0.72	1.00

بیشترین میزان همبستگی آن با V بوده و مقدار آن $0/55$ می‌باشد.

۴-۳- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای حل مسائلی است که در آن با در دست داشتن مجموعه‌ای متشکل از n نمونه (نمونه‌های ژئوشیمیایی) و اندازه‌گیری p متغیر (عناصر آنالیز شده) می‌توان نمونه‌ها و متغیرهای مشابه را در کلاس‌هایی گروه‌بندی نمود. دلایل زیادی را می‌توان برای ارزشمند بودن تجزیه و تحلیل خوشه‌ای ارائه داد. اول آنکه تجزیه و تحلیل خوشه‌ای می‌تواند در پیدا کردن گروه‌های واقعی موثر باشد. ثانیاً برای کاهش داده‌ها می‌تواند مفید باشد. سوم آنکه گروه‌های غیر قابل انتظاری را ایجاد می‌کند. در این صورت نتیجه حاصل بیانگر روابط جدیدی خواهد بود که باید مورد بررسی قرار گیرند [۱]. به طور عمده در پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای دو روش $R - Mode$ و $Q - Mode$ مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱].

۴-۳-۱- تجزیه و تحلیل نوع $R - Mode$

هدف از این تجزیه و تحلیل مقایسه روابط و تعیین همبستگی میان متغیرها (غلظت عناصر) در نمونه‌های مورد نظر است. از این روش یاد شده می‌تواند در تشخیص عناصر اصلی موجود در مجموعه ژئوشیمیایی به کار رود [۱].

۴-۳-۲- تجزیه و تحلیل نوع $Q - Mode$

هدف از این تجزیه و تحلیل، تعیین و ارزیابی همبستگی‌های موجود میان نمونه‌های گوناگون و بر حسب تغییر متغیرهایی نظیر ترکیب شیمیایی سنگ‌ها است [۱].

باید توجه کرد که پیش از آغاز داده‌پردازی، باید همه داده‌ها عددی شده و هیچ مقدار گم‌شده‌ای^۱ نباشد. سپس با استفاده از داده‌های نرمال عملیات دنبال می‌شود [۹]. در این مطالعه از روش R-Mode استفاده شده است. این کار بدین خاطر است که عناصر هم پاراژنز در منطقه مشخص شوند و به کمک این آنالیز و روش‌های دیگر آنالیز بتوان ناهنجاری‌های منطقه را مشخص کرد. ساختار درختی مربوط به داده‌های ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ گزیک در دیاگرام شکل (۴-۱) نشان داده شده است. با توجه به شکل، عناصر به طور کلی به دو گروه اصلی تقسیم شده است. هر کدام از این دو گروه به زیر گروه‌های دیگری تقسیم می‌شوند. در مجموع این عناصر را به ۵ گروه می‌توان تقسیم کرد گروه اول: شامل متغیرهای Na_2O , SiO_2 , Mn , Fe_{2x} است.

گروه دوم: شامل متغیرهای V , K_2O , Ti , Al_{2x} است.

گروه سوم: این گروه از متغیرهای MgO , Co , Ni , Cr تشکیل شده است.

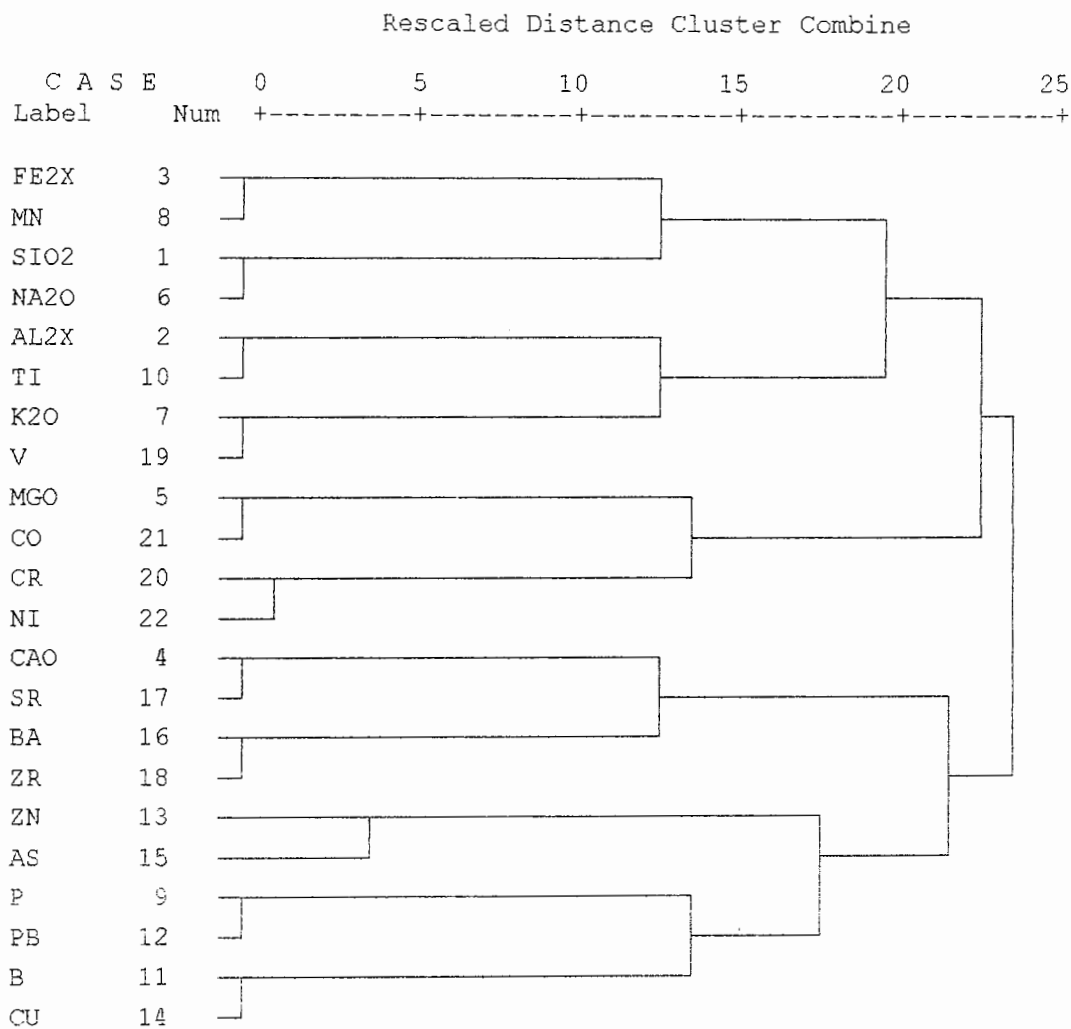
گروه چهارم: این گروه هم شامل Zr , Ba , Sr , CaO می‌باشد.

گروه پنجم: این گروه هم دارای متغیرهای Cu , B , Pb , P , As , Zn است.

شکل مذکور عناصری که هم پاراژنز هستند را نشان می‌دهد. البته خطاهای موجود در کار می‌تواند در این تقسیم‌بندی مشکل ایجاد کند که می‌توان با مقایسه این روش و روش‌های آنالیز دیگر چند متغیره، تا حدودی این خطاها را کاهش داد.

به‌طور کلی روش آنالیز خوشه‌ای یک تفسیر کیفی از منطقه را مشخص می‌کند. برای اینکه از نظر کمی هم منطقه را مورد مطالعه قرار داده و بتوان نقشه‌های چند عنصری را از ناهنجاری‌های منطقه رسم کرد، از روش آنالیز فاکتوری استفاده می‌کنیم.

۱- Missing



شکل (۴-۱): دیاگرام آنالیز خوشه‌ای مربوط به داده‌های ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰۰ گزیک

۴-۴- تجزیه فاکتوری^۱

فرض کنید تعداد p متغیر x_1, x_2, \dots, x_p و برای n نمونه اندازه‌گیری شده‌است. همچنین فرض

کنید f_1 تا f_k متغیرهای تصادفی باشند که بتوان برای آنها روابط زیر را نوشت:

$$x_1 = \mu_{x_1} + a_{11}f_1 + a_{12}f_2 + \dots + a_{1k}f_k + e_1$$

$$x_2 = \mu_{x_2} + a_{21}f_1 + a_{22}f_2 + \dots + a_{2k}f_k + e_2$$

$$x_p = \mu_{x_p} + a_{p1}f_1 + a_{p2}f_2 + \dots + a_{pk}f_k + e_p$$

که در آن μ_{x_i} میانگین متغیر x_i ، a_{ij} ضرایب متغیرهای f_i می‌باشند که باید محاسبه شوند و بالاخره e_i مؤلفه‌های خطای تصادفی می‌باشند که ممکن است ناشی از خطاهای اندازه‌گیری و یا عدم صدق موردنظر باشد. رابطه فوق را به شکل ماتریسی می‌توان به صورت زیر نوشت [۱]:

$$[x] = [\mu] + [A][f] + [e]$$

که در آن $[x]$ برداری $k \times 1$ است که حاوی هر یک از متغیرهای اولیه است. $[\mu]$ برداری $k \times 1$ است که حاوی میانگین‌های مقادیر متغیرهای x_i است، $[A]$ ماتریسی $k \times p$ است که حاوی ضرایب متغیرهای f_i است که باید محاسبه شوند، $[f]$ برداری $p \times 1$ است که حاوی متغیرهای تصادفی f_i است که فاکتور نامیده می‌شوند و بالاخره $[e]$ برداری $k \times 1$ است که حاوی مؤلفه‌های خطای تصادفی برای هر یک از متغیرهای x_i است.

در اینجا باید فرض شود که اولاً متغیرهای تصادفی که بردار $[e]$ را تشکیل می‌دهند، دارای توزیعی با میانگین صفر و انحراف معیار واحد هستند. ثانیاً بین مقادیر f_i و e_i همبستگی وجود ندارد [۱].

همان‌گونه که در بالا ذکر شد، متغیرهای f_i را فاکتور می‌نامند. این متغیرها عوامل فیزیکو شیمیایی محیط اکتشافی محسوب می‌شوند که در روابط علت و معلولی می‌توانند نقش علت را ایفا کنند. برای مثال درصد تخلخل و یا قابلیت نفوذ یک برش ولکانیکی نقش علت را در کانی‌سازی ایفا می‌کند. عواملی مانند: PH، Eh، مقدار مواد ارگانیک، دما، فشار، ترکیب شیمیایی سنگ درونگیر،

سرعت فرسایش، شیب توپوگرافی و ... که در تمرکز مواد فلزی و غیرفلزی و تشکیل ذخایر معدنی می‌توانند مؤثر باشند نیز در زمره همین متغیرها قرار می‌گیرند [۲].

در واقع هدف از تجزیه و تحلیل فاکتوری تشخیص اصلی‌ترین متغیرهای فاکتوری کنترل کننده از متغیرهایی با نقش کمتر (فرعی) است. در این صورت می‌توان با حداقل تعداد متغیرهای فاکتوری، حداکثر تغییرپذیری بین داده‌ها را توجیه کرد و سهم نسبی هر یک از متغیرهای فاکتوری را در توجیه تغییرپذیری مشخص نمود. به‌طور خلاصه هدف از تجزیه و تحلیل فاکتوری آن است که برای p متغیر اندازه‌گیری شده (تحت بررسی) بتوان k متغیر فاکتوری ($k < p$) را طوری تعریف کرد که بتوانند بخش اعظمی از تغییرپذیری‌ها را توجیه کند [۱].

اگر ماتریس کوواریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده (x_i ها) را با $[s]$ نشان دهیم، رابطه این ماتریس با ماتریس ضرایب $[A]$ به صورت زیر است:

$$[s] = [A][A]^T + \sigma^2 [I]$$

اگر مؤلفه خطا کوچک باشد، یعنی σ^2 (واریانس) نسبت به مقادیر ویژه ماتریس $[A][A]^T$ به قدر کافی کوچک باشد، بعد ماتریس $[A]$ که همان تعداد فاکتورها است، برابر تعداد مقادیر ویژه (k) بزرگ ماتریس کوواریانس است. با توجه به این رابطه مشاهده می‌شود که اصولاً مبنای محاسبه ضرایب بر اساس ماتریس کوواریانس می‌باشد [۱].

در این روش ماتریس ضرایب از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$[A] = [C_1][D_1]^{\frac{1}{2}}$$

که در آن $[C_1]$ ماتریسی است که ستون‌های آن بردارهای ویژه یکه (بردارهایی که با تقسیم مقادیر به طول بردار آنها واحد شده باشد) ماتریس کوواریانس یا ماتریس همبستگی می‌باشد. $[D_1]$ نیز

ماتریس قطری است که عناصر روی قطر اصلی آن مقادیر ویژه ماتریس کواریانس یا ماتریس همبستگی است [۱].

تجزیه فاکتوری شامل: محاسبه ضرایب همبستگی بین متغیرها، تعیین متغیرهایی که به نظر می‌رسد وابستگی ضعیفی با سایر متغیرها دارند (با استخراج فاکتورها)، تعیین تعداد فاکتورها، روش محاسبه آنها و دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی فاکتورها می‌باشد. مهمترین مسئله در تجزیه فاکتوری، بیان همبستگی بین مقادیر غلظت عناصر به منظور نمایش الگوی تغییرات همزمان آنها در یک مکان است [۸]. بدین منظور در جهت کاستن از تعداد متغیرها از آنالیز فاکتوری استفاده گردیده است.

در این مطالعه پس از اجرای تجزیه فاکتوری بر روی داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نتایج زیر بدست آمد. ستون اول جدول (۲-۴) تعداد فاکتورها را نشان می‌دهد که به تعداد متغیرها می‌باشد. ستون دوم (Total) نشان دهنده مقادیر ویژه بدست آمده از ماتریس همبستگی است و همانطور که دیده می‌شود فاکتور اول با مقدار $5/015$ بالاترین مقدار ویژه را داشته و به ترتیب این مقادیر ویژه برای فاکتورهای دیگر کاهش می‌یابد. ستون سوم این جدول نشان دهنده درصد واریانس است که هر یک از فاکتورها در این منطقه پوشش می‌دهند. با توجه به این مقادیر، فاکتور اول $22/796$ درصد از واریانس جامعه را کنترل می‌کند. فاکتور دوم $15/494$ درصد از این واریانس را توجیه می‌کند. به همین ترتیب فاکتورهای بعدی درصدی از تغییرپذیری جامعه را کنترل می‌کنند. ستون چهارم درصد تجمعی واریانس‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول هفت فاکتور اول به عنوان فاکتورهای اصلی انتخاب شده است. علت انتخاب این هفت فاکتور به دلایل زیر است:

۱- با بررسی‌های انجام شده در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی، این نتیجه حاصل شده است که ظاهراً اگر عواملی بتوانند درصد بالایی از واریانس تجمعی تغییرپذیری جامعه را توجیه کنند،

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues		Extraction Sums of Squared Loadings		Rotation Sums of Squared Loadings	
	Total	% of Variance	Total	% of Variance	Total	% of Variance
1	5.015	22.796	5.015	22.796	3.22	14.629
2	3.409	15.484	3.409	15.484	2.93	13.315
3	2.689	12.222	2.689	12.222	2.86	12.998
4	2.03	9.227	2.03	9.227	2.63	11.952
5	1.326	6.025	1.326	6.025	1.75	7.955
6	1.155	5.251	1.155	5.251	1.65	7.507
7	1.003	4.559	1.003	4.559	1.59	7.215
8	0.675	3.078				
9	0.716	3.255				
10	0.62	2.82				
11	0.539	2.449				
12	0.449	2.039				
13	0.41	1.864				
14	0.339	1.54				
15	0.313	1.469				
16	0.264	1.202				
17	0.238	1.082				
18	0.214	0.974				
19	0.168	0.757				
20	0.102	0.462				
21	8.27E-02	0.376				
22	2.51E-02	0.119				
		100				

فاکتورهای اصلی شناخته می‌شوند و می‌توان از بقیه فاکتورها صرف نظر کرد [۹]. لذا در عمل می‌توان به قیمت از دست دادن توجه چند درصد از تغییرپذیری، تعداد فاکتورها را نسبت به متغیرهای اولیه تا حد بسیار زیادی کاهش داد. این عمل چه از نظر نمایش اطلاعات و فهم و درک تغییرپذیری و چه از جهت حجم محاسبات بسیار با اهمیت خواهد بود [۹]. حال در این مطالعه با در نظر گرفتن هفت مولفه، به تقریب ۷۵/۵ درصد واریانس تجمعی جامعه پوشش داده می‌شود که برای تجزیه و تحلیل مولفه‌ها می‌تواند مناسب باشد.

۲- در بررسی‌های آماری ژئوشیمیایی، اگر پراش یک فاکتور کمتر از میانگین p فاکتور بدست آمده باشد حذف می‌شود. البته اگر از ماتریس ضرایب همبستگی استفاده شود، فاکتوری که مقدار ویژه آن کوچکتر از واحد باشد حذف خواهد شد [۱].

پس از اینکه مولفه‌ها انتخاب شدند، باید در نظر داشت که مولفه‌های خام (غیر چرخشی) نمی‌توانند همه تغییرپذیری حقیقی جامعه را نشان دهند. چون در بسیاری از موارد شماری از متغیرها به یک فاکتور ویژه یا حتی به شماری از فاکتورها بستگی دارند. در نتیجه تعبیر فاکتورها را با مشکل روبرو خواهد کرد. از این روش‌هایی بوجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک، باعث تعبیر ساده عوامل می‌شوند. این روش‌ها همان دوران فاکتورها می‌باشد [۱]. بنابراین مولفه‌های خام بایستی تحت تابع مشخصی چرخش داده شوند تا بهترین واریانس جامعه عمومی بدست آید. در بررسی‌های ژئوشیمیایی بیشتر از تابع وریمکس^۱ استفاده می‌شود. با انتخاب تابع وریمکس دورانی متعامد بر روی ضرایب فاکتورها انجام می‌گیرد. مولفه‌های چرخش یافته جدیدی که بدین ترتیب بدست می‌آیند، مولفه‌های اصلی برای محاسبه امتیازات^۲ هستند. ستون پنجم به بعد جدول (۴-۲)

۱- Varimax

۲- Scores

مقادیر ویژه، واریانس و واریانس تجمعی فاکتورهای اصلی را قبل و بعد از دوران نشان می‌دهد. جداول (۳-۴) و (۴-۴) نیز مقادیر امتیازات فاکتوری بدست آمده برای متغیرهای مختلف در هر یک از فاکتورها را قبل و بعد از دوران نشان می‌دهد.

با استفاده از جدول فاکتوری مقادیر چرخش یافته، مقدار ضریب چرخش یافته بالای $0.5 \pm$ را می‌توان اساس انتخاب هر متغیر در هر فاکتور قرار داد. لازم به ذکر است که اعداد مثبت رابطه معکوس با اعداد منفی خواهند داشت [۹]. با توجه به مطالب یاد شده هفت فاکتور اصلی که $75/5$ درصد واریانس منطقه را کنترل می‌کند، به شرح زیر می‌باشند:

فاکتور اول: این فاکتور کنترل اصلی در توزیع متغیرهای Ni, Cr, Co, MgO را دارد. این فاکتور احتمالاً مربوط به اثر زمینه بالای سنگ‌های اولترابازیکی منطقه می‌باشد که در مرحله همگن‌سازی کاملاً خنثی نشده است و خود را در این فاکتور بروز داده‌است

فاکتور دوم: این فاکتور واریانس متغیرهای P, Pb, Zn, As را کنترل می‌کند. با توجه به عناصر هم پاراژن این فاکتور و زمین‌شناسی منطقه و همچنین مقادیر بالای امتیاز فاکتوری این عناصر، این فاکتور می‌تواند کنترل کننده کانی‌سازی سرب و روی در منطقه باشد.

فاکتور سوم: این فاکتور تغییرپذیری متغیرهای V, Cu, Mn را کنترل می‌کند. همراهی این عناصر بازگوکننده سنگ‌های ولکانیکی بازیکی است و با توجه به رخنمون‌های سنگی منطقه به نظر می‌رسد این فاکتور، کنترل کننده کانی‌سازی مس است.

فاکتور چهارم: این فاکتور بیانگر تأثیر بالای متغیر SiO_2 بوده که به خاطر وجود سیلیس در منطقه است. مقدار درصد کمی از روی و سرب نشان‌دهنده وجود قطعات سولفیدی همراه با کوارتز می‌باشد.

فاکتور پنجم: این فاکتور کنترل کننده واریانس متغیرهای Ba, B, K₂O می‌باشد. همراهی این عناصر می‌تواند نشان‌دهنده آلتراسیون آرژیلیتی در منطقه باشد. امتیاز فاکتوری بالای Ba در این فاکتور، می‌تواند نشان‌دهنده احتمال وجود کانه‌زایی باریم باشد.

جدول ۳: آلودگی هوا - فاکتورهای بار بار

	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
EI_SIO2	0.143	-0.16	-0.746	-0.434	0.197	-0.105	9.47E-02
EI_AL2X	0.567	0.428	-0.106	0.13	4.45E-03	0.111	-3.54E-02
EI_FE2X	0.692	-0.203	0.199	-0.39	-0.172	9.58E-02	-0.299
EI_CAO	-0.376	0.406	0.646	0.432	-8.64E-02	8.76E-02	7.85E-03
EI_MGO	0.31	-0.862	0.175	5.61E-02	-3.81E-02	-5.92E-02	-2.66E-02
EI_NA2O	0.413	0.278	-0.233	-0.28	-0.159	-0.358	0.52
EI_K2O	0.502	0.476	5.67E-02	0.249	0.152	-0.403	7.00E-02
EI_MN	0.596	2.86E-02	0.396	-0.223	8.98E-02	-2.00E-02	-0.371
EI_P	0.56	0.173	-0.329	0.454	-0.215	0.228	7.15E-03
EI_Ti	0.396	0.489	5.61E-02	-0.389	-2.16E-02	0.434	0.276
EI_B	0.604	0.261	-4.23E-02	0.185	0.198	-0.292	-0.39
EI_PB	0.605	0.195	-0.5	0.231	0.176	-5.15E-03	-4.84E-02
EI_ZN	4.31E-02	-3.94E-03	-0.608	4.70E-02	7.28E-03	0.551	-0.189
EI_CU	0.621	0.169	0.239	-0.324	-0.317	-8.36E-02	-0.16
EI_AS	0.387	7.87E-02	7.64E-02	0.571	-6.61E-02	0.241	0.124
EI_BA	0.143	0.44	4.52E-02	3.27E-02	0.765	6.31E-02	-5.85E-04
EI_SR	-0.504	0.166	0.156	5.82E-02	0.286	-7.81E-03	7.39E-02
EI_ZR	-0.104	0.2	0.384	-0.522	0.248	0.307	3.75E-02
EI_V	0.668	0.407	0.511	-6.10E-02	-0.173	3.72E-02	0.224
EI_CR	0.464	-0.532	0.394	-2.48E-02	0.353	0.117	0.2
EI_CO	0.62	-0.564	3.49E-02	0.248	-3.69E-02	0.115	0.267
EI_Ni	0.439	-0.712	0.181	0.163	0.291	-7.58E-03	0.12

جدول ۴: آلودگی هوا - فاکتورهای بار بار بعد از دور

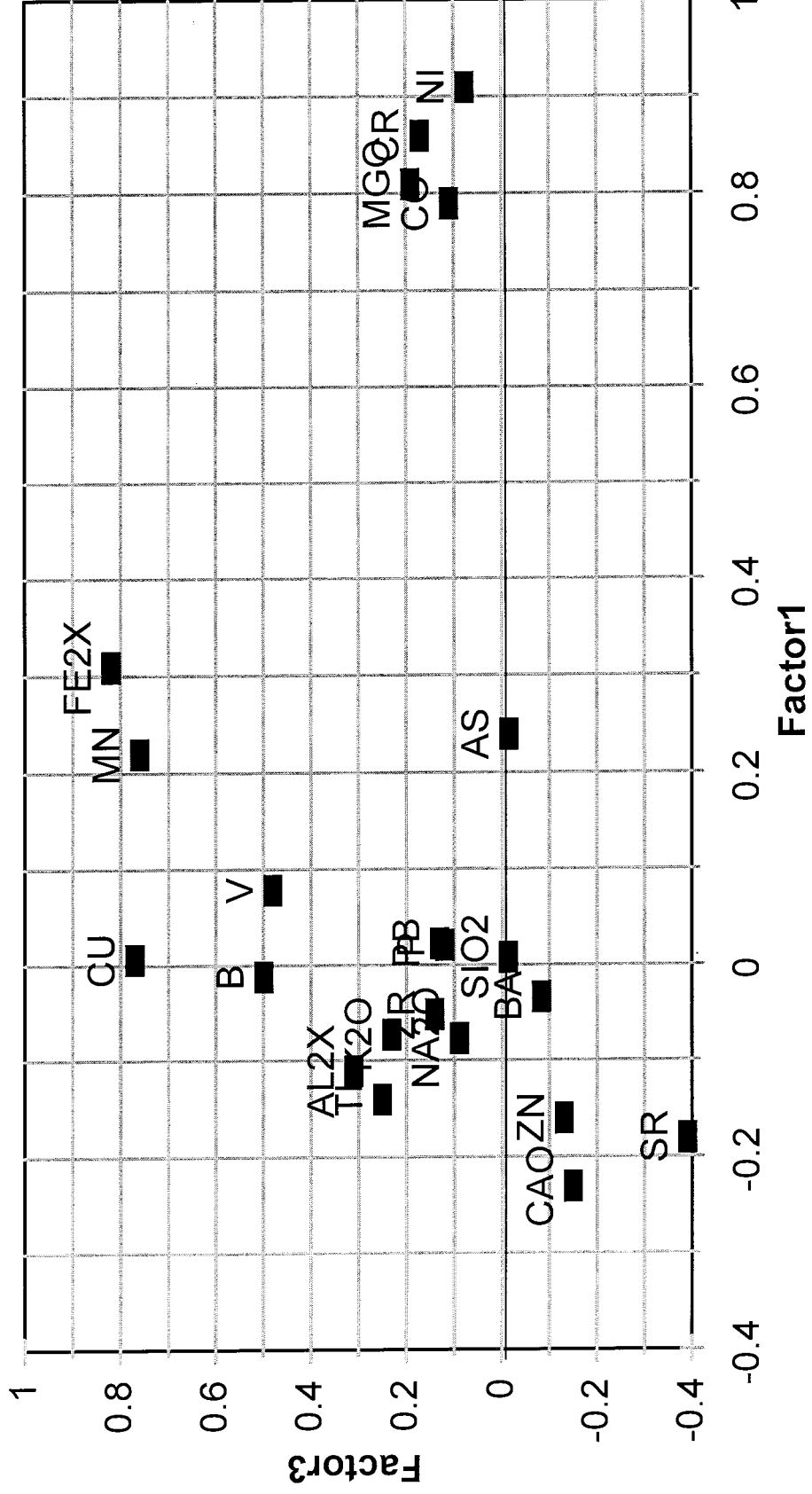
	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
EI_SIO2	8.18E-03	1.91E-03	-1.32E-02	0.96	6.14E-02	3.97E-02	9.87E-02
EI_AL2X	-0.11	0.56	0.31	3.72E-02	0.27	0.18	0.16
EI_FE2X	0.31	5.39E-02	0.52	0.19	-0.1	0.16	-3.22E-02
EI_CAO	-0.23	-3.22E-02	-0.15	-0.92	7.71E-02	6.80E-02	-1.49E-02
EI_MGO	0.81	8.29E-02	0.19	8.98E-02	-0.28	-0.28	-0.11
EI_NA2O	-7.64E-02	0.15	8.92E-02	0.36	-2.96E-02	0.18	0.78
EI_K2O	-7.22E-02	0.36	0.23	-0.12	0.49	-0.12	0.53
EI_MN	0.22	-1.62E-03	0.76	-7.66E-02	0.26	0.1	-1.16E-02
EI_P	2.10E-02	0.86	0.12	6.81E-02	-1.95E-02	-1.95E-02	3.60E-02
EI_Ti	-0.14	0.23	0.25	9.38E-02	7.69E-02	0.79	0.19
EI_B	-1.26E-02	0.36	0.5	5.55E-02	0.52	-0.28	0.12
EI_PB	2.28E-02	0.66	0.13	0.4	0.35	-8.12E-02	0.1
EI_ZN	-0.16	0.44	-0.13	0.43	-7.26E-02	0.15	-0.51
EI_CU	6.50E-03	0.12	0.77	1.53E-02	-8.22E-02	0.17	0.27
EI_AS	0.24	0.64	-1.42E-02	-0.3	5.16E-02	2.90E-02	2.47E-02
EI_BA	-3.40E-02	4.77E-02	-8.23E-02	-3.95E-03	0.85	0.27	-8.66E-03
EI_SR	-0.13	-0.31	-0.39	-0.25	0.22	5.24E-02	-8.47E-02
EI_ZR	-5.21E-02	-0.42	0.14	-9.89E-02	0.17	0.62	-0.11
EI_V	7.85E-02	0.24	0.43	-0.37	8.21E-02	0.43	0.47
EI_CR	0.86	-6.26E-02	0.17	-3.16E-02	0.15	0.13	1.55E-02
EI_CO	0.79	0.4	0.11	0.1	-0.17	-2.70E-02	0.11
EI_Ni	0.91	4.25E-02	7.61E-02	7.30E-02	6.67E-02	-0.14	-3.83E-02

فاکتور ششم: توسط این فاکتور می‌توان واریانس متغیرهای Ti, Zr را که دارای امتیاز فاکتوری بالایی می‌باشند، کنترل کرد. با توجه به رخنمون منطقه این فاکتور می‌تواند کنترل کننده کانی‌سازی تیتان باشد.

فاکتور هفتم: این فاکتور هم کنترل کننده واریانس متغیرهای k_2O, Na_2O می‌باشد. این فاکتور، فاکتور سنگ‌ساز در منطقه است.

از طریق بکارگیری روش آنالیز فاکتوری و رسم موقعیت متغیرها در مختصات فاکتوری پتانسیل‌های کانساری در منطقه بهتر معرفی می‌شوند. در چنین مختصاتی، متغیرهایی که ضریب فاکتورهای آنها نزدیک به صفر می‌باشد، بی اهمیت بوده و هر چه فاصله آنها از مبدا مختصات ($F = 0_1, F = 0_2$) بیشتر باشد، پتانسیل کانی‌سازی عنصر مورد نظر می‌تواند با اهمیت تلقی شود. البته این امر پس از خنثی‌سازی مولفه‌های سنژنتیک از طریق اثر دادن سنگ بالادست، صادق است. در این صورت چنانچه مجموعه‌ای از متغیرها در امتداد معینی از مبدا دور شده باشند، می‌توانند به عنوان متغیرهایی که ارتباط پاراژنزی با یکدیگر دارند، به حساب آیند [۶]. بنابراین با استفاده از این روش می‌توان با تغییر محورهای مختصات (فاکتورهای مختلف) موقعیت عناصر را بهتر مورد مطالعه قرار داد. در مطالعه حاضر، یک مدل هفت فاکتوری توانسته است بیشتر از ۷۵/۵٪ از تغییرپذیری را توجیه کند. شکل‌های (۲-۴) و (۳-۴) وضعیت متغیرهای مختلف را در مختصات‌های مختلف معرفی می‌کند (بقیه اشکال در پیوست ۴ آورده شده است).

در شکل (۲-۴) متغیرهای Ni, Cr, Co, MgO در محور فاکتور ۱ با ضرایب فاکتوری بالا (بیش از ۰/۸) خود را از بقیه عناصر جدا کرده‌اند. این نشان‌دهنده ارتباط پاراژنزی این عناصر و احتمال وجود کانی‌سازی این عناصر در منطقه است. ولی پس از رسم نقشه‌های منطقه، مقادیر بالای عناصر در مناطق اولترابازیکی واقع شده و نشان‌دهنده این است که در مرحله همگن‌سازی، اثر زمینه کاملاً



شکل (۴-۳): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست

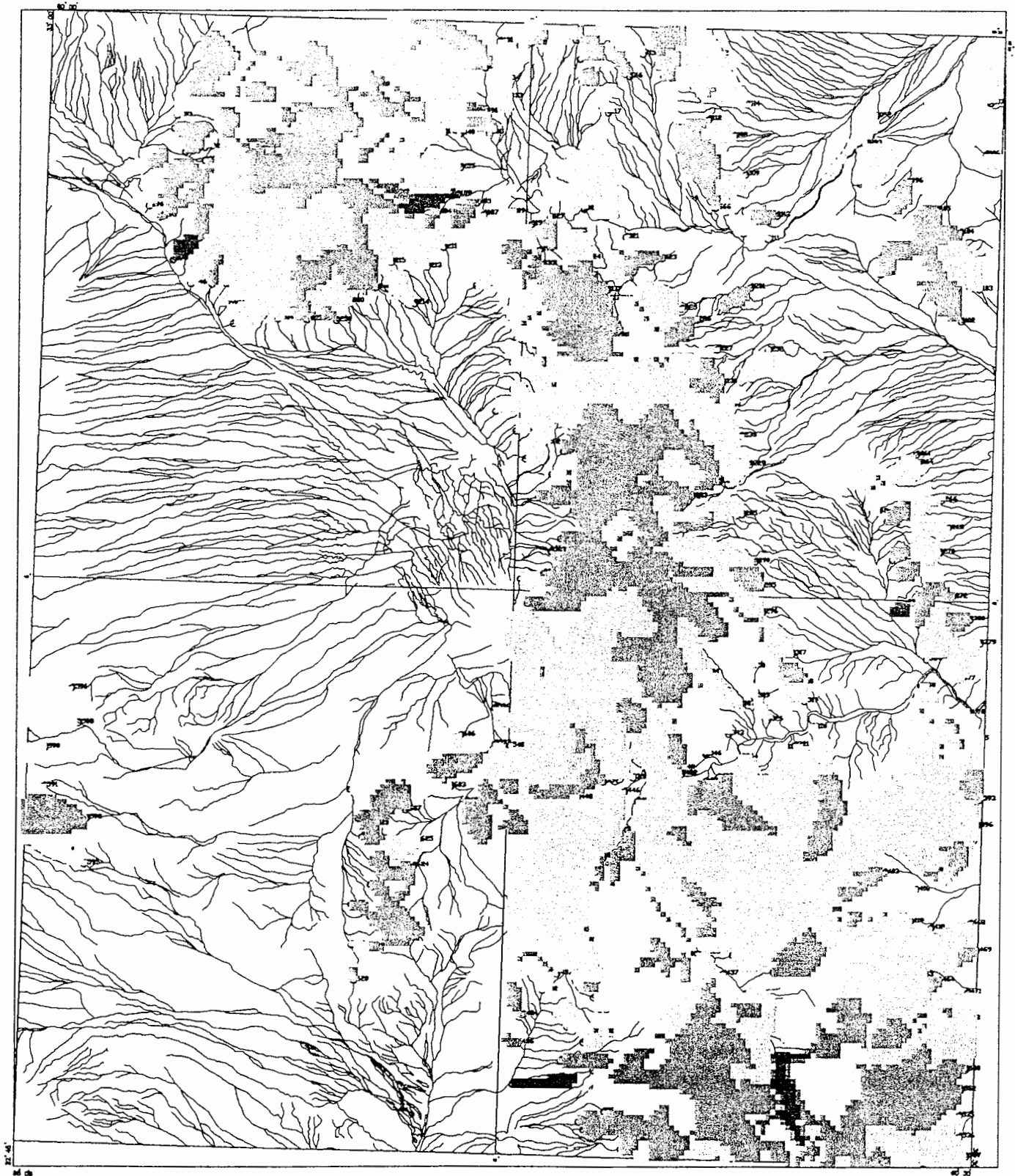
حذف نشده و باقی مانده این اثر خود را در فاکتور اول بروز داده است. همچنین در این شکل در فاکتور ۲ عناصر P, Pb Zn, As خود را از مرکز جدا کرده و پارائنز این عناصر، با توجه به زمین شناسی منطقه، می تواند نشان دهنده وجود پتانسیل کانی سازی سرب و روی باشد. تمرکز بقیه متغیرها حول یک نقطه دلیلی بر هم پارائنز بودن آنها نیست بلکه تصویر این متغیرها در دستگاه مختصات فاکتوری اول و دوم به هم نزدیک است و همان طور که در بقیه نمودارها مشاهده می شود، این متغیرها در جهت های دیگر از هم جدا می شوند.

در شکل (۳-۴) فاکتور ۱ نیز قسمت اول شکل قبل را تأیید می کند. در این شکل عناصر Cu Mn در فاکتور ۳ خود را از مرکز محورها جدا کرده و پارائنز این عناصر می تواند وجود پتانسیل کانی سازی مس را نشان دهد.

۴-۵- نقشه امتیازات فاکتوری عناصر

برای رسم این نقشه ها، روی مقادیر امتیازات فاکتوری (پیوست ۵) بدست آمده از شاخص های غنی شدگی توسط نرم افزار SPSS، تخمین شبکه ای صورت گرفت و مقادیر بالای ۹۹٪ فراوانی تجمعی جامعه به عنوان مناطق امید بخش مقدماتی انتخاب گردید. در این نقشه ها مناطق امیدبخش به رنگ قرمز پررنگ مشخص شده است. شکل (۴-۴) نقشه فاکتور دوم را نشان می دهد. با توجه به این شکل ۵ منطقه امیدبخش مشخص شده است که ۳ منطقه آن در برکه خوشاب و ۲ منطقه دیگر در برکه اسدآباد می باشد. این مناطق می توانند دارای پتانسیل کانی سازی سرب و روی باشند. بقیه اشکال در پیوست ۵ آورده شده است.

Gazic (8055)



Fig(4-4) : Grid Estimate Map of Distribution of factor2

LEGEND	
Geochemical Sample	100
Drainage	1000
Road	10000
Populated Area	100000
Unit of Anomaly Area (250 * 250 m)	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of factor2 (Pb, Zn, P, As)	
Scale=1:100,000	Map No.1

۴-۵-۱- آنومالی‌های حاصل از آنالیز فاکتوری

۴-۵-۱-۱- فاکتور اول (Ni, Co, Cr, Mg)

با توجه به شکل (پ-۵-۱) شش آنومالی در منطقه دیده می‌شود. یک آنومالی در غرب برگه آواز با مساحت ۰/۷ کیلومترمربع و پنج آنومالی دیگر در جنوب‌غربی و جنوب‌شرقی برگه خوشاب با مساحت‌های ۱/۵، ۳، ۱/۹، ۰/۶ و ۱/۳ کیلومترمربع قرار دارند.

۴-۵-۱-۲- فاکتور دوم (P, Pb, Zn, As)

با توجه به شکل (۴-۴) دیده می‌شود که پنج آنومالی برای این فاکتور در منطقه وجود دارد. سه آنومالی در شمال‌شرقی، جنوب و جنوب‌غربی برگه خوشاب به ترتیب با مساحت‌های ۰/۷، ۳/۴ و ۱/۹ کیلومترمربع و دو آنومالی دیگر در شرق و غرب برگه اسداباد با مساحت‌های ۱/۸ و ۱/۲ کیلومترمربع قرار دارند.

۴-۵-۱-۳- فاکتور سوم (Cu, Mn, V)

شکل (پ-۵-۲) شش منطقه آنومال را برای این فاکتور نشان می‌دهد. سه آنومالی در جنوب‌شرقی برگه آواز با مساحت‌های ۱/۸، ۱/۱ و ۰/۹ کیلومترمربع، دو آنومالی در شرق برگه خوشاب با مساحت‌های ۱/۲ و ۱/۶ کیلومترمربع و یک آنومالی هم در گوشه شمال‌شرقی برگه اسداباد با وسعت ۱/۲ کیلومترمربع است.

۴-۵-۱-۴- فاکتور چهارم (SiO₂)

همان‌طور که از شکل (پ-۵-۳) مشخص است این فاکتور پنج آنومالی را نشان می‌دهد. دو آنومالی در شمال‌غرب و مرکز برگه آواز به ترتیب با مساحت‌های ۱/۸ و ۲/۷ کیلومترمربع و سه آنومالی هم در شرق و غرب برگه دستگرد با مساحت‌های ۲، ۱/۸ و ۰/۸ کیلومترمربع وجود دارد.

۴-۵-۱-۵- فاکتور پنجم (Ba, B, Na₂O)

با توجه به شکل (پ ۴-۵) ده آنومالی در منطقه دیده می‌شود. سه آنومالی در مرکز و غرب برگه آواز با مساحت‌های ۰/۶، ۱/۲ و ۱/۸ کیلومترمربع و هفت آنومالی دیگر تقریباً در تمام برگه خوشاب پراکنده شده است.

۴-۵-۱-۶- فاکتور ششم (Ti, Zr)

با توجه به شکل (پ ۵-۵) پنج منطقه آنومال دیده می‌شود. دو آنومالی در شمال شرقی و غرب برگه آواز به ترتیب با مساحت‌های ۱/۵ و ۰/۹ کیلومترمربع، یک آنومالی در غرب برگه دستگرد با وسعت تقریبی ۲ کیلومترمربع و دو آنومالی دیگر در شرق برگه اسدآباد با مساحت‌های ۳/۶ و ۱/۶ کیلومترمربع قرار دارند.

۴-۵-۱-۷- فاکتور هفتم (Na₂O, K₂O)

شکل (پ ۶-۵) نیز سه آنومالی را در منطقه نشان می‌دهد. دو آنومالی در مرکز و جنوب برگه آواز به ترتیب با مساحت‌های ۰/۸ و ۵/۴ کیلومترمربع و یک آنومالی هم در غرب برگه خوشاب با وسعت ۵/۳ کیلومترمربع قرار دارند.

به طور کلی از تفسیر و تحلیل چندمتغیره در این فصل، تعدادی آنومالی از عناصر مختلف در منطقه بدست آمد که محدوده این آنومالی‌ها توسط نقشه‌های فاکتوری مشخص شد. با توجه به این نقشه‌ها، آنومالی‌هایی از عناصر مس، سرب، روی، تیتان، نیکل، کرم، منگنز و باریوم به صورت چندعنصری بدست آمد که بعضاً در تطابق و هم‌خوانی خوبی با مناطق امیدبخش تعیین شده توسط نقشه‌های شاخص‌های غنی‌شدگی و احتمال رخداد نمونه‌ها (P.N) می‌باشد. البته در بعضی موارد اختلاف هم وجود دارد. این آنومالی‌ها در فصل بعد کاملاً توضیح داده می‌شوند.

فصل پنجم

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در مباحث قبل توضیح داده شد، تعداد ۵۱۱ نمونه ژئوشیمیایی در منطقه برداشت شده و به صورت ۲۲ عنصری مورد آنالیز قرار گرفته است. نمونه‌های موجود ابتدا توسط روش‌های تک‌متغیره مورد آنالیز قرار گرفته و واریانس آنها مورد بررسی قرار گرفت. سپس برای همگن کردن داده‌ها و ایجاد جامعه همگن، نمونه‌ها بر اساس سنگ بالادست دسته‌بندی شده و میانه تمام جوامع بدست آمد. سپس با تقسیم مقدار هر عنصر در هر نمونه به میانه جامعه‌ای که نمونه در آن قرار می‌گیرد، شاخص غنی‌شدگی نمونه‌ها محاسبه شده و جامعه همگن محاسبه شد. پس از آن، مقادیر بدست آمده توسط نرم‌افزار تخمین شبکه‌ای، مورد تخمین قرار گرفته و نقشه‌های مناطق آنومال برای تمام عناصر رسم گردید. توسط این نقشه‌ها تعدادی آنومالی به صورت تک‌عنصری و چندعنصری بدست آمد که شامل عناصر کرم، نیکل، کبالت، مس، منگنز و ... است (شکل‌های پیوست ۳).

در مرحله بعد با استفاده از روش P.N، احتمال رخداد هر یک از شاخص‌های غنی‌شدگی محاسبه شده و مورد تخمین شبکه‌ای قرار گرفته و مناطق آنومال توسط این روش بدست آمد که تا حدودی آنومالی‌های بدست آمده از روش قبل را تأیید می‌کرد (شکل ۳-۱۰).

در قسمت آخر هم برای بهتر شدن کار و به خاطر اینکه روش‌های تک‌متغیره همبستگی بین نمونه‌ها را در نظر نمی‌گیرد و از طرفی چون معمولاً بین نمونه‌های ژئوشیمیایی همبستگی وجود دارد، روش‌های آنالیز چندمتغیره به کار برده شد. پس از اعمال آنالیز چندمتغیره بر روی شاخص‌های غنی‌شدگی توسط نرم‌افزار SPSS، هفت فاکتور بدست آمد که این هفت فاکتور می‌توانستند ۷۵/۵٪ از واریانس عناصر منطقه را کنترل کنند. این فاکتورها عبارتند از:

فاکتور اول: این فاکتور کنترل اصلی در توزیع متغیرهای Ni, Cr, Co, MgO را دارد. این فاکتور احتمالاً مربوط به اثر زمینه بالای سنگ‌های اولترابازیکی منطقه می‌باشد که در مرحله همگن‌سازی کاملاً خنثی نشده است و خود را در این فاکتور بروز داده‌است.

فاکتور دوم: این فاکتور واریانس متغیرهای P, Pb, Zn, As را کنترل می‌کند. این فاکتور احتمالاً کنترل‌کننده کانی‌سازی سرب و روی در منطقه است.

فاکتور سوم: این فاکتور تغییرپذیری متغیرهای V, Cu, Mn را کنترل می‌کند. با توجه به زمین‌شناسی منطقه این فاکتور می‌تواند کنترل‌کننده کانی‌سازی مس باشد.

فاکتور چهارم: این فاکتور بیانگر تأثیر بالای متغیر SiO_2 بوده که به‌خاطر وجود سیلیس در منطقه است.

فاکتور پنجم: این فاکتور کنترل‌کننده واریانس متغیرهای Ba, B, K_2O می‌باشد. امتیاز فاکتوری بالای باریم می‌تواند نشان‌دهنده وجود کانی‌زایی این عنصر باشد.

فاکتور ششم: این فاکتور کنترل‌کننده واریانس متغیرهای Ti, Zr است. با توجه به رخنمون منطقه این فاکتور می‌تواند کنترل‌کننده کانی‌سازی تیتان باشد.

فاکتور هفتم: این فاکتور هم‌کنترل‌کننده واریانس متغیرهای Na_2O , K_2O می‌باشد. این فاکتور، فاکتور سنگ‌ساز در منطقه است.

با بدست آمدن مقادیر امتیازات فاکتوری برای هر نمونه (توسط نرم‌افزار SPSS)، این امتیازات مورد تخمین شبکه‌ای قرار گرفته و نقشه‌های مناطق امیدبخش هر فاکتور رسم شد (شکل‌های پیوست ۵). با مقایسه این نقشه‌ها و نقشه‌های بدست آمده در قسمت‌های قبل، مشاهده می‌شود که مناطق آنومالی بدست آمده از روش‌های چندمتغیره بعضاً در تطابق و همخوانی خوبی با مناطق امیدبخش تعیین شده توسط نقشه‌های شاخص‌های غنی‌شدگی و احتمال رخداد نمونه‌ها (P.N) می‌باشد.

از مجموع بررسی‌های صورت گرفته و آنومالی‌های بدست آمده از روش‌های مختلف چندین محدوده آنومالی در منطقه، مورد نظر قرار گرفت که در این قسمت هر کدام از آنها شرح داده می‌شوند. محدوده این آنومالی‌ها در شکل (۵-۱) نشان داده شده است.

۵-۱- آنومالی شماره ۱

این آنومالی از سه زون امیدبخش در جنوب شرقی برکه ۱/۵۰۰۰۰ آواز تشکیل شده است. این آنومالی شامل عناصر مس، منگنز و وانادیوم می‌باشد. مساحت تقریبی این سه زون ۵ کیلومترمربع بوده و نمونه‌های ژئوشیمیایی ۳۲۶۴، ۳۲۶۶، ۳۲۶۸، ۳۲۷۰ در آنها قرار دارند. سنگ بالادست آن ماسه‌سنگ، آندزیت پورفیری و کوارتزیت است. چندین گسل در این منطقه وجود دارد که می‌توانند در کانی‌سازی موثر بوده باشند.

۵-۲- آنومالی شماره ۲

این آنومالی با مساحتی در حدود ۰/۷ کیلومترمربع شامل عناصر سرب و فسفر بوده و در مرز بین دو برکه آواز و خوشاب (شمال شرقی خوشاب) می‌باشد. نمونه ژئوشیمیایی ۳۳۷۱ در آن قرار داشته و سنگ بالادست آن کوارتزیت و آندزیت پورفیری می‌باشد. در محدوده این آنومالی گسل‌هایی دیده می‌شود که می‌تواند از عوامل کانی‌سازی باشد.

۵-۳- آنومالی شماره ۳

این آنومالی شامل عناصر تیتان، منگنز و وانادیوم می‌باشد و در شرق برکه خوشاب (شمال روستای خوشاب) قرار دارد. نمونه‌های ژئوشیمیایی ۳۳۹۳، ۳۳۷۴، ۳۳۷۵ در این آنومالی بوده و سنگ بالادست آن ماسه‌سنگ، سنگ‌آهک و آندزیت پورفیری است. مساحت این آنومالی در حدود ۳/۳ کیلومترمربع می‌باشد.

۴-۵- آنومالی شماره ۴

این آنومالی که شامل عنصر باریوم است در شرق برگه خوشاب (شمال غربی روستای خوشاب) و در زیر آنومالی ۳ قرار دارد. نمونه‌های ژئوشیمیایی ۳۳۹۸ و ۳۳۹۹ در این آنومالی قرار داشته و سنگ بالادست آن ماسه‌سنگ و کنگلومرا می‌باشد. مساحت تقریبی این آنومالی در حدود ۱/۷ کیلومترمربع می‌باشد.

۵-۵- آنومالی شماره ۵

این آنومالی در شرق برگه خوشاب (جنوب روستای خوشاب) قرار دارد. مساحت این آنومالی در حدود ۲ کیلومترمربع می‌باشد. در این آنومالی نمونه‌های ژئوشیمیایی ۳۴۶۹ و ۳۴۷۰ قرار دارند و سنگ بالادست آن ماسه‌سنگ، کنگلومرا و آهک می‌باشد. این آنومالی شامل عناصر منگنز و وانادیوم است.

۶-۵- آنومالی شماره ۶

این آنومالی با مساحتی در حدود ۱/۵ کیلومترمربع در گوشه جنوب شرقی برگه خوشاب قرار دارد و شامل عناصر کرم و نیکل می‌باشد. نمونه‌های ژئوشیمیایی ۳۵۳۶ و ۳۵۳۷ در این آنومالی می‌باشند. سنگ بالادست این آنومالی کنگلومرا، آهک و آندزیت پورفیری است. در این محدوده گسل‌هایی دیده می‌شود.

۷-۵- آنومالی شماره ۷

این آنومالی شامل دو زون امیدبخش بوده و در جنوب غربی برگه خوشاب قرار دارد. این آنومالی شامل عناصر کبالت، کرم، نیکل و اکسید منیزیم بوده و نمونه‌های ژئوشیمیایی ۳۴۸۱، ۳۴۸۷، ۳۴۹۰، ۳۴۹۱، ۳۴۹۲ و ۳۵۱۶ در آن قرار دارند. مجموع مساحت‌های این دو زون در حدود ۴/۵ کیلومترمربع می‌باشد. سنگ بالادست این آنومالی سکانس افیولیتی و کنگلومرا است. تنها اندیس‌های معدنی از منیزیم در این محدوده وجود دارد.

۵-۸- آنومالی شماره ۸

این آنومالی در غرب برگه دستگرد قرار دارد. وسعت آن در حدود ۴/۷ کیلومترمربع بوده و شامل عنصر تیتانیوم می‌باشد. نمونه‌های ژئوشیمیایی ۳۵۹۲ و ۳۵۹۳ در این آنومالی قرار دارند. سنگ بالادست آن آندزیت، بازالت، فلیش‌های شیلی و رسوبات کواترنری (عهد حاضر) می‌باشد.

۵-۹- آنومالی شماره ۹

این آنومالی با مساحتی در حدود ۳/۱ کیلومتر مربع در غرب برگه اسدآباد (شرق روستای اسدآباد) قرار دارد. سنگ بالادست این آنومالی فلیش‌های ماسه‌سنگی و کوارتز دیوریت می‌باشد. این آنومالی شامل عناصر سرب، روی و آرسنیک بوده و نمونه‌های ژئوشیمیایی ۳۱۹۴، ۳۲۴۷ و ۳۲۴۸ در آن واقع هستند.

۵-۱۰- آنومالی شماره ۱۰

این آنومالی در قسمت شرقی برگه اسدآباد قرار داشته و شامل عنصر زیرکنیوم می‌باشد. سنگ بالادست این آنومالی دیاباز، گابرو، فلیش‌های ماسه‌سنگی و رسوبات کواترنری است. مساحت این آنومالی در حدود ۳/۵ کیلومترمربع بوده و نمونه ژئوشیمیایی ۳۱۵۵ در آن قرار دارد.

۵-۱۱- آنومالی شماره ۱۱

این آنومالی در مرکز برگه آواز (شرق روستای کلاته بلوچ) قرار داشته و وسعت آن در حدود ۱/۹ کیلومترمربع است. نمونه ژئوشیمیایی ۳۲۳۲ در این آنومالی قرار دارد. این آنومالی شامل عنصر باریم است. سنگ بالادست آن کنگلومرا و رسوبات کواترنری می‌باشد. با توجه به نقشه زمین‌شناسی و اطلاعات موجود درباره معادن فعال و غیر فعال در منطقه، تنها چند معدن فعال و غیرفعال منیزیم در محدوده آنومالی شماره ۷ وجود دارد و اندیس‌های معدنی دیگری مشاهده نمی‌شود.

۵-۱۲- پیشنهادات

- ۱- چون برای تعیین فاز کانی‌سازی و کنترل آنومالی‌ها از روش کانی‌سنگین استفاده می‌شود و تعداد نمونه‌های کانی‌سنگین برداشت شده در این منطقه کم بوده (۲۱ نمونه) و کارهای آماری بر روی این نمونه‌ها نمی‌توان انجام داد، پیشنهاد می‌شود در صورت امکان تعداد بیشتری کانی‌سنگین در منطقه برداشت شده و صحت آنومالی‌های بدست آمده توسط این روش نیز کنترل شود.
- ۲- برای تعیین صحت آنومالی‌ها (به خصوص آنومالی‌های فلزی) و مشخص شدن توده‌های نفوذی در منطقه، پیشنهاد می‌شود در صورت امکان در منطقه روش ژئوفیزیک هوایی با فواصل کم نیز انجام شود.
- ۳- پیشنهاد می‌شود در صورت امکان داده‌های سنجش از دور در منطقه برداشت شده واز آنها نیز در تعیین و تفسیر آنومالی‌ها استفاده شود.
- ۴- پیشنهاد می‌شود در صورت امکان این داده‌ها توسط روش‌های دیگر تعیین آنومالی مانند: روش هندسه فرکتال و روش فازی نیز مورد تعبیر و تفسیر قرار گیرند.

منابع

- ۱- حسنی پاک، علی اصغر، شرف الدین، محمد، ۱۳۸۰، تحلیل داده های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- حسنی پاک، علی اصغر، ۱۳۷۰، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- حسنی پاک، علی اصغر، ۱۳۷۸، اکتشافات ذخایر طلا، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۴- آمارپردازان، ۱۳۷۷، راهنمای کاربردی SPSS، انتشارات فاروس.
- ۵- یزدی، محمد، ۱۳۸۱، روش های مرسوم در اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- ۶- گروه اکتشافات ژئوشیمیایی طرح پی جویی، ۱۳۸۰، اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ناحیه ای از رسوبات آبراهه ای در محدوده برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ مرزن آباد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۷- شرکت توسعه علوم زمین، ۱۳۷۸، اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ناحیه ای از رسوبات آبراهه ای در محدوده برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ کامیاران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۸- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۰، اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ناحیه ای از رسوبات آبراهه ای در محدوده برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ ده سلم.
- ۹- خیرخواه، همام، ۱۳۸۱، اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ سوریان، پایان نامه کارشناسی ارشد اکتشاف معدن، دانشکده مهندسی معدن و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود.
- ۱۰- نقشه جغرافیایی و راه های دسترسی استان خراسان، اطلس راه های ایران.

11- Geometal-BRGM field teams, 1977-1978, The Preliminary Mineral Reconnaissance Report in the Gazik-Doreh Region.

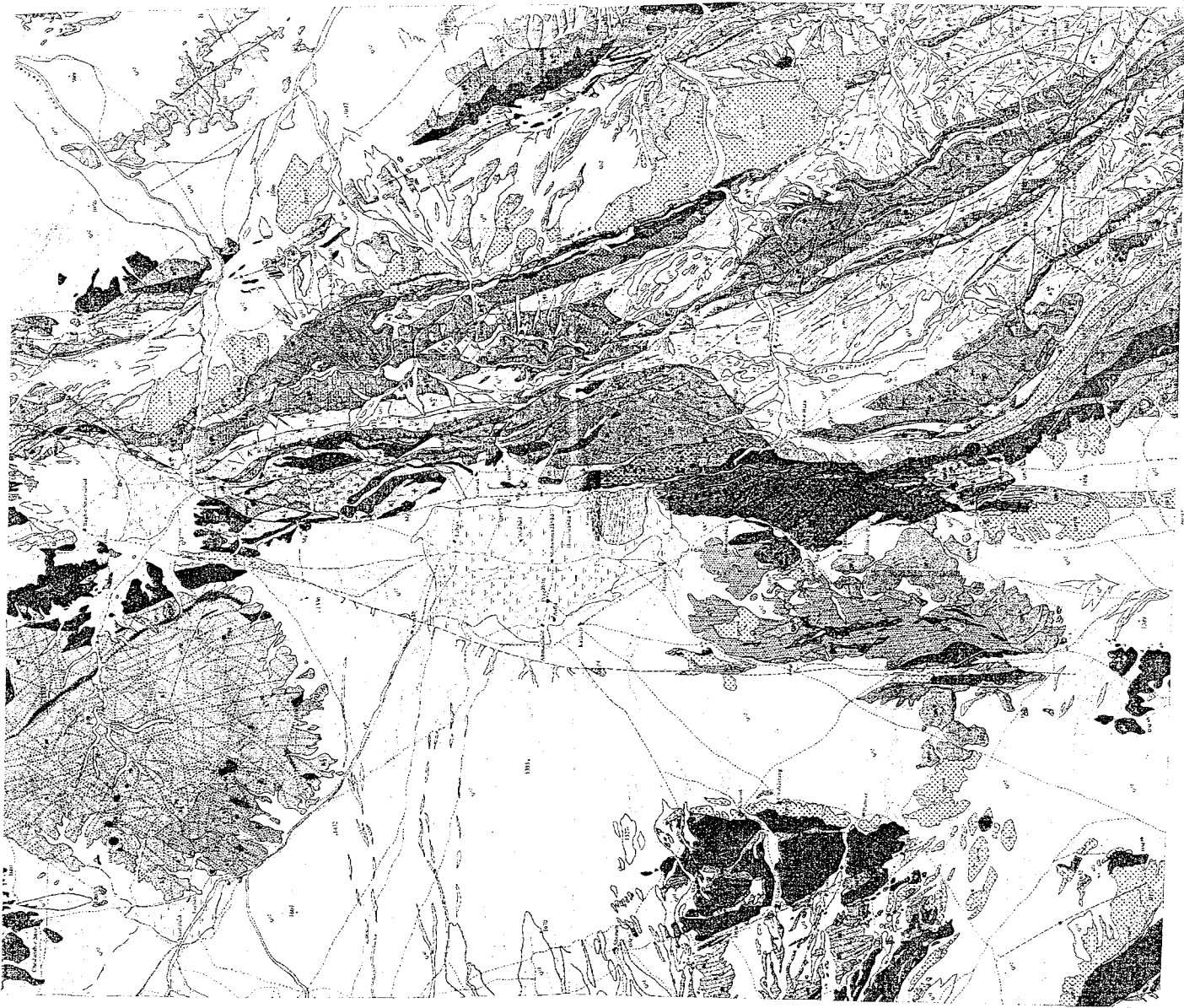
- 12- Govvet, G.J.S., 1983, Handbook of Exploration Geochemistry, vol.2 (Statistics and Data Analysis in Geochemical Prospecting), Elsevier.
- 13- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., and Black, W.C., 1995, Multivariate Data Analysis, Prentice Hall.
- 14- Cheng, Q., Agterberg, F.P., Bonham Carter, G.F., 1996, A Spatial Analysis Method for Geochemical Anomaly Separation: Journal of Geochemical Exploration, 56, PP. 183-195.
- 15- Rollinson, H., 1993, Using Geochemical Data, Evaluation, Presentation, Interpretation, Longman Scientific Technical.
- 16- Earle, S. A. M., 1978, Spatial Presentation of Data from Regional Geochemical Stream Surveys, Applied Geochemistry Research Group, Imperial College, London, PP. 61-66.
- 17- Govett, G. J. S., 1994, Handbook of Exploration Geochemistry, Vol. 6, (Drainage Geochemistry), Elsevier, 766 p.
- 18- Nichol, I., Garrett, R.G. and Webb, J.S., 1969, The Role of Some Statistical and Mathematical Methods in the Interpretation of Regional Geochemical Data, Economic Geology, No. 64, PP. 204-224
- 19- Swan, A.R.H. , Sndilands, M. and Mccabe, P. 1995, Introduction to Geochemical Data Analysis, Backwill Science, PP. 446.
- 20- Software Encarta Reference Library 2004.

پیوست ۱

در این پیوست نقشه زمین‌شناسی منطقه و همچنین جداول، هیستوگرام‌ها و نمودارهای خط نرمال Q-Q در سطح صفر داده‌های خام آورده شده است. این نمودارها توسط نرم‌افزار SPSS رسم شده و توضیح آنها در فصل سوم آورده شده است.

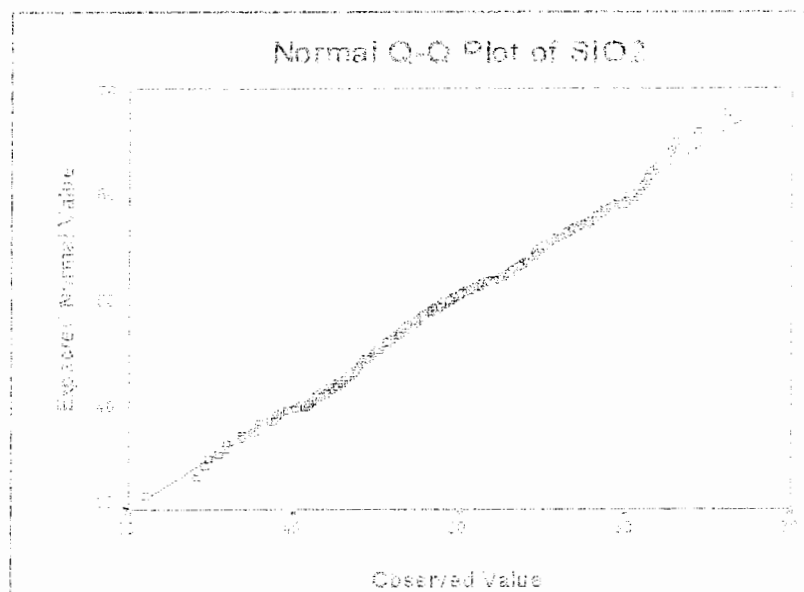
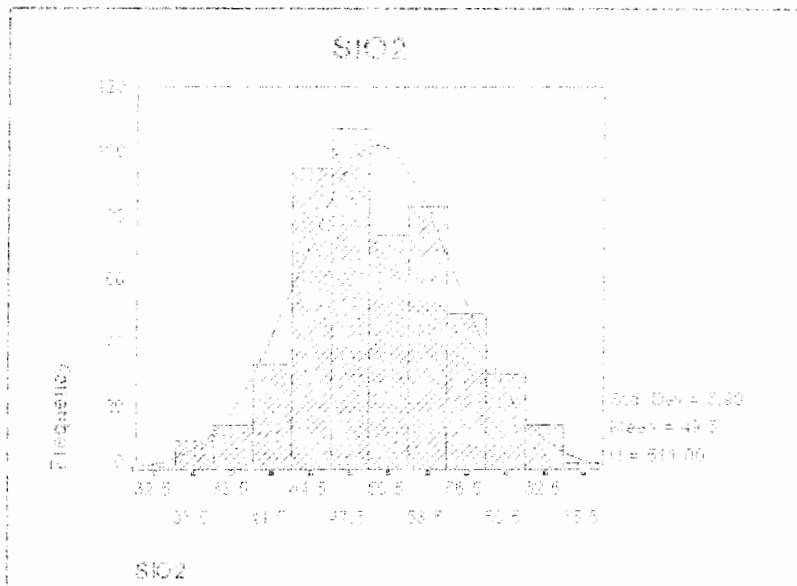
L E G E N D

<p>Collapsed rockfall (point of arrow indicates slope)</p> <p>Recent alluvium</p> <p>Vind flat</p> <p>Swamp</p> <p>Younger gravel bars and terraces</p> <p>Older gravel fans and terraces</p> <p>Fluvial conglomerate, sand</p> <p>Q¹ Alkali basalt</p> <p>Q²</p> <p>Q³</p> <p>Q⁴</p> <p>Q⁵</p> <p>Q⁶</p> <p>Q⁷</p> <p>Q⁸</p> <p>Q⁹</p> <p>Q¹⁰</p> <p>Q¹¹</p> <p>Q¹²</p> <p>Q¹³</p> <p>Q¹⁴</p> <p>Q¹⁵</p> <p>Q¹⁶</p> <p>Q¹⁷</p> <p>Q¹⁸</p> <p>Q¹⁹</p> <p>Q²⁰</p> <p>Q²¹</p> <p>Q²²</p> <p>Q²³</p> <p>Q²⁴</p> <p>Q²⁵</p> <p>Q²⁶</p> <p>Q²⁷</p> <p>Q²⁸</p> <p>Q²⁹</p> <p>Q³⁰</p> <p>Q³¹</p> <p>Q³²</p> <p>Q³³</p> <p>Q³⁴</p> <p>Q³⁵</p> <p>Q³⁶</p> <p>Q³⁷</p> <p>Q³⁸</p> <p>Q³⁹</p> <p>Q⁴⁰</p> <p>Q⁴¹</p> <p>Q⁴²</p> <p>Q⁴³</p> <p>Q⁴⁴</p> <p>Q⁴⁵</p> <p>Q⁴⁶</p> <p>Q⁴⁷</p> <p>Q⁴⁸</p> <p>Q⁴⁹</p> <p>Q⁵⁰</p> <p>Q⁵¹</p> <p>Q⁵²</p> <p>Q⁵³</p> <p>Q⁵⁴</p> <p>Q⁵⁵</p> <p>Q⁵⁶</p> <p>Q⁵⁷</p> <p>Q⁵⁸</p> <p>Q⁵⁹</p> <p>Q⁶⁰</p> <p>Q⁶¹</p> <p>Q⁶²</p> <p>Q⁶³</p> <p>Q⁶⁴</p> <p>Q⁶⁵</p> <p>Q⁶⁶</p> <p>Q⁶⁷</p> <p>Q⁶⁸</p> <p>Q⁶⁹</p> <p>Q⁷⁰</p> <p>Q⁷¹</p> <p>Q⁷²</p> <p>Q⁷³</p> <p>Q⁷⁴</p> <p>Q⁷⁵</p> <p>Q⁷⁶</p> <p>Q⁷⁷</p> <p>Q⁷⁸</p> <p>Q⁷⁹</p> <p>Q⁸⁰</p> <p>Q⁸¹</p> <p>Q⁸²</p> <p>Q⁸³</p> <p>Q⁸⁴</p> <p>Q⁸⁵</p> <p>Q⁸⁶</p> <p>Q⁸⁷</p> <p>Q⁸⁸</p> <p>Q⁸⁹</p> <p>Q⁹⁰</p> <p>Q⁹¹</p> <p>Q⁹²</p> <p>Q⁹³</p> <p>Q⁹⁴</p> <p>Q⁹⁵</p> <p>Q⁹⁶</p> <p>Q⁹⁷</p> <p>Q⁹⁸</p> <p>Q⁹⁹</p> <p>Q¹⁰⁰</p>	<p>Siltified contact around intrusives</p> <p>Microgranodiorite</p> <p>Quartz diorite, commonly fine grained</p> <p>Quartz microdiorite (dykes)</p>	<p>WESTERN OPHIOLITE DOMAIN</p> <p>Flysch</p> <p>Conglomeratic flysch</p> <p>Basaltic</p> <p>Conglomerate</p> <p>Flysch (mostly shales)</p> <p>Flysch (mostly sandstones)</p> <p>Foliated</p> <p>Foliated (mostly ophiolitic rocks)</p> <p>Low grade metamorphism</p> <p>Isostatic</p> <p>Glaucophane, calcic amphibole and schists, prasinite</p> <p>Radiolarite, jasper, subordinate cherty limestone and basic tuff</p> <p>Basalt tuff and basalt</p> <p>Flysch: micragabbro</p> <p>Cabbro</p> <p>Ultrabasic rocks, mostly theralite to harzburgite, locally verpenitised</p>	<p>EASTERN DOMAIN</p> <p>Sandstone, marl</p> <p>Nummulitic limestone</p> <p>Biohermite</p> <p>Massive siltified</p> <p>Marl, limestone, sandy limestone</p> <p>Red sandstone</p> <p>Hyporitic limestone</p> <p>K¹ Conglomerate with volcanic components, subordinate sandstone</p> <p>K² Porphyritic andesite and doleritic basalt</p> <p>Green and purplish shale, turbidite</p> <p>Sandy micritic limestone, shale</p>	<p>PALEOGENE</p> <p>Red sandstone with gypsum layers</p> <p>Red conglomerate</p>	<p>LOWER CRETACEOUS</p> <p>Massive Ophiolite and radiolarite-bearing limestone</p>
---	---	--	--	--	--



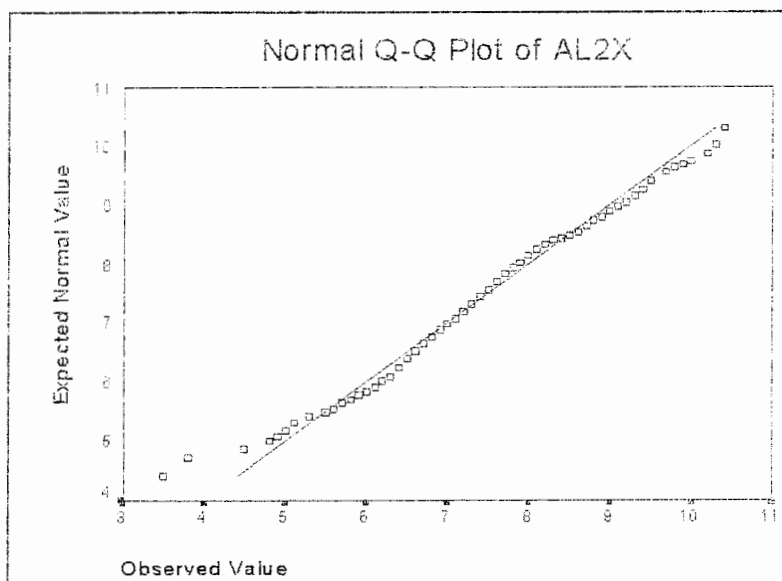
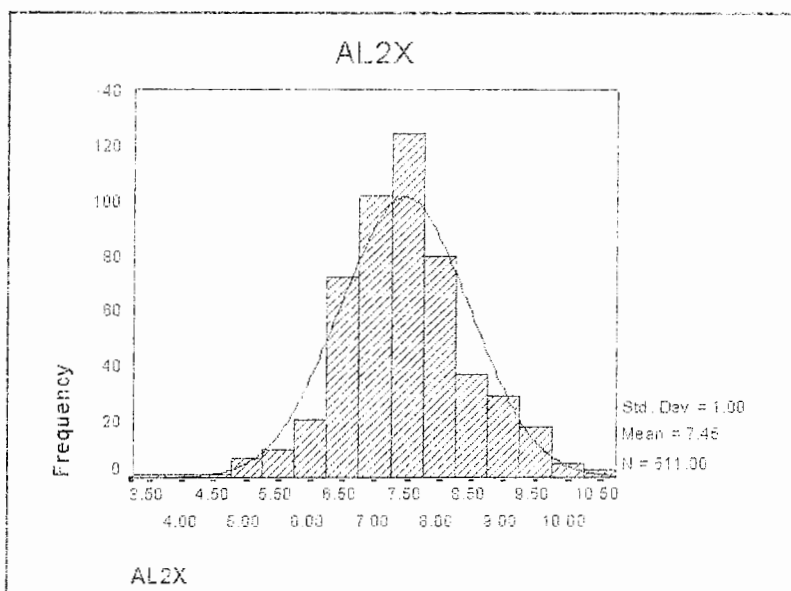
شكل (1-1) : نقشه زمین شناسی منطقه

n	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	-9.48	40.8	46.4	5.968	35.625	-0.369	31	56.1



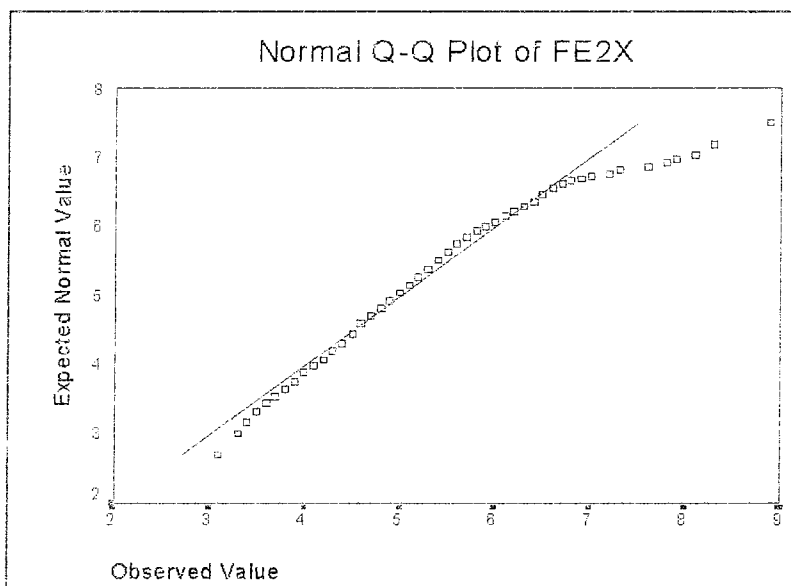
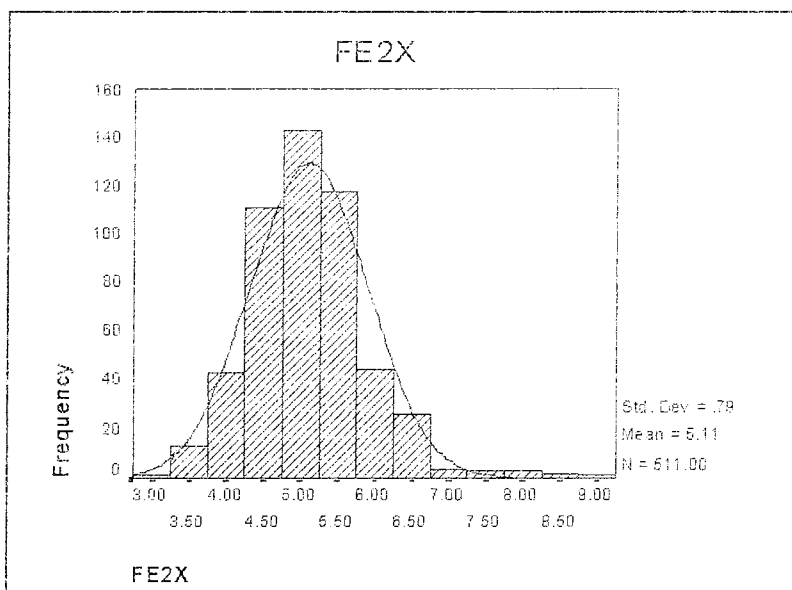
رنگ (2-1) بارانهای آلوده خانه خام متغیر SIO2

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	7.453	4.7	7.6	1.004	1.007	0.892	3.5	10.4



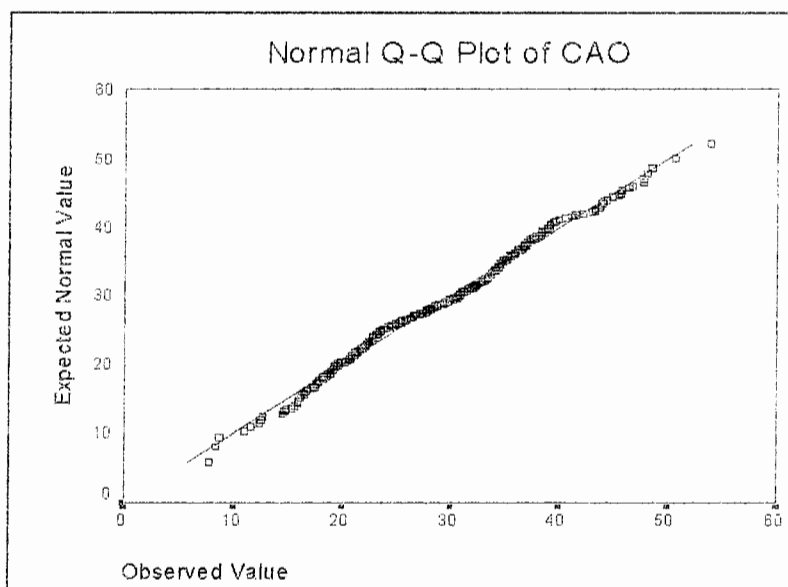
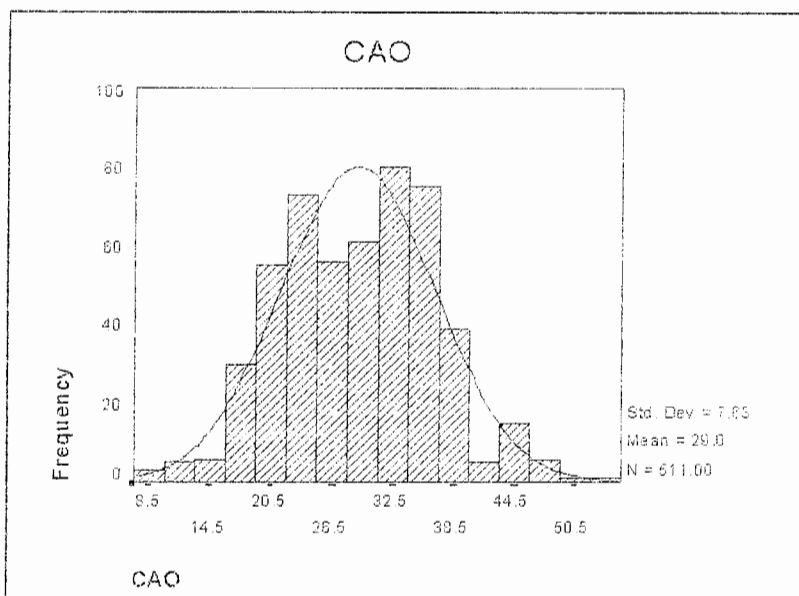
شکل (۳-۱): پارامترهای آماری داده خام متغیر AL2X

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	5.106	5	4.9	0.789	0.622	2.346	3.1	8.9



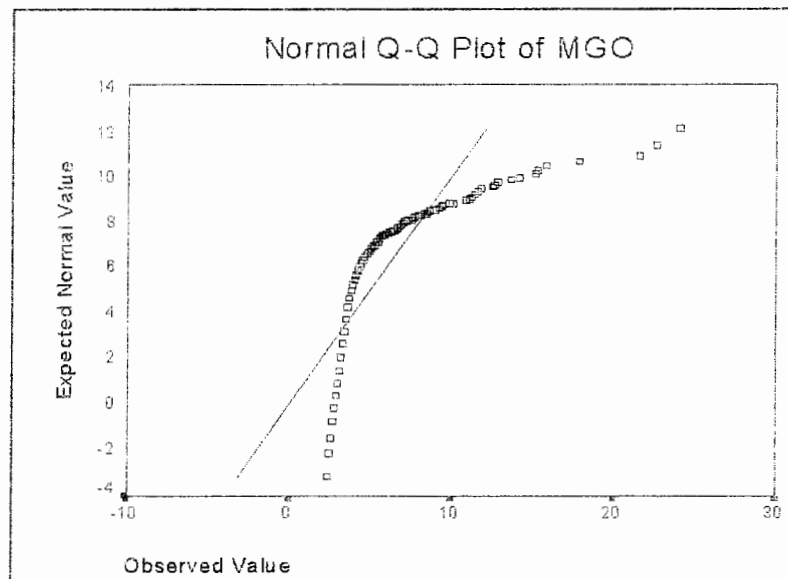
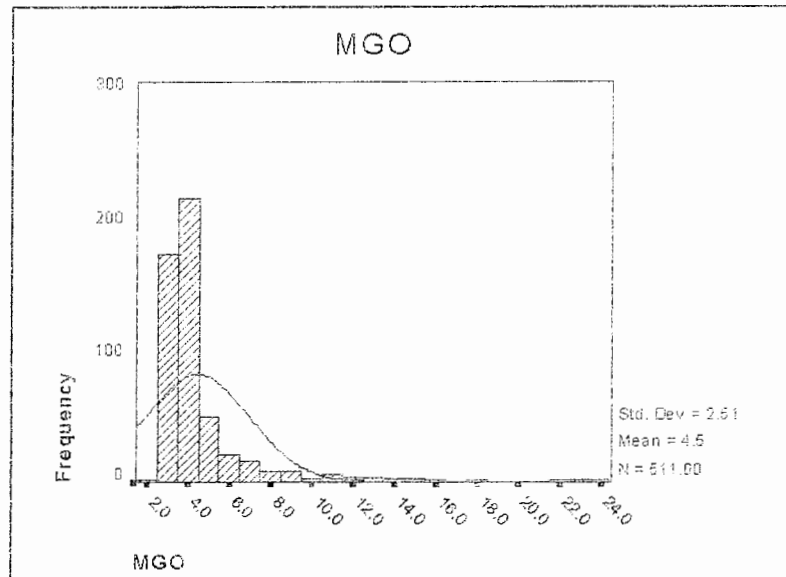
شکل (۴-۱): پارامترهای آماری داده خام متغیر FE2X

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	28.99	29.5	22.28	7.628	58.194	-0.196	7.8	53.8



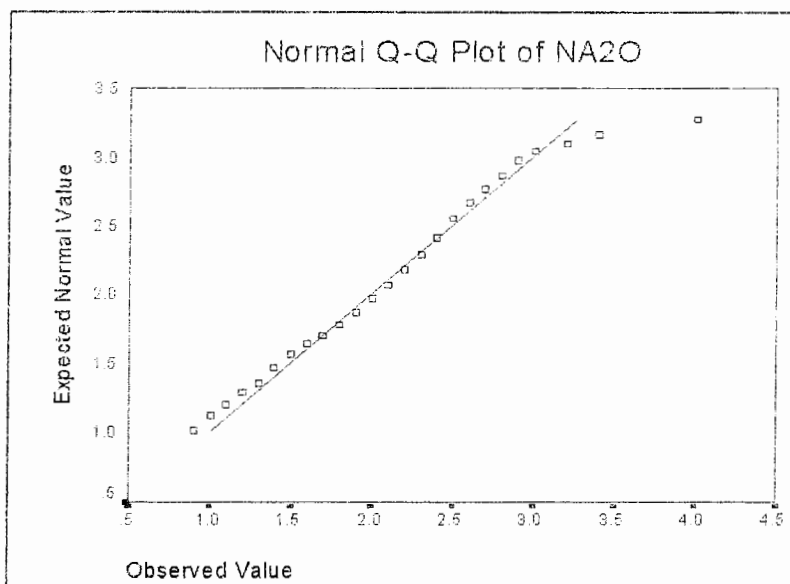
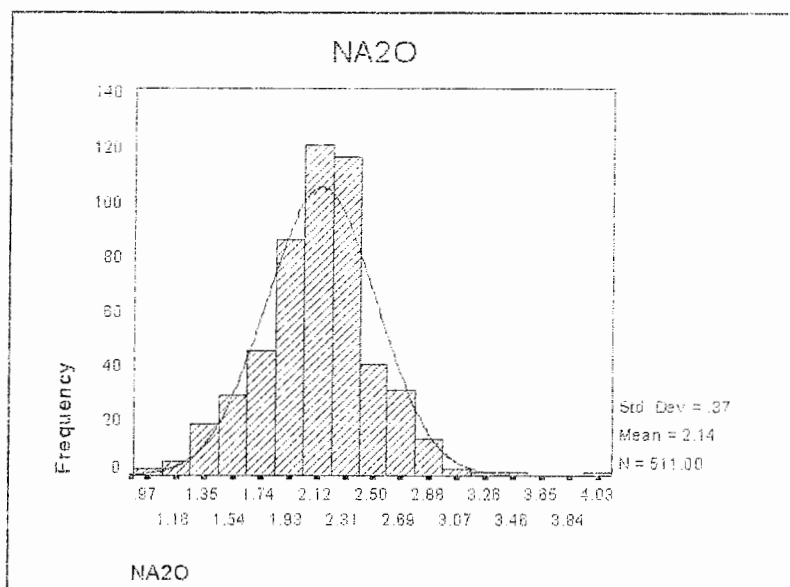
شکل (۱-۵): پارامترهای آماری داده خام متغیر CAO

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	4.466	3.7	3.4	2.514	6.318	20.59	2.4	24.1



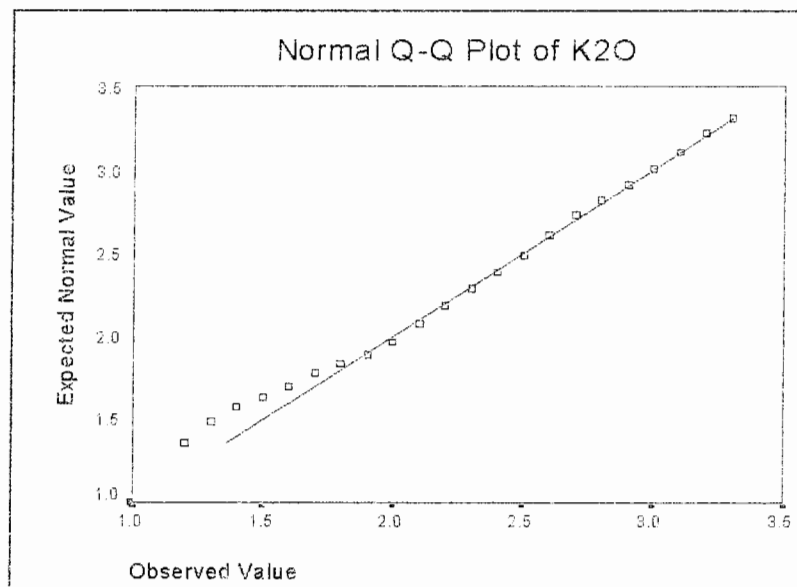
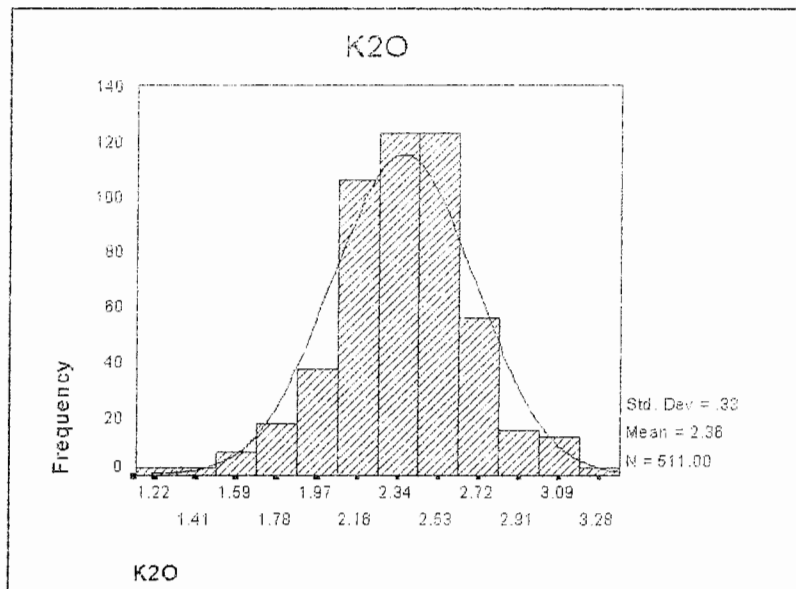
شکل (۶-۱): پارامترهای آماری داده خام متغیر MgO

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	2.14	2.2	2.2	0.372	0.138	1.404	0.9	4



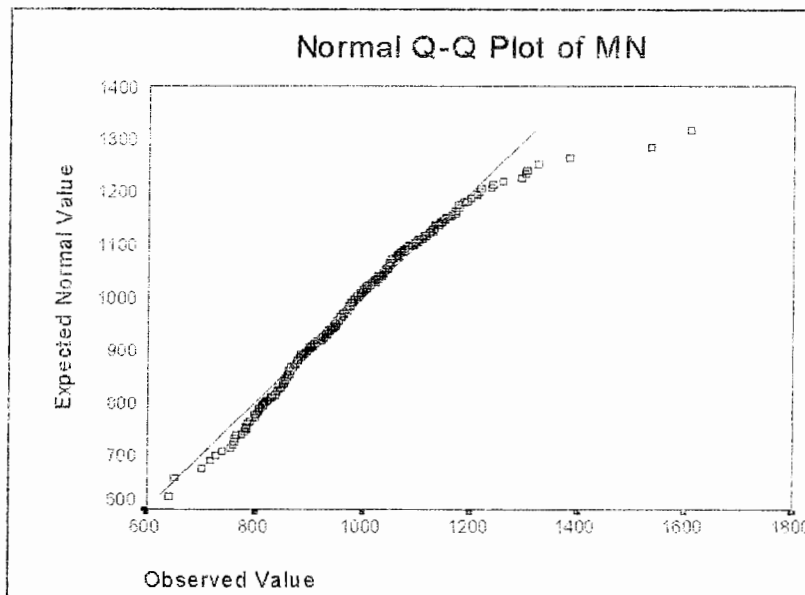
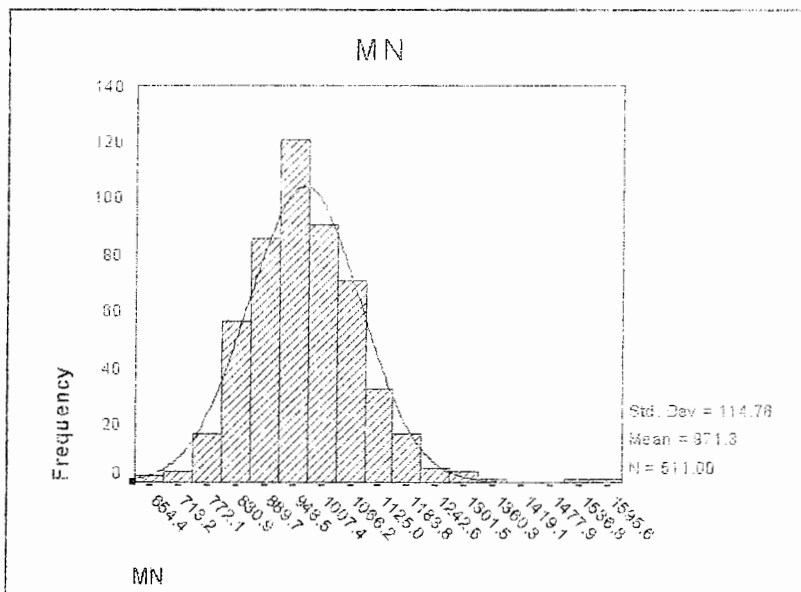
شکل (۱-۷): پارامترهای آماری داده خام منقیر Na₂O

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	2.364	2.4	2.3	0.332	0.11	0.633	1.2	3.3



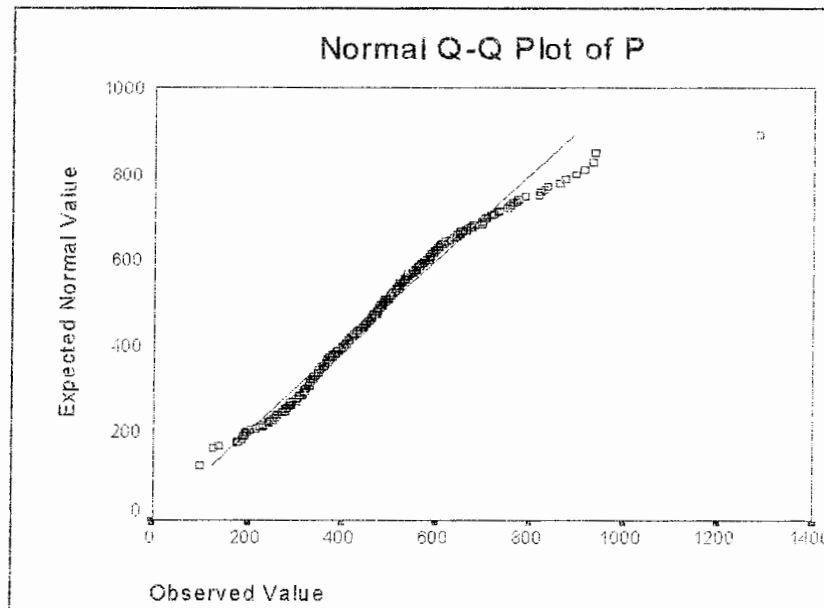
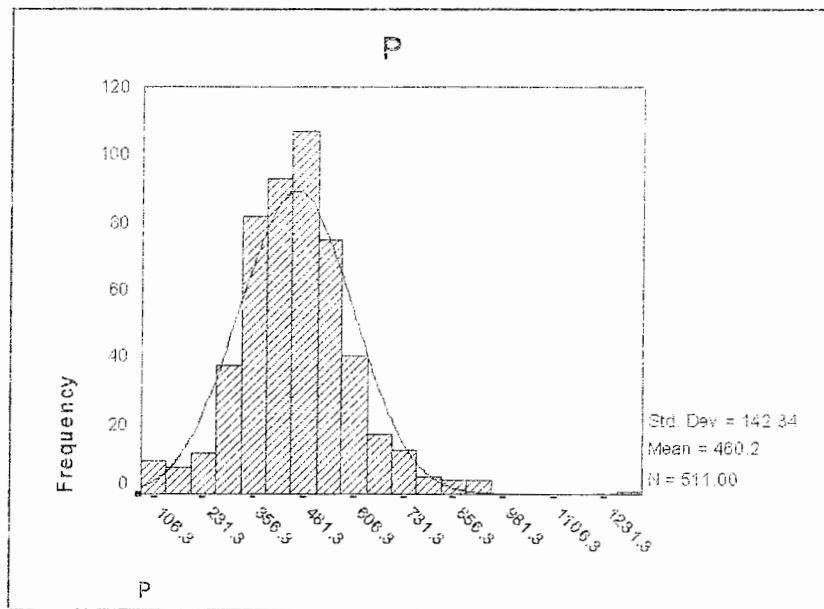
شکل (۸-۱): پارامترهای آماری داده خام متغیر K2O

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	971.3	965	860	114.76	13170.86	2.839	641	1608



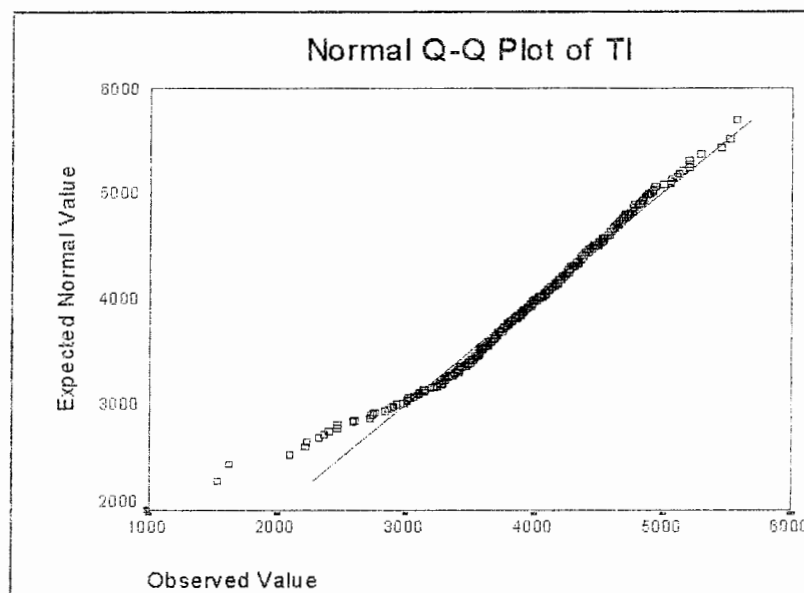
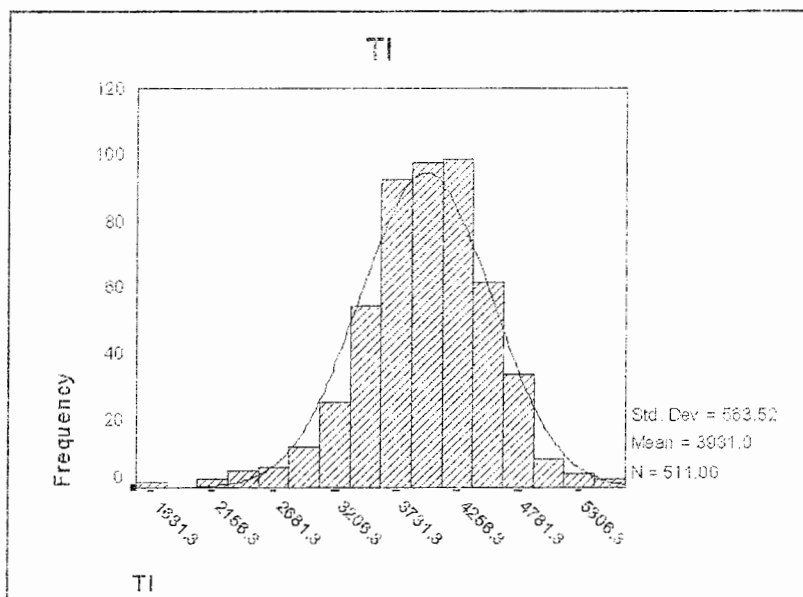
شکل (۹-۱): پارامترهای آماری داده خام متغیر Mn

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	460.2	459	100	142.34	20260.82	2.779	100	1286



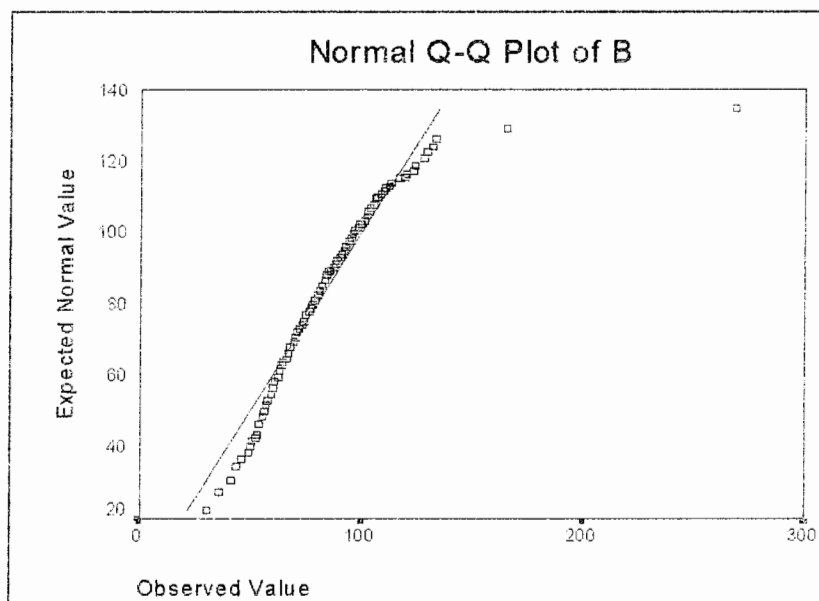
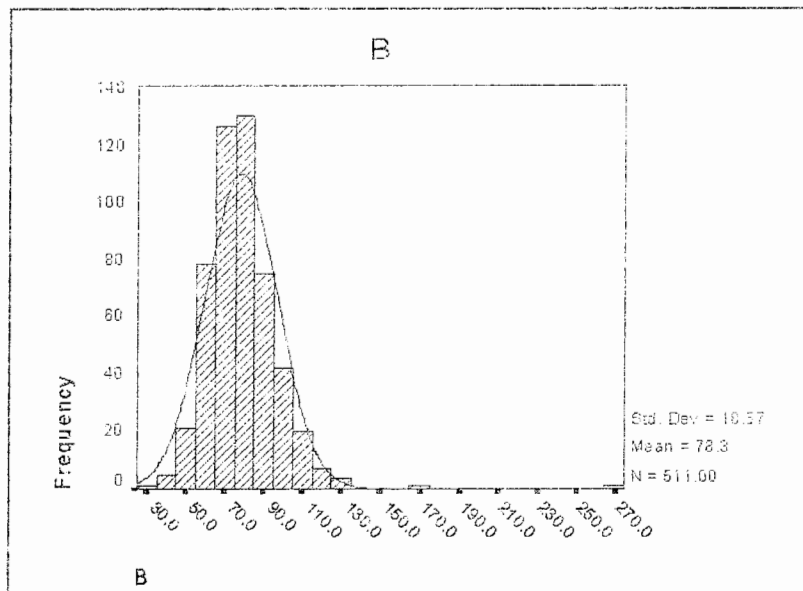
شکل (۱-۱۰): پارامترهای آماری داده خام متغیر P

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	3981	4003	3756	563.52	317559.7	1.539	1534	5562



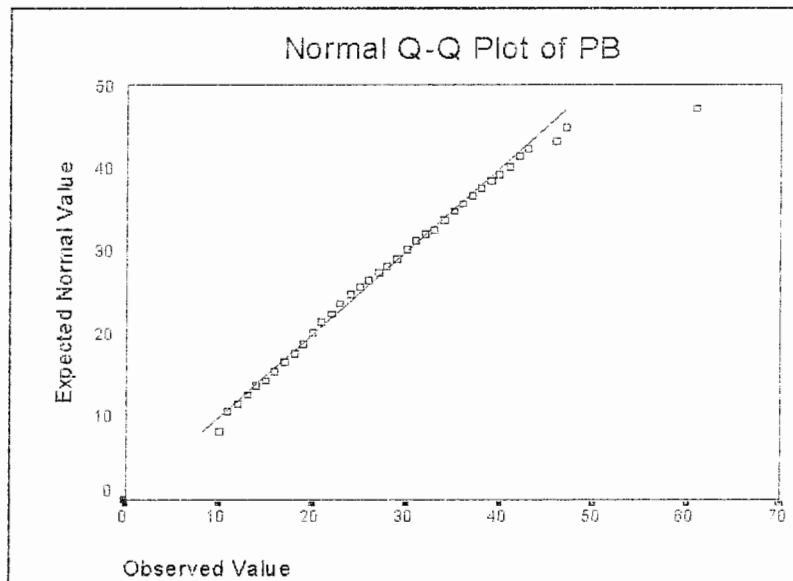
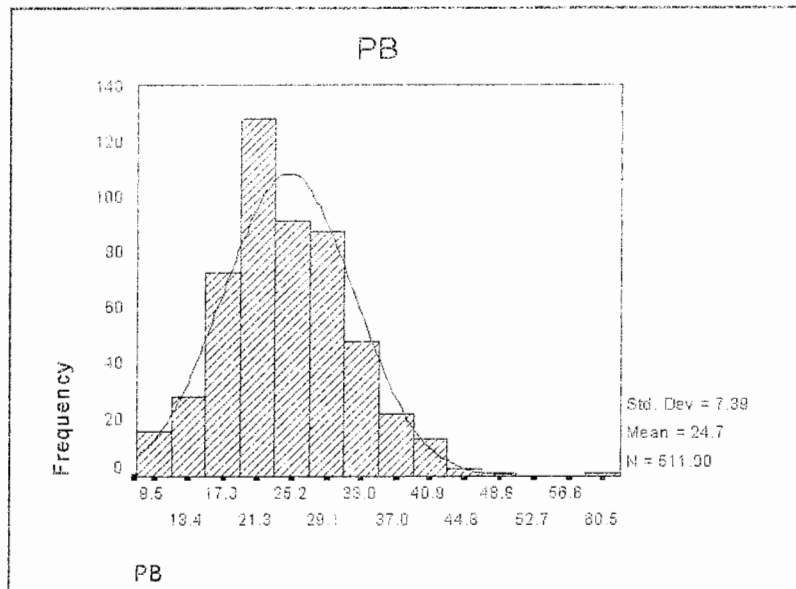
شکل (۱-۱): پارامترهای آماری داده خام متغیر TI

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	78.26	76	67	18.57	344.68	21.995	30	269



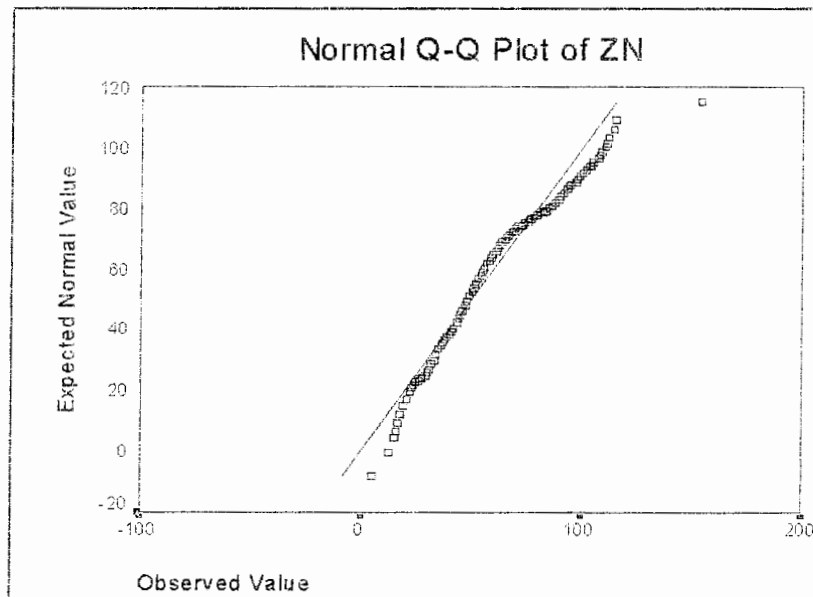
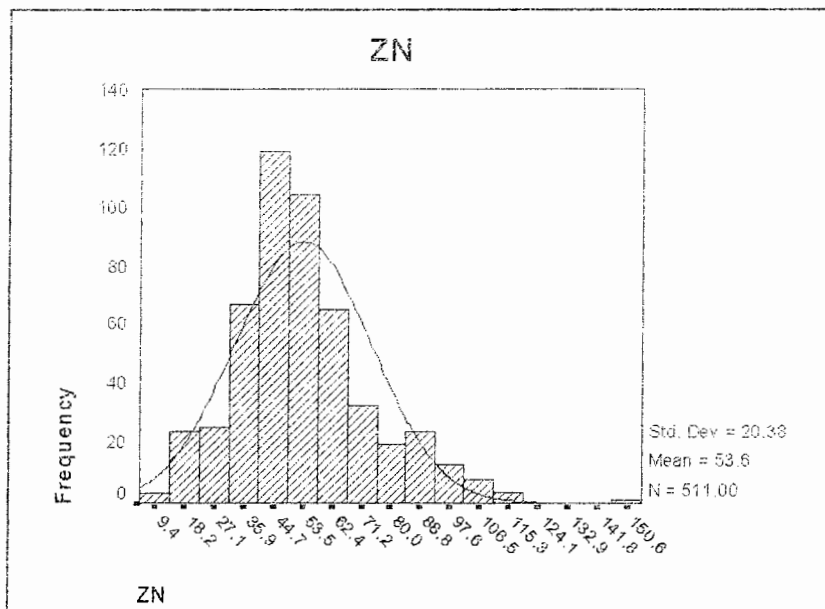
شکل (۱-۱۲): پارامترهای آماری داده خام متغیر B

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	24.74	24	20	7.39	54.56	0.715	10	61



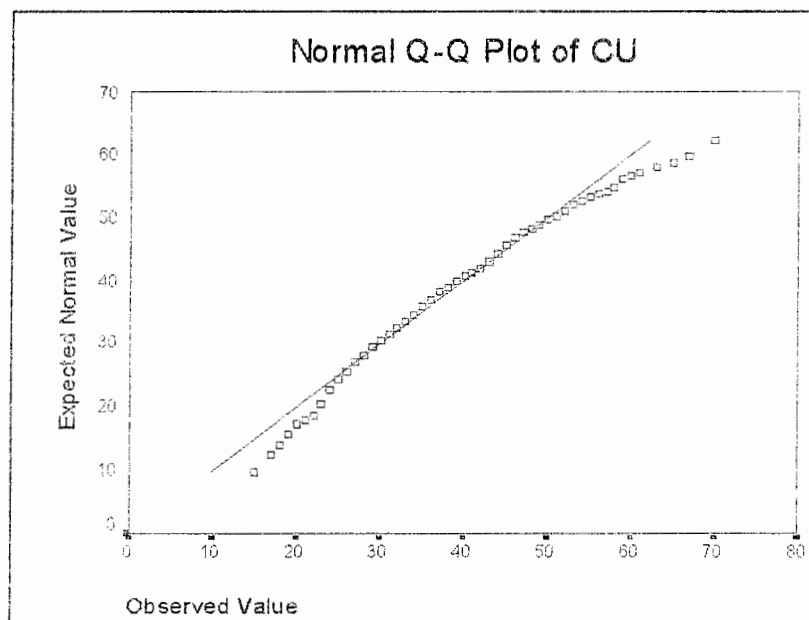
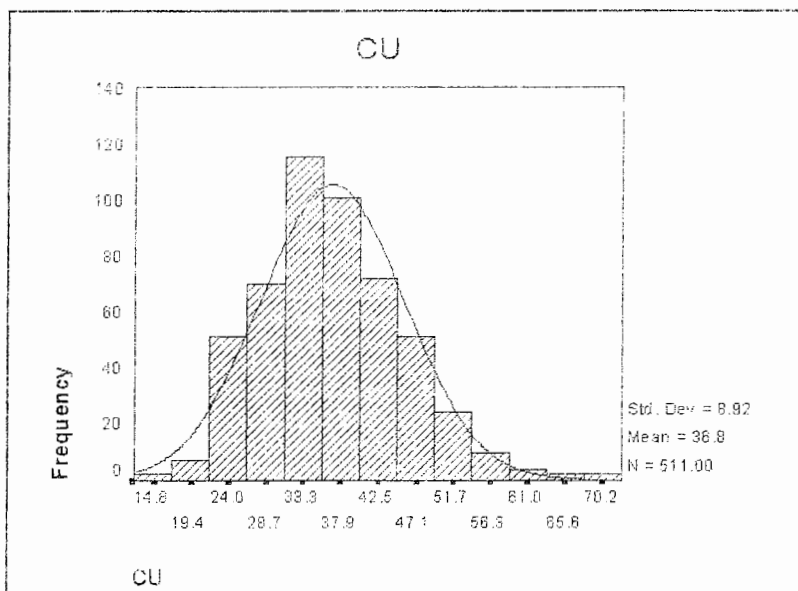
شکل (۱-۱۲): پارامترهای آماری داده خام متغیر Pb

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	53.55	51	49	20.38	415.22	1.392	5	154



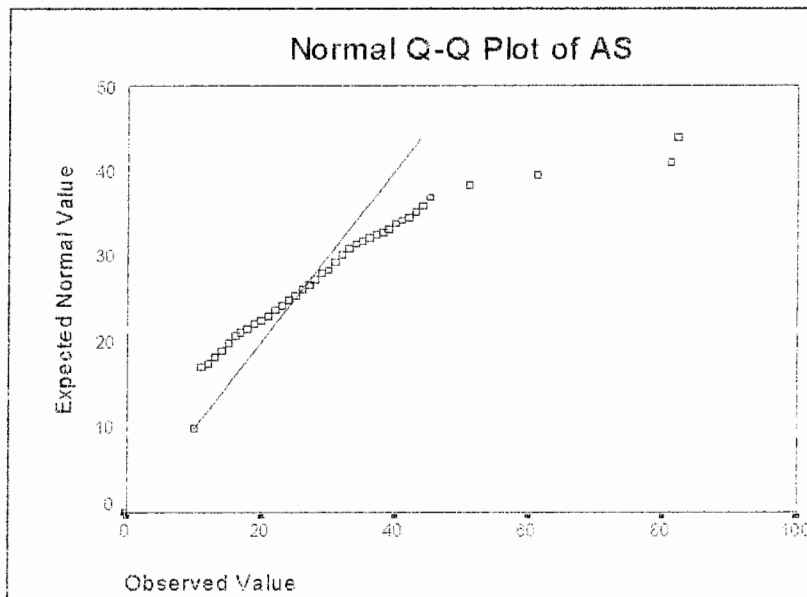
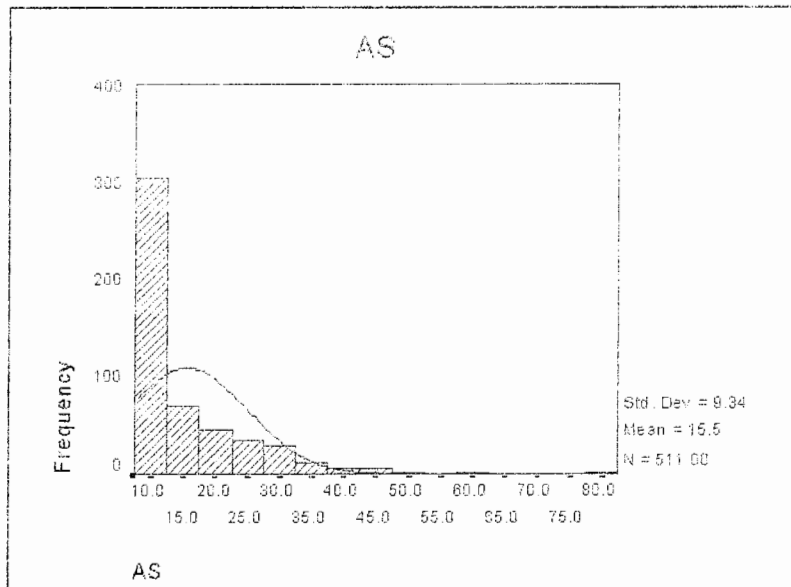
شکل (۱-۱۴): پارامترهای آماری داده خام متغیر Z_{it}

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	36.77	36	35	8.92	79.51	0.559	15	70



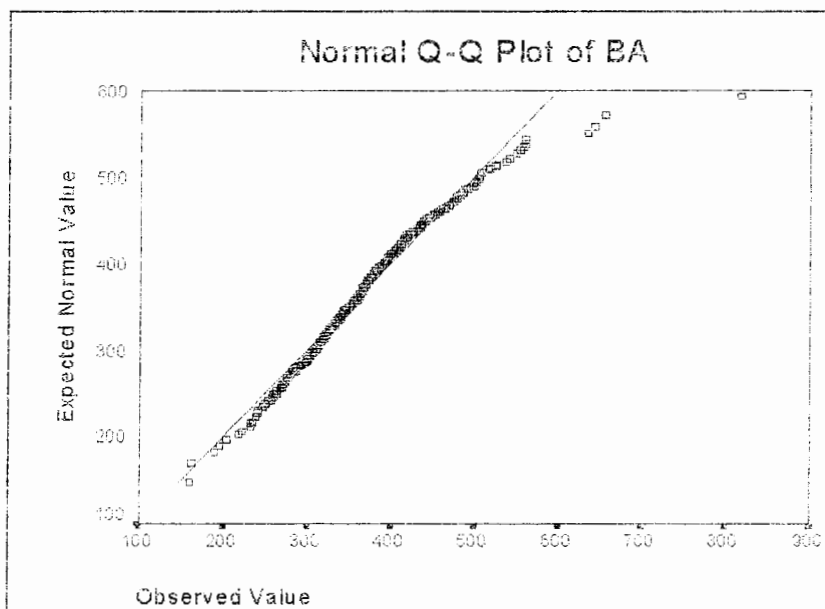
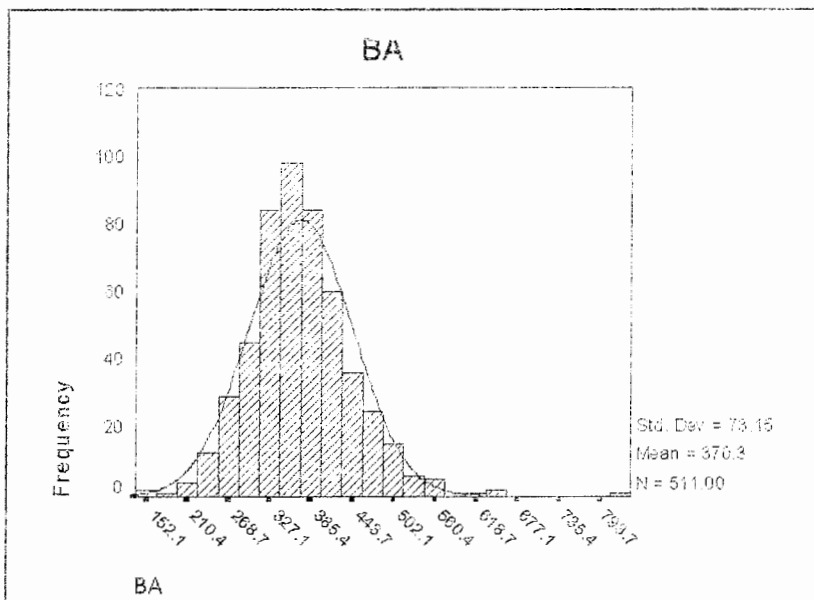
شکل (۱-۱۵): پارامترهای آماری داده خام متغیر Cu

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	15.51	10	10	9.34	87.27	10.949	10	82



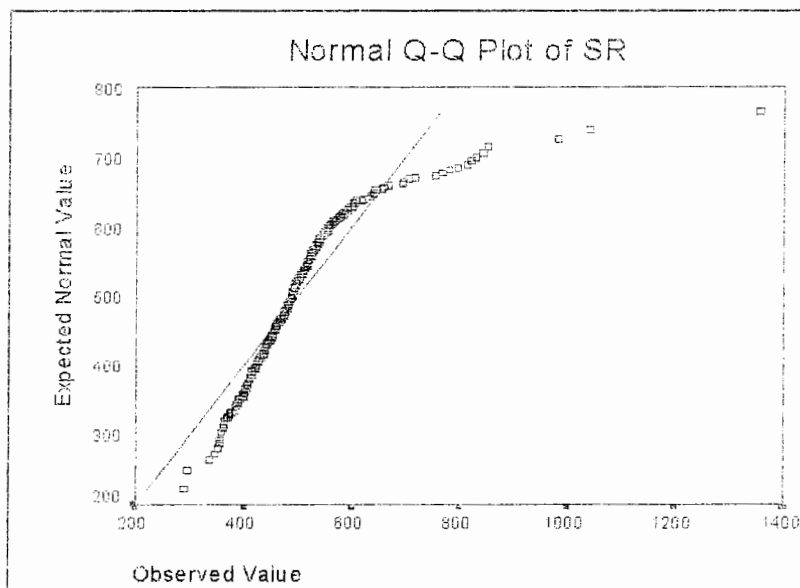
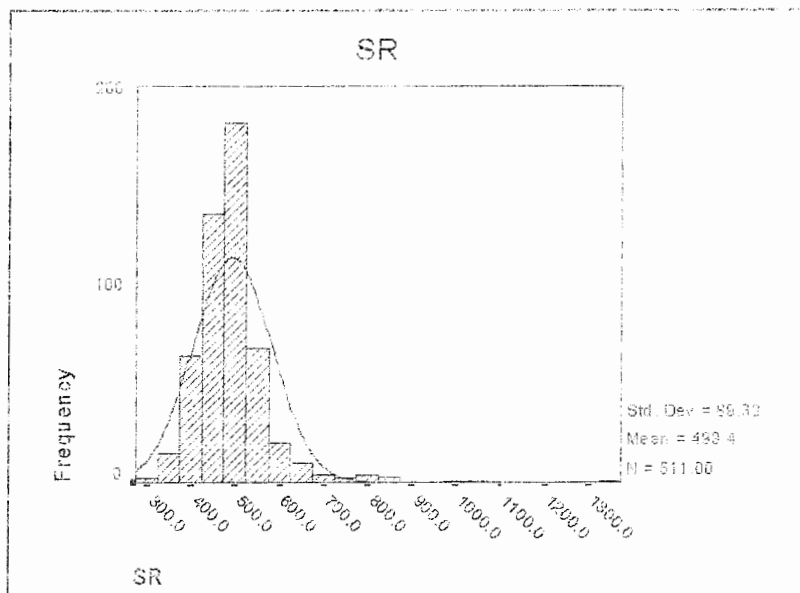
شکل (۱-۱۶): پارامترهای آماری داده خام متغیر AS

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	370.3	366	326	73.15	5350.73	3.28	161	817



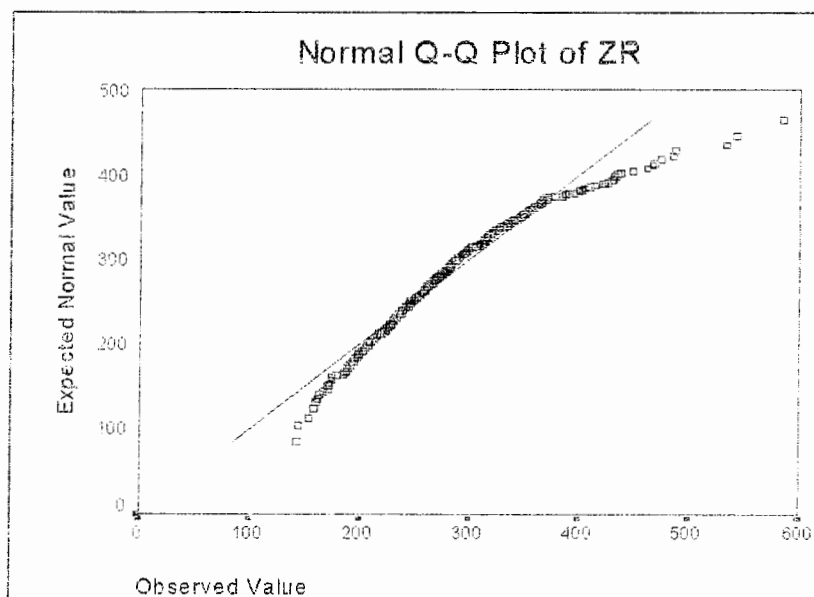
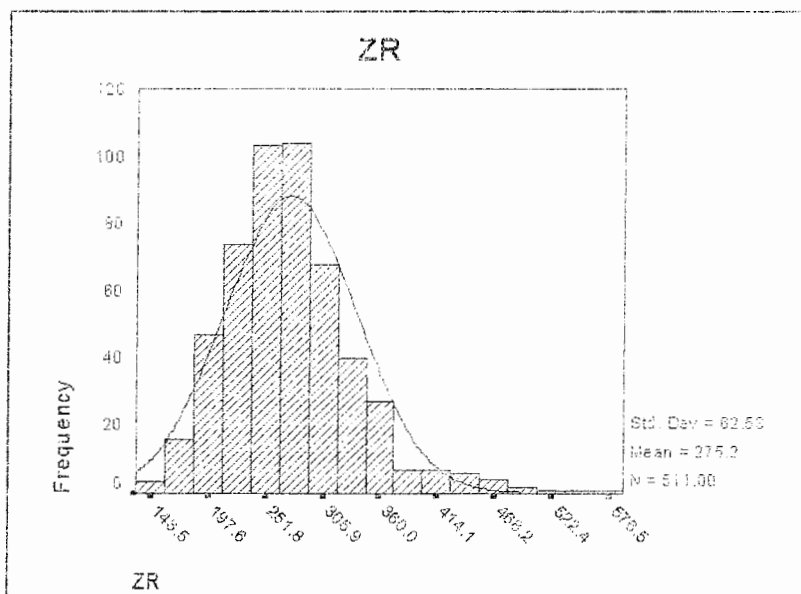
شکل (۱-۱): پارامترهای آماری داده خام متغیر BA

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	493.4	486	486	89.82	8066.79	22.079	291	1357



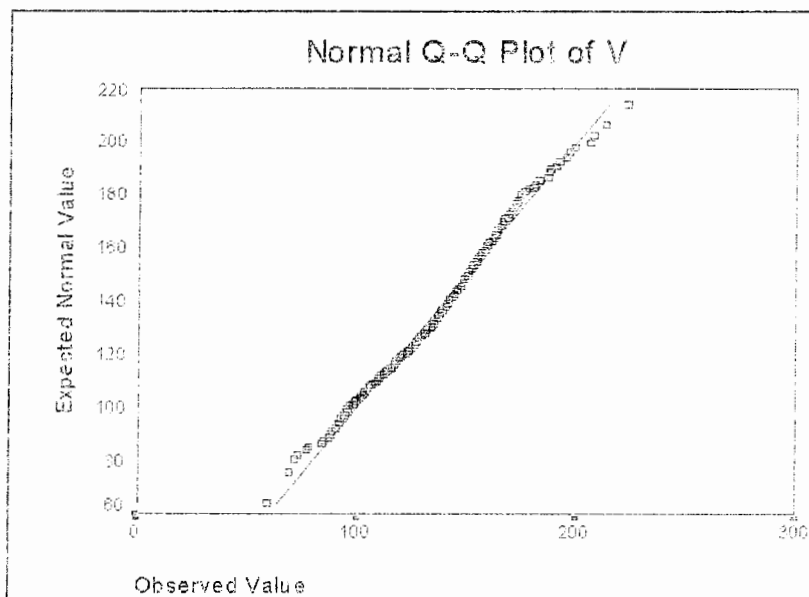
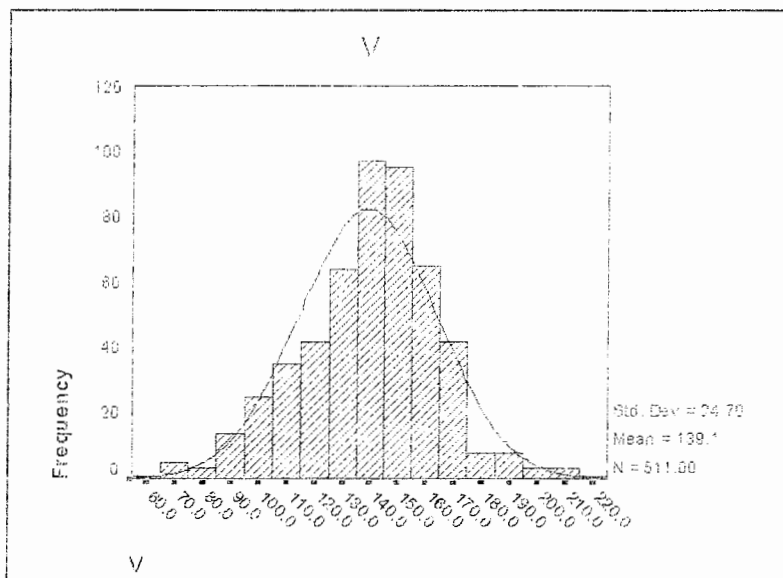
شکل (۱-۱۸): پارامترهای آماری داده خام متغیر Sr

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	275.2	268	230	62.53	3909.53	2.548	144	585



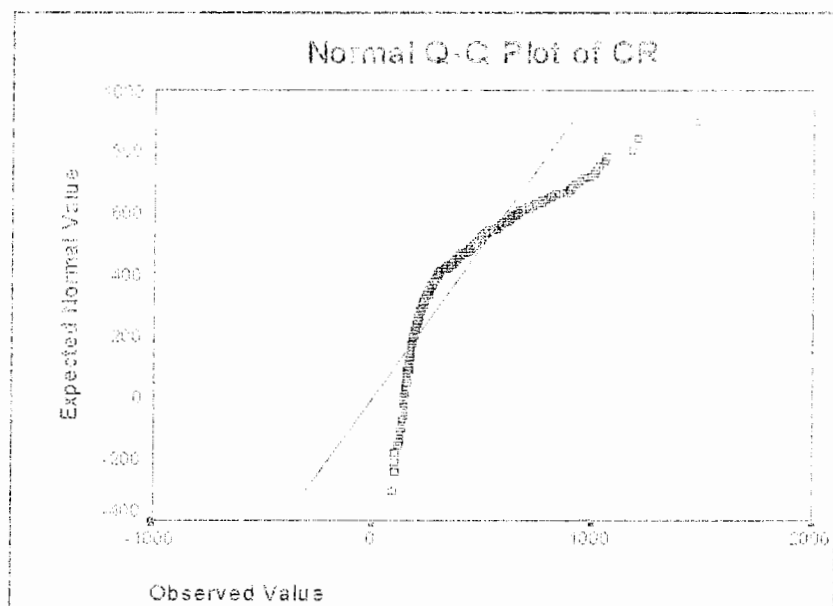
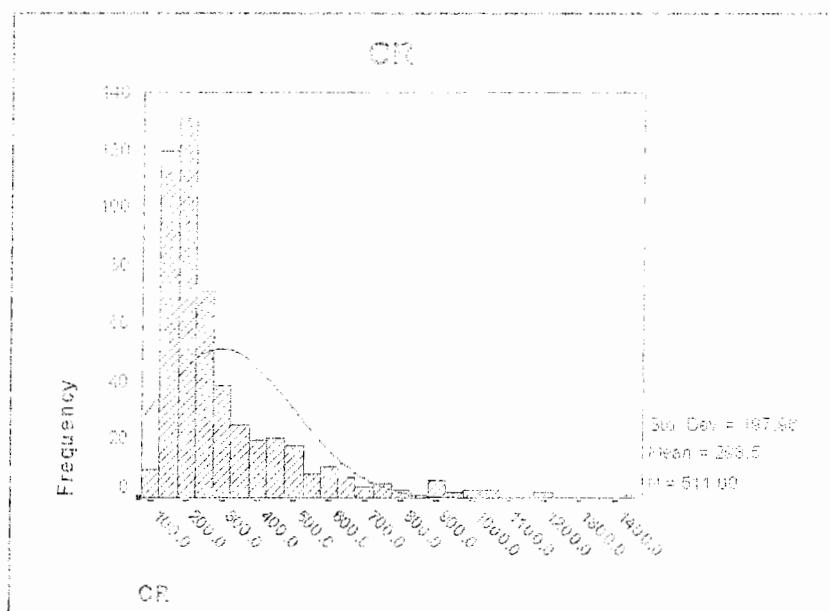
شکل (۱-۱۹): پارامترهای آماری داده خام متغیر ZR

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	139.1	141	141	24.7	609.96	0.435	59	223



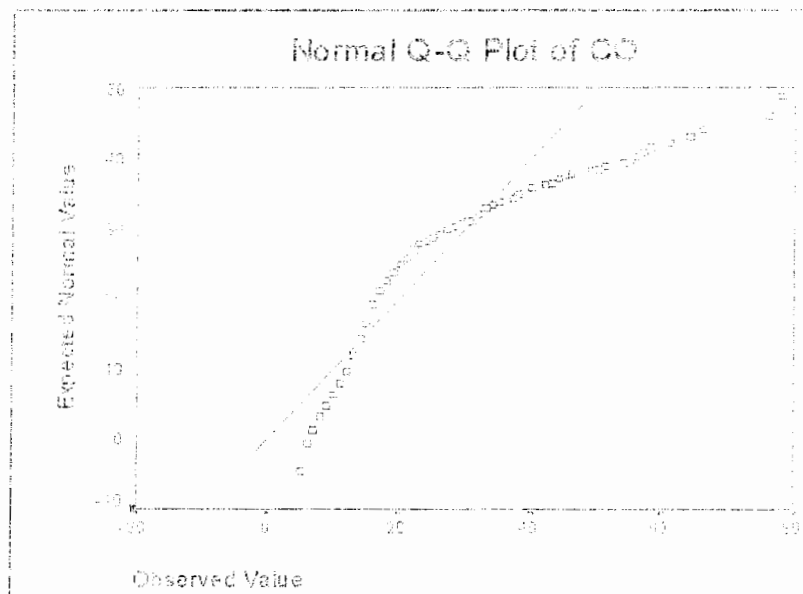
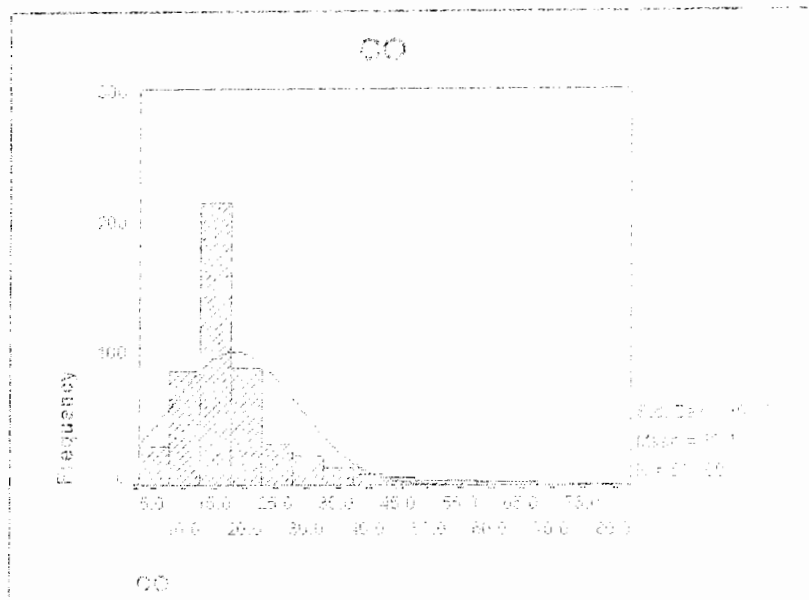
شکل (۱-۲): پارامترهای آماری داده خام متغیر V

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Minimum	Maximum
511	298.5	232	153	197.90	39187.79	5.718	1458



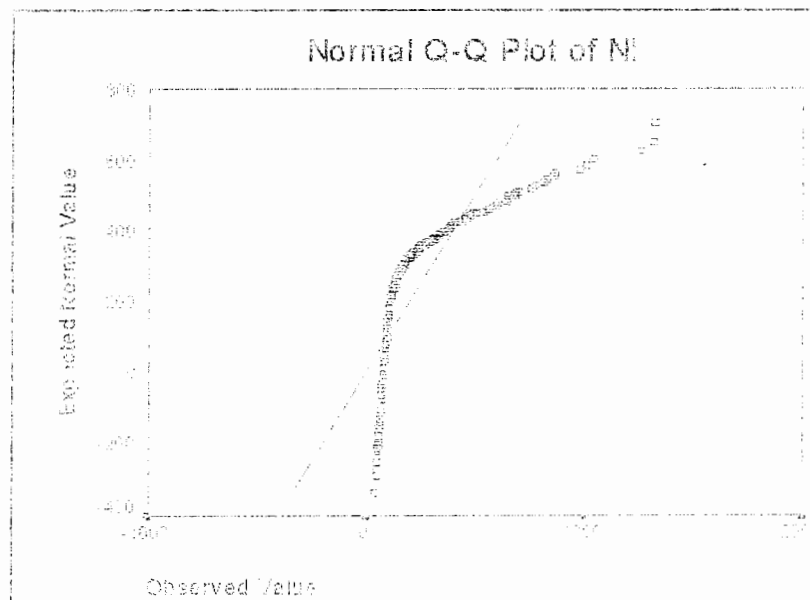
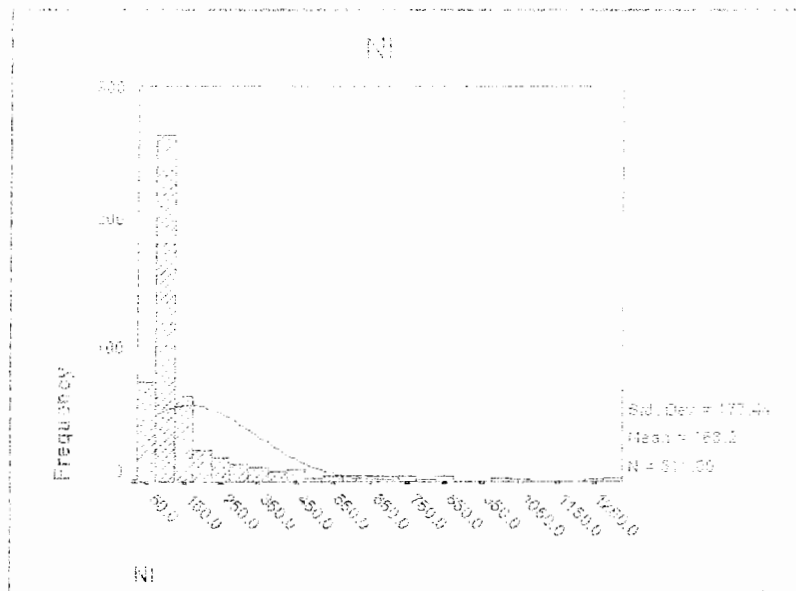
شکل (۱-۲۱): پارامترهای آماری داده خام متغیر CR

N	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Minimum	Maximum
511	19.13	16	16	10.11	102.29	7.94	8	78



شکل (۱-۲۲): بازآموزهای آماری داده خام متغیر CO

	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Kurtosis	Skewness	Maximum	Minimum
N!	166.2	103	66	177.44	31483.251	13.993	4.31	1320	132.0



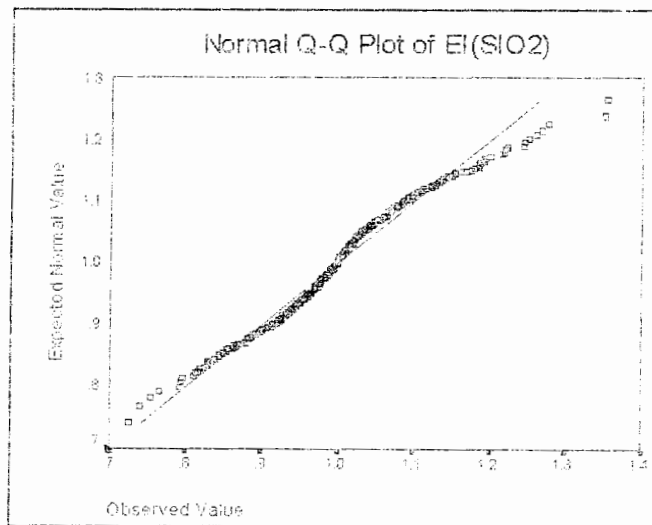
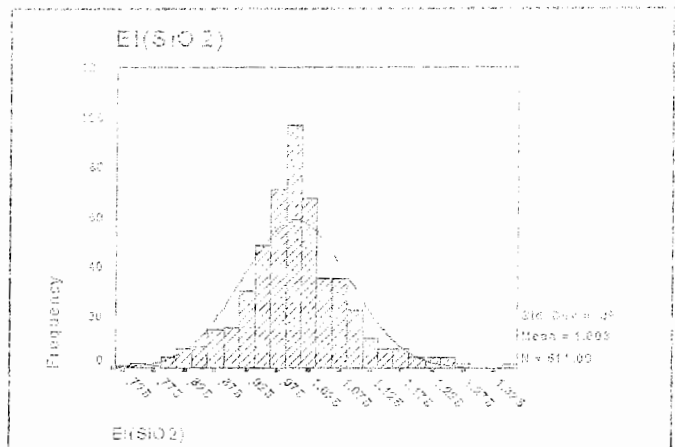
نتیجه: $N!$ توزیع نرمال آماری داده خام مستقر است.

پیوست ۲

در این پیوست پارامترهای آماری، هیستوگرامها و نمودارهای خط نرمال Q-Q در سطح صفر شاخصهای غنی‌شدگی آورده شده است. این نمودارها توسط نرم‌افزار SPSS رسم شده و در فصل سوم توضیح داده شده است..

Statistics
EI SiO2

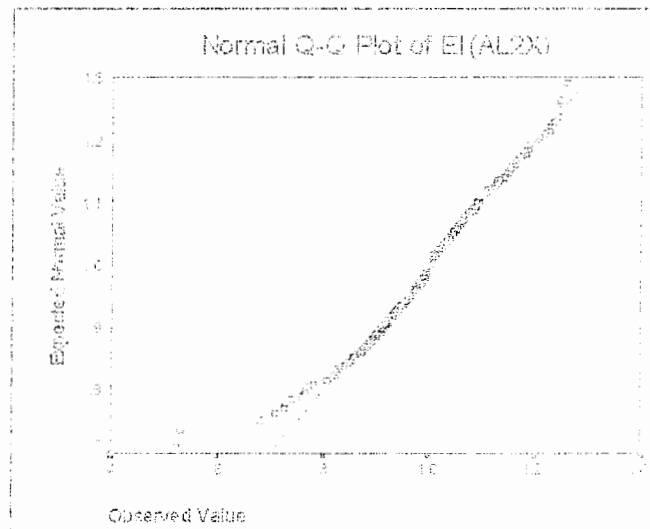
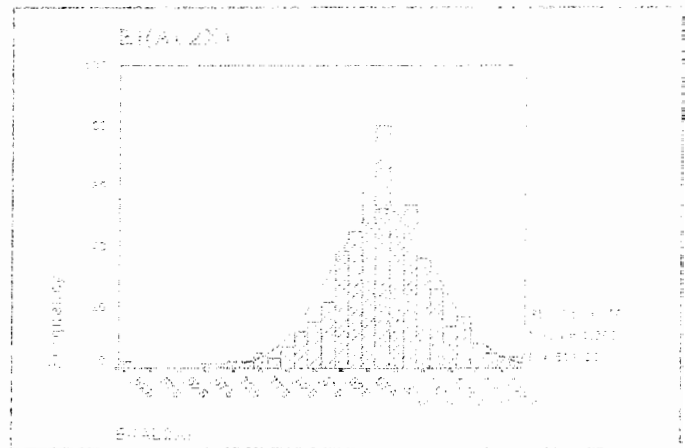
N	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.0034
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.0862
Variance		0.0074
Skewness		0.3720
Kurtosis		1.7380
Minimum		0.7260
Maximum		1.3529



شکل (۲-۱): پارامترهای آماری شاخص غنی شدگی منبیر SiO2

Statistics
EI_AL2X

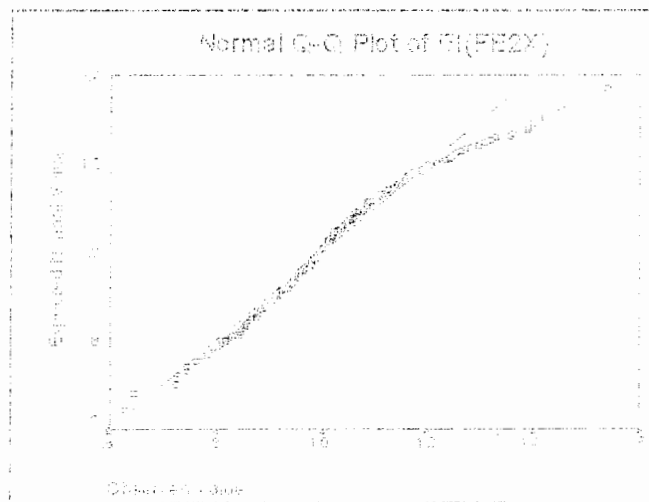
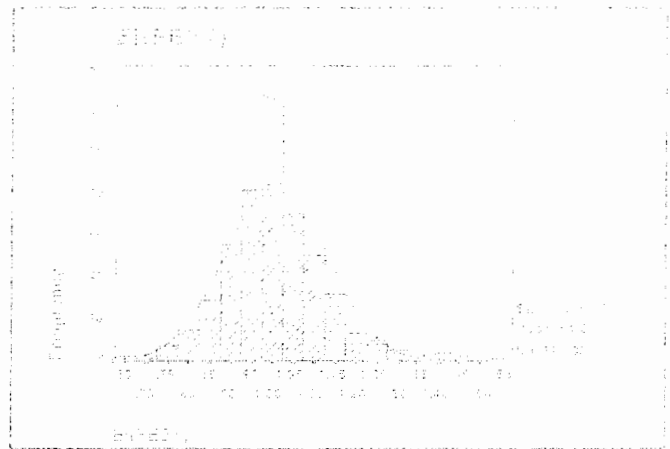
N	Valid	511
	Missing	0
Mean		0.9998
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.0961
Variance		0.0092
Skewness		-0.5400
Kurtosis		2.3560
Minimum		0.5241
Maximum		1.2583



نتیجه آزمون نرمال بودن شاخص بین‌المللی EI(AL2X)

Statistics
SI_FE2X

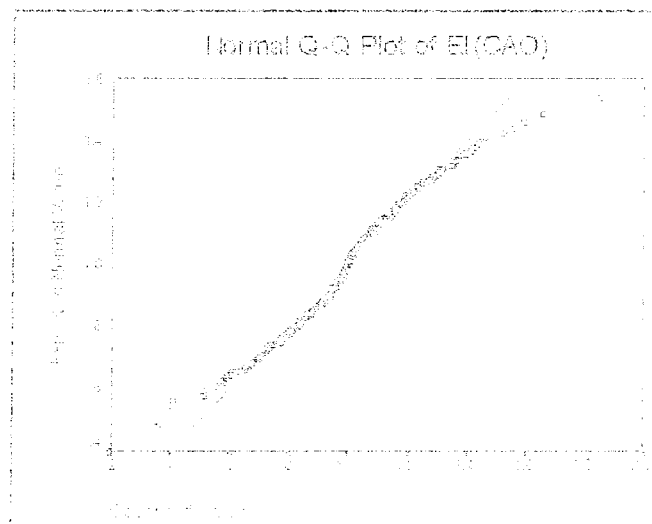
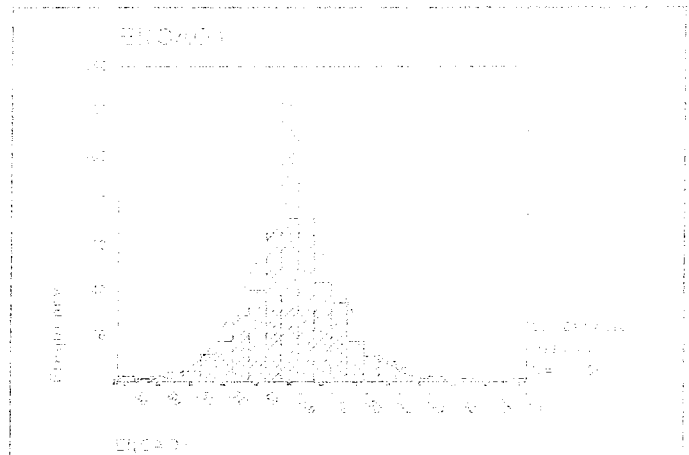
N	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.0026
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.1199
Variance		0.0144
Skewness		0.6750
Kurtosis		1.9590
Minimum		0.6286
Maximum		1.5370



شکل (2-2): بازمانده‌های آماری شاخص فنی تدابیر سطح FE2X

Statistical
EI (CAO)

n	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.0076
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.1757
Variance		0.0309
Skewness		0.1820
Kurtosis		2.5080
Minimum		0.3594
Maximum		1.8511



تذکره: این پژوهش‌های آماری مشخصاً برای اهداف علمی است.

Table 2
 Statistical
 Parameters

Parameter	Value	Count
Mean	1.0000	311
Median	1.0000	0
Mode	1.0000	0
Std. Deviation	0.3004	0
Variance	0.0902	0
Skewness	5.6200	0
Kurtosis	54.4400	0
Minimum	0.5759	0
Maximum	4.7579	0

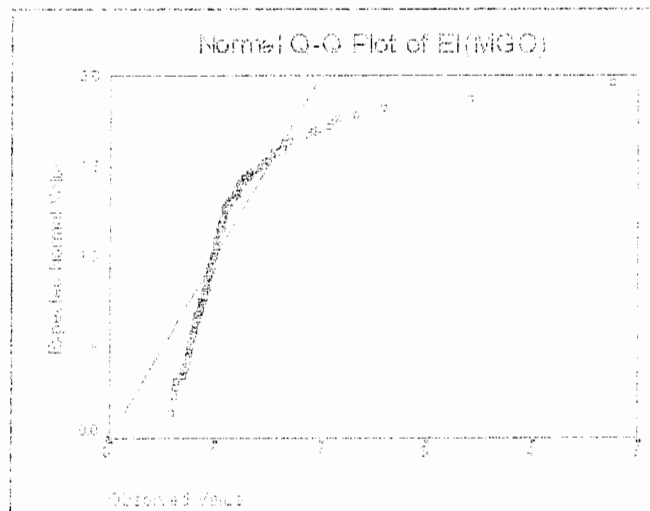
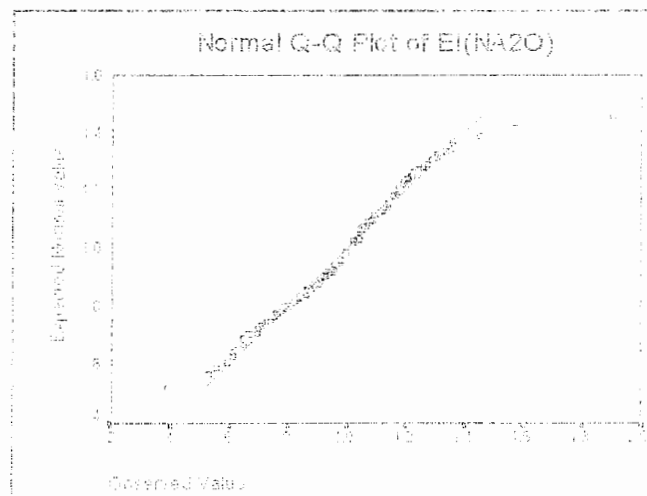
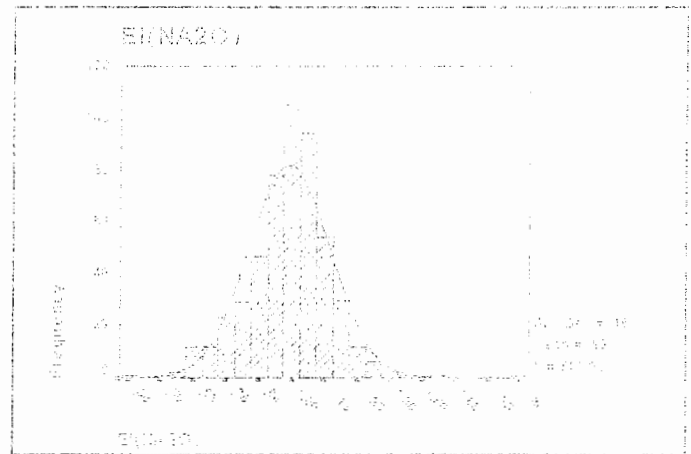


Figure 2. Statistical parameters of EI(MGO)

Statistics
of NA2O

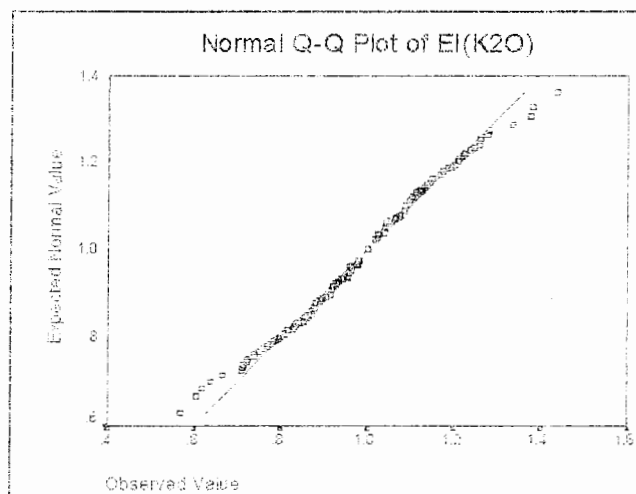
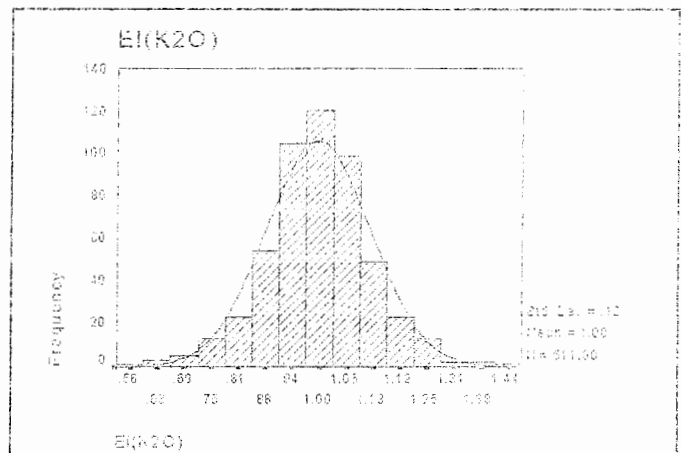
N	Valid	511
	Missing	0
Mean		0.9891
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.1552
Variance		0.0241
Skewness		0.0980
Kurtosis		2.7930
Minimum		0.3900
Maximum		1.9000



شکل (۶-۲): پارامترهای آماری شاخص غنی‌شدگی منفر NA2O

Statistics
EI_K2O

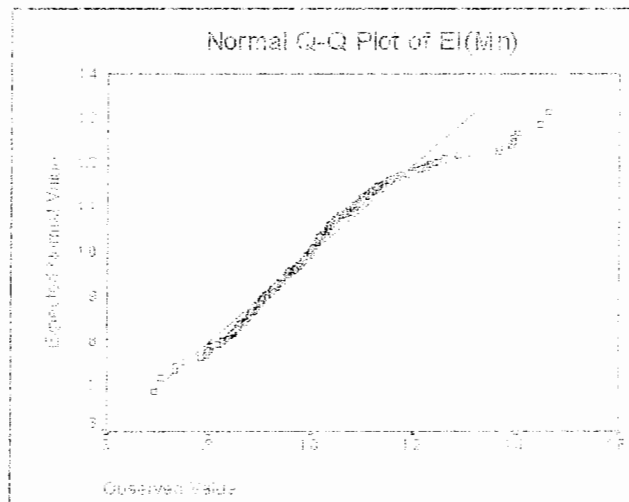
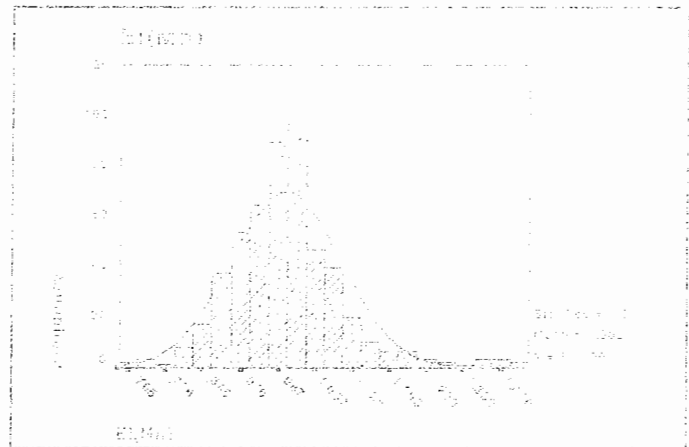
N	Valid	511
	Missing	0
Mean		0.9960
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.1210
Variance		0.0146
Skewness		-0.0430
Kurtosis		1.0120
Minimum		0.6000
Maximum		1.4000



شکل (۲-۷): پارامترهای آماری شاخص غنی شدگی متغیر K2O

Statistics
EI_MN

N	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.0019840
Median		1
Mode		1
Std. Deviation		0.1035187
Variance		1.07E-02
Skewness		0.903
Kurtosis		2.929
Minimum		0.6931268
Maximum		1.4618182

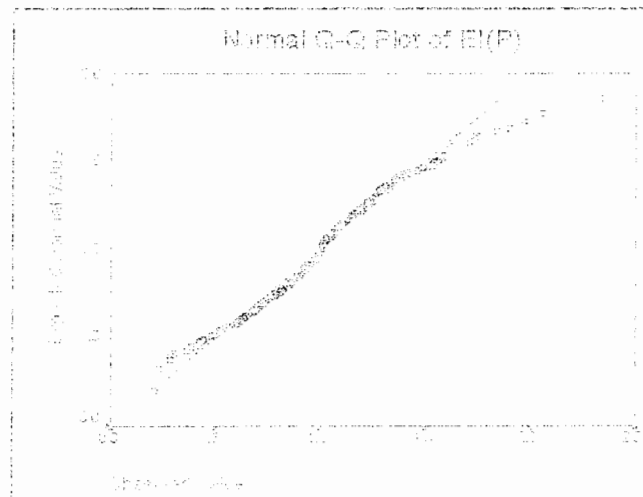
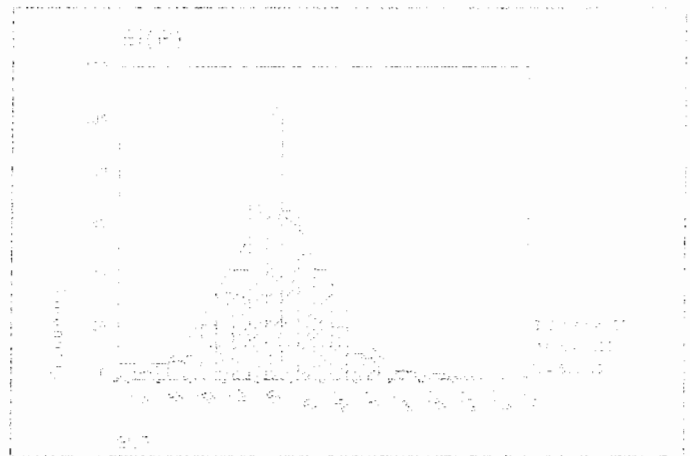


سازگاری (۲-۸) پارامترهای آماری شاخص نگرش مذهبی منتهی به MN

Statistics

El P

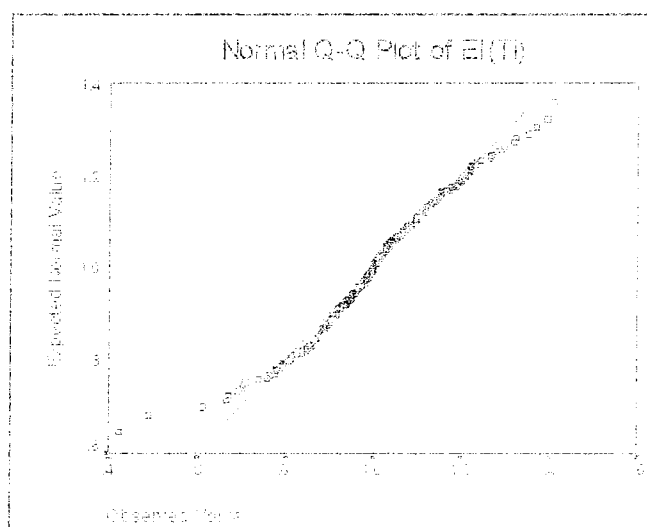
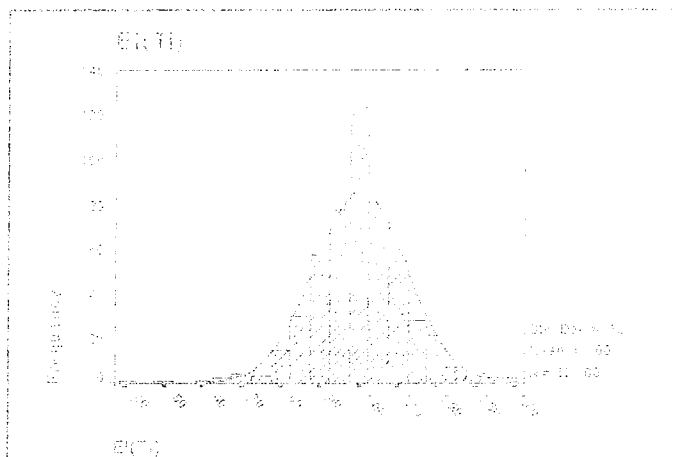
n	El P	
	Valid	Missing
	911	0
Mean	1.0018	
Median	1.0000	
Mode	1.0000	
Std. Deviation	0.2622	
Variance	0.0796	
Skewness	0.2040	
Kurtosis	1.5680	
Minimum	0.2115	
Maximum	2.5520	



داده (۱-۲) پارامترهای آماری شناخته شده غیر تصادفی متغیر P

Statistika
EI (T)

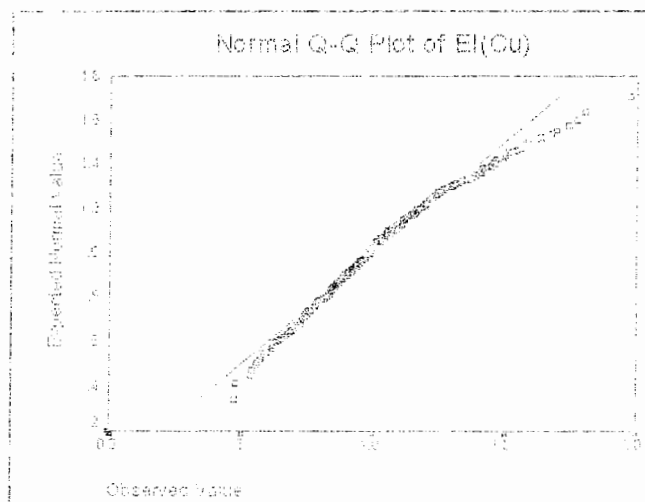
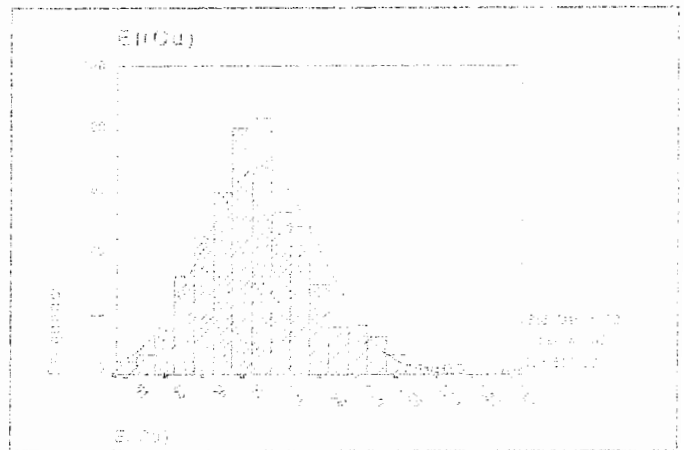
N	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.0028
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.1178
Variance		0.0139
Skewness		-0.1840
Kurtosis		2.3360
Minimum		0.4213
Maximum		1.4079



شکل ۴-۱۰. پارامترهای آماری شاخص لغتی شدت EI متغیر TI

Statistics
of EI(CU)

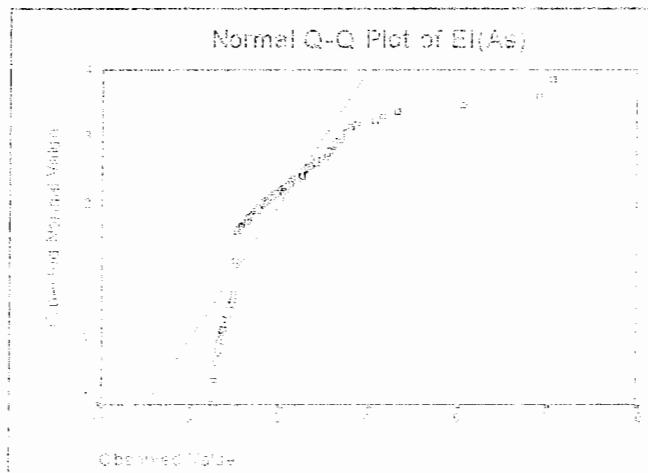
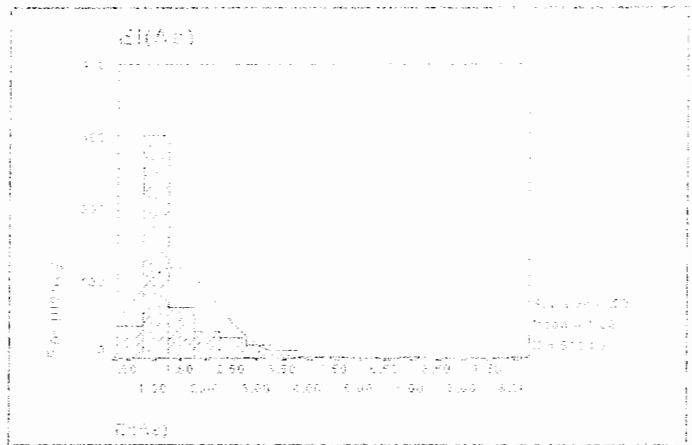
N	Valid	311
	Missing	0
Mean		1.0200
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.2200
Variance		0.0505
Skewness		0.6490
Kurtosis		1.0170
Minimum		0.0000
Maximum		2.0000



شکل (۲-۱۳): پaramترهای آماری شاخص نسی شدگی متغیر EI(CU)

Statistics
EI_A5

N	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.35
Median		1
Mode		1
Std. Deviation		0.82
Variance		0.68
Skewness		3.334
Kurtosis		18.41
Minimum		0
Maximum		8

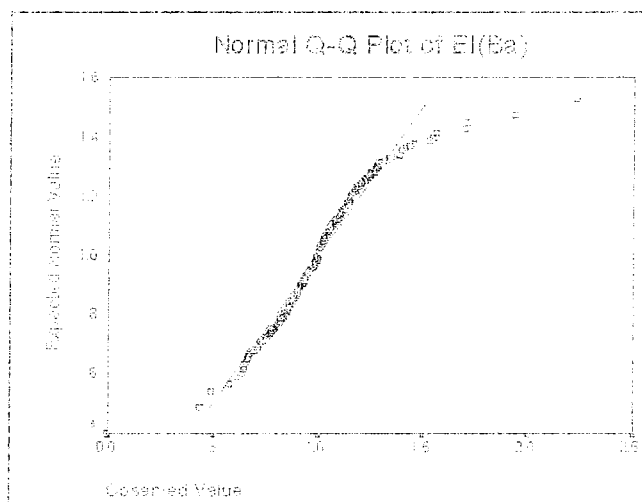
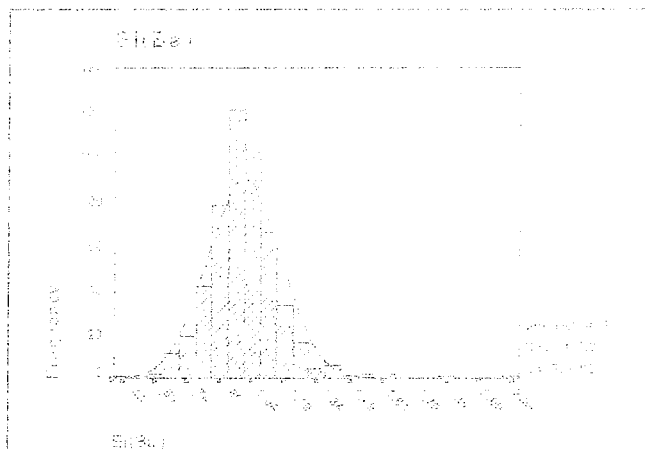


شکل (۱-۱۶): پارامترهای آماری شاخص بخش شدگی متغیر A5

Statistics:

El(Ba)

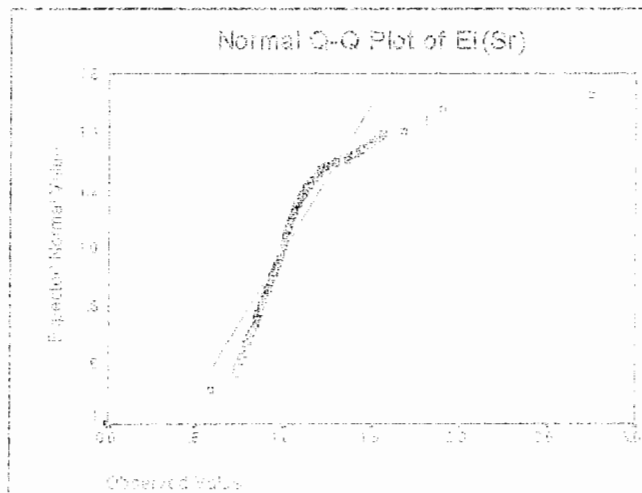
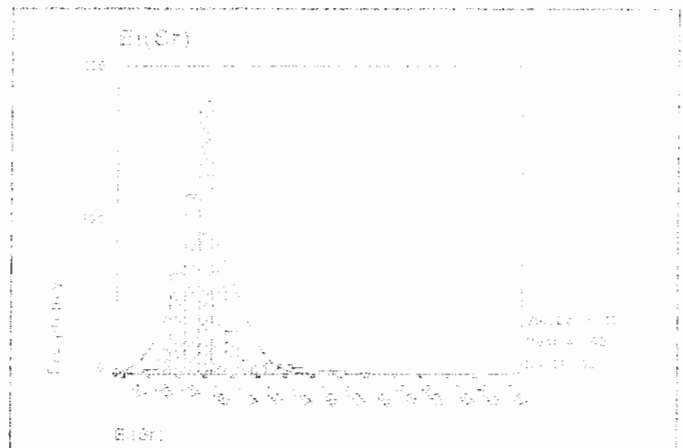
N	Valid	511
	Missing		2
Mean		1.0059
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.1706
Variance		0.0291
Skewness		1.3330
Kurtosis		7.7480
Minimum		0.4396
Maximum		2.2322



شکل (۱-۱۵). پارامترهای آماری شاخص غنی شدگی متغیر Na

Statistics
Ei SR

N	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.0214
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.1668
Variance		0.0278
Skewness		3.5040
Kurtosis		26.5790
Minimum		0.5903
Maximum		2.7525

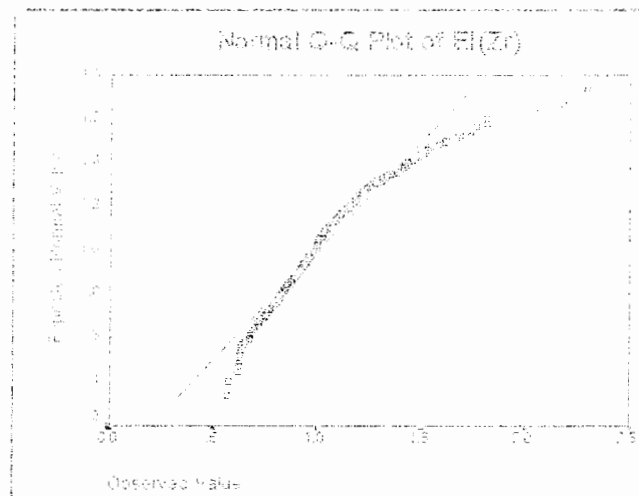
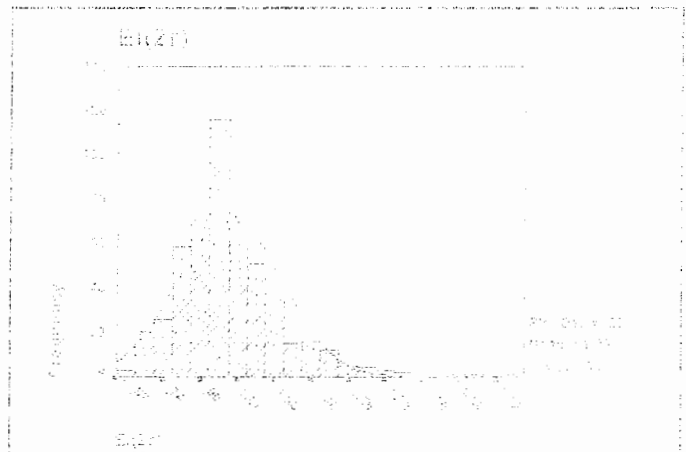


شکل (۱-۱۶): پارامترهای آماری شاخص عینی شدگی متغیر Ei

Statistika

El ZR

El	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.0322
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.2308
Variance		0.0533
Skewness		1.2890
Kurtosis		3.6610
Minimum		0.5680
Maximum		2.2911

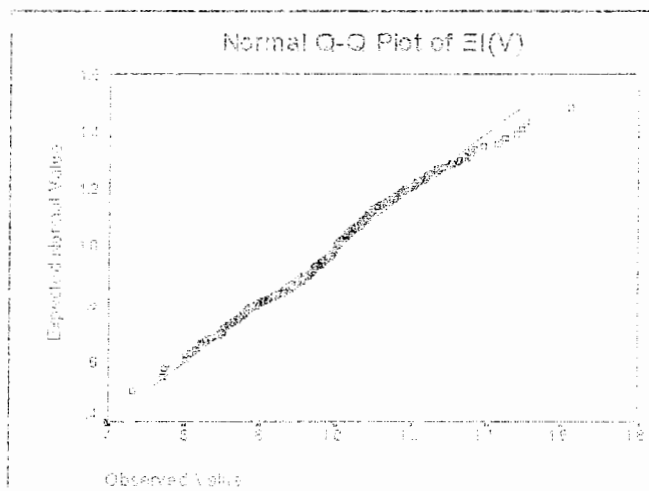
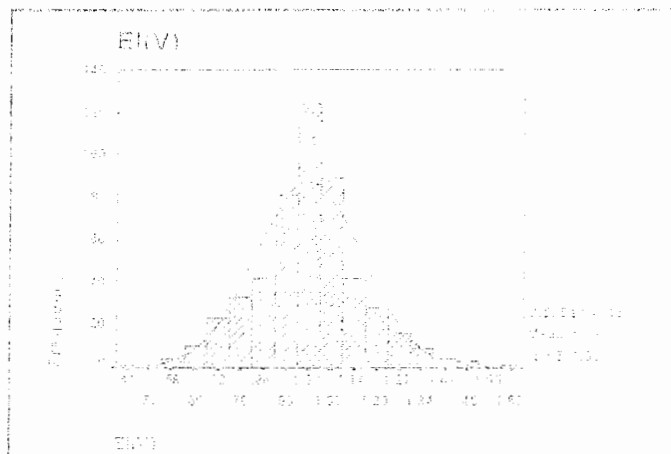


شکل (7-1): پارامترهای آماری شاخص سببی شدگی متغیر Z_1

Statistics

EI (V)

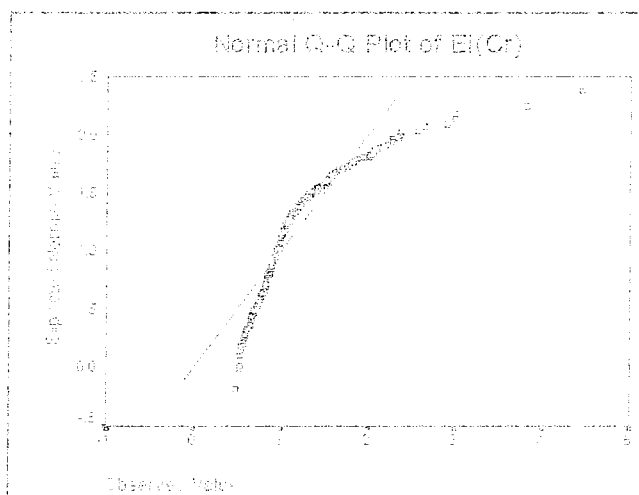
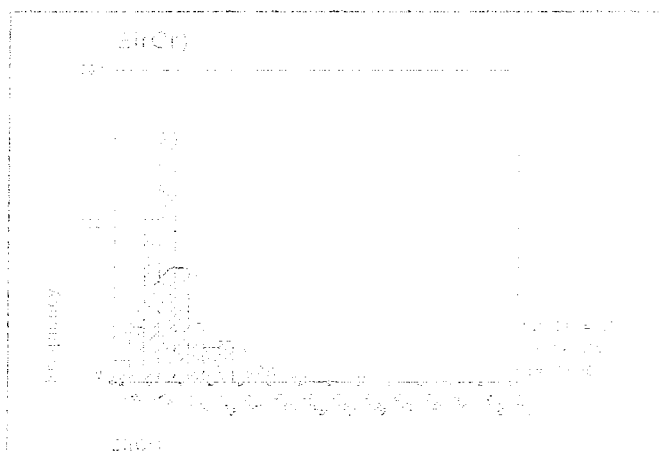
N	Valid	511
	Missing	0
Mean		0.9950
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.1818
Variance		0.0282
Skewness		0.0810
Kurtosis		0.9550
Minimum		0.4646
Maximum		1.6138



شکل (۲-۱): پارامترهای آماری شاخص غنی شدگی مبتنی بر V

Statistik
EI CR

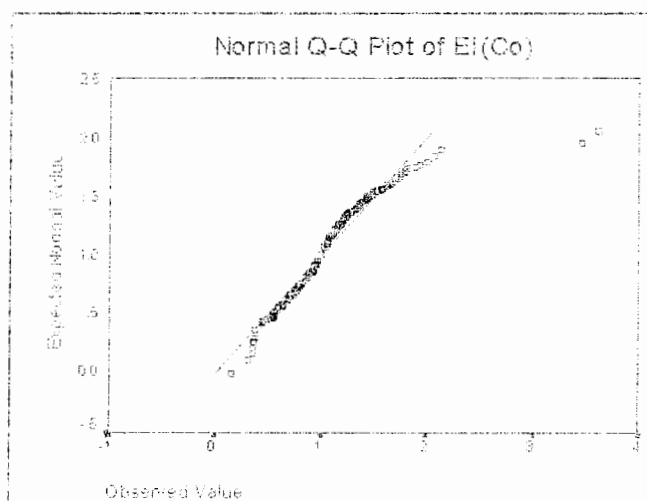
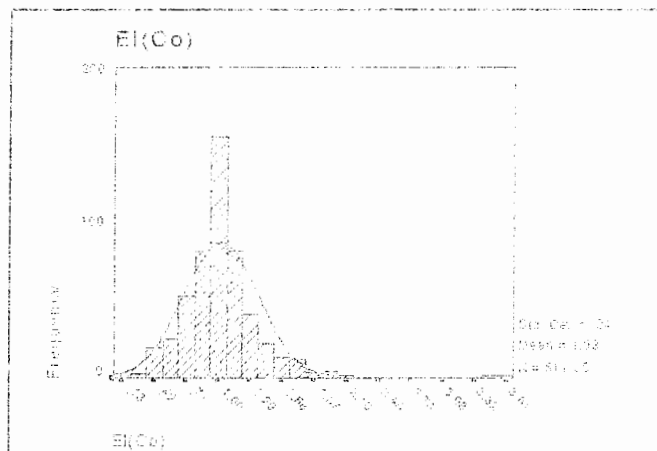
N	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.1004
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.4211
Variance		0.1774
Skewness		2.7850
Kurtosis		13.1830
Minimum		0.4652
Maximum		4.4390



شکل (۲-۹) پارامترهای آماری شاخص فنی شدگی منظر EI CR

Statistics
EI_CO

N	Valid	511
	Missing	0
Mean		1.0286
Median		1.0000
Mode		1.0000
Std. Deviation		0.3398
Variance		0.1154
Skewness		1.8490
Kurtosis		11.4560
Minimum		0.1628
Maximum		3.6190

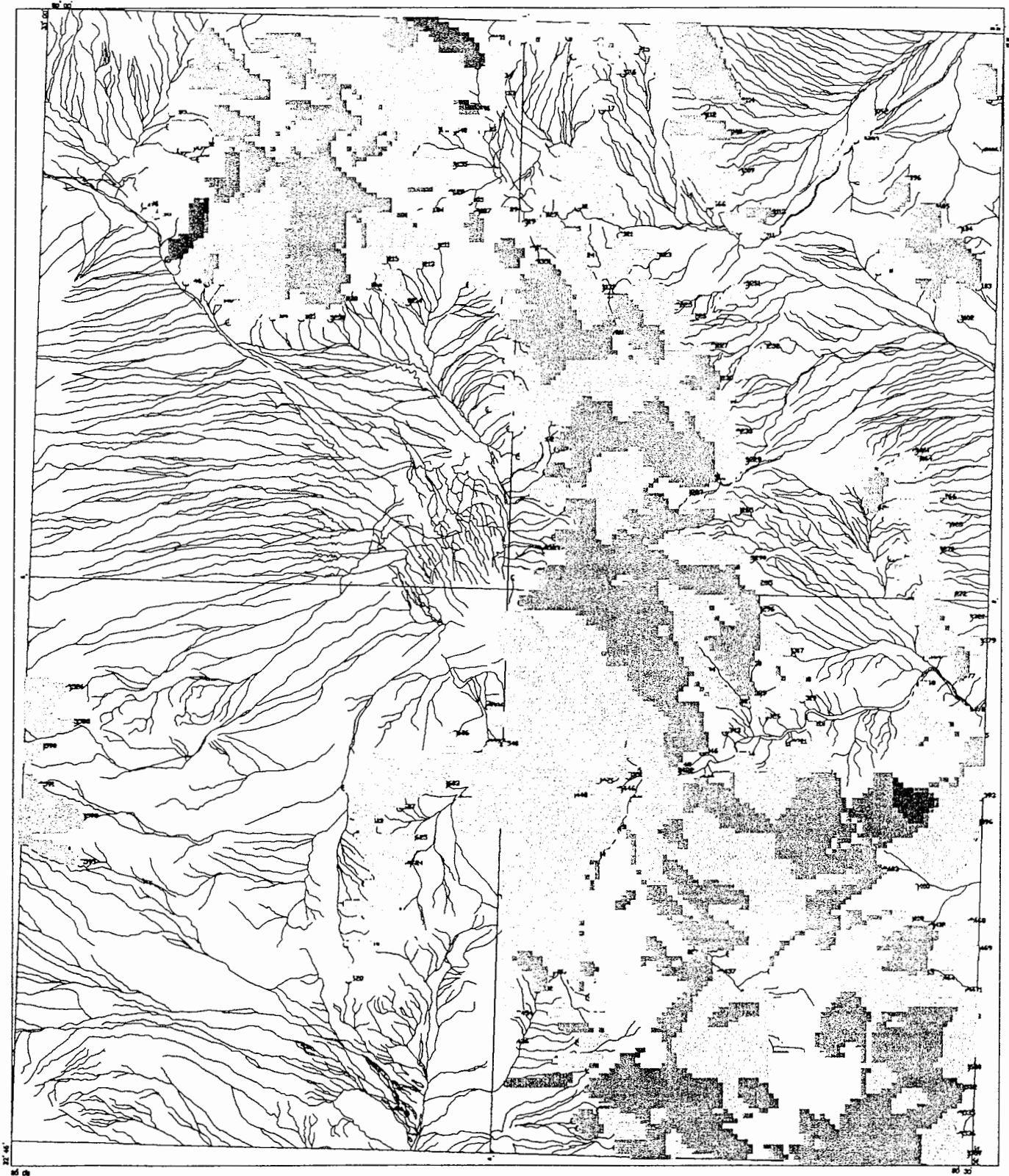


شکل (۲-۲): پارامترهای آماری شاخص غنی شدگی متغیر CO

پیوست ۳

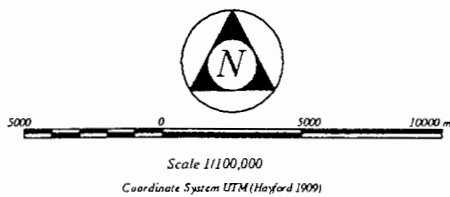
در این پیوست نقشه‌های توزیع شاخص غنی‌شدگی متغیرهای ژئوشیمیایی موجود در منطقه که توسط نرم‌افزار تخمین شبکه‌ای تهیه شده آورده شده است. توضیح این اشکال در فصل سوم می‌باشد.

همچنین جدول استاندارد مقادیر سطح زیر منحنی نرمال نیز در این پیوست آورده شده است.



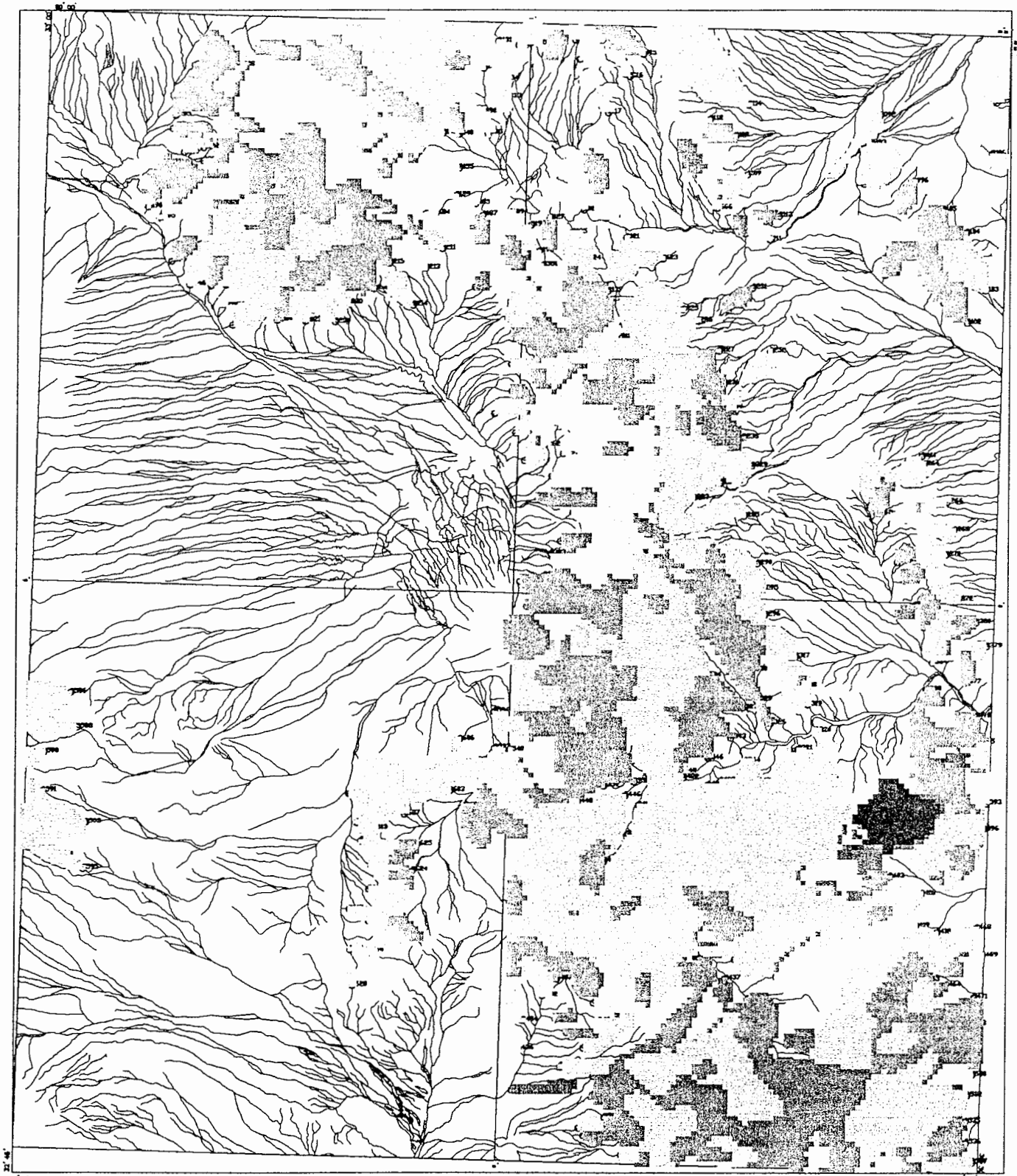
Fig(3-1): Grid Estimate Map of Distribution of EI As

LEGEND	
• Geochemical Sample	■ 500
↳ Drainage	▨ 500.5
— Road	▩ 500
○ Populated Area	▧ 500
Unit of Anomaly Area(250 * 250 m)	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI As	
Scale=1:100,000	Map No.1

Gazic (8055)



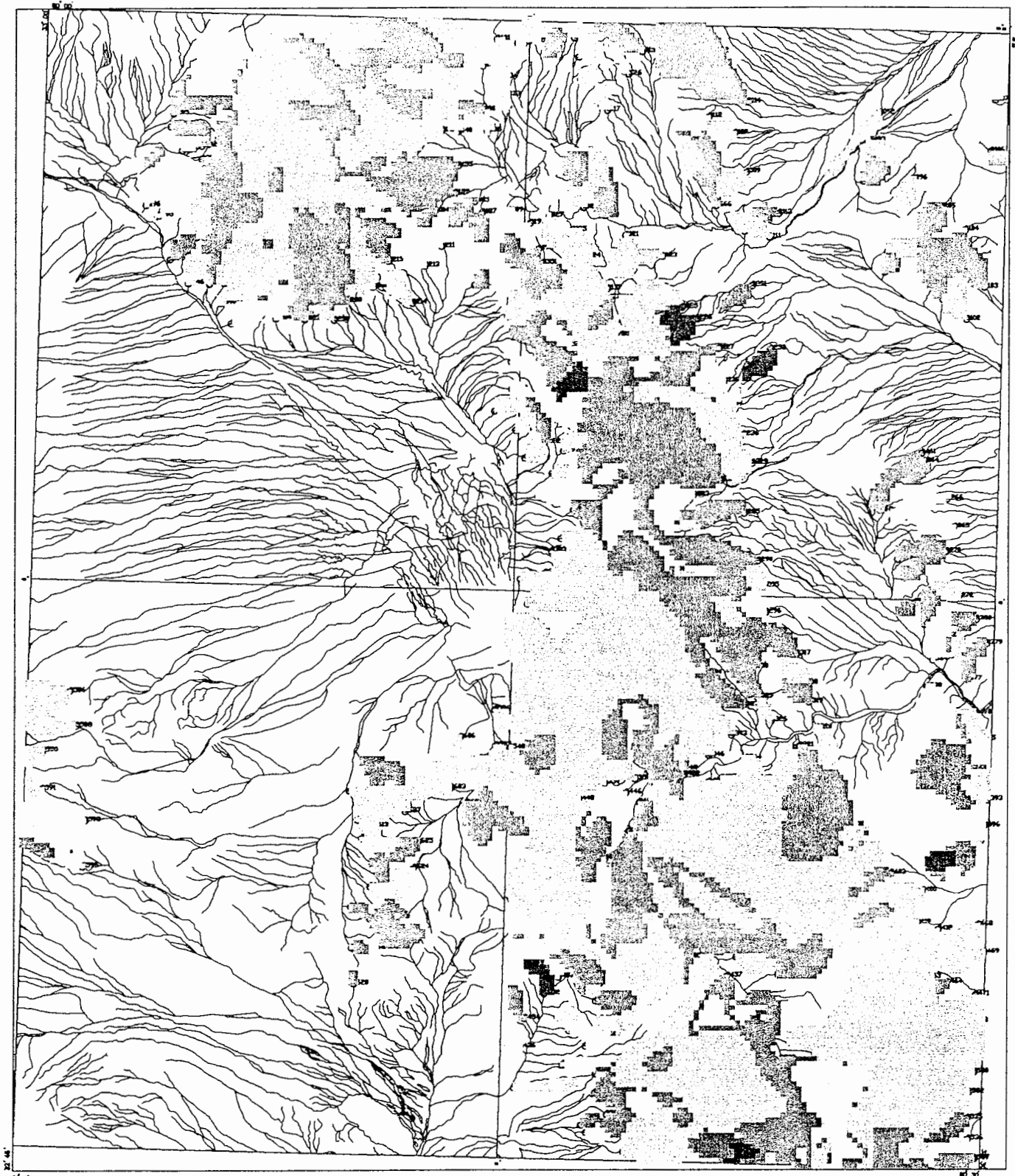
Fig(3-2): Grid Estimate Map of Distribution of EI B

LEGEND	
■ Geochemical Sample	■ %99
▣ Drainage	▣ %97.5
— Road	▣ %84
○ Populated Area	▣ %67
	▣ %50
Unit of Anomaly Area (250 * 250 m)	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI B	
Scale=1:100,000	Map No.1

Gazic (8055)

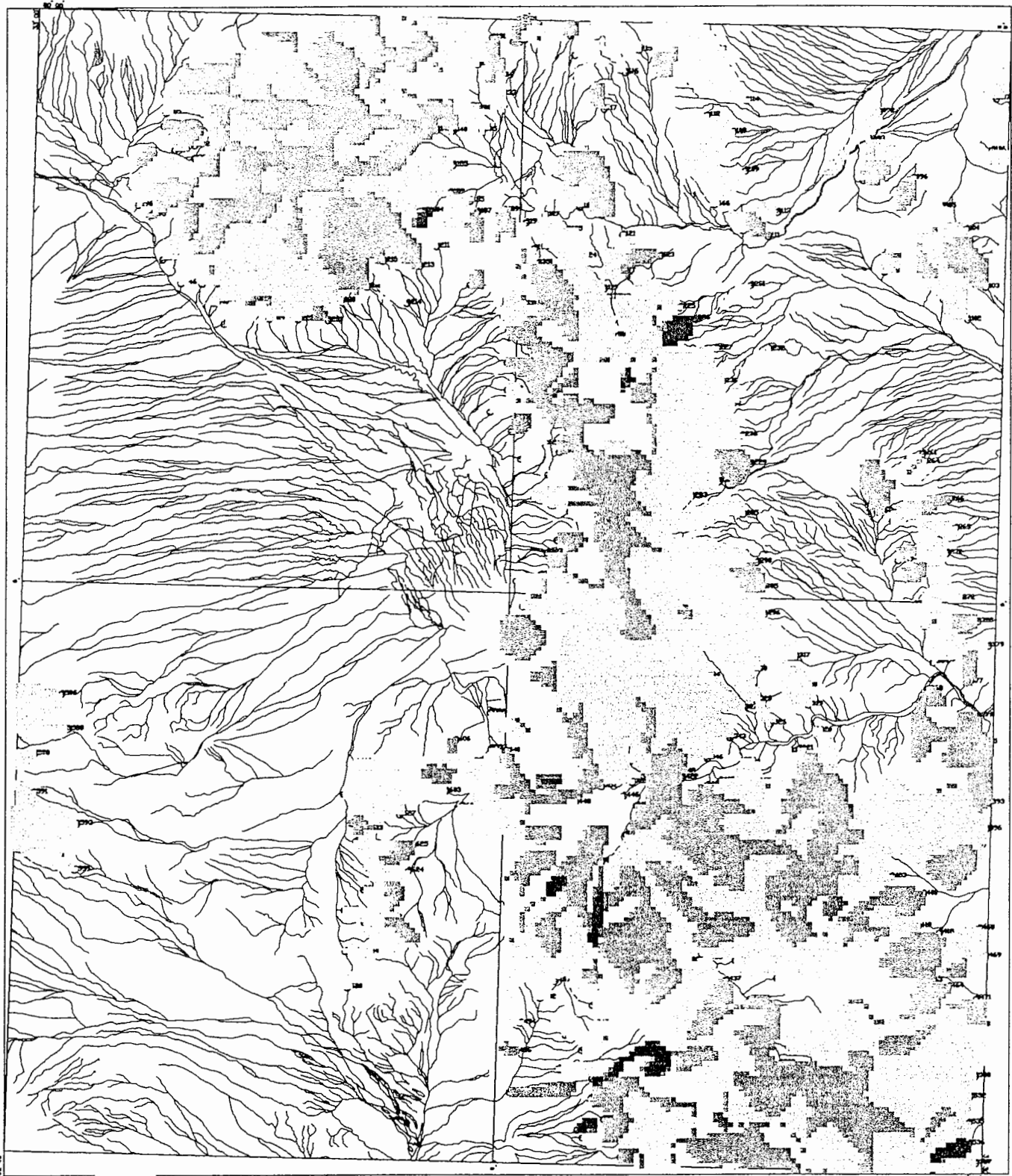


Fig(3-3): Grid Estimate Map of Distribution of El Ba

LEGEND	
■ Geochemical Sample	■ %99
■ Drainage	■ %97.5
— Road	■ %84
D Populated Area	■ %67
	■ %50
Unit of Anomaly Area (250 * 250 m)	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of El Ba	
Scale=1:100,000	Map No.1

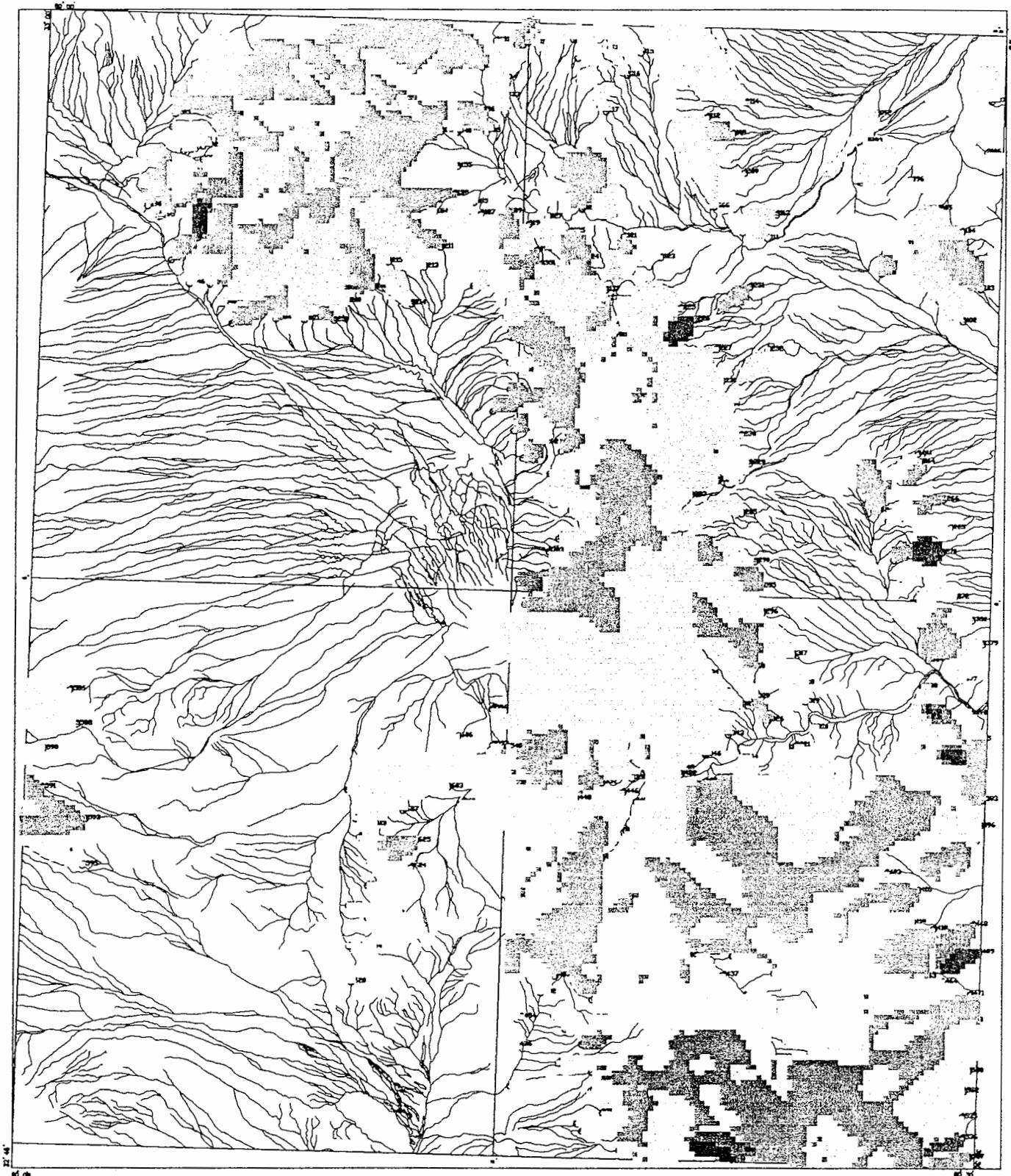


Fig(3-4): Grid Estimate Map of Distribution of EI Cr

LEGEND	
■ Geochemical Sample	■ 109
⚡ Drainage	□ 107.2
⌒ Road	■ 104
D Populated Area	■ 102
Unit of Anomaly Area 250 * 250 m	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI Cr	
Scale=1:100,000	Map No. J

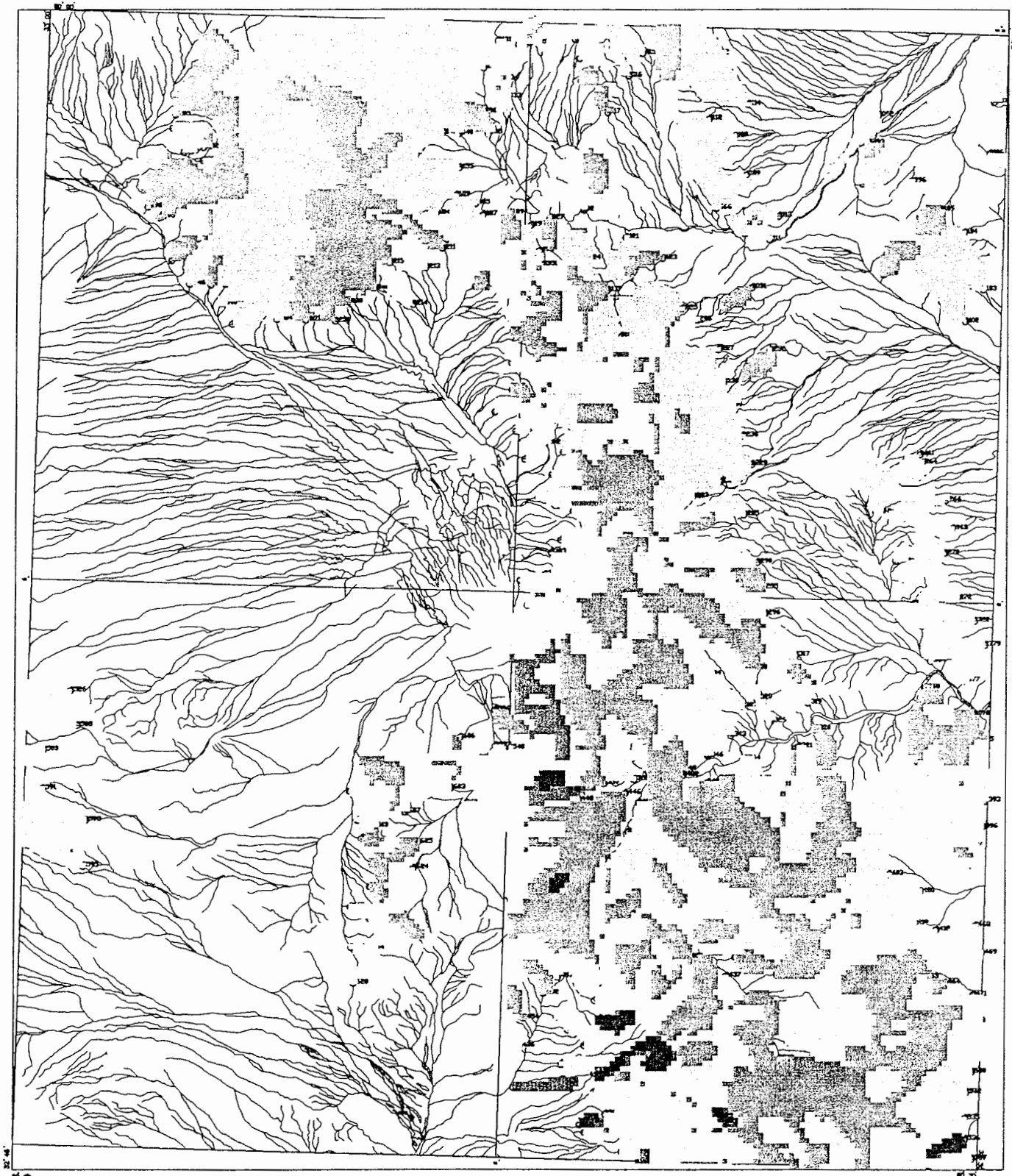


Fig(3-5): Grid Estimate Map of Distribution of EI Mn

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area (250 * 250 m)	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI Mn	
Scale=1:100,000	Map No.1



Fig(3-6): Grid Estimate Map of Distribution of EI Ni

LEGEND	
Geochemical Sample	100
Drainage	100.2
Road	100
Populated Area	100
Unit of Anomaly Area: 250 * 250 m	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI Ni	
Scale=1:100,000	Map No.1

Gazic (8055)

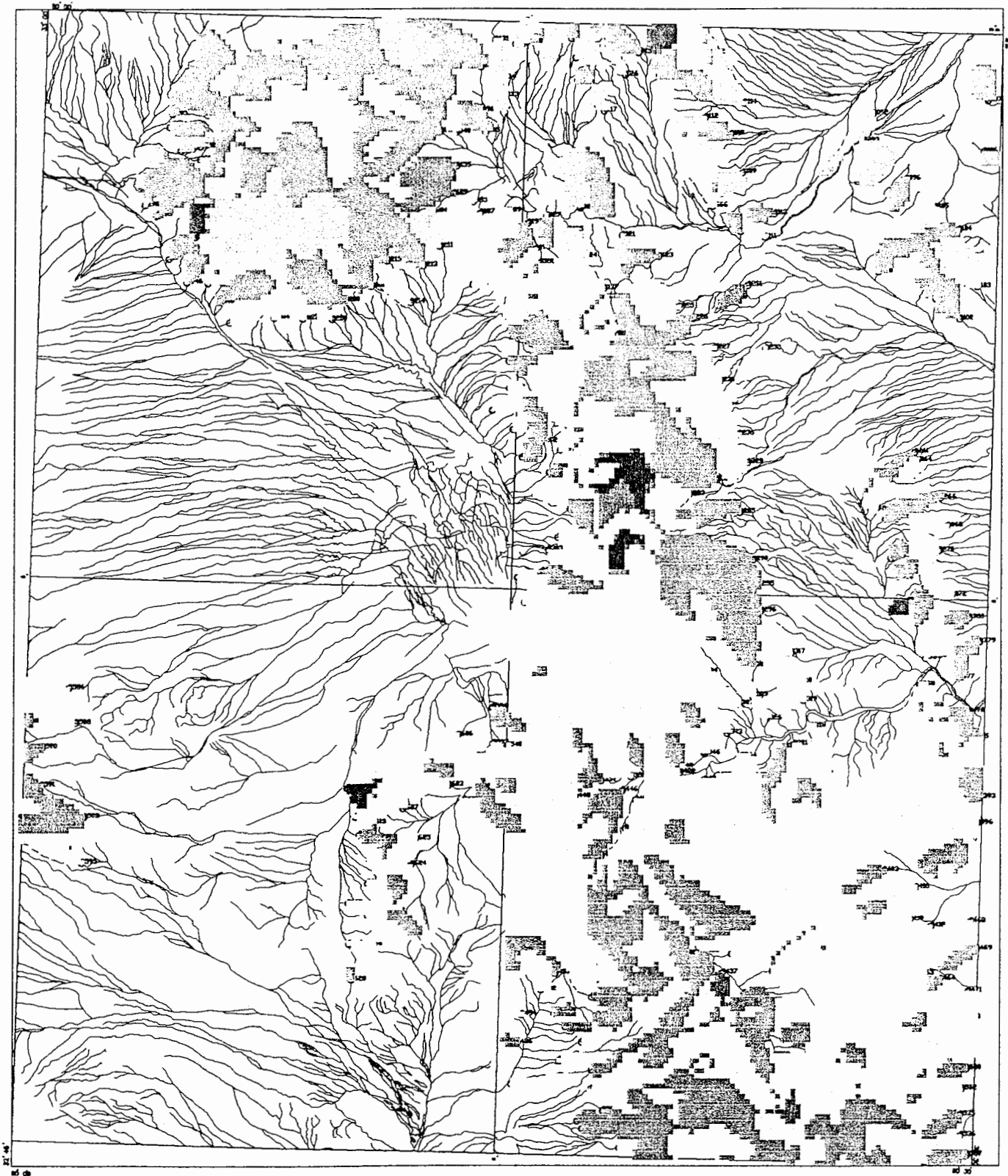


Fig (3-7) : Grid Estimate Map of Distribution of El Pb

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area: 250 * 250 m	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of El Pb	
Scale=1:100,000	Map No.1

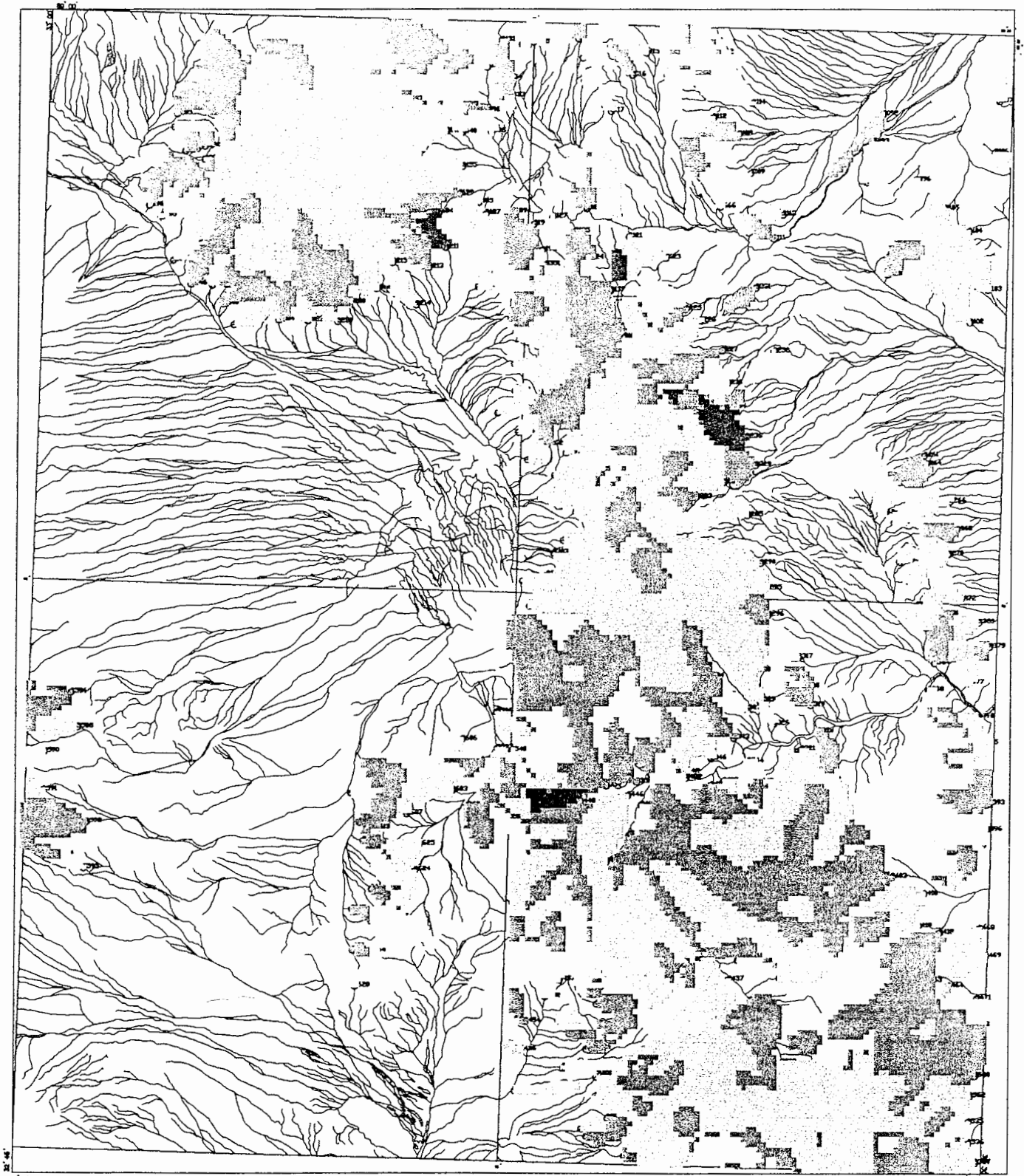


Fig.(3-8): Grid Estimate Map of Distribution of EI Sr

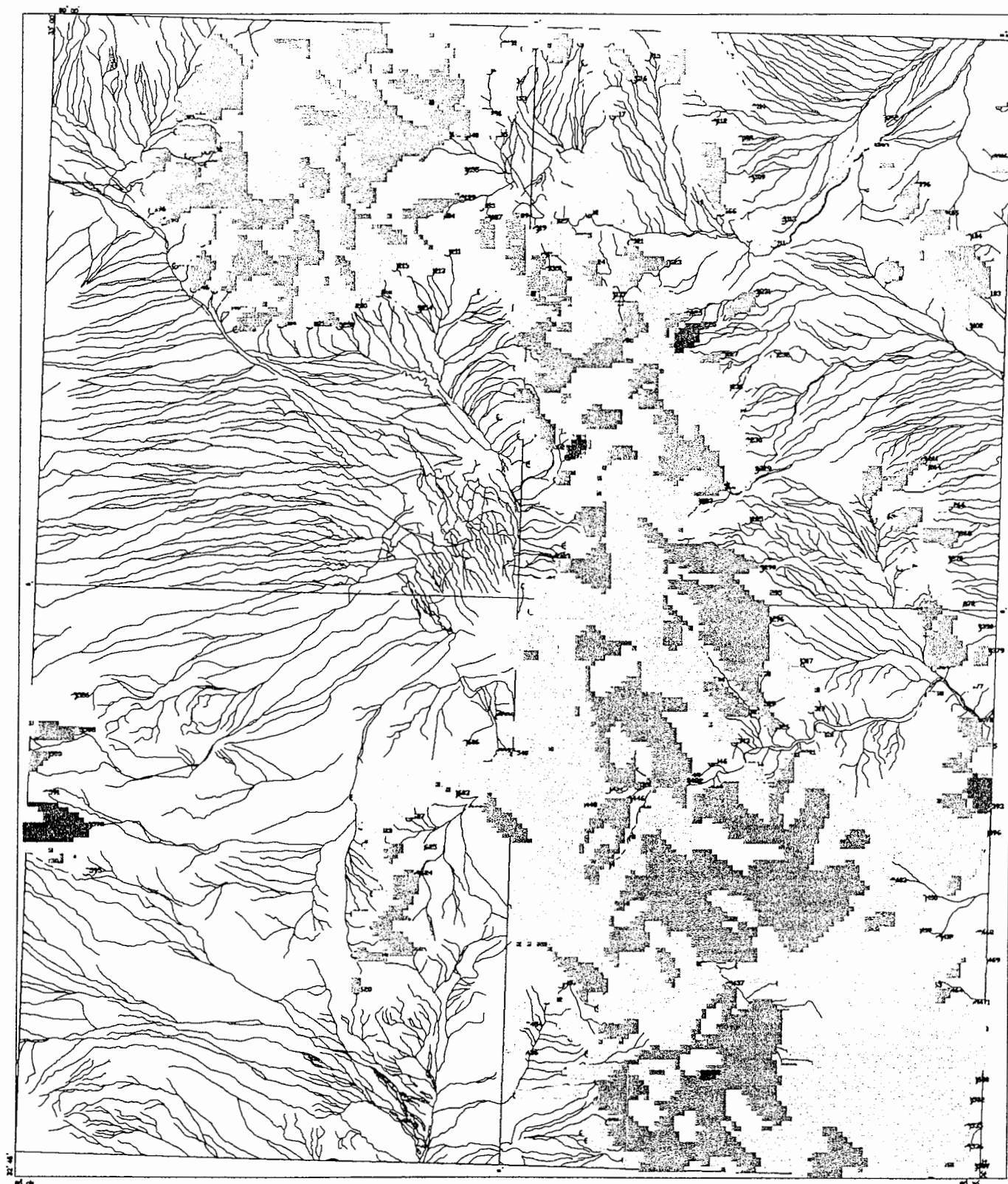
LEGEND	
■ Geochemical Sample	■ 100
▤ Drainage	▤ 500.1
— Road	■ 100
○ Populated Area	■ 500

Unit of Anomaly Area: 250 * 250 m



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI Sr	
Scale=1:100,000	Map No.1

Gazic (8055)



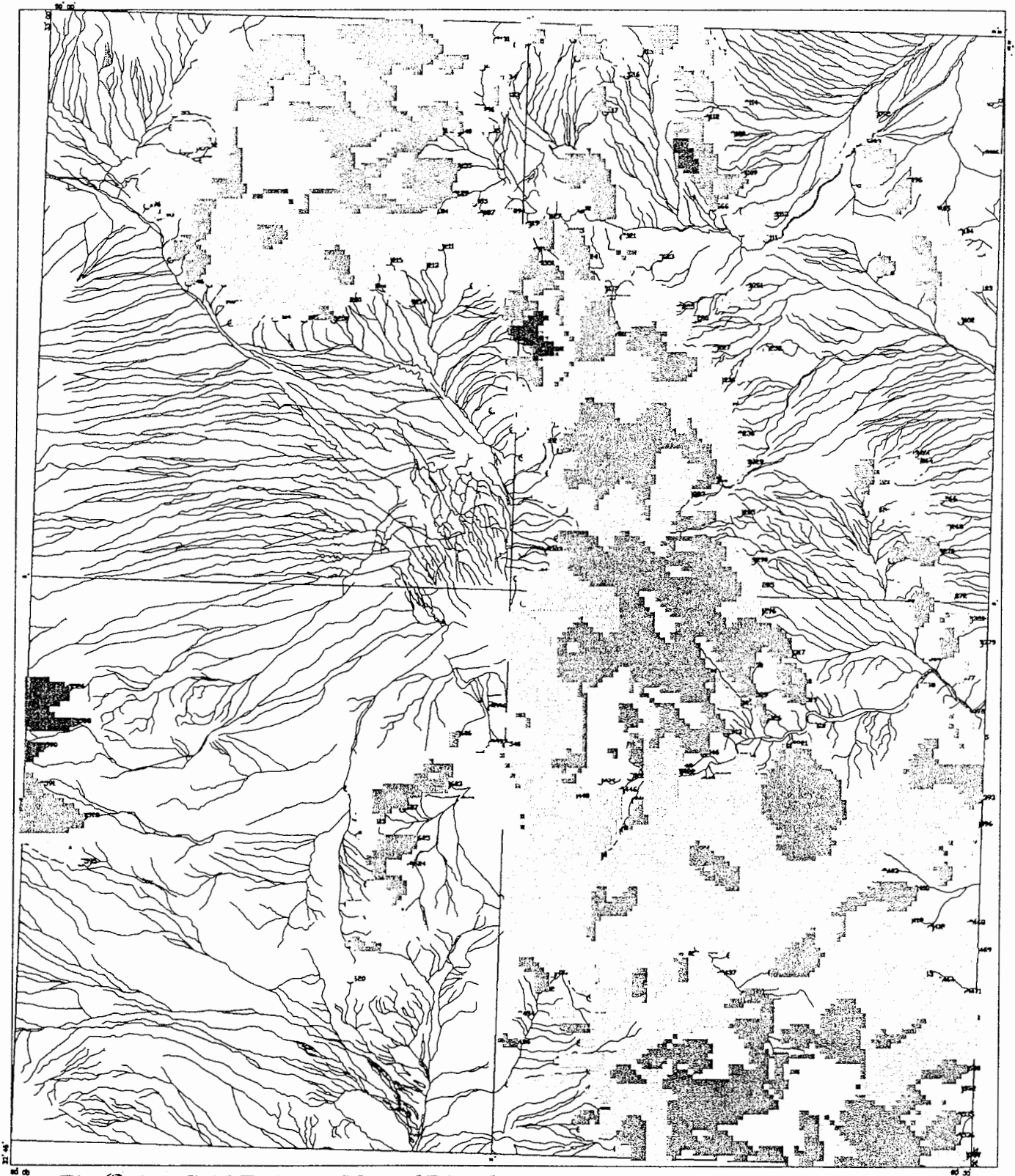
Fig(3-9) : Grid Estimate Map of Distribution of El Ti

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area 250 * 250 m	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of El Ti	
Scale=1:100,000	Map No.1

Gazic (8055)



Fig(3-10):Grid Estimate Map of Distribution of EI Zn

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area(250 * 250 m)	

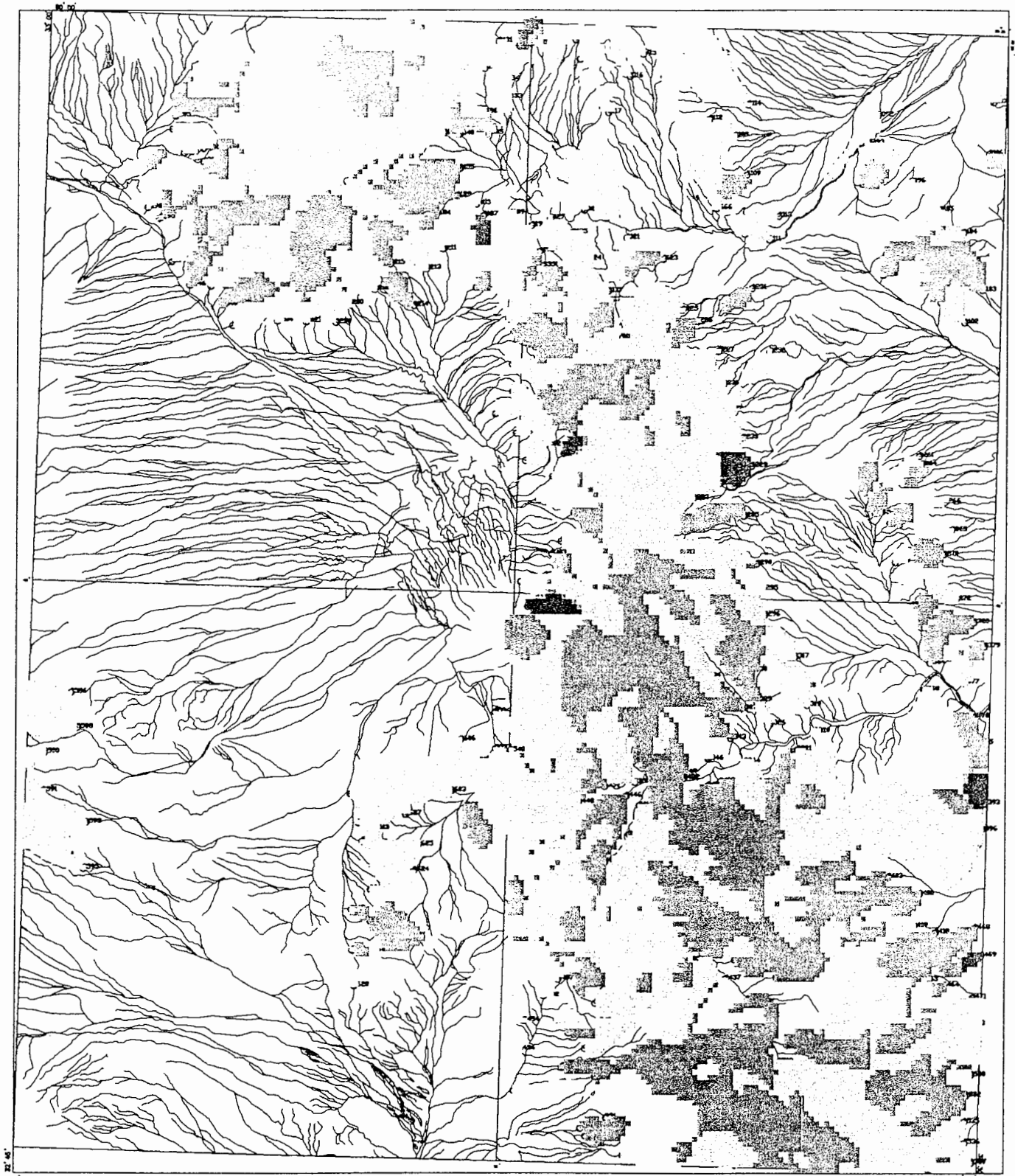


Regional Geochemical & Heavy Mineral
Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet

Grid Estimate Map of Distribution
of EI Zn

Scale=1:100,000 Map No.1

Gazic (8055)

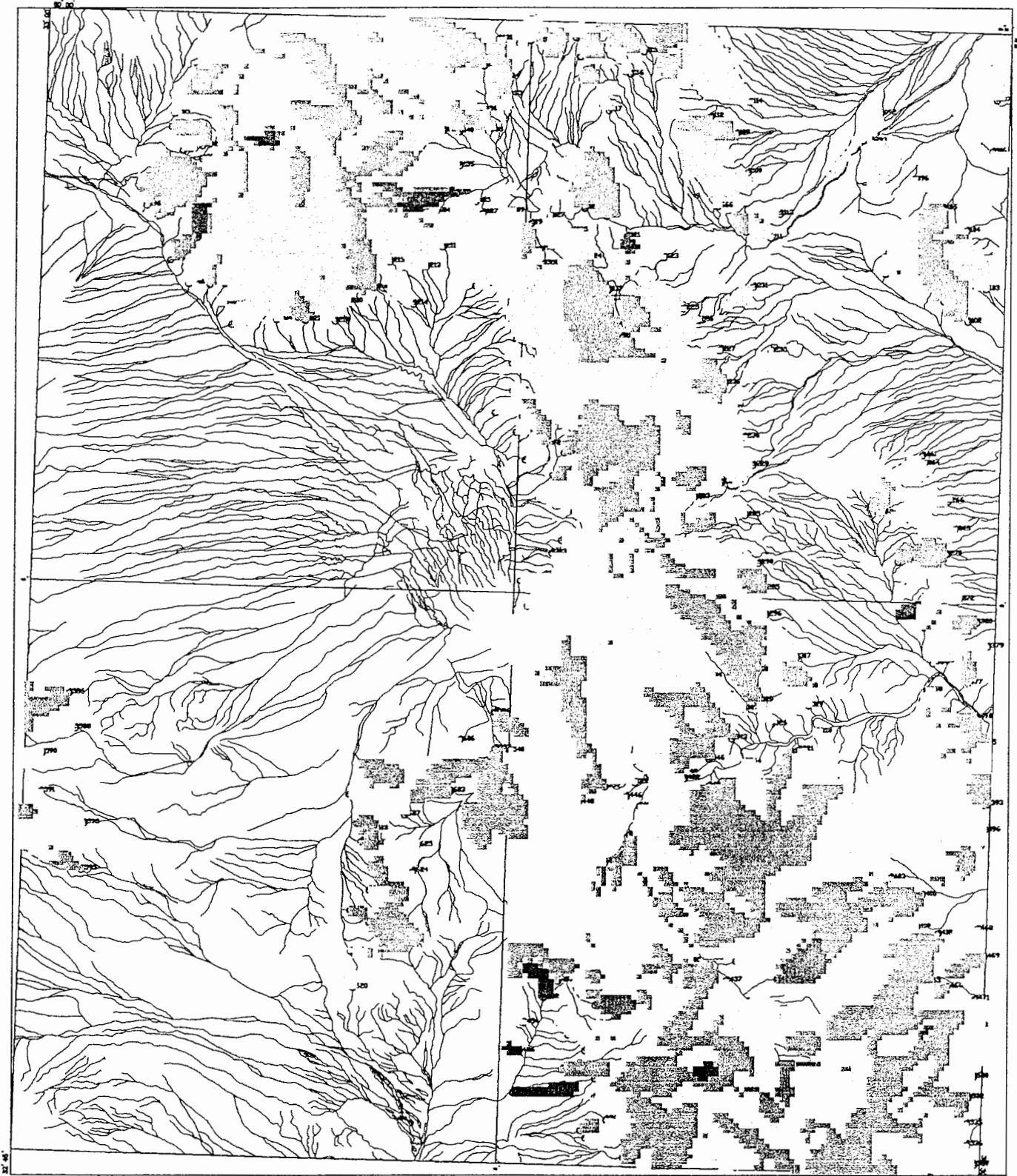


Fig(3-11):Grid Estimate Map of Distribution of EI V

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area 250 * 250 m	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI V	
Scale=1:100,000	Map No.1



Fig(3-12) Grid Estimate Map of Distribution of EI P

LEGEND

- Geochemical Sample
- ▤ Drainage
- Road
- Populated Area

Unit of Anomaly Area, 250 * 250 m)



5000 0 5000 10000 m

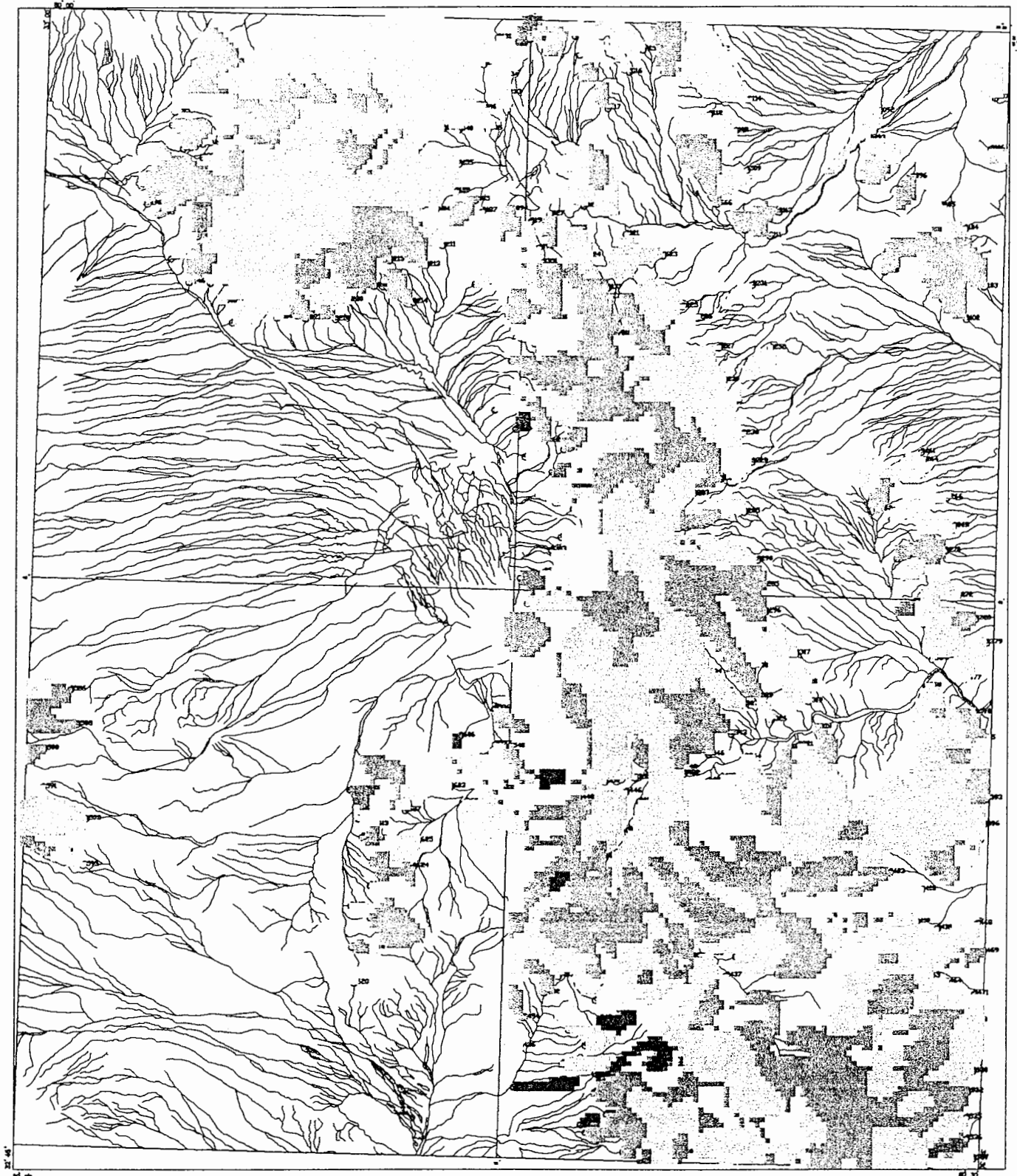
Regional Geochemical & Heavy Mineral
Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet

Grid Estimate Map of Distribution
of EI P

Scale=1:100,000

Map No.1

Gazic (8055)

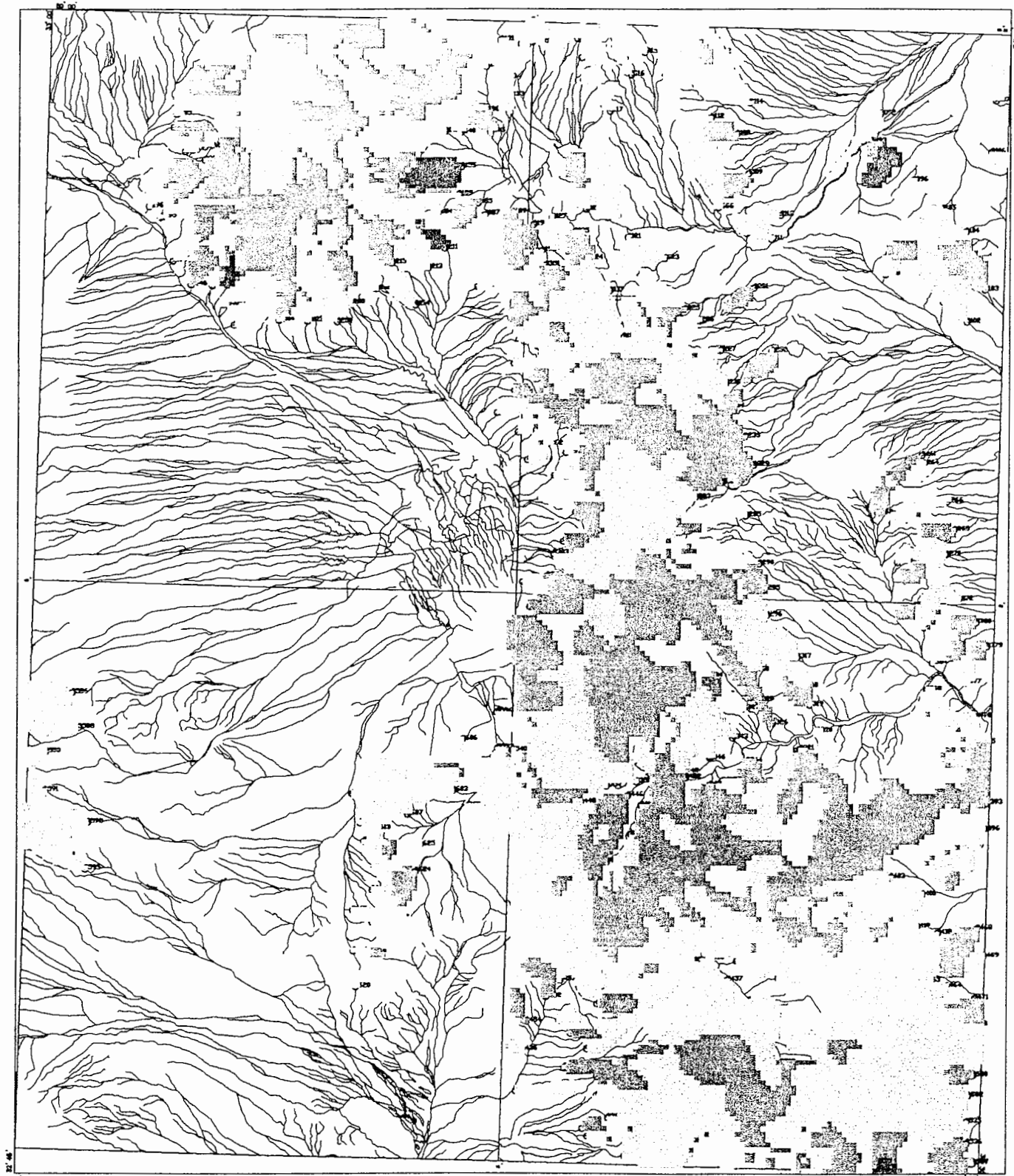


Fig(3-13): Grid Estimate Map of Distribution of EI Co

LEGEND	
■ Geochemical Sample	■ %99
⋈ Drainage	⋈ %97.5
— Road	□ %84
○ Populated Area	□ %67
	□ %50
Unit of Anomaly Area: 250 * 250 m	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of EI Co	
Scale=1:100,000	Map No.1



Fig(3-14): Grid Estimate Map of Distribution of El Zr

LEGEND	
Geochemical Sample	1000
Drainage	500
Road	500
Populated Area	50
Unit of Anomaly Area(250 * 250 m)	



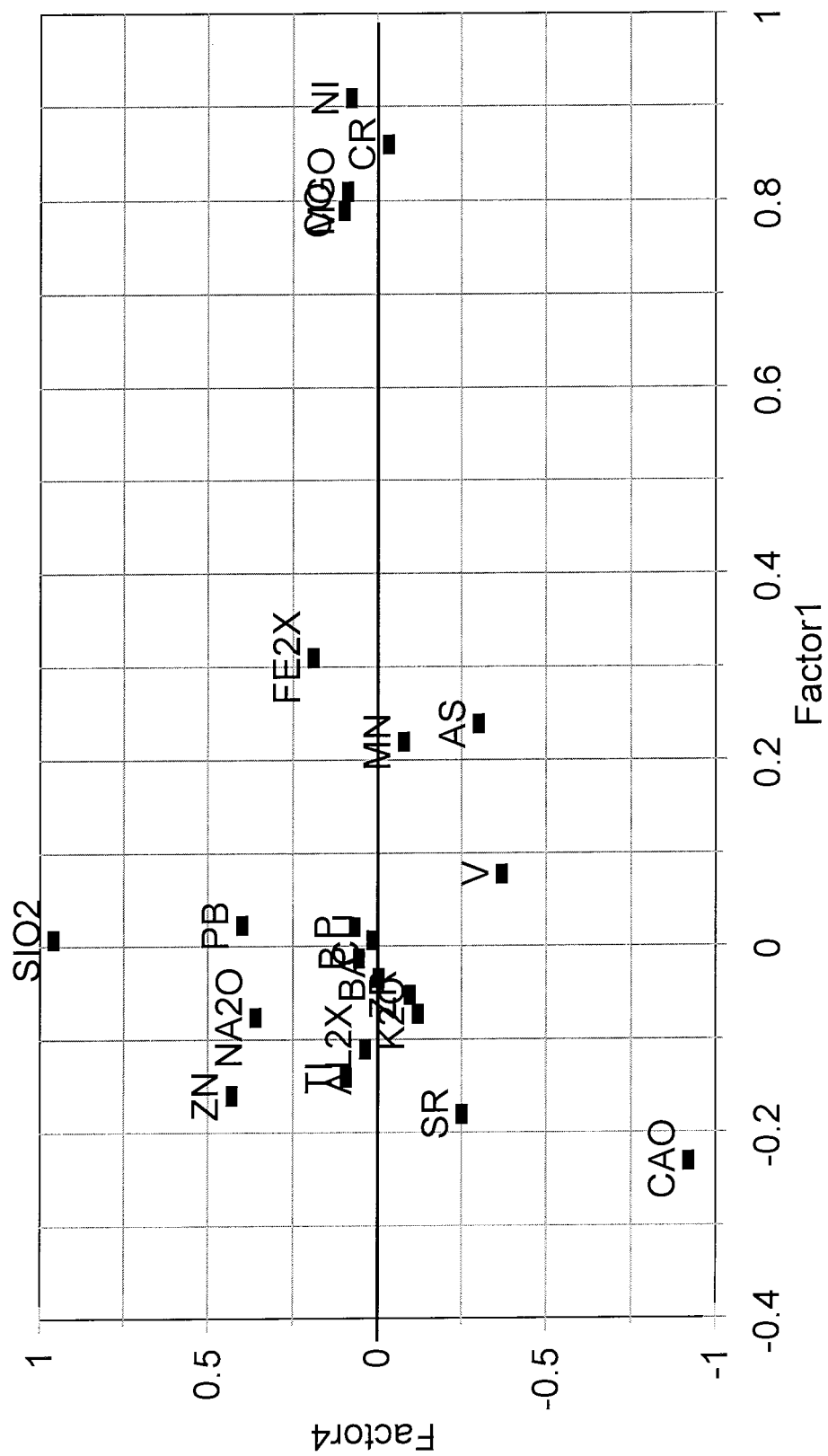
Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of El Zr	
Scale=1:100,000	Map No.1

جدول (٣-١): مقادير احتمال سطح زير منحنى نرمال

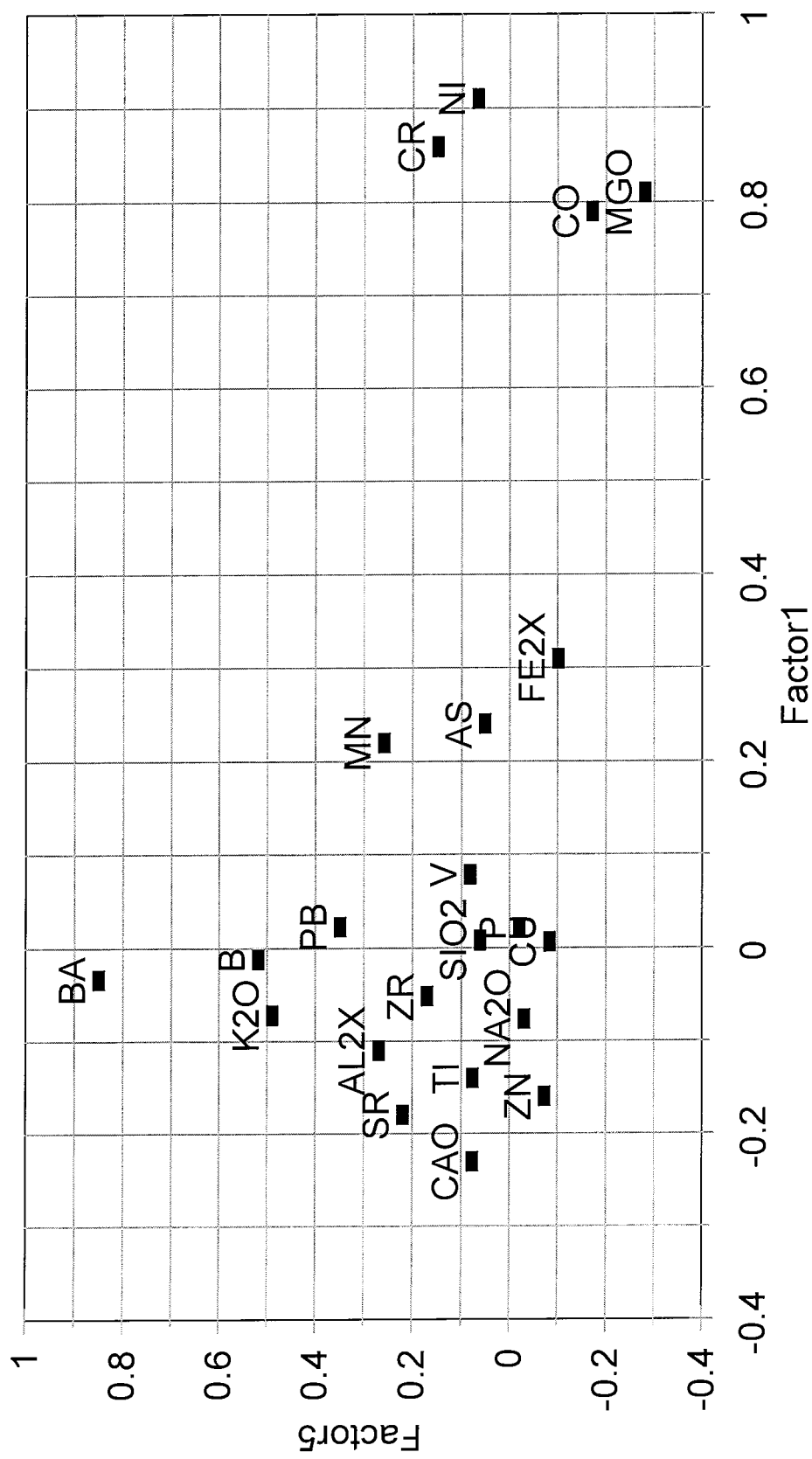
x	صم r									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	0,0000	040	080	120	160	199	239	279	319	359
0,1	398	438	478	517	557	596	636	675	714	753
0,2	793	832	871	910	948	987	026	064	103	141
0,3	0,1179	217	255	293	331	368	406	443	480	517
0,4	554	591	628	664	700	736	772	808	844	879
0,5	915	950	985	019	054	088	123	157	190	224
0,6	0,2257	291	324	357	389	422	454	486	517	549
0,7	580	611	645	673	703	734	764	794	823	852
0,8	881	910	939	967	995	023	051	078	106	133
0,9	0,3159	186	212	238	264	289	315	340	365	389
1,0	413	437	461	485	508	531	554	577	599	621
1,1	643	665	686	708	729	749	770	790	810	830
1,2	849	869	888	907	925	944	962	980	997	015
1,3	0,4032	049	066	082	099	115	131	147	162	177
1,4	192	207	222	236	251	265	279	292	306	319
1,5	332	345	357	370	382	394	406	418	429	441
1,6	452	463	474	484	495	505	515	525	535	545
1,7	554	564	573	582	591	599	608	616	625	633
1,8	641	649	656	664	671	678	686	693	699	706
1,9	713	719	726	732	738	744	750	756	761	767
2,0	772	778	783	788	793	798	803	808	812	817
2,1	821	826	830	834	838	842	846	850	854	857
2,2	860	864	867	871	874	877	880	883	886	889
2,3	892	895	898	900	903	906	908	911	913	915
2,4	918	920	922	924	926	928	930	932	934	936
2,5	937	939	941	942	944	946	947	949	950	952
2,6	953	954	956	957	958	959	960	962	963	964
2,7	265	966	967	968	969	970	971	971	972	973
2,8	974	975	975	976	977	978	978	979	980	980
2,9	0,4981	981	982	983	983	984	984	985	985	986
3,0	986	986	987	987	988	988	988	989	989	989
3,1	990	990	990	991	991	991	992	992	992	992
3,2	993	993	993	993	994	994	994	994	994	994
3,3	995	995	995	995	995	995	996	996	996	996
3,4	996	996	996	996	997	997	997	997	997	997
3,5	997	997	997	997	997	998	998	998	998	998
3,6	998	998	998	998	998	998	998	998	998	998
3,7	998	998	999	999	999	999	999	999	999	999
3,8	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
3,9	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
4,0	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
4,1	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
4,2	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
4,3	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
4,4	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
4,5	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
5,0	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999

پیوست ۴

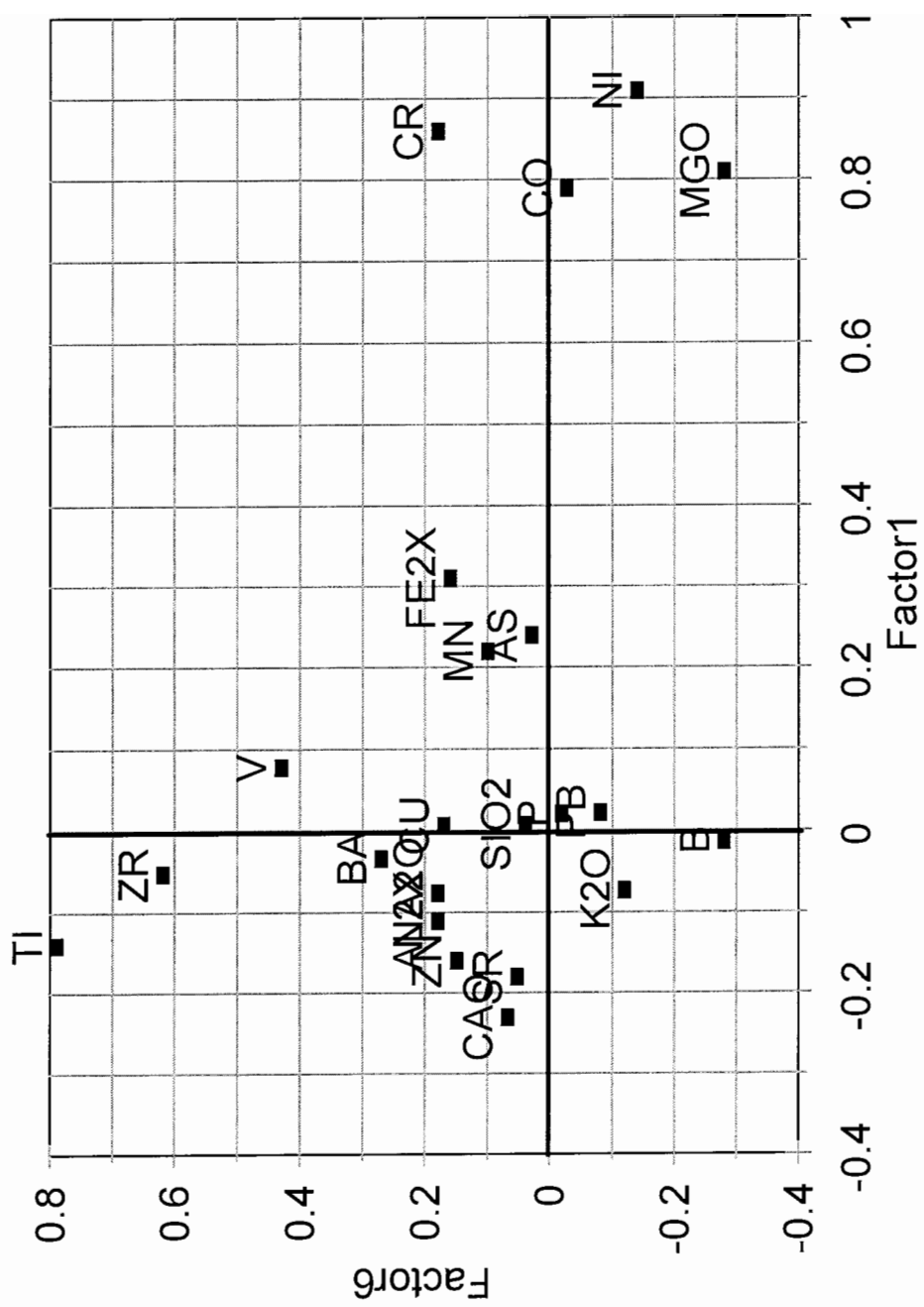
این پیوست، دیاگرام‌های مربوط به وضعیت متغیرهای مختلف در فاکتورهای مختلف بدست آمده از آنالیز فاکتوری را نشان می‌دهد. توضیح این دیاگرام‌ها در فصل چهارم آورده شده است..



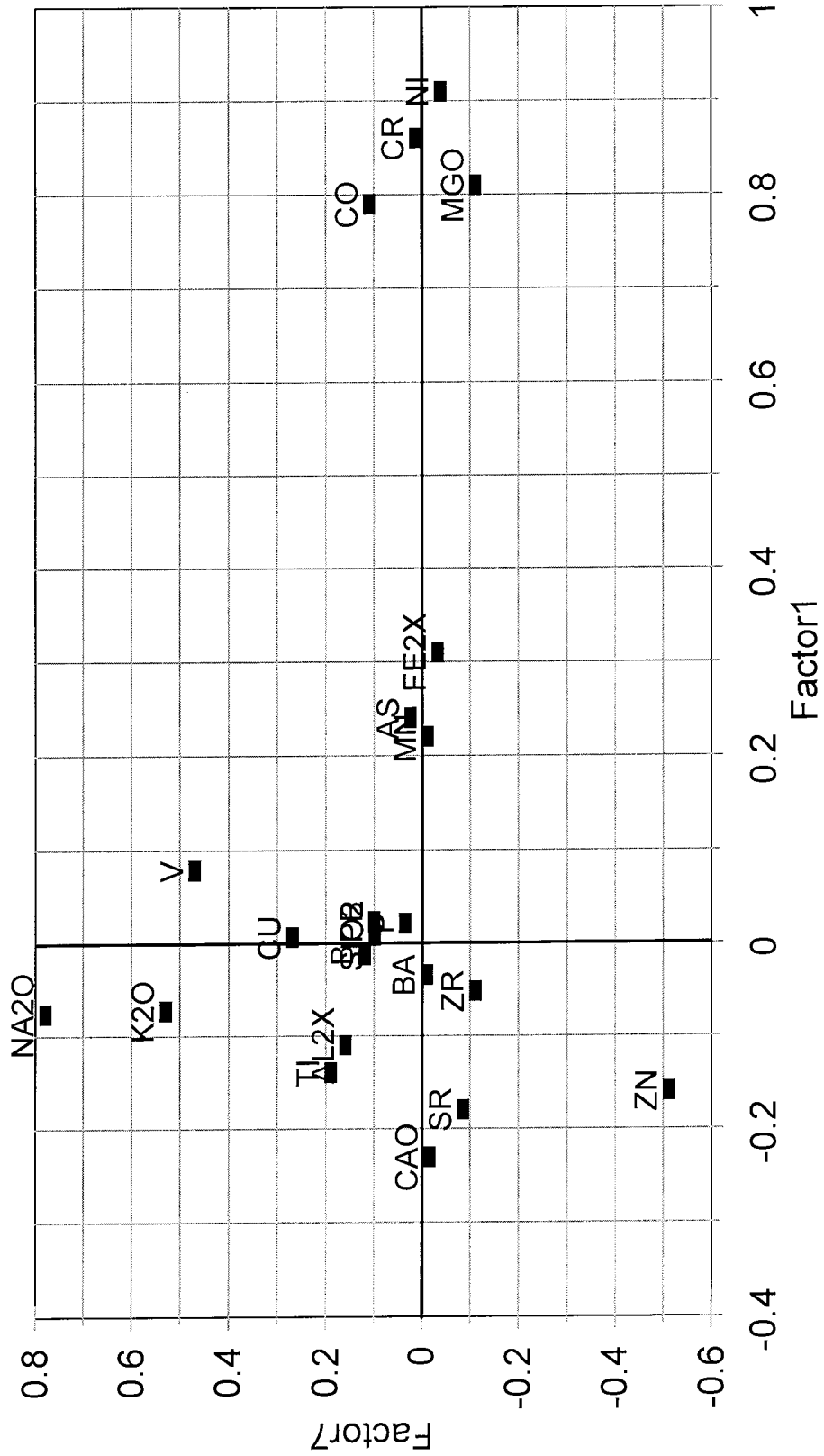
شکل (۴-۱): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



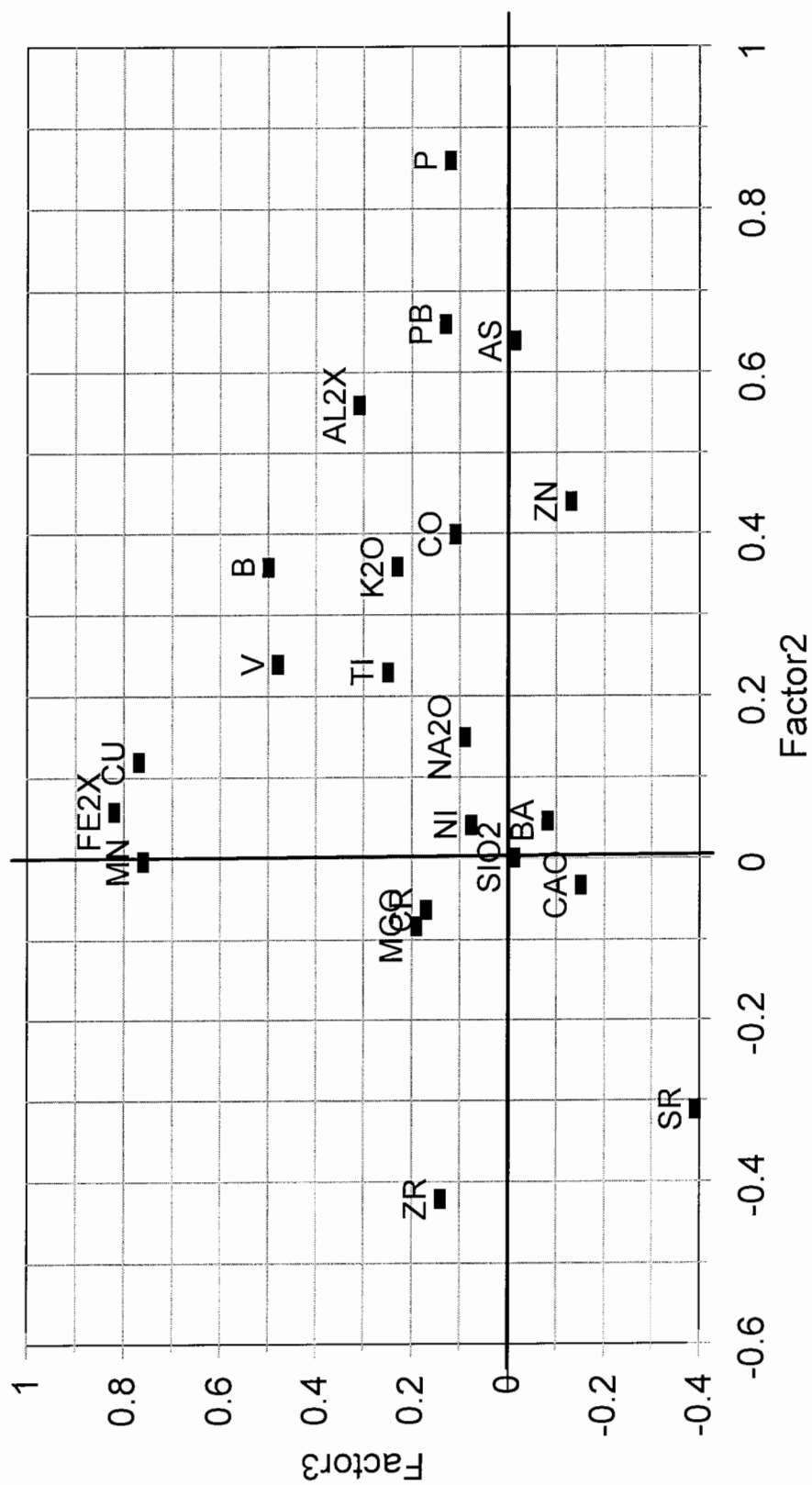
شکل (۴-۳): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



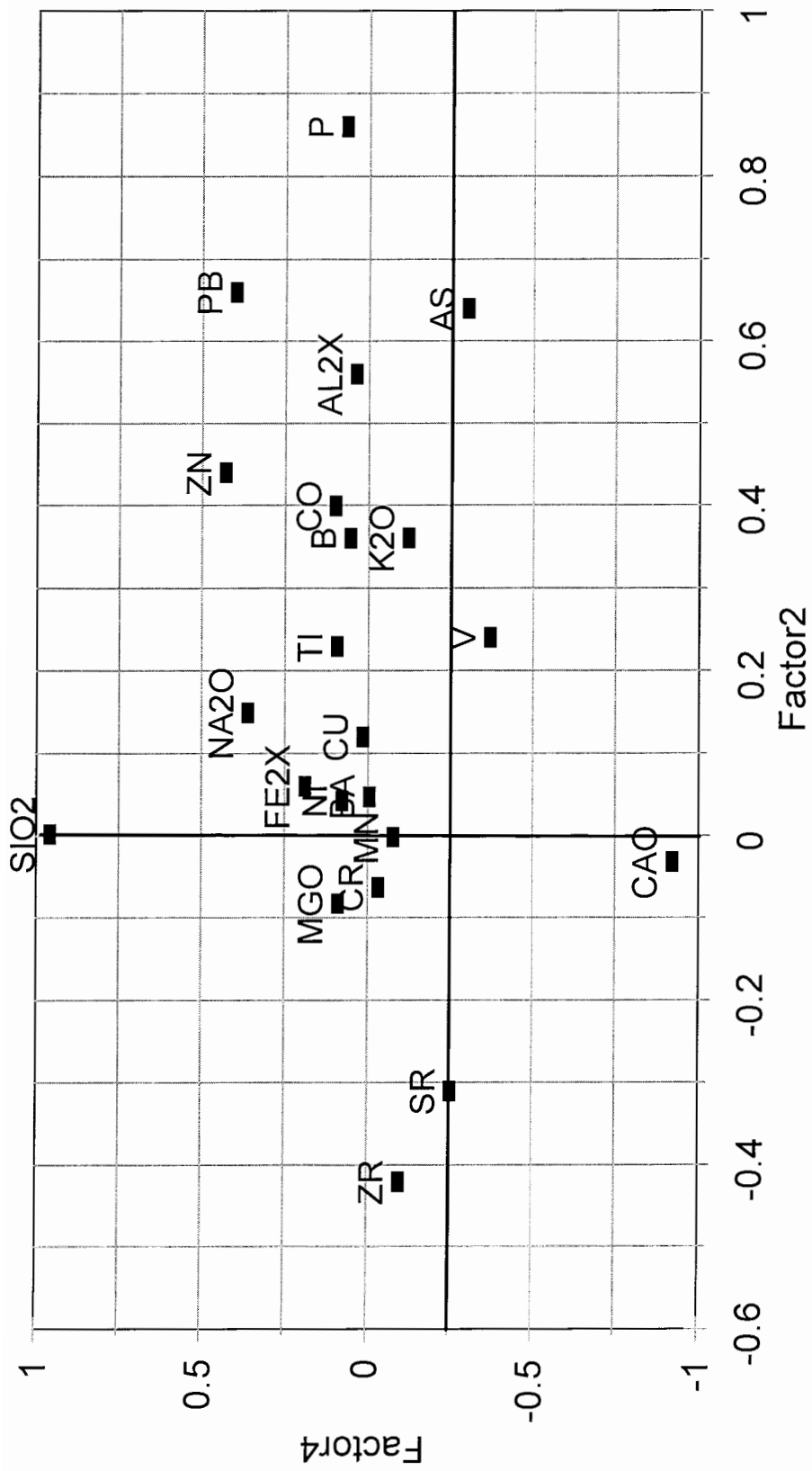
شکل (۳-۴): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



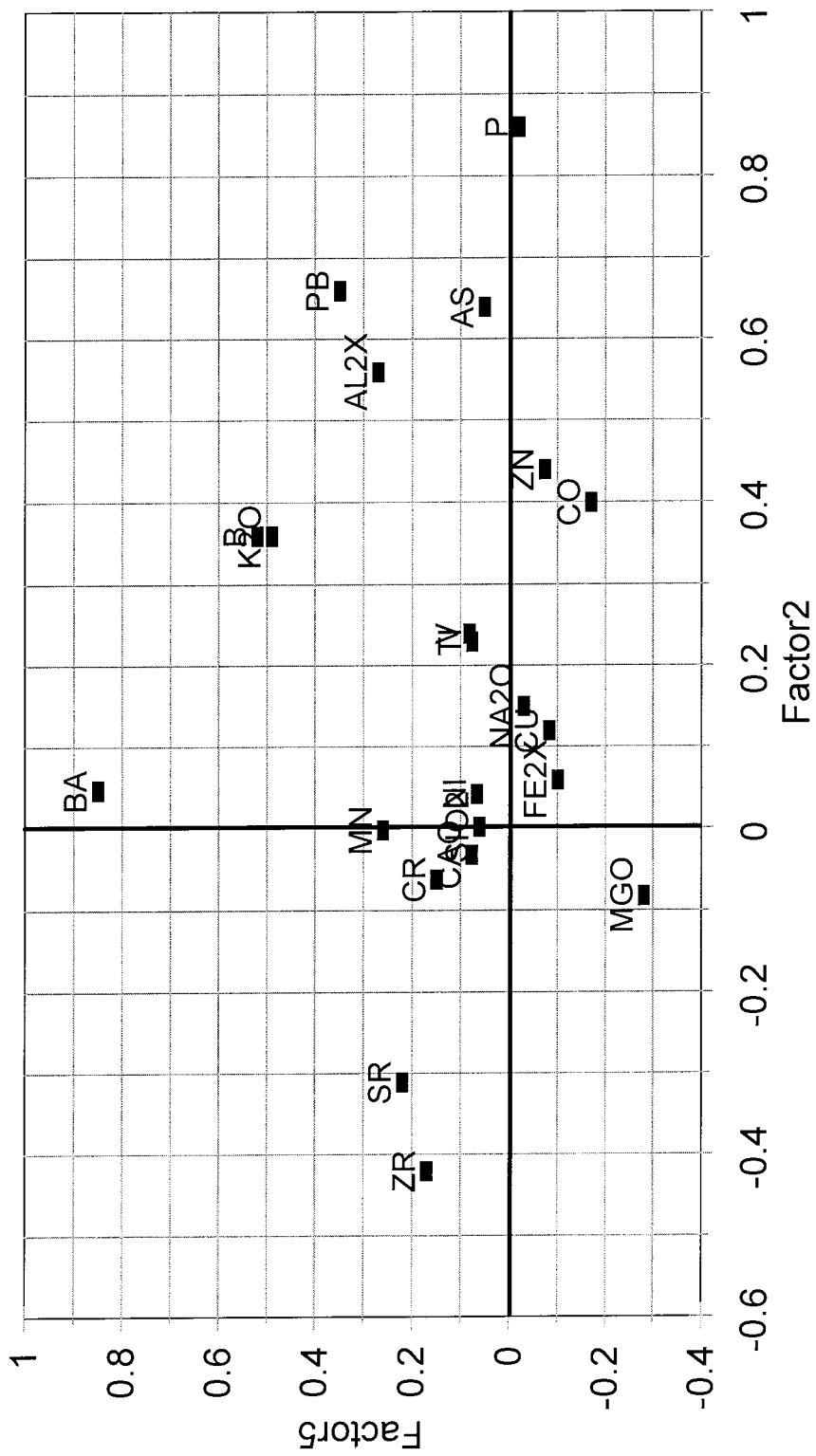
شکل (۴-۴): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



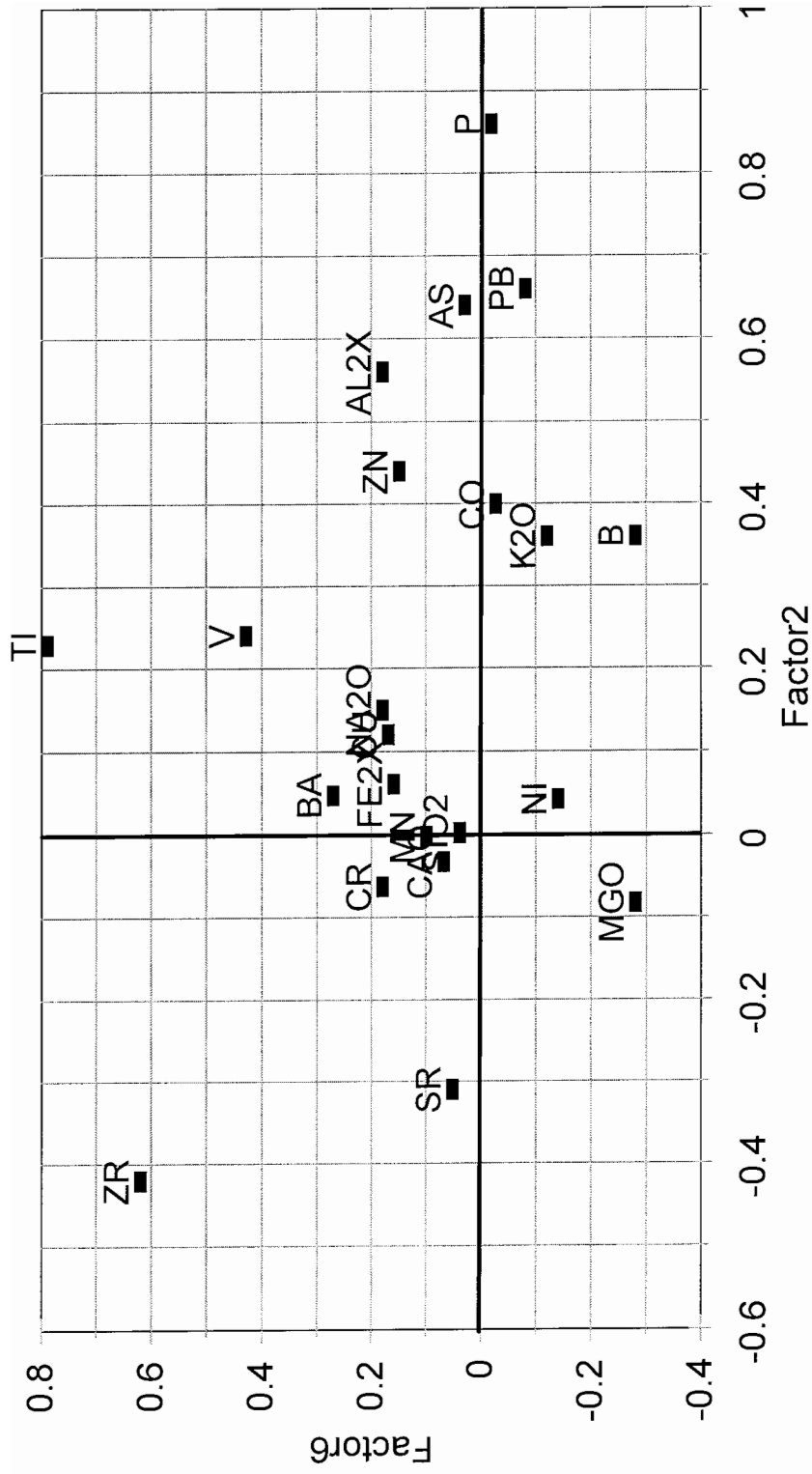
شکل (۴-۵): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



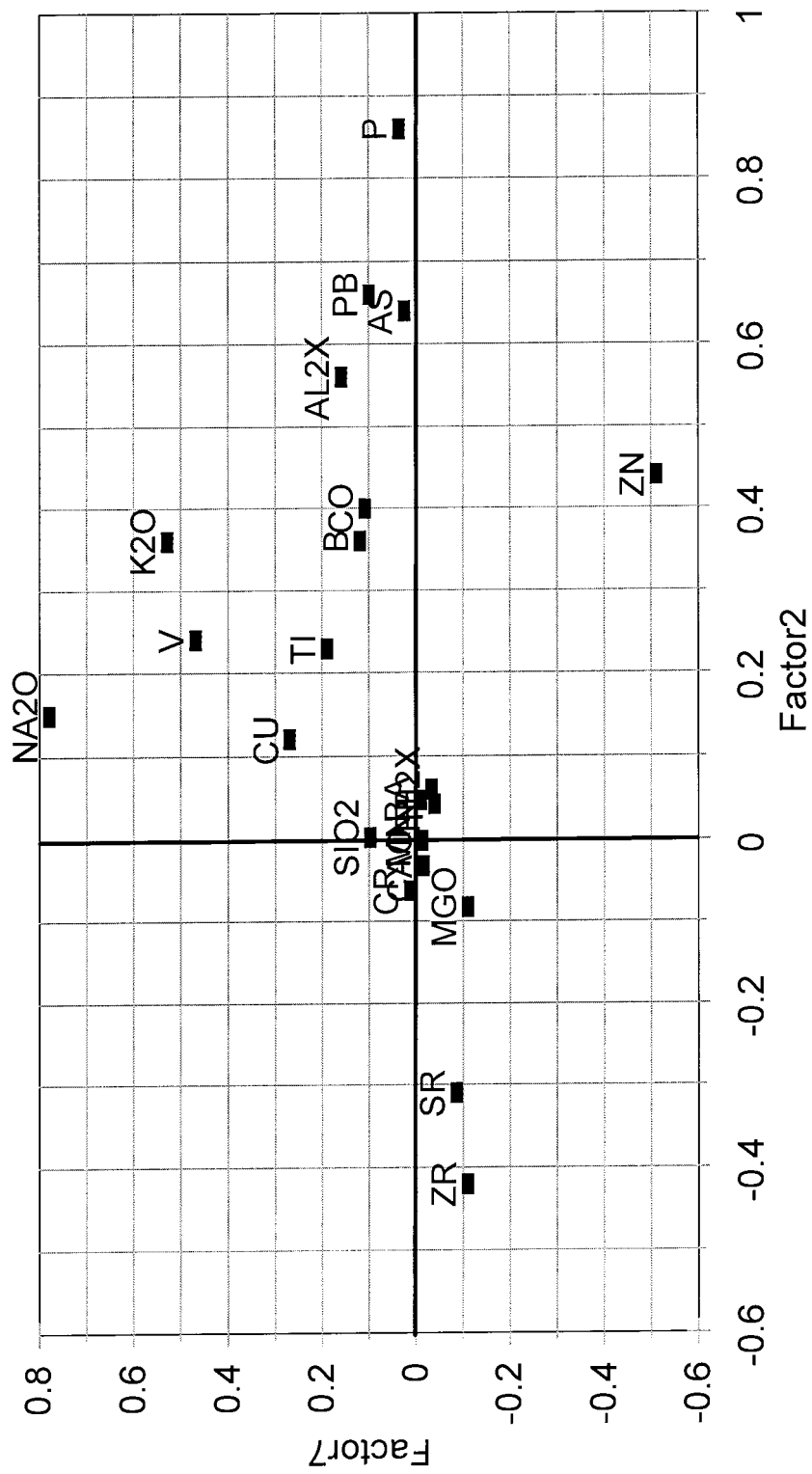
شکل (۴-۶): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



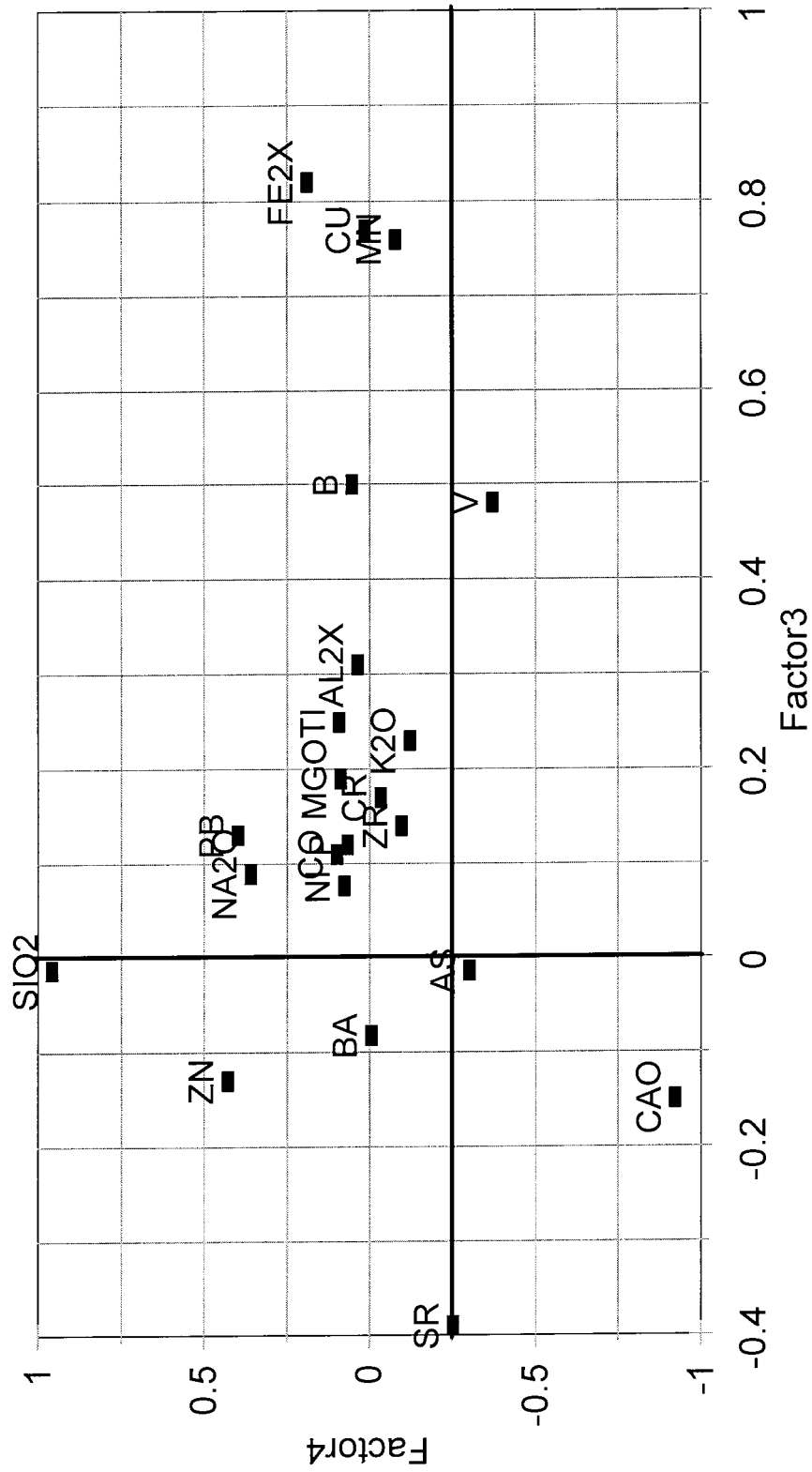
شکل (۷-۴): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



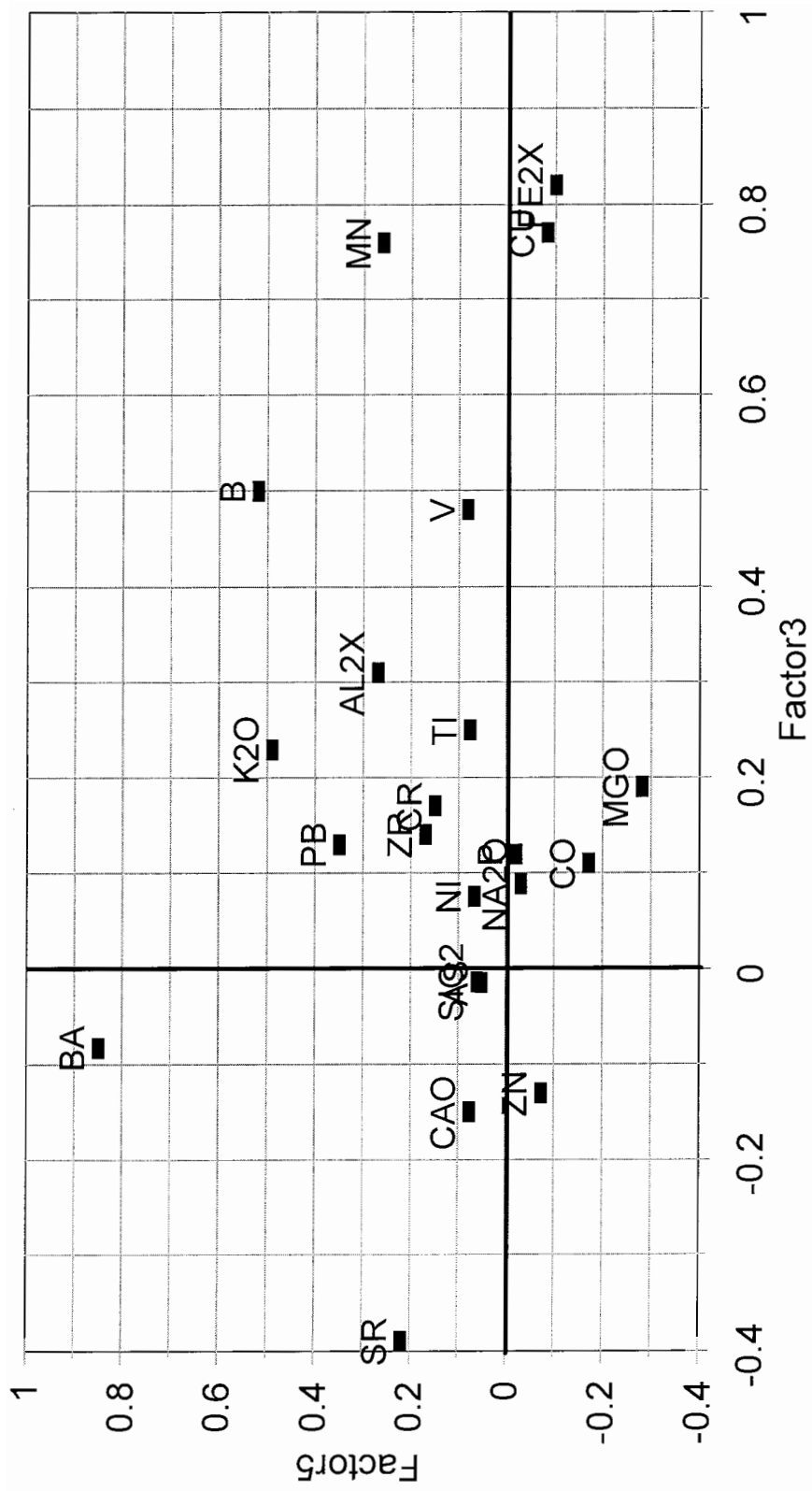
شکل (۴-۸): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



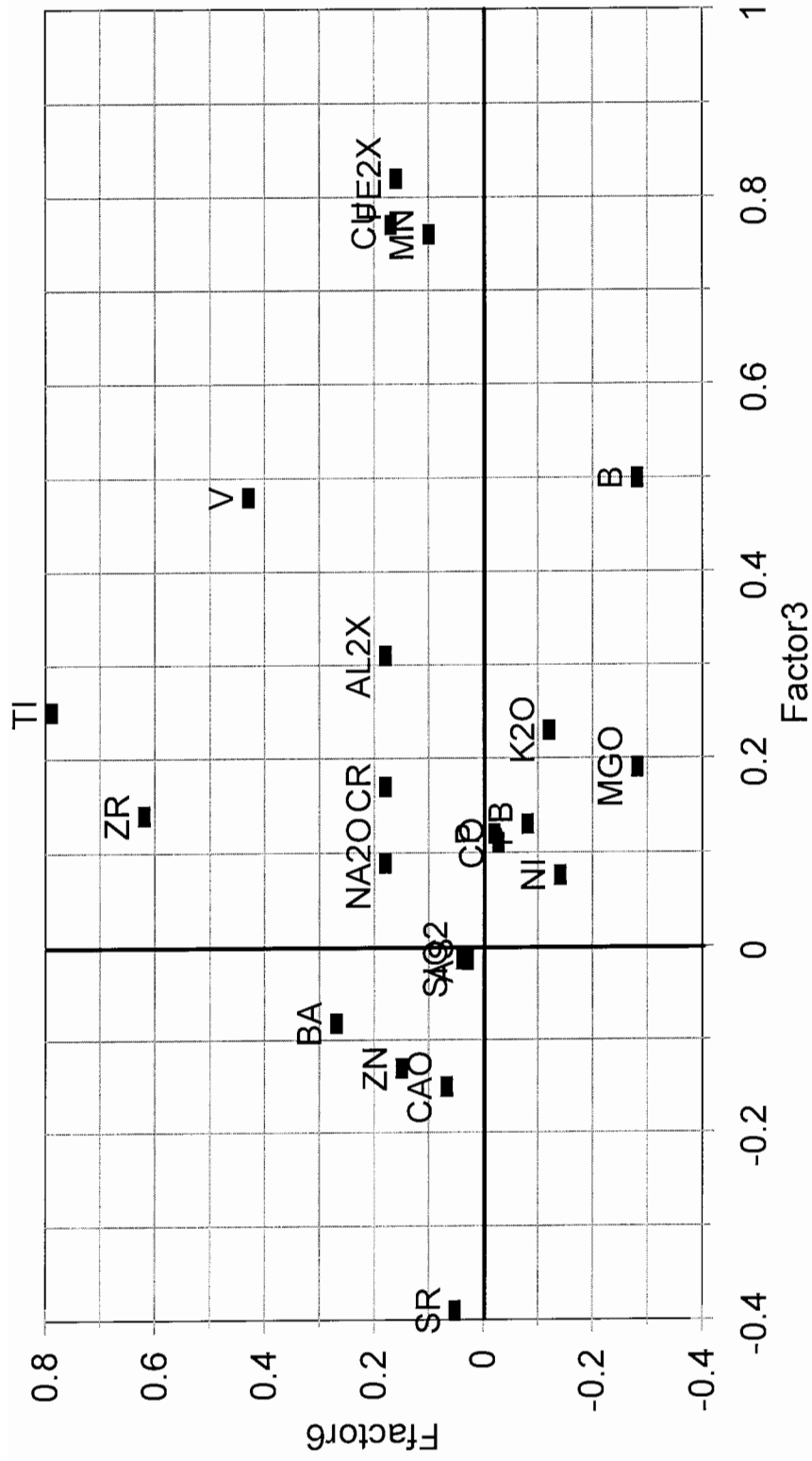
شکل (۹-۴): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



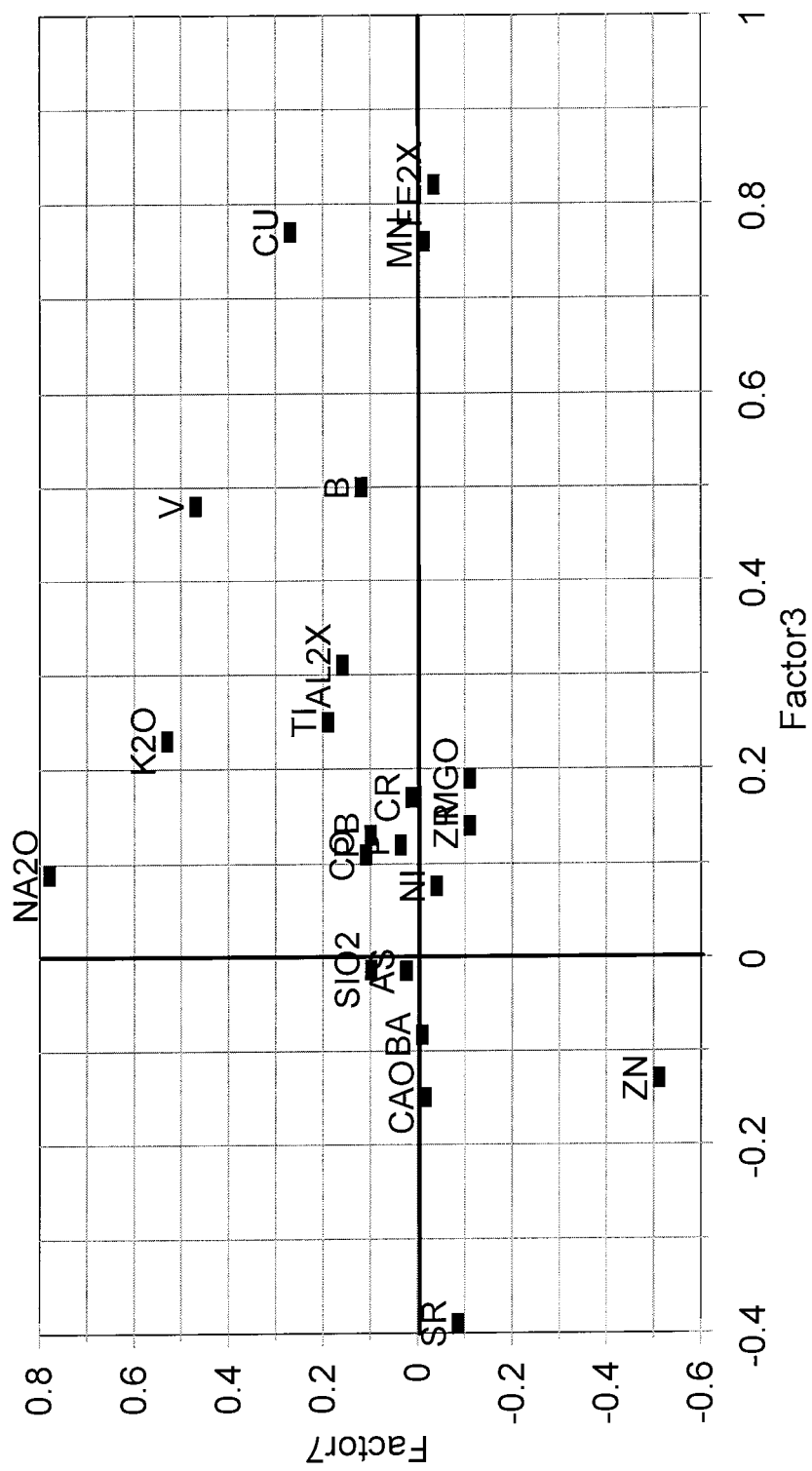
شکل (۴-۱۰): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



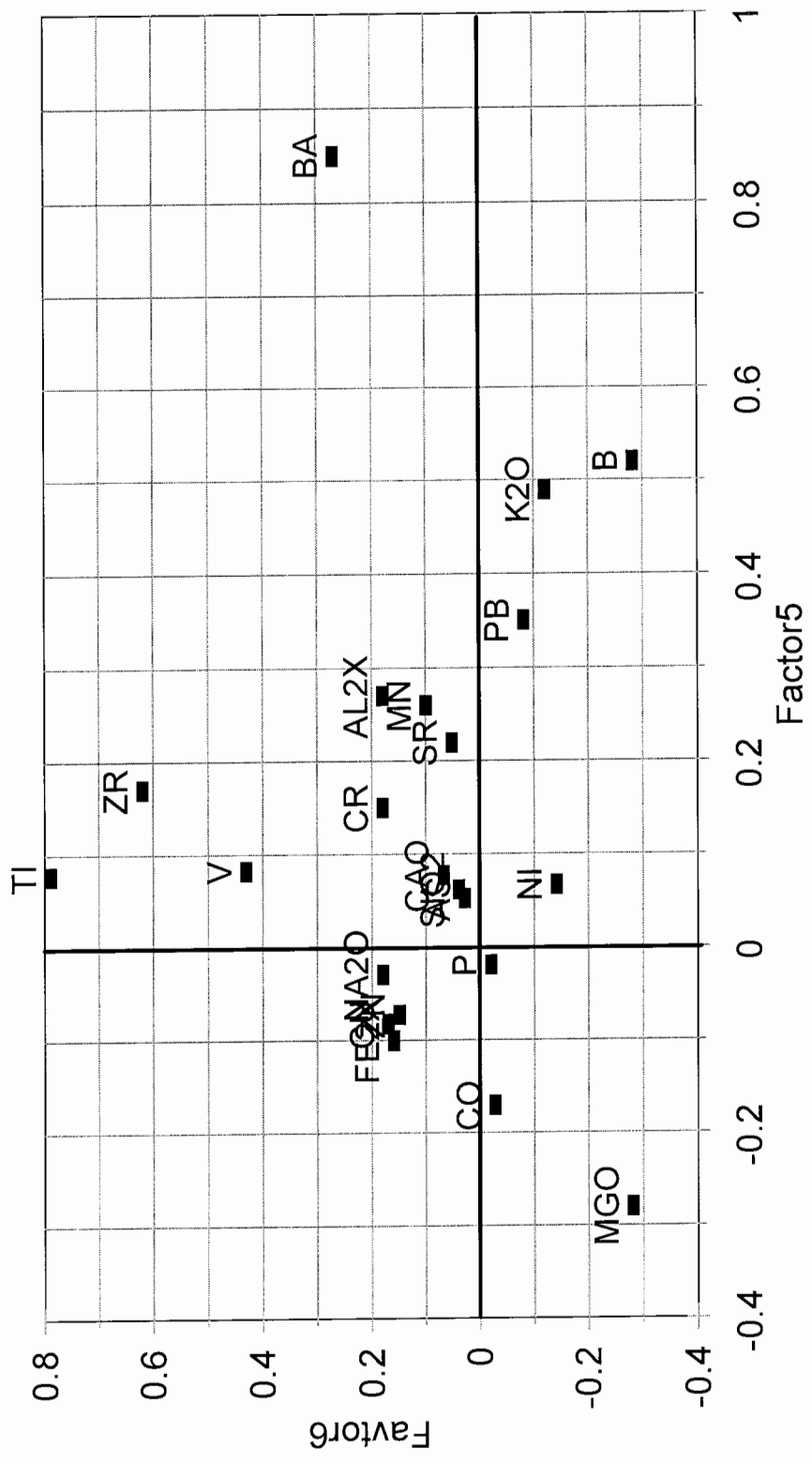
شکل (۴-۱): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



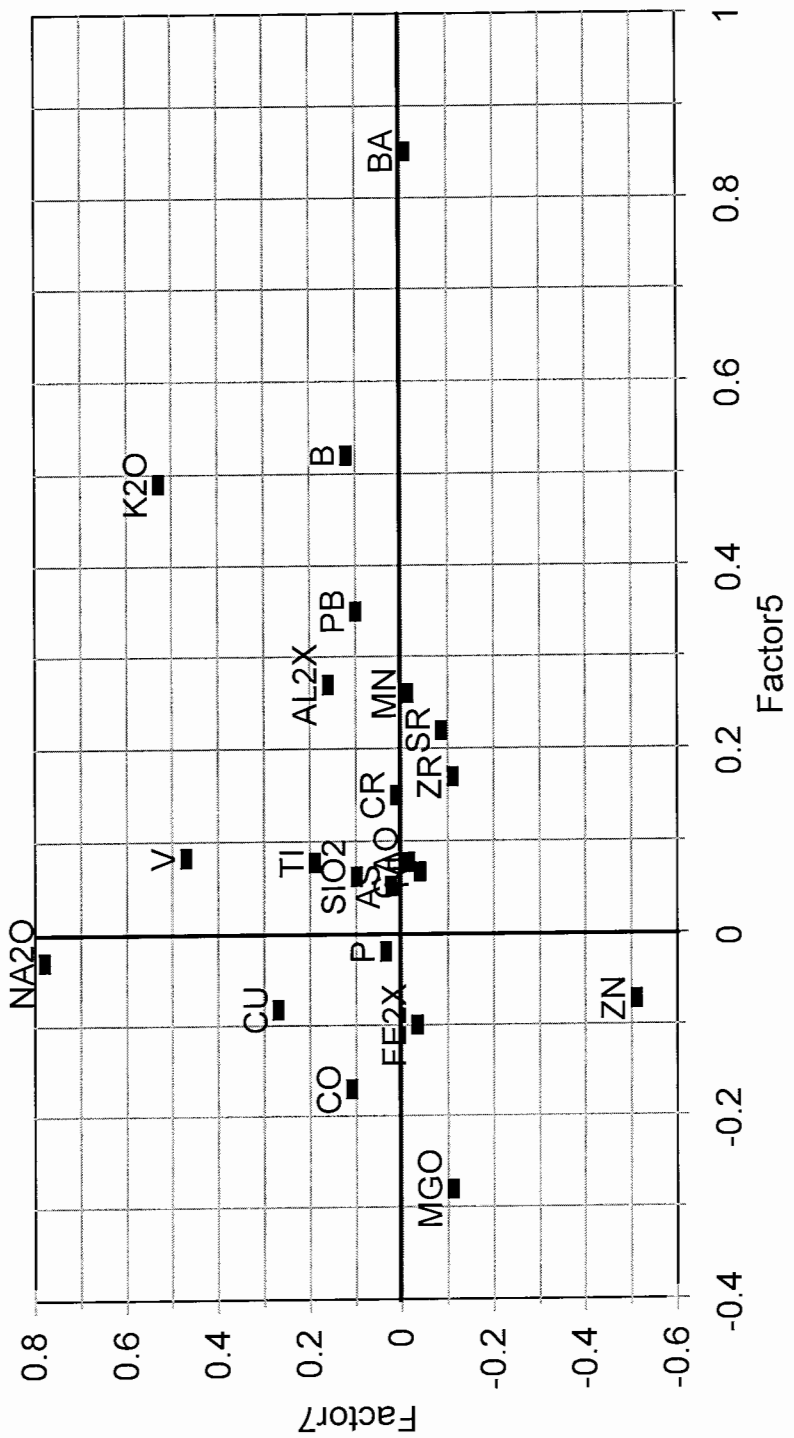
شکل (۱۲-۴): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



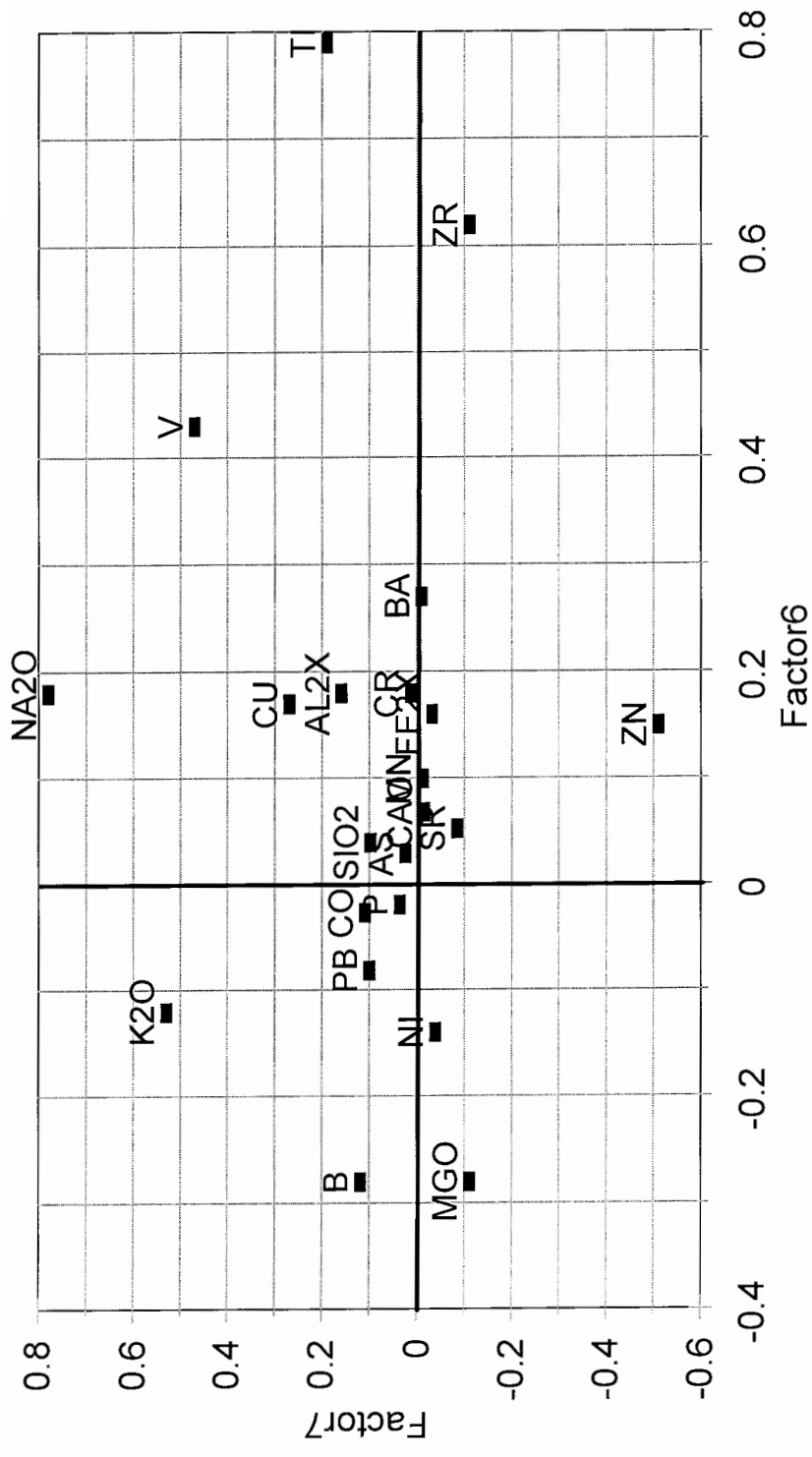
شکل (۴-۱۳): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



شکل (۴-۱۷): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



شکل (۴-۱۸): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست



شکل (۴-۱۹): نمایش گرافیکی آنالیز فاکتوری پس از خنثی سازی اثر سنگ بالادست

پیوست ۵

در این پیوست، جداول مقادیر امتیازات فاکتوری بدست آمده از آنالیز فاکتوری (توسط نرم افزار SPSS)، برای هر نمونه در هر فاکتور و همچنین نقشه‌های تخمین زده شده برای فاکتورهای مختلف (توسط نرم افزار تخمین شبکه‌ای) آورده شده است. شرح این جداول و اشکال در فصل چهارم می‌باشد.

جدول ۱: مقادیر پارامترهای مدل برای هر یک از ایستگاه‌های مختلف

Station	x	y	fac.1	fac.2	fac.3	fac.4	fac.5	fac.6	fac.7
3650	264409.5	3800115	4.75836	-0.80684	0.3949	1.05132	2.0038	0.14428	0.50766
3655	262296.9	3801790	3.88371	-0.26356	0.72608	0.52347	0.21277	-0.56637	-0.04402
3693	246800	3809750	5.06978	1.25344	-0.54197	-0.54317	0.74111	1.1974	-0.86732
3486	246443.3	3809335	4.5997	0.75028	-1.06049	0.16439	0.15262	0.03198	0.45902
3325	245963.9	3800826	4.20097	0.41896	-1.08186	0.54469	0.77181	0.48254	0.80328
3436	244670.5	3818661	3.96645	-1.84557	0.19229	-0.74567	0.45777	-1.71185	-0.68271
3576	242000	3829656	3.82358	1.30427	0.43181	-0.13021	0.2755	-0.01052	0.67869
3133	243356	3805305	3.25589	1.31897	-0.4534	-1.06306	0.45359	0.31	-0.7319
3482	242909	3802650	3.13932	2.37727	0.9295	-1.05346	0.53512	0.18529	0.5371
3893	239750	3819820	3.87902	-0.27491	-1.58111	1.44903	-2.26072	0.49314	-0.82052
3303	233734.5	3814690	3.11751	-0.59636	0.18018	1.05486	-0.39957	0.34405	-0.3138
3117	219809	3835400	2.55919	-1.75666	-1.24145	1.31033	-0.3936	-0.16069	-0.34035
3883	253514.3	3802720	1.97781	1.31563	0.71867	-0.11166	-0.45506	-0.06232	0.23046
3901	249450	3817850	2.36125	-0.70231	0.18412	-0.24506	0.23074	-1.01385	0.13077
3837	241183.3	3833624	1.43918	0.26073	-1.20679	0.46982	0.85389	-0.17923	0.86773
3485	247720	3835300	3.51965	-1.26007	0.79754	0.02092	2.7514	1.4364	-0.02365
3894	243150	3828290	1.08745	0.54713	0.99308	-0.32884	0.76974	0.35151	0.91362
3453	248020	3821038	3.84841	-1.03482	0.80569	1.40615	-2.32142	-0.14992	-0.23502
3467	248180	3808900	1.90438	1.29263	0.16666	-1.57036	0.83851	-0.2506	-1.84236
3448	248111.8	3815333	1.31492	-0.36761	0.2247	-1.15626	-1.34582	-1.57015	1.5844
3872	242073.3	3834798	3.69004	-2.60799	1.12824	1.73065	-3.15528	-0.94503	0.00672
3337	243735.3	3834212	2.07235	-0.40058	1.0551	0.43997	1.37502	0.30602	-0.45734
3129	239900	3812858	1.35462	-0.1892	-0.86328	0.26885	-0.14626	0.06695	0.16472
3578	243780	3829750	1.97901	0.24422	-0.13452	0.10916	1.37982	0.23027	0.04367
3137	243500.9	3817130	1.01344	0.89074	-2.33732	2.39351	0.43155	-1.34181	1.17217
3123	238916	3830517	1.83019	1.00905	-0.72091	0.24874	0.33715	0.24467	0.73368
3432	242130.7	3838185	0.72949	-0.39892	-1.19418	1.26815	0.95769	0.31156	1.71466
3900	241150	3832700	1.22177	0.76411	1.32754	-0.65768	0.17915	-0.54794	-0.23372
3136	243700	3814630	1.27234	2.30536	0.97199	-1.32048	1.14235	-0.98672	-1.45474
3494	249408	3812879	1.9842	-1.5713	1.60592	-0.07683	-0.48413	-1.73214	0.02349
3489	249950.7	3897143	1.54635	-0.73373	1.63747	0.95551	1.00013	0.23931	0.2457
3134	243335.3	3813245	0.80696	-0.08632	-1.07314	0.71788	0.58413	-0.80518	-0.366
3723	239700	3811650	1.73925	0.00648	0.86341	-0.33645	-1.0126	-0.10206	0.88201
3567	243650	3833430	1.88407	-2.541	1.74414	1.58103	-1.4492	-2.70361	-2.00052
3480	245880	3803851	0.07277	0.38108	0.5423	0.49926	1.40335	-1.26872	1.71844
3498	250731.2	3811337	2.93817	-0.81742	-0.32235	0.74694	1.36374	1.7513	0.00118
3664	243200	3835400	0.82224	-1.38544	1.54506	0.75275	1.04765	0.3966	0.00356
3892	244900	3818780	0.86663	0.8127	-1.09973	3.26919	0.05069	0.8161	-1.39316
3135	243391	3818777	0.8825	-0.59084	1.40774	1.55218	-1.1372	0.30398	1.01313
3494	233700	3813400	1.63632	-0.15736	-0.54137	0.07473	4.18528	-0.23256	-0.12644
3132	241221.1	3837602	0.66171	-0.45321	0.50602	0.35495	1.08347	0.24328	-1.38711
3137	243242.0	3817372	1.70501	0.00653	1.32184	-1.00308	0.86511	0.17674	-0.07721
3122	219373.3	2995431	1.23339	0.27711	-0.49314	-0.05358	1.27136	-0.00732	0.12616
3687	243900	3808700	0.46304	-0.30392	0.24083	-0.3674	0.21197	0.16876	1.01712
3109	241101.6	3814233	1.97658	0.10660	0.60138	0.18571	0.01291	0.34514	1.11201
3138	243683	3817056	1.86915	-1.33213	-0.50693	1.55772	2.19891	-1.21712	0.68139
3485	249900	3803629	2.01433	0.23065	0.17034	0.14047	0.26232	0.34874	0.88071
3490	241738.6	3817095	1.1772	0.70152	-0.32921	2.04018	0.38706	-0.73018	-0.0469
3139	241138.3	3829751	0.6709	-0.36737	1.91284	0.07077	5.01541	0.53383	-0.04132
3121	241123.3	3822907	0.88165	0.39560	0.38405	-0.3891	0.02365	0.54873	0.2651
3485	245963.9	3800826	0.4412	-1.2501	0.61015	0.30667	1.74569	-0.36054	-1.52219
3577	243677.6	3832948	0.61981	-0.00851	-0.20661	0.3703	1.03218	0.18719	0.09381

λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}
0.0000	249000	3634800	0.48814	-0.38335	-0.27224	-0.1536	0.07133	0.03424	0.00334
0.036	242144.4	3619266	1.08487	-0.48345	-0.65774	-0.60313	-0.02385	-1.08324	0.27735
0.052	249755.1	3634637	0.40964	0.58133	2.53555	1.41251	1.41412	-0.11713	0.21723
0.078	245150	3641300	0.7969	0.50963	0.09259	-0.1262	0.29334	-0.59512	-0.81307
0.078	262500	3621300	0.81683	2.03334	2.00271	-0.12273	1.81753	-0.17107	0.04171
0.134	242450	3653650	2.30768	0.73475	3.30131	-1.60459	-2.74343	-0.30221	-0.07354
0.213	237700	3641000	1.0445	-1.21627	-0.05394	0.33071	-0.72132	-0.61136	1.87341
0.237	258031.0	3612810	0.73503	-0.61637	1.14513	0.29281	-1.00577	-0.17136	1.23891
0.254	246760.1	3616344	1.38973	1.33536	-0.39732	-1.07423	1.22408	1.00335	1.0430
0.260	234500	3645461	2.24302	0.48067	-0.39246	-1.64021	0.91533	2.63444	0.26013
0.267	247650	3648650	0.0453	-0.45041	0.12997	1.18692	0.74586	-1.96615	0.21033
0.272	261031.2	3605252	1.0671	0.34374	0.62763	-0.60231	-2.10934	0.41303	0.67173
0.282	257550	3613381	0.41951	0.22457	-0.26874	1.34785	-0.16066	-0.30403	-0.50139
0.282	244500	3608100	1.27374	-0.49654	-0.24225	0.61623	-0.60141	-1.34102	0.04872
0.282	251850.0	3647045	1.73221	0.49143	0.26702	-0.32123	0.32162	1.28331	0.41233
0.283	245406.3	3653000	1.37474	0.19246	-0.12374	2.03676	-1.50302	-1.45001	-2.83061
0.286	24588.0	3619223	0.89281	-0.10511	-0.37269	0.12112	-0.6758	0.48553	0.39875
0.287	243550.0	3638323	0.23516	-0.60783	1.33001	-0.74387	-0.59675	0.11673	-0.39133
0.287	241470.0	3635334	0.22254	-0.33833	-0.23133	2.09734	-1.10431	0.24313	-0.75033
0.287	242150	3618200	0.90667	-2.5233	0.45253	-0.16972	-0.29133	-1.37433	0.40933
0.287	24730.0	3604023	0.36393	-0.14333	0.47053	-0.77503	-0.29343	-0.29323	0.44013
0.287	24030.0	3630917	0.81333	0.33133	-0.1343	-0.38333	0.23493	1.09033	0.14033
0.287	254701.9	3644209	0.78923	0.99017	-1.62	-0.20919	0.30533	-1.30123	2.25033
0.287	240330.0	3612800	0.43333	2.3200	2.90331	0.74339	3.21923	1.09033	0.20033
0.287	246730.0	3612300	1.80237	0.34333	-1.333	-1.3504	0.50773	0.63333	0.30133
0.287	236138.5	3617300	1.01402	0.63703	-1.40034	2.57331	0.11133	1.17733	0.34333
0.287	253230.0	3603600	-0.15002	-1.47333	-0.41370	-0.03434	-0.03434	0.20133	0.20133
0.287	241800	3613720	0.70037	0.11293	1.09615	1.51612	0.70343	1.35433	0.09533
0.287	252113.6	3634594	0.00322	0.49723	-0.3003	-0.40332	1.20673	1.16133	0.21033
0.287	232130.0	3636390	0.62123	1.63113	0.51034	-0.51743	-0.00633	-0.38433	0.07113
0.287	237760	3633100	1.85547	1.64623	0.59634	-0.32337	0.29594	2.29111	1.10333
0.287	237100	36283.1	0.84161	3.34741	1.58313	0.7173	0.26901	0.26901	0.26901
0.287	24833.7	3629513	0.28681	0.70137	0.28623	-1.1201	0.61021	0.73073	-0.37234
0.287	24000.0	3640230	0.05957	-0.91002	-0.52027	-0.35403	-0.68214	0.14333	-0.68174
0.287	243730	3617250	-0.29562	0.311	1.24732	2.013	0.57323	1.16733	0.35913
0.287	24730.0	3613333	0.19233	-0.42233	-0.98233	2.32733	-1.03523	-2.34723	-2.35913
0.287	242400	3646130	0.12303	-0.82833	0.00334	1.62792	1.21034	0.70444	-1.26234
0.287	24730.0	3600097	0.34733	0.77622	2.09233	0.7764	2.00214	-1.95351	1.73821
0.287	24313.7	3617224	-0.02072	0.21377	-0.10471	-0.43633	0.02593	-0.81143	0.72307
0.287	236307.3	3622850	-0.00644	1.0373	-0.07524	0.68271	0.01336	-0.15012	0.01303
0.287	267900	3606000	0.29224	1.63146	0.64671	0.39	0.96327	-0.94111	0.25403
0.287	234143	3640334	0.05331	1.87572	1.07453	-0.25203	0.30731	1.38333	0.10303
0.287	238000	3642300	0.25637	-0.32852	-0.10101	1.55323	1.31133	-0.72403	1.56013
0.287	1601200	3606400	0.1049	1.00241	0.61563	-1.88823	-1.09051	0.58667	-1.09051
0.287	246100.4	3616747	1.15533	-2.10507	0.28033	-1.11031	-0.47133	1.00417	0.27507
0.287	237050	3633300	-0.69833	1.76334	0.37273	0.11533	-1.70033	1.36133	0.02033
0.287	251233.4	3610127	0.26033	0.34337	0.65151	-0.18113	1.59333	1.52333	0.77144
0.287	233050	3613731	0.78631	-0.33637	0.4017	0.06404	-0.51773	0.36017	0.02729
0.287	24393.3	3610333	-0.0533	0.35033	-0.5113	1.33133	2.65413	-0.77513	0.38313
0.287	230373	3614333	0.38327	0.63733	0.03333	-0.73333	0.30033	-0.03333	1.01033
0.287	242033.4	3605334	0.35033	0.36373	-0.10033	0.42403	0.25403	-0.36373	0.26073
0.287	240000	3651000	0.01023	0.63373	1.33733	0.18343	0.00033	0.58333	1.00033

TABLE 1. The first 100 eigenvalues of the Laplacian of the complete bipartite graph \$K_{100,100}\$

\$k\$	\$\lambda_k\$	\$\gamma_k\$	\$\mu_{k,1}\$	\$\mu_{k,2}\$	\$\mu_{k,3}\$	\$\mu_{k,4}\$	\$\mu_{k,5}\$	\$\mu_{k,6}\$	\$\mu_{k,7}\$
1	232480	3211150	0.33777	0.95775	0.53233	-0.13322	0.49234	-0.23037	0.13086
2	247518.3	36257.3	-0.25652	1.70724	1.57112	-0.60683	0.11118	-0.03438	-0.11184
3	272260	3539700	0.02618	1.52783	0.94520	-0.42537	0.25906	0.33112	-0.23625
4	282207.7	5973421	0.41661	1.22551	0.50113	-0.31287	0.05344	0.33067	-0.13014
5	301753	3649400	0.77607	1.36115	0.57217	-0.38571	0.07387	0.33172	-0.15132
6	316991.8	3617403	0.60874	0.74701	-0.65922	1.14653	1.23514	0.03000	0.03877
7	325237.3	3646201	-0.36174	-0.17063	0.88647	0.27617	-0.65653	0.22728	0.17754
8	333730.8	3612735	1.09653	1.09307	0.43173	-0.18016	0.47787	-0.23785	0.12733
9	342530.1	3347302	0.53504	1.78307	0.36653	1.13245	0.34784	0.23187	-0.22437
10	351515.4	3507184	0.17519	-0.33571	1.59128	-0.05735	1.19177	-0.30582	0.08115
11	359750.8	3641323	0.89173	0.01123	-1.4839	0.49517	2.83017	0.10139	0.27737
12	368237.2	3310344	-0.3381	-0.12532	0.25601	-0.03901	-0.35719	0.43057	0.33430
13	376976.7	3315753	-0.00044	-1.15037	-0.06149	-0.14036	0.0674	-1.15459	0.62807
14	385957.1	3614843	0.0812	0.56989	0.95476	0.92079	0.87834	-0.63824	-0.40342
15	395179.5	3608024	0.35763	-0.56133	1.48208	0.40375	-0.734	-0.32792	0.51947
16	404631.1	3343353	0.63863	0.5385	-0.19307	0.14302	0.21363	-0.17433	0.47213
17	414306	3627200	-0.298	0.27013	0.41193	-1.11753	0.11401	-0.36837	-0.14667
18	424192.6	3313300	0.15782	0.13308	-1.73181	0.15427	0.02238	-0.31007	0.36643
19	434287	3613700	1.04157	-1.31583	-0.68833	-0.0193	1.31736	2.71443	0.08117
20	444596.8	3317947	0.31379	-0.63861	-0.62824	-0.7077	0.07062	0.00171	0.45081
21	455127.1	3607933	-0.37333	0.3104	0.64016	0.59308	-1.20587	1.32588	0.23210
22	465877.3	3627265	0.60018	1.52333	1.20214	-0.36176	1.12178	-0.0733	0.0733
23	476847.6	3630319	0.02273	1.70338	1.35003	-1.14469	-0.17422	-1.10773	-0.37219
24	488037.2	3307762	0.02299	-0.05379	0.55633	0.04862	0.08963	0.12849	-0.46351
25	499457.7	3317603	0.33196	-0.04874	0.03876	-0.26612	-1.71376	0.22793	0.5070
26	511108	3623700	-0.01892	0.72019	0.49828	0.22721	0.10970	-0.02382	0.55033
27	522987.3	3340161	0.73911	2.48705	-0.66064	-1.37647	-0.02668	0.03057	-0.32902
28	535103.1	3640170	0.21114	0.39645	0.50721	0.37962	-1.61027	1.34114	0.58594
29	547467.0	3317360	0.49194	0.31459	-0.63384	0.05387	-0.13506	0.2493	0.61002
30	560177	3610500	0.60099	-2.00102	0.99361	0.26275	-1.74105	-0.31627	0.08688
31	573237.5	3613779	0.50048	-0.1846	0.31336	0.12834	0.26586	-0.1023	1.03699
32	586657.1	3627191	0.30704	0.54531	0.28463	-0.11876	-0.37338	0.79563	1.24333
33	600437	3344970	-0.27433	-0.16344	0.31432	0.03776	0.05313	1.57326	0.25973
34	614583.6	3319310	-0.26064	-0.80939	0.33421	0.2814	-0.05289	0.7323	-0.22033
35	629109.1	3300156	0.3764	0.67733	0.46927	0.87406	0.59387	-0.27477	0.1204
36	644050	3632700	0.13363	-0.51033	0.77549	0.08313	1.1933	1.63461	-1.1734
37	659419.3	3630756	-0.48322	0.85623	1.23831	1.43387	0.69672	-1.9068	0.18567
38	675227.8	3617198	0.00017	-1.83357	0.41473	-1.70238	-0.10239	0.07597	0.68737
39	691487	3300600	0.05642	1.14116	1.17183	0.05737	-0.3167	1.43000	-0.1147
40	708213.1	3640243	0.40372	0.17737	-0.17781	-0.01836	0.01403	0.02544	1.22318
41	725437.3	3357073	-0.24302	0.29254	1.56943	2.15103	-1.8313	-0.43669	-0.37416
42	743180.3	3341701	-0.54977	0.20086	0.51479	0.42181	-0.03452	-0.33159	-0.4857
43	761463	3310150	0.21001	0.74124	0.6649	0.29907	-1.50155	0.55082	0.71124
44	780296	3609386	0.05806	-0.9563	0.19454	-0.37151	-1.71513	-1.38131	0.15627
45	799590	3643050	0.35994	-0.47949	-0.4183	0.07411	0.28184	-0.26412	1.03099
46	819350	3318700	-0.19254	0.78843	-1.84683	0.6603	0.89112	-1.14007	0.10787
47	839583	3300257	0.07311	1.20732	-0.16343	-0.30467	0.25306	0.15737	0.73733
48	860300	3344447	0.05908	-0.58613	1.00497	0.0553	0.06356	-1.40139	0.27359
49	881527	3343333	0.20193	1.29852	-0.32177	-1.2533	0.28535	0.01173	0.42931
50	903263	3634303	-0.25310	-0.10513	0.31177	0.17733	1.07255	-0.61063	0.34332
51	925517	3640491	0.00091	0.96713	2.4968	0.2837	0.75695	0.09853	0.05981
52	948297	3313310	0.02119	0.01345	-0.5505	-1.00320	-1.18003	0.10901	0.26837

جدول ۱: ماتریس همبستگی بین متغیرهای اقتصادی و اجتماعی در استان تهران (۱۳۹۵-۱۳۹۶)

نام	x	y	fac.1	fac.2	fac.3	fac.4	fac.5	fac.6	fac.7
2340	250350	3622400	-0.193	0.08067	0.33047	2.56457	-0.38984	0.54748	1.31157
2327	244000	3645200	-0.60049	0.11474	0.46214	1.02381	-0.06813	-0.86333	1.18481
2318	254450	3641800	-0.06948	-0.17382	-0.34257	-0.22321	0.62196	0.00252	-0.76182
2325	240082.7	3349278	0.26051	0.53472	-0.1222	-0.03423	0.39229	-0.61205	-0.45279
2323	252260	3630770	0.20377	0.36331	-0.20054	1.37351	0.19017	-0.62392	-0.22350
2316	248408	3612712	0.23722	1.06652	0.64414	0.39168	0.49641	1.38192	0.32619
2309	246700	3628550	0.39624	-0.2084	0.15854	0.91028	-0.96028	-0.41255	0.00202
2307	251320.4	3604053	0.35581	-0.20733	0.73733	0.50037	0.81113	-0.72021	0.10019
2302	239330	3630400	0.00332	0.24333	0.31781	0.6028	-1.35311	1.54757	0.33768
2301	250350	3617550	0.45266	0.00468	0.79065	0.18055	-0.26137	-0.12285	0.61913
2295	249000	3636730	-0.09625	0.17459	0.31485	2.10926	1.80055	-0.18329	0.00974
2292	253300	3545650	-0.26270	-0.1647	0.00941	0.60308	-0.82165	-0.91020	-0.75130
2289	261000	3609090	0.3057	-1.22225	0.09814	-0.49746	-0.42908	-0.76208	0.30748
2284	250100	3610543	-0.09289	1.33443	0.23487	-1.20339	-0.40951	-0.30231	0.67109
2281	257900.3	3617163	0.76753	-1.51237	-0.58599	0.37211	0.37133	0.57135	-0.32271
2269	243000	3642250	0.22163	1.26331	1.40037	0.76132	-1.40004	2.58307	-0.30149
2268	254310.1	3601150	0.0801	0.27028	0.27691	1.21153	-0.31978	0.35724	-0.62712
2257	237700	3614650	0.11871	0.92112	1.80738	1.39454	0.77195	1.00772	-0.00498
2255	250350	3642250	0.62213	0.32313	-0.87225	-0.76134	0.04303	-0.14013	1.21960
2254	257000	3605050	0.23602	-0.37430	0.4813	-0.43541	-0.38046	0.86916	0.2568
2247	254308.8	3640839	0.45611	0.91475	0.93344	0.31778	0.33317	0.237	-1.55154
2246	253300	3650715	0.41393	2.14509	1.13053	-0.29111	-0.69199	-1.47352	1.36772
2245	243000	3616900	0.055	-0.14483	-1.46658	0.84257	-0.83987	-1.87406	0.10037
2242	262733.5	3604547	0.12880	0.59582	0.82045	0.91817	-1.31913	0.56574	-1.30481
2239	239513	3610010	0.55711	-0.25473	-1.37313	-0.83667	-0.1998	0.08365	-0.39115
2238	248350.7	3633263	0.16171	1.30700	-1.40478	2.86855	-0.14012	-1.8713	-0.70382
2235	248503.9	3643272	-0.3554	0.25378	0.24826	1.44817	-0.98242	-0.18271	1.06881
2234	243000	3641550	-0.4401	0.81132	1.00474	0.13933	-0.091	1.14198	-0.18111
2233	243000.7	3611377	-0.86432	-0.67223	0.56003	1.19159	1.20732	0.3772	0.7382
2231	257518	3641987	0.23126	0.45481	0.16147	0.16013	0.20311	-0.31311	1.26077
2230	257471.2	3630012	0.22068	0.49104	-0.53982	0.48238	2.17454	-0.33017	1.01130
2228	259000.3	3645307	0.83135	0.50382	-0.05833	-0.6812	1.32043	0.9759	0.31771
2227	238713.3	3630013	0.17129	0.19831	1.10216	1.83074	1.13597	0.15026	0.12937
2226	250100	3612600	0.1181	0.33434	0.07727	0.27382	-0.62785	-0.69809	0.02924
2224	257000.3	3639389	0.12081	-0.34883	2.16274	0.47843	0.87658	-1.81611	1.13889
2222	252427	3612732	0.83935	0.77322	0.03902	-0.68504	-0.48562	2.70207	0.64047
2221	257370	3600700	0.37488	-0.17457	-0.31994	-0.52869	0.5107	1.83199	0.25366
2220	243000	3622900	-0.89199	0.09077	-0.20177	0.09519	0.16908	-1.40094	0.73046
2219	257351.1	3643044	0.42381	-0.67109	1.25831	-0.34127	0.61916	0.17916	0.07021
2217	254308.8	3614036	-0.26897	0.63024	-0.02076	0.39441	1.75242	-1.5074	-0.31188
2216	243440.8	3612303	0.33074	0.17519	0.57709	0.48105	0.10912	0.98267	0.26879
2215	255737.3	3608178	0.23927	1.04208	0.08001	-0.60303	0.39047	-0.02191	0.66797
2214	280733.1	3622151	-0.23128	0.33213	-0.06532	0.11501	0.00143	0.38911	0.23112
2213	249300	3635200	-0.38327	0.94827	0.24754	-0.58969	0.09013	0.17238	0.66122
2212	249000.4	3639995	-0.6924	0.14201	1.31151	0.07077	0.94844	-0.15514	0.20189
2211	253300	3642307	0.1216	0.33539	0.3579	1.35367	0.37211	0.3833	0.00421
2210	259922	3611133	-0.12737	0.53333	0.15423	-1.21347	1.01103	-0.44960	0.00601
2209	250000.7	3612200	0.43991	-0.07071	0.18736	-1.89954	-0.08679	0.65423	0.66881
2208	257351.4	3627351	0.01013	1.39132	0.72891	0.73074	0.31793	0.65281	0.00621
2207	257301.4	3633410	-0.30362	1.89811	0.15817	-0.33621	0.53374	-0.00474	0.33363
2206	259000	3619480	-0.36378	0.27618	1.39611	1.08871	0.70029	-0.60481	0.64130
2205	243000	3637350	0.31301	1.70401	0.76336	-1.38133	0.67381	0.33071	0.00102

Table 10: The first 100 eigenvalues of the Laplacian of the graph G_{100} .

Index	λ	ν	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7
1	0.57700	3599400	-0.33333	0.59153	1.54345	-0.33333	0.33333	-0.33333	0.33333
2	250686.9	3612747	-0.34463	0.78033	1.02133	0.21361	0.31212	-0.72328	0.56494
3	240752.8	3620224	-0.28475	0.96366	0.51453	-0.3343	-0.41759	0.34122	0.31496
4	247350	3635700	-0.51500	0.90950	0.69531	1.54197	1.38660	0.40914	0.27093
5	1.73014	3641111	-0.32301	0.57731	4.78549	0.57824	0.17327	-0.24153	0.41173
6	240825.0	3645891	-0.13133	-0.29781	-0.57729	0.0449	-0.50975	-0.88260	0.52656
7	242451.9	3647914	-0.40612	0.89214	0.92325	0.03791	-0.6478	0.61548	0.81082
8	242800	3647950	-0.37009	0.58274	0.11257	-1.11831	-0.65875	-0.77914	0.72193
9	242373	3626937	-0.30423	0.0191	-0.24033	0.53534	0.69724	-0.14837	0.85360
10	242050.1	3645486	0.44121	1.23979	-0.39618	-0.32044	0.97922	1.46731	1.52281
11	243450	3646550	0.09258	-0.05057	-0.48771	1.40215	0.73955	-0.23319	1.30175
12	246422.3	3621203	-0.51732	-0.10075	0.57733	0.5583	-0.20576	0.53837	0.76043
13	233000	3650800	0.31374	-0.30457	0.80728	0.30857	-0.1145	3.05304	-2.89404
14	233450	3645900	0.15609	0.78702	-0.2953	-0.7137	0.74210	-0.13830	0.42073
15	230491.1	3618241	-0.22857	1.04364	0.37256	0.05775	-0.50784	0.41367	0.30013
16	235455.8	3607734	0.23612	0.01545	0.89073	-0.39812	-0.07645	0.33003	1.41691
17	245647	3618947	-0.11473	0.27017	-0.48628	-0.1741	3.05392	-0.25121	1.29337
18	264750	3636750	0.73839	-0.56075	0.14532	0.34132	1.00039	0.31259	0.30709
19	233311	3642494	-0.34427	0.34733	0.36332	-0.73495	0.30220	-0.20014	-0.30340
20	251400	3617800	0.30344	-0.11398	-0.45077	-1.0172	-0.96614	0.03135	0.40819
21	234829.7	3620046	0.07519	0.75242	0.51232	1.40331	-0.3084	0.12809	0.30511
22	233338.9	3603227	-0.08302	2.34701	-0.40536	-0.37127	1.20812	-0.59115	0.11895
23	227438.2	3652539	0.98021	-0.13113	0.56372	-0.21983	0.76735	1.33236	1.61186
24	244150	3643850	0.03984	-1.01284	-0.56742	-0.02175	0.03323	0.58381	0.53399
25	243750	3634035	-0.01538	2.47797	-0.31239	0.18777	-0.15837	0.51278	1.30702
26	241500	0.33150	-0.25737	-0.13333	0.00187	0.33101	-0.05171	0.29711	0.13611
27	25233.8	3612253	0.24351	0.89452	-0.13772	-0.48119	-1.54143	-0.05248	0.35054
28	243125.1	3603350	-0.18924	1.23002	0.40393	-0.25406	-0.13723	-0.77511	-0.07048
29	234810.1	3607750	0.13051	0.13018	-1.91039	1.30121	-0.17129	0.25236	2.13110
30	230124.0	3622000	0.00897	0.13661	-0.50350	0.37437	-0.45787	0.93444	0.37143
31	233253.3	3642692	-0.73073	3.2011	1.30327	0.89402	0.70013	2.08334	1.25332
32	240127.1	3350331	0.04223	2.41405	1.75307	-0.33531	-0.30720	0.38827	1.53143
33	233500	3544500	-0.38979	0.76732	1.00369	-0.35217	1.30347	-0.02781	0.07131
34	240557.8	3640114	-0.37755	0.11307	-0.06097	-0.25365	-0.11796	1.22516	0.81532
35	261720	3616700	-0.30457	0.01537	0.05745	1.42949	-0.53851	0.30392	0.30041
36	241230	3613330	0.43459	1.43233	-0.37257	-1.27237	-0.64354	1.33605	-1.18092
37	233333	3611150	-0.2496	-0.19300	0.45264	0.372	-0.74833	-0.67843	1.32673
38	230000	3613500	0.031	-0.12427	0.28474	0.29941	-0.3174	0.14077	1.10202
39	230733.1	3640054	0.12704	0.82309	-0.21453	-0.73449	0.30921	0.57073	0.3333
40	233332.3	3601341	-0.06801	0.41286	-0.3326	0.85947	0.44841	0.00324	0.13351
41	23448.1	3642012	0.19957	-0.69332	0.19667	-0.32684	0.2207	1.2531	0.18230
42	231300	3607550	-0.10594	0.2503	-0.36394	1.13231	0.26714	0.14971	0.50302
43	233132	3643377	-0.46696	0.73328	0.31517	1.15011	0.02137	-1.63008	0.00064
44	252730.4	3626703	-0.39945	-0.38325	0.03254	0.21563	0.71159	-0.13121	-0.42000
45	232650	3624350	-0.45056	-0.29957	-0.12732	0.44455	0.17163	0.24110	-0.34796
46	234250	3544550	-0.39772	0.38371	-0.00504	0.28364	0.21324	1.26332	0.13327
47	234324.3	3615002	0.06943	-1.60329	-0.34633	0.05508	-0.77321	0.62827	0.01313
48	230730	3612350	-0.17201	-0.50078	-0.99895	0.6936	-0.05159	0.52347	0.56233
49	247530	3613350	-0.68711	-2.12329	-0.1133	0.02413	1.15832	-0.02231	0.31232
50	244600	3633350	0.11289	-1.01304	1.24521	0.00714	1.33938	0.05032	-0.33366
51	240142.4	3606635	-0.03463	0.26416	-0.09841	-1.40032	-1.28732	0.69651	-1.26671
52	235733.7	3609723	0.23355	0.10338	3.10072	-0.61054	-0.41874	0.11081	-0.03415

id	x	y	fac.1	fac.2	fac.3	fac.4	fac.5	fac.6	fac.7
8484	250049.7	3511953	0.12224	-0.85326	0.20319	-0.08919	0.30010	-0.10093	0.72777
8485	225429	3543940	0.51724	0.83455	-0.81204	-0.71939	0.28967	3.0214	0.71161
8486	240148.4	3543696	-1.19012	-0.35864	2.01669	-0.00202	0.39705	-0.94591	-0.01075
8487	248153	3530813	-0.48234	0.9239	-0.23015	0.38012	0.43339	-0.22518	0.22172
8488	247540.9	3515100	0.04137	0.89195	-1.34134	-1.88192	-0.85171	0.33274	-4.37569
8489	251610.1	3527728	0.0543	0.83327	-0.62728	-0.02157	-1.1254	0.15754	-1.2755
8490	247500	3522400	-0.35109	-0.30029	0.23683	0.94685	0.18776	-0.44502	1.3555
8491	242482.1	3533257	-0.51273	-0.40802	0.72957	1.15115	0.07367	-0.81110	0.58995
8492	24575	3520279	-0.42303	-0.21205	-0.42157	0.26124	-0.57717	-0.2433	1.32481
8493	243000	3523700	-0.87016	0.85315	1.29965	-0.0429	-0.53861	0.63901	0.72332
8494	245030.2	3522674	-1.09186	-0.55795	1.76231	-0.03731	-0.75112	-0.43695	0.23634
8495	261233.1	3503846	-0.30381	-0.55825	2.78689	-0.21114	-0.13971	0.13176	1.30901
8496	248600.7	3515137	-0.25834	-0.12143	0.38295	-0.3766	-0.43648	0.66107	-0.80442
8497	225341.9	3549619	0.46933	0.60979	-0.64169	-0.91257	0.08544	1.35067	0.10457
8498	233446.5	3548359	-0.50506	2.42063	-0.36365	-0.36997	0.45121	-0.3934	0.11589
8499	249760	3504850	-0.10731	1.40156	-0.93465	-1.11942	-0.13681	-0.6166	-0.6779
8500	250736	3509039	-0.40599	0.2367	0.04061	-0.14157	0.26175	-0.49431	0.58499
8501	226423.3	3513229	0.44889	-0.20746	-0.79909	0.33355	0.9547	0.91322	1.0514
8502	228178.2	3513147	0.41037	0.30347	-0.68623	-0.48251	0.33287	0.83945	0.30420
8503	233581.3	3543707	-0.32371	-1.43357	-0.21193	0.74980	0.15495	0.27657	0.40982
8504	249004.3	3517332	-0.13015	-0.73940	-0.33959	0.45363	-0.3057	-0.30209	1.03719
8505	243300	3519500	-0.47466	0.85205	-0.22893	-1.29102	-0.31194	-0.19808	-0.25125
8506	231540.0	3514900	0.03593	-0.46821	-0.25715	-0.34865	-0.79500	0.73337	-0.37216
8507	203150	3541150	-0.0697	0.35381	-0.51292	-0.37295	0.00637	-0.33027	0.39079
8508	23223	3511750	-0.13132	-0.23123	0.15233	-0.80154	-0.30354	0.12301	0.13730
8509	233333	3513350	-0.29633	-0.17502	0.30063	0.30043	-0.00365	1.13301	0.34351
8510	234651.3	3507177	-0.4055	-1.36145	0.40801	-1.05965	0.15092	-1.12155	0.22534
8511	222150	3547150	-0.33277	-1.34947	-0.29985	0.15739	0.14497	0.00283	0.43835
8512	237150	3512150	-0.62415	0.14437	-0.56182	2.01849	0.41435	-0.38655	-1.36979
8513	2365	3512400	-0.33294	0.53351	-0.48437	-1.09081	-2.21421	-0.80675	0.34236
8514	246985.3	3512351	-0.11574	2.41642	0.5203	0.19771	-1.72886	-2.14065	1.13033
8515	234043.3	3513409	0.05524	0.14748	-1.1957	0.8724	0.40282	0.71272	0.13113
8516	247311.7	3539440	-0.1102	1.07923	-0.2405	0.54103	-0.89592	0.00037	1.43908
8517	258133.3	3510815	-0.16676	-0.8073	-1.11976	-1.07366	-0.2164	-0.39271	-1.38467
8518	251403.6	3514573	-0.10173	-0.18005	-1.11027	0.00982	-0.33112	0.33607	0.23009
8519	251300	3513400	-0.19391	-0.1505	-0.53607	0.40311	0.09380	1.43321	0.76172
8520	242800	3547300	0.07059	0.09402	-0.48355	-0.3816	-0.30814	1.49053	0.00424
8521	220982.2	3552105	-0.51011	0.25042	0.67518	-0.12599	-0.56041	-0.73679	0.21908
8522	231300.3	3513300	0.23012	1.61733	0.31023	0.19453	-0.33432	1.33423	1.33476
8523	234800	3509500	-0.25029	-0.15567	-1.19056	0.00312	0.63845	0.34473	0.33483
8524	244350	3539750	0.34948	1.03019	-1.43331	-0.31157	-0.63398	-0.73551	0.32815
8525	230028.3	3510373	-0.0313	-0.37074	0.30717	-0.57300	-0.3535	-1.23133	0.13719
8526	250023.6	3507331	0.4922	-0.33014	0.33117	0.47367	0.62702	0.35138	-0.40033
8527	233431.4	3523233	-0.03865	1.77267	-0.10751	-0.51477	-1.20723	-0.29596	1.35069
8528	25093.3	3520250	0.12846	0.3281	0.71443	0.6189	-0.56515	1.13532	0.74337
8529	233014.3	3533500	0.09015	-1.09005	0.03453	-1.1053	0.58741	1.24055	-1.24404
8530	263800	3513900	0.38202	-0.50516	-1.37365	-0.79514	3.05273	0.00831	-1.70601
8531	231748.8	3543813	-0.74905	0.75615	1.14128	0.54053	-0.5773	0.92373	-0.01455
8532	233877.2	3535137	0.34452	-0.67208	0.33492	-0.14634	0.53873	1.53402	2.30137
8533	244300	3515300	-0.33077	-0.38352	0.04702	-0.42033	2.36649	-0.34802	-0.45697
8534	251500	3520200	-0.79133	1.2738	1.34618	0.09962	-2.43456	0.64377	1.33353
8535	237350	3522000	-0.75865	-0.71549	0.38473	0.54919	0.41097	0.38550	-0.72403

ردیف	x	y	fac.1	fac.2	fac.3	fac.4	fac.5	fac.6	fac.7
3123	234750	3609300	-0.2847	0.17826	-1.43051	-0.52159	1.29752	0.05300	0.80171
3124	288730	3599150	-0.97909	-0.79493	1.41096	-0.60392	1.31094	-0.87606	-2.24354
3125	247408.1	3623400	-0.14655	0.33356	0.03999	-0.66948	-0.73582	0.70012	0.02569
3126	318150	3620450	-0.58891	0.89341	-1.21935	1.07551	-0.75858	-0.12174	-2.06377
3127	382309.1	3651640	-0.42442	0.30458	-0.2165	0.07239	0.19229	-1.13101	-0.16357
3128	252350	3648300	-0.4274	-0.8031	0.3349	-0.09301	0.16657	0.64388	-0.27373
3129	229844.7	3644978	-0.10862	-1.19159	0.86778	0.05222	0.39246	0.76583	-0.07966
3130	347750	3600219	-0.73853	0.64962	0.83969	-0.03475	-0.86615	-0.8105	0.99332
3131	268500	3617350	-0.29257	-0.05637	-0.63562	0.21459	0.31044	1.1538	0.34573
3132	264137.4	3621746	-0.32655	0.89668	-0.09101	0.79341	-0.10319	0.56747	0.84349
3133	389465.4	3610807	0.22042	0.11906	-0.80823	-0.3925	0.27144	-0.52926	0.77002
3134	247800	3641250	-0.36535	1.31865	-0.70115	0.05173	-1.33752	0.79828	-0.86955
3135	294300.9	3644391	-0.43484	-0.73899	1.05471	-0.22642	0.1598	0.34506	-0.62336
3136	254150	3610000	-0.5831	-0.60109	0.21979	-0.04992	0.0294	-1.44143	1.74159
3137	244492.5	3619528	0.26129	0.00986	1.05795	-0.93013	2.03192	-0.00305	1.076
3138	227141.3	3648053	-0.11661	0.02038	-0.6627	-0.44794	0.04279	0.25726	0.19977
3139	252550	3632350	-0.21746	0.36754	-1.19953	-0.22816	0.40973	0.40759	-0.18409
3140	262930.4	3619812	0.56431	0.45087	0.81412	-1.69037	1.85558	-1.5372	-1.872
3141	246950	3641250	-0.37035	0.53854	-0.44964	0.29034	0.88292	-0.38302	-0.6317
3142	27068.9	3641051	-0.52165	-0.47397	-0.23614	-0.09127	0.00096	0.00081	0.76372
3143	253850	3613900	-0.54412	-0.29822	0.14343	-0.79831	0.05044	-0.75769	0.19361
3144	230971.4	3610365	-0.24289	-0.90915	-0.79733	-0.56291	1.51788	-0.60175	1.68485
3145	209461.6	3600513	-0.61473	-1.01073	-1.03308	-0.3484	1.4965	-0.12964	0.18885
3146	227682.1	3651889	0.05823	-0.87038	-0.83652	-0.3567	0.59584	1.18127	0.3887
3147	259973.3	3646929	0.07944	-1.47374	-0.01812	0.79949	0.07249	2.79578	-0.85178
3148	250350	3633900	-0.29047	-0.33018	-0.18551	0.45815	0.34582	-0.56887	0.49935
3149	260653	3610634	-0.10931	-0.99065	0.01735	-1.08569	-2.38498	-0.39383	0.69292
3150	254150	3628432	-0.2638	-0.81077	-0.25729	0.35037	0.26413	0.75241	0.29038
3151	245379.3	3621134	-0.68944	-0.06646	0.06338	0.05487	-1.51741	-0.06303	0.21933
3152	250000	3624850	-0.68584	0.30001	-0.16112	0.13057	-0.49304	0.58961	0.25659
3153	247750	3592250	-0.79323	-0.35133	0.7694	1.47844	2.4098	1.5433	0.16903
3154	257823.2	3632246	-0.53709	-1.09602	0.26524	-0.25353	0.00157	-1.27533	0.12335
3155	231300	3612400	-0.81578	-0.43172	-0.23211	0.0013	0.51152	-0.86030	-0.11782
3156	230450	3650360	-0.79264	0.36329	0.49037	0.18274	-0.56082	-1.63386	-0.64425
3157	221551.1	3605641	0.03319	0.75314	-0.81112	-1.96978	-1.43165	0.33039	-0.49159
3158	200222.7	3591413	-0.36623	0.64573	-1.54805	2.74153	-0.1471	-0.60007	-0.28152
3159	246295.4	3622263	-0.53302	0.06944	0.00678	-0.03104	-0.64816	0.94686	0.2603
3160	245950	3604700	0.01514	-1.25071	-1.00524	-2.09657	0.86554	-0.92500	1.49093
3161	254852.3	3620507	0.10798	0.68557	1.18759	1.20242	-0.69572	0.30357	0.28151
3162	262407.6	3608028	0.37291	-0.8987	1.96697	-1.25807	-1.11108	-0.58174	0.46924
3163	246950.9	3607836	-0.69063	1.02533	0.07943	-3.37192	0.40769	-2.0193	-1.58839
3164	251300	3618900	-0.3762	0.73075	-0.20463	0.15182	-0.99381	1.06373	0.38369
3165	257938.2	3631181	-0.08071	0.16113	-1.00296	-0.33575	1.41038	0.12143	0.12123
3166	250090	3600250	-1.06335	-1.80356	0.12964	0.96525	-0.69854	0.65102	-1.49688
3167	235417.3	3609393	-0.63705	-0.36356	-2.31609	0.71581	1.78492	0.72012	0.00607
3168	243050	3626957	0.42637	0.00958	0.43372	-1.69495	0.01364	-0.32407	-1.22927
3169	243213	3639520	-0.31364	-1.31435	-0.05134	1.10911	-0.39589	0.99013	0.52133
3170	238150	3650200	-0.21251	0.52914	1.72755	-0.23786	0.55034	-0.33893	-0.64402
3171	257791.9	3604356	-0.06484	0.31476	-0.73055	-2.07358	-0.34271	-0.1315	-1.13625
3172	263374.9	3624902	-0.3561	-0.07071	-0.00905	0.291	0.25406	0.23471	1.24039
3173	252500	3637192	-0.64067	0.03319	-0.71067	-1.40565	0.96934	-1.03271	-0.50931
3174	245435	3616810	0.19373	-0.75836	-0.56496	0.0126	-0.3603	0.72312	0.28137

عنصر	x	y	fac.1	fac.2	fac.3	fac.4	fac.5	fac.6	fac.7
3108	291564.8	385299.7	-0.99457	-1.55463	0.54491	-0.35612	0.20285	-0.46707	-1.30414
3109	240211.3	361774.8	-0.68621	-1.04283	-0.87227	-0.3807	0.09753	0.21101	-0.35302
3142	257550	365350	0.31351	0.38591	-0.16106	-1.56615	0.49743	2.38767	1.52417
3324	257073.6	361844.8	-0.21104	-0.10876	-1.15123	-0.30522	-0.27343	0.87248	0.12824
3333	236081.5	3653060	-0.38494	-0.15406	0.78146	0.61552	0.02527	-0.43022	-0.31873
3366	235276.3	3615415	-0.22427	-1.34674	-1.3453	-0.50803	1.51312	1.11728	-0.70059
3400	240682.5	3613107	-0.38121	0.32192	0.6882	0.06557	0.20849	0.35583	0.22415
3472	251418.1	3602312	-0.70022	0.16401	0.15046	-1.93711	-0.75623	-1.5631	-0.20513
3497	252450	3621350	-0.51444	-0.70461	-0.60631	-0.16739	0.77391	0.49392	0.00123
3534	251681.3	3622913	-1.11404	-0.00153	-0.17777	-0.11851	-0.23102	-0.39163	-0.59612
3540	257000	3604250	-0.02739	0.56361	-1.22031	2.28213	-1.09053	0.0777	0.04527
3602	234627.3	3521623	-0.80532	0.29149	0.40297	0.15039	-1.22307	0.25415	0.11323
3604	239000	3642500	-0.6442	-0.90275	-0.09736	0.11663	-0.30134	0.07491	0.43066
3650	236540.4	3604630	-1.1473	0.28924	0.95573	0.00448	-0.86122	0.31413	-0.23594
3651	241108.2	3500182	-0.62022	-0.12138	0.03454	-1.43373	0.35122	-0.16291	0.10271
3673	234500	3509500	-0.60929	1.26592	-1.67895	1.41333	-0.60903	0.80863	-0.07433
3698	240500	3622100	-0.63735	1.13482	-1.43856	1.56571	-1.45632	1.73697	-0.76783
3707	240035.3	3634080	-0.35643	0.26081	-0.01631	0.37891	0.74971	-0.35043	0.4024
3800	251703.7	3601867	-0.31133	-0.23113	0.42489	-0.32052	-0.13301	-1.10334	-0.39300
3822	234942.1	3510578	-0.47566	-1.13924	1.74106	-0.32851	-0.46092	0.10391	-0.73828
3900	237500	3642400	-0.31711	-0.83533	0.3530	0.09507	-0.13767	0.16561	0.35142
3907	234414.4	3643630	-0.6327	-1.3532	-0.04570	0.1233	0.45373	0.8334	0.53025
3939	261927.2	3627576	-0.64217	0.32833	1.3937	0.31063	-0.32957	1.2442	-0.75496
3983	251010.1	3631631	-0.40758	0.12403	-1.26419	1.95333	0.23253	-1.04655	0.38269
4021	243100	3651500	-0.69256	-0.35997	0.24617	0.29353	0.32176	-0.53991	0.02972
4068	259300	3612750	0.31803	0.49343	0.79703	-0.21319	0.3672	-0.43684	0.46392
4266	257500	3630750	-0.38745	-0.39692	-0.41331	0.47321	-0.50917	1.4837	0.17759
4300	240700	3652000	0.77360	0.21432	-0.04378	0.30265	0.24968	-1.39733	0.22005
4340	234617.3	3602015	-0.80926	0.20134	0.73671	-0.23026	0.33036	-1.01393	0.13324
4399	247306.3	3642110	0.749	0.51843	-0.63422	0.276	-1.50534	0.30435	0.14039
4400	261053	3621580	0.21412	-0.21334	0.1494	1.45541	-0.30185	0.43582	0.39277
4500	256843.1	3631542	-0.48541	-0.98043	0.19034	0.18714	0.92112	1.14336	0.73352
4536	236230.6	3641997	-1.16174	-1.87043	0.52837	0.38314	-0.31323	0.60303	-0.75831
4604	243150	3609900	-0.43433	0.22191	-0.29751	-0.71041	-0.27938	-0.47245	0.73921
4670	240130.3	3619199	-0.57131	-0.53010	0.55205	0.08481	-0.44342	1.22503	0.70329
4687	200300.1	3623472	-0.18652	0.26310	0.91097	0.43614	-0.3323	1.33368	0.07455
4708	242269.7	3625282	-0.73131	0.67253	1.83670	0.54977	-0.3206	1.23547	0.36365
4709	263390	3622750	-0.67788	-0.07427	2.38085	1.35005	-0.7353	1.16104	0.25870
4721	232717.3	3611527	-0.26198	0.34133	0.71778	0.19091	-0.10333	0.58195	0.42347
4722	244346	3649404	-0.66321	1.0736	0.20711	0.96331	-1.11723	0.02713	2.12812
4760	240322.5	3637510	0.66366	-1.87981	0.23063	0.19142	0.36339	0.42875	-0.3801
4778	236435.3	3617692	-0.73523	0.11706	-0.62083	0.70176	-0.20427	0.22032	-0.23172
4829	261330	3638100	-0.93254	-0.76424	0.88889	0.60446	0.32173	-0.7247	0.2332
4828	250450	3640800	0.20086	2.29548	-0.75022	0.99367	2.27349	1.25005	0.01821
4850	247700	3644300	-1.02210	0.97943	0.15417	0.23203	-1.8036	-0.02434	-0.4109
4824	230181.5	3640173	-0.73217	-0.82652	0.32015	-0.66354	1.36432	0.12393	1.3023
4831	262140.6	3633671	-0.04904	-1.63007	0.84127	0.71728	0.21651	0.73095	0.67227
4835	260700	3630400	-1.05343	0.10518	1.30523	0.75258	1.19086	-0.414	0.12068
4870	23455	3649853	-1.16975	0.00636	0.98572	1.92755	-0.2533	1.24055	1.53073
4921	244315	3633533	-0.35483	-0.37311	0.62306	-0.3203	0.76173	0.31373	1.13337
4922	201700	3660100	-0.65205	-0.07457	-1.11303	0.7233e	0.92224	-0.77462	-0.05612
4937	217550	3621100	0.73219	0.33440	0.35444	1.58341	0.24545	0.95335	0.1765

num	x	y	fac.1	fac.2	fac.3	fac.4	fac.5	fac.6	fac.7
2517	246318.6	3602408	-0.79175	1.26785	0.91491	-0.80306	-0.04254	0.22337	0.12571
1886	243200	3524000	-0.72013	-0.75998	0.17033	-0.42135	-1.16175	0.35334	-2.23911
3176	262995.2	3649290	-0.6611	-0.16992	0.38471	-0.0679	0.22704	-0.40098	-0.11233
1384	249747.4	3631550	-0.8210	-0.40491	0.05726	-0.37038	0.93448	-0.47389	-0.90003
2149	236500	3551350	-0.81433	0.0167	0.60073	0.3132	-0.33367	0.51354	0.34332
4766	256150	3682242	-0.67672	0.05395	0.45153	-0.06917	-0.18847	0.64485	-0.35090
4622	261861.3	3610683	-0.52109	-1.71815	-0.52907	-0.22236	-1.32563	0.37266	-1.42500
2748	237850	3549910	-0.7383	1.73729	0.68576	0.89053	0.27507	0.00710	-0.93335
1371	245835.0	3615253	-0.28443	-1.19352	0.57727	0.34563	1.47260	1.03385	1.37356
6121	264678.1	3699157	-0.58096	-0.15049	0.09316	-0.5542	0.19057	0.6317	0.87159
1823	259077.4	3600530	-1.06691	-1.44111	-0.06895	-1.36991	1.0015	0.93017	-0.24506
3017	267122.8	3605225	-0.65075	1.005	0.09904	-1.3224	-0.9285	-1.95017	-0.35120
6493	240050	3603450	-0.60389	0.77308	-1.02389	-0.52046	1.31025	0.53051	0.34512
2077	253054	3599987	-0.69454	-1.71025	1.15204	2.07592	3.40241	-0.95122	-0.36110
1129	239300	3540350	-0.40473	1.12155	0.35173	0.0933	0.71120	0.23702	-0.04050
1341	242904.7	3643391	-0.5753	-0.68003	0.03654	1.56132	0.23251	0.36083	-0.17323
1356	231118.1	3620392	-0.94550	0.96335	0.75462	1.72541	-1.09326	0.21455	-2.05125
1721	230000	3613750	-0.70973	-1.4528	-0.7245	-2.69044	0.84337	0.37003	-0.46393
6134	241091.2	3591381	-1.16936	-0.54373	0.93163	0.95971	-0.99517	-1.27103	0.36949
2399	231194.1	3651537	-0.5412	0.19919	-2.09953	1.25003	0.13095	-0.65211	-0.66483
6145	261508	3599147	-1.26521	-0.46201	0.07108	-0.68471	1.21914	-1.10613	-0.44391
1022	232435.3	3643940	-0.92317	1.57209	0.11485	-0.94123	0.3355	1.51020	1.10572
4673	239500	3563110	-0.9573	0.78705	0.09156	-0.19514	-0.30303	-0.3308	0.16732
1389	210603.4	3618190	-1.00049	1.08984	-0.91473	3.05187	-1.7273	0.04782	-0.33508
2823	23965	3601291	-0.9339	0.10352	-0.99837	-1.73667	-1.4954	3.35057	0.07317
3167	263120.2	3572535	-0.72275	-0.83735	0.01343	-0.00173	-0.02281	0.38373	0.72756
3463	260705.6	3614618	-0.7	-0.81347	1.4148	0.1117	-0.65319	-0.65022	2.64535
5118	235770.4	3643232	-0.9939	0.47361	-0.2873	-1.3853	-1.67294	0.15323	-0.69785
2074	231450	3577000	-0.52727	1.33134	0.30133	2.50565	-2.12392	1.27506	-0.04515
6623	243000	3553750	-0.68415	0.20186	0.32058	0.37354	-1.60300	-0.0581	0.11379
9813	239317.1	3601345	-0.42554	0.57774	-0.36309	-0.8441	-2.20867	-0.12655	0.0427
1813	213383.3	3621570	-0.5286	-0.30643	-0.12602	1.40443	0.60873	1.01343	1.13822
3124	243100	3644000	-0.98105	-0.99338	-0.57431	0.31173	1.00359	2.53772	0.77738
3015	247750	3630900	-0.77914	-0.668	-0.37904	2.1547	2.12553	-2.05959	0.53871
1224	232850.5	3636050	-0.42625	-1.94819	0.72925	2.25581	-0.34603	-0.21367	-0.26927
1583	257104	3642570	-0.97404	0.01311	1.48335	-0.92329	0.24471	0.54115	0.04381
3833	244701	3633000	-0.51321	0.56538	1.47265	-1.18623	-0.68454	1.84072	0.00144
3893	217700	3609500	-0.25125	0.38005	-0.00417	1.8331	-2.28145	0.09690	-0.5987
6753	231533.7	3611707	-1.31263	-1.03153	-1.47017	1.53333	0.81573	0.33792	0.13236
1076	233351.6	3613653	-0.74643	-1.66206	0.31659	0.51147	1.03854	1.53774	0.61233
3118	217338	3652158	-0.57199	0.28634	-1.08633	0.31484	-1.37541	0.18444	0.68713
5177	240435	3645950	-0.81812	1.03525	0.04529	0.13129	0.20733	0.69823	0.86748
3214	202223.3	3633257	-0.77131	-1.39973	2.44243	0.76797	-0.68632	2.07763	0.35784
6877	256050	3623650	-0.87152	-0.67525	-1.8873	-0.69125	0.4145	-0.56836	0.42335
2145	235590.1	3633453	-1.46767	-0.19383	0.04704	0.21584	0.80363	-0.14330	0.28047
3025	237130	3601100	-1.08077	0.33992	-0.67050	-1.07071	0.43842	0.4431	0.09123
1123	240100	3644500	-1.4084	-0.67286	0.46633	0.10148	-1.7513	-0.30923	-0.13929
1621	261103.7	3699738	-1.3364	-1.33667	0.77829	-0.56242	0.47086	0.51584	-0.12481
1100	261300	3603400	-1.25779	0.05868	0.83231	-1.53104	0.93305	-1.21521	-0.61196
1313	247353	3602155	-0.60353	0.81062	-0.68216	-0.65508	0.80032	1.64413	1.27876
3285	245561.3	3640047	-0.45211	-1.16872	0.78895	0.05825	0.84857	2.30944	0.87750
3227	262220	3638791	-0.97617	-1.13367	-0.75234	0.45122	0.702	-0.93373	0.00733

ردیف	x	y	fac.1	fac.2	fac.3	fac.4	fac.5	fac.6	fac.7
3109	252800	3647400	-0.45075	-0.49484	0.48447	-0.83101	-1.72105	1.60011	0.13365
3112	247050	3643500	-1.19083	-1.31353	-2.78423	-1.83433	0.48507	-2.36002	-3.42797
3115	249700	3618750	-0.80369	0.50842	-1.69611	2.522	-0.78700	0.76891	-0.07000
3152	264731.6	3005875	-1.23452	-0.20426	0.13321	-2.19809	-0.00295	-1.83692	-2.12700
3156	254850	3620600	-1.26307	-1.67426	0.32127	0.58300	-0.37882	1.13074	-0.52139
3177	234450	3611500	-1.20414	1.61602	-1.09029	1.14126	-0.64761	0.07637	0.1254
3188	264471.6	3801131	-1.44749	-0.1159	0.83804	-2.24063	1.50227	-1.78244	1.25075
3188	279800	3617386	-1.09285	-0.37701	2.12385	1.31608	0.86784	2.64915	1.72393
3194	251750	3652000	-1.13821	-0.40315	-0.87574	0.80096	-0.04050	1.01343	0.12122
3196	253459.3	3634584	-1.53016	-2.31994	-0.18653	-0.00631	1.21145	-2.11056	-2.86742
3197	265713	3599632	-1.33905	-1.48661	0.48627	-1.14340	1.70285	0.73851	-1.25739
3198	282100	3645750	-1.02033	0.17812	-2.22172	2.60295	1.26011	0.12692	-2.06200
3199	219200.3	3616209	-1.08064	-0.02687	-1.22376	0.7411	-0.15676	0.6814	-0.78306
3199	253660	3650800	-0.87355	-0.82744	-3.98196	-0.94959	0.26896	-0.89829	0.0873
3200	271450	3613500	-1.08347	0.99537	-1.50725	2.4381	0.5648	0.66411	-0.91003
3201	268707.7	3630057	-0.9128	-1.54824	1.5895	-0.09319	0.54157	0.89032	0.21586
3201	167950	3650000	-1.58988	1.15566	0.235	0.32653	0.82014	0.75396	-0.83792
3202	251550	3655850	-0.89218	-1.60903	-3.10662	-1.69096	-0.0944	-0.44761	-0.04250
3202	258360	3621500	-1.05062	-1.29331	-2.35448	-0.00026	0.37386	-0.01884	0.16275
3204	260100	3616550	-1.38423	0.8891	-0.53274	0.04131	0.37786	1.00045	0.05776
3205	263412.6	3631431	-1.02834	-1.50556	2.91385	-0.09241	-0.03066	1.35357	0.26352
3206	260650	3622800	-1.66233	-0.55331	1.52754	0.31491	-0.01512	-0.48708	0.50145
3206	240100	3616550	-1.58801	0.57289	-0.32437	1.24212	-0.19082	0.8809	1.62056
3208	221550	3615750	-1.17881	0.64553	0.2988	1.02854	-0.74582	2.58975	-0.44971
3208	246949.3	3617333	-1.92891	1.12244	-0.95124	0.99464	0.93716	-0.40272	1.32767
3208	254100	3617750	-1.46409	-1.60074	-1.39064	-2.39492	-2.00100	1.10314	-0.80375
3208	262750	3642250	-0.58023	1.72847	-1.47353	-1.76767	0.50067	-0.17032	0.68715

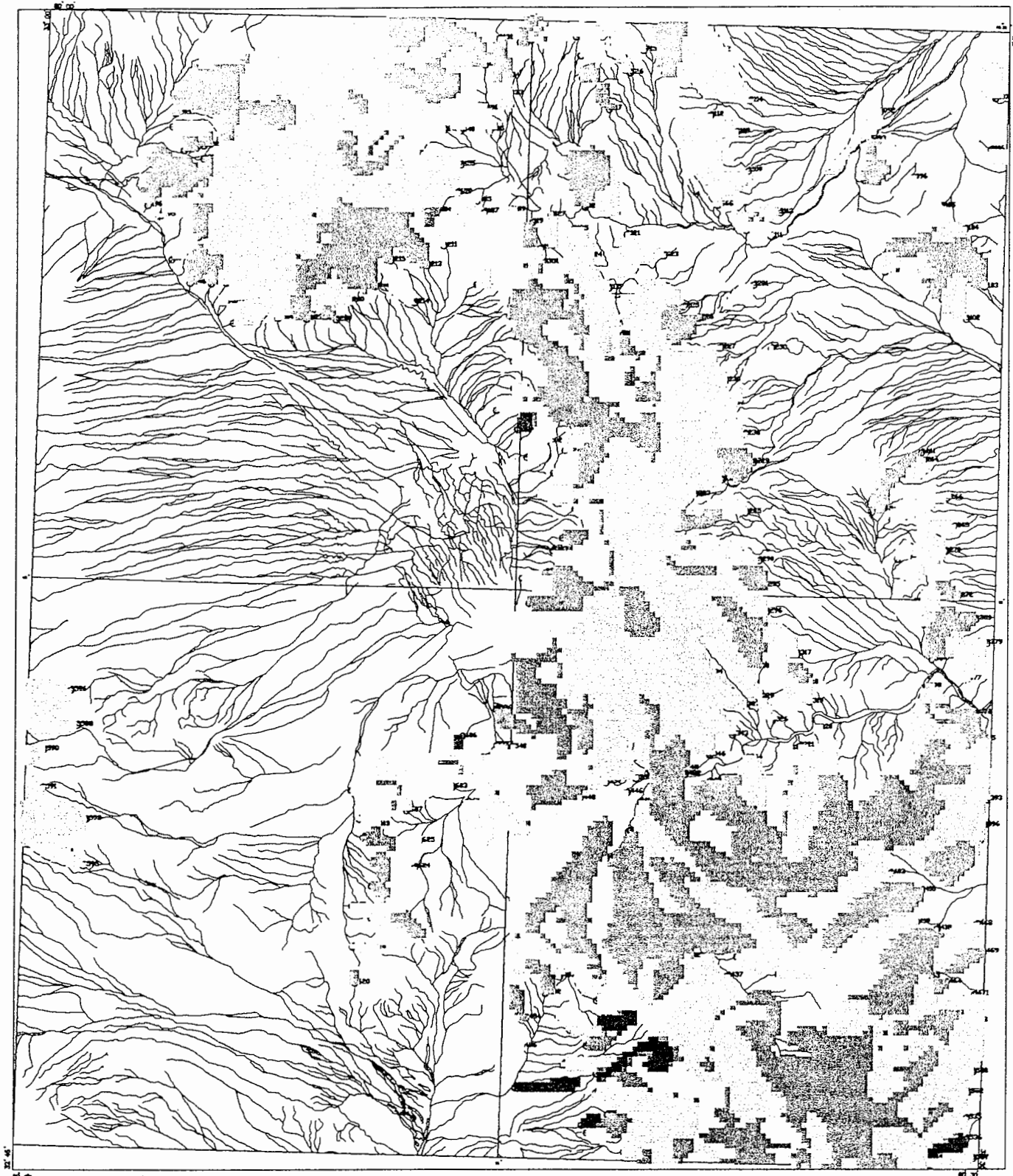
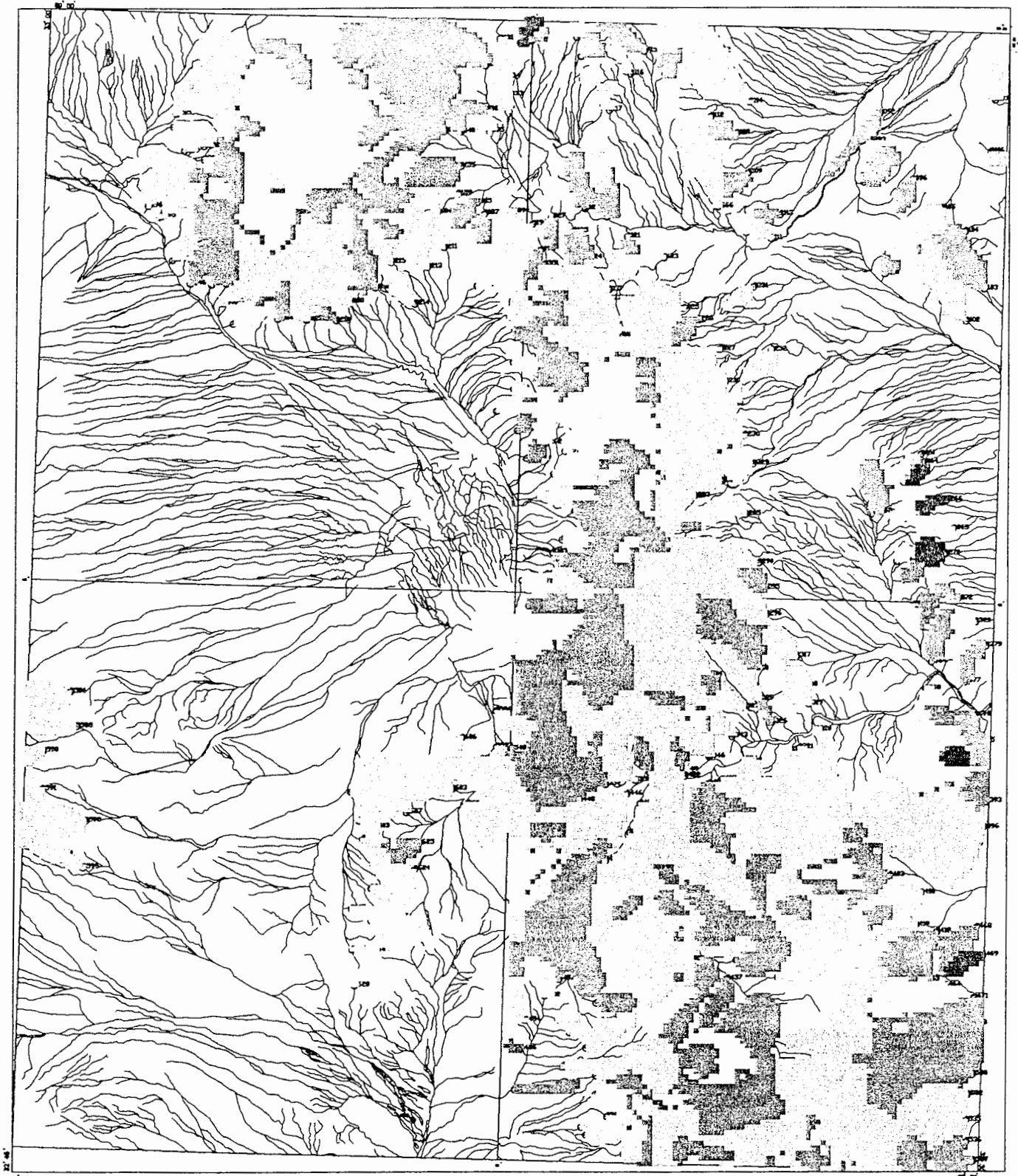


Fig (5-1): Grid Estimate Map of Distribution of factor 1

LEGEND	
Geochemical Sample	100
Drainage	100.1
Road	100.2
Populated Area	100.3
Unit of Anomaly Area (250 * 250 m)	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of factor 1 (Cr, Ni, Co, Mg)	
Scale=1:100,000	Map No.1



Fig(5-2) : Grid Estimate Map of Distribution of factor3

LEGEND

■	Geochemical Sample	■	100
○	Drainage	□	100.3
—	Road	■	10.0
○	Populated Area	■	1.0

Unit of Anomaly Area of 250 * 250 m



Regional Geochemical & Heavy Mineral
Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet

Grid Estimate Map of Distribution
of factor3 (Cu, Mn, V)

Scale=1:100,000 Map No.1

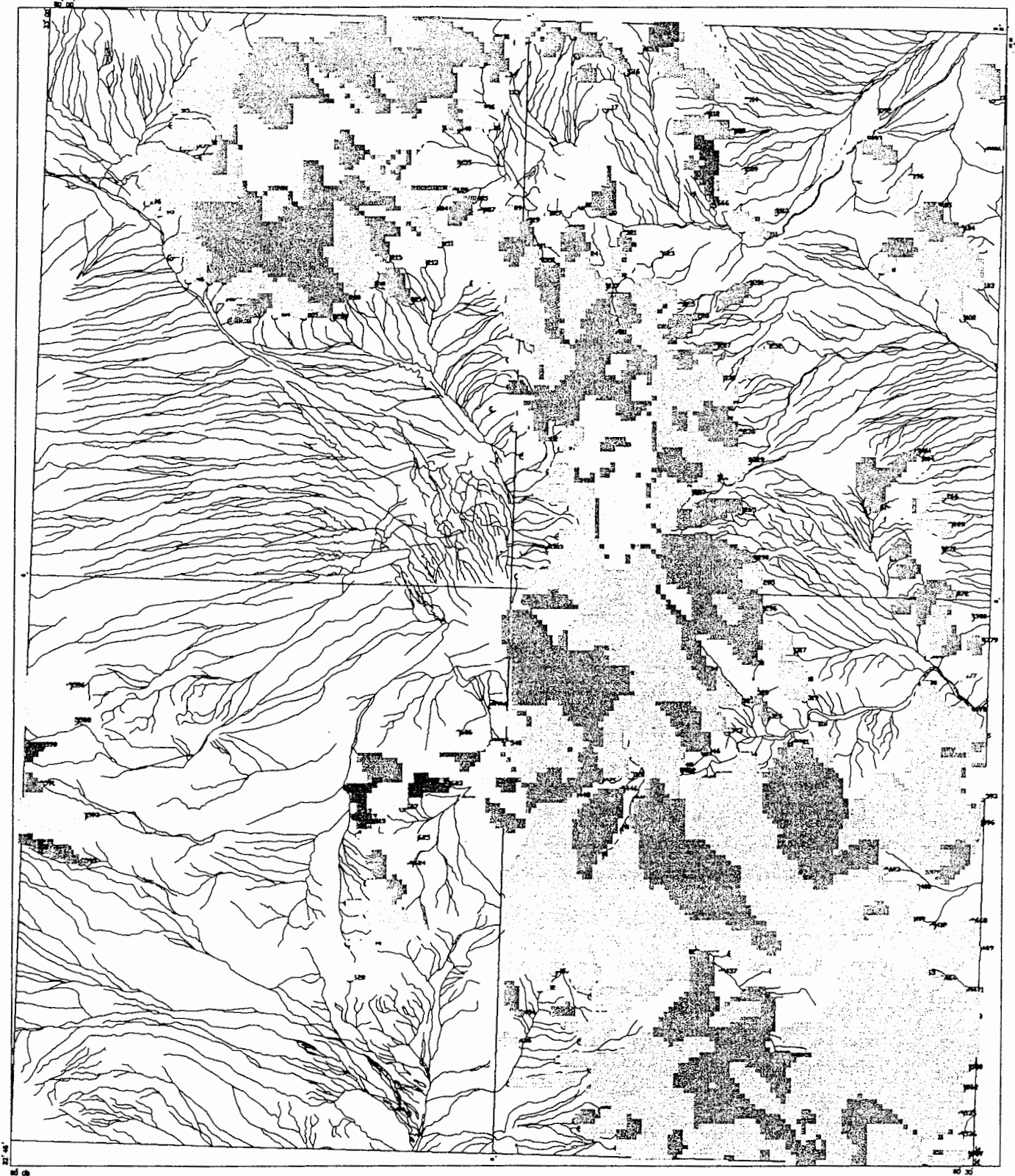


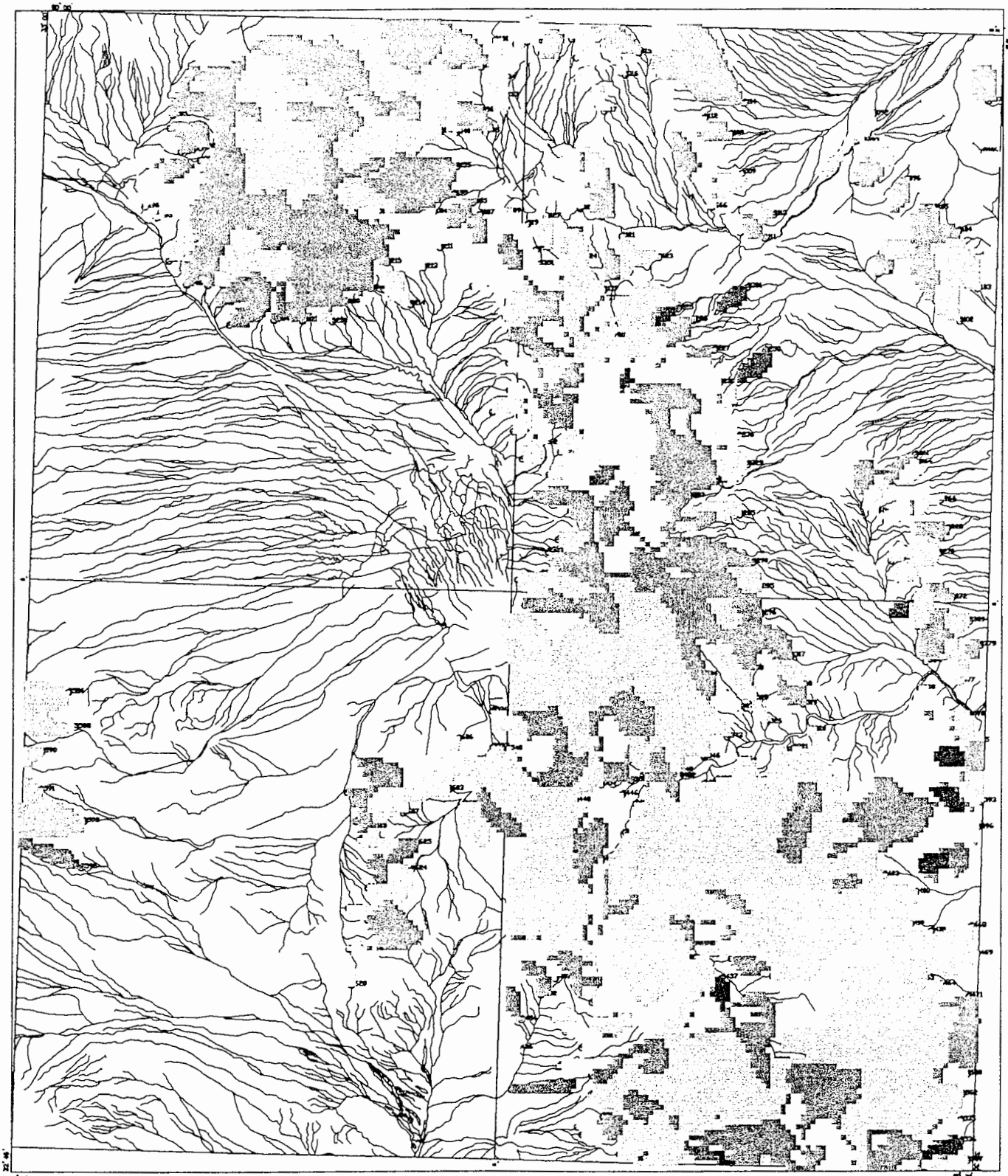
Fig (5-3): Grid Estimate Map of Distribution of factor4

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area: 250 * 250 m	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of factor4 (SiO ₂)	
Scale=1:100,000	Map No.1

Gazic (8055)



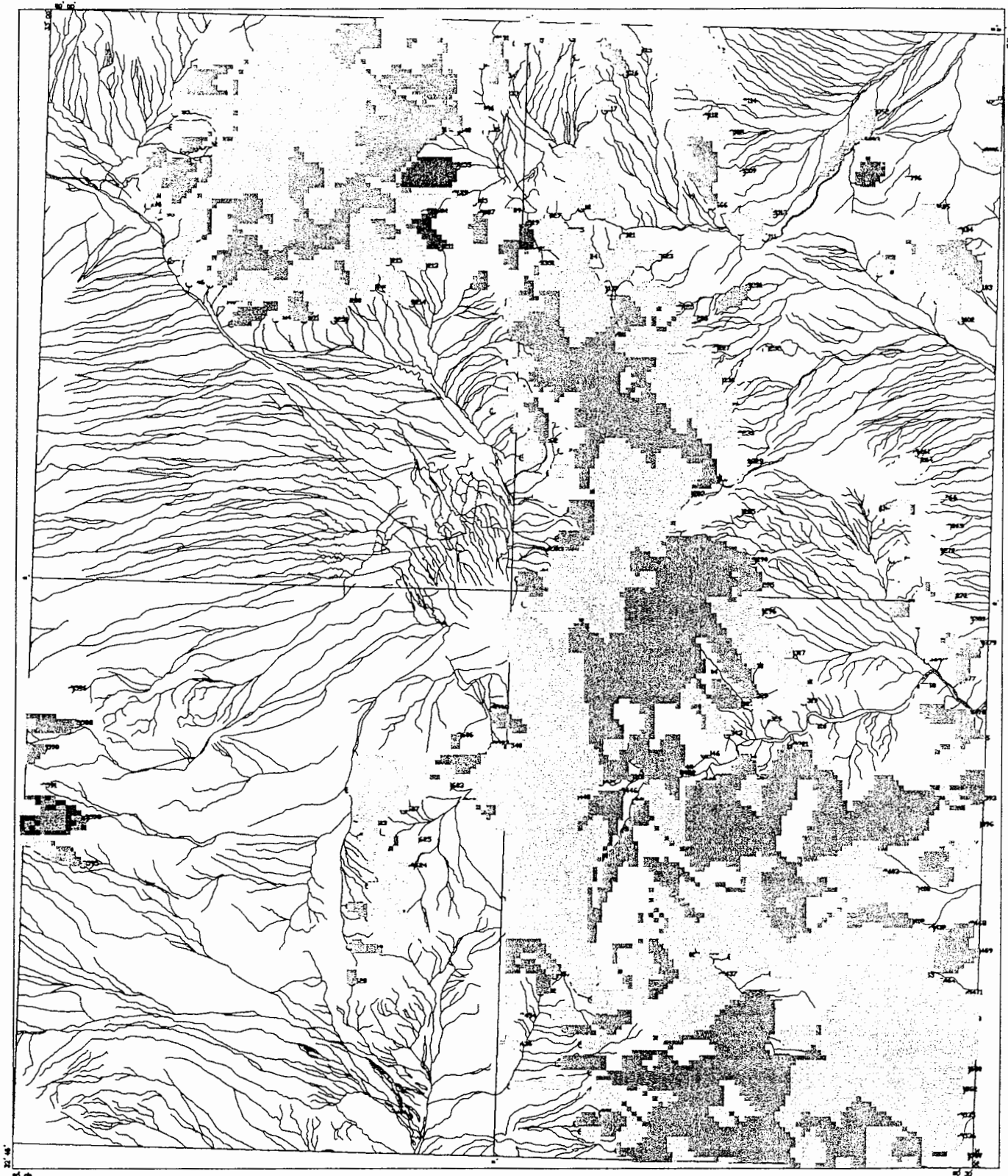
Fig(5-4) : Grid Estimate Map of Distribution of factor5

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area(250 * 250 m)	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of factor5 (Ba, B, K2o)	
Scale=1:100,000	Map No.1

Gazic (8055)

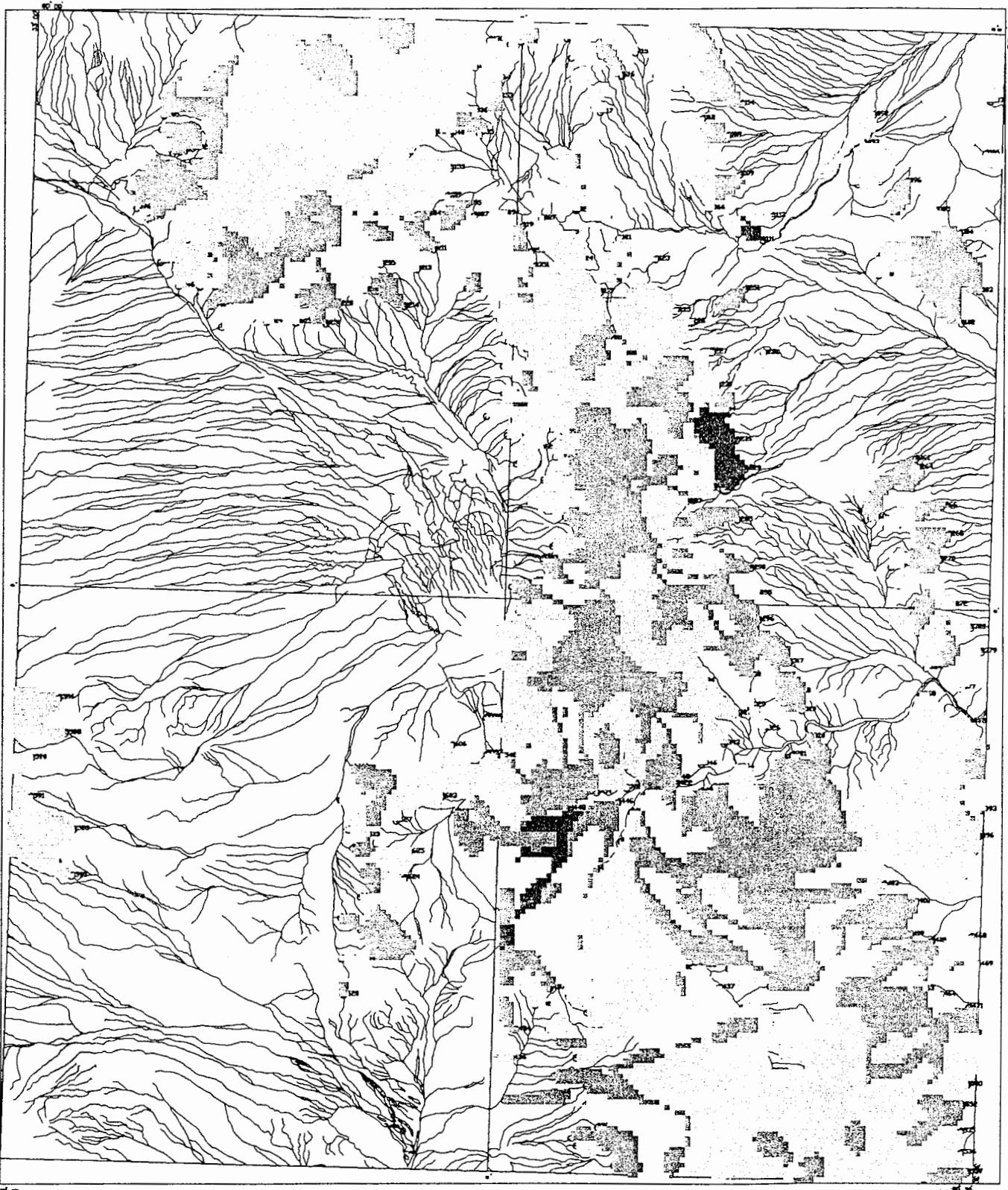


Fig(5-5) : Grid Estimate Map of Distribution of factor 6

LEGEND	
■ Geochemical Sample	■ 100
▨ Drainage	▨ 100.5
— Road	▨ 101
○ Populated Area	▨ 102
	▨ 103
Unit of Anomaly Area: 250 * 250 m	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1/100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of factor 6 (Ti, Zr)	
Scale=1:100,000	Map No.1

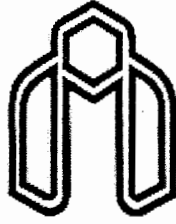


Fig(5-6) : Grid Estimate Map of Distribution of factor 7

LEGEND	
	Geochemical Sample
	Drainage
	Road
	Populated Area
Unit of Anomaly Area (250 * 250 m)	



Regional Geochemical & Heavy Mineral Exploration in Gazic 1:1100,000 Sheet	
Grid Estimate Map of Distribution of factor 7 (Na ₂ O, K ₂ O)	
Scale=1:100,000	Map No.1



Shahrood University of Technology
Faculty of Mining and Geophysics

**Analysis and interpretation of geochemical data for
exploration gasic area.**

By:

A. kamkar rajabi

Supervisor:

Dr. A. Moradzadeh

Advisor:

Dr. M. ziaee

February 2004