





دانشکده: معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه: اکتشاف

تحلیل ژئوشیمیایی فاکتورهای مؤثر در کانی سازی منطقه زوزن ۲ به

منظور ارزیابی پتانسیل‌های احتمالی پنهان

زهره جنگروی

استاد راهنما:

دکتر رضا قوامی ریابی

استاد مشاور:

احسان حاج ملاعلی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

۱۳۸۹

مقالات مستخرج از پایان نامه

Using the regression and PCA analysis in identification of the probably polymetal mineralization (International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM 2010)

تعیین شاخص‌های اکتشافی به منظور ارزیابی و اولویت‌بندی مناطق با اهمیت کانی‌سازی بر

اساس تحلیل‌های چندمتغیره (چهارمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور آبان ۱۳۸۹)

تقدیم به :

پدرم, که شانه‌هایش تکیه‌گاه زندگی‌م بوده است.

مادرم, که وجودم برایش همه رنج و وجودش برایم همه مهر است.

و تقدیم به همه عزیزانی که از گذشته تا اکنون،

مرا در رسیدن به اهدافم یاری نموده‌اند.

تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر رضا قوامی ریایی که با رهنمودهای بسیار ارزشمندشان مرا در انجام این پایان نامه یاری رساندند کمال قدردانی و سپاس را دارم.

از آقایان عبدالعظیم حاجملاعلی مدیرعامل شرکت مهندسی مشاور کان ایران که اطلاعات مورد نیاز را در اختیار اینجانب قرار دادند و احسان حاجملاعلی که مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر و قدردانی می نمایم.

از آقایان مهدی زارع (مسئول آزمایشگاه ژئوفیزیک)، کیومرث سیفپناهی (مسئول سایت کارشناسی ارشد) و خانم اکرم اعتمادی به دلیل همکاری صمیمانه شان سپاسگزارم. در آخر از کلیه اساتید، دوستان و همکاران در دانشگاه صنعتی شاهرود که هر یک به نحوی مرا در انجام این کار یاری رساندند کمال قدردانی و سپاس را دارم.

چکیده

تفکیک زمینه از آنومالی در اکتشافات ژئوشیمیایی، به عنوان یکی از روشهای اکتشافات معدنی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، در این تحقیق به منظور جداسازی زمینه از آنومالی شاخص ژئوشیمیایی چندمتغیره از روش تک‌متغیره روندسطحی کمک گرفته شده است.

مطالعه حاضر شامل بررسی‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبره‌ای است که بر روی محدوده زوزن II با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ صورت گرفته است. منطقه مورد مطالعه با وسعتی حدود ۵۸ کیلومتر مربع در ۹۰ کیلومتری شرق شهرستان گناباد در استان خراسان رضوی قرار گرفته است.

در این تحقیق ابتدا داده‌ها جهت مطالعات آماری تک‌متغیره و چندمتغیره مورد آماده سازی قرار گرفتند. بعد از اینکه مطالعات نرمال‌سازی بر روی کل داده‌های منطقه صورت پذیرفت نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر خام در سطح منطقه ترسیم گردید. نتایج بدست آمده از این بخش از مطالعات نشان داد که عناصر مس، طلا، نقره، روی، سرب، باریم، تنگستن، آرسنیک و کادمیوم از توزیع غیرنرمال در منطقه برخوردار بوده و نقشه پراکندگی داده‌های این عناصر از همپوشانی خوبی با یکدیگر برخوردارند. همچنین نقشه‌های توزیع عناصر نشان دهنده آن است که آنومالی‌های با اهمیت عناصر مذکور در نیمه شمالی منطقه واقع شده و نیمه جنوبی منطقه به لحاظ پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر از اهمیت کمتری برخوردار می‌باشد.

در نیمه شمالی منطقه مطالعات آماری آنالیز همبستگی، کلاستر و تحلیل مولفه‌های اصلی صورت گرفت. نتایج بررسی‌ها نشان داد که عناصر مس، سرب، روی، طلا، نقره، کادمیوم، تنگستن و بیسموت به عنوان گروه‌های پارائنز از همبستگی خوبی با یکدیگر برخوردار هستند و با توجه به شواهد زمین شناسی در منطقه احتمال کانی‌سازی پلی‌متال درجه حرارت پایین تا متوسط در منطقه دور از انتظار نمی‌باشد.

بمنظور بدست آوردن نقشه مبنا، برای ادامه تحلیل‌ها، محدوده‌های با اهمیت ژئوشیمیایی عناصر در نیمه شمالی منطقه مشخص گردیده سپس نقشه پراکندگی کانی‌های سنگین با اهمیت نیز با این محدوده‌ها تلفیق شده و موقعیت نمونه‌های دارای غنی‌شدگی به عناصر فلزی حاصل از مرحله چک آنومالی بر روی نقشه مذکور مشخص گردید. نهایتاً محدوده امیدبخش در نیمه شمالی به عنوان محدوده مستعد کانی‌سازی مشخص و معرفی گردید.

در مرحله بعد آنالیز دومتغیره و چندمتغیره بر روی ۵۰ نمونه (۲۵ نمونه آنومال و ۲۵ نمونه غیرآنومال) در نیمه شمالی منطقه صورت پذیرفت تا شاخص مناسب در منطقه جهت شناسایی آنومالیها بر روی نقشه مبناء، بدست آورده شود. با توجه به نتایج بدست آمده از این بخش نهایتاً شاخص ژئوشیمیایی شش عنصری $Au+Ag+Pb/Ti+Cr+Ga$ جهت تفسیر پراکندگی عناصر با اهمیت در منطقه بدست آمد. در نهایت با محاسبه این نسبت برای داده‌های کل منطقه و با رسم نقشه تغییرات آن، نتایج بدست آمده با نقشه مبناء مقایسه و مورد تأیید قرار گرفت.

در بخش نهایی این تحقیق روش روند سطحی بر روی شاخص ژئوشیمیایی بدست آمده با روندهای مختلف (درجه ۲ تا ۶) اعمال گردید. نقشه‌های باقیمانده (بعد از حذف اثرات زمینه یا ناحیه‌ای) با نقشه مبناء مقایسه شده و در نهایت نقشه روند سطحی درجه ۴ موفق به جداسازی نواحی آنومال از زمینه در کل منطقه شمالی و جنوبی گردید. بدین ترتیب از یک تحلیل تک‌متغیره در جداسازی زمینه از آنومالی یک شاخص کانی‌سازی چندمتغیره بهره گرفته شد.

کلمات کلیدی: روند سطحی، پراکندگی ژئوشیمیایی، شاخص ژئوشیمیایی، نسبت عنصری،

کانی‌سازی پلی‌متال، منطقه زوزن

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
..... أ	تشکر و قدردانی.....
..... ب	چکیده.....
..... د	فهرست مطالب.....
..... و	فهرست اشکال.....
..... ح	فهرست جداول.....
..... ۱	فصل اول.....
..... ۲	۱-۱- مقدمه.....
..... ۳	۱-۲- ضرورت انجام طرح.....
..... ۳	۱-۳- طرح مسئله و هدف از انجام تحقیق.....
..... ۵	۱-۴- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی منطقه مورد مطالعه.....
..... ۶	۱-۵- جمع آوری اطلاعات.....
..... ۸	۱-۶- سازماندهی پایاننامه.....
..... ۹	فصل دوم.....
..... ۱۰	۲-۱- مقدمه.....
..... ۱۰	۲-۲- چینه نگاری و زمین شناسی منطقه زوزن.....
..... ۱۲	۲-۲-۱- پالئوزوئیک.....
..... ۱۲	۲-۲-۱-۱- واحد (Pzm):.....
..... ۱۳	۲-۲-۱-۲- واحد (Css):.....
..... ۱۳	۲-۲-۲- سنوزوئیک.....
..... ۱۵	۲-۳- سنگ های آذرین درونی و نیمه ژرف.....
..... ۱۵	۲-۳-۱- واحد (mgr):.....
..... ۱۵	۲-۳-۲- واحد (gd):.....
..... ۱۵	۲-۴- کواترنر.....
..... ۱۵	۲-۴-۱- واحد (Qf):.....
..... ۱۶	۳- وضعیت ساختاری و زمین شناسی ساختمانی منطقه.....
..... ۱۷	۴- زمین شناسی اقتصادی و پتانسیل های معدنی منطقه.....
..... ۱۷	۴-۱- آثار معدنی مشاهده شده در جنوب باختر- باختر به برزو.....
..... ۱۸	۴-۲- اثر معدنی سبزپنبه.....
..... ۱۸	۴-۳- اثر معدنی حمزه هورا (حدفاصل پنبه سبز و خلط آباد).....
..... ۱۹	۵- کانی سازی تیپ پلی متالیک رگه ای.....
..... ۲۰	۶- شبکه نمونه برداری منطقه مورد مطالعه.....

۲۲	۷-۲- آماده سازی و آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی.....
۲۳	فصل سوم.....
۲۴	۳-۱- مقدمه.....
۲۴	۳-۲- فایل بندی داده های خام و جایگزینی دادههای سنسورد.....
۲۹	۳-۳-آزمون مقادیر خارج از ردیف.....
۲۹	۳-۳-۱-آزمون مقادیر خارج از ردیف برای داده های با گسترش زیاد (روش دورفل).....
۳۳	۳-۴- مطالعات آماری تک متغیره.....
۳۳	۳-۴-۱- پارامترهای آماری داده های خام.....
۳۸	۳-۵- نرمال سازی داده های خام.....
۴۳	۳-۶- ترسیم نقشه های تک عنصری.....
۵۶	فصل چهارم.....
۵۷	۴-۱- مقدمه.....
۵۷	۴-۲- تحلیل آماری دو متغیره.....
۶۱	۴-۳- تجزیه و تحلیل خوشه ای.....
۶۵	۴-۴- تجزیه و تحلیل فاکتوری.....
۷۱	۴-۵- ترسیم نقشه کانی سنگین و بررسی انتشار کانی های با اهمیت.....
۷۲	۴-۶- رسم نقشه مینا.....
۷۵	فصل پنجم.....
۷۵	تحلیل آماری بر روی دادههای آنومال.....
۷۶	۵-۱- مقدمه.....
۷۶	۵-۲- پردازش های آماری بر روی داده های آنومال.....
۸۲	۵-۳- تعیین نسبت های چندعنصری.....
۸۶	۵-۴- محاسبه فاکتورها و رسم نمودار تغییرات فاکتورها.....
۸۸	۵-۵- آنالیز روندسطحی.....
۹۱	۵-۵-۲- روند سطحی ارتونرمال.....
۱۰۰	فصل ششم.....
۱۰۱	۶-۱- نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۱۰۳	منابع.....
۱۰۷	پیوست ۱.....
۱۱۰	پیوست ۲.....
۱۱۲	پیوست ۳.....
۱۱۴	پیوست ۴.....
۱۱۷	Abstract.....

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱): نقشه جانمایی محدوده زوزن II بر روی نقشه نواحی امید بخش بر پایه مطالعات ژئوشیمیایی یکصد هزارم ورقه زوزن.....	۴
شکل (۲-۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰.....	۵
شکل (۳-۱): نقشه راههای دسترسی به منطقه به همراه روستاهای نزدیک آن.....	۶
شکل (۱-۲): نقشه زمین شناسی منطقه زوزن II [کان ایران، ۱۳۸۸].....	۱۱
شکل (۲-۲): نقشه محل نمونه های برداشت شده از سطح منطقه زوزن [کان ایران، ۱۳۸۸].....	۲۱
شکل (۱-۳): حد آستانه ای مقادیر خارج از ردیف به عنوان تابعی از تعداد نمونه و سطح اعتماد.....	۳۰
شکل (۲-۳): هیستوگرام فراوانی عناصر طلا، نقره، آرسنیک، آنتیموان، مس، مولیبدن، سرب، روی.....	۳۶
شکل (۳-۳): هیستوگرام فراوانی عناصر باریم، جیوه، بیسموت، کادمیوم، تنگستن، قلع، منگنز و آهن.....	۳۷
شکل (۴-۳): هیستوگرام عناصر نرمال شده طلا، نقره، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن، مس، سرب و روی.....	۴۰
شکل (۵-۳): نمودار هیستوگرام عناصر نرمال شده قلع، تنگستن، آهن، منگنز، بیسموت، کادمیوم، جیوه و باریم.....	۴۱
شکل (۶-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر طلا.....	۴۵
شکل (۷-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر سرب.....	۴۶
شکل (۸-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر نقره.....	۴۷
شکل (۹-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر باریم.....	۴۸
شکل (۱۰-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر مولیبدن.....	۴۹
شکل (۱۱-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر روی.....	۵۰
شکل (۱۲-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر آنتیموان.....	۵۱
شکل (۱۳-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر کادمیوم.....	۵۲
شکل (۱۴-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر آرسنیک.....	۵۳
شکل (۱۵-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر مس.....	۵۴
شکل (۱۶-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر بیسموت.....	۵۵
شکل (۱-۴): نمودار خوشه ای عناصر.....	۶۴
شکل (۲-۴): نمودار مقادیر ویژه در مقابل تعداد مولفه ها.....	۷۰
شکل (۳-۴): نقشه پراکندگی نمونه های کانی سنگین در بخش شمالی منطقه زوزن.....	۷۳
شکل (۴-۴): نقشه مبناء حاصل از همپوشانی نمونه های کانی سنگین، نتایج چک آنومالی و مطالعات ژئوشیمیایی تک عنصری.....	۷۴
شکل (۱-۵): نمودار مقادیر ویژه در مقابل تعداد مولفه ها.....	۷۹
شکل (۲-۵): نمودار خوشه ای عناصر.....	۸۱
شکل (۳-۵): تغییرات نسبت جمعی ده عنصری (a) و ضربی ده عنصری (b) در مقابل عنصر سرب.....	۸۳

- شکل (۴-۵): تغییرات نسبت جمعی شش عنصری (a) و نسبت جمعی هشت عنصری (b) در مقابل عنصر سرب..... ۸۳
- شکل (۵-۵): تغییرات نسبت جمعی (چهار عنصری) در مقابل عنصر سرب..... ۸۳
- شکل (۶-۵): نمودار تغییرات نسبت جمعی شش عنصری در مقابل تغییرات عنصر سرب..... ۸۴
- شکل (۷-۵): نمودار تغییرات نسبت جمعی شش عنصری در مقابل تغییرات عنصر روی..... ۸۴
- شکل (۸-۵): نمودار تغییرات نسبت جمعی شش عنصری در مقابل تغییرات روی + سرب..... ۸۴
- شکل (۹-۵): نقشه پراکندگی نسبت عنصری $Au+Ag+Pb/ Ti+Cr+Ga$ ۸۵
- شکل (۱۰-۵): نمودار تغییرات فاکتور F3 در نبود عنصر سرب در مقابل تغییرات عنصر سرب..... ۸۶
- شکل (۱۱-۵): نقشه پراکندگی فاکتور سوم..... ۸۷
- شکل (۱۲-۵): نقشه روند باقیمانده درجه ۲ برای نسبت جمعی $Au+Ag+Pb/ Ti+Cr+Ga$ ۹۵
- شکل (۱۳-۵): نقشه روند باقیمانده درجه ۳ برای نسبت جمعی $Au+Ag+Pb/ Ti+Cr+Ga$ ۹۵
- شکل (۱۴-۵): نقشه روند ناحیه ای درجه ۴ برای نسبت جمعی $Au+Ag+Pb/ Ti+Cr+Ga$ ۹۶
- شکل (۱۵-۵): نقشه روند باقیمانده درجه ۴ برای نسبت جمعی $Au+Ag+Pb/ Ti+Cr+Ga$ ۹۶
- شکل (۱۶-۵): نقشه روند باقیمانده درجه ۲ برای فاکتور سوم..... ۹۷
- شکل (۱۷-۵): نقشه روند باقیمانده درجه ۳ برای فاکتور سوم..... ۹۷
- شکل (۱۸-۵): نقشه روند ناحیه ای درجه ۴ برای فاکتور سوم..... ۹۸
- شکل (۱۹-۵): نقشه روند ناحیه ای درجه ۴ برای فاکتور سوم..... ۹۸
- شکل (۲۰-۵): نقشه روند ناحیه ای درجه ۵ برای فاکتور سوم..... ۹۹
- شکل (۲۱-۵): نقشه روند باقیمانده درجه ۵ برای فاکتور سوم..... ۹۹

فهرست جداول

صفحه

عنوان

۵.....	جدول (۱-۱): مختصات جغرافیایی چهارگوش محدوده مورد مطالعه.....
۲۲.....	جدول (۱-۲): حد حساسیتهای رعایت شده در پروژه زوزن II.....
۲۶.....	جدول (۱-۳): مقادیر تابع کمکی λ برای تخمین مقادیر سنسورد به روش کوهن.....
۲۸.....	جدول (۲-۳): نتایج تخمین داده های سنسورد.....
۳۱.....	جدول (۳-۳): مقادیر خارج از رده شناسایی شده با استفاده از روش دورفل.....
۳۵.....	جدول (۴-۳): پارامترهای آماری داده های خام منطقه زوزن.....
۴۲.....	جدول (۵-۳): پارامترهای آماری داده های نرمال منطقه زوزن.....
۶۰.....	جدول (۱-۴): ماتریس همبستگی عناصر به روش اسپیرمن.....
۷۰.....	جدول (۲-۴): جدول واریانس تجمعی.....
۷۱.....	جدول (۳-۴): ماتریس مؤلفه های چرخش یافته عناصر.....
۷۷.....	جدول (۱-۵): ماتریس همبستگی پیرسن میان عناصر.....
۷۹.....	جدول (۲-۵): واریانس تجمعی عناصر و تحلیل مؤلفه های اصلی.....
۸۰.....	جدول (۳-۵): نتایج آنالیز فاکتوری.....
۸۹.....	جدول ۴-۵: نمایش جمله های سطوح روند تا درجه ۳.....

فصل اول

کلیات

امروزه یکی از روشهای اکتشاف مواد معدنی در دنیا اکتشافات ژئوشیمیایی می باشد. وسعت میدان کاری روشهای مختلف آنالیزهای ژئوشیمیایی، حدحساسیت مناسب دستگاههای آنالیز، امکان آنالیز عناصر مختلف و روشهای متعدد تفکیک داده پردازی و مدل سازی داده ها به همراه نرم افزارهای متنوع باعث شده تا بتوان به طراحی بهینه اکتشافات ژئوشیمیایی دست یافت [فلچر^۱، ۱۹۹۷، ۱۹۸۱]. وجود حجم عظیم اطلاعات متخصصین را بر آن داشته تا در مرحله داده پردازی بعد از رقومی کردن داده ها به دنبال راه حل هایی به منظور تعیین مناطق امیدبخش باشند [بئوس و گریگوریان^۲، ۱۹۷۷].

کشف آنومالیهای ژئوشیمیایی در اکتشافات معدنی یکی از موارد مورد توجه متخصصین می باشد برای این منظور می بایست نسبت به زمینه عیار عناصر در محیطهای مختلف شناخت پیدا کرد [هاکس و وب^۳، ۱۹۶۲]. در اکتشافات ژئوشیمیائی رسوبات آبراهه ای، که با انبوهی از داده ها و طیف وسیعی از متغیرها سر و کار دارند، کاربرد روشهای آماری به همراه تلفیق آنها با نتایج برداشت های صحرائی مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرند [فلچر^۴، ۱۹۹۷؛ پوروشاتامن و همکاران^۴، ۲۰۰۹].

در تحقیق حاضر، تحلیل های ژئوشیمیایی بر روی فاکتورهای مؤثر در کانی سازی منطقه زوزن II به منظور ارزیابی پتانسیل های احتمالی پنهان صورت خواهد پذیرفت. اولین قدم در این راستا پردازش اولیه داده های برداشت شده از منطقه مورد مطالعه و تهیه فایل اطلاعات قابل استفاده به منظور تفسیر، می باشد. شناسایی و جایگزینی داده های سنسورد، مطالعات آماری تک متغیره و چندمتغیره و تعیین مناطق امیدبخش بخشی از تحلیل داده های منطقه می باشد. در بررسی رسوبات رودخانه ای منطقه مورد نظر نتایج حاصل از پردازش داده ها در کنار مطالعه کانیهای سنگین و کنترل ناهنجاریها منجر به نتیجه گیری سودمندتری گردیده است.

¹ Fletcher

² Beus and Grigorian

³ Howkes and Webb

⁴ Purushothaman et. al

۱-۲- ضرورت انجام طرح

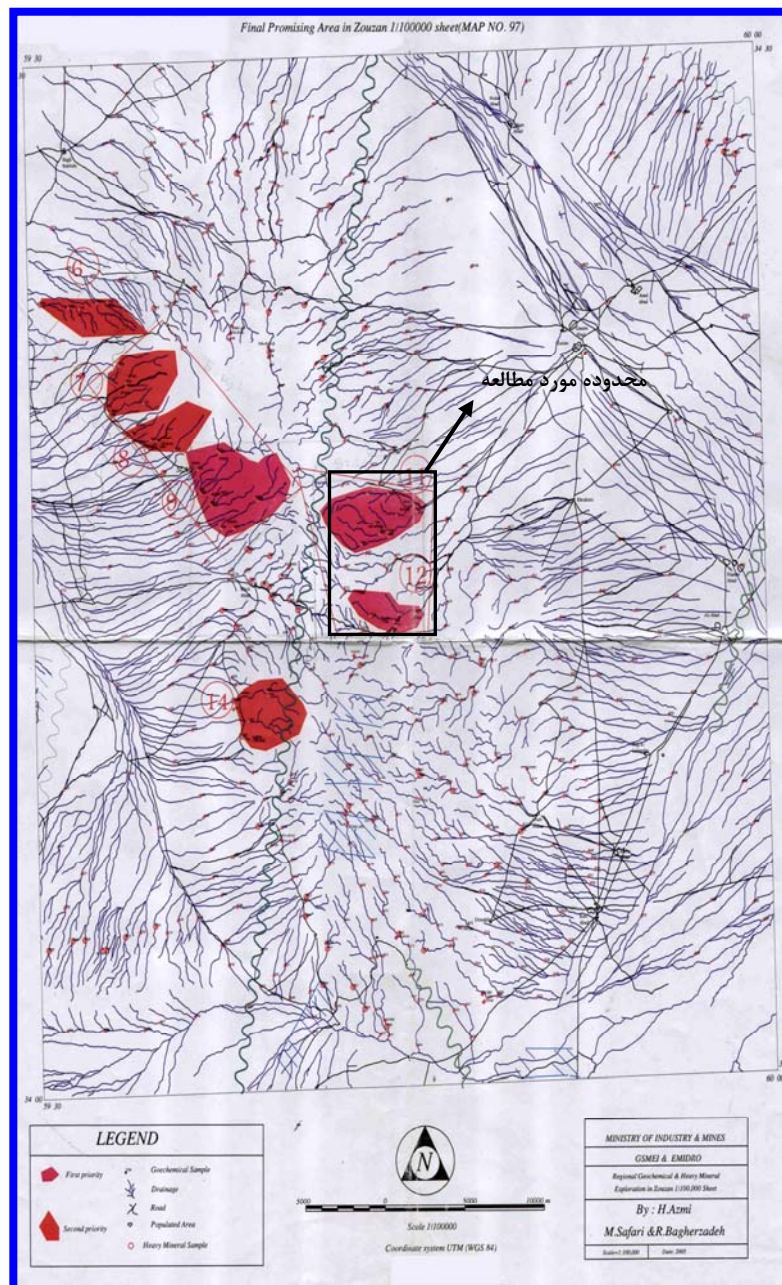
اساس انتخاب محدوده زوزن II با هدف انجام مطالعات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ بر پایه مطالعات ژئوشیمیایی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم زوزن می‌باشد [حسن عزمی، ۲۰۰۵]. محدوده‌های امیدبخش حاصل از بررسی‌های فوق‌الذکر در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در شکل (۱-۱) به نمایش گذاشته شده است. همانطور که مشاهده می‌شود محدوده زوزن II به مساحت تقریبی ۵۸ کیلومتر مربع از ۲ ناهنجاری با شماره‌های ۱۱ و ۱۲ تشکیل شده است. ناهنجاریهای مذکور نسبت به عناصر طلا، مس، سرب و روی از غنی‌شدگی نسبی برخوردار هستند. در مطالعات حاضر، با برداشت نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای (با تراکم ۵ نمونه به ازای هر کیلومتر مربع) و نمونه‌های کانی سنگین (۲ نمونه به ازای هر کیلومتر مربع) سعی گردید تا وضعیت ناهنجاریهای حاصل شده در مطالعات یکصد هزارم با دقت بیشتری مشخص گردد [مهندسین مشاور کان ایران، ۱۳۸۸].

۱-۳- طرح مسئله و هدف از انجام تحقیق

هدف از این تحقیق انجام مطالعات ژئوشیمیایی بر روی رسوبات رودخانه‌ای، شناخت مناطق آنومالی ژئوشیمیایی عناصر مورد اکتشاف، تحلیل روابط پارائزنی بین عناصر، بدست آوردن نسبتها و شاخص‌های ژئوشیمیایی جهت معرفی و کشف هرچه بهتر زونهای کانی‌سازی و مناطق دارای پتانسیل می‌باشد.

برای این منظور پس از تحلیل‌های تک‌متغیره، رسم نقشه‌های مربوطه و ارزیابی ارتباط ژنتیکی بین متغیرها به منظور شناخت کنترل‌کننده اصلی کانی‌سازی احتمالی، به تجزیه و تحلیل چندمتغیره بین داده‌ها، تعیین نسبتهای چندعنصری ضربی و جمعی و تخمین نوع کانی‌سازی احتمالی پرداخته شده است. همچنین بر اساس نتایج مطالعات کانی‌سنگین و چک‌آنومالی، نقشه مبناء ژئوشیمیایی حاصل گردیده است.

همچنین آنالیز روند سطحی بر روی نسبت‌های بدست آمده با درجات مختلف اعمال شده و نتایج بدست آمده با نقشه مبناء مقایسه گردیده است تا به ارزیابی نتایج اعمال تحلیل سطح روند و تفکیک آنومالیهای چندعنصری پرداخته شود.

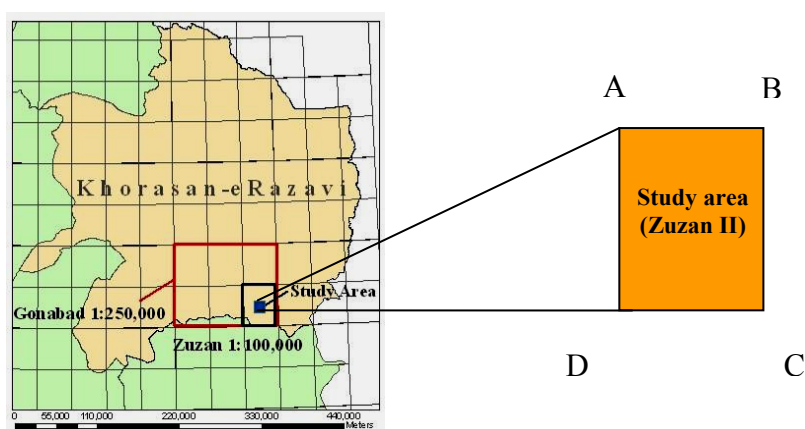


شکل (۱-۱): نقشه جانمایی محدوده زوزن II بر روی نقشه نواحی امید بخش بر پایه مطالعات ژئوشیمیایی یکصد هزارم

ورقه زوزن [حسن عزمی، ۲۰۰۵]

۴-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی منطقه مورد مطالعه

با توجه به شکل (۲-۱) منطقه زوزن بخشی از برگه ۱:۲۵۰۰۰۰ گناباد و ورقه یکصدهزارم زوزن (سلطان آباد) با مساحت تقریبی ۵۸ کیلومترمربع می باشد. محدوده مورد نظر در ۹۰ کیلومتری شرق شهرستان گناباد در استان خراسان رضوی قرار گرفته است. از غرب به روستای خلط آباد و از شرق به روستای ابراهیمی محدود می شود (شکل ۱-۳). مختصات جغرافیایی محدوده زوزن (II) در جدول (۱-۱) آورده شده است.



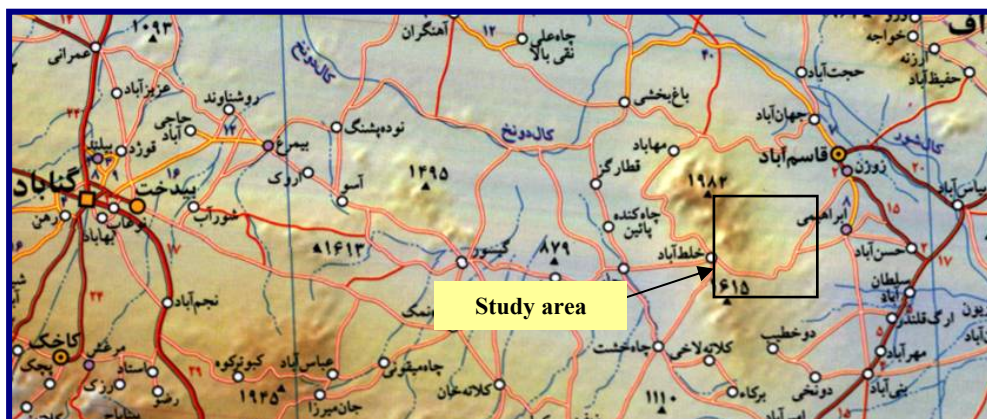
شکل (۲-۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰

جدول (۱-۱): مختصات جغرافیایی چهارگوش محدوده مورد مطالعه

مختصات به UTM		مختصات جغرافیایی		چهارگوش
X	Y	عرض شمالی	طول شرقی	
۷۴۷۸۹۰	۳۷۹۸۲۲۰	۳۴° ۱۷'	۵۹° ۴۱'	A
۷۵۴۷۰۰	۳۷۹۸۲۲۰	۳۴° ۱۷'	۵۹° ۴۶'	B
۷۵۴۷۰۰	۳۷۸۹۷۱۰	۳۴° ۱۳'	۵۹° ۴۵'	C
۷۴۷۸۹۰	۳۷۸۹۷۱۰	۳۴° ۱۳'	۵۹° ۴۱'	D

۳۴° ۴۴' ۲۴" N
۵۷° ۴۳' ۱۷" E

۳۴° ۴۴' ۲۴" N
۶۰° ۲۳' ۱۰" E



۳۳° ۵۰' ۵۹" N
۵۷° ۴۳' ۱۷" E

۳۳° ۵۰' ۵۹" N
۶۰° ۲۳' ۱۰" E

شکل (۱-۳): نقشه راههای دسترسی به منطقه به همراه روستاهای نزدیک آن [اطلس راههای ایران].

با توجه به اینکه محدوده مورد مطالعه در بخش‌های شمال خاوری بلوک لوت قرار می‌گیرد در ناحیه بیابانی و نیمه‌بیابانی کشور واقع است. این ناحیه در بیشتر ماههای سال خشک و کم باران بوده و بطور معمول بارندگی محدود به فصل زمستان و آغاز بهار است. بطور کلی بارش سالیانه از ۲۰۰ متر فراتر نیست. وزش بادهای موسمی از ویژگی آب و هوایی این منطقه بوده و مهمترین پوشش گیاهی در مناطق کوهستانی بنه و در مناطق پست‌تر بوته‌های گون می‌باشد.

مهم‌ترین فعالیت اهالی ساکن در این محدوده دامداری و کشاورزی بوده و مهم‌ترین محصولات کشاورزی این منطقه پنبه و گندم است.

۱-۵- جمع آوری اطلاعات

در این مرحله اسناد و مدارک مربوط به منطقه تحت پوشش به شرح زیر تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت:

- ۱- گزارش نقشه زمین‌شناسی یکصد هزارم زوزن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- ۲- گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم زوزن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور - مرکز مشهد

۳- نقشه توپوگرافی ۲۵۰،۰۰۰: ۱ گناباد- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۴- نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱ قاسم‌آباد- 7958 ISW - سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۵- نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱ چاه‌متار- 7958 IINW - سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۶- نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱ مزرعه‌عمار- 7958 IV SE - سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

۷- نقشه توپوگرافی ۲۵۰۰۰: ۱ خلط‌آباد- 7958 III NE - سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

در بررسی‌های ژئوشیمیایی در مقیاس یکصد هزارم، چند محدوده ناهنجار شناسایی گردید که نسبت به عناصر طلا، مس، سرب و روی غنی‌شدگی نشان داده‌اند و منطقه زوزن یکی از این محدوده‌های ناهنجار می‌باشد که جهت مطالعات نیمه‌تفصیلی انتخاب گردید (شکل ۱-۱).

ضمن بررسی نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی منطقه می‌توان دو واحد مورفولوژیکی عمده را در محدوده مورد بررسی در نظر گرفت:

واحد اول دارای ارتفاعات چهره‌ساز، با بیشترین ارتفاع نزدیک به ۱۸۶۰ متر، و سطوح فرسایشی زبر و خشن می‌باشد. شیب ارتفاعات آن بیش از ۵۰ درصد بوده و از سمت غرب به شرق از میزان آن کاسته می‌شود. این واحد عمدتاً از سنگ‌های پیروکلاستیک و آتشفشانی تشکیل گردیده است و در شمال شرق منطقه بدلیل نفوذ توده‌های گرانیتی، ارتفاعات آن به صورت کشیده و مژرس می‌باشد.

واحد دوم شامل نهشته‌های کوهپایه‌ای و پادگانه‌های بریده بریده می‌باشد. این رخساره بطور اعم در قسمت‌های شرقی منطقه و بطور اخص در شمال شرق منطقه گسترش دارد [مهندسین مشاور کان‌ایران ۱۳۸۸].

۱-۶- سازمان دهی پایان نامه

به منظور رسیدن به اهداف ذکر شده، پایان نامه حاضر در ۷ فصل تنظیم گردیده است. فصول مذکور به شرح زیر سازمان دهی شده‌اند:

فصل اول شامل مقدمه، کلیاتی در خصوص پایان نامه و روشهای تحلیل داده و ضرورت انجام تحقیق مورد نظر می باشد.

معرفی منطقه به همراه تشریح زمین شناسی و ژئوشیمی منطقه در فصل دوم مورد بحث قرار گرفته است.

در فصل سوم ضمن بررسی داده‌های سنسورد، شناسایی داده‌های خارج از رده و جایگزینی آنها، نرمال سازی داده‌ها و معرفی اصول هر یک از این روش‌ها مورد بررسی جزئی تر قرار گرفته است. در این فصل نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر نیز مورد استفاده قرار گرفت.

در فصل چهارم ضمن بررسی اصول روش‌های تجزیه و تحلیل آماری بکار گرفته شده، نتایج اعمال این روشها بر روی داده‌های نیمه شمالی منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. نقشه مبنا حاصل از همپوشانی داده‌های آنومال ژئوشیمیایی، مطالعات کانی‌سنگین و نتایج چک آنومالی در ادامه این فصل بدست آمده است.

در فصل پنجم نتایج بدست آمده از تحلیل‌های آماری و نسبت های چند عنصری ضربی و جمعی در منطقه معرفی شده و نقشه پراکندگی آنها آورده شده است.

در فصل ششم ضمن بکارگیری روش روند سطحی بر روی نسبت چند عنصری، به تفکیک آنومالیها پرداخته شد و نتایج حاصله با نتایج بدست آمده از فصول قبلی مقایسه گردید.

فصل هفتم: به نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات پرداخته شده است.

فصل دوم

معرفی منطقه مورد مطالعه به همراه

وضعیت زمین شناسی و ژئوشیمی آن

۲-۱- مقدمه

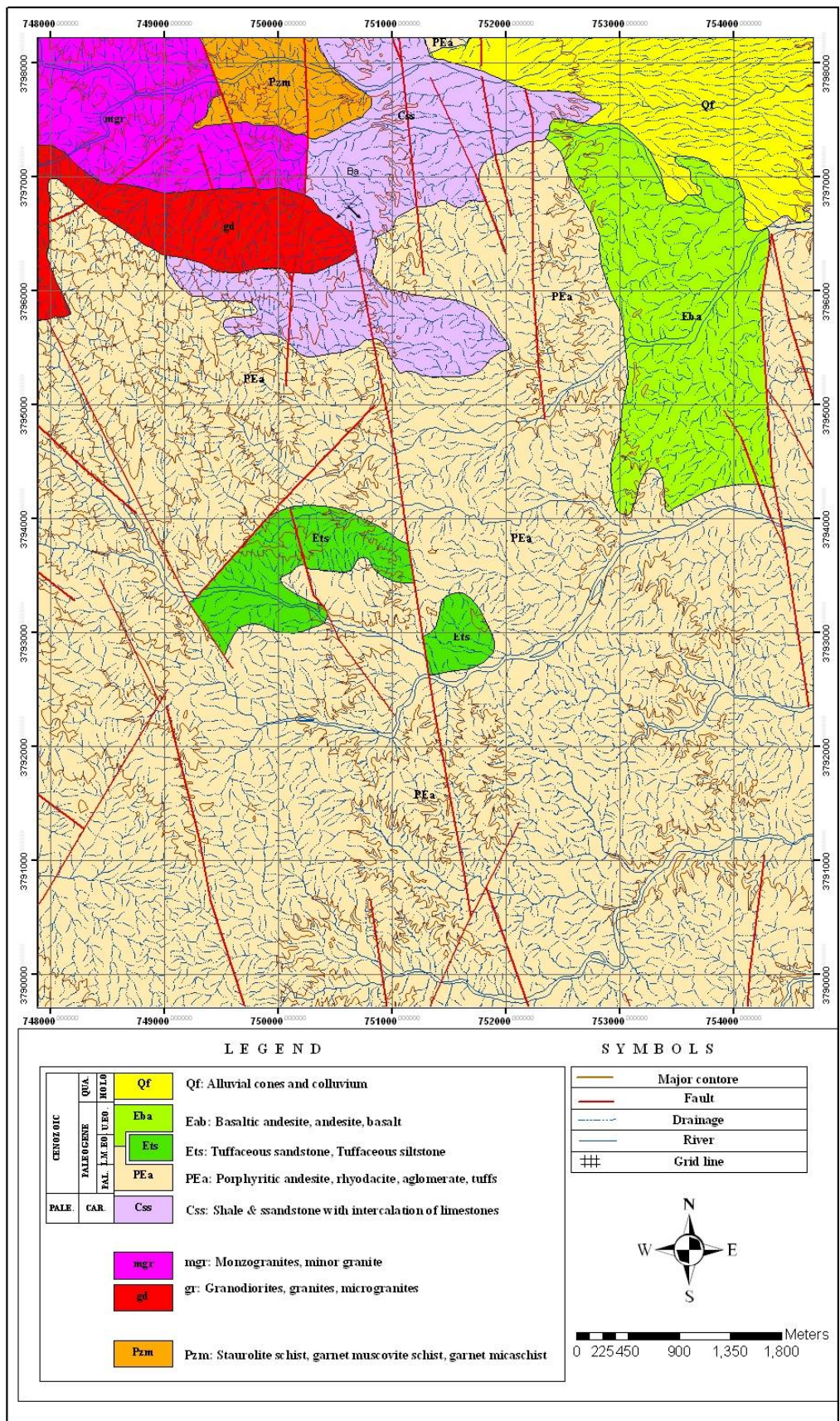
در این فصل به بررسی وضعیت زمین‌شناسی و مطالعات صورت پذیرفته در منطقه پرداخته شده است. با توجه به اینکه احتمال تشکیل کانی‌سازی رگه‌ای پلی‌متال در منطقه وجود دارد لذا در خصوص اختصاصات ژئوشیمیایی این تیپ کانی‌سازی نیز توضیحاتی ارائه گردیده است. در ادامه این فصل بطور مختصر نحوه نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها مورد بررسی قرار داده شده است.

۲-۲- چینه‌نگاری و زمین‌شناسی منطقه زوزن

بر اساس اطلاعات بدست آمده از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ زوزن محدوده مورد مطالعه حاوی برونزدهایی از واحدهای سنگی پالئوزوئیک تا کواترنر بوده که در این توالی نبوده‌های چینه‌نگاری بزرگی نیز وجود دارد. از قدیمی‌ترین سنگ‌های برونزد یافته در منطقه می‌توان به واحد دگرگونی Pzm متعلق به پالئوزوئیک و همچنین نهشته‌های شیلی-ماسه سنگی با میان لایه‌های سنگ آهکی سازند سردر موجود در بخش‌های شمالی منطقه در مجاورت با توده نفوذی دستخوش دگرگونی مجاورتی گشته‌اند، اشاره نمود [سازمان زمین‌شناسی، ۲۰۰۵].

در آغاز ترشیری آتشفشان به نسبت گسترده‌ای در بخش‌های وسیعی از منطقه آغاز شده و سپس با نهشته‌های ولکانوکلاستیک ادامه می‌یابد. ترکیب شیمیایی گدازه‌های این مرحله بیشتر آندزیتی بوده و آگلومرا و به مقدار کمتر نهشته‌های ولکانوکلاستیک از دیگر فعالیت‌های این فاز آتشفشانی هستند. انباشته‌های قاره‌ای پلیوکواترنر و انباشته‌های بادی از دیگر نهشته‌های دارای گسترش در منطقه می‌باشند (شکل ۲-۱).

در این قسمت واحدهای سنگی از قدیم به جدید توصیف گردیده‌اند.



شکل (۱-۲): نقشه زمین شناسی منطقه زوزن II [کان ایران، ۱۳۸۸].

۲-۲-۱- پالئوزوئیک

سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای با علامت Pzm در نقشه نشان داده شده‌اند (شکل ۲-۳) و متشکل از انواع شیست‌ها، ماسه‌سنگ‌های دگرگونه و سنگ آهک دگرگونه‌اند. در بخش شمالی منطقه سنگ‌های دگرگونی مجاورتی گسترش یافته است. سنگ‌های این واحد متعلق به سازند سردر بوده که در همبری با توده گرانیتوئیدی در الیگوسن دچار سیلیسی شدن و دگرگونی همبری شده‌اند. در زیر واحد دگرگونی به تفصیل مورد بحث قرار گرفته‌اند.

۲-۲-۱-۱- واحد (Pzm) :

این واحد متشکل از استارولیت شیست، مسکوویت شیست گارنت‌دار، سنگ آهک‌های دگرگونه (که به طور بین لایه‌ای با میکاشیست‌ها قرار گرفته‌اند) و بعضاً ماسه‌سنگ‌های دگرگونه است. استارولیت شیست‌ها دارای بافت پورفیروبلاستیک و مسکویت شیست‌های گارنت دار دارای بافت لپیدوبلاستیک می‌باشند. در برخی از این سنگ‌ها گارنت‌ها به نسبت درشت‌دانه و تا اندازه‌ای دارای ارزش اقتصادی می‌باشند. ماسه‌سنگ‌های دگرگونه دارای لایه‌بندی واضحی بوده و ضخامت طبقات آنها بین ۱۵ تا ۱۰ متر است. با توجه به پاراژنز کانی شناختی دیده شده و نوع سنگ‌های دگرگونه می‌توان نتیجه گرفت که بخشی از سنگ‌مادر سنگ‌های دگرگونه در گستره منطقه مورد مطالعه ترکیب پلیتی داشته‌اند. با توجه به حضور استروولیت می‌توان نتیجه گرفت که دگرگونی از رخساره شیست سبز نیز فراتر رفته و به بخش زیرین رخساره آمفیبولیت رسیده است. سنگ‌های دگرگونه احتمالاً متعلق به پالئوزوئیک هستند. در رابطه با زمان دگرگونی سنگ‌های یاد شده با توجه به آنکه رخداد دگرگونی کیمرین پیشین در لوت دارای اهمیت زیادی بوده و از آنجا که منطقه مورد مطالعه در بخش شمال خاوری لوت قرار می‌گیرد لذا چنین به نظر می‌رسد که رخداد دگرگونی در رابطه با فاز کوهزایی کیمرین پیشین باشد.

۲-۱-۲-۲- واحد (Css) :

این واحد که متعلق به پالئوزوئیک می‌باشد در قسمت‌های شمالی منطقه رخنمون یافته است. واحد مذکور متشکل از شیل‌های چین‌خورده خاکستری مایل به آبی تیره (یا سبز زیتونی) با لایه‌بندی نازک تا متوسط، ماسه‌سنگ‌های با رنگ هوازدگی خاکستری مایل به سبز بطور محلی کنگلومرایی در طبقاتی به ضخامت چند دسی‌متری تا چندمتری و میان لایه‌های سنگ آهکی ماسه‌ای ریزدانه است. واحدهای سنگی مذکور تحت‌تأثیر دگرگونی ناحیه‌ای بسیار ضعیفی قرار گرفته است و در شیل‌ها و ماسه سنگ‌ها فولیاسیون ضعیفی بوجود آمده است. ضخامت تقریبی این واحد بالغ بر ۶۰۰ متر است (شکل ۲-۱).

۲-۲-۲- سنوزوئیک

بطور کلی دوره پالئوسن-ائوسن در گستره نقشه با سنگ‌های آتشفشانی و ولکانوکلاستیک مختلف مشخص می‌شود که با توجه به شرایط سنی و ترکیبی می‌توان آنها را به ۳ واحد تقسیم نمود:

الف- واحد زیرین (PEa): که احتمالاً متعلق به پالئوسن-ائوسن پایینی می‌باشد. این واحد متشکل از آندزیت‌های پورفیری و ریزدانه، آگلومرا، ریوداسیت، میان لایه‌های کنگلومرایی و ماسه سنگی، توف‌ها و برش‌های آتشفشانی بوده و نشان‌دهنده نخستین فاز فوران سنگ‌های آتشفشانی در محدوده مورد مطالعه است که این فعالیت آتشفشانی در محیط دریایی کم عمق یا خشکی انجام گرفته است [سازمان زمین‌شناسی، ۲۰۰۵].

ب- ولکانوکلاستیک‌های واحد میانی (Ets): رخنمون این واحد در بخش‌های مرکزی منطقه مورد بررسی بوده و متشکل از یک سکانس ولکانوکلاستیک به سن ائوسن پایینی تا میانی است. این توالی ولکانوکلاستیک از کنگلومرا، کنگلومرای توفی، ماسه سنگ توفی، سیلتستون و سیلتستون توفی تشکیل شده است. سنگ‌های این واحد از لایه‌بندی خوبی برخوردار بوده که این لایه‌بندی به طور منظم تکرار می‌شود. کنگلومراهای این واحد از جورشدگی خوب برخوردار نیستند. قطعات این

کنگومرا به طور عمده شامل سنگ‌های آتشفشانی آندزیتی، تراکیتی و قطعات سنگ‌های گرانیتی می‌باشد. بیشینه قطر قطعات این کنگومرا به ۱۰ سانتی متر نیز می‌رسد و ضخامت لایه‌های آن حداکثر ۳۰ سانتی متر است. واحدهای ماسه‌سنگی این واحد از نوع لیت‌آرنایت فلدسپاتی نارس هستند که حاوی قطعاتی از سنگ‌های رسوبی آتشفشانی و دگرگونی می‌باشند. بیشترین ضخامت این لایه‌های ماسه‌سنگی ۲۰ سانتی متر است. این واحد به طور عمده اپی‌کلاستیک است که ویژگی نهشته‌های فیلیشوئیدی را نیز تا اندازه‌ای داراست [سازمان زمین‌شناسی، ۲۰۰۵].

ج- منطقه واحد بالایی (Eba): این واحد که نشان‌دهنده آخرین فاز فوران آتشفشانی در گستره منطقه مورد مطالعه است، در بخش شرقی منطقه رخنمون دارد و شامل آندزیت بازالت‌ها، آندزیت‌ها، بازالت‌ها و برش‌های آتشفشانی است. ضخامت تقریبی این واحد حدود ۶۰۰ متر بوده و بطور کلی نسبت به سنگ‌های آتشفشانی واحد PEa تازه‌تر و با هوازدگی کم‌ترند. با توجه به وجود درزه‌های ستونی در سنگ‌های آتشفشانی این واحد و نبود لایه‌های رسوبی همراه با این سنگ‌ها و همچنین نبود ساختار بالشی در بازالت‌ها و همچنین طبیعت به نسبت تازه‌تر این سنگ‌ها (شواهد صحرایی) به نظر می‌رسد که سنگ‌های این واحد در محیط خشکی فوران نموده‌اند. آندزیت بازالت‌ها دارای بافت پورفیری‌اند و خمیره آنها دارای بافت اینترسرتال یا میکرولیتی است. پلاژیوکلاز تنها کانی درشت بلور قابل تشخیص در این سنگ‌ها است و کانی‌های مافیک به کانی‌های ثانویه تبدیل شده و تنها قالب آنها به جای مانده است. مهمترین کانیهای ثانویه این سنگ‌ها کانی‌های کربناته، اکسیدهای آهن، کلریت و سربیسیت می‌باشند. بازالت‌های این واحد دارای بافت پورفیری و خمیره‌های اینترسرتال هستند. کانی‌های عمده این سنگ‌ها پلاژیوکلاز و پیروکسن بوده و بعضاً اولیوین نیز مشاهده می‌شود [سازمان زمین‌شناسی، ۲۰۰۵].

۳-۲-۲- سنگ‌های آذرین درونی و نیمه ژرف

رخنمون سنگ‌های آذرین درونی در قسمت شمال غربی منطقه به چشم می‌خورد. کهن‌ترین رخداد نفوذی در منطقه مربوط به یک توده گرانیتی کوچک است که به داخل واحد Pzm نفوذ کرده است (شکل ۳-۲). با توجه به همسانی بافتی و کانی شناختی این توده کوچک با توده نفوذی گیسور [ورقه نوده " سازمان زمین شناسی، ۱۳۸۰ "] این توده به کرتاسه بالایی نسبت داده شده است.

۳-۲-۲-۱- واحد (mgr) :

این واحد که در بخش شمال غربی منطقه قرار گرفته است (شکل ۳-۲) متشکل از مونوزوگرانیت‌های کمی خردشده است. آثاری از دگرسانی در برخی مناطق در سنگ‌های این واحد دیده می‌شود که فاقد گسترش جانبی است. مونزودیوریت‌ها دارای بافت هیپیدئومورفیک گرانولار تا میکروگرانولار بوده و در بعضی نمونه‌ها بافت میکروگرافیکی نیز دیده می‌شود. کانی‌های متشکله این سنگ‌ها به ترتیب فراوانی پلاژیوکلاز، فلدسپات پتاسیک، کوارتز و بیوتیت می‌باشند.

۳-۲-۲-۲- واحد (gd) :

این واحد بطور عمده متشکل از گرانودیوریت‌های گرانولار، میکروگرانیت و گرانیت بوده و در شمال غرب منطقه رخنمون دارد (شکل ۳-۲). گرانودیوریت‌ها متشکل از پلاژیوکلاز، کوارتز، هورنبلند، فلدسپات پتاسیک و بیوتیت می‌باشند.

۳-۲-۲-۴- کواترنر

۳-۲-۲-۱- واحد (Qf) :

این واحد شامل انباشته‌های آبرفتی در دامنه ارتفاعات و مخروط افکنه‌ها و رسوبات واریزه‌ای است. واحد مذکور در گوشه شمال شرقی منطقه جای گرفته است.

۲-۳- وضعیت ساختاری و زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

بر اساس مطالعات زمین‌شناسی صورت گرفته در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه زوزن [سازمان زمین‌شناسی، ۲۰۰۵] با توجه به اینکه محدوده مورد مطالعه در بخش شمال خاوری بلوک لوت جای می‌گیرد، لذا تحولات ساختاری آن نیز بایستی متأثر از تحولات ساختاری بلوک لوت باشد. ماگماتیسم ترشیر گسترده (فعالیت‌های آتشفشانی و نفوذی) همراه با برونزد گسترده سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای از ویژگی‌های این منطقه است. در بخش‌های شمالی منطقه برونزدی از سنگ‌های دگرگونی مربوط به پی‌سنگ پالئوزوئیک مشخص است. سنگ‌های منتسب به سازند سردر (واحد CSS) و سنگ‌های دگرگونی واحد Pzm دچار چین‌خوردگی شده‌اند و در واحد Pzm یک نسل چین‌خوردگی را می‌توان مشاهده کرد. این چین‌ها در ابعاد سانتی‌متر و از نوع جناغی هستند. در مقاطع میکروسکوپی در سنگ‌های دگرگونی واحد Pzm یک نسل شیستوزیته واضح را می‌توان دید. در سنگ‌های ولکانو کلاستیک واحد Ets چین‌خوردگی‌های به نسبت ملایمی مشاهده می‌شود. بطور کلی گسل‌های مشاهده شده در محدوده مورد بررسی از دو روند غالب NNW-SSE و NE-SW پیروی می‌نمایند، هرچند که گسل‌هایی با روند خاوری-باختری نیز دیده می‌شوند. این گسل‌ها بیشتر از نوع امتداد لغز با مؤلفه شیبی (مورب لغز) هستند که به نظر می‌رسد جابجایی امتدادی آنها بیشتر از جابجایی عمودی آنها باشد. گسل‌هایی با روند NNW-SSE بطور کلی از جنوب (در داخل واحدهای آتشفشانی) به سمت شمال (در داخل توده گرانیتوئیدی) قابل مشاهده هستند. این گسل‌ها بیشتر دارای حرکت چپگردند. گسل‌هایی با روند NE-SW در داخل سنگ‌های آتشفشانی و نفوذی مشاهده می‌شوند که این گسل‌ها نیز در بعضی موارد دارای حرکت چپگردند و گسل‌های پیشین را جابجا نموده‌اند.

دگرگونی رخ داده در سنگ‌های واحد Pzm و دگرگونی بسیار ضعیف در سنگ‌های منتسب به سازند سردر به احتمال زیاد تحت تأثیر رخداد تکتونیکی کیمرین پیشین روی داده‌اند. در پالئوسن-اؤسن بطور کلی وضعیت فشاری حاکم نبوده است و آتشفشانی گسترده تا اؤسن بالای ادامه داشته

است. با توجه به اینکه سنگ‌های آتشفشانی برونزد یافته در محدوده مورد مطالعه تمایلات کالکوالکالن نشان می‌دهند، بنظر می‌رسد ماگماتیسم روی داده در گستره مورد مطالعه بطور کلی یک ماگماتیسم مرتبط با فرورانش باشد.

۴-۲- زمین‌شناسی اقتصادی و پتانسیل‌های معدنی منطقه

به استناد مطالعات زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه زوزن [سازمان زمین‌شناسی، ۲۰۰۵] و با توجه به آثار سرباره‌های به نسبت زیادی که در محدوده به چشم می‌خورد به نظر می‌رسد که در زمان‌های گذشته فعالیت معدنکاری بر روی این اندیس‌ها صورت گرفته و با توجه به نداشتن بازده رها شده‌اند. با توجه به اینکه توده گرانیتوئیدی زوزن متعلق به تیپ I و در ارتباط با محیط فرورانش است لذا احتمال کانی‌سازی بالایی از چنین توده‌ای انتظار می‌رود. در زیر بطور خلاصه به اندیس‌های معدنی دیده شده اشاره می‌گردد.

۴-۲-۱- آثار معدنی مشاهده شده در جنوب باختر - باختر به برزو

بدلیل نفوذ توده گرانیتوئیدی زوزن در سنگ‌های دربرگیرنده و در حاشیه توده آثاری از کانی‌سازی مشاهده شده است. بعضی از این آثار توسط فعالیت‌های معدنکاری قدیمی مورد کندوکاو قرار گرفته‌اند. مهمترین اثر معدنی مشاهده شده در جنوب باختر به برزو در محلی موسوم به قال حاجی دیده می‌شود. ترانشه‌ای به طول ۲۵ متر، عرض ۳ متر و عمق ۲/۵ متر در داخل یک سنگ آذرین اسیدی حفر شده است. کانی‌سازی در حاشیه توده گرانیتوئیدی و سنگ‌های CSS صورت گرفته است. رگه‌ای سیلیسی حاوی سولفید (کالکوپیریت و پیریت) به ضخامت حداکثر ۴۰ سانتیمتر هدف اصلی معدنکاری قدیمی بوده است. آثار ضعیفی از دگرسانی در سنگ‌های دیواره رگه به چشم می‌خورد. روند تقریبی این ترانشه شمالی - جنوبی است. دو نمونه از بخش سیلیسی ترانشه یاد شده برداشت گردیده که عیار طلا در آنها ۳۳۰ میلی‌گرم در تن و بیشترین عیار مس ۷۵۸ گرم در تن

است. در جنوب باختر به برزو در داخل سنگ‌های واحد CSS یک ترانشه و همچنین کنده‌کاری دیده می‌شود که در محل دپوی مواد معدنی آثاری از گالن، ملاکیت و کالکوپیریت دیده می‌شود. همچنین در نزدیکی محل مذکور و درون واحد CSS ترانشه دیگر به طول حداکثر ۱۲ متر در سنگ‌های دگرسان شده حاوی رگچه‌های باریت حفر شده است. رگچه‌های باریت گسترش چندانی ندارند. رگچه‌ها و عدسی‌های کوچک دیگری از باریت نیز دیده می‌شود که با حفاریات قدیمی مورد کندوکاو بیشتر قرار گرفته‌اند. در باختر به برزو در نزدیکی همبری توده گرانیتوئیدی با شیب‌ها عدسی‌های کوچکی از اکسید آهن (منیتیت) شناسایی شد که فاقد ارزش اقتصادی هستند. همچنین در باختر به برزو یک رگه سیلیسی حاوی اکسید آهن دیده می‌شود که ابعاد آن ۵ × ۲۰ متر است. نمونه برداشت شده از این رگه حاوی ۳۳۰ میلی‌گرم در تن طلا می‌باشد.

۲-۴-۲- اثر معدنی سبزپنبه

اثر معدنی سبزپنبه در داخل سنگ‌های آتشفشانی آندزیتی آمیگدالوئیدال دیده می‌شود. باریت و فلوریت در این سنگ‌ها به صورت رگچه‌هایی با ضخامت چند سانتی‌متری قرار دارند. نمونه برداشت شده از این محل فاقد نتایج با ارزش بوده است.

۲-۴-۳- اثر معدنی حمزه هورا (حداصل پنبه سبز و خلط آباد)

حداصل پنبه سبز و خلط آباد در داخل سنگ‌های آتشفشانی آندزیتی یک رگه سیلیسی-لیمونیتی به ابعاد ۱×۲۰ متر قرار دارد که بر اساس مطالعات انجام شده ۰/۷ درصد مس، ۰/۲ درصد سرب و ۴۲ میلی‌گرم در تن طلا دارا بوده است. افزون بر این در چند جای دیگر در داخل واحدهای آتشفشانی منطقه آثاری از ملاکیت دیده می‌شود که فاقد ارزش اقتصادی هستند.

۲-۵- کانی‌سازی تیپ پلی‌متالیک رگه‌ای

نفوذی‌های کالکوالکالن تا آلکالن، دیوریت تا گرانودیوریت، مونزونیت تا مونزوگرانیت که بصورت توده‌های نفوذی کوچک و یا دسته دایک‌های نفوذی در سنگهای رسوبی و دگرگونی تزریق می‌شوند، سنگ درونگیر مناسبی را تشکیل می‌دهند. این واحدها ممکن است بصورت نفوذی‌های ساب ولکانیک استوانه‌ای شکل و دودکش‌های آتشفشانی با ترکیب آندزیت تا ریولیت ظاهر شوند [حسنی پاک ۱۳۷۹].

برش‌ها و شکستگی‌های نزدیک سطح و درون هاله‌های گرمابی وابسته به گنبد‌های نفوذی کوچک محیط مناسب برای تشکیل آنهاست. توسعه زون‌هایی با نفوذپذیری زیاد، در مجاورت با توده نفوذی، گسل‌های متقاطع و زون‌های برشی از عوامل کنترل‌کننده کانسنگ هستند. امکان تشکیل توده‌هایی از این نوع در مکان‌هایی که عوامل ساختمانی سنگ‌های کربناتی را قطع می‌کنند بیشتر است [حسنی پاک، ۱۳۷۹؛ باومگارتنر^۱ ۲۰۰۸].

پوسته‌های نازکی از اکسیدمنگنز و اکسید آهن (گوسن‌های ضعیف)، پیدایش کربنات‌های سرب و روی و سولفات سرب، پیدایش مقدار زیادی لپ‌رهای کوارتزی در خاک، پیدایش طلا در رسوبات رودخانه‌ای و خاکها از آثار هوازدگی آنهاست. در زون غنی‌شدگی سوپرژن این تیپ کانی‌سازی‌ها ممکن است نقره آزاد با عیار بالا یافت شود [ژانگ و همکاران^۲، ۱۹۹۰]. این حالت وقتی رخ می‌دهد که در محیط کربنات زیاد نباشد. از کانسارهای وابسته می‌توان به مس-مولیبدن پورفیری، مولیبدن پورفیری کم فلوتور و پلی‌متالیک جان‌شینی نام برد. احتمال اینکه در این مناطق طلای پلاسری نیز تشکیل گردد وجود دارد [حسنی پاک، ۱۳۷۹].

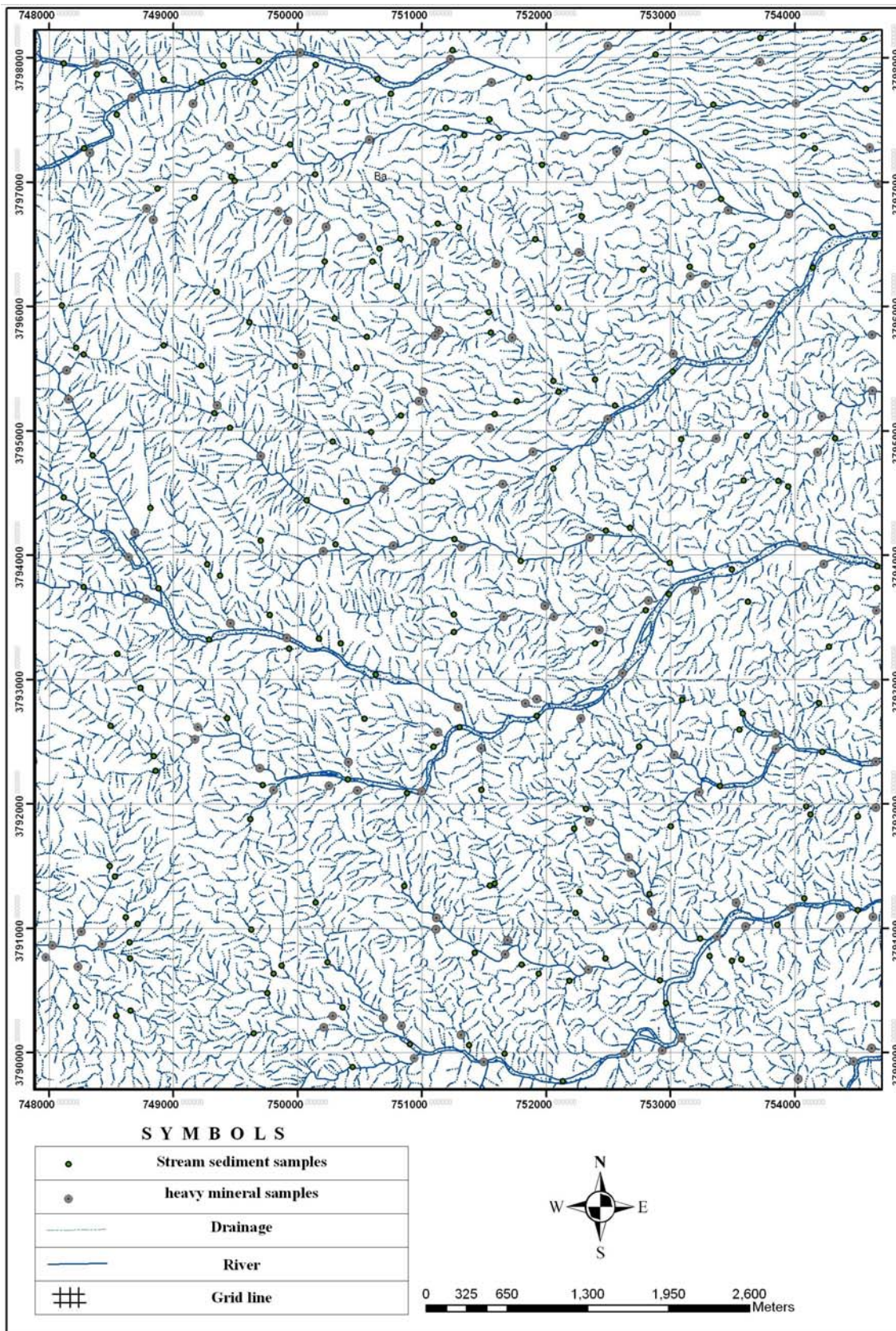
¹ Baumgartner

² Zhang et al

۲-۶- شبکه نمونه برداری منطقه مورد مطالعه

طراحی شبکه نمونه برداری این پروژه بگونه‌ای بوده است که نمونه‌های برداشت شده از منطقه حداکثر سازگاری را با عواملی نظیر چینه‌شناسی، سنگ‌شناسی و تکتونیک داشته باشد. برای این منظور در مناطق دارای پتانسیل معدنی محتمل همانند اطراف توده‌های نفوذی و خروجی و کنتاکتها، نواحی اطراف گسلها و تقاطع آنها، زونهای دگرسان شده و بخش فوقانی توده‌های نفوذی غیر عمیق (به استناد نقشه ژئوفیزیک هوایی موقعیت توده‌ها مشخص است) تراکم شبکه نمونه برداری بالاتر در نظر گرفته شده است. در کل تعداد ۳۲۳ نمونه ژئوشیمیایی از بخش زیر الک ۸۰ مش و تعداد ۱۳۹ نمونه کانی‌سنگین از بخش زیر الک ۲۰ مش رسوبات رودخانه‌ای منطقه برداشت شده است به طور متوسط در سطح منطقه نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای (با تراکم ۵ نمونه به ازای هر کیلومتر مربع) و نمونه‌های کانی‌سنگین (۲ نمونه به ازای هر کیلومتر مربع) می‌باشند (شکل ۲-۴). با توجه به تجربیات بدست آمده در اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس نیمه تفصیلی مناسبترین مقدار کانی‌سنگین برداشته شده از رسوبات آبرفتی در حد ۵ تا ۱۰ لیتر نمونه الک شده از عمق ۱۰ سانتیمتر می باشد. در مواردی که محل نمونه برداری خیس باشد نمونه‌ها بصورت درهم و در حجمی حدود ۱۰ تا ۲۰ لیتر و از رسوبات درشت دانه برداشت می‌گردد [کان ایران، ۱۳۸۸].

بعد از مطالعات و شناسایی مناطق آنومال، به منظور چک آنومالی اقدام به برداشت نمونه‌های سنگی گردیده است [مهندسین مشاور کان ایران، ۱۳۸۸]. برای این منظور، تعداد ۶۹ نمونه از واحدهای سنگی برداشت شده است. نتایج آنالیز این نمونه‌ها در پیوست شماره ۴ آورده شده است.



شکل (۲-۲): نقشه محل نمونه‌های برداشت شده از سطح منطقه زوزن [کان ایران، ۱۳۸۸]

۷-۲- آماده سازی و آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی

نمونه‌های آبراه‌های برداشت شده پس از کنترل شماره سریال به منظور آماده سازی برای شرکت کان پژوه ارسال گردیده است. در این مرحله ذرات زیر الک ۲۰۰ مش بمنظور برداشت نمونه‌های ۳۰ میلی گرمی آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفته است. کلیه نمونه‌های ژئوشیمیایی بجز عنصر طلا مورد آماده‌سازی (انحلال با تیزاب سلطانی) قرار گرفته و برای ۵۱ عنصر با روش ICP-MS مورد آنالیز قرار گرفتند. حد قابل ثبت آزمایشگاه برای عناصر در جدول (۱-۲) آورده شده است.

جدول (۱-۲): حد حساسیتهای رعایت شده در پروژه زوزن II [کان ایران، ۱۳۸۸].

Element	Au	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi
Detection Limit	0.001-10	0.01-100	0.01-15%	0.1-10000	10-10000	10-10000	0.05-100	0.01-10000
Element	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe
Detection Limit	0.01-15%	0.01-500	0.02-500	0.1-10000	1-10000	0.05-500	0.2-10000	0.01-15%
Element	Ga	Ge	Hf	Hg	In	K	La	Li
Detection Limit	0.05-10000	0.05-500	0.02-500	0.01-10000	0.005-500	0.01-10%	0.2-10000	0.1-500
Element	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb
Detection Limit	0.01-15%	5-10000	0.05-10000	0.01-10%	0.05-500	0.2-10000	10-10000	0.2-10000
Element	Rb	Re	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr
Detection Limit	0.1-500	0.001-50	0.01-10%	0.05-10000	0.1-10000	0.2-1000	0.2-500	0.2-10000
Element	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W
Detection Limit	0.01-500	0.01-500	0.2-500	0.005-10%	0.02-10000	0.05-10000	1-10000	0.05-10000
Element	Y	Zn	Zr	* عناصری که با درصد مشخص نشده است به گرم در تن می باشند.				
Detection Limit	0.05-500	2-10000	0.5-500					

بخشی از نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌ها در پیوست ۱ گزارش آورده شده است.

نمونه‌های کانی‌سنگین بعد از جدایش با محلولهای سنگین (برم فرم) مورد مطالعه قرار گرفته و کانیهای مذکور شناسایی شده اند. بخشی از جدول نتایج مطالعه کانیهای سنگین در پیوست ۲ گزارش بعنوان نمونه آورده شده است.

فصل سوم

تجزیه و تحلیل آماری

بر روی داده های کل منطقه

۳-۱- مقدمه

امروزه در قلمرو علوم و فنونی که با داده‌های زیادی سروکار دارند مطالعات آماری داده‌ها بصورت امری اجتناب‌ناپذیر درآمده است. در شاخه‌های مختلف اکتشاف، اکتشافات ژئوشیمیایی که با تعداد زیادی از داده‌ها و متغیرها سروکار دارد از این امر مستثنی نمی‌باشد. مرحله پردازش داده‌ها طی فصول سلسله‌وار از فایل‌بندی داده‌های خام، مراحل شناسایی و جایگزینی داده‌های سنسورد تا مطالعات آماری تک‌متغیره و چندمتغیره ادامه دارد و در این راه تداوم این سلسله و پیگیری نتایج هر مرحله در مرحله بعدی امری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. اصول پردازش داده‌ها، باهدف تفهیم آسانتر نتایج، نمایش بهینه داده‌های فراوان و متغیرهای گوناگون، تلفیق داده‌ها و اخذ بهترین نتیجه با استفاده از یک فضای n بعدی (در مراحل داده‌پردازی چندمتغیره) و ... انجام خواهد شد.

زیر بنای اساسی همه گزارش‌هایی که بر مبنای داده‌های کمی پایه‌ریزی شده‌اند پردازش داده‌ها و انطباق آن با نتایج برداشتهای صحرائی (مطالعات کانی‌های سنگین و کنترل ناهنجاری‌ها) است که این امر دسترسی به اهداف اکتشافی را آسان خواهد نمود.

۳-۲- فایل بندی داده‌های خام و جایگزینی داده‌های سنسورد

به منظور ویرایش داده‌ها، اطلاعات مربوط به هر نمونه به‌مراه مشخصات آن در محیط Excel فایل‌بندی شده است. به عنوان نمونه بخشی از آنالیز نمونه‌ها در پیوست شماره ۱ آمده است.

داده‌های سنسورد داده‌هایی را شامل می‌شود که خارج از حد حساسیت دستگاه قرار می‌گیرند و بصورت کمی بیان نمی‌شوند. برخی از روشهای جایگزینی این داده‌ها در ادامه معرفی گردیده است.

الف- روش بیشترین درست‌نمایی کوهن^۱

در این روش مقادیر سنسورد بوسیله میانگین مقادیری که بدلیل محدودیت دستگاه اندازه‌گیری بصورت سنسورد گزارش شده‌اند جایگزین می‌گردد. روش محاسبه به اینصورت است که بر اساس داده‌های غیرسنسورد، میانگین جامعه کل (سنسورد و غیرسنسورد) تخمین زده می‌شود و سپس از روی آن میانگین جامعه سنسورد محاسبه می‌شود. در نهایت مقادیر سنسورد با میانگین بدست آمده برای آنها جایگزین می‌گردد. میانگین و پراش جامعه کل داده‌ها (سنسورد و غیرسنسورد) بصورت زیر تخمین زده می‌شود [سانفورد^۲، ۱۹۹۳]

$$X_t = X_u - \lambda (X_u - X_0) \quad (۱-۳)$$

$$S_t^2 = S_u^2 - \lambda (X_u - X_0)^2 \quad (۲-۳)$$

X_u میانگین جامعه داده‌های غیرسنسورد، X_0 حدحساسیت دستگاه اندازه‌گیری (مرز پائینی حدحساسیت)، X_t میانگین کل داده‌ها، S_t^2 پراش جامعه کل داده‌ها، S_u^2 پراش جامعه داده‌های غیرسنسورد و بالاخره λ بصورت تابعی از دو متغیر از پیش تعیین شده (h و γ) قابل محاسبه می‌باشد (جدول ۱-۳). مقادیر h و γ نیز از روابط زیر قابل محاسبه می‌باشند [سانفورد، ۱۹۹۳].

$$h = (n_t - n_u) / n_t \quad (۳-۳)$$

$$\gamma = S_u^2 / (X_u - X_0) \quad (۴-۳)$$

در روابط فوق n_t تعداد کل مشاهدات (سنسورد و غیرسنسورد) و n_u تعداد مشاهدات غیرسنسورد است. مقدار h نسبت داده‌های سنسورد به کل داده‌ها است که همواره عددی بین ۰ و ۱ می‌باشد. γ نوعی ویژگیهای انحراف معیار و پراش استاندارد شده را نشان می‌دهد. رابطه میانگین کل داده‌ها یا میانگین جوامع سنسورد و غیرسنسورد را می‌توان بصورت زیر نوشت [سانفورد، ۱۹۹۳].

$$n_t \cdot X_t = n_c X_c + n_u X_u \quad (۵-۳)$$

^۱ Cohen
^۲ Sanford

که در n_c تعداد مشاهدات سنسورد و X_c میانگین داده‌های واقعی جامعه سنسورد است. رابطه فوق دلالت بر آن دارد که میانگین کل داده‌ها نوعی میانگین وزن‌دار از میانگین داده‌های سنسورد و میانگین داده‌های غیرسنسورد است. بنابراین با داشتن مقادیر میانگین کل و میانگین داده‌های غیرسنسورد، می‌توان میانگین جامعه داده‌های سنسورد را بدست‌آورد [سانفورد، ۱۹۹۳]:

$$X_c = (n_f X_f + n_u X_u) / n_c \quad (۶-۳)$$

جدول (۳-۱): مقادیر تابع کمکی λ برای تخمین مقادیر سنسورد به روش کوهن

h	$\gamma=0.0$	$\gamma=0.05$	$\gamma=0.10$	$\gamma=0.15$	$\gamma=0.20$	$\gamma=0.25$	$\gamma=0.30$	$\gamma=0.35$	$\gamma=0.40$	$\gamma=0.45$
0.01	0.01018	0.01055	0.01095	0.01131	0.01164	0.01195	0.01224	0.01252	0.01278	0.01304
0.02	0.02040	0.02119	0.02208	0.02297	0.02386	0.02475	0.02564	0.02652	0.02741	0.02830
0.03	0.03090	0.03223	0.03360	0.03497	0.03634	0.03771	0.03908	0.04045	0.04182	0.04319
0.04	0.04168	0.04335	0.04506	0.04677	0.04848	0.05019	0.05190	0.05361	0.05532	0.05703
0.05	0.05251	0.05464	0.05680	0.05896	0.06112	0.06328	0.06544	0.06760	0.06976	0.07192
0.06	0.06362	0.06619	0.06888	0.07157	0.07426	0.07695	0.07964	0.08233	0.08502	0.08771
0.07	0.07495	0.07791	0.08098	0.08405	0.08712	0.09019	0.09326	0.09633	0.09940	0.10247
0.08	0.08649	0.08993	0.09348	0.09703	0.10058	0.10413	0.10768	0.11123	0.11478	0.11833
0.09	0.09824	0.10217	0.10610	0.11003	0.11396	0.11789	0.12182	0.12575	0.12968	0.13361
0.10	0.11020	0.11461	0.11902	0.12343	0.12784	0.13225	0.13666	0.14107	0.14548	0.14989
0.15	0.17344	0.17935	0.18526	0.19117	0.19708	0.20299	0.20890	0.21481	0.22072	0.22663
0.20	0.24268	0.25033	0.25808	0.26583	0.27358	0.28133	0.28908	0.29683	0.30458	0.31233
0.25	0.31862	0.32793	0.33724	0.34655	0.35586	0.36517	0.37448	0.38379	0.39310	0.40241
0.30	0.40210	0.41290	0.42370	0.43450	0.44530	0.45610	0.46690	0.47770	0.48850	0.49930
0.35	0.49490	0.50710	0.51930	0.53150	0.54370	0.55590	0.56810	0.58030	0.59250	0.60470
0.40	0.59610	0.61000	0.62390	0.63780	0.65170	0.66560	0.67950	0.69340	0.70730	0.72120
0.45	0.70960	0.72520	0.74080	0.75640	0.77200	0.78760	0.80320	0.81880	0.83440	0.85000
0.50	0.83680	0.85400	0.87120	0.88840	0.90560	0.92280	0.94000	0.95720	0.97440	0.99160
0.55	0.98800	0.99940	1.01080	1.02220	1.03360	1.04500	1.05640	1.06780	1.07920	1.09060
0.60	1.11400	1.12660	1.13920	1.15180	1.16440	1.17700	1.18960	1.20220	1.21480	1.22740
0.65	1.23200	1.24580	1.25960	1.27340	1.28720	1.30100	1.31480	1.32860	1.34240	1.35620
0.70	1.35600	1.37080	1.38560	1.39940	1.41320	1.42700	1.44080	1.45460	1.46840	1.48220
0.75	1.48200	1.49720	1.51240	1.52760	1.54280	1.55800	1.57320	1.58840	1.60360	1.61880
0.80	1.61800	1.63420	1.65040	1.66660	1.68280	1.69900	1.71520	1.73140	1.74760	1.76380
0.85	1.76300	1.77960	1.79620	1.81280	1.82940	1.84600	1.86260	1.87920	1.89580	1.91240
0.90	1.91200	1.92920	1.94640	1.96360	1.98080	1.99800	2.01520	2.03240	2.04960	2.06680

مقدار X_c همان مقدار جایگزین است که باید جانشین مقدار سنسورد شود. معمولاً نسبت مقدار جایگزین به حدحساسیت دستگاه را فاکتور جانشینی (γ_x) می‌نامند که رابطه آن بصورت زیر است:

$$\gamma_x = X_f / X_0 \quad (۷-۳)$$

در این رابطه X_f مقدار جایگزینی و X_0 حدحساسیت دستگاه است.

ب- روش جایگزینی ساده

روش استفاده از $3/4$ مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچکتر و $4/3$ برابر مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد بزرگتر نیز روش دیگری است که اگر تعداد داده‌های سنسورد در مقابل کل داده‌ها ناچیز باشد (کمتر از ۱۰ درصد) معمولاً می‌توان از این روش استفاده کرد.

در این پروژه، عناصر ژرمانیوم (Ge)، هافنیوم (Hf)، جیوه (Hg)، تنگستن (W) و زیرکن (Zr) به دلیل آنکه دارای کمتر از دو درصد نمونه سنسورد می‌باشند، مقادیر سنسورد آنها با $3/4$ مقدار سنسورد جایگزین گردید. عنصر تانتالیم (Ta) به دلیل آنکه دارای بیش از ۹۹ درصد داده سنسورد می‌باشد و همچنین عناصر بُر (B) و رنیوم (Re) بدلیل یکنواختی داده‌های غیرسنسورد و عدم تغییرات در داده‌ها از ادامه پردازش‌ها کنار گذاشته شدند.

مقادیر سنسورد برای عناصر طلا (Au)، گوگرد (S)، تلوریوم (Te) و سلنیوم (Se) با روش بیشترین درست‌نمایی کوهن مورد محاسبه و جایگزینی قرار گرفت (جدول ۳-۲).

جدول (۲-۳) : نتایج تخمین داده های سنسورد

Variable	Au	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Ge	Hf	Hg	In	K	La	Li	Mg	Mn
	(ppm)																									
Detection Limit.	0.001	0.01	0.01%	0.1	10	10	0.05	0.01	0.01%	0.01	0.02	0.1	1	0.05	0.2	0.01%	0.05	0.05	0.02	0.01	0.005	0.01%	0.2	0.1	0.01%	5
Number of Censored Samples	73	-----	-----	-----	2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	7	2	6	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Number Of Uncensored Samples	250	323	323	323	321	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	316	321	317	323	323	323	323	323	323
Number of Total Samples	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
Replacement Value	0.00064	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.037	0.015	0.0075	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Variable	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr	
	(ppm)																									
Detection Limit.	0.05	0.01%	0.05	0.2	10	0.2	0.1	0.001	0.01%	0.05	0.1	0.2	0.2	0.2	0.01	0.01	0.2	0.01%	0.02	0.05	1	0.05	0.05	2	0.5	
Number of Censored Samples	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	227	79	-----	-----	18	-----	-----	322	26	-----	-----	-----	-----	-----	1	-----	-----	7	
Number Of Uncensored Samples	323	323	323	323	323	323	323	96	244	323	323	305	323	323	1	297	323	323	323	323	323	322	323	323	316	
Number of Total Samples	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	
Replacement Value	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.006	-----	-----	0.17	-----	-----	-----	0.007	-----	-----	-----	-----	-----	0.037	-----	-----	0.375	

۳-۳-آزمون مقادیر خارج از ردیف

با توجه به اینکه انجام مراحل بعدی، به ویژه مطالعات آماری چند متغیره نیاز به جوامعی با توزیع نرمال دارد، لذا می‌بایست داده‌ها به لحاظ آماری نرمال شوند از بین روشهای چندمتغیره، بطور اخص روش تحلیل فاکتوری به داده‌های خارج از رده و توزیع غیرنرمال بسیار حساس می‌باشد [پایسون^۱ و همکاران، ۱۹۹۹]. به منظور نرمال‌سازی، در ابتدا مقادیر خارج از رده در میان داده‌ها توسط روش دورفل^۲ شناسایی و سپس با مقادیر محاسبه شده از این روش جایگزین گردید [حسنی پاک ۱۳۸۰].

۳-۳-۱-آزمون مقادیر خارج از ردیف برای داده‌های با گسترش زیاد (روش دورفل)

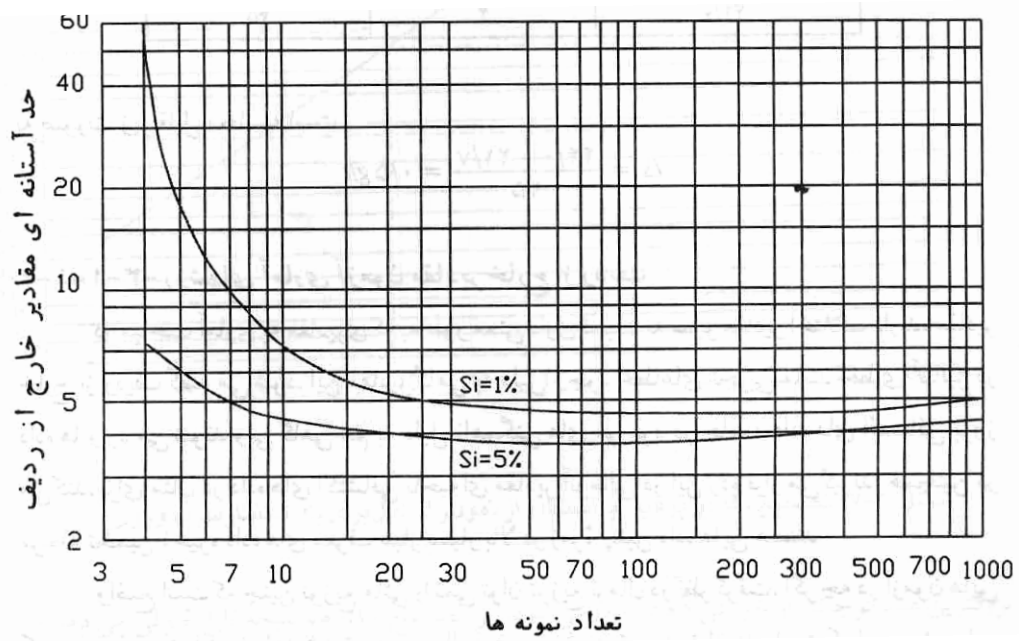
دورفل نموداری برای تعیین حدآستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف تهیه کرده است. برای انجام آزمون مقادیر خارج از ردیف، میانگین (x) و انحراف معیار داده‌ها (s) بدون در نظر گرفتن بزرگترین مقدار داده‌ها محاسبه می‌شود. سپس بزرگترین مقدار داده‌ها (X_A) در صورتی که در رابطه زیر صدق کند یک مقدار خارج از ردیف در نظر گرفته می‌شود [حسنی پاک، شرف الدین ۱۳۸۰]:

$$X_A \geq X + s.g \quad (۳-۸)$$

که در آن g حدآستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف است که از شکل (۳-۱) با سطح اعتماد ۹۹٪ بدست می‌آید.

در این پروژه برای تصحیح مقادیر خارج از ردیف (جدول ۳-۳)، آزمون بالا بر روی داده‌ها اعمال شد سپس مقادیر خارج از ردیف با آخرین مقداری که از طرف راست رابطه فوق بدست می‌آیند جایگزین گردیدند.

¹ Pison
² Doerffel



شکل (۳-۱): حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف به عنوان تابعی از تعداد نمونه و سطح اعتماد

جدول (۳-۳): مقادیر خارج از رده شناسایی شده با استفاده از روش دورفل

Sample	Au	Sample	Ag	Sample	As	Sample	Ba	Sample	Bi	Sample	%Ca	Sample	Cd	Sample	Ce	Sample	Cs	Sample	Cu	Sample	%Fe	Sample	Hf	Sample	In	Sample	%K	Sample	La	Sample	Li
2Z279	0.033	2Z299	3.63	2Z059	24.1	2Z231	2380.0	2Z230	1.64	2Z296	7.57	2Z280	1.39	2Z283	73.3	2Z138	6.5	2Z229	81.7	2Z127	3.9	2Z040	0.36	2Z280	0.046	2Z097	0.50	2Z283	35.90	2Z018	45.5
2Z144	0.013	2Z229	2.21	2Z229	17.7	2Z230	1870.0	2Z231	1.35	2Z299	6.98	2Z218	1.35	2Z127	68.3	2Z012	6.4	2Z299	71.5	2Z018	3.2	2Z041	0.28	2Z299	0.040	2Z188	0.41	2Z127	34.20	2Z020	40.1
2Z280	0.013	2Z300	1.80	2Z300	16.0	2Z226	660.0	2Z299	1.12	2Z300	6.57	2Z208	1.30	2Z153	66.1	2Z135	5.8	2Z264	70.0	2Z308	3.1	2Z070	0.25	2Z231	0.038	2Z099	0.37	2Z153	32.90	2Z027	38.8
2Z277	0.009	2Z279	1.78	2Z299	15.4	2Z220	590.0	2Z265	1.06	2Z228	6.44	2Z279	1.12	2Z194	64.2	2Z203	5.7	2Z280	65.4	2Z303	3.1	2Z050	0.24	2Z224	0.038	2Z127	0.35	2Z194	31.60	2Z175	36.8
2Z298	0.009	2Z280	1.65	2Z227	14.6	2Z227	580.0	2Z220	0.87	2Z301	6.38	2Z217	0.93	2Z165	63.0	2Z159	5.7	2Z227	61.6	2Z020	3.1	2Z141	0.24	2Z279	0.038	2Z264	0.35	2Z159	31.10	2Z012	36.6
2Z218	0.008	2Z227	1.54	2Z226	14.3	2Z225	550.0	2Z300	0.86	2Z297	6.37	2Z175	0.89	2Z177	62.8	2Z055	5.6	2Z208	59.2	2Z100	3.1	2Z106	0.24	2Z001	0.037	2Z100	0.35	2Z165	30.90	2Z247	35.9
2Z272	0.007	2Z226	1.49	2Z228	13.5	2Z101	370.0	2Z226	0.82	2Z286	6.35	2Z224	0.88	2Z159	62.7	2Z283	5.3	2Z279	58.1	2Z097	3.1	2Z082	0.23	2Z127	0.036	2Z196	0.35	2Z177	30.80	2Z137	35.7
2Z042	0.006	2Z232	1.28	2Z247	13.4	2Z194	340.0	2Z208	0.81	2Z229	6.26	2Z219	0.77	2Z185	61.9	2Z097	5.2	2Z210	55.2	2Z040	3.0	2Z066	0.23	2Z208	0.036	2Z193	0.35	2Z282	30.40	2Z055	35.5
2Z075	0.006	2Z204	1.23	2Z159	13.1	2Z222	330.0	2Z210	0.75	2Z093	6.07	2Z210	0.77	2Z282	61.3	2Z158	5.2	2Z218	54.1	2Z252	3.0	2Z067	0.23	2Z300	0.035	2Z212	0.35	2Z185	30.00	2Z135	35.0
2Z224	0.006	2Z218	0.96	2Z230	13.0	2Z223	320.0	2Z279	0.75	2Z091	6.06	2Z207	0.62	2Z180	59.9	2Z127	5.1	2Z256	52.9	2Z050	3.0	2Z140	0.23	2Z286	0.035	2Z160	0.34	2Z160	29.40	2Z026	34.8
2Z253	0.006	2Z224	0.86	2Z225	13.0	2Z169	310.0	2Z227	0.74	2Z089	6.06	2Z059	0.61	2Z187	58.5	2Z282	5.1	2Z207	50.3	2Z065	3.0	2Z138	0.23	2Z207	0.033	2Z155	0.34	2Z316	28.90	2Z023	34.7
2Z124	0.005	2Z210	0.75	2Z055	12.7	2Z166	290.0	2Z280	0.68	2Z241	6.04	2Z222	0.59	2Z232	58.3	2Z148	4.8	2Z300	50.1	2Z237	3.0	2Z043	0.22	2Z285	0.033	2Z055	0.34	2Z100	28.80	2Z138	34.6
2Z195	0.005	2Z286	0.61	2Z296	12.6	2Z300	280.0	2Z258	0.66	2Z298	6.02	2Z211	0.56	2Z100	58.2	2Z160	4.8	2Z226	49.8	2Z082	3.0	2Z057	0.22	2Z097	0.032	2Z316	0.34	2Z187	28.80	2Z057	34.5
2Z207	0.005	2Z194	0.60	2Z148	12.6	2Z167	270.0	2Z225	0.66	2Z302	6.01	2Z281	0.55	2Z316	58.1	2Z147	4.5	2Z286	49.2	2Z041	3.0	2Z093	0.22	2Z210	0.032	2Z195	0.34	2Z117	28.80	2Z316	34.4
2Z208	0.005	2Z231	0.59	2Z136	12.2	2Z236	240.0	2Z224	0.60	2Z040	5.94	2Z206	0.54	2Z160	57.9	2Z133	4.3	2Z225	47.0	2Z093	2.9	2Z055	0.22	2Z136	0.032	2Z197	0.33	2Z097	28.7	2Z029	34.2
2Z278	0.005	2Z225	0.58	2Z029	11.9	2Z187	240.0	2Z254	0.59	2Z247	5.92	2Z258	0.53	2Z117	56.6	2Z021	4.2	2Z284	46.4	2Z087	2.9	2Z148	0.22	2Z293	0.030	2Z236	0.33	2Z232	28.40	2Z133	33.5
2Z317	0.005	2Z217	0.56	2Z180	11.9	2Z131	240.0	2Z256	0.59	2Z303	5.91	2Z232	0.53	2Z114	56.2	2Z314	4.2	2Z220	46.0	2Z038	2.9	2Z095	0.22	2Z265	0.030	2Z213	0.33	2Z114	27.90	2Z040	33.2
2Z098	0.004	2Z207	0.53	2Z231	11.8	2Z160	230.0	2Z232	0.58	2Z295	5.90	2Z267	0.52	2Z183	55.9	2Z193	4.2	2Z242	45.6	2Z159	2.9	2Z087	0.21	2Z264	0.030	2Z210	0.32	2Z178	27.60	2Z317	32.8
2Z120	0.004	2Z265	0.52	2Z298	11.7	2Z270	230.0	2Z194	0.58	2Z285	5.86	2Z299	0.51	2Z258	55.6	2Z029	4.1	2Z165	45.3	2Z029	2.9	2Z308	0.20	2Z145	0.030	2Z012	0.32	2Z193	27.20	2Z298	32.6
2Z206	0.004	2Z208	0.43	2Z057	11.7	2Z229	220.0	2Z207	0.53	2Z231	5.80	2Z216	0.51	2Z195	54.9	2Z100	4.0	2Z232	45.2	2Z293	2.9	2Z053	0.20	2Z070	0.029	2Z211	0.32	2Z258	27.00	2Z101	32.6
2Z210	0.004	2Z161	0.43	2Z138	11.5	2Z204	220.0	2Z285	0.50	2Z308	5.80	2Z215	0.50	2Z178	54.9	2Z232	4.0	2Z265	45.0	2Z070	2.9	2Z042	0.20	2Z230	0.029	2Z296	0.32	2Z195	26.90	2Z134	32.4
2Z250	0.004	2Z263	0.39	2Z266	11.4	2Z232	210.0	2Z229	0.50	2Z101	5.77	2Z220	0.47	2Z193	54.9	2Z196	4.0	2Z206	45.0	2Z099	2.9	2Z037	0.20	2Z220	0.029	2Z167	0.32	2Z132	26.90	2Z017	32.3
2Z265	0.004	2Z211	0.38	2Z163	11.1	2Z048	200.0	2Z316	0.5	2Z289	5.76	2Z235	0.47	2Z173	54.4	2Z057	3.9	2Z224	44.9	2Z023	2.9	2Z090	0.20	2Z232	0.029	2Z231	0.31	2Z173	26.90	2Z015	32.3
2Z269	0.004	2Z206	0.37	2Z293	11.0	2Z127	200.0	2Z235	0.49	2Z075	5.76	2Z266	0.46	2Z197	54.2	2Z236	3.9	2Z231	44.0	2Z307	2.9	2Z076	0.20	2Z160	0.029	2Z286	0.31	2Z317	26.70	2Z318	32.2
2Z299	0.004	2Z230	0.37	2Z160	11.0	2Z215	200.0	2Z313	0.48	2Z323	5.75	2Z223	0.44	2Z186	53.9	2Z023	3.9	2Z254	42.9	2Z089	2.9	2Z071	0.20	2Z153	0.029	2Z230	0.31	2Z156	26.60	2Z024	32.0
2Z300	0.004	2Z068	0.35	2Z232	10.7	2Z299	190.0	2Z211	0.47	2Z250	5.75	2Z262	0.44	2Z285	52.6	2Z018	3.9	2Z065	42.8	2Z240	2.9	2Z096	0.20	2Z099	0.029	2Z078	0.31	2Z111	26.60	2Z021	31.6
2Z070	0.003	2Z195	0.33	2Z295	10.6	2Z266	190.0	2Z252	0.47	2Z251	5.74	2Z260	0.44	2Z317	52.5	2Z099	3.8	2Z258	42.7	2Z059	2.9	2Z059	0.19	2Z155	0.029	2Z283	0.31	2Z197	26.50	2Z031	31.3
2Z183	0.003	2Z127	0.33	2Z241	10.6	2Z267	190.0	2Z246	0.46	2Z063	5.74	2Z149	0.42	2Z174	52.5	2Z114	3.8	2Z285	42.6	2Z316	2.9	2Z127	0.19	2Z295	0.029	2Z194	0.31	2Z158	26.50	2Z296	31.3
2Z217	0.003	2Z235	0.32	2Z323	10.6	2Z087	190.0	2Z264	0.44	2Z051	5.74	2Z265	0.42	2Z132	52.5	2Z185	3.8	2Z230	41.9	2Z194	2.8	2Z012	0.19	2Z082	0.029	2Z025	0.31	2Z183	26.50	2Z070	31.3
2Z231	0.003	2Z097	0.31	2Z252	10.6	2Z104	190.0	2Z323	0.44	2Z065	5.73	2Z065	0.40	2Z284	52.4	2Z315	3.8	2Z103	41.5	2Z247	2.8	2Z052	0.19	2Z087	0.029	2Z250	0.31	2Z130	26.40	2Z059	31.3

Range (ppm)

ادامه جدول(۳-۳): مقادیر خارج از رده شناسایی شده با استفاده از روش دورفل

Sample	Mn	Sample	Mo	Sample	%Na	Sample	P	Sample	Pb	Sample	Rb	Sample	%S	Sample	Sb	Sample	Sr	Sample	Te	Sample	Th	Sample	%Ti	Sample	Tl	Sample	V	Sample	W	Sample	Y	Sample	Zn
2Z065	1245	2Z231	10.65	2Z018	0.12	2Z283	1020	2Z280	3880	2Z097	36.3	2Z062	0.79	2Z280	2.61	2Z274	270	2Z299	0.20	2Z165	9.0	2Z040	0.17	2Z025	0.21	2Z059	369	2Z208	0.61	2Z165	15	2Z280	965
2Z115	1210	2Z230	8.60	2Z097	0.08	2Z040	990	2Z279	3140	2Z158	28.1	2Z063	0.78	2Z229	2.58	2Z018	265	2Z312	0.17	2Z180	7.9	2Z308	0.16	2Z127	0.18	2Z237	70	2Z210	0.46	2Z153	14.6	2Z279	834
2Z267	1195	2Z220	6.58	2Z025	0.08	2Z020	920	2Z299	3050	2Z165	27.2	2Z061	0.55	2Z299	2.51	2Z296	245	2Z216	0.14	2Z153	7.9	2Z050	0.15	2Z097	0.18	2Z127	67	2Z258	0.42	2Z159	14	2Z224	639
2Z097	1190	2Z226	4.49	2Z064	0.08	2Z127	920	2Z059	2490	2Z155	27.0	2Z057	0.50	2Z279	2.11	2Z301	244	2Z210	0.14	2Z237	7.4	2Z041	0.14	2Z012	0.17	2Z065	66	2Z153	0.41	2Z247	14	2Z218	404
2Z093	1150	2Z227	3.96	2Z004	0.08	2Z077	900	2Z300	2200	2Z236	26.8	2Z058	0.47	2Z300	1.70	2Z302	238	2Z211	0.11	2Z148	7.3	2Z093	0.13	2Z028	0.17	2Z082	62	2Z275	0.40	2Z148	13	2Z299	332
2Z089	1145	2Z256	3.61	2Z023	0.08	2Z122	860	2Z224	1690	2Z160	26.5	2Z060	0.45	2Z227	1.68	2Z249	213	2Z300	0.10	2Z234	7.3	2Z106	0.13	2Z236	0.17	2Z308	62	2Z272	0.38	2Z160	13	2Z217	306
2Z099	1125	2Z280	3.29	2Z002	0.08	2Z282	860	2Z218	1670	2Z153	26.1	2Z059	0.40	2Z194	1.58	2Z231	212	2Z225	0.10	2Z160	7.2	2Z059	0.12	2Z100	0.16	2Z093	61	2Z013	0.36	2Z283	13	2Z229	305
2Z100	1115	2Z222	2.85	2Z078	0.08	2Z303	850	2Z231	1665	2Z099	25.9	2Z055	0.37	2Z283	1.57	2Z275	210	2Z218	0.10	2Z159	7.2	2Z070	0.12	2Z144	0.16	2Z018	61	2Z207	0.36	2Z138	13	2Z210	266
2Z266	1070	2Z237	2.61	2Z017	0.08	2Z018	830	2Z229	1535	2Z159	25.7	2Z054	0.34	2Z224	1.56	2Z250	205	2Z215	0.10	2Z242	7.1	2Z066	0.12	2Z160	0.16	2Z020	59	2Z265	0.35	2Z158	13	2Z219	265
2Z237	1045	2Z300	2.39	2Z013	0.08	2Z041	830	2Z227	1165	2Z127	25.3	2Z032	0.31	2Z232	1.49	2Z087	202	2Z230	0.09	2Z138	7.1	2Z082	0.12	2Z158	0.16	2Z087	58	2Z206	0.34	2Z258	13	2Z094	265
2Z098	1005	2Z225	2.29	2Z020	0.08	2Z082	830	2Z226	958	2Z167	24.8	2Z053	0.31	2Z226	1.48	2Z253	200	2Z320	0.09	2Z240	7.0	2Z094	0.12	2Z023	0.15	2Z089	58	2Z245	0.34	2Z316	13	2Z281	263
2Z094	994	2Z223	2.26	2Z066	0.08	2Z070	820	2Z207	890	2Z012	24.5	2Z056	0.29	2Z282	1.39	2Z251	196	2Z266	0.09	2Z185	6.8	2Z307	0.12	2Z055	0.15	2Z094	58	2Z209	0.33	2Z242	12	2Z232	255
2Z118	942	2Z229	2.24	2Z012	0.08	2Z023	810	2Z217	827	2Z193	24.2	2Z033	0.29	2Z286	1.21	2Z299	196	2Z209	0.08	2Z194	6.6	2Z067	0.11	2Z027	0.15	2Z064	58	2Z252	0.32	2Z232	12	2Z208	253
2Z091	933	2Z210	2.17	2Z007	0.08	2Z038	810	2Z265	825	2Z264	24.1	2Z031	0.28	2Z218	1.19	2Z228	193	2Z321	0.08	2Z232	6.4	2Z141	0.11	2Z165	0.15	2Z040	58	2Z211	0.31	2Z156	12	2Z070	243
2Z090	928	2Z241	2.10	2Z006	0.08	2Z125	810	2Z232	751	2Z055	24.1	2Z041	0.21	2Z177	1.18	2Z247	192	2Z204	0.08	2Z124	6.4	2Z095	0.11	2Z159	0.15	2Z070	57	2Z264	0.30	2Z154	12	2Z300	239
2Z210	926	2Z299	2.05	2Z231	0.07	2Z066	810	2Z230	706	2Z212	24.0	2Z030	0.21	2Z225	1.16	2Z229	191	2Z217	0.08	2Z158	6.4	2Z065	0.11	2Z103	0.15	2Z041	57	2Z213	0.30	2Z282	12	2Z222	220
2Z075	919	2Z194	2.03	2Z230	0.07	2Z008	800	2Z208	664	2Z188	23.9	2Z043	0.21	2Z169	1.13	2Z010	189	2Z296	0.07	2Z131	6.4	2Z087	0.11	2Z104	0.15	2Z066	57	2Z277	0.30	2Z097	12.3	2Z093	217
2Z076	912	2Z232	1.94	2Z166	0.07	2Z037	800	2Z210	636	2Z166	23.7	2Z034	0.21	2Z236	1.10	2Z276	189	2Z228	0.07	2Z224	6.4	2Z034	0.11	2Z196	0.15	2Z050	56	2Z267	0.29	2Z196	12	2Z048	215
2Z054	907	2Z275	1.90	2Z167	0.07	2Z050	800	2Z206	598	2Z144	23.7	2Z042	0.20	2Z210	1.04	2Z248	186	2Z322	0.07	2Z316	6.3	2Z076	0.11	2Z193	0.15	2Z060	56	2Z254	0.28	2Z240	12	2Z258	206
2Z068	906	2Z252	1.87	2Z144	0.07	2Z089	790	2Z225	576	2Z195	23.4	2Z044	0.20	2Z183	1.02	2Z252	183	2Z239	0.07	2Z123	6.3	2Z096	0.11	2Z155	0.15	2Z303	56	2Z212	0.28	2Z180	12.1	2Z080	204
2Z169	904	2Z224	1.84	2Z099	0.07	2Z115	790	2Z286	497	2Z197	23.4	2Z040	0.20	2Z185	1.01	2Z230	183	2Z284	0.07	2Z156	6.3	2Z089	0.11	2Z264	0.15	2Z100	55	2Z165	0.28	2Z224	12	2Z220	203
2Z113	901	2Z243	1.84	2Z041	0.07	2Z053	790	2Z194	485	2Z100	23.3	2Z045	0.19	2Z199	0.99	2Z020	182	2Z294	0.07	2Z097	6.3	2Z127	0.11	2Z153	0.15	2Z013	55	2Z285	0.27	2Z055	12	2Z223	203
2Z258	898	2Z267	1.82	2Z155	0.07	2Z232	790	2Z283	409	2Z232	23.0	2Z035	0.18	2Z195	0.98	2Z040	181	2Z323	0.07	2Z262	6.3	2Z053	0.11	2Z212	0.15	2Z067	55	2Z187	0.27	2Z264	12	2Z068	202
2Z242	892	2Z285	1.76	2Z038	0.07	2Z021	780	2Z219	360	2Z234	22.4	2Z052	0.17	2Z187	0.98	2Z292	180	2Z313	0.07	2Z323	6.2	2Z140	0.11	2Z175	0.14	2Z003	55	2Z279	0.27	2Z155	12	2Z159	200
2Z059	881	2Z242	1.75	2Z087	0.07	2Z126	780	2Z281	342	2Z283	22.3	2Z037	0.17	2Z159	0.92	2Z297	180	2Z231	0.06	2Z285	6.2	2Z043	0.11	2Z138	0.14	2Z068	55	2Z166	0.27	2Z252	12	2Z227	197
2Z051	879	2Z284	1.73	2Z016	0.07	2Z029	780	2Z204	341	2Z185	22.2	2Z039	0.17	2Z197	0.92	2Z314	179	2Z247	0.06	2Z258	6.2	2Z090	0.10	2Z021	0.14	2Z034	55	2Z284	0.26	2Z241	12	2Z076	192
2Z116	876	2Z279	1.71	2Z010	0.07	2Z100	780	2Z220	328	2Z224	21.9	2Z038	0.15	2Z173	0.92	2Z300	178	2Z229	0.06	2Z247	6.1	2Z084	0.10	2Z099	0.14	2Z046	55	2Z292	0.26	2Z169	12	2Z089	184
2Z191	876	2Z254	1.65	2Z083	0.07	2Z097	780	2Z256	320	2Z138	21.9	2Z051	0.13	2Z266	0.91	2Z321	177	2Z252	0.06	2Z246	6.1	2Z057	0.10	2Z194	0.14	2Z092	54	2Z246	0.26	2Z127	12	2Z267	178
2Z194	876	2Z270	1.65	2Z086	0.07	2Z099	770	2Z235	290	2Z156	21.8	2Z047	0.13	2Z285	0.91	2Z227	177	2Z227	0.06	2Z261	6.1	2Z037	0.10	2Z232	0.14	2Z307	54	2Z256	0.26	2Z285	12	2Z226	176
2Z175	873	2Z264	1.60	2Z015	0.07	2Z017	760	2Z211	288	2Z186	21.8	2Z036	0.12	2Z166	0.88	2Z089	177	2Z298	0.06	2Z273	6.0	2Z038	0.10	2Z195	0.14	2Z084	54	2Z260	0.26	2Z194	12	2Z286	174
Range (ppm)																																	

۳-۴- مطالعات آماری تک متغیره

هر عنصر بر حسب شرایط محیط‌های ژئوشیمیایی دارای تابع توزیع خاص خود بوده و رفتار ژئوشیمیایی عناصر در محیط‌ها و شرایط مختلف تغییر می‌نماید [لوینسون^۱، ۱۹۸۶؛ حسنی پاک، ۱۳۸۰]. برای بررسی اینکه چه عناصری تحت تأثیر فرایندهای کانی‌سازی و هیدروترمالی قرار گرفته‌اند مطالعات تک‌متغیره بر روی داده‌های منطقه صورت پذیرفت. به منظور بررسی رفتار و تابع توزیع هر متغیر، در ادامه ابتدا تابع توزیع متغیرهای آماری با رسم هیستوگرام فراوانی مورد مطالعه و پارامترهای مرکزیت و پراکندگی داده‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفتند [برانلی^۲، ۱۹۶۰]. بر این اساس پارامترهای آماری با اهمیت مورد ارزیابی قرار گرفت. در ارتباط با تحلیل‌های آماری چندمتغیره در مباحث جداگانه بحث خواهد شد.

۳-۴-۱- پارامترهای آماری داده‌های خام

مقادیر میانگین، میانه^۳، مد، واریانس، انحراف معیار^۴، ضریب تغییرات^۵، چولگی^۶، کشیدگی^۷، مقادیر حداقل و حداکثر، ۲۵٪ و ۷۵٪ هر عنصر (جدول ۳-۴) مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اشکال (۳-۲) و (۳-۳) هیستوگرام فراوانی عناصر طلا، نقره، بیسموت، سرب، روی، کادمیوم، آرسنیک، مولیبدن، مس، آنتیموان و باریم از شکل زنگوله‌ای توزیع نرمال پیروی نکرده است. مقادیر میانه و میانگین عناصر نقره، باریم، بیسموت، منگنز، مولیبدن، فسفر، سرب، گوگرد، آنتیموان و روی اختلاف چشمگیری با یکدیگر دارند. این امر گویای عدم تقارن نمودار توزیع داده‌های مربوطه می‌باشد.

¹ Levinson
² Brownlee
³ median
⁴ Std. Deviation
⁵ Coefficient variations
⁶ Skewness
⁷ Kurtosis

واریانس بعنوان معیاری از پراکندگی داده‌ها به ترتیب برای عناصر سرب، باریم، منگنز، استرانسیوم، وانادیم، روی و فسفر دارای مقادیر بالایی است که این می‌تواند حاکی از پراکندگی تغییرات غلظت این عناصر در محدوده مطالعاتی مورد نظر باشد.

ضریب تغییرات به عنوان مقیاسی از پراکندگی غلظت‌ها در شرایطی که متغیرهای مورد نظر از واحدهای اندازه‌گیری متفاوت برخوردار باشند اهمیت می‌یابد [دیویس^۱، ۲۰۰۲]. در این پروژه بیشترین ضریب تغییرات مربوط به عنصر سرب (۲۷۲/۳۴٪) و کمترین ضریب تغییرات به عنصر ایتريوم (۸/۶۰٪) تعلق دارد. بعد از متغیر سرب عناصر گوگرد، نقره، طلا، باریم، تلوریم و روی دارای بیشترین درصد ضریب تغییرات می‌باشند.

چولگی و کشیدگی نیز پارامترهای آماری هستند که درباره‌ی چگونگی توزیع داده‌ها اطلاعاتی در اختیار مفسر می‌گذارند. میزان عدم‌تقارن یا چولگی توزیع به معنی آنست که توزیع داده‌ها به چه میزان از حالت نرمال یا متقارن انحراف یافته‌اند [جوانس و گیل^۲، ۱۹۹۸]. اگر شاخص چولگی مثبت باشد به معنای توزیع نامتقارن و متمایل به چپ هستند یعنی داده‌های بزرگتر وزن کمتری از داده‌های کوچکتر دارند و شاخص چولگی منفی به معنای توزیع نامتقارن و متمایل به راست هستند یعنی داده‌های کوچکتر با غلظت کمتر وزن کمتری از داده‌های با غلظت بزرگتر دارند [لوینسون، ۱۹۸۶]. مقادیر بالای چولگی در یک توزیع ژئوشیمیایی می‌تواند بعنوان یکی از راهنماهای حضور غلظتهای آنومال در داده‌های مربوطه و یا توزیع غیر تصادفی آن متغیر باشد. بیشترین چولگی مثبت مربوط به عنصر وانادیم (۱۴/۹۴) و کمترین چولگی مثبت مربوط به عنصر کبالت (۰/۲۰) می‌باشد. عناصر آلومینیوم، کلسیم، کبالت، جیوه و منیزیم توزیع نسبتاً متقارن‌تری را از خود نشان می‌دهند. عناصر ژرمانیوم و نیکل نیز دارای چولگی منفی می‌باشند. با توجه به جدول (۳-۳) بیشترین کشیدگی مربوط به عنصر وانادیم (۲۵۴) و کمترین کشیدگی مربوط به عنصر جیوه (۲/۲۲) می‌باشد.

¹ Davis

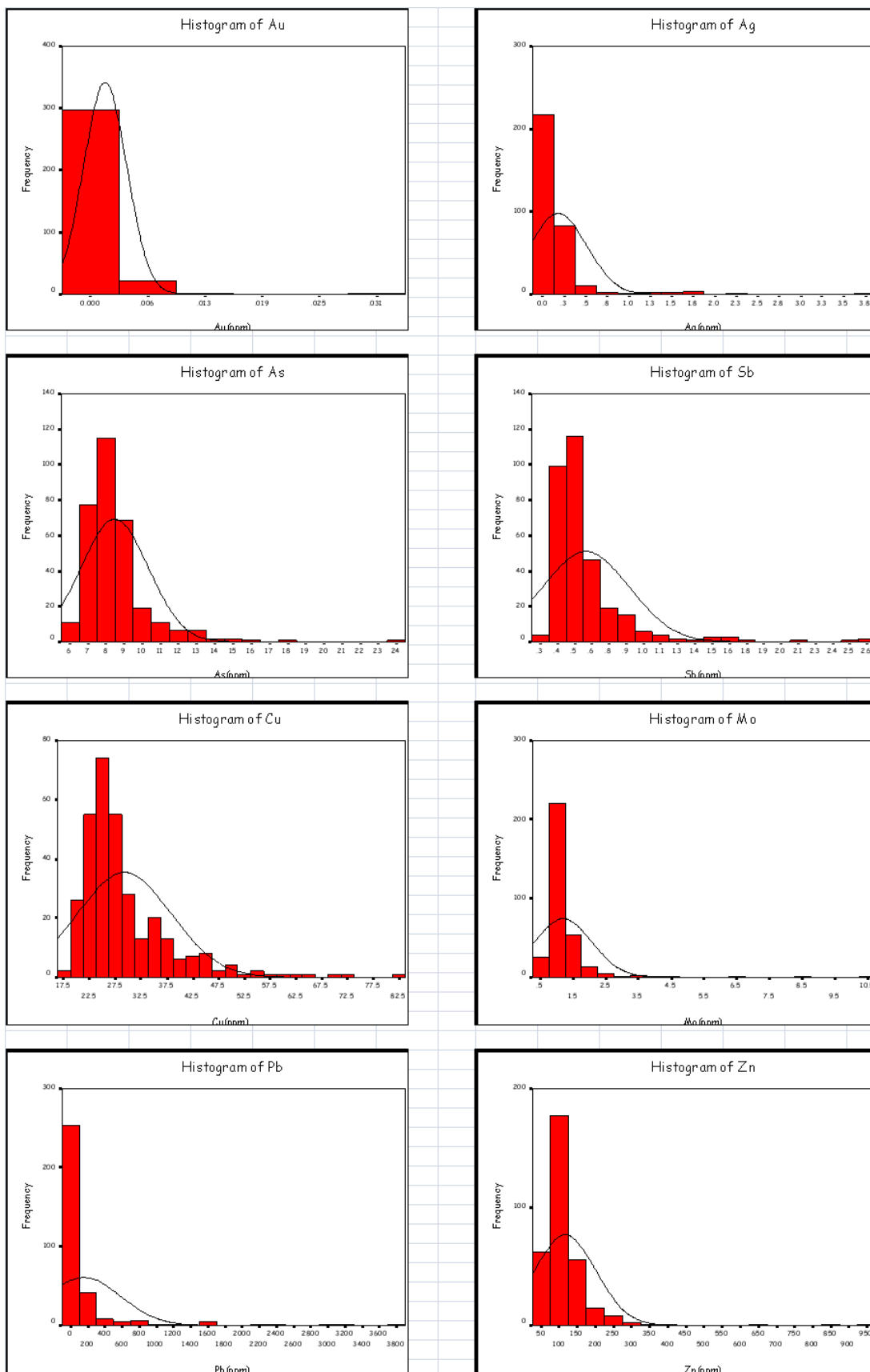
² Joanes & Gill

جدول (۳-۴): پارامترهای آماری داده های خام منطقه زوزن

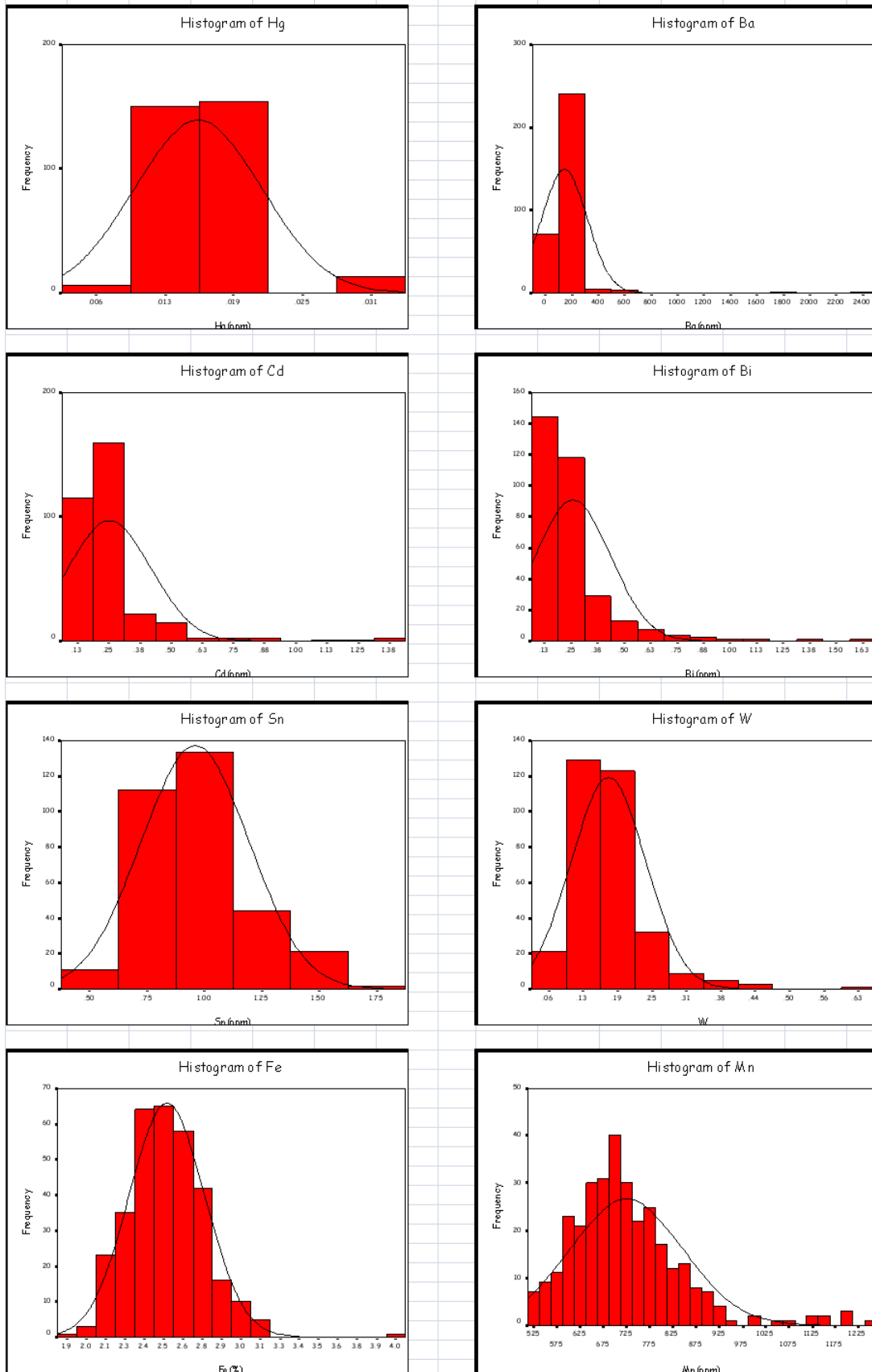
Parameter	Au	Ag	Al(%)	As	Ba	Be	Bi	Ca(%)	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe(%)	Ga	Ge	Hf	Hg	In	K(%)	La	Li	Mg(%)
N Used.	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
N Missing.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	0.002	0.177	1.576	8.46	143	0.658	0.258	5.098	0.253	41.912	11.250	40.251	2.719	29.219	2.520	5.089	0.067	0.105	0.016	0.025	0.25	21.44	24.81	1.222
Mode	0.001	0.06	1.54	9	100	0.58	0.18	5.52	0.18	39	11.1	35	2.46	24.6	2.62	4.63	0.07	0.09	0.02	0.024	0.22	19.8	19.8	1.15
CV%	146.92	185.37	11.04	21.92	120	16.64	68.55	10.93	65.71	18.50	13.27	14.65	29.38	31.11	9.69	11.72	14.62	54.60	37.25	12.90	16.74	16.13	19.02	12.44
Std. Deviation	0.0024	0.329	0.174	1.855	172	0.109	0.177	0.557	0.166	7.754	1.493	5.897	0.799	9.089	0.244	0.596	0.010	0.057	0.006	0.003	0.042	3.458	4.718	0.152
Variance	0.0000	0.108	0.030	3.440	29712	0.012	0.031	0.310	0.028	60.128	2.229	34.772	0.638	82.610	0.060	0.356	0.000	0.003	0.00	0.00	0.002	11.956	22.26	0.023
Skewness	8.55	6.13	0.47	3.26	10.22	0.91	3.75	0.37	4.08	0.92	0.20	0.74	1.97	2.23	0.74	0.59	-0.19	0.71	0.40	2.18	1.10	1.04	0.76	0.21
Kurtosis	105	50.76	3.74	21.54	122	3.68	22.07	3.55	23.54	4.01	2.88	3.13	7.72	9.79	5.84	3.30	4.09	3.67	2.22	11.11	6.25	4.39	3.72	2.51
Minimum	0.0006	0.030	1.080	5.80	60	0.450	0.120	3.880	0.130	25.000	8.100	30	1.650	17.300	1.920	3.790	0.037	0.015	0.008	0.02	0.17	14.60	16.60	0.85
25th %tile	0.001	0.06	1.46	7.4	100	0.58	0.17	4.62	0.18	36.5	10.2	36	2.21	23.6	2.36	4.67	0.06	0.06	0.01	0.023	0.22	19	21.1	1.11
Median	0.001	0.09	1.57	8.1	110	0.64	0.19	5.14	0.2	40.3	11.2	39	2.47	26.6	2.52	5.03	0.07	0.1	0.02	0.025	0.25	20.8	24.3	1.2
75th %tile	0.002	0.15	1.66	8.9	140	0.73	0.27	5.52	0.26	46.5	12.3	44	3.02	31.9	2.67	5.45	0.07	0.14	0.02	0.026	0.28	23.2	27.8	1.34
Maximum	0.033	3.63	2.15	24.1	2380	1.06	1.64	7.57	1.39	73.3	16.6	59	6.45	81.7	3.94	6.98	0.1	0.36	0.03	0.046	0.5	35.9	45.5	1.62

Parameter	Mn	Mo	Na(%)	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S(%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Te	Th	Ti(%)	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr
N Used.	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
N Missing.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	725	1.19	0.05	0.54	42.85	670.15	156.17	17.18	0.04	0.58	4.58	0.51	0.96	147.91	0.03	4.73	0.07	0.11	0.71	45.62	0.17	10.59	116	4.49
Mode	646	0.78	0.04	0.48	43.2	650	26.8	14.2	0.01	0.44	4.2	0.4	0.7	128	0.02	4.4	0.045	0.1	0.67	41	0.15	10.4	71	4.2
CV%	16.69	72.64	26.68	39.70	12.55	11.12	272.34	20.24	230.77	54.11	10.49	39.69	24.47	15.81	81.98	19.00	35.59	22.54	12.51	42.09	39.39	8.60	72.83	52.78
Std. Deviation	120.91	0.87	0.01	0.21	5.38	74.50	425.31	3.48	0.10	0.32	0.48	0.20	0.23	23.38	0.02	0.90	0.02	0.02	0.09	19.20	0.07	0.91	84.47	2.37
Variance	14620	0.75	0.00	0.05	28.93	5551	180889	12.09	0.01	0.10	0.23	0.04	0.06	547	0.00	0.81	0.00	0.00	0.01	368.76	0.00	0.83	7136	5.62
Skewness	1.40	7.17	0.84	1.89	-1.29	1.08	5.68	1.10	4.58	3.57	0.57	1.03	0.72	1.72	2.86	1.13	1.05	0.72	0.83	14.94	1.92	1.29	6.20	0.51
Kurtosis	6.36	67.50	5.18	9.30	6.50	5.46	39.72	5.79	27.86	19.45	3.05	4.56	3.09	8.55	15.17	5.47	4.00	4.19	3.75	254.46	10.44	6.43	54.43	3.64
Minimum	519	0.57	0.02	0.18	21.6	530	14.6	10.2	0.006	0.29	3.6	0.17	0.6	106	0.007	2	0.033	0.05	0.53	32	0.037	8.82	56	0.375
25th %tile	646	0.87	0.04	0.4	40.4	620	28.8	14.7	0.01	0.42	4.2	0.4	0.8	131	0.02	4.2	0.048	0.09	0.65	40	0.13	9.96	77	2.7
Median	705	1.03	0.05	0.48	43.5	660	43.9	16.8	0.01	0.48	4.5	0.5	0.9	145	0.02	4.5	0.06	0.1	0.7	43	0.16	10.4	94	4.3
75th %tile	781	1.24	0.06	0.63	46.2	710	85.3	18.9	0.02	0.63	4.9	0.6	1.1	158.5	0.03	5.1	0.083	0.12	0.77	49	0.2	11.1	125	6
Maximum	1245	10.65	0.12	1.9	56.1	1020	3880	36.3	0.79	2.61	6.1	1.2	1.7	270	0.2	9	0.165	0.21	1.01	369	0.61	15.45	965	15

Range (ppm)



شکل (۲-۳): هیستوگرام فراوانی عناصر طلا، نقره، آرسنیک، آنتیموان، مس، مولیبدن، سرب، روی



شکل (۳-۳): هیستوگرام فراوانی عناصر باریم، جیوه، بیسموت، کادمیوم، تنگستن، قلع، منگنز و آهن

به احتمال عناصر نقره، طلا، سرب، کادمیوم، باریم، بیسموت، روی، مولیبدن، آنتیموان منگنز دارای توزیع نامتقارن و غیرنرمال بوده و تحت تأثیر فرایندهای کانی‌سازی و محلولهای هیدروترمالی قرار گرفته‌اند.

۳-۵- نرمال سازی داده های خام

اکثر روش‌های آماری (به جز روش‌های غیرپارامتری) فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها را به همراه دارند. در مسائل اکتشافی با داده‌هایی سروکار داریم که کمتر اتفاق می‌افتد که شرایط نرمال بودن را داشته باشند [ریمن^۱ و همکاران، ۲۰۰۰]. در این شرایط می‌توان با استفاده از توابع تبدیل مختلف، داده‌ها را طوری تبدیل کرد که مقادیر تبدیل یافته آنها دارای توزیع نرمال باشد [حسنی‌پاک ۱۳۸۰؛ لیمپرت^۲ و همکاران ۲۰۰۱]. در این شرایط اغلب با تبدیل داده‌ها تحت تابع تبدیل لگاریتمی، توزیع داده‌های تبدیل یافته متقارن گشته و به توزیع نرمال نزدیک می‌شود [ریمن و همکاران ۲۰۰۰؛ لیمپرت و همکاران، ۲۰۰۱]

در این پروژه بعضی از عناصر مانند Al, Ca, Co, Ce, Ge, Ga, Fe, Hg, Hf, Mg, Na, Zr بعد از جایگزینی مقادیر خارج از ردیف مقدار چولگی‌شان به کمتر از ۰/۵ کاهش یافت (جدول ۳-۵) و توزیعشان به توزیع نرمال نزدیک شد. عناصری مانند Ti, Te, Th, Tl, Cr, Se, Sn, Sc, P, Rb, Nb, Mn, K, Li, W اینگونه نبودند و تحت تبدیل لگاریتمی قرار گرفته و نرمال گشتند. از آنجا که چولگی گاهی با تبدیل لگاریتمی داده‌ها از بین نمی‌رود و بر روی نمودار احتمال، توزیع آنها بصورت خط راست در نمی‌آید، در اینگونه موارد می‌توان از تبدیل سه پارامتری استفاده کرد که بصورت زیر تعریف می‌شود [حسنی‌پاک، شرف‌الدین ۱۳۸۰]:

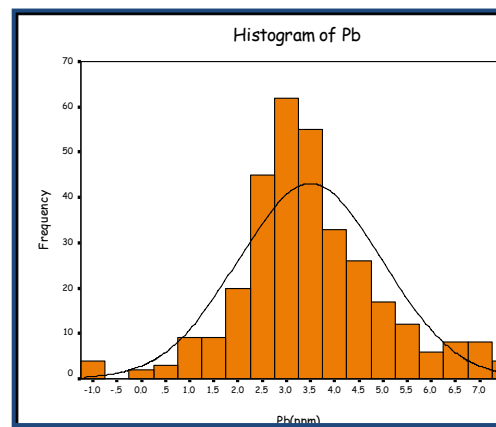
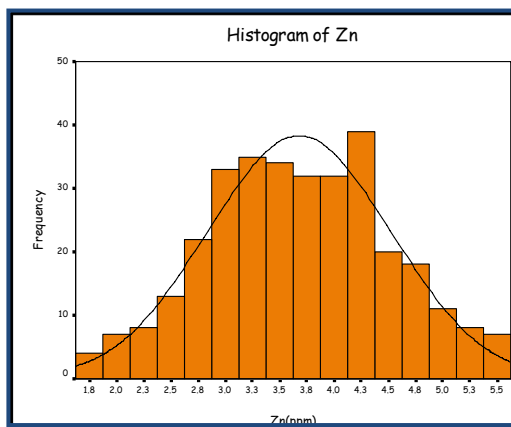
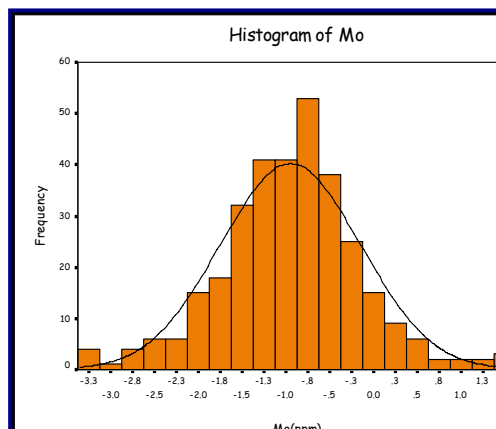
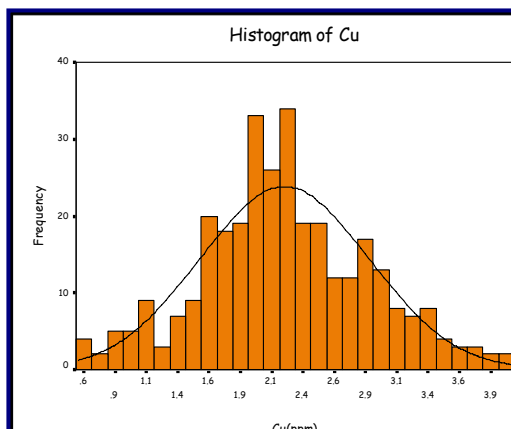
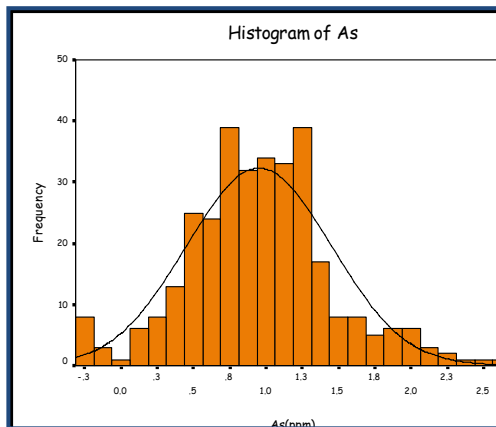
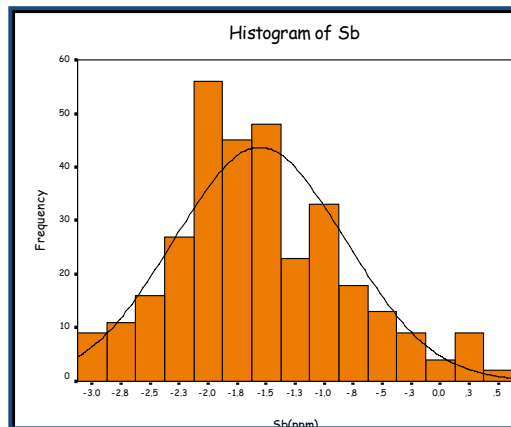
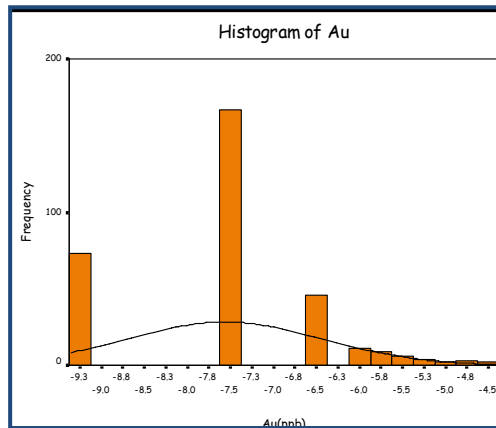
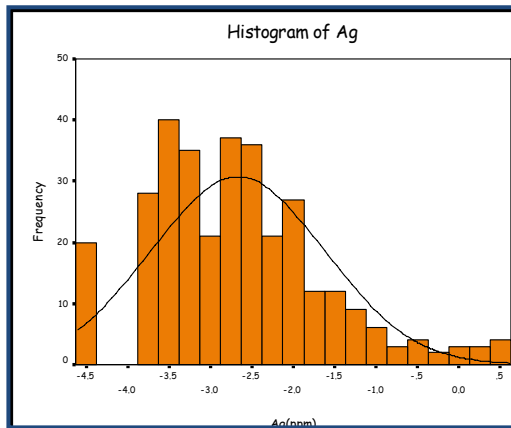
$$P(x) = \ln(aX \pm \theta) \quad (۹-۳)$$

^۱ Reimann
^۲ Limpert

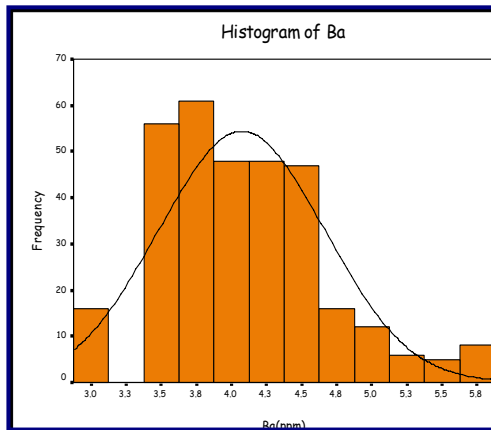
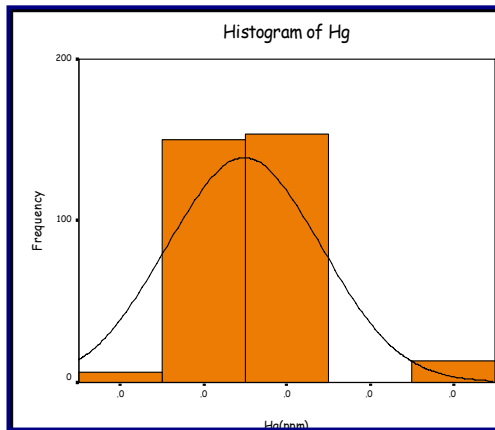
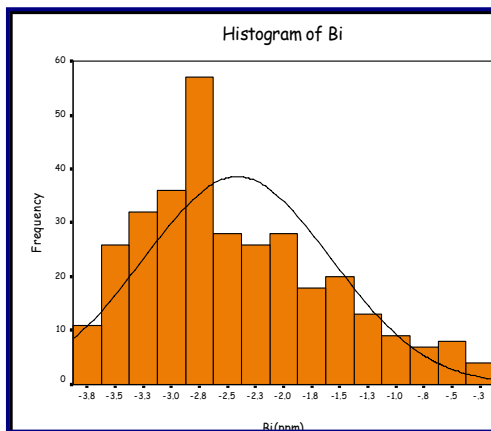
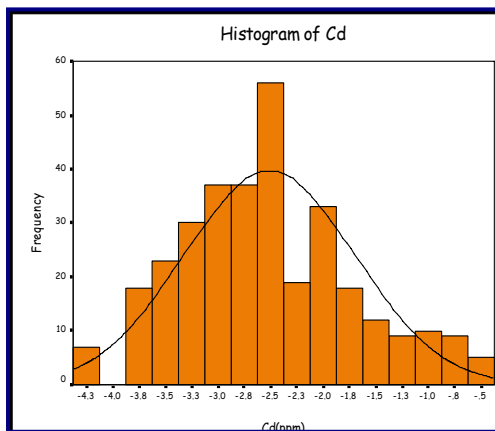
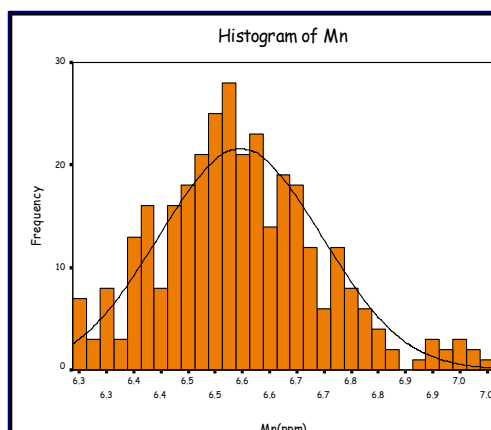
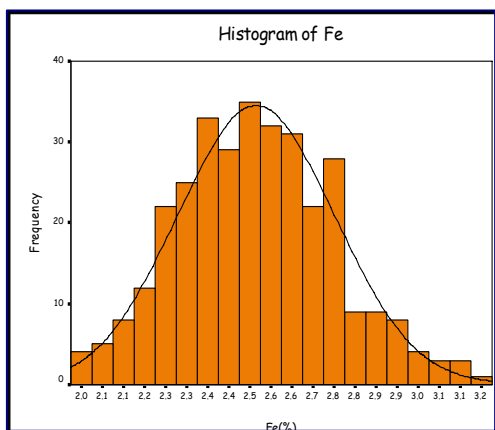
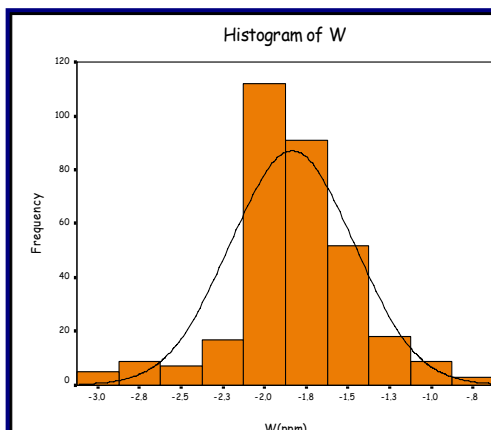
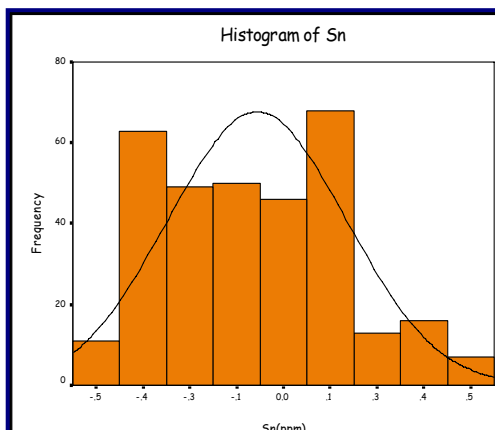
X مقدار متغیر مورد نظر می‌باشد. در عمل برای ساده کردن تبدیل، مقدار a را واحد در نظر می‌گیرند. مقدار θ با سعی و خطا بدست آمده و معمولاً مقدار آن نزدیک به مینیمم مقدار کل داده‌هاست. در صورتیکه چولگی مثبت باشد مقدار θ از aX کم و در صورتیکه چولگی منفی باشد مقدار θ به تابع اضافه می‌شود. بعد از بدست آوردن مقدار تابع، تابع تحت تبدیل لگاریتم طبیعی قرار می‌گیرد [حسنی پاک، شرف الدین ۱۳۸۰]. در این پروژه عناصری که به این طریق از توزیع نرمال تبعیت نمودند و مقدار چولگی آنها به کمتر از ۰/۵ کاهش یافت (جدول ۳-۵) عبارتند از Au, Ag, Ba, عناصر نرمال شده نیز ترسیم گردید با توجه به اشکال (۳-۴) و (۳-۵) به جز عنصر طلا سایر عناصر نسبتاً نرمال شده و هیستوگرام آنها شکل زنگوله‌ای بخود گرفته است.

در این مرحله قبل از مطالعات چندمتغیره برای درک هرچه بهتر نحوه توزیع غلظت این عناصر

نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی آنها در منطقه رسم گردید.



شکل (۳-۴): هیستوگرام عناصر نرمال شده طلا، نقره، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن، مس، سرب و روی



شکل (۳-۵): نمودار هیستوگرام عناصر نرمال شده قلع، تنگستن، آهن، منگنز، بیسموت، کادمیوم، جیوه و باریوم

جدول (۳-۵): پارامترهای آماری داده های نرمال منطقه زوزن

Parameter	Au(ppb)	Ag	Al(%)	As	Ba	Be	Bi	Ca(%)	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe(%)	Ga	Ge	Hf	Hg	In	K(%)	La	Li	Mg(%)
N Used.	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
N Missing.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	-7.567	-2.668	1.575	0.950	4.073	-1.237	-2.412	5.086	-2.511	3.72	11.250	3.685	-0.093	2.227	2.519	5.085	0.067	0.105	0.016	-4.999	-1.389	2.569	3.194	1.223
Mode	-7.601	-3.474	1.540	1.253	3.738	-1.470	-2.797	5.520	-2.937	3.66	11.100	3.555	-0.151	1.960	2.620	4.630	0.070	0.090	0.020	-5.116	-1.514	2.468	2.986	1.150
CV%	-15.03	-39.23	10.80	52.38	14.51	-27.60	-34.59	10.29	-32.27	4.69	13.10	3.85	-682.28	30.32	9.25	11.46	14.62	53.62	37.25	-7.97	-11.24	9.36	5.75	12.41
Std. Deviation	1.137	1.047	0.170	0.498	0.591	0.341	0.834	0.523	0.810	0.17	1.474	0.142	0.631	0.675	0.233	0.583	0.010	0.056	0.006	0.399	0.156	0.240	0.184	0.152
Variance	1.293	1.096	0.029	0.248	0.350	0.117	0.696	0.274	0.656	0.03	2.173	0.020	0.399	0.456	0.054	0.340	0.000	0.003	0.000	0.159	0.024	0.058	0.034	0.023
Skewness	0.237	0.029	0.405	0.259	0.144	0.119	0.090	-0.054	0.358	0.49	0.167	0.430	0.119	0.087	0.276	0.487	-0.193	0.537	0.400	0.107	0.207	0.414	0.249	0.227
Kurtosis	2.803	3.711	3.303	3.652	3.436	2.425	2.741	2.055	2.980	2.85	2.617	2.617	2.920	2.919	2.814	2.919	4.088	2.788	2.225	4.183	2.549	2.859	2.468	2.488
Minimum	-9.210	-4.510	1.180	-0.223	3.091	-1.966	-3.863	3.980	-4.343	3.41	8.500	3.401	-1.609	0.642	2.030	3.950	0.037	0.015	0.008	-6.215	-1.772	2.104	2.809	0.890
25th %tile	-7.601	-3.474	1.460	0.642	3.738	-1.470	-2.976	4.620	-2.937	3.60	10.200	3.584	-0.494	1.808	2.360	4.670	0.060	0.060	0.010	-5.298	-1.514	2.398	3.049	1.110
Median	-7.601	-2.797	1.570	0.956	3.951	-1.238	-2.645	5.140	-2.617	3.70	11.200	3.664	-0.139	2.208	2.520	5.030	0.070	0.100	0.020	-4.962	-1.386	2.549	3.190	1.200
75th %tile	-6.502	-2.112	1.660	1.224	4.407	-0.968	-1.890	5.520	-2.017	3.84	12.300	3.784	0.351	2.667	2.670	5.450	0.070	0.140	0.020	-4.828	-1.273	2.721	3.325	1.340
Maximum	-4.465	0.605	2.100	2.565	5.864	-0.416	-0.273	6.150	-0.540	4.26	15.500	4.078	1.459	3.983	3.190	6.730	0.100	0.270	0.030	-3.576	-0.968	3.314	3.723	1.620

Parameter	Mn	Mo	Na(%)	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S(%)	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Te	Th	Ti(%)	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr
N Used.	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323
N Missing.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	6.571	-0.948	0.049	-0.689	4.635	6.501	3.496	2.824	-5.109	-1.555	1.517	-0.757	-0.070	4.164	-3.746	1.537	-2.765	-2.273	-1.390	2.926	-1.834	0.893	3.680	4.486
Mode	6.471	-1.833	0.040	-0.734	4.522	6.477	-1.204	2.653	-5.426	-1.897	1.435	-0.916	-0.357	3.871	-3.912	1.482	-3.101	-2.303	-1.514	2.773	-1.897	0.875	2.773	4.200
CV%	2.268	-84.295	25.755	-50.139	0.971	1.603	42.728	6.750	-38.027	-47.354	6.790	-53.836	-338.08	7.282	-18.18	11.680	-12.068	-9.797	-23.780	11.326	-20.132	37.641	22.815	52.361
Std. Deviation	0.149	0.799	0.013	0.345	0.045	0.104	1.494	0.191	1.943	0.736	0.103	0.408	0.238	0.303	0.681	0.180	0.334	0.223	0.330	0.331	0.369	0.336	0.840	2.349
Variance	0.022	0.639	0.000	0.119	0.002	0.011	2.231	0.036	3.774	0.542	0.011	0.166	0.056	0.092	0.464	0.032	0.111	0.050	0.109	0.110	0.136	0.113	0.705	5.517
Skewness	0.450	0.003	0.480	0.424	-0.493	0.448	0.158	0.233	0.166	0.467	0.314	-0.474	0.229	0.074	0.180	0.150	0.384	-0.123	0.036	0.107	-0.282	0.048	0.029	0.411
Kurtosis	3.311	3.908	3.119	3.069	3.244	3.241	4.084	2.998	2.496	3.049	2.707	3.863	2.330	2.887	2.998	4.506	2.284	3.376	2.538	2.676	4.611	3.184	2.567	3.141
Minimum	6.267	-3.219	0.020	-1.470	4.522	6.292	-1.204	2.361	-7.824	-2.996	1.281	-1.772	-0.511	3.450	-4.962	0.693	-3.411	-2.996	-2.040	1.946	-2.996	0.020	1.792	0.375
25th %tile	6.471	-1.386	0.040	-0.916	4.609	6.430	2.625	2.688	-5.426	-2.040	1.435	-0.916	-0.223	3.932	-3.912	1.435	-3.037	-2.408	-1.609	2.708	-2.040	0.673	3.091	2.700
Median	6.558	-0.892	0.050	-0.734	4.640	6.492	3.364	2.821	-5.426	-1.661	1.504	-0.693	-0.105	4.174	-3.912	1.504	-2.813	-2.303	-1.386	2.890	-1.833	0.875	3.664	4.300
75th %tile	6.661	-0.478	0.060	-0.462	4.665	6.565	4.253	2.939	-4.241	-1.079	1.589	-0.511	0.095	4.363	-3.507	1.629	-2.489	-2.120	-1.139	3.178	-1.609	1.131	4.248	6.000
Maximum	7.017	1.556	0.080	0.293	4.745	6.824	7.392	3.367	-0.439	0.399	1.808	0.182	0.531	4.927	-1.609	2.041	-1.802	-1.661	-0.580	3.871	-0.693	2.008	5.545	13.300

Range (ppm)

۳-۶- ترسیم نقشه‌های تک عنصری

داده‌های رسوبات آبراهه‌ای 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. برای درونبایی چنین داده‌های جهت‌داری لازم است اولاً مرز حوضه آبریز مربوط به آنها در نظر گرفته شود ثانیاً جهتی که نمونه و یا داده‌ها می‌تواند در برونبایی شرکت کند مشخص شود. این روش ترسیم نقشه، روش تخمین شبکه‌ای نامیده می‌شود. در این روش ابتدا نقشه موردنظر بوسیله شبکه‌ای از سلول‌های هم‌بعد پوشانده می‌شود. ابعاد شبکه بستگی به مقیاس برداشت‌ها، دقت مورد نیاز و امکانات سخت‌افزار (حافظه) دارد. پس از انداختن شبکه بر روی نقشه برای هر نمونه مرز حوضه آبریز بالادست آن با رسم قطاع مشخص می‌شود کمان انتهایی قطاع بالاترین قسمت حوضه آبریز مربوطه را می‌پوشاند و دو ضلع آن باید حتی‌الامکان منطبق بر رأس‌الخط دو طرف حوضه آبریز در بالادست نمونه مربوطه باشد. [حسنی‌پاک، ۱۳۸۰].

بر این اساس نقشه پراکندگی غلظت عناصر با استفاده از روش تخمین شبکه‌ای ترسیم گردیده است. حد جدایش آنومالیها بدین صورت است که مقادیر متناظر با ۵۰ درصد فراوانی تجمعی برابر میان (x)، ۸۴٪ فراوانی برابر $x+s$ یعنی مقدار زمینه و ۹۷/۵٪ برابر $x+2s$ حدآستانه‌ای در نظر گرفته می‌شود. مقادیر بین $x+2s$ و $x+3s$ می‌توانند بعنوان آنومالیهای ممکن و مقادیر بزرگتر از $x+3s$ تحت عنوان آنومالی‌های احتمالی طبقه‌بندی می‌شوند.

در تحلیل این نقشه‌ها میزان غلظت هر متغیر با حدود زمینه غلظت مربوطه در رسوبات مقایسه می‌گردد و سپس از بین عناصر مختلف آن دسته از عناصر که دارای شدت غلظتی بالاتر از حد زمینه در رسوبات آبراهه‌ای بوده مشخص می‌گردند (اشکال ۳-۶ تا ۳-۱۶). در این نقشه‌ها بجز عنصر طلا، عناصر با اهمیت به ترتیب از عنصری که بیشترین اختلاف غلظت با زمینه را دارند مرتب شده‌اند.

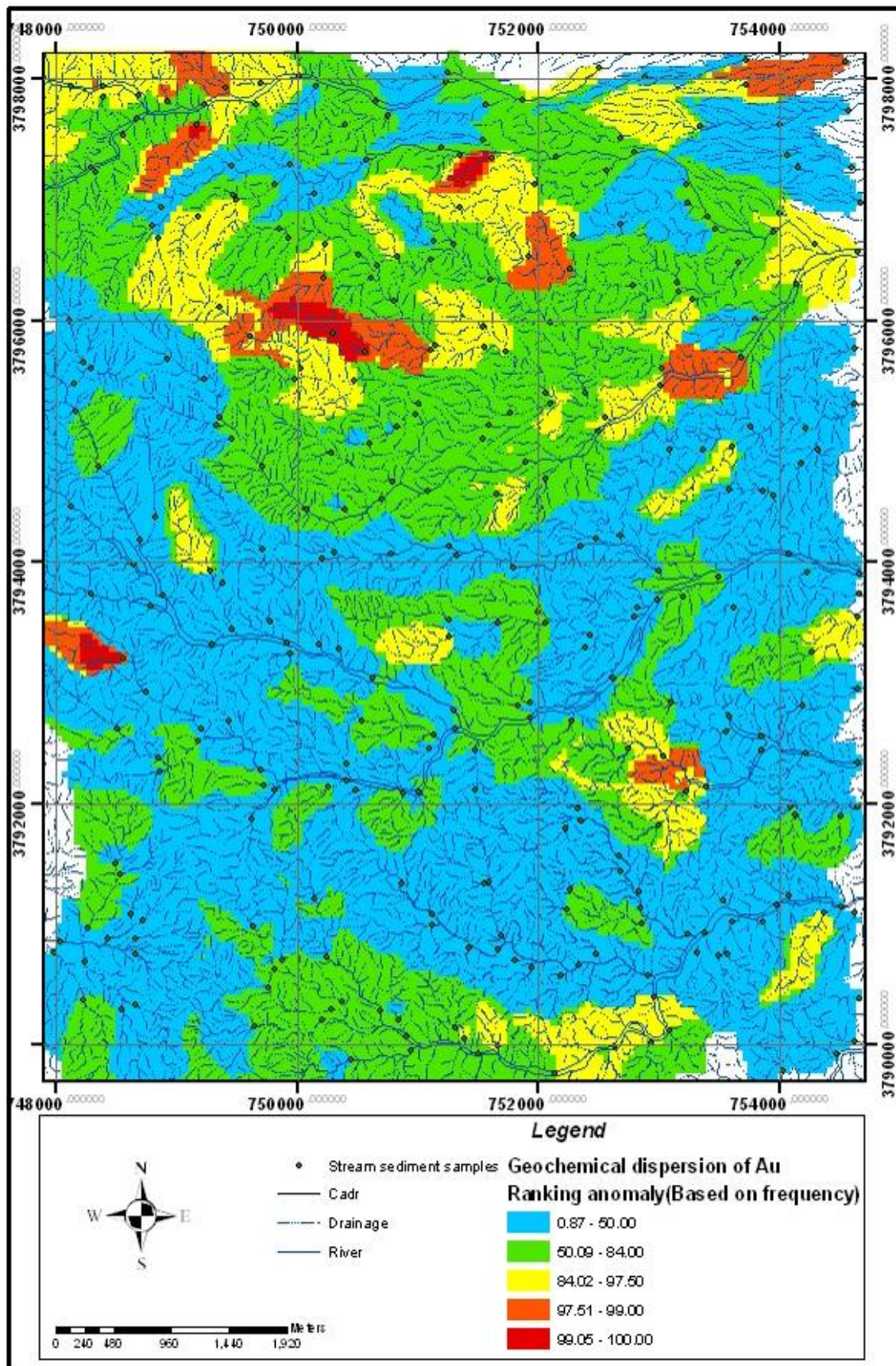
در شکل (۳-۶) نقشه پراکندگی غلظت عنصر طلا دیده می‌شود با توجه به این شکل محدوده‌های ناهنجار غلظت این عنصر عمدتاً در نیمه شمالی منطقه قرار گرفته‌اند.

مقدار زمینه عنصر سرب در رسوبات رودخانه‌ای ۴۰۰ گرم در تن می‌باشد که این مقدار در نمونه‌ای که ناهنجاری درجه یک در شمال منطقه نشان می‌دهد به ۳۸۰۰ گرم در تن می‌رسد منشأ این ناهنجاری می‌تواند در ارتباط با توده نفوذی گرانودیوریتی و کنتاکت آن با واحدهای شیلی ماسه‌سنگی سازند سردر در بالادست این نمونه باشد (شکل ۳-۷).

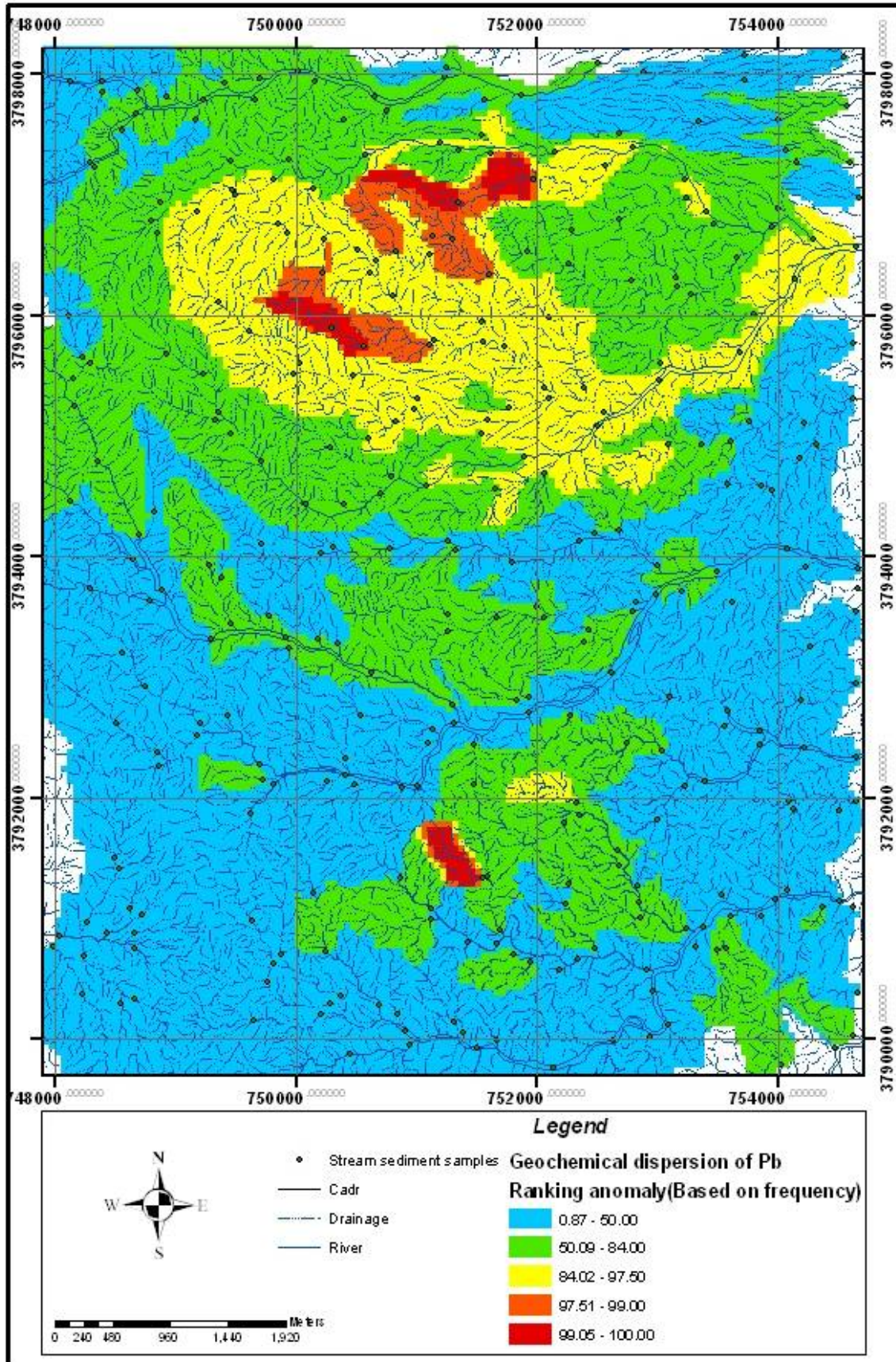
محدوده پرعیار عنصر نقره نیز در شکل (۳-۸) در بخش شمالی نقشه واقع شده است و غلظت این عنصر در محدوده ناهنجار شمالی به ۳/۶ گرم در تن می‌رسد.

زمینه باریم در رسوبات رودخانه‌ای ۵۰۰ گرم در تن می‌باشد که با توجه به شکل (۳-۹) این مقدار در دو نمونه که از شمال منطقه (محدوده ناهنجاری درجه یک) برداشت شده به ۱۸۷۰ و ۲۳۰۰ گرم در تن می‌رسد، با توجه به وجود اندیس باریم در واحدهای شیلی و ماسه‌سنگی (بالادست این نمونه‌ها) (شکل ۲-۱) و شواهدی که از کانی‌سازی باریت در این بخش از منطقه بدست آمده غنی‌شدگی نسبت به این عنصر دور از انتظار نمی‌باشد. با توجه به شکل (۳-۱۱) عیار عنصر روی در محدوده پرعیار خود که به مانند عناصر سرب و نقره در بخش شمالی منطقه مشخص شده است به ۹۶۰ گرم در تن می‌رسد. همانطور که در سایر نقشه‌های تک‌عنصری دیده می‌شود، محدوده‌هایی که در آنها غلظت عناصر بیسموت، آنتیموان، کادمیوم و مولیبدن بیشتر از حد زمینه آنها در نمونه‌های برداشت شده به ثبت رسیده، در بخش شمالی ناحیه زوزن واقع شده است.

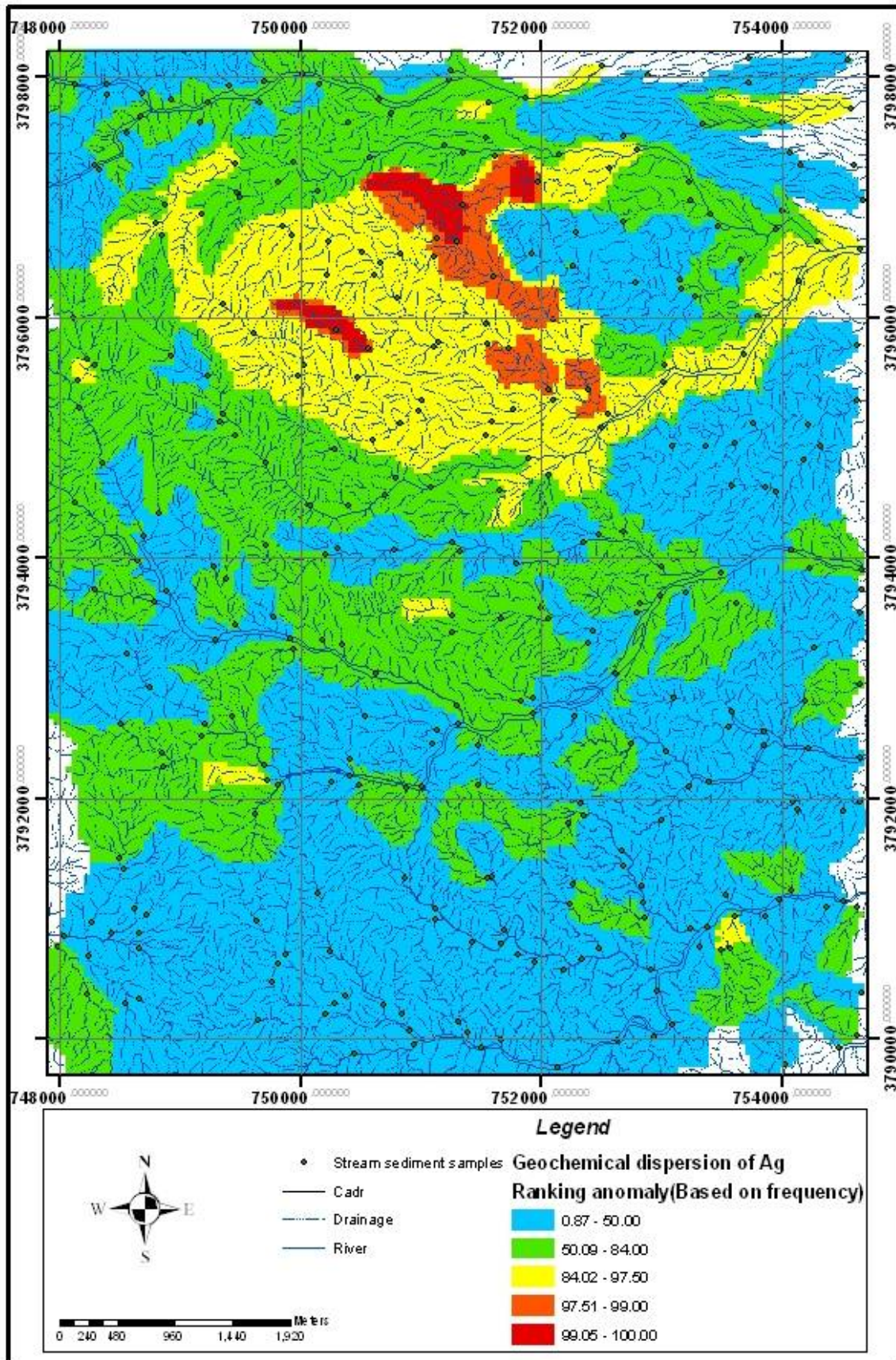
با توجه به نقشه‌های تک‌عنصری رسم شده و مقایسه آنها با یکدیگر مشخص گردید که بیشترین نواحی که در آنها عیارهای بالایی از عناصر با اهمیت نظیر سرب، روی، مس، باریم و نقره به ثبت رسیده است در نیمه شمالی منطقه قرار گرفته‌اند و این نقشه‌ها همپوشانی خوبی را با یکدیگر نشان می‌دهند. لذا ادامه مطالعات را تنها بر روی داده‌های ژئوشیمیایی این بخش ادامه می‌دهیم.



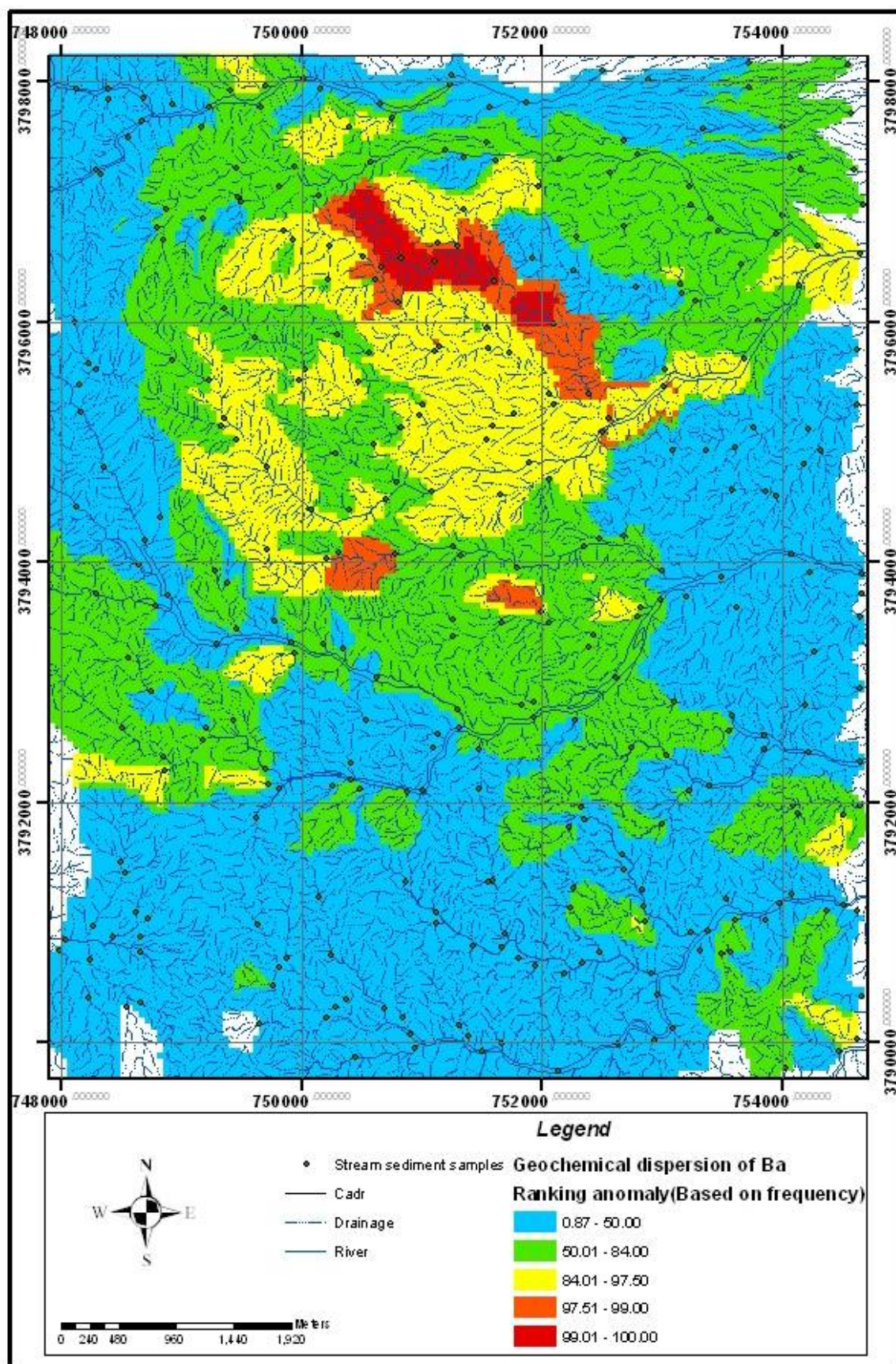
شکل (۳-۶): نقشه پراکندگی غلظت عنصر طلا



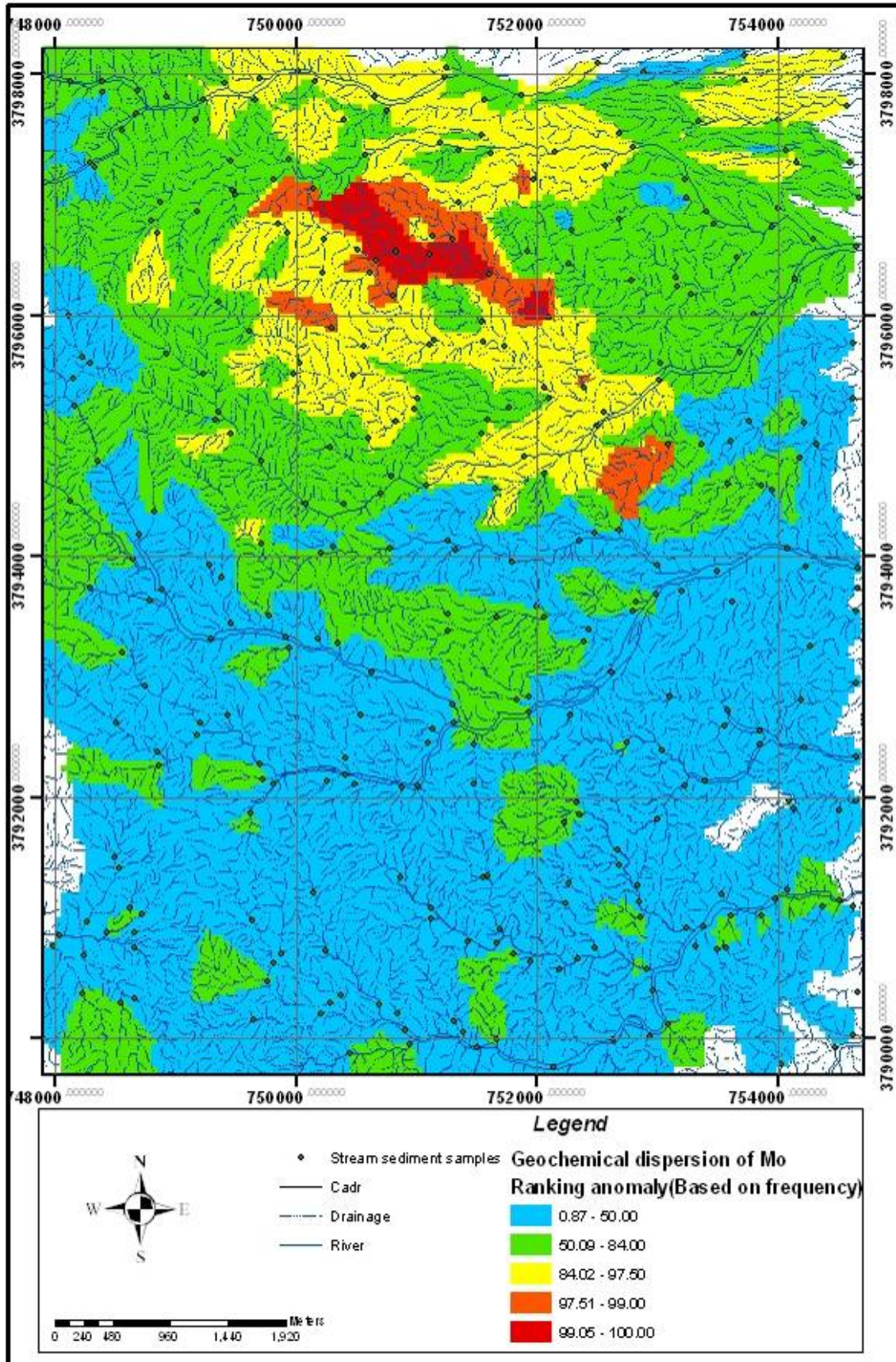
شکل (۷-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر سرب



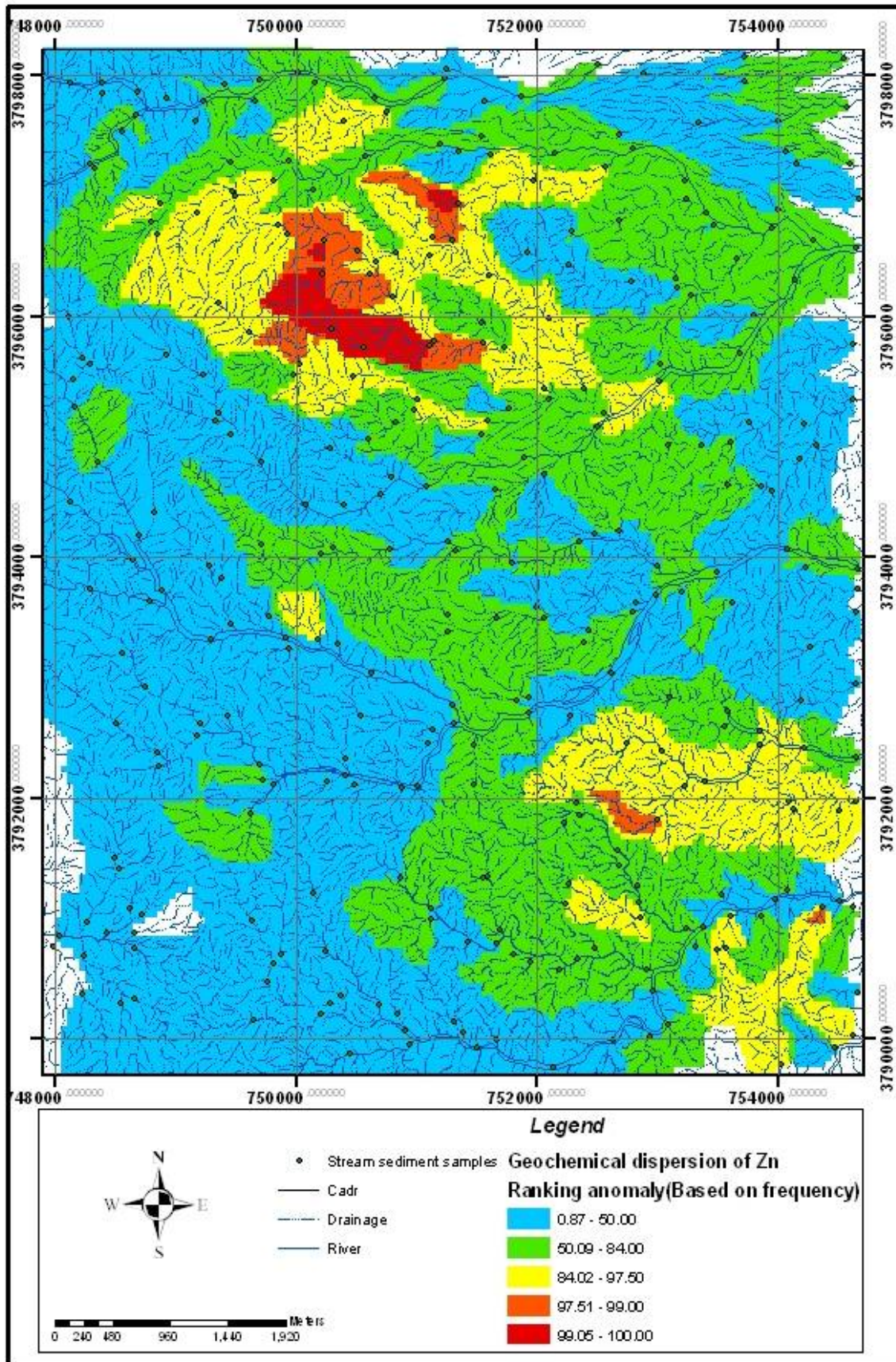
شکل (۳-۸): نقشه پراکندگی غلظت عنصر نقره



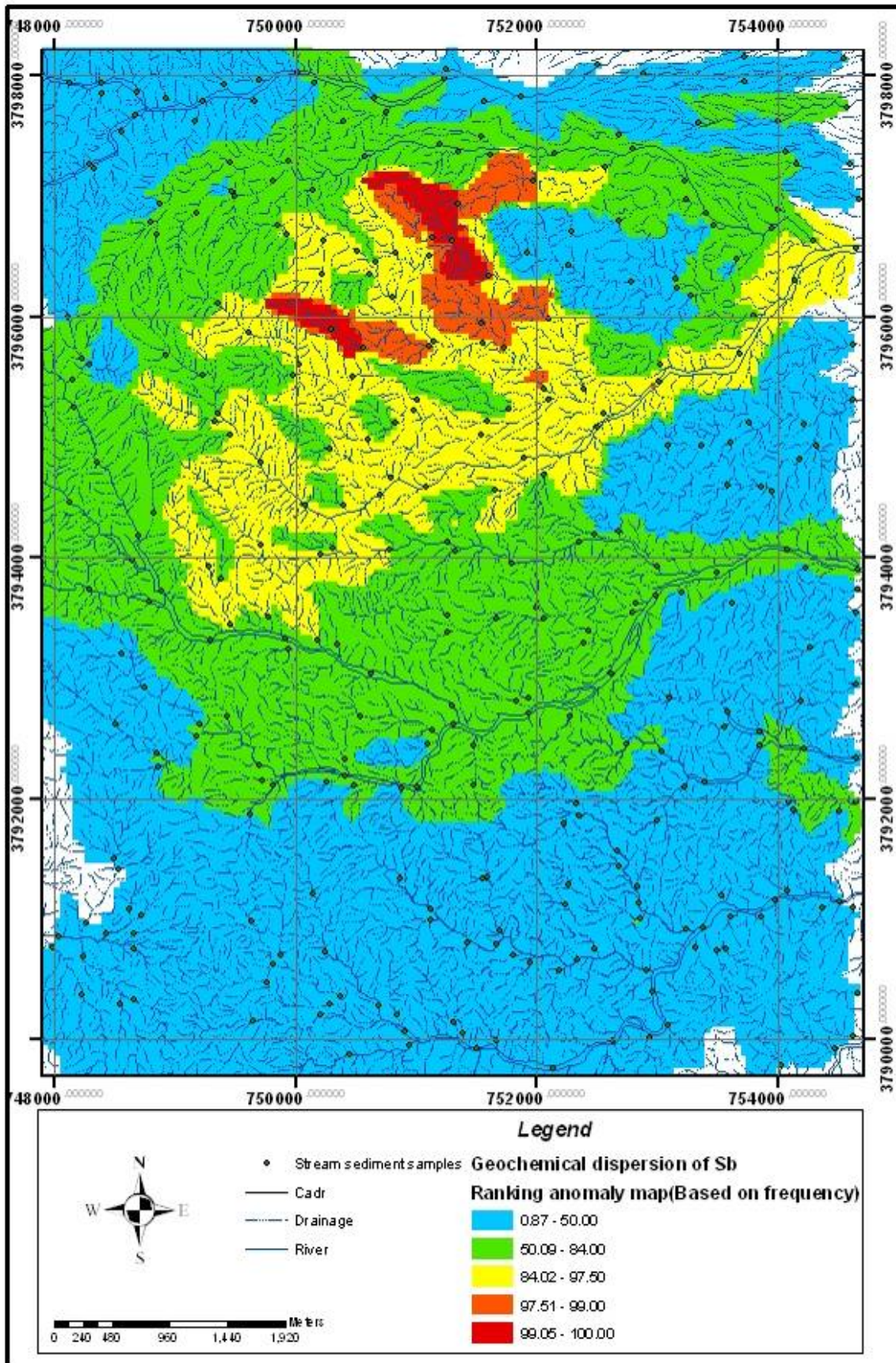
شکل (۳-۹): نقشه پراکندگی غلظت عنصر باریم



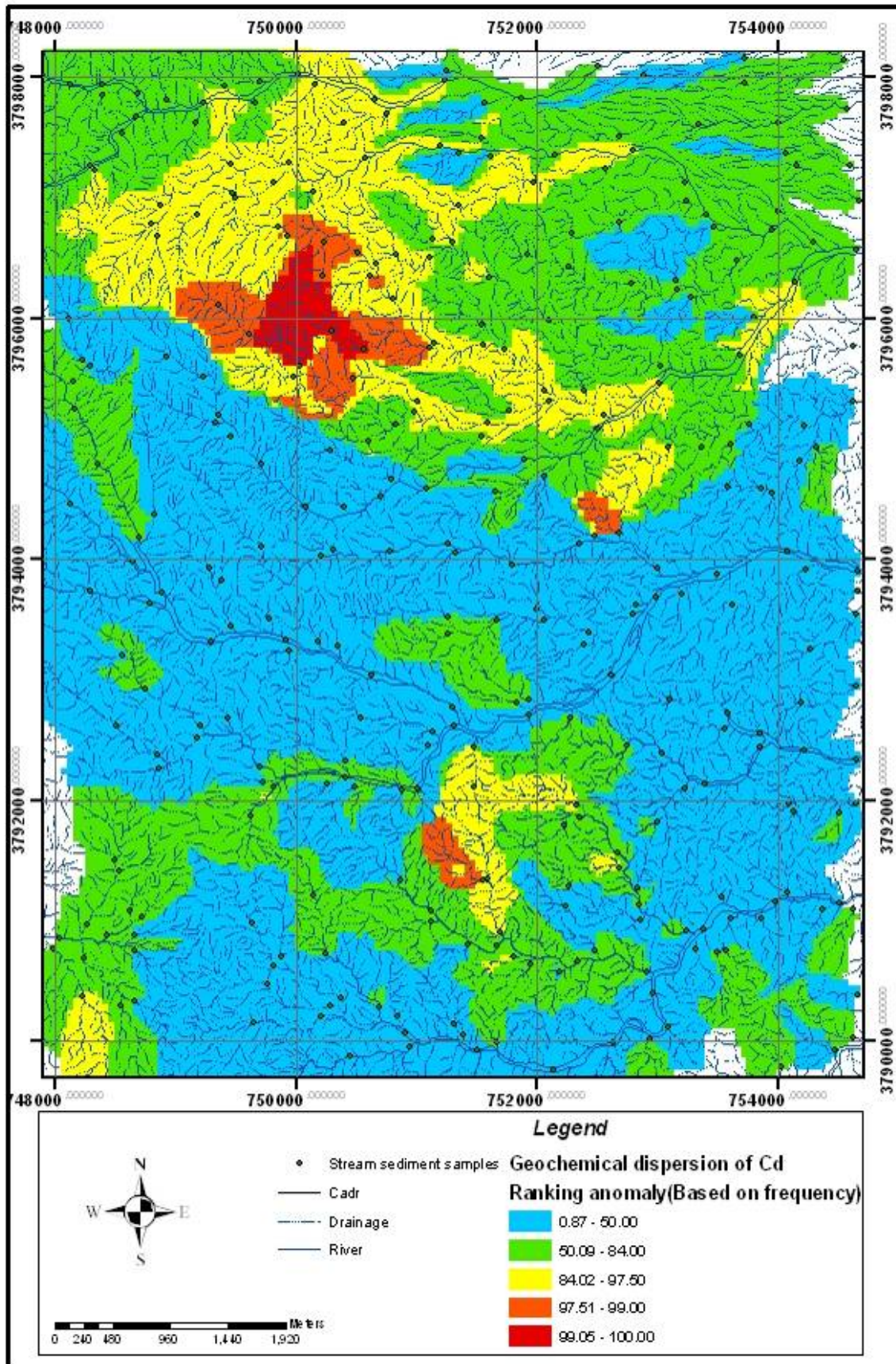
شکل (۳-۱۰): نقشه پراکندگی غلظت عنصر مولیبدن



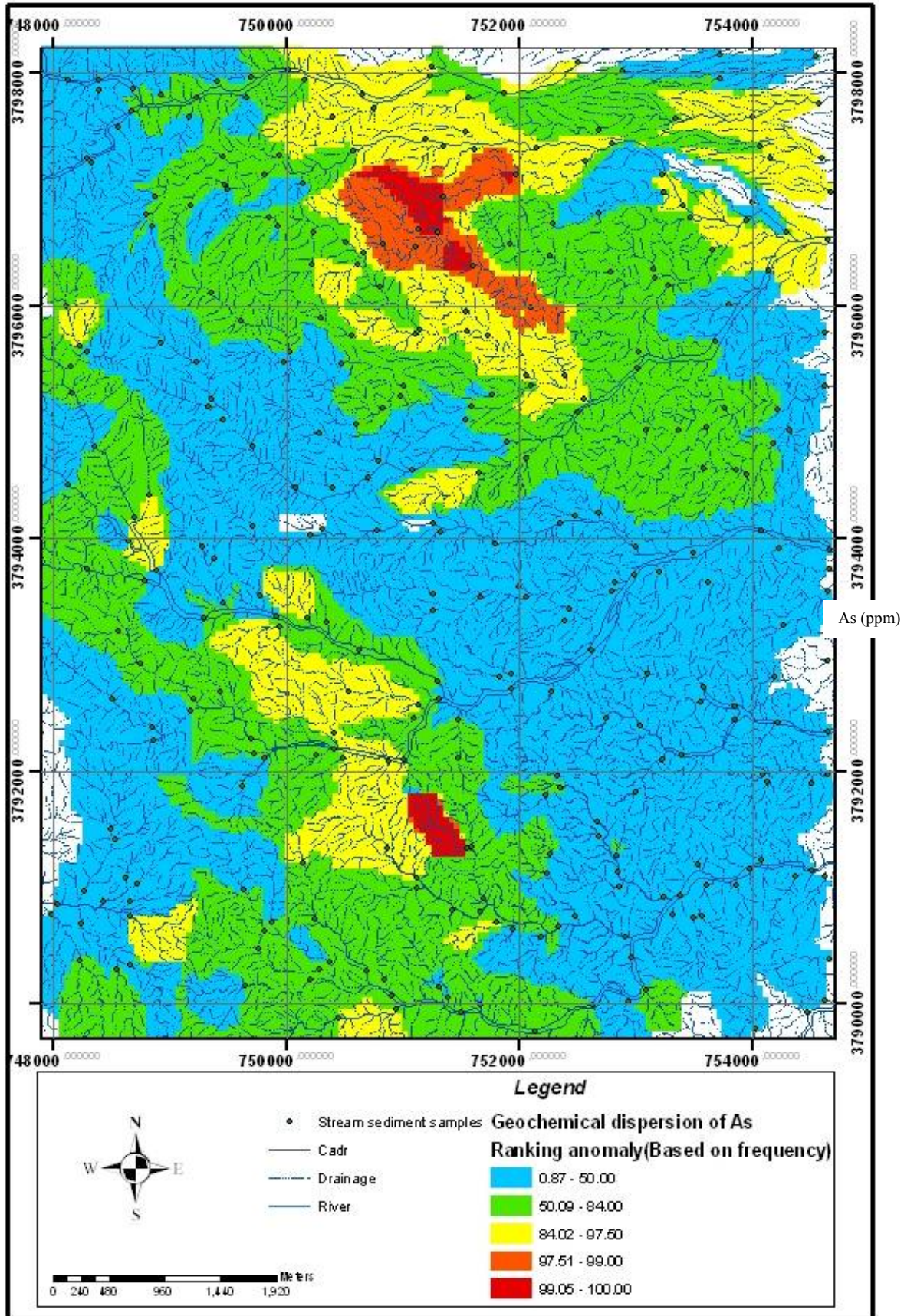
شکل (۱۱-۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر روی



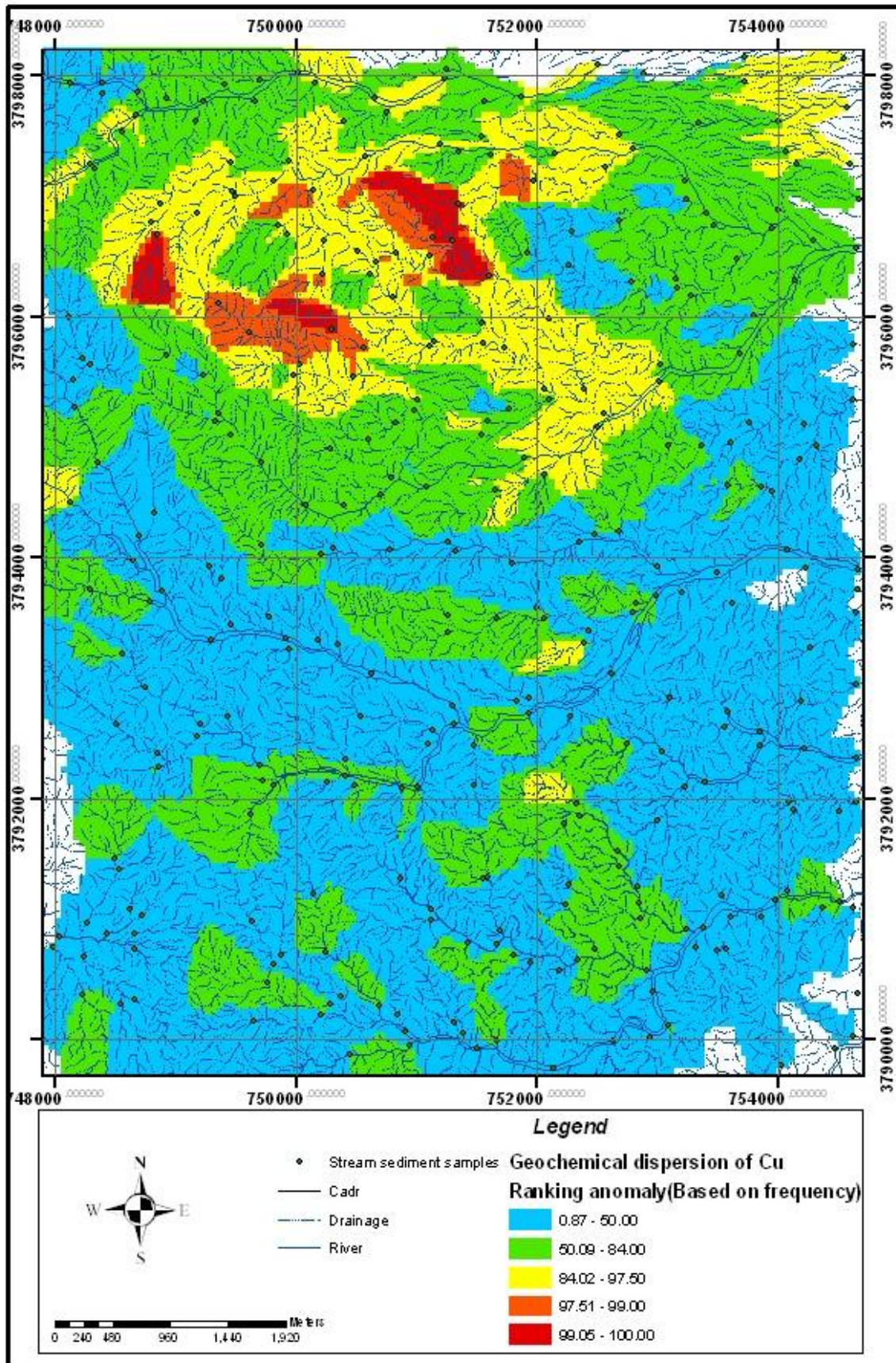
شکل (۳-۱۲): نقشه پراکندگی غلظت عنصر آنتیموان



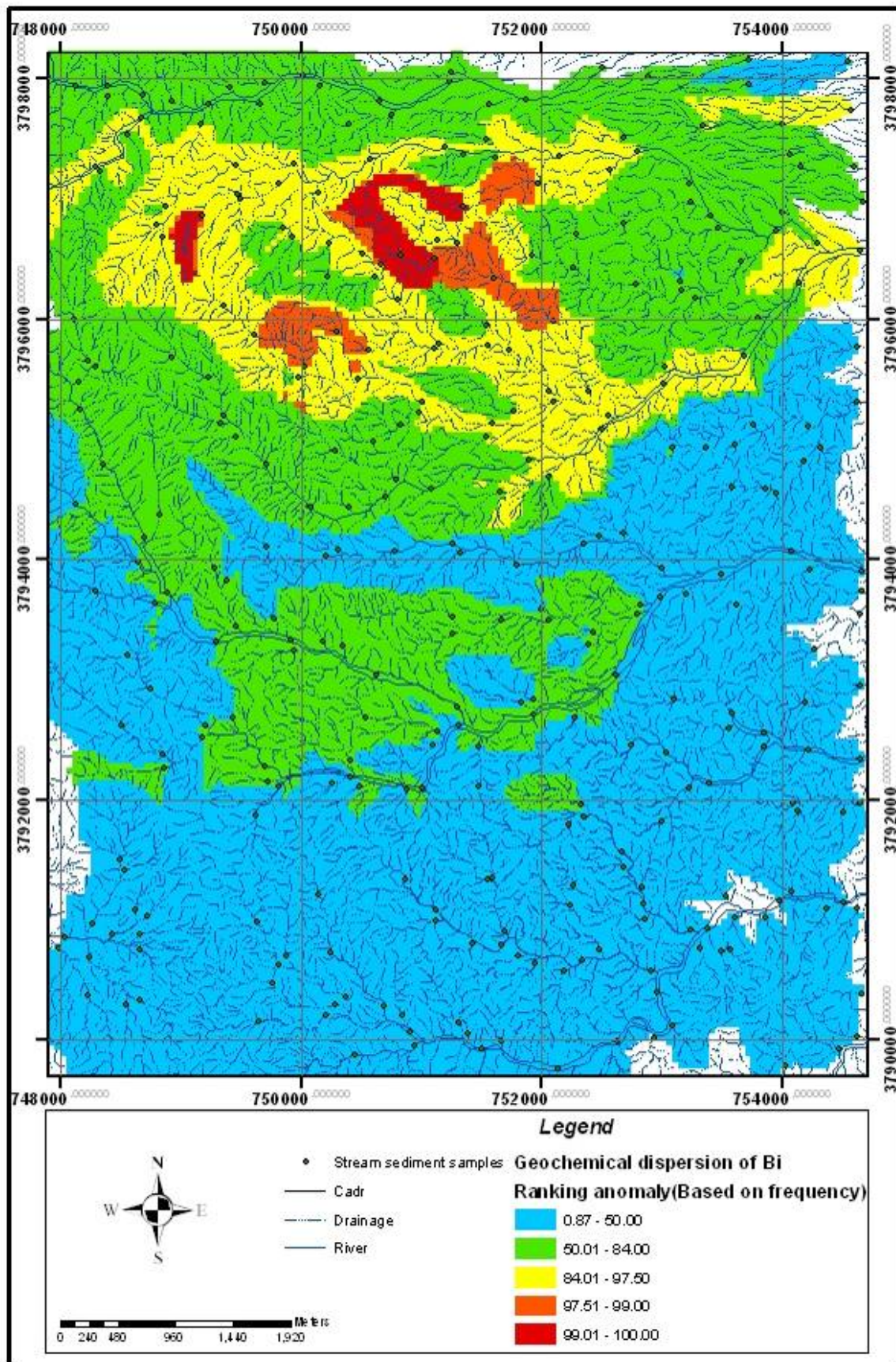
شکل (۳-۱۳): نقشه پراکندگی غلظت عنصر کادمیوم



شکل (۳-۱۴): نقشه پراکندگی غلظت عنصر آرسنیک



شکل (۳-۱۵): نقشه پراکندگی غلظت عنصر مس



شکل (۳-۱۶): نقشه پراکندگی غلظت عنصر بیسموت

فصل چهارم

تحلیل‌های آماری چندمتغیره و تهیه نقشه

مبنا در نیمه شمالی منطقه

۴-۱- مقدمه

نتایج تحلیل تک‌متغیره عنصری و نقشه‌های پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر نشان‌دهنده آن است که نیمه جنوبی منطقه زوزن از اهمیت ژئوشیمیایی کمتری برخوردار می‌باشد. بمنظور ارزیابی تاثیر فرآیندهای کانی‌سازی احتمالی بر روابط چند متغیره بوجود آمده در منطقه سعی شد از بخشی از داده‌های منطقه که تاثیر فرآیندهای مذکور بر روی آن بیشتر عملکرده است کمک گرفته شود. لذا در این مرحله تجزیه و تحلیل‌های آماری دو و چندمتغیره (با استفاده از نرم‌افزار Spss) بر روی داده‌های نیمه شمالی منطقه که از لحاظ تمرکز عیارهای بالای عناصر مس، سرب، روی، طلا، نقره، بیسموت، آنتیموان و کادمیوم اهمیت بیشتری برخوردارند، صورت گرفت هدف تعیین نحوه ارتباط متغیرهایی است که با فرآیندهای کانی‌سازی و هیدروترمالی در ارتباط می‌باشند.

بر این اساس از ۳۲۳ نمونه، تعداد ۱۵۱ نمونه رسوب آبره‌ای که از بخش‌های شمالی و مرکزی منطقه برداشت گردیده‌اند انتخاب و مورد تحلیل آماری قرار گرفتند.

۴-۲- تحلیل آماری دو متغیره

فرآیندهای کانی‌سازی بر روی ارتباط ژنتیکی بین متغیرهای ژئوشیمیایی تاثیرگذار می‌باشند یا عبارت دیگر ارتباط بین متغیرها به نوع و شدت فرآیندهای کانی‌سازی بستگی دارد [ریمنت و ساوازی^۱ ۱۹۹۹]. ضریب همبستگی شاخص ریاضی جهت ارزیابی روابط دو متغیر می‌باشد. در صورتیکه روند تغییرپذیری دو متغیر همسو یا غیرهمسو باشد می‌توان گفت که بین آنها همبستگی وجود دارد [دانتمن^۲، ۱۹۸۴؛ ریمن ۲۰۰۰].

¹ Reyment and Savazzi

² Dundteman

ضریب همبستگی مقدار شدت وابستگی بین متغیرها را نشان می‌دهد. عدم وابستگی ژنتیکی را با تمایل به سمت صفر معرفی می‌کنند و قدرمطلق همبستگی برابر با یک نشان دهنده وجود یک رابطه قطعی بین دو متغیر می‌باشد [لوینسون، ۱۹۸۶].

نمودار پراکنش یا دیاگرام پراکندگی بهترین تصویر برای نشان دادن همبستگی بین دو متغیر است. برای سنجش همبستگی ضرایب گوناگون به کار می‌رود که ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن دو نمونه از آنها می‌باشند. در همبستگی خطی نرمال از ضریب پیرسون و در همبستگی غیرخطی از ضریب همبستگی اسپیرمن کمک گرفته می‌شود [جانسون^۱ و ویچرن^۲، ۲۰۰۷].

ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین متغیرهای ژئوشیمیایی که مستقل از نوع تابع توزیع متغیر مورد بررسی است محاسبه و نتایج آن در جدول (۴-۱) ارائه گردیده است.

در ارزیابی وابستگی بین پارامترها، معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی، در سطح اعتماد ۹۵ درصد توسط یک ستاره و همبستگی بسیار معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۹ درصد با دو ستاره مشخص شده است. همبستگی‌های ۰/۶ در حد خوب ارزیابی می‌شود و ضریب همبستگی ۰/۸ و بالاتر بسیار عالی تفسیر می‌شوند.

با توجه به جدول (۴-۱)، همبستگی میان عناصر روی - کادمیوم، سرب - روی و آهن - وانادیم همبستگی بسیار نزدیکی را نشان می‌دهد و لذا همبستگی عنصر روی با عناصر سرب و کادمیوم حائز اهمیت است.

عنصر سرب با عناصر نقره، مس، روی، کادمیوم و بیسموت همبستگی بالای ۰/۷ با عنصر آنتیموان حدود ۰/۶ و با عناصر مولیبدن، منگنز و باریوم دارای همبستگی حدود ۰/۵ می‌باشد. عنصر مس با عناصر روی، سرب، مولیبدن، نقره، کادمیوم، بیسموت همبستگی بالای ۰/۶ و با عنصر آنتیموان همبستگی حدود ۰/۵ برقرار کرده است. لذا ارتباط خوبی بین عناصر مس، سرب، روی، بیسموت،

¹ Johnson
² Wichern

کادمیم و تا حدی با نقره و آنتیمون وجود دارد. البته ارتباط بین روی ، سرب، آنتیمون و مولیبدن در حد متوسط می باشد.

بیشترین همبستگی منفی میان عنصر منیزیم و آنتیموان به ثبت رسیده است.

۴-۳- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای^۱

روش‌های آماری چندمتغیره امکان تحلیل همزمان چند متغیر را فراهم می‌کنند. در تحلیل داده‌ها زمانیکه تعداد متغیرها به بیش از دو یا سه متغیر افزایش می‌یابد، بعنوان مثلا در مسایل اکتشافی با یک فضای ۱۰،۲۰ و یا ۵۰ متغیره مواجه هستیم، بررسی روابط بین آنها صرفا از طریق تحلیل‌های چندمتغیره میسر می‌باشد [قوامی ریابی ۲۰۰۷]. روشهای متعدد و متنوعی در تحلیل چند متغیره داده‌ها موجود می‌باشد که از جمله آنها می‌توان به تحلیل خوشه‌ای، تحلیل مولفه‌های اصلی، تحلیل کنونیکال و ... اشاره نمود. در این روشها سعی بر آن است تا بر اساس تحلیل داده‌ها و ارتباط بین متغیرهای مختلف نمونه‌های یک دسته داده بدست آمده از منطقه، روابط ژنتیکی بین متغیرها را مورد ارزیابی قرار داد [دیویس ۲۰۰۲؛ قوامی ریابی ۲۰۰۷].

یکی از روشهای آنالیز روابط ژنتیکی چندمتغیره، آنالیز خوشه‌ای است که هدف آن تفسیر ساختار ماتریس واریانس- کوواریانس مجموعه‌ای از داده‌های چندمتغیره می‌باشد. در برخی از شیوه‌های محاسباتی این روش، ماتریس ضرایب همبستگی دومتغیره (فواصل اقلیدوسی تشابه یا عدم تشابه محاسبه شده برای دو به دو متغیرها) مبنای کار قرار می‌گیرد [دیویس، ۲۰۰۲؛ ریچارد^۲ ۲۰۰۲]. شناخت همبستگی‌های ژنتیکی بین عناصر، اطلاعات لازم را در جهت تفسیر هر چه صحیح‌تر داده‌های ژنوشیمیایی در اختیار می‌گذارد و در تفسیر و تشخیص نوع نهشته از ناهنجاریهای بی‌اهمیت و گمراه کننده کاربرد زیادی دارد [تمپل^۳، ۲۰۰۳؛ ۲۰۰۶].

هدف از تحلیل خوشه‌ای دست یافتن به ملاکی برای طبقه‌بندی هر چه مناسب‌تر متغیرها و یا نمونه‌ها بر اساس تشابه هر چه بیشتر درون گروهی و اختلاف هر چه بیشتر بین گروهی است. تحلیل خوشه‌ای با برقراری ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرهای به ظاهر بی‌ارتباط، به شناخت یک مدل

^۱ Cluster Analysis

^۲ Richard

^۳ Templ

فرضی بین آنها اقدام کرده و به کاهش ابعاد متغیرها می‌پردازد. دو نوع تجزیه و تحلیل در این رابطه مدنظر قرار داده می‌شود [آندرسون^۱، ۲۰۰۳؛ حسنی‌پاک ۱۳۸۰]:

۱- تجزیه و تحلیل نوع R-Mode: در این روش تعیین بستگی‌های بین پارامتری متغیرها (غلظت عناصر) مدنظر است. بنابراین با استفاده از این روش عناصر اصلی موجود در یک مجموعه ژئوشیمیایی شناخته می‌شوند.

۲- تجزیه و تحلیل نوع Q-Mode: هدف از این بررسی، تعیین و ارزیابی همبستگی‌های موجود بین نمونه‌های مختلف (بر حسب تغییر متغیرها، مانند آنالیز و ترکیب شیمیایی سنگها) می‌باشد. در این روش نمونه‌های مشابه در گروه‌های یکسان قرار می‌گیرند [حسنی‌پاک ۱۳۸۰؛ کلوتیر^۲ و همکاران ۲۰۰۸].

در تحلیل خوشه‌ای با بررسی همبستگی‌های موجود بین نمونه‌ها و متغیرهای مختلف و بر اساس بیشترین شباهت، اقدام به طبقه‌بندی و خوشه‌بندی می‌گردد. در هر مرحله، بالاترین شباهتها یا همبستگی‌های موجود بین متغیرها مبنای دسته‌بندی (خوشه‌بندی) اولیه خواهد شد و بدین ترتیب در هر مرحله از تعداد متغیرها کاسته خواهد شد و به جای آن یک دسته متغیر معرفی می‌گردد. مراحل محاسباتی دسته‌بندی یا خوشه‌بندی تا مرحله‌ای ادامه می‌یابد تا کلیه متغیرها در یک خوشه، دسته‌بندی گردند [حسنی‌پاک و شرف‌الدین، ۱۳۸۰]. روش اتصال نزدیکترین همسایگی، روش دورترین همسایگی، روش اتصال میانگین، و روش وارد^۳ برخی از روشهای محاسباتی می‌باشند. از آنجا که روش اتصال میانگین‌ها حدواسط روش کمترین همسایگی و دورترین همسایگی است لذا نتایج آن معمولاً مناسب می‌باشند [سوان، ۱۹۹۵].

نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای بصورت یک دندوگرام نمایش داده می‌شود که نحوه اتصال متغیرها به یک خوشه یا یک خوشه به خوشه دیگر بر روی مقیاس خطی، متناظر با درجه شباهت آن

¹ Anderson

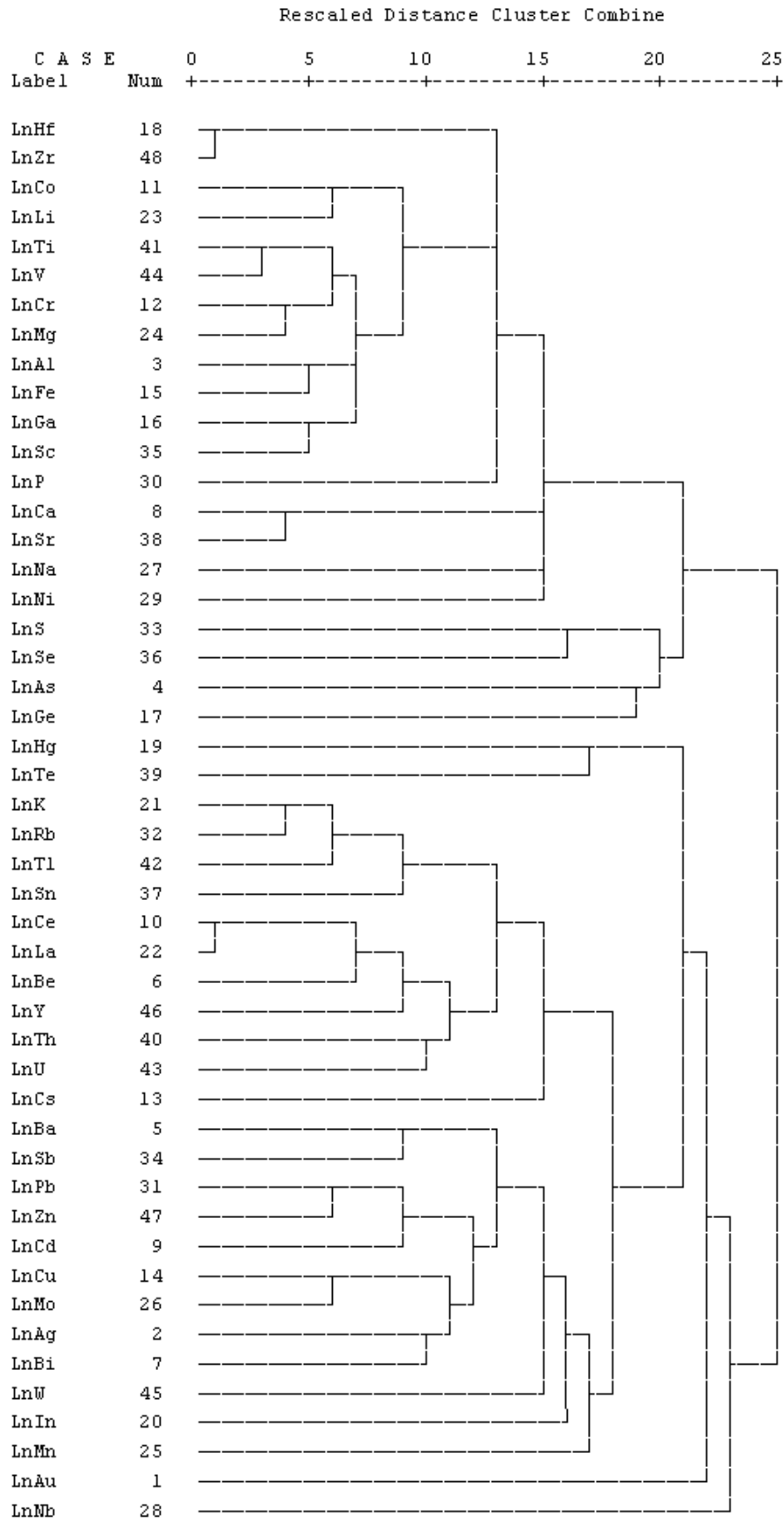
² Cloutier

³ Ward's Method

است. در این تحقیق بمنظور گروه‌بندی داده‌ها از روش سلسله مراتبی استفاده و نتیجه حاصل به صورت دندروگرام نمایش داده شد (شکل ۴-۱). برای بدست آوردن بهترین دندروگرام، روش‌های مختلف آنالیز خوشه‌ای بر روی داده‌های خام و نرمال شده اعمال گردید و در نهایت بهترین دندروگرام با استفاده از روش اتصال میانگین^۱ بر روی داده‌های نرمال حاصل شد.

^۱ between-group linkage

endrogram using Average Linkage (Between Groups)



شکل (۴-۱): نمودار خوشه‌ای عناصر

همانطور که در شکل (۴-۱) دیده می‌شود عناصر وانادیم، تیتانیم، اسکاندیم، آلومینیم، آهن و منیزیم و استرانسیم با هم در یک گروه قرار گرفته‌اند. همیافتی عناصر فوق که از قرابت خوبی برخوردار می‌باشند امری کاملاً منطقی بوده اما بدلیل عدم وجود سنگهای بازیک و الترابازیک در سطح منطقه نمی‌توان انتظار کانی‌سازی این عناصر را داشت.

عناصر بیسموت، سرب، روی، مس، کادمیوم و نقره با انطباق خوبی در یک گروه قرار گرفته‌اند. همچنین عناصر باریم، آنتیموان و مولیبدن نیز با همپوشانی پایینتر با این عناصر در یک گروه قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است که همیافتی این عناصر با یکدیگر می‌تواند معرف کانی‌سازی درجه حرارت‌های پائین تا متوسط می‌باشد که در سطح منطقه بیشتر بصورت جایگیری در درز و شکافهای موجود قابل بررسی است. بر اساس شواهدی کانی‌سازی که از منطقه مورد مطالعه بدست آمده است (آثار گالن، مالاکیت، کالکوپیریت، رگچه‌های باریت و مقادیر در حدود ۳۳۰ میلی‌گرم در تن طلا) بخشی از این روابط مورد تائید قرار می‌گیرد.

۴-۴- تجزیه و تحلیل فاکتوری^۱

تحلیل مولفه‌های اصلی و فاکتوری یکی دیگر از روشهای آمار چندمتغیره است که هدف اولیه آن تفسیر ساختار ماتریس واریانس-کوواریانس مجموعه‌ای از داده‌های چندمتغیره است. ارزیابی همبستگی بین متغیرها (غلظت‌های مختلف یک متغیر) و تعیین همبستگی نمونه‌های مختلف (بر حسب تغییرات متغیرها) در تحلیل مولفه‌های اصلی مورد بررسی قرار می‌گیرد [مردیا و همکاران^۲، ۱۹۷۹؛ گلاور و همکاران^۳، ۲۰۰۴]. این نوع از تجزیه و تحلیل، مقایسه‌ای بدست می‌دهد تا با تکیه بر آن، روابط همبستگی پارامتری متغیرها (در این تحقیق غلظت اندازه‌گیری شده توسط آزمایشگاه) در نمونه‌های آنالیز شده مشخص گردد و قادر خواهد بود متغیرهای اصلی موجود در تحلیل داده‌های یک

^۱ Factor Analysis

^۲ Mardia et al

^۳ Glover et al

پدیده (در این تحقیق، منظور رخدادهای زمین‌شناسی، تکتونیک و ژئوشیمیایی موثر بر پراکندگی ژئوشیمیایی غلظت عناصر در منطقه نمونه‌برداری شده می‌باشد) را شناسایی کند و اولویت آنها را در توجیه میزان واریانس کلی (تفسیر کلیه پدیده و رخدادهای تاثیرگذار بر منطقه مورد مطالعه یا تغییرپذیری غلظت در نمونه‌ها) محاسبه کرده و در قالب جداول و نمودارها نشان دهد [اریمن ۲۰۰۲؛ جانسون ۲۰۰۷].

تحلیل فاکتوری بین مجموعه فراوانی از متغیرها، رابطه خاصی را تحت یک مدل فرضی برقرار می‌کند. این روش در پی تحقق اهداف زیر خواهد بود:

- ۱- تعریف فاکتورهای اساسی که شامل مجموعه‌ای از متغیرهای مرتبط با یکدیگر باشند.
- ۲- تعیین سهم نسبی هر یک از فاکتورها که در توجیه تغییرات به وجود آمده در بین کل داده‌ها (ارزیابی مقدار ویژه هر یک از بردارهای ویژه) نقش دارند.
- ۳- تعیین و شناخت متغیرهای کنترل‌کننده در میان یک سری از داده‌های ژئوشیمیایی و یافتن کمترین تعداد متغیر در میان یک سری از داده‌ها که بیشترین پدیده‌های حادث شده در منطقه را نشان بدهند.

به منظور آشنایی با مبانی روش، فرض کنید تعداد p متغیر x_1, x_2, \dots, x_p برای n نمونه اندازه‌گیری شده است. همچنین فرض کنید f_1 تا f_k متغیرهای تصادفی باشند که بتوان برای آنها روابط زیر را نوشت [حسنی‌پاک و شرف‌الدین، ۱۳۸۰؛ گلاور و همکاران، ۲۰۰۴]:

$$x_1 = \mu_{x1} + a_{11}f_1 + a_{12}f_2 + \dots + a_{1k}f_k + e_1$$

$$x_2 = \mu_{x2} + a_{21}f_1 + a_{22}f_2 + \dots + a_{2k}f_k + e_2$$

.

.

.

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

که در آن میانگین متغیر X_i ، ضرایب متغیرهای f_i می‌باشند که باید محاسبه شوند و بالاخره e_i مؤلفه های خطای تصادفی می‌باشند که ممکن است ناشی از خطاهای اندازه‌گیری باشد. رابطه فوق را به شکل ماتریسی می‌توان بصورت زیر نوشت:

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

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 [حسنی پاک و شرف‌الدین، ۱۳۸۰؛ گلور و همکاران، ۲۰۰۴].

همانگونه که در بالا ذکر شد، متغیرهای f_i را فاکتور می‌نامند. این متغیرها عوامل فیزیکیوشیمیایی محیط اکتشافی (رخدادهای زمین‌شناسی، تکتونیکی و ژئوشیمیایی موثر بر پراکندگی ژئوشیمیایی غلظت عناصر در منطقه نمونه‌برداری) است که در روابط علت و معلولی می‌توانند نقش علت را ایفا کنند. در واقع هدف از تجزیه و تحلیل فاکتوری تعیین و تفکیک عمده‌ترین متغیرهای کنترل‌کننده از متغیرهای با نقش کمتر است. در این صورت می‌توان با حداقل تعداد متغیرهای فاکتوری، حداکثر تغییرپذیری بین داده‌ها را توجیه کرد و سهم نسبی هریک از متغیرهای فاکتوری را در توجیه تغییرپذیری مشخص نمود. بطور 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 بتواند بخش اعظمی از تغییرپذیری‌ها را توجیه کنند [حسنی پاک و شرف‌الدین، ۱۳۸۰، هاردل^۱ ۲۰۰۷].

از آنجا که اغلب یک یا چند عامل ویژه چندمتغیره را کنترل می‌کنند، روشهایی بوجود آمده‌اند که بدون تغییر میزان اشتراک، تفسیر عوامل را ساده‌تر می‌سازند. این روشها همان دوران عوامل هستند که به دو روش عمود و مایل صورت می‌گیرند. دورانهای عمود استقلال میان عوامل را حفظ کرده اما

¹ Härdle

دورانهای مایل عوامل را به هم وابسته می‌نمایند [هاردل، ۲۰۰۷]. در این فصل با استفاده از روش وریمکس^۱ که دوران متعامد است بر روی ضرایب عاملی دوران صورت می‌گیرد. مقادیری با قدر مطلق نسبتاً بزرگ و یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها اختصاص یافتند. در نتیجه عواملی ایجاد شده‌اند که یا شدیداً به متغیرها وابسته‌اند یا مستقل از آنها هستند و سبب ساده شدن تفسیر عاملها می‌گردند. با استفاده از این روش می‌توان عناصری را که در هر عامل از اهمیت بیشتری برخوردارند تعیین کرد [گلاور و همکاران، ۲۰۰۴].

در این تحقیق برای ساخت متغیرهای مرکب و تعیین عناصر پارائنز و همراه با یکدیگر، از روش تجزیه عاملها استفاده شده است. برای نیل به این هدف ابتدا پارامترهای آماری شامل: مقادیر ویژه، واریانس و واریانس تجمعی هر مولفه، همراه با مقادیر مشارکت هر مولفه محاسبه و نتایج آن در جدول (۲-۴) آورده شده است. برای نشان دادن مقادیر ویژه نسبت به تعداد مولفه‌ها نمودار مقادیر ویژه در مقابل تعداد مولفه‌ها نیز ترسیم گردیده است [حسنی پاک و شرف الدین، ۱۳۸۰] (شکل ۴-۲).

با توجه به نتایج محاسبات انجام شده در تحلیل فاکتوری (جدول ۴-۲)، بیشترین مقدار ویژه برابر $7/4$ که حدود 26% تغییرپذیری را نمایش می‌دهد و کمترین آن حدود $0/04$ که کمتر از $0/2$ تغییرپذیری را معرفی می‌نماید. شکستی بین مولفه‌ها گویای این مطلب است که در حد چهار مولفه بخش قابل ملاحظه‌ای از مولفه‌ها محاسبه گردیده است. مقدار واریانس برای مولفه‌های اول تا هفتم به ترتیب $25/4$ ، $22/2$ ، $11/6$ ، 6 ، $5/6$ ، 5 و $4/5$ درصد می‌باشد. این هفت مولفه در حدود 80 درصد واریانس را در محیط ژئوشیمیایی مورد مطالعه پوشش می‌دهند. مقادیر خام، مقادیر تبدیل یافته و ضرایب امتیازی هر مولفه در مرحله بعد محاسبه گردیده است. مقادیر خام تحت بردار خاص وریمکس قرار گرفته‌اند که این بردار در اثر چرخش محورها بیشترین واریانس را برای هر مولفه محاسبه می‌نماید. به استناد مولفه چرخش یافته^۲ هر فاکتور (جدول ۴-۳)، فاکتور اول شامل عناصر سرب، روی،

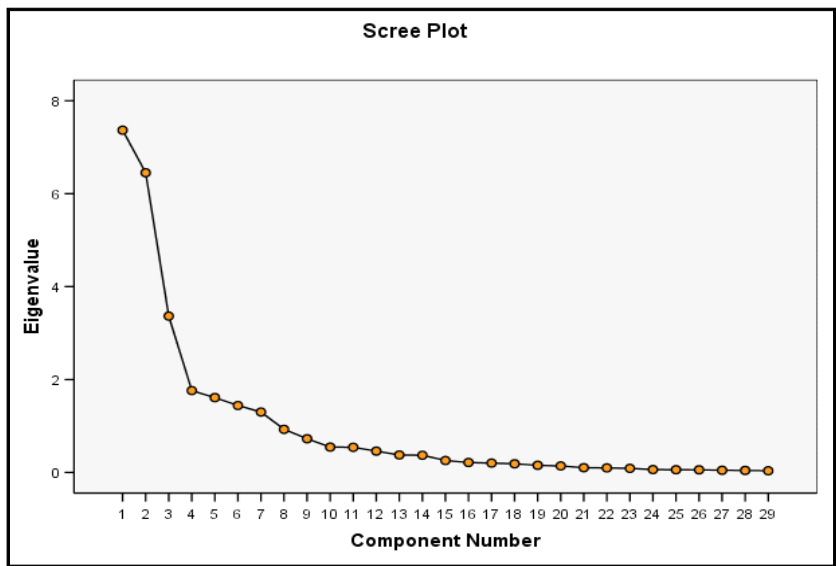
¹ Varimax

² Rotated Component

نقره، مس، آنتیموان، کادمیوم، بیسموت، باریم می‌باشد که همیافتی این عناصر می‌تواند نشانی از کانی‌سازی کانساری درجه حرارت پایین تا متوسط (به استثناء بیسموت) در منطقه باشد، که بیشتر بصورت رگه‌ای در درز و شکافها جایگیر شده‌اند. این امر با حضور اندیس‌های معدنی باریم در سطح منطقه نیز قابل توجه می‌باشد. فاکتور دوم در برگیرنده عناصر وانادیم، اسکاندیم، منیزیم، اسکاندیم، کرم، تیتانیم می‌باشد. پاراژنز این عناصر هرچند منطقی و قابل قبول بوده و نشان دهنده کانی‌سازی و یا سری پاراژنهای سنگهای بازیک و الترابازیک است، اما در منطقه مورد مطالعه بدلیل عدم حضور سنگهای فوق انتظار کانی‌سازی خاصی از این عناصر وجود ندارد. سایر فاکتورها و متغیرهای تأثیرگذار بر آنها شامل عناصر قلع، روبیدیم، لانتانیم بعنوان فاکتور سوم، عناصر لیتیم، آرسنیک و کبالت بعنوان فاکتور چهارم، گروه عناصر نیکل و گوگرد در فاکتور پنجم، عناصر فسفر و منگنز در فاکتور ششم و نهایتاً عنصر طلا در فاکتور هفتم می‌باشند.

جدول (۴-۲): جدول واریانس تجمعی

Total Variance Explained Component			Extraction Sums of Squared Loadings						
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.366	25.400	25.400	7.366	25.400	25.400	6.643	22.909	22.909
2	6.450	22.240	47.640	6.450	22.240	47.640	5.480	18.898	41.807
3	3.365	11.604	59.244	3.365	11.604	59.244	3.243	11.182	52.989
4	1.762	6.077	65.321	1.762	6.077	65.321	2.744	9.464	62.453
5	1.611	5.555	70.876	1.611	5.555	70.876	1.877	6.473	68.926
6	1.441	4.969	75.845	1.441	4.969	75.845	1.721	5.936	74.862
7	1.301	4.488	80.333	1.301	4.488	80.333	1.587	5.472	80.333
8	0.928	3.202	83.535						
9	0.726	2.503	86.038						
10	0.546	1.883	87.921						
11	0.542	1.868	89.789						
12	0.459	1.584	91.372						
13	0.377	1.300	92.672						
14	0.370	1.278	93.950						
15	0.258	0.888	94.838						
16	0.215	0.741	95.579						
17	0.202	0.697	96.276						
18	0.187	0.644	96.920						
19	0.154	0.533	97.453						
20	0.141	0.485	97.938						
21	0.103	0.355	98.293						
22	0.099	0.341	98.633						
23	0.088	0.305	98.938						
24	0.063	0.216	99.154						
25	0.059	0.205	99.359						
26	0.057	0.198	99.556						
27	0.047	0.164	99.720						
28	0.044	0.153	99.873						
29	0.037	0.127	100.000						



Extraction Method: Principal Component Analysis.

شکل (۴-۲): نمودار مقادیر ویژه در مقابل تعداد مولفه‌ها

جدول (۴-۳): ماتریس مؤلفه های چرخش یافته عناصر

Rotated Component Matrix(a)							
	Component						
	1	2	3	4	5	6	7
LnPb	0.931	-0.092	-0.011	0.101	-0.055	0.083	-0.010
LnZn	0.899	0.089	-0.050	0.085	-0.033	0.156	0.156
LnAg	0.835	-0.124	0.093	0.102	0.046	0.033	-0.017
LnCu	0.808	0.083	0.282	0.066	0.203	-0.119	0.116
LnCd	0.808	-0.016	-0.133	-0.117	0.149	0.086	0.348
LnBi	0.797	-0.271	0.169	0.088	0.106	-0.131	0.173
LnSb	0.712	-0.171	0.205	0.034	-0.248	0.020	-0.403
LnMo	0.667	0.261	0.304	0.129	0.127	-0.307	-0.230
LnBa	0.591	-0.012	0.216	0.018	-0.010	-0.100	-0.512
LnCr	-0.094	0.923	0.041	-0.020	0.178	0.025	0.006
LnV	-0.025	0.872	-0.030	0.185	-0.157	0.050	-0.158
LnTi	0.015	0.849	-0.137	0.065	-0.235	-0.001	-0.130
LnSc	-0.029	0.831	0.018	0.299	-0.012	-0.026	0.061
LnAl	0.016	0.731	0.363	0.397	0.217	0.028	0.156
LnMg	-0.208	0.725	-0.381	0.114	0.253	0.201	0.266
LnRb	0.153	-0.145	0.848	-0.137	0.078	0.101	-0.154
LnSn	0.029	0.403	0.812	-0.116	-0.150	-0.189	-0.151
LnLa	0.095	-0.073	0.679	0.234	-0.508	0.251	-0.060
LnBe	0.278	-0.252	0.666	0.367	-0.148	0.293	0.009
LnW	0.400	-0.175	0.435	-0.392	0.018	0.025	0.333
LnLi	-0.025	0.450	0.113	0.798	-0.092	0.011	0.157
LnAs	0.397	0.125	-0.012	0.721	0.117	-0.209	-0.181
LnCo	0.295	0.473	-0.171	0.692	0.222	0.083	0.058
LnNi	-0.025	0.253	-0.211	0.365	0.767	0.016	0.053
LnS	0.320	-0.326	-0.001	-0.107	0.709	-0.009	-0.135
LnP	-0.079	0.221	0.056	-0.004	0.026	0.768	-0.044
LnSr	-0.053	0.451	-0.092	0.352	0.031	-0.629	-0.035
LnMn	0.475	0.195	0.182	0.305	-0.134	0.500	-0.167
LnAu	0.350	-0.019	-0.145	0.039	-0.080	-0.131	0.710

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

a

Rotation converged in 10 iterations.

۴-۵- ترسیم نقشه کانی سنگین و بررسی انتشار کانی های با اهمیت

به منظور تلفیق نتایج ژئوشیمی (آنالیز عنصری) و مطالعات کانی سنگین و درک هر چه بهتر موقعیت مکانی و نحوه انتشار کانی های کانسار ساز در کل گستره منطقه مورد مطالعه اقدام به ترسیم نقشه کانی سنگین گردید [مهندسين مشاور کان ایران، ۱۳۸۸] بر روی نقشه موقعیت مکانی نمونه های کانی سنگین و همچنین کانی های با اهمیتی که برای هر نمونه غنی شدگی (تجمع کانی سنگین در نمونه ها) نشان داده اند، مشخص گردیده است. هر کانی با یک رنگ و یک علامت خاص مشخص گردیده بطوریکه اندازه هر دایره نشان دهنده میزان غنی شدگی آن کانی می باشد. هر کانی با علامت

اختصاری و به همراه تعداد ذره آن در کنار محل نمونه برداری نوشته شده است. این نقشه به همراه نقشه محدوده های آنومال بعداً بعنوان نقشه مینا مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

۴-۶- رسم نقشه مینا

هدف اصلی این پروژه دستیابی به شاخص ژئوشیمیایی مناسبی است که از طریق آن بتوان به آشکارسازی نواحی آنومال و تفکیک آنها از زمینه دست یافت، لذا استفاده از یک نقشه مینا که بتوان نتایج بدست آمده از مرحله بعد را توسط آن محک زد از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. برای این منظور در محیط GIS اقدام به رسم نقشه ای با مشخصات زیر گردیده است:

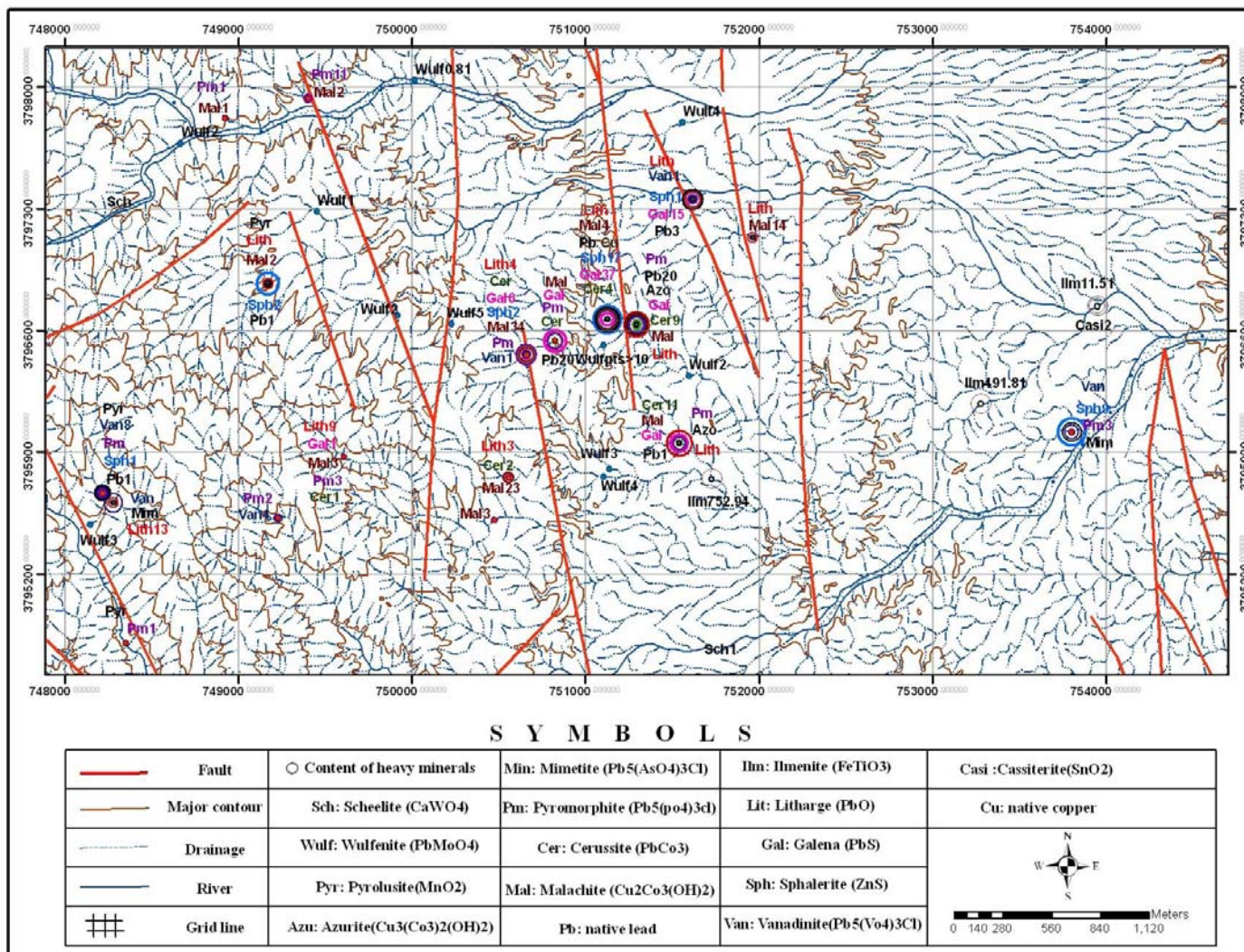
۱- داده های آنومال بدست آمده از مرحله مطالعات نمونه های رسوبات آبراهه ای با علامت ستاره و شماره نمونه،

۲- نمونه های کانی سنگینی که نسبت به کانی های با اهمیت غنی شدگی نشان داده اند با علامت دایره،

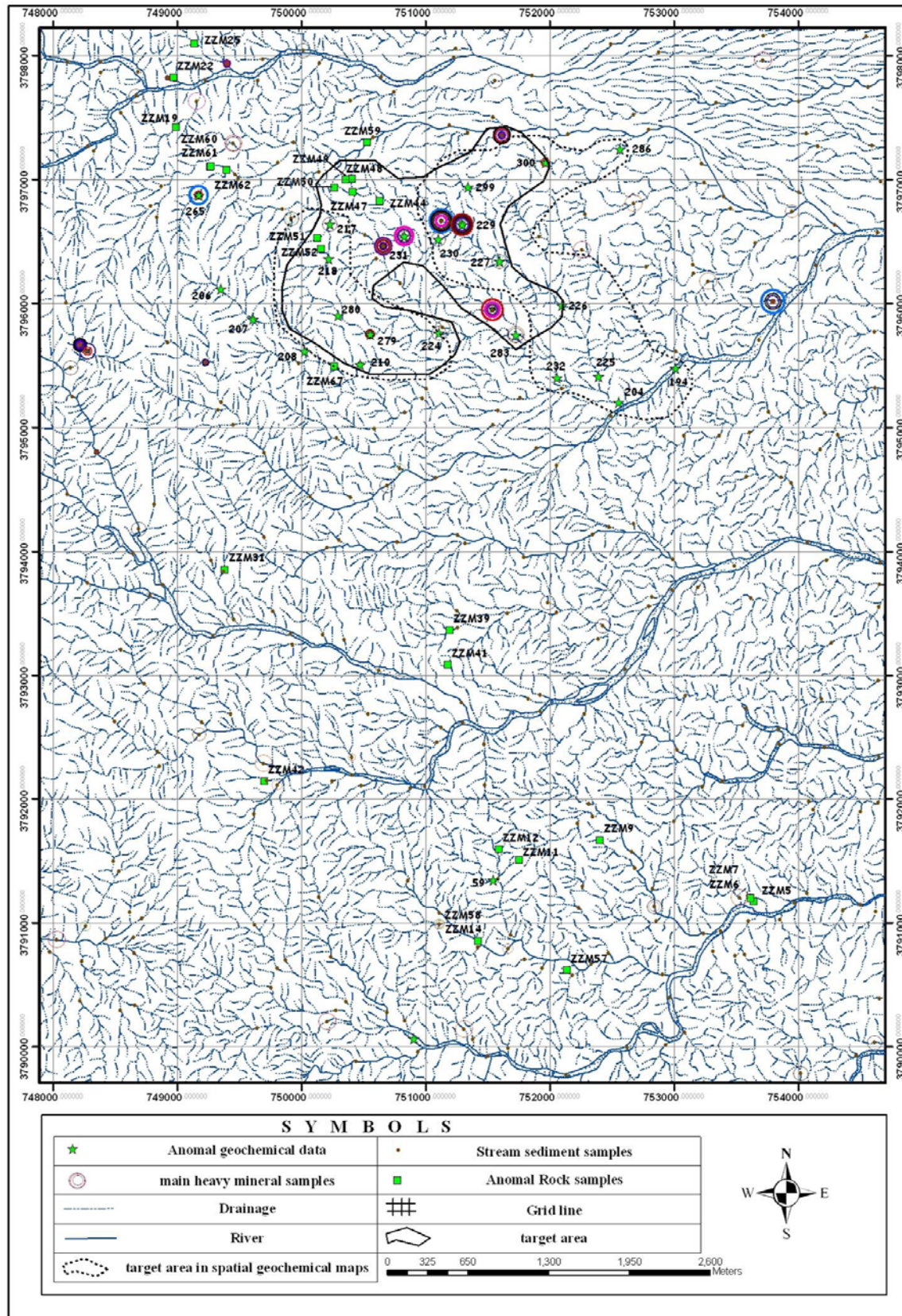
۳- نمونه های با اهمیت در مرحله چک آنومالی با علامت مربع و شماره نمونه ،

۴- محدوده ناهنجاری ژئوشیمیایی که از همپوشانی نقشه های تک عنصری بدست آمده است.

از این نقشه بمنظور چک کردن آنومالیها در مطالعات مراحل بعدی استفاده شده است:



شکل (۴-۳): نقشه پراکندگی نمونه‌های کانی سنگین در بخش شمالی منطقه زوزن



شکل (۴-۴): نقشه مبناء حاصل از همپوشانی نمونه های کانی سنگین، نتایج چک آنومالی و مطالعات ژئوشیمیایی

تک عنصری

فصل پنجم

تحلیل آماری بر روی داده‌های آنومال

۵-۱- مقدمه

برای تعریف یک نسبت شاخص ژئوشیمیایی ضرورت دارد که رفتار عناصر واقع در دو طرف آن کاملاً با یکدیگر متفاوت باشد. نتایج بدست آمده از فصل قبل توانست نحوه ارتباط میان عناصر را بخوبی توجیه نماید ولی در خصوص توجیه رفتار متقابل عناصر با یکدیگر لازم است تا بررسی بیشتری صورت پذیرد. برای این منظور در یک دسته داده مشتمل بر اطلاعات با اهمیت و کم اهمیت، ضمن تشدید تغییر رفتارها عناصر، اقدام به تحلیلهای آماری دومتغیره (آنالیز همبستگی) و چندمتغیره (آنالیز کلاستر و فاکتوری) داده‌ها شده است. بدین ترتیب امکان آن فراهم گردیده است تا بهتر بتوان به ارتباط ژنتیکی میان عناصر در محدوده‌های بی‌هنجار پی برد. لیست نمونه‌های مورد بررسی در پیوست ۳ گزارش آورده شده است.

۵-۲- پردازش های آماری بر روی داده های آنومال

مطالعات تحلیل آماری ماتریس همبستگی دو متغیره به دو روش پیرسن و اسپیرمن محاسبه و نتایج نهایی به روش پیرسن که بر روی داده‌های نرمال شده اعمال گردید در جدول (۵-۱) آورده شده است. با توجه به این جدول عناصر سرب، روی، طلا، نقره، مس و کادمیوم از همبستگی‌های نسبتاً خوبی با یکدیگر برخوردارند در بین این عناصر سرب بیشترین همبستگی را با عناصر روی، طلا و نقره دارد. مس با عناصر آنتیموان، روی و نقره همبستگی بسیار خوبی دارد. عناصر قلع، تیتانیوم، لانتانیم، وانادیم، گالیم، اسکاندیم، کروم و آهن با عناصر نامبرده از همبستگی منفی بیش از ۰/۴ برخوردارند. عنصر طلا با عناصر کادمیوم (۰/۷)، تنگستن (۰/۷)، سرب (۰/۵۴)، روی (۰/۵۳) همبستگی بالای مثبت و با عناصر لیتیم (۰/۷-)، تیتانیوم (۰/۶۵-)، اسکاندیم (۰/۵۵-) و آهن (۰/۵۷-) همبستگی منفی دارد.

نتایج آنالیز فاکتوری داده‌ها (جدول ۵-۲) گویای عملکرد پنج مولفه اصلی در تغییرپذیری می‌باشد.

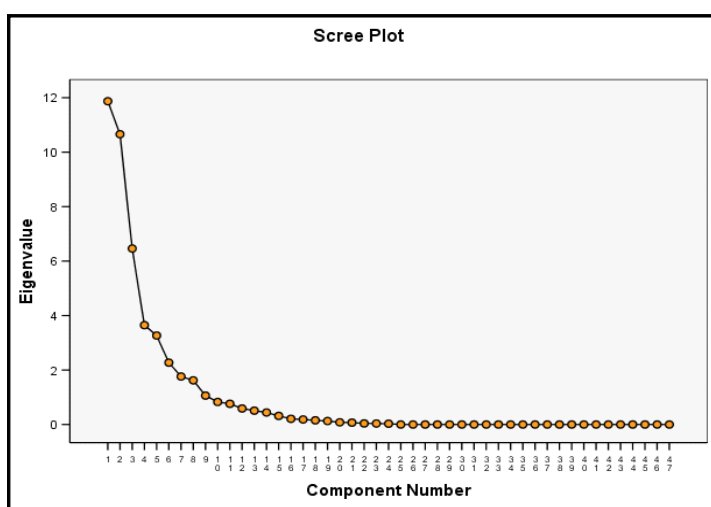
مقدار واریانس برای مولفه‌های اول تا نهم به ترتیب ۲۵/۲۵، ۲۲/۶۷، ۱۳/۷۴، ۷/۷۶، ۶/۹۵، ۴/۸۳، ۳/۷۴، ۳/۴۵، ۲/۲۵ می‌باشد. این نه مولفه در حدود ۹۰/۶۸ درصد تغییرات عمومی محیط ژئوشیمیایی مورد مطالعه که بخش قابل ملاحظه‌ای است را پوشش می‌دهند.

بعد از انتخاب مولفه‌ها مقادیر خام، مقادیر تبدیل یافته و ضرایب امتیازی هر مولفه محاسبه شده است. مقادیر خام تحت بردار خاص وریمکس قرار گرفته اند که این بردار در اثر چرخش محورها بیشترین واریانس را برای هر مولفه محاسبه می‌نماید. همانطور که در جدول (۵-۳) دیده می‌شود عناصر سرب، روی، نقره، طلا، کادمیوم، آنتیموان، ایندیم و مس در فاکتور سوم قرار گرفته‌اند. فاکتور دوم که شامل عناصر U, Sn, Be, Rb, K, Th می‌گردد به نظر می‌رسد بیشتر مؤلفه پتروژنز و فرسایش سنگهای اسیدی را توجیه می‌نماید.

جدول (۵-۲): واریانس تجمعی عناصر و تحلیل مؤلفه‌های اصلی

Component	Total Variance Explained			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	11.869	25.254	25.254	11.869	25.254	25.254	9.887	21.035	21.035
2	10.659	22.678	47.932	10.659	22.678	47.932	9.459	20.126	41.161
3	6.460	13.745	61.677	6.460	13.745	61.677	4.636	9.863	51.024
4	3.649	7.763	69.440	3.649	7.763	69.440	4.167	8.866	59.891
5	3.267	6.951	76.391	3.267	6.951	76.391	4.076	8.673	68.564
6	2.273	4.835	81.226	2.273	4.835	81.226	2.847	6.058	74.622
7	1.762	3.749	84.975	1.762	3.749	84.975	2.770	5.893	80.514
8	1.622	3.451	88.426	1.622	3.451	88.426	2.632	5.600	86.114
9	1.062	2.259	90.685	1.062	2.259	90.685	2.148	4.571	90.685
10	0.828	1.762	92.447						
11	0.761	1.619	94.066						
12	0.588	1.252	95.318						
13	0.509	1.084	96.402						
14	0.442	0.940	97.342						
15	0.317	0.674	98.016						
16	0.209	0.445	98.460						
17	0.184	0.392	98.852						
18	0.153	0.326	99.178						
19	0.128	0.272	99.450						
20	0.082	0.174	99.624						
21	0.070	0.149	99.773						
22	0.041	0.087	99.859						
23	0.036	0.077	99.936						
24	0.03	0.06	100						
25	0.00	0.00	100						
26	0.00	0.00	100						
27	0.00	0.00	100						
28	0.00	0.00	100						
29	0.00	0.00	100						
30	0.00	0.00	100						
31	0.00	0.00	100						
32	0.00	0.00	100						
33	0.00	0.00	100						
34	0.00	0.00	100						
35	0.00	0.00	100						
36	0.00	0.00	100						
37	0.00	0.00	100						
38	0.00	0.00	100						
39	0.00	0.00	100						
40	0.00	0.00	100						
41	0.00	0.00	100						
42	0.00	0.00	100						
43	0.00	0.00	100						
44	0.00	0.00	100						
45	0.00	0.00	100						
46	0.00	0.00	100						
47	0.00	0.00	100						

Extraction Method: Principal Component Analysis.



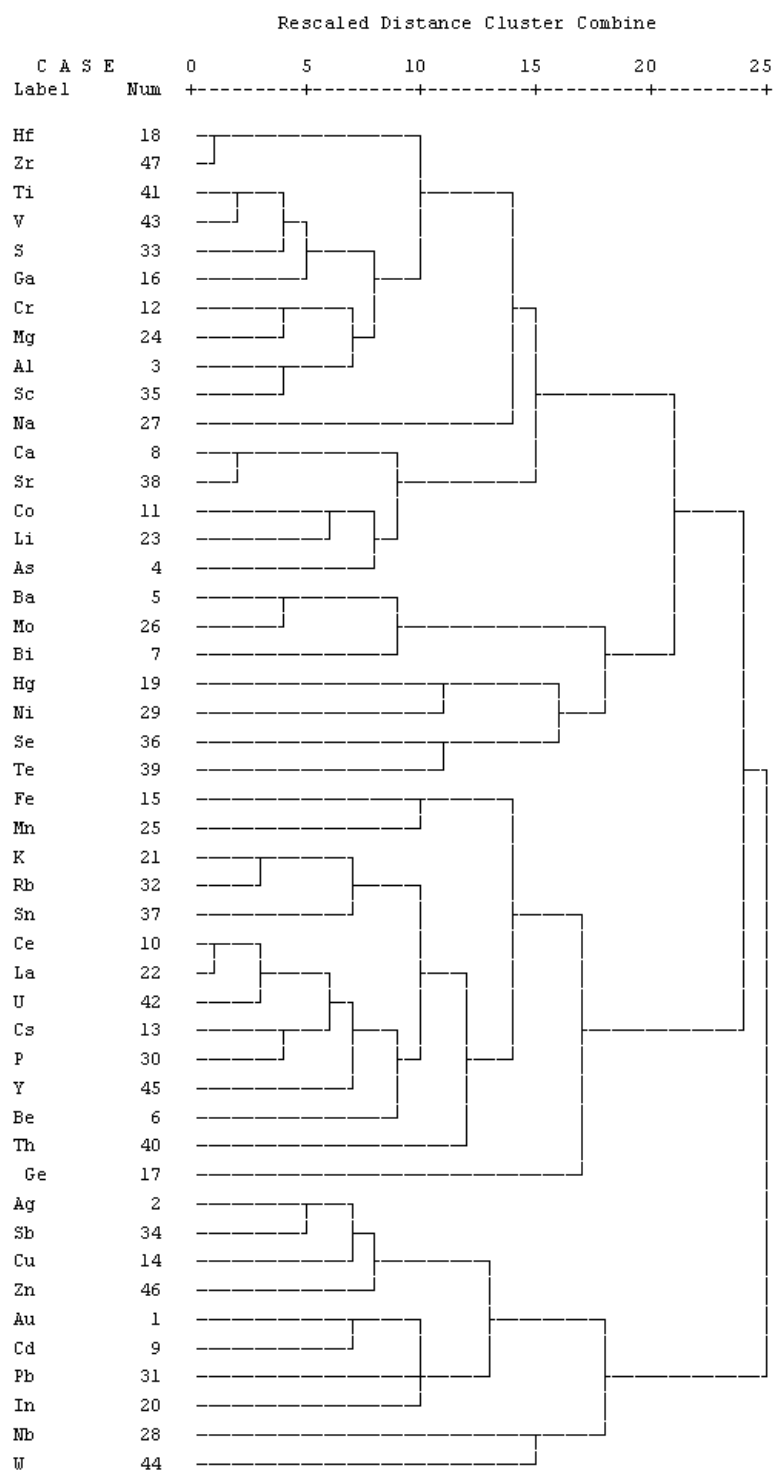
شکل (۵-۱): نمودار مقادیر ویژه در مقابل تعداد مولفه‌ها

جدول (۵-۳): نتایج آنالیز فاکتوری

Rotated Component Matrix(a)									
Elements	Component								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V	0.948	0.160	-0.096	-0.050	-0.139	-0.098	0.102	0.000	-0.081
Ti	0.927	0.081	-0.237	0.103	-0.038	-0.082	0.089	0.069	-0.068
S	0.924	-0.155	0.120	-0.107	-0.050	-0.010	-0.063	-0.103	-0.103
Ga	0.835	0.135	-0.165	-0.318	-0.029	0.301	-0.132	-0.051	0.012
Cr	0.834	-0.229	-0.163	0.056	-0.261	0.316	-0.056	0.054	-0.103
Sc	0.779	-0.118	-0.232	0.283	0.201	0.214	0.044	0.164	0.007
Al	0.719	-0.073	-0.164	0.201	0.109	0.585	-0.066	-0.042	0.079
Li	0.706	-0.179	-0.198	0.309	0.085	-0.071	0.257	0.239	0.298
Zr	0.702	-0.049	-0.197	-0.125	0.174	-0.172	0.515	0.060	-0.085
Hf	0.676	-0.029	-0.206	-0.161	0.221	-0.165	0.499	0.088	-0.135
Fe	0.647	0.573	-0.117	0.210	0.035	0.066	0.299	0.106	0.206
As	0.567	-0.016	0.238	0.339	0.441	-0.382	0.064	0.122	0.269
Co	0.481	-0.293	0.197	0.281	0.432	0.167	0.318	0.338	0.251
La	-0.017	0.961	-0.154	-0.111	-0.075	-0.142	0.013	-0.030	0.026
Ce	-0.089	0.952	-0.114	-0.171	-0.080	-0.135	0.030	-0.084	0.003
U	0.200	0.865	-0.108	-0.164	-0.045	-0.052	0.211	-0.066	-0.107
Y	0.026	0.845	-0.041	0.176	0.272	-0.024	0.043	0.113	-0.226
Cs	-0.006	0.842	-0.187	-0.106	-0.101	-0.027	-0.113	0.307	-0.279
Sn	0.296	0.775	-0.327	0.051	-0.041	0.250	-0.050	-0.225	0.132
Be	-0.216	0.772	0.117	-0.189	0.068	0.310	0.170	-0.082	0.123
Ni	0.221	-0.766	-0.166	-0.109	0.427	0.093	-0.114	0.160	0.093
Rb	-0.273	0.686	-0.034	-0.207	0.115	0.488	-0.176	-0.175	-0.140
P	0.101	0.669	-0.152	-0.428	-0.168	0.029	-0.174	0.345	-0.115
Mg	0.609	-0.649	-0.125	0.099	-0.226	0.197	-0.135	0.135	-0.083
Mn	0.379	0.432	0.387	-0.341	-0.185	0.219	0.306	-0.110	0.314
Pb	0.098	-0.341	0.850	0.057	0.177	-0.216	-0.100	-0.104	-0.108
Zn	-0.369	-0.179	0.813	-0.151	-0.095	0.002	0.086	0.021	0.256
Sb	-0.327	0.374	0.655	0.196	0.171	-0.358	0.036	0.145	0.078
Ag	-0.355	-0.072	0.641	0.250	0.268	-0.385	-0.020	0.151	0.276
Au	-0.379	-0.295	0.592	-0.159	-0.210	0.023	-0.313	-0.193	-0.291
In	-0.313	-0.096	0.558	0.351	-0.058	0.067	-0.168	-0.430	-0.197
Cd	-0.103	-0.351	0.555	-0.526	-0.312	0.080	-0.181	-0.285	-0.014
Cu	-0.403	-0.167	0.552	0.219	0.264	-0.131	-0.205	-0.243	0.313
Ge	0.142	0.192	-0.083	-0.880	-0.041	-0.169	0.079	0.046	0.061
Ca	0.189	-0.232	0.067	0.790	0.284	-0.045	0.133	0.155	0.322
Sr	0.182	-0.160	-0.014	0.767	0.472	0.043	-0.032	0.159	0.227
Ba	0.092	0.222	-0.156	0.214	0.845	0.007	0.270	0.010	0.124
Mo	0.018	-0.040	0.118	0.279	0.834	0.200	0.123	-0.050	-0.060
Hg	-0.287	-0.283	0.103	-0.041	0.661	-0.031	-0.111	0.414	0.191
Bi	-0.361	-0.032	0.237	0.172	0.607	-0.012	0.183	-0.512	0.073
Na	0.291	-0.176	-0.225	0.306	0.152	0.781	0.015	0.050	-0.068
K	-0.096	0.567	-0.199	-0.072	0.143	0.642	-0.181	-0.250	0.102
Nb	-0.179	-0.035	0.079	-0.130	-0.138	0.079	-0.867	-0.110	-0.241
Th	-0.119	0.543	-0.059	-0.119	0.227	0.060	0.672	-0.173	-0.144
W	-0.321	0.007	0.026	-0.346	-0.169	0.096	-0.185	-0.774	0.097
Se	-0.372	-0.281	-0.203	0.066	-0.044	-0.101	-0.072	0.615	0.384
Te	-0.146	-0.191	0.117	0.180	0.172	-0.015	0.116	0.040	0.803
Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.									
a	Rotation converged in 10 iterations.								

در این بخش از تحقیق علاوه بر محاسبه ماتریس همبستگی و تحلیل فاکتوری، آنالیز خوشه‌ای نیز بر روی داده‌های مورد نظر صورت گرفت که نتیجه بدست آمده بصورت دندوگرام در شکل (۵-۲) نمایش داده شده است.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



شکل (۵-۲): نمودار خوشه‌ای عناصر

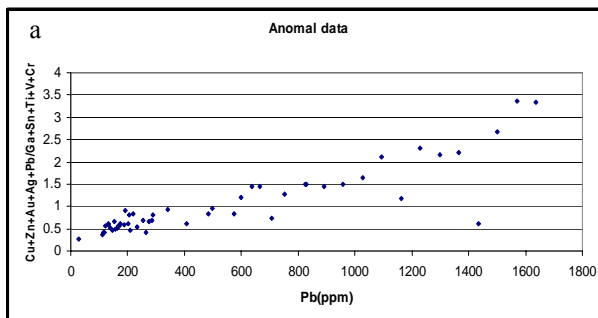
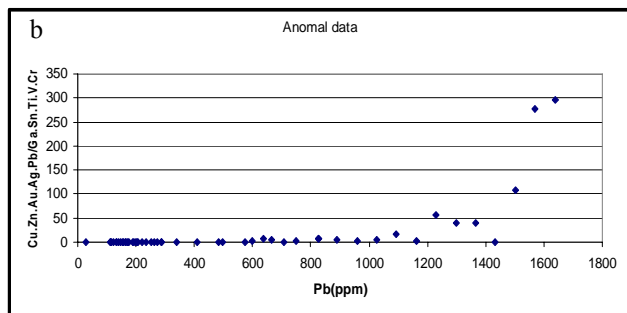
خوشه اول احتمالاً مربوط به عناصر حاصل فرسایش سنگهای حدواسط تا بازیگ مانند Ti, Cr

و خوشه دوم عناصری نظیر K, Rb, Sn, U, Th می‌توانند حاصل فرسایش و Mg, Ca, Sr, Ni

هوازگی سنگهای اسیدی باشند. به عبارت دیگر فرآیندهای سنزنتیک در دو گروه بالای این دندوگرام بررسی می‌شود. تأثیر فرآیندهای اپی‌ژنتیک بر روی طلا به‌مراه عناصر Pb, Ag, Cd, Zn, Cu, Sb را در دسته‌ای جداگانه از دندوگرام می‌توان ملاحظه نمود. مقایسه نتایج خوشه‌بندی گویای آن است که تفکیک ناحیه باپتانسیل بعنوان مبنا قرار گرفتن برای محاسبات تفکیک آنومالی در این مرحله به خوبی صورت گرفته است.

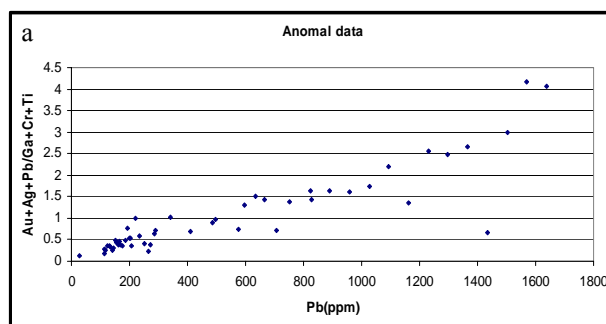
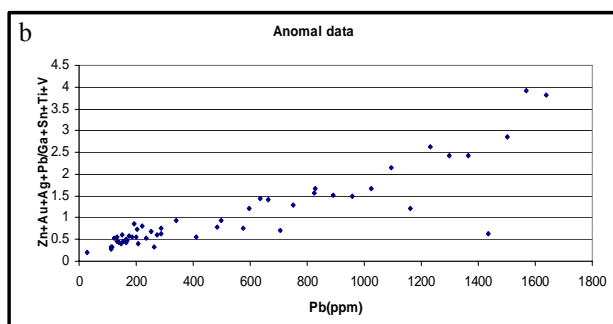
۵-۳- تعیین نسبت های چندعنصری

بر اساس نتایج ماتریس همبستگی، آنالیز PCA و کلاستر در این قسمت اقدام به محاسبه نسبت‌های عنصری گردیده است. این نسبتها بصورت جمعی و ضربی عناصر در صورت و مخرج، شامل متغیرهایی با رفتارهایی کاملاً متفاوت می‌گردد. نسبتهای مذکور می‌توانند به صورت دوتایی، چهارتایی و ... تعریف گردند. به استناد نتایج بدست آمده از فصول قبلی، و با توجه به نتایج تحلیل‌های چند متغیره، عناصر سرب، طلا، روی، نقره و مس (فاکتور سوم مربوط به نمونه‌های آنومال) را می‌توان در مقابل عکس‌العمل عناصر گالیم، وانادیم، تیتانیوم، قلع و کروم (فاکتور اول) مورد بررسی قرار داده و نسبتهای جمعی و ضربی متفاوت را محاسبه نمود. در محاسبات مربوطه اقدام به حذف اثرات زمینه ناشی از ماهیت متغیره مورد نظر پرداخته شده و از نسبت‌های استاندارد شده نسبت به معدل داده‌های متغیر مورد مطالعه، استفاده شد. بمنظور ارزیابی شدت عکس‌العمل نسبتهای مربوطه سعی شده است تا تغییرات نسبتها در مقابل پارامترهای با اهمیت نظیر مس، سرب و نقره مورد مطالعه قرار داده شود. بطور کلی نسبتهای جمعی روند تغییرات و تفکیک داده‌ها را بهتر نشان می‌دهند (شکل ۵-۳ a,b). لذا با توجه به ماهیت داده‌ها برای ادامه تنها نسبت جمعی مورد بررسی قرار داده شده است. لازم به ذکر است که مقدار کمی نسبتهای ضربی بمراتب بزرگتر از مقدار عددی نسبتهای جمعی می‌باشد.

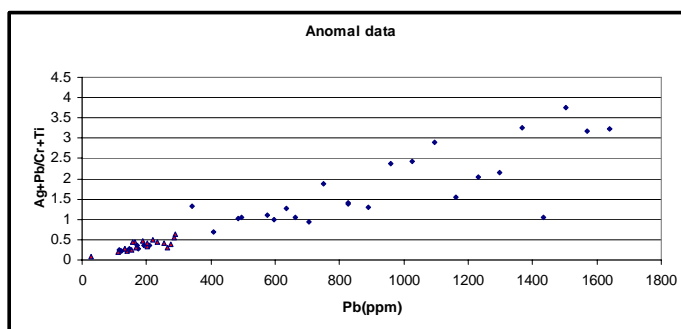


شکل (۳-۵): تغییرات نسبت جمعی ده عنصری (a) و ضربی ده عنصری (b) در مقابل عنصر سرب

برای یافتن بهترین نسبت‌های عناصر، نسبت‌های متفاوت و نمودارهای مربوطه را رسم نموده‌ایم که نتایج در اشکال (۴-۵) و (۵-۵) نمایش داده شده است. آنچه از ترسیم این نمودارها مشخص می‌گردد این است که در نسبت‌های مذکور دو عنصر Au و Ga نقش موثری در روند تغییرات دارند (شکل ۵-۵) ولی عناصر Sn و Zn تاثیر کمتری داشته‌اند (اشکال a, b ۴-۵).



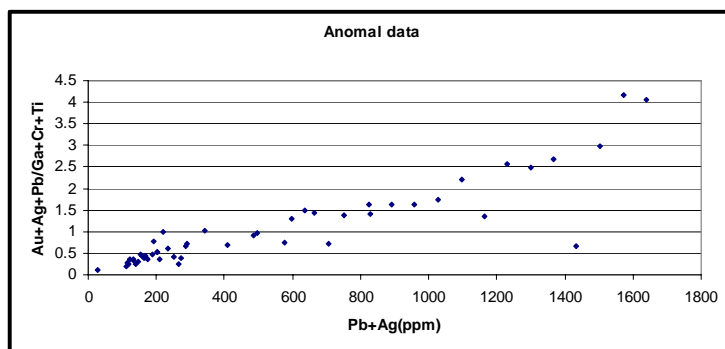
شکل (۴-۵): تغییرات نسبت جمعی شش عنصری (a) و نسبت جمعی هشت عنصری (b) در مقابل عنصر سرب



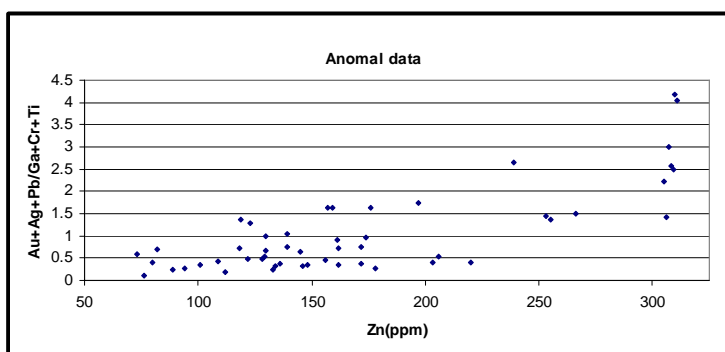
شکل (۵-۵): تغییرات نسبت جمعی (چهار عنصری) در مقابل عنصر سرب

همانطور که از مقایسه نمودارها دیده می‌شود، در مقادیر بالای سرب پراکندگی بیشتری قابل ملاحظه می‌باشد. لذا از بین این نسبت‌ها، از نسبت عناصر $(Au+Ag+Pb)/(Ga+Cr+Ti)$ جهت رسم

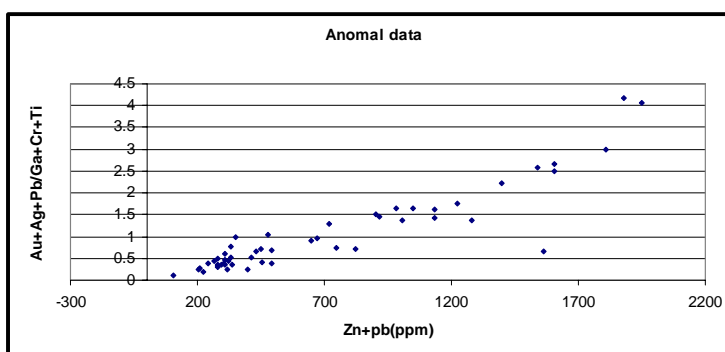
سایر نمودارها کمک گرفته شده است. همانطور که در نمودارها دیده می‌شود این نسبت تا حدی توانسته نسبت به تغییرات عنصر سرب و نقره روند افزایشی نشان دهد (شکل ۵-۶ و شکل ۵-۸)، برای عنصر روی روند خاصی در داده‌ها دیده نمی‌شود (شکل ۵-۷).



شکل (۵-۶): نمودار تغییرات نسبت جمعی شش عنصری در مقابل تغییرات عنصر سرب

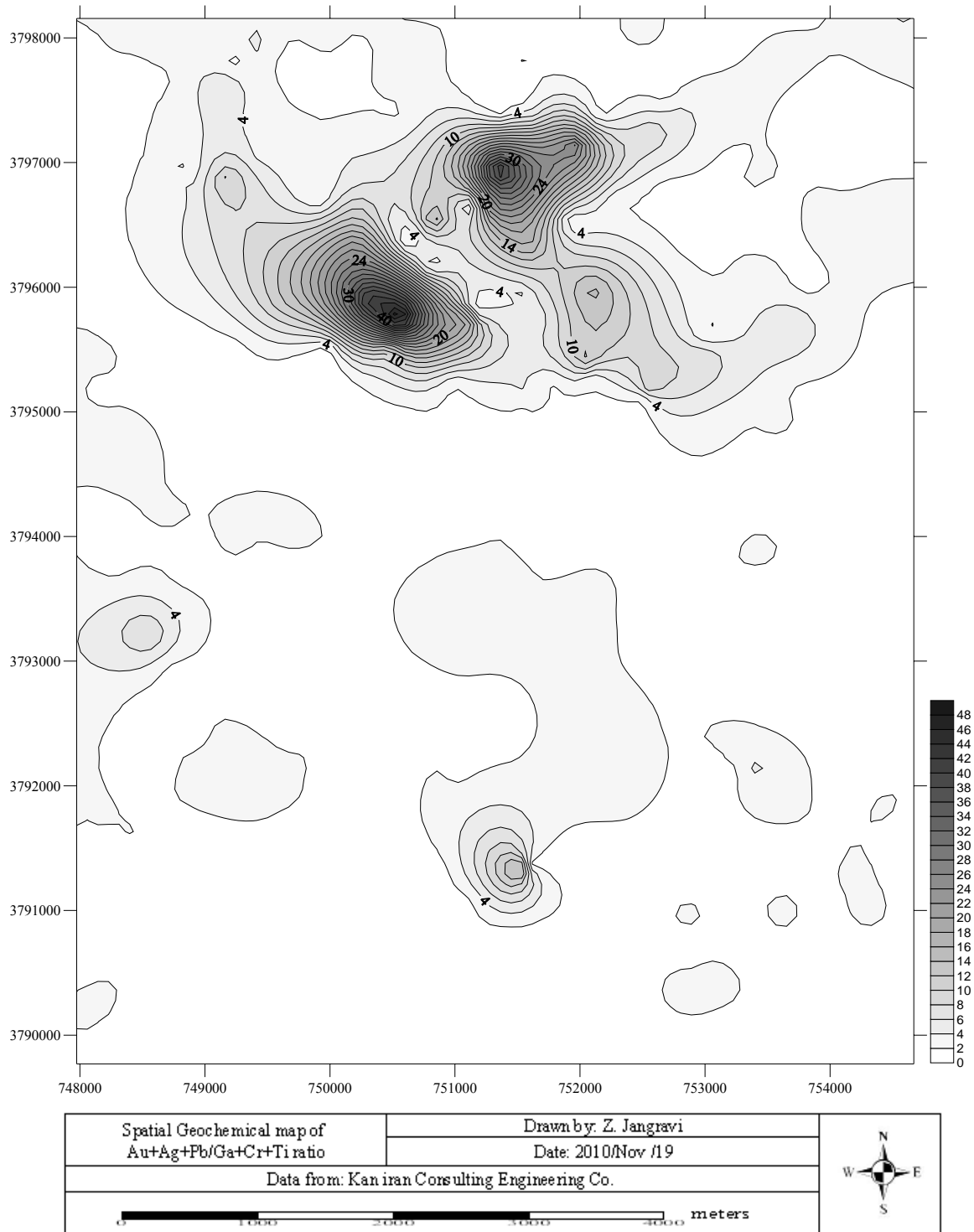


شکل (۵-۷): نمودار تغییرات نسبت جمعی شش عنصری در مقابل تغییرات عنصر روی



شکل (۵-۸): نمودار تغییرات نسبت جمعی شش عنصری در مقابل تغییرات روی + سرب

در مقایسه نقشه پراکندگی نسبت شش عنصری (شکل ۵-۹)، با نقشه مبنا (شکل ۴-۴) بنظر می‌رسد این نسبت بخوبی توانسته اثر ناهنجاریهای بی‌اهمیت را کاهش و اثر آنومالی‌های با اهمیت را در منطقه مورد مطالعه افزایش دهد.



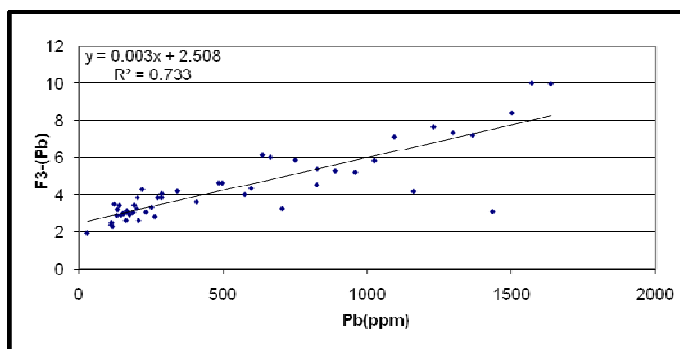
شکل (۵-۹): نقشه پراکندگی نسبت عنصری $Au+Ag+Pb / Ti+Cr+Ga$

۴-۵- محاسبه فاکتورها و رسم نمودار تغییرات فاکتورها

با توجه به تحلیل‌های چند متغیره صورت گرفته می‌توان فاکتورهای مختلفی را تعریف نمود. یکی از این فاکتورها، فاکتوری است که نقش پارامترهای موثر در کانی‌سازی در آن ذکر گردیده است. چنانچه این فاکتور را F_3 معرفی نمائیم، می‌توان این فاکتور را به صورت زیر تعریف نمود:

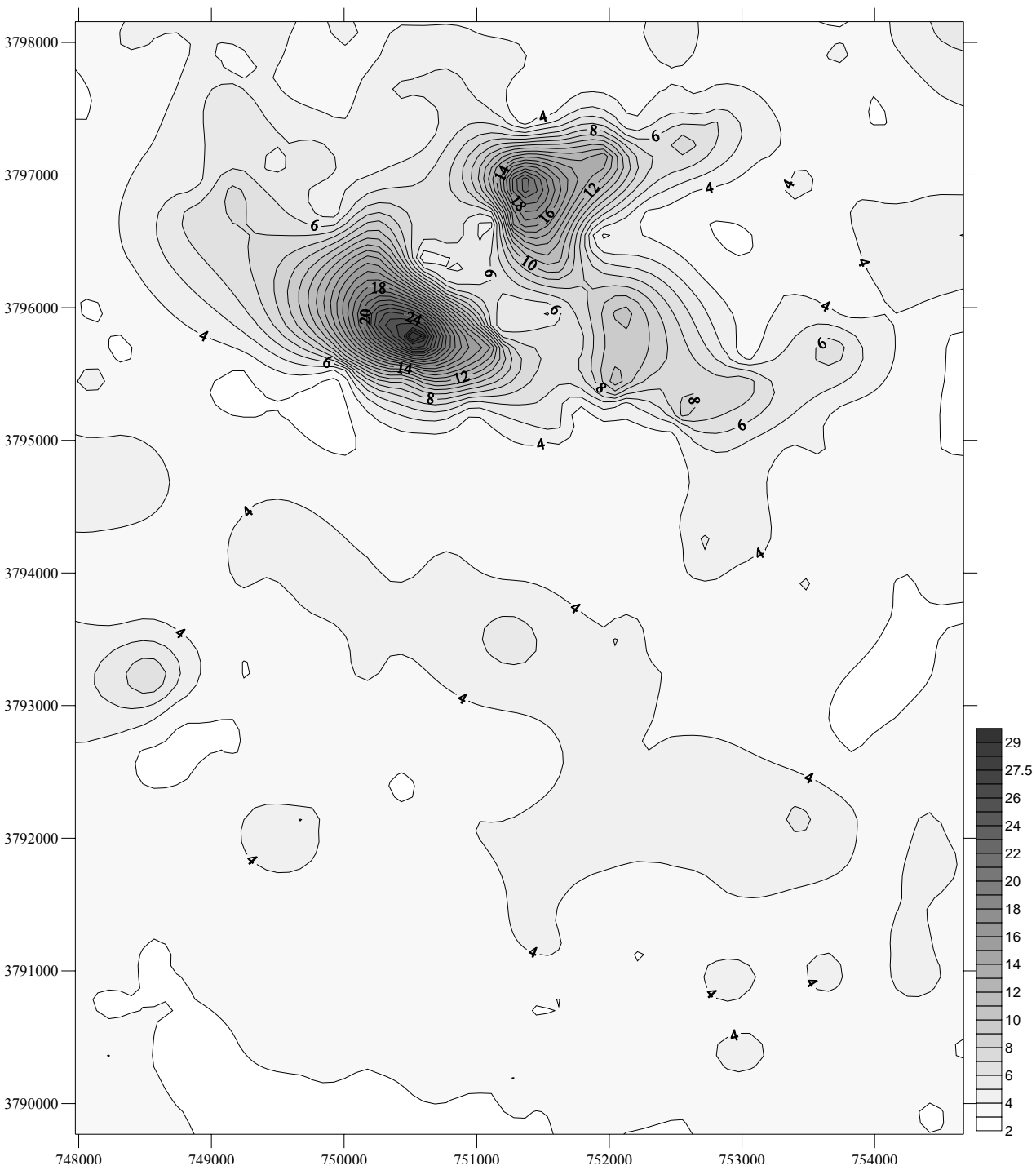
$$F_3 = (0.850 \times \text{Pb}) + (0.813 \times \text{Zn}) + (0.655 \times \text{Sb}) + (0.641 \times \text{Ag}) + (0.592 \times \text{Au}) + (0.558 \times \text{In}) + (0.555 \times \text{Cd}) + (0.552 \times \text{Cu})$$

بمنظور بررسی نقش عناصر با اهمیت در این فاکتور (F_3)، با حذف اثر سرب به بررسی تغییرات این فاکتور در مقابل سرب پرداخته شده است (شکل ۵-۱۰). روند خطی نسبتاً خوبی بین تغییرات فاکتور F_3 با سرب ملاحظه می‌گردد. این امر گویای نقش موثر عناصر دیگر در این فاکتور در نبود سرب می‌باشد.



شکل (۵-۱۰): نمودار تغییرات فاکتور F_3 در نبود عنصر سرب در مقابل تغییرات عنصر سرب

همچنین با توجه به نقشه پراکندگی این فاکتور (شکل ۵-۱۱) میزان انطباق این نقشه با نقشه مبنا بسیار بالا بوده و بخوبی توانسته دو محدوده آنومال را در نیمه شمالی منطقه نشان دهد.



Spatial Geochemical map of F3 without considered variations of pb	Drawn by: Z. Jangravi	
	Date: 2010/Nov /19	
Data From: Kan iran Consulting Engineering Co.		

شکل (۵-۱۱): نقشه پراکندگی فاکتور سوم

۵-۵- آنالیز روندسطحی

تحلیل روند سطحی را بیشتر بعنوان تحلیل تک متغیره معرفی می‌نمایند در حالیکه این تحلیل می‌تواند بعنوان نوع خاصی از رگرسیون چندگانه نیز معرفی گردد. برای این منظور لازم است تا متغیره مورد بررسی فاکتور یا نسبتی باشد که خود بر اساس نتایج تحلیل چند متغیره بدست آمده باشد. در این شرایط در فاکتور یا نسبت تعریف شده می‌توان تاثیر و نقش چند متغیر دیگر را ملاحظه نمود.

تکنیکهای حل معادلات روش روندسطحی متفاوت می‌باشند که از میان آنها می‌توان به روش حداقل مربعات و روش ارتونرمال اشاره نمود. روش روند سطحی با بهره‌گیری از توابع ارتونرمال و تحلیل حداقل مربعات برای تفکیک آنومالی‌های گرانی در مناطق مختلفی از دنیا و ایران به کار گرفته شده است [اولدهام وساترلند^۱ ۱۹۵۵، وان ورهیز و دیویس^۲ ۱۹۶۴، فاکلیویچ^۳ ۱۹۵۹، عبدالرحمن و همکاران^۴ ۱۹۸۵، دولتی ارده‌جانی ۱۳۷۵ و سارما و اسلواراج^۵ ۱۹۹۰]. این روش برای جداسازی داده‌های ژئوشیمیایی نیز مورد استفاده قرار گرفته است [یوچانگ و همکاران^۶ ۱۹۸۰، طهمورثی ۱۳۸۰، کاکایی و همکاران ۱۳۸۵]

در ورودیهای این تحلیل، مختصات نقاط بعنوان متغیر مستقل و عیار، ضخامت، فاکتور یا نسبت چند متغیره تعریف شده و ... بعنوان متغیر وابسته به موقعیت مکانی یا جغرافیایی معرفی می‌گردد. در اصول این روش مبناء بر این است که آنومالیهای محلی حذف شده و بهترین روند یا سطحی را که از تغییرپذیری عمومی منطقه تبعیت می‌کند بکار گرفته تا بتوان مقدار متغیر مورد نظر را در هر مختصاتی تخمین زد. در این روش بر اساس تکنیک حداقل مربعات، انحراف بین داده‌ها (مقدار متغیر مستقل اندازه‌گیری شده یا موجود) و نتایج تخمین به حداقل رسانده می‌شود. برای این منظور معادله

¹ Oldham and Sutherland

² Van Voorhis and Davis

³ Fajkiewicz

⁴ Abdelrahman et al

⁵ Sarma and Selvaraj

⁶ Yu Chang et al

سطح عمومی روند تعریف شده را بوسیله توابع درجه یک، دو، سه و یا بالاتر تغییر می دهند تا به بالاترین انطباق ممکن دست یابند [یونوین^۱ ۲۰۰۹]. هرچه درجه توابع معرف این سطوح بیشتر باشد، ممکن است امکان دسترسی به سطحی که بهترین تطابق را با مقادیر مشاهده شده داشته باشد بیشتر شود [سوان ۱۹۹۵؛ دیویس، ۲۰۰۲]. البته در این خصوص می بایستی بررسی لازم صورت پذیرد تا به بهترین درجه سطح روند دسترسی یافت. ماهیت داده‌ها (ژئوشیمی، ژئوفیزیک و یا موادمعدنی یا نفتی) بر روی درجه بهترین سطح روند، تأثیرگذار است.

معادله سطح روند، یک چند جمله‌ای مانند $Z=B_0+B_1X+B_2Y+\dots$ می باشد که مقدار تابع چندجمله‌ای جبری از مختصات جغرافیایی، به علاوه خطای تصادفی بدست می آید و درجه سطح روند متنظر با بزرگترین درجه آن چندجمله‌ای می باشد [سوان ۱۹۹۵؛ دیویس، ۲۰۰۲]. در جدول (۵-۱) جملات سطوح روند تا درجه ۳ نشان داده شده است. در حالت کلی معادله، تعداد جملات معادله سطح روند درجه K با استفاده از رابطه $(K^2+3K)/2$ بدست می آید [سارما و سلواراج، ۱۹۹۰].

جدول ۵-۴: نمایش جمله های سطوح روند تا درجه ۳

درجه	جملات
۱	X, Y
۲	X, Y, X^2, XY, Y^2
۳	$X, Y, X^2, XY, Y^2, X^3, X^2 Y, XY^2, Y^3$

همچنین می توان ضرایب معادلات سطوح روند را به روش رگرسیون چندگانه محاسبه کرد. چند جمله‌ای را می توان به هر درجه مورد نظر گسترش داد، اگر چه محدودیت‌های محاسباتی به دلیل خطای گرد کردن وجود دارد. ضرایب مجهول با حل مجموعه‌ای از دستگاههای معادلات خطی که شامل مجموع و حاصلضرب ضربدری مقادیر X, Y, Z می باشند بدست می آیند. در محاسبات درجات بالاتر، این امر مستلزم حل تعداد زیادی از معادلات همزمان است که در آن عناصر ممکن است شامل

¹ Unwin

اعداد بسیار بزرگ باشند. راه حل ممکن استفاده از ماتریس ناپایدار است [آگتربرگ^۱ ۱۹۶۴؛ دیویس ۲۰۰۲].

بعد از تعیین ضرایب چندجمله‌ای تخمین زده شده، مقدار تابع چندجمله‌ای را می‌توان در هر نقطه از داخل محدوده نقشه محاسبه کرد که حداقل انحراف ممکن از مقدار اندازه‌گیری شده را داشته باشد [رایلی^۲ ۱۹۷۷، یونوین، ۲۰۰۹].

یکی از کاربردهای بسیار مهم این روش این است که متغیر مستقل اندازه‌گیری شده یا موجود را به دو بخش مؤلفه روند ناحیه‌ای و مؤلفه باقیمانده یا روند محلی تفکیک می‌نماید. مؤلفه روند ناحیه‌ای مربوط به مفهوم ویژگی‌های منطقه‌ای یا عبارتی تغییرات عمومی متغیر مورد نظر در منطقه مورد مطالعه می‌باشد [یونوین، ۲۰۰۹]. این مقدار را در ژئوشیمی بعنوان مؤلفه زمینه یا اثرات سن‌ژنتیک معرفی می‌نمایند. مؤلفه باقیمانده یا روند محلی را در ارتباط با انحراف روند ناحیه‌ای محاسبه شده از متغیر مستقل اندازه‌گیری یا محاسبه شده می‌دانند. این مقدار در ژئوشیمی بعنوان مؤلفه غیرعادی یا آنومال معرفی می‌شود [دیویس، ۲۰۰۲].

عمده کاربرد روش مذکور در اکتشاف نفت و مطالعات ژئوفیزیکی (روشهای گرانی‌سنجی و مغناطیس‌سنجی) می‌باشد. بر اساس بررسی‌های انجام شده در خصوص ذخایر معدنی و مطالعات ژئوفیزیکی ضمن اعمال درجات خاصی از سطح روند (تابع چندجمله‌ای) می‌توان به بهترین تفکیک داده‌ها و شناسایی مناطق آنومال دسترسی پیدا کرد [فاکلیویچ^۳، ۱۹۵۹؛ حیدریان ۱۳۸۵؛ آگاه و همکاران ۱۳۸۴]. کاربرد این روش در اکتشافات ژئوشیمیایی توسط دیگر محققین قبلاً مطرح شده است [حسنی‌پاک، ۱۳۸۰، کاکایی و همکاران ۱۳۸۵]. تحقیق در خصوص درجه‌ای از سطح روند که منجر به بهترین نتیجه بمنظور شناسایی مناطق با پتانسیل در داده‌های محیط لیتوژئوشیمیایی ثانویه-رسوبات آبراهه‌ای می‌گردد موضوعی است که کمتر بطور تخصصی مورد نظر قرار گرفته است.

¹ Agterberg
² Wrigley
³ Fajkiewicz

۵-۵-۲- روند سطحی ارتونرمال

در این روش میدان ناحیه‌ای، با محاسبات ریاضی سطحی با درجات (روند) مختلف که بهترین تطابق را نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده داشته باشد، تقریب زده می‌شود [دیویس، ۲۰۰۲]. یکی از مزیت‌های این روش نسبت به روش حداقل مربعات این است که دستگاه معادلاتی که در این روش برای تخمین ضرایب رگرسیون استفاده می‌شود مانند توابع پایه غیرهمبسته، نامرغوب نبوده و گرایش به چندخطی شدن ندارند (به سیستمی نامرغوب گفته می‌شود که شامل توابعی باشند که در آنها تغییرات کوچک در ضرایب منجر به تغییرات بزرگ در ریشه شود) [فرابرگ^۱، ۱۹۷۹]. همچنین قدرت تقارب این روش نسبت به روش حداقل مربعات بیشتر است [سارما و سلواراج^۲، ۱۹۹۰]. از نقطه نظر تئوری تخمین، مجموعه ای ارتونرمال از بردارها در یک فضای ضرب داخلی، ما را قادر به حل صریح و روشن مشکل مکانیابی یک نقطه که در فضایی فرضی به فاصله حداقل از یک نقطه خارجی قرار دارد، می‌نماید [سارما و سلواراج، ۱۹۹۰؛ ایساکسون^۳، ۱۹۹۶].

یک مجموعه از چند جمله‌ای‌های $g_i(x,y)$ نسبت به هم ارتونرمال می‌باشند در صورتیکه [سارما و سلواراج، ۱۹۹۰]:

$$\int_a^b \int_a^b g_i(x,y) \cdot g_j(x,y) dx dy = S_{i,j} ; i=j \quad (1-5)$$

$$\int_a^b \int_a^b g_i(x,y) \cdot g_j(x,y) dx dy = S_{i,j} ; i \neq j$$

که در اینجا $S_{i,j}$ سمبل کرونکر نامیده می‌شود و به صورت زیر تعریف می‌شود [سارما و سلواراج، ۱۹۹۰]:

$$\text{اگر } i \neq j \rightarrow S_{i,j} = 0 \quad (2-5)$$

$$\text{اگر } i = j \rightarrow S_{i,j} = 1$$

¹Fröberg

²Sarma and Selvaraj

³Issacson

در حالت خاص داریم [سارما و سلواراج، ۱۹۹۰]:

$$\int_{-1}^1 \int_{-1}^1 g_i(x,y) \cdot g_j(x,y) dx dy = 1 \quad ; \quad i=j$$

$$\int_{-1}^1 \int_{-1}^1 g_i(x,y) \cdot g_j(x,y) dx dy = 0 \quad ; \quad i \neq j \quad (3-5)$$

به طور کلی حل یک سیستم معادلات خطی در نقاط $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ که بصورت $\sum A_{ij} \cdot P_i = B_i$ می باشد با مشکلات پیچیده محاسباتی مواجه می شود، در این رابطه $A_{ij} = (g_i, g_j)$ ، $B_i = (f, g_i)$ و f یک تابع تقریب است. بنابراین برای حل ساده سیستم معادلات از ماتریس $[A_{ij}]$ که یک ماتریس یکه است، استفاده می شود، یعنی $A_{ij} = S_{ij}$ و این تساوی زمانی برقرار است که سیستم $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$ ارتونرمال باشد [چنی^۱؛ ایساکسون، ۱۹۹۶]. در روش روند سطحی ابتدا صفحه زیر تعریف می گردد [سارما و سلواراج، ۱۹۹۰]:

$$Z = A_0 \cdot g_0(x,y) + A_1 \cdot g_1(x,y) + \dots + A_n \cdot g_n(x,y) \quad (4-5)$$

$$g_0(x,y)=1, g_1(x,y)=x, g_2(x,y)=y, g_3(x,y)=x^2, \quad (5-5)$$

$$g_4(x,y)=xy, g_5(x,y)=y^2, \dots, g_k(x,y)=y^n$$

با قرار دادن مقادیر معادل از تساویهای (۵-۵) در رابطه (۴-۵)، رابطه زیر که معادله صفحه

می باشد حاصل می گردد:

$$A_0 + A_1 x + A_2 y + A_3 x^2 + A_4 x y + A_5 y^2 + \dots + A_n y^n \quad (6-5)$$

که در آن A_i ها ضرایب سطح مورد بحث می باشند.

برای ارتونرمال کردن سیستم از روش گرام-اشمیت استفاده می شود. فرآیندهای متعامدسازی

گرام-اشمیت به این نیاز دارد که بردارهای نسبی $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$ به طور خطی مستقل

باشند [پرسن^۲، ۲۰۰۵]. پس از بررسی مستقل بودن بردارها، آنها را به روش گرام-اشمیت ارتونرمال

¹Cheney
²Persson

نموده، پس از آنکه توابع ارتونرمال محاسبه شدند، می توان معادله سطح را بدست آورد [ایساکسون ، ۱۹۹۶].

به منظور ارزیابی درجه اطمینان از انطباق سطح مورد نظر با داده های اندازه گیری شده از آزمون آماری F استفاده می شود. از آنجا که با تعداد داده های زیاد هر آزمون آماری ممکن است جواب درستی بدهد لذا از یک مجموعه داده، بطور رندوم یک تعداد نمونه محدود انتخاب شده و مورد آزمون قرار می گیرند [گروهمن^۱ ، ۲۰۰۵]. پس از محاسبه مولفه ناحیه ای و با کسر آن از مقدار اندازه گیری شده مولفه باقیمانده محاسبه می گردد.

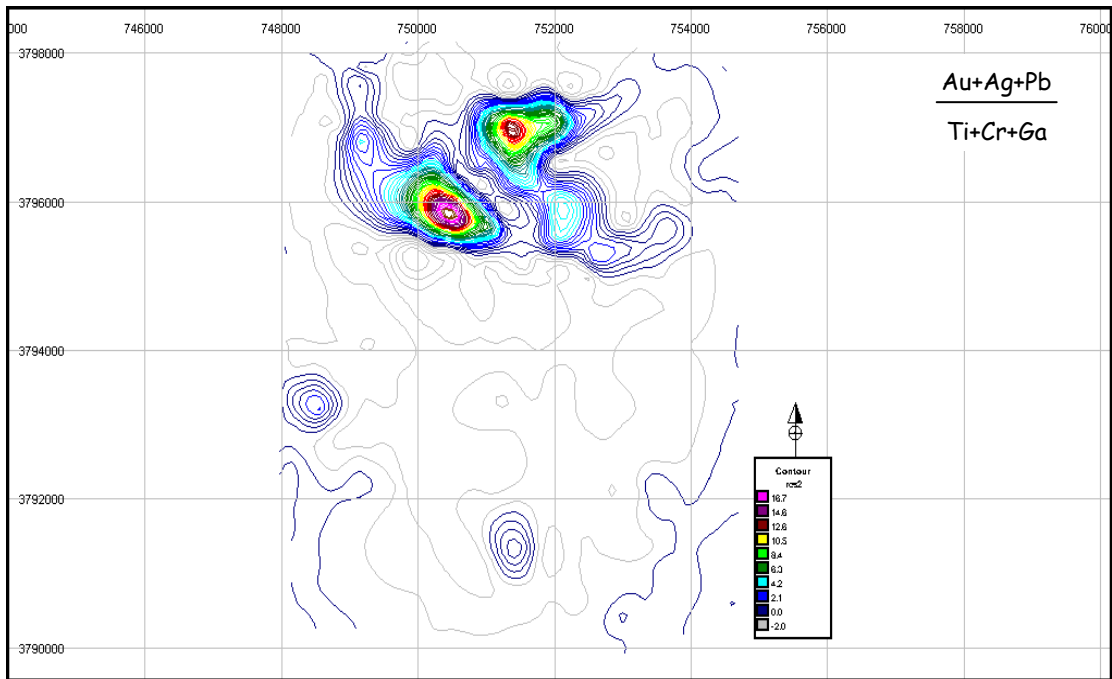
لازم به ذکر است که درجه سطح روند نباید آنقدر بزرگ گردد تا آنومالی های باقیمانده به طور کلی حذف شوند و یا اینکه آنقدر پایین در نظر گرفته شود تا اثر آنومالی های باقیمانده زیاد گردد و یا با آنومالی های مجاور همپوشانی داشته باشند. لذا با توجه به نحوه پراکندگی داده ها در یک منطقه و با در نظر داشتن هدف از انجام مطالعات لازم است که درجه ای از سطح روند انتخاب گردد که بتواند در آشکارسازی ناهنجاریها بهتر عمل نماید [رایلی^۲ ۱۹۷۷؛ گروهمن ۲۰۰۵]. معمولاً در مطالعات ژئوشیمیایی استفاده از نقشه های آنومالی باقیمانده بالاتر از درجه ۶ توصیه نمی شود [کاکایی و همکاران، ۱۳۸۵]:

در این تحقیق جهت آشکارسازی بهتر نواحی آنومال و تفکیک آنها از زمینه از روش روندسطحی بر روی نسبت $Au+Ag+Pb/Ti+Cr+Ga$ استفاده شده است. برای این منظور مختصات جغرافیایی و اطلاعات محاسبه شده در بخش قبل برای کل داده های منطقه تحت آنالیز روندسطحی قرار گرفتند. ابتدا روند یا مولفه ناحیه ای برای درجات مختلف روندسطحی ۱ تا ۶ نسبت های عنصری محاسبه گردید و سپس روند یا مولفه باقیمانده بدست آمده است (اشکال ۵-۱۲، ۵-۱۳ و ۵-۱۵). مقایسه نقشه های باقیمانده با یکدیگر نشان داد که روندسطحی درجه ۴ در آشکارسازی ناهنجاریها نسبت به سایر

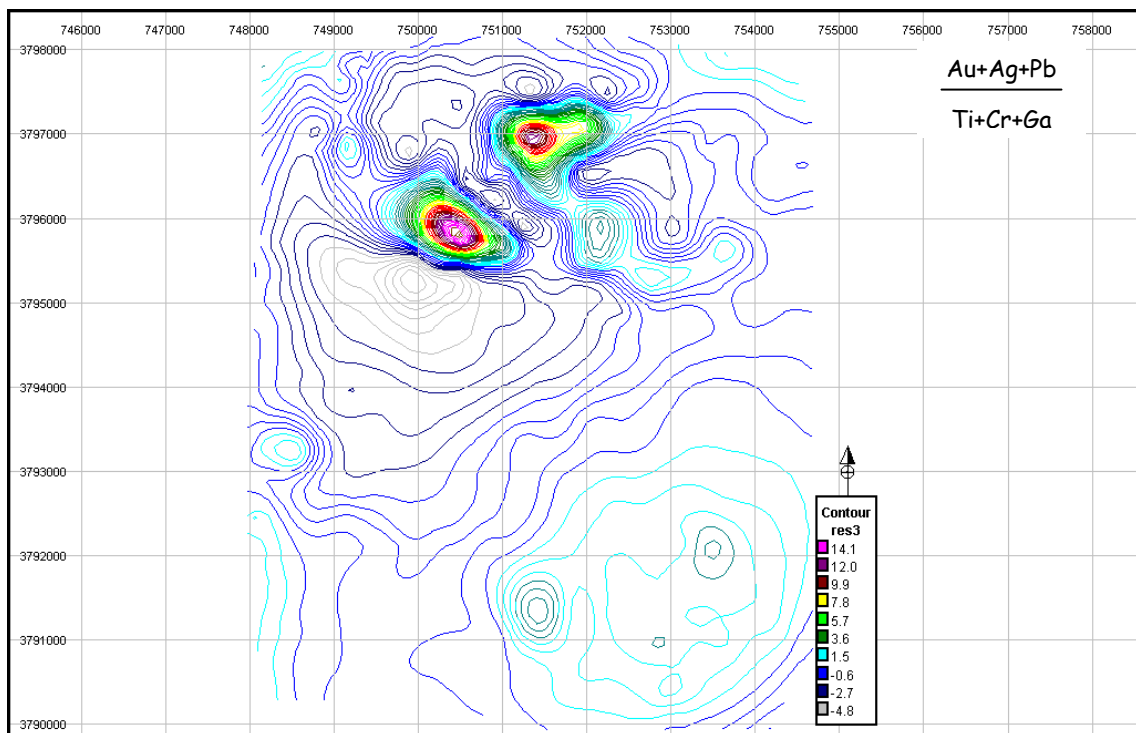
¹ Grohmann
² Neil Wrigley

درجات از دقت بالاتری برخوردار است و انطباق بیشتری با نقشه مبنای ترسیم شده نشان می‌دهد. نواحی آنومال ۱، ۲ و ۳ بصورت تفکیک شده بر روی این نقشه مشخص گردیده‌اند (شکل ۵-۱۵). بر اساس اطلاعات زمین‌شناسی موجود در منطقه بخشی از محدوده‌های آنومال با واحدهای شیپل و ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از سنگ‌آهک انطباق دارند که در بخش‌هایی در کنتاکت با واحد نفوذی از جنس گرانودیوریت، گرانیت و میکروگرانیت می‌باشند. در محدوده آنومالی شماره ۲ علاوه بر رخنمون واحدهای شیپلی و ماسه سنگی واحدهایی از جنس آندزیت پورفیری، آگلومرا، ریوداسیت و توف (PEa) نیز دیده می‌شود. ضمناً دو آنومالی شماره ۴ و ۵ نیز در بخش جنوبی منطقه تفکیک گردیده که آنومالی ۵ آن با اطلاعات اکتشافی قبلی انطباق دارد. این دو آنومالی از واحدهای سنگی آندزیت پورفیری، آگلومرا، ریوداسیت و توف تشکیل شده‌اند.

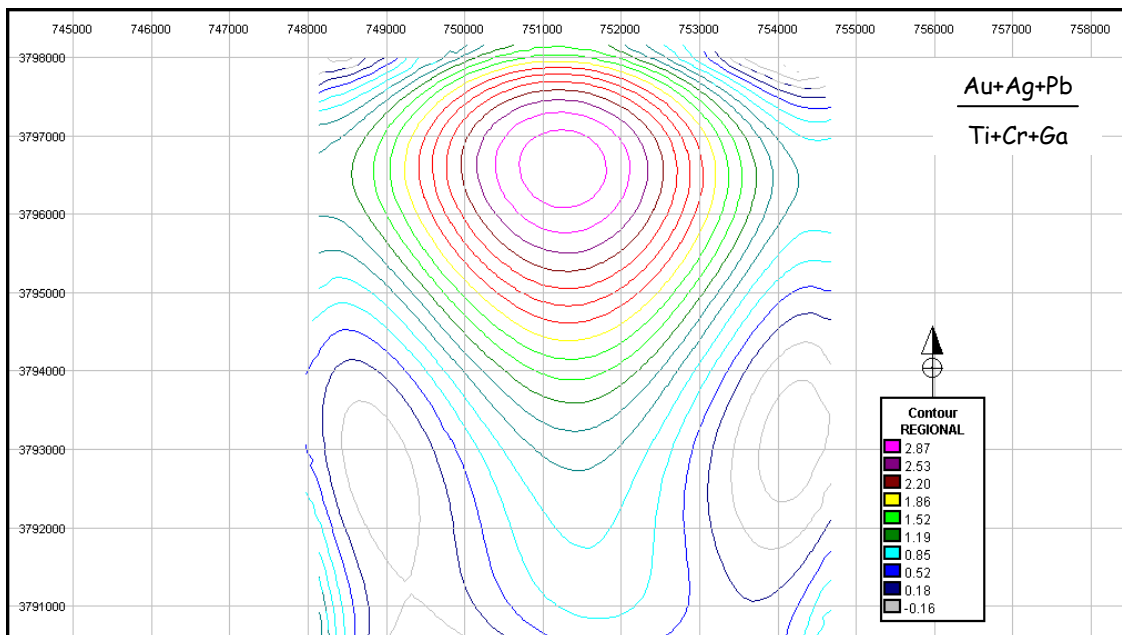
همچنین آنالیز روندسطحی بر روی فاکتور کانی‌سازی معرفی شده (F_3) در بخش قبل از درجه ۱ تا ۶ اعمال گردید و نتایج آن در اشکال (۵-۱۶) الی (۵-۲۱) آورده شده است. مقایسه این نقشه‌ها نیز نشان می‌دهد که روندسطحی درجه ۴ از اعتبار بیشتری جهت آشکارسازی نواحی آنومال نسبت به سایر روندها برخوردار است. در این نقشه نیز آنومالی‌های ۱، ۲ و ۳ با آنومالی‌های تفکیک یافته روندسطحی باقیمانده نقشه نسبت $Au+Ag+Pb/Ti+Cr+Ga$ (شکل ۵-۱۵) انطباق خوبی دارد. آنومالی شماره ۴ این نقشه نسبت به آنومالی ۵ نقشه نسبتی (شکل ۵-۱۵) مقداری جابجایی نشان می‌دهد. بنظر می‌رسد آنومالی ۴ نقشه فاکتور F_3 انطباق مناسبتری را با اطلاعات نقشه مبناء (شکل ۴-۴) نشان می‌دهد.



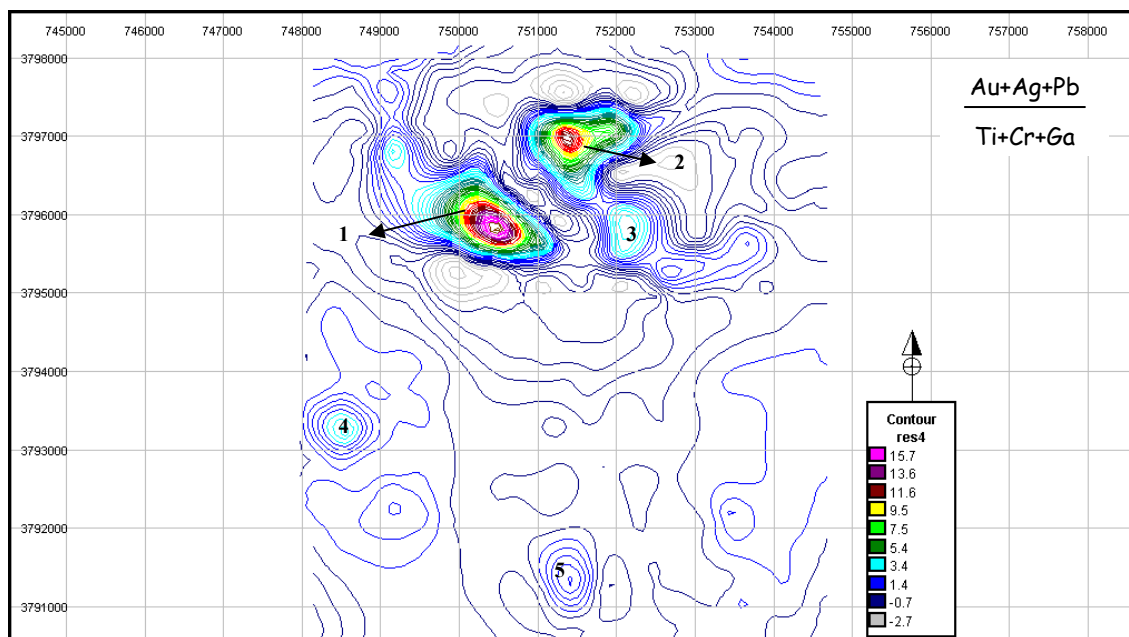
شکل (۵-۱۲): نقشه روند باقیمانده درجه ۲ برای نسبت جمعی $\text{Au+Ag+Pb} / \text{Ti+Cr+Ga}$



شکل (۵-۱۳): نقشه روند باقیمانده درجه ۳ برای نسبت جمعی $\text{Au+Ag+Pb} / \text{Ti+Cr+Ga}$



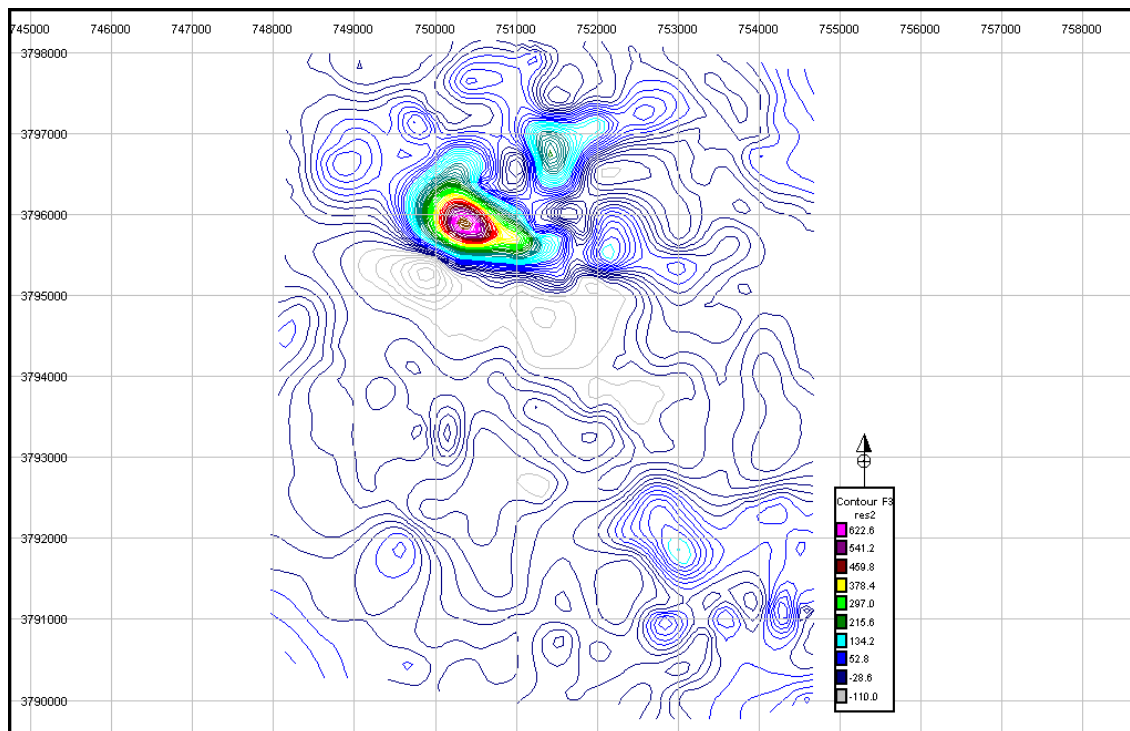
شکل (۵-۱۴): نقشه روند ناحیه ای درجه ۴ برای نسبت جمعی $Au+Ag+Pb / Ti+Cr+Ga$



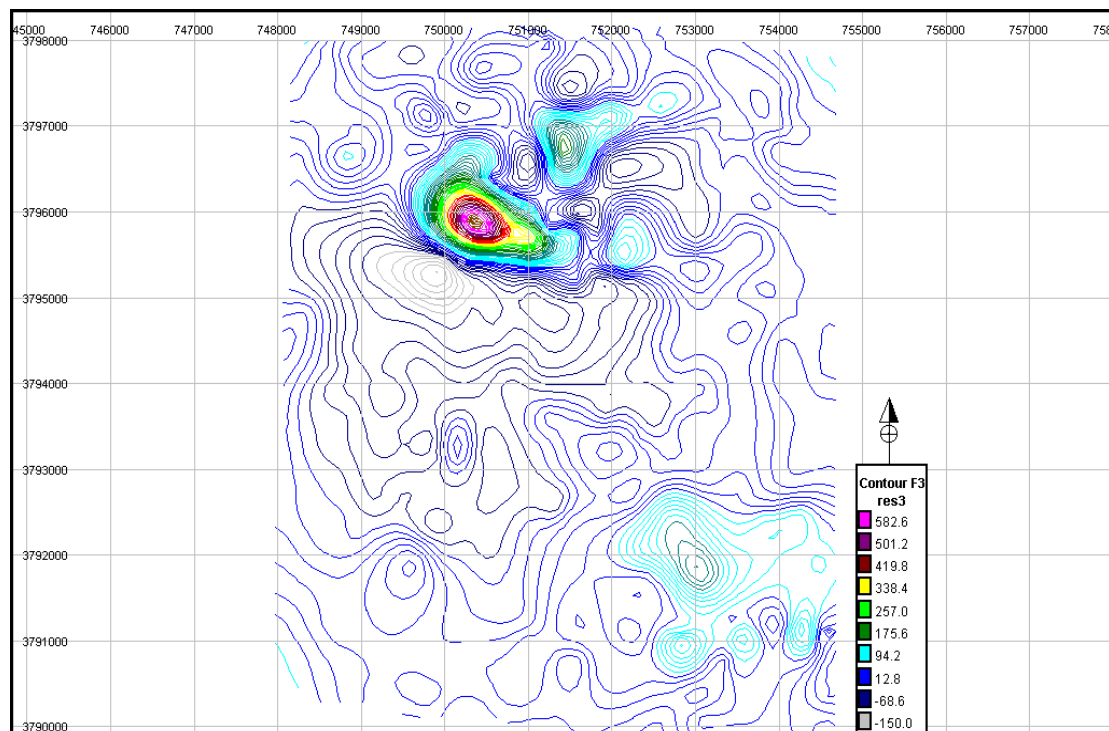
شکل (۵-۱۵): نقشه روند باقیمانده درجه ۴ برای نسبت جمعی $Au+Ag+Pb / Ti+Cr+Ga$

بمنظور اولویت بندی مناطق آنومال بر اساس نسبت کانی سازی تعریف شده، نواحی ۱ و ۲ (اشکال ۵-۱۵ و ۱۵-۱۹) با اولویت بالا، ناحیه ۳ در اولویت بعد (اشکال ۵-۱۵ و ۵-۱۹) و ناحیه ۴ (شکل ۵-۱۹)

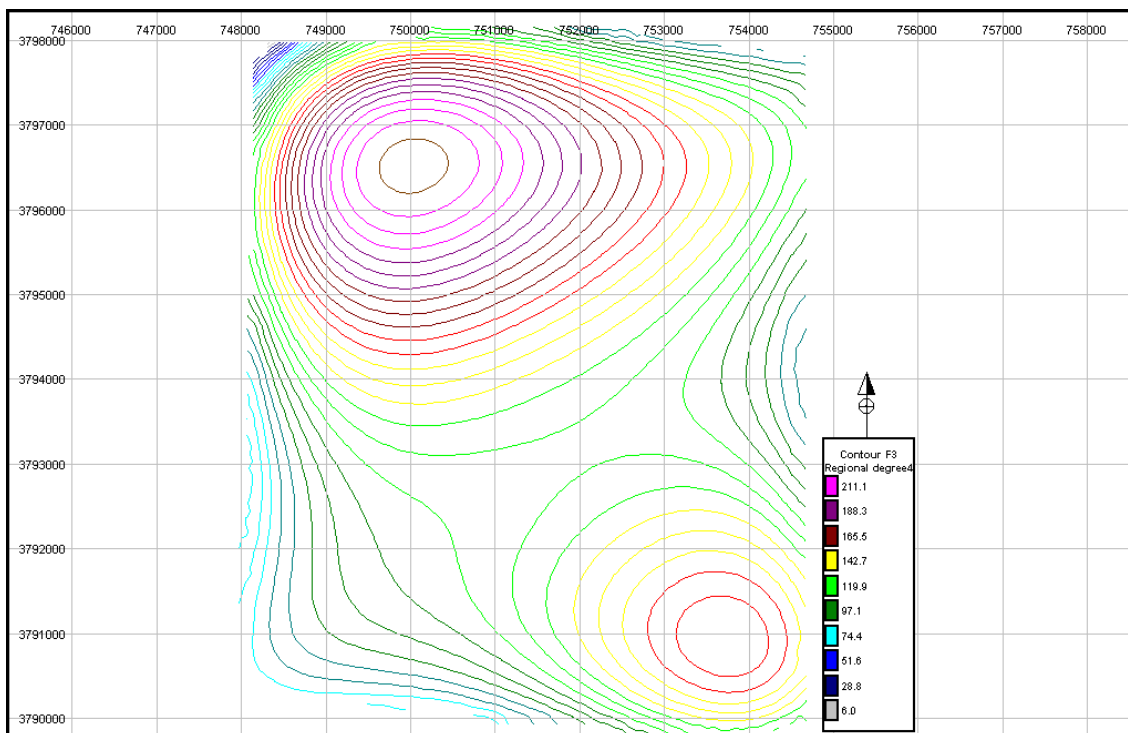
اولویت پایین تر قرار می گیرند. ناحیه ۴ (شکل ۵-۱۵) در حاشیه غربی نقشه بعنوان منطقه دارای ابهام معرفی می گردد.



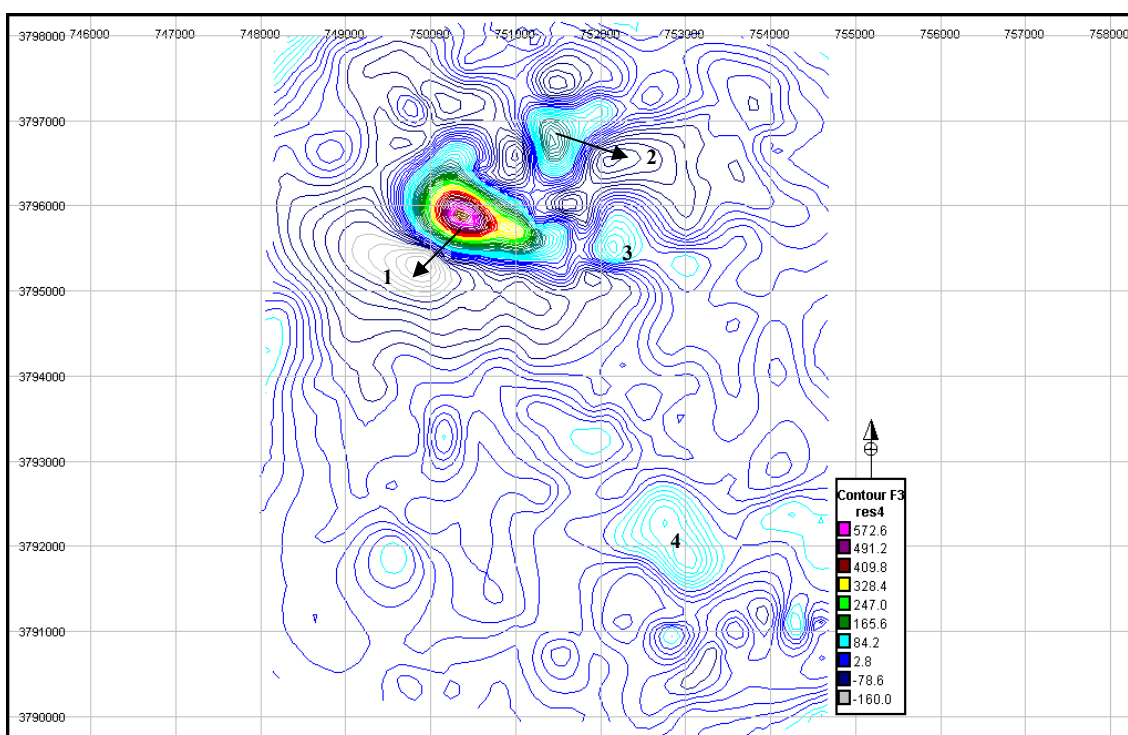
شکل (۵-۱۶): نقشه روند باقیمانده درجه ۲ برای فاکتور سوم



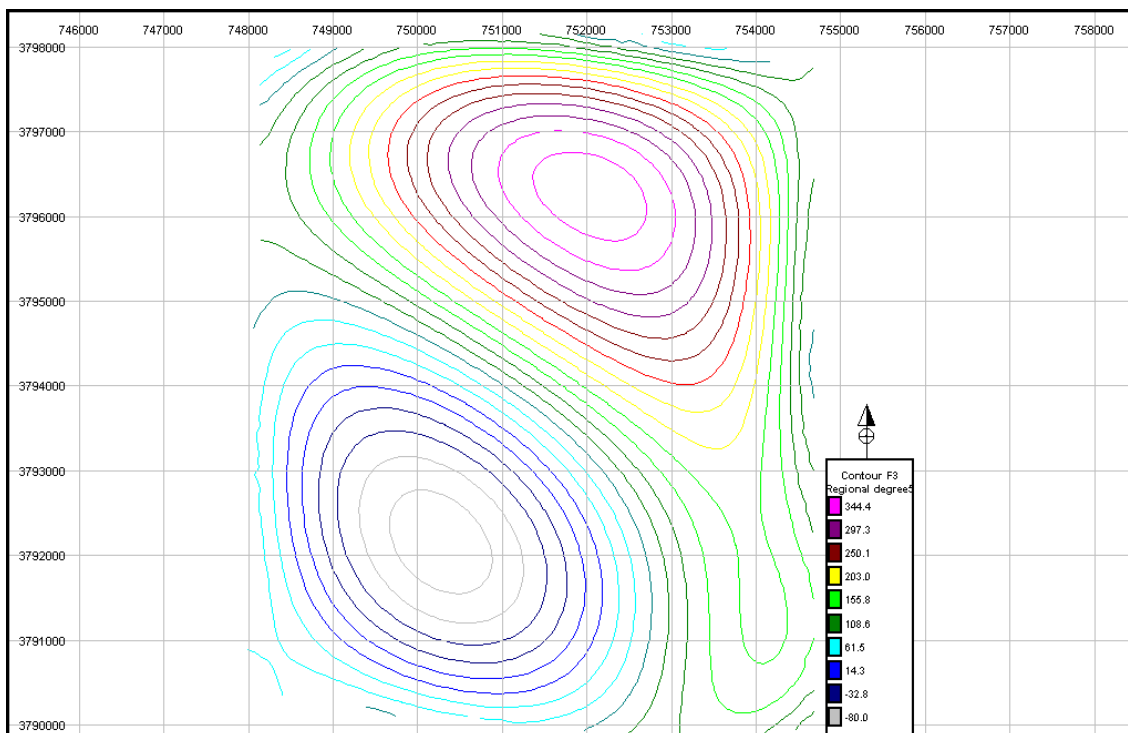
شکل (۵-۱۷): نقشه روند باقیمانده درجه ۳ برای فاکتور سوم



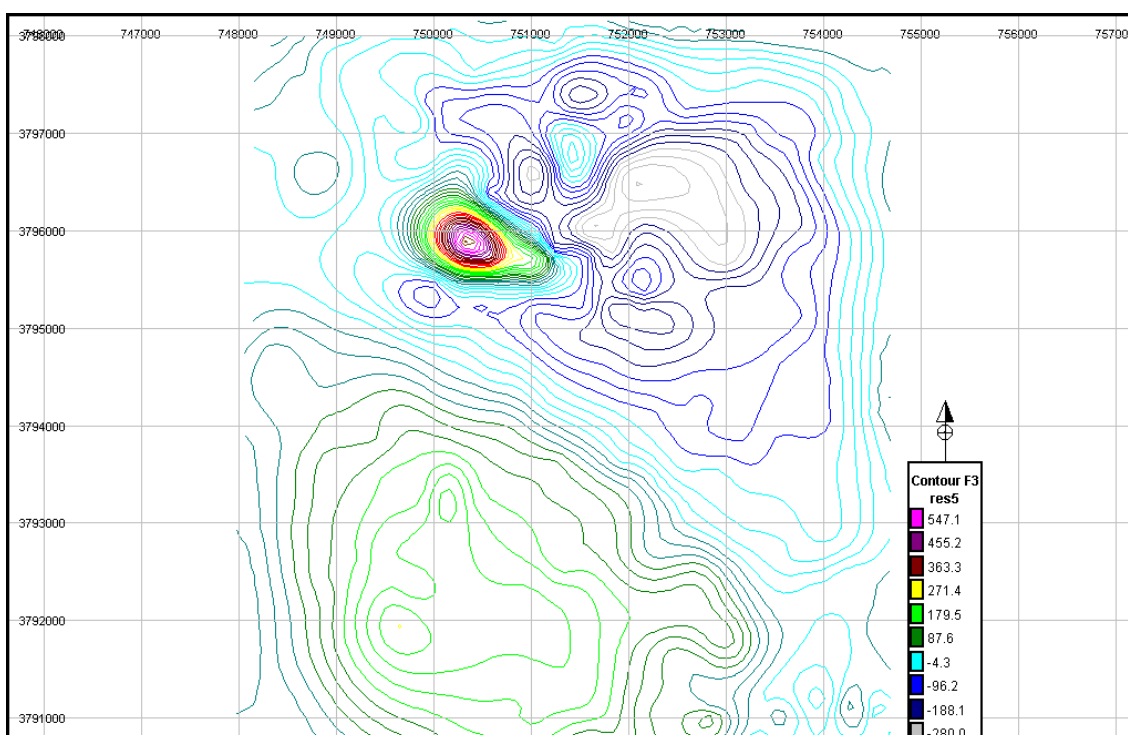
شکل (۵-۱۸): نقشه روند ناحیه ای درجه ۴ برای فاکتور سوم



شکل (۵-۱۹): نقشه روند ناحیه ای درجه ۴ برای فاکتور سوم



شکل (۲۰-۵): نقشه روند ناحیه ای درجه ۵ برای فاکتور سوم



شکل (۲۱-۵): نقشه روند باقیمانده درجه ۵ برای فاکتور سوم

فصل ششم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱-۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بر اساس تحلیل‌های تک متغیره و چندمتغیره، نسبت‌های ژئوشیمیایی و روش تفکیک آنومالی از زمینه روندسطحی اعمال شده بر روی داده‌های منطقه زوزن (مساحت ۵۸ کیلومتر مربع) نتایج زیر بدست آمده است:

۱- با انجام مطالعات آماری تک‌متغیره و رسم نقشه‌های تک‌عنصری و همچنین مقایسه مقادیر آنومال برای هر عنصر با مقدار زمینه آن در رسوبات رودخانه‌ای، نتایج بدست آمده از مطالعات سیستماتیک ۱:۱۰۰۰۰۰ در مورد اهمیت عناصر طلا، نقره، مس، سرب و روی مورد تأیید قرار گرفت به علاوه، نقشه‌های عناصر آنتیموان، کادمیوم، بیسموت و مولیبدن نیز از همپوشانی خوبی با عناصر با اهمیت برخوردار بودند. همچنین مقایسه نقشه‌های تک‌عنصری نشان داد که نیمه جنوبی منطقه از نظر وجود پتانسیل احتمالی کانی‌سازی از اهمیت کمتری برخوردار است.

۲- با تکیه بر نتایج بدست آمده از بند ۱ و مطالعات آماری دو متغیره و چندمتغیره بر روی داده‌های نیمه شمالی منطقه که پاراژنز عناصر سرب، روی، نقره، مس، کادمیوم، آنتیموان و بیسموت را در منطقه نشان می‌دهند و همچنین با توجه به شرایط زمین‌شناسی منطقه، احتمال رخداد کانی‌سازی پلی‌متال رگه‌ای در این ناحیه دور از ذهن نیست.

۳- برای تعریف نسبت‌های عنصری معرف، از بخش وابسته به آنومالی‌های ژئوشیمیایی در نیمه شمالی کمک گرفته شده است. مطالعات آماری مؤید آن بود که عناصر طلا، نقره، مس، سرب و روی بصورت جمعی در صورت کسر و عناصر گالیم، قلع، تیتانیوم، وانادیم و کروم در مخرج کسر می‌توانند در تعریف نسبت جهت شناسایی فرآیندهای اپی‌ژنتیک از سین‌ژنتیک راهنما باشند. با توجه به شدت همبستگی در نهایت نسبت شش عنصری $Au+Ag+Pb/Ti+V+Cr$

مورد تأیید قرار گرفت. مقایسه نقشه پراکندگی این نسبت عنصری با نقشه مبنای بدست آمده

از بخش قبل حاکی از انطباق بالای این نقشه در آشکارسازی نواحی آنومال می‌باشد.

۴- محاسبه فاکتور سوم تحلیل مؤلفه‌های اصلی به عنوان فاکتور کانی‌سازی پلی متال رگه‌ای با حذف اثر سرب، توانست بخوبی تغییرات غلظت عناصر سرب، نقره، روی و مس را در منطقه مدل نماید.

۵- از بین درجات مختلف روندسطحی که بر روی نسبت معرف عنصری و فاکتور کانی‌سازی پلی‌متالیک محاسبه شده اعمال گردید، روندسطحی درجه ۴ ضمن تأیید نتایج قبلی با حذف اثر زمینه و محاسبه نواحی آنومال باقیمانده از اطمینان بیشتری برخوردار است. بر اساس این نقشه‌ها مناطق آنومال ۱ و ۲ در اولویت اول (متشکل از واحدهای شیلی و ماسه‌سنگی، گرانودیوریتی، گرانیت و میکروگرانیت)، محدوده آنومال ۳ (متشکل از آندزیت پورفیری، اگلومرا، ریوداسیت و توف) در اولویت دوم و منطقه آنومال ۴ واقع در محدوده جنوب شرقی نقشه (شکل ۵-۱۹) که با واحد آندزیت پورفیری و توف انطباق دارد در اولویت سوم قرار گرفت.

۶- روش روندسطحی بعنوان تحلیل تک‌متغیره بر روی نسبت چندعنصری که از تحلیل چندمتغیره حاصل گردیده بود اعمال شد و با توجه به مجموعه اطلاعات اکتشافی موجود از منطقه بخوبی توانست مناطق آنومال را از زمینه تفکیک نماید.

۷- انجام مطالعات تفصیلی به منظور کشف کانی‌سازی احتمالی پلی‌متال عناصر سرب، روی، نقره، طلا و مس در دو محدوده با الویت ۱، ۲ و ۳ را پیشنهاد می‌نمائیم.

منابع

۱. آگاه، آ.، دولتی ارده جانی، ف.، مرادزاده، ع. و طباطبایی، (۱۳۸۴)، "اکتشاف تله های هیدروکربوری طبس با روش جدید وارونسازی سه بعدی داده‌های گرانی"، *مجله فیزیک زمین و فضا*، جلد ۳۱، شماره ۲- صفحه ۲۳-۳۴
۲. حسنی پاک، ع.، (۱۳۸۰)، "تحلیل داده‌های اکتشافی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۹۸۲ صفحه
۳. حسنی پاک ع.ا.، شجاعت ب.، (۱۳۷۹)، "مدل سازی کانسارهای فلزی- غیرفلزی و کاربردهای اکتشافی آن"، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۱۱ صفحه
۴. حیدریان ع.، رنجبر ح.، (۱۳۸۵)، "مقایسه کاربرد آنالیز روند در سه روش ژئوفیزیک هوایی"، *مجله فیزیک زمین و فضا*، جلد ۳۲، شماره ۲- صفحه ۲۳-۳۰
۵. دولتی ارده جانی، ف. (۱۳۷۵)، "تفکیک آنومالی‌های گرانی منطقه بابلسر به روش روند سطحی ارتونرمال"، *نهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران*، تهران، ۷۸-۸۰ صفحه
۶. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۲۰۰۵)، "گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ زوزن"
۷. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۸۰)، "نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نوده"
۸. کاکایی ر.، دولتی ف.، سرخیل ح.، (۱۳۸۵)، "کاربرد روش روند سطحی ارتونرمال در جداسازی مناطق آنومال ژئوشیمیایی از زمینه منطقه سوریان استان فارس"، *مجموعه مقالات دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران*، صفحه ۴۷۷-۴۸۵
۹. عزمی ح. (۲۰۰۵) "گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی سیستماتیک ورقه یکصد هزارم زوزن" -، مرکز مشهد
۱۰. طهمورثی، م. (۱۳۸۰)، "اکتشاف و مدل سازی کانسار مس سونگون با استفاده از داده های حاصل از عملیات ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی". *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۲۷۸ ص.
۱۱. مهندسین مشاور کان ایران، (۱۳۸۸)، "اکتشافات ژئوشیمیایی در محدوده ۱/۲۵۰۰۰ زوزن"، *گزارش سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور*.

12. Abdelrahman E.M., Riad S., Refai E. and Amin Y., (1985), "On the least-square residual anomaly, determination". *Geophysics*, Vol. 50, No. 3, p 473-480.
13. Agterberg, F.P., (1964), Blackwell Science., "*Methods of trend surface analysis*", Colorado School of Mines Quarterly, 59, p111-30.
14. Anderson, T., (2003), "*An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*", 3rd ed., Wiley, New York, 721p
15. Appleton J.D, Claros J. and Rodriguez W., (1989), "Lithogeochemical and mineralogical indicators of Andean precious-metal and polymetallic vein mineralization" in *Journal of Geochemical Exploration* Volume 32, Issues 1-3, Pages 359-368
16. Baumgartner R. and Fontboté L., (2008), Mineral Zoning and Geochemistry of Epithermal Polymetallic Zn-Pb-Ag-Cu-Bi Mineralization at Cerro de Pasco, Peru *Economic Geology*; v. 103; no. 3; p. 493-537; DOI: 10.2113/gsecongeo.103.3.493 © 2008 Society of Economic Geologists
17. Beus A. A. and Grigorian S.V., (1977), "*Geochemical exploration methods for mineral deposits*", Trans. by Schneider, Applied publishing. 287 p
18. Brownlee, K. A., (1960), "*Statistical Theory and Methodology in Science and Engineering*". New York: John Wiley. 570 p
19. Cheney, E. W., (1996), "*Introduction to approximation theory*" : McGraw-Hill Book Co., New York, 259 p.
20. Cheng, Q., Agterberg, F. P., and Bonham-Carter, G. F., (1996), "spatial analysis method for geochemical anomaly separation": *J. Geochem. Explor.*, v. 56, no. 3, p. 183–195.
21. Cloutier V., RENÉ LEFEBVRE., RENÉ THERRIEN., MARTINE, M. and SAVARD., (2008), "Multivariate statistical analysis of geochemical data as indicative of the hydrogeochemical evolution of groundwater in a sedimentary rock aquifer system" *Jour. Hydrology*, v.353, pp. 294-313.
22. Davis, John.C., (2002), "*Statistics and Data Analysis in Geology*". United State of America, by J. Wiley in New York, 638p
23. Fajkiewicz Z. (1959). "The use of cracovian computation in estimating the regional gravity". *Geophysics*, No. 24, pp 456-478.
24. Fletcher W.K., (1981), "Analytical Methods in Geochemical Prospecting", In: *Handbook of Exploration Geochemistry*, Elsevier, Amsterdam Vol.1 pp184-206
25. Fletcher W., (1997), "Stream Sediment Geochemistry in Todayes Exploration World in proceedings of Exploration", p 97.
26. Froberg C.E, (1979), Introduction to numerical analysis, (2nd ed): Addison- wesley publo. Co., Reading, massachusetts. 433p

27. Glover, Jenkins and Doney, (2004), "*DRAF Modeling, Data Analysis and Numerical Techniques for Geochemistry*".
28. Grohmann C.H, (2005), "Trend-surface analysis of morphometric parameters: A case study in southeastern Brazil", *Computers & Geosciences*, 31 pp1007–1014
29. Härdle W. Léopold S., (2007), Principal Components Analysis, "*Applied Multivariate Statistical Analysis*", Part III, Pages 215-249
30. Howkes, H.E; and Webb, J.S., (1962), "*Geochemistry in mineral exploration*" New York and Evanston: Harper and Row publishing, 415p
31. Joanes, D. N. & Gill, C. A., (1998), "Comparing measures of sample skewness and kurtosis", In: *Journal of the Royal Statistical Society (Series D): The Statistician* 47 (1), pp183-189
32. Johnson R, Wichern D., (2007), "*Applied multivariate statistical analysis*", 6th edn. Prentice-Hall, London,816 p
33. Levinson, A.A., (1986), "Introduction to exploration geochemistry", *Applied publishing Ltd.* (second Ed.), Illinois, U.S.A., 924 pp.
34. Limpert E., Stahel W.A. and Abbt M., (2001), " Lognormal distributions across the sciences: keys and clues, *Bioscience* 51 (5) (2001), pp. 341–352.
35. Oldham C.H. and Sutherland D.B., (1955), "Orthogonal polynomials and their use in estimating the regional effect". *Geophysics*, No. 20, pp 295-306.
36. Persson, P.O., (2005), "*Introduction to Numerical Methods*", Lecture 5 Gram-Schmidt
37. Pison, G., Rousseeuw, P.J., Filzmoser, P., Croux, C., (1999), *Factor Analysis in a Robust Way*. Univ. Antwerp, Belgium: [http://win-www.uia.ac.be/u/statis/\(preprint\)](http://win-www.uia.ac.be/u/statis/(preprint)).
38. Purushothaman D., Mohakul J. P., Asit Saha, K. T. Vidyadharan and Rajendran N., (2009), "Soil and stream sediment based geochemical mapping: A case study in Goa" , *Journal of the Geological Society of India*, Volume 73, Number 6, pp 744-746.
39. Reimann, C., Filzmoser, P., Garrett, R.G., (2005), "Background and threshold: critical comparison of methods of determination", *Science of the Total Environment*, Volume 346, Issues 1-3, 15, Pages 1-16
40. Reimann, C. and Filzmoser, P., (2000), "Normal and lognormal data distribution in geochemistry: death of a myth. Consequences for the statistical treatment of geochemical and environmental data", *Environmental Geology*, 39/9, pp1001-1014.
41. Reimann, C., Filzmoser, P., and Garrett, R.G., (2002), "Factor analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities", *Applied Geochemistry*, 17, pp185-206.

42. Reyment R.A., Savazzi E., (1999), “*Aspects of Multivariate Statistical Analysis in Geology*”, Department of Historical Geology and Palaeontology, Institute of Earth Sciences.
43. Richard, A. J., & Dean, W. W., (2002), “*Applied multivariate statistical analysis*”. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.446p
44. Sanford, F., Pierson, T. and Crovelli, R.A., (1993), “An Objective Replacement method for Censored Geochemical data”, *Mathematical geology*, 27(1) :pp 59-79
45. Sarma D.D. and Selvaraj J.B., (1990), “Two-dimensional orthonormal trend surfaces for prospecting” ,*Computers and Geosciences*, Vol.16, No. 7,pp 897-909.
46. Siska, P. P., and I. K. Hung. 2000. Data Quality on Applied Spatial Analysis. In: Papers and Proceedings of the Applied Geography Conferences, Vol. 23. ed. F. A. Schoolmaster, pp 199-205.
47. Smith, Goodchild, Longley, (2006) , “regression and trend surface modeling”, *Geospatial Analysis - a comprehensive guide.* ,3rd
48. Swan, A. R. H., Sandilands, M., and McCabe, P., (1995), “*Introduction to geological data analysis*”: Blackwell Science, 446p
49. Templ M., (2003), “Cluster Analysis with Application to Data from Geochemistry”, *Department of Statistics and Probability Theory.* Vienna Univ. of Technology, Austria, 137pp.
50. Templ M., Filzmoser P., and Reimann C., (2006), “ *Cluster analysis applied to regional geochemical data: Problems and possibilities*”, Vienna Univ. of Technology, Austria,.
51. Unwin D.J., (2009), “Trend Surface Models” in: *International Encyclopedia of Human Geography*, Pages 484-488
52. Van Voorhis G.D. and Davis T.M., (1964), “Magnetic anomalies of North of Puerto Rico: Trend removal with orthogonal polynomials”, *Geophysics*, No. 69, pp 5363-5371.
53. Wolfgang Härdle Léopold Simar, (2007), “Principal Components Analysis”, *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Part III, Pages 215-249
54. Wrigley N., (1977), “ Probability Surface Mapping: A New Approach to Trend Surface MappingTransactions”, In: *Institute of British Geographers*, New Series Volume 2 Number 2 pp.129-140
55. Yu Chang.W. et al., (1980), “Its methods and applications multivariate analysis in geological research and geochemical prospecting”. *Mathematical geology*, chap.15, p.946.
56. Zhang X, Chen W & Wang S (1990) Studies of the polymetallic ores, their geochemical anomalous, patterns and interpretation, Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, China. Unpublished research report with three accessory (in Chinese) , 98 p.

پیوست ۱

بخشی از نتایج آنالیز نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای

Sample No	Coordinate System		Au	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	Ge	Hf	Hg	In	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb
	X	Y	ppm													ppm												
2Z001	754650	3792341	0,001	0,1	7,4	10	100	0,57	0,17	0,17	32,9	11,6	41	2,37	24	4,78	0,07	0,14	0,02	0,037	17,8	26,2	779	0,79	0,35	44,5	670	32,8
2Z002	754505	3791146	0,001	0,07	8	10	90	0,5	0,15	0,18	38,3	12,4	49	2,56	28	5,62	0,08	0,18	0,02	0,027	21,3	28	668	1,11	0,4	48,9	740	28
2Z003	753238	3790915	<0,001	0,09	7,7	10	110	0,56	0,2	0,23	38,4	12,7	47	2,23	31,1	5,26	0,07	0,18	0,02	0,027	20,8	26,7	866	1,03	0,5	45,3	710	88,3
2Z004	752912	3790582	0,001	0,1	8,5	10	100	0,54	0,15	0,24	38,6	12,4	48	2,86	30,9	5,77	0,07	0,18	0,01	0,026	21,2	29,3	732	1,14	0,46	46,2	690	45,5
2Z005	747974	3790766	0,001	0,11	8,1	10	80	0,53	0,16	0,26	30,4	10	36	2,22	21,4	4,1	0,07	0,09	0,01	0,024	16,7	20,4	544	0,74	0,53	42,6	650	20,4
2Z006	748530	3791416	<0,001	0,08	7,1	10	90	0,51	0,15	0,28	33,5	11,6	41	2,16	24,9	4,86	0,06	0,09	0,01	0,023	18,2	25,4	646	0,82	0,76	49,9	720	16,5
2Z007	748486	3791500	0,001	0,23	6,8	10	90	0,62	0,17	0,22	37,1	11,1	39	2,53	28,4	4,66	0,07	0,14	0,02	0,023	20,6	24,7	585	0,91	0,51	49,2	660	15,3
2Z008	748712	3791033	0,001	0,05	7,2	10	100	0,58	0,16	0,27	36,2	12	41	2,35	23,6	4,92	0,08	0,07	0,02	0,026	19,1	26,5	700	0,83	1,02	50,7	800	18,2
2Z009	748616	3791087	<0,001	0,09	7,1	10	90	0,58	0,16	0,21	33,3	11,6	40	2,41	21,3	4,93	0,07	0,14	0,02	0,023	17,7	27,6	625	0,69	0,48	50,5	710	15,3
2Z010	748648	3790885	0,001	0,04	7,9	10	110	0,65	0,16	0,19	37,1	11,8	41	2,52	25	5,32	0,08	0,08	0,01	0,026	19,8	28,9	692	0,93	0,47	45,9	760	17,4
2Z011	749870	3790699	0,001	0,1	7	10	80	0,56	0,14	0,22	32,8	11,8	45	2,27	26,1	5,45	0,07	0,14	0,01	0,024	17,7	29,7	645	0,74	0,47	47,8	640	32,6
2Z012	750143	3791206	0,001	0,05	9,9	10	100	0,71	0,17	0,22	38,6	12,5	47	6,35	25,3	5,87	0,07	0,19	0,02	0,028	21,2	36,6	665	0,94	0,36	47,2	650	37,2
2Z013	750240	3790726	<0,001	0,05	8,8	10	100	0,59	0,18	0,23	36,3	12,6	50	3,36	29,7	5,73	0,06	0,18	0,02	0,027	19,8	30,6	721	1,01	0,69	49,2	640	83
2Z014	750690	3790281	0,001	0,04	8,4	10	80	0,52	0,16	0,23	33,4	12,6	48	2,71	29,1	5,34	0,07	0,13	0,01	0,026	18,2	30,7	708	0,79	0,39	48,4	630	55,4
2Z015	748027	3790862	0,001	0,1	7,9	10	90	0,6	0,15	0,21	35,6	12,4	41	2,77	25,2	5,42	0,07	0,13	0,01	0,027	19,3	32,3	639	0,89	0,35	50,8	720	19,6
2Z016	748656	3790336	0,001	0,06	7,6	10	80	0,57	0,17	0,17	30,3	11,6	42	2,6	25,1	5,1	0,06	0,1	0,02	0,022	16,3	30,3	594	0,98	0,47	49,6	640	16,3
2Z017	748425	3790875	0,001	0,04	7,2	10	100	0,66	0,15	0,27	39,3	12,9	46	2,37	26,7	5,7	0,07	0,16	0,02	0,025	21	32,3	757	1,06	0,54	54	760	20,5
2Z018	749754	3790479	0,001	0,13	9	10	140	0,74	0,15	0,18	42,5	14,9	55	3,86	34	6,75	0,08	0,12	0,01	0,029	23,3	45,5	791	1,27	0,28	49,9	830	58,3
2Z019	749645	3790154	0,001	0,04	7,5	10	70	0,56	0,16	0,18	32	12,4	42	3,03	27,4	5,08	0,07	0,1	0,01	0,026	17,3	30,2	639	0,76	0,43	48,8	690	15,8
2Z020	750281	3790296	0,001	0,08	9,3	10	90	0,65	0,15	0,17	40,5	14,7	56	3,67	30	6,09	0,07	0,13	0,01	0,029	22,5	40,1	661	0,98	0,4	53,9	920	22,9
2Z021	750442	3789882	0,001	0,07	9	10	90	0,57	0,18	0,16	38,4	13,7	46	4,22	25,9	5,57	0,08	0,14	0,01	0,026	21,3	31,6	653	0,87	0,44	53,2	780	18,2
2Z022	750902	3790065	<0,001	0,07	8	10	90	0,56	0,15	0,18	33,6	12,3	47	2,72	25,3	5,28	0,07	0,11	0,02	0,026	18,4	30,7	644	0,76	0,39	49,5	700	27,8
2Z023	750937	3789957	0,001	0,04	9,8	10	100	0,62	0,18	0,14	40,2	14,3	50	3,92	29,3	6,06	0,08	0,18	0,01	0,028	22,6	34,7	681	1,12	0,37	56,1	810	17,5
2Z024	751312	3790143	0,001	0,08	8	10	90	0,67	0,14	0,2	31,9	12,9	43	2,23	23,2	6,23	0,07	0,08	0,02	0,022	16,6	32	681	0,75	0,59	50,1	650	27,5
2Z025	748217	3790372	0,002	0,16	8,7	10	100	0,64	0,18	0,32	35,1	11,9	43	2,47	31,9	5,64	0,07	0,09	0,02	0,026	18,7	28,5	613	1,51	1,32	50,2	670	31,9
2Z026	748260	3790973	0,002	0,05	7,2	10	90	0,65	0,16	0,23	40,7	13,2	41	2,46	23,7	5,87	0,09	0,16	0,02	0,024	22,5	34,8	657	0,81	0,86	54,8	750	16,8
2Z027	748234	3790690	0,001	0,04	7,4	10	80	0,63	0,16	0,23	32,5	12,5	41	2,64	24,5	5,74	0,08	0,12	0,02	0,024	17,3	38,8	620	0,92	0,44	51,6	720	21,3
2Z028	748541	3790295	0,001	0,08	9	10	70	0,58	0,18	0,28	32	10,9	38	2,56	22,6	4,7	0,07	0,06	0,01	0,022	16,2	25,7	564	1,16	0,74	45,2	660	32,8
2Z029	748652	3790755	0,001	0,09	11,9	10	90	0,66	0,21	0,19	38,9	13,7	50	4,08	24,6	6,65	0,08	0,11	0,01	0,028	20,2	34,2	706	0,83	0,25	48,1	780	18,2
2Z030	749806	3790633	0,001	0,08	8,5	10	100	0,64	0,16	0,18	39	12,2	45	2,89	26,9	6,01	0,07	0,07	0,01	0,026	19,5	28,6	684	0,87	0,54	48,1	680	30,1
2Z031	749625	3790987	0,001	0,08	7,7	10	90	0,57	0,16	0,2	41,4	12,5	50	2,42	25,8	6,63	0,08	0,12	0,01	0,026	21,9	31,3	785	1	0,39	47	720	31,8
2Z032	750207	3790204	0,001	0,04	9,3	10	80	0,58	0,15	0,18	37,4	12,6	48	3,37	26,2	5,74	0,07	0,06	0,01	0,027	19,6	29,6	622	0,87	0,66	48,1	750	14,6
2Z033	750361	3790364	0,001	0,06	7,9	10	90	0,55	0,14	0,19	38,4	12	49	2,19	24,6	5,73	0,07	0,13	0,01	0,023	19,8	29	718	0,84	0,48	44,4	670	27,7
2Z034	750834	3790213	0,001	0,08	8,6	10	100	0,54	0,14	0,22	36,9	13,3	58	1,92	27,3	6,4	0,09	0,16	0,01	0,024	19	29,5	818	0,96	0,42	46,4	610	57,4
2Z035	751380	3790059	0,002	0,1	8	10	100	0,6	0,15	0,2	35	11,2	43	1,99	25,2	5,95	0,07	0,14	0,01	0,024	17,7	24,8	655	1,01	0,57	41,6	660	29,7
2Z036	751665	3789990	0,002	0,04	8,2	10	120	0,6	0,16	0,28	40,6	13,5	52	2,47	32	6,26	0,07	0,12	0,01	0,026	20	27,8	764	1,25	0,37	48	680	32,2
2Z037	751496	3789925	0,001	0,03	9,7	10	90	0,63	0,15	0,17	41,5	12,8	51	2,98	24,3	6,11	0,07	0,2	0,01	0,024	21,5	31,1	674	0,9	0,81	47,9	800	24,3
2Z038	752131	3789769	0,001	0,05	9	10	100	0,55	0,17	0,19	40,9	13,4	53	2,46	27,1	6,26	0,08	0,18	<0,01	0,023	22,2	29,3	718	1,13	1,11	48,5	810	22,2
2Z039	752628	3789994	0,001	0,09	8,9	10	90	0,52	0,15	0,19	37,6	12,5	47	2,44	22,8	5,67	0,07	0,12	0,01	0,025	19,8	27,3	677	0,87	0,37	46,5	730	21,8
2Z040	752933	3790015	0,001	0,07	8	10	120	0,64	0,12	0,23	47,1	14,8	48	2,63	27	6,82	0,1	0,36	<0,01	0,026	24,8	33,2	764	0,88	0,87	46,6	990	28,4
2Z041	753090	3790115	0,001	0,07	9,5	10	110	0,66	0,14	0,18	44,5	13,5	49	3,16	27,5	6,9	0,08	0,28	0,01	0,027	23,3	29,5	768	1,23	0,47	45,6	830	51,7
2Z042	752964	3790396	0,006	0,04	8,7	10	90	0,52	0,15	0,17	39,5	12,4	49	2,32	24,4	5,99	0,08	0,2	0,01	0,024	20,7	27,2	666	1,02	0,47	46,3	750	24
2Z043	752338	3790669	0,001	0,06	9,2	10	100	0,61	0,17	0,26	40,2	12,9	49	2,68	25,8	6,6	0,08	0,22	0,01	0,026	21	31	783	0,91	0,59	44,3	710	47,8
2Z044	751938	3790635	0,001	0,09	7,7	10	120	0,59	0,15	0,25	40,9	12,4	44	2,42	23,8	5,91	0,08	0,08	0,01	0,023	21	28,7	822	1,04	0,33	40,4	720	57
2Z045	751667	3790790	<0,001	0,04	9	10	80	0,53	0,16	0,2	32,5	11,1	40	2,51	22,3	5	0,07	0,11	0,01	0,022	16,5	26,1	638	0,68	0,77	42,9	620	35,7
2Z046	751112	3790991	0,001	0,06	8,6	10	90	0,57	0,16	0,23	35,7	13,1	50	2,05	26,9	6,2	0,08	0,17	0,01	0,025	18,5	27,5	835	0,78	0,48	46,2	620	82,1

پیوست ۲

نمونه‌ای از نتایج مطالعات نمونه‌های کانی سنگین

پیوست ۳

لیست نمونه‌های مورد مطالعه در فصل پنجم تحقیق

Sample No	Coordinate System		ppm																												ppm														%													
	X	Y	Au	Ag	As	B	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Ga	Ge	Hf	Hg	In	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Rb	Re	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	S	Ti					
22022	750902	3790065	<0.001	0.1	8	10	90	0.56	0.15	0.2	33.6	12	47	2.7	25	5.3	0.1	0.11	0.02	0.03	18	31	644	0.76	0.39	49.5	700	27.8	14.2	0.001	0.3	5	1.2	0.8	157	<0.01	0.03	4.1	0.1	0.75	47	0.05	10	76	4.9	1.6	5.2	2.6	0.22	1.5	0.1	0.02	0.079					
22059	751546	3791343	0.001	0.1	24	10	90	0.58	0.16	0.6	38.4	13	55	2.3	31	7	0.1	0.19	0.01	0.03	20	31	881	0.99	0.55	45.8	660	2490	13.1	<0.001	0.4	5.6	<0.2	1.1	145	<0.01	0.01	4.1	0.09	0.79	##	0.16	10.4	130	8.5	1.8	5.1	2.9	0.21	1.5	0.1	0.4	0.123					
22194	753014	3795474	0.002	0.6	10	10	340	0.81	0.58	0.3	64.2	11	37	3.4	41	5.1	0.1	0.14	0.01	0.03	32	23	876	2.03	0.34	36.6	690	485	21.3	0.001	1.6	4.4	0.5	1.4	124	<0.01	0.02	6.6	0.14	1.01	52	0.24	11.8	161	6.2	1.5	4.4	2.8	0.31	0.9	0	0.01	0.066					
22195	753687	3795703	0.005	0.3	9	10	180	0.74	0.37	0.3	54.9	10	40	3.6	37	5.3	0.1	0.02	0.01	0.03	27	25	721	1.43	0.66	41.9	660	221	23.4	<0.001	1	4.5	0.7	1.6	138	<0.01	0.04	4.8	0.14	0.84	43	0.2	11.1	130	0.9	1.6	4.7	2.6	0.34	1.1	0	0.01	0.055					
22202	750792	3794670	<0.001	0.1	7.3	10	110	0.68	0.22	0.2	44.1	9.2	37	2.6	29	4.6	0.1	0.04	0.01	0.02	22	18	740	1.07	0.56	41.4	630	117	20.7	0.001	0.8	4.2	0.6	1	136	<0.01	0.02	4.5	0.13	0.66	38	0.22	9.49	89	2.3	1.5	4.8	2.3	0.29	1.1	0	0.01	0.046					
22204	752553	3795199	0.001	1.2	10	10	220	0.79	0.37	0.3	50.5	11	37	3	37	5.2	0.1	0.04	0.02	0.03	25	23	658	1.58	0.75	42.1	640	341	19.4	<0.001	0.7	4.3	1.2	1.2	155	<0.01	0.08	4.3	0.12	0.73	41	0.13	11.4	139	1.2	1.5	4.9	2.4	0.28	1.1	0	0.01	0.054					
22206	749349	3796113	0.004	0.4	8.2	10	110	0.54	0.42	0.5	37.1	9.2	35	2.3	45	4.5	0.1	0.1	0.02	0.03	18	19	599	0.84	0.66	45.6	590	598	16.8	<0.001	0.6	4.4	0.7	0.8	133	<0.01	0.03	4.5	0.11	0.61	39	0.34	9.64	123	4.3	1.4	4.7	2.1	0.25	1.2	0	0.01	0.046					
22207	749610	3795870	0.005	0.5	8.8	10	140	0.59	0.53	0.6	45.9	10	39	2.6	50	5.1	0.1	0.04	0.02	0.03	22	22	732	1.03	0.8	47	670	890	20.9	0.001	0.7	4.6	0.6	0.9	138	<0.01	0.02	4.6	0.14	0.71	40	0.36	10.9	159	1.5	1.6	4.7	2.3	0.3	1.2	0	0.01	0.045					
22208	750026	3795611	0.005	0.4	8.9	10	130	0.82	0.81	1.3	43.9	11	35	2.3	59	5.1	0.1	0.05	0.02	0.04	22	22	679	1.45	0.63	44.7	630	664	20.6	<0.001	0.9	4.5	0.4	1.1	133	<0.01	0.04	4.9	0.12	0.77	38	0.61	10.2	253	2.3	1.5	4.5	2.3	0.3	1.1	0.1	0.03	0.049					
22210	750471	3795506	0.004	0.8	7.7	10	160	0.91	0.75	0.8	49.1	11	37	1.9	55	5.4	0.1	0.03	0.02	0.03	24	23	926	2.17	0.54	40.1	690	636	20.4	<0.001	1	4.2	0.7	1.2	121	<0.01	0.14	4.6	0.12	0.8	39	0.46	9.76	266	1.3	1.6	4.5	2.6	0.32	1.1	0.1	0.02	0.043					
22211	751007	3795312	0.002	0.4	8.1	10	120	0.81	0.47	0.6	41.6	11	38	2.2	41	5	0.1	0.09	0.02	0.03	20	23	681	1.47	0.54	44.6	640	288	20.7	<0.001	0.7	4.5	0.5	1.2	136	<0.01	0.11	5.2	0.11	0.74	38	0.31	9.74	162	4.2	1.6	4.4	2.4	0.32	1.1	0.1	0.02	0.048					
22212	750976	3795233	<0.001	0.1	8.1	10	170	1.05	0.25	0.2	44.6	11	36	2.5	33	5	0.1	<0.02	0.03	0.02	23	22	695	1.36	0.51	42	750	114	24	<0.001	0.8	3.6	0.5	1.2	146	<0.01	0.06	2	0.15	0.71	39	0.28	9.67	94	<0.5	1.6	4.6	2.4	0.35	1.1	0.1	0.03	0.039					
22213	750830	3795122	<0.001	0.2	8.8	10	110	0.82	0.35	0.3	41.4	11	39	2.3	33	5.2	0.1	0.02	0.02	0.03	21	24	690	1.4	0.61	44.7	720	208	21.4	<0.001	0.7	4.3	<0.2	1.2	145	<0.01	0.02	3.5	0.12	0.72	41	0.3	9.93	101	0.5	1.7	4.6	2.5	0.33	1.2	0.1	0.03	0.044					
22215	749845	3796761	0.001	0.1	7.7	10	200	0.77	0.3	0.5	35.7	11	32	2.2	30	4.3	0.1	0.09	0.03	0.02	17	21	678	1.24	0.48	43.4	600	133	16	<0.001	0.4	4.1	0.7	0.7	131	<0.01	0.1	4.8	0.13	0.67	35	0.19	9.02	148	3.5	1.4	4.3	2.1	0.26	1.1	0	0.03	0.039					
22216	749918	3796684	0.001	0.1	7.6	10	90	0.69	0.25	0.5	30.2	10	36	2.2	26	4.3	0.1	0.1	0.02	0.02	15	21	600	0.82	0.47	44.6	620	176	15.9	<0.001	0.4	4.3	0.6	0.6	136	<0.01	0.14	4.3	0.1	0.62	38	0.16	8.82	162	4.2	1.5	4.4	2	0.25	1.2	0.1	0.03	0.044					
22217	750228	3796638	0.003	0.6	8.8	<10	120	0.75	0.3	0.9	37.5	12	37	2.1	36	4.6	0.1	0.09	0.02	0.03	18	24	780	1.38	0.44	44.2	660	827	15.1	<0.001	0.9	4.4	0.9	0.7	129	<0.01	0.08	4.9	0.09	0.67	40	0.17	9.28	306	3.6	1.5	4.8	2.3	0.24	1.2	0	0.03	0.044					
22218	750217	3796359	0.008	1	9	10	120	0.59	0.31	1.4	34.7	12	39	2.5	54	5	0.1	0.07	0.03	0.03	17	21	802	1.09	0.66	47.2	670	1670	18.7	0.001	1.2	4.9	1.1	0.7	136	<0.01	0.1	4	0.1	0.6	40	0.2	9.92	404	3.1	1.6	4.9	2.4	0.27	1.3	0.1	0.03	0.047					
22222	750799	3796162	0.001	0.2	8.8	10	330	0.73	0.44	0.6	39.3	12	41	2.3	40	5.1	0.1	0.06	0.02	0.03	20	22	769	2.85	0.71	46.9	620	274	20	<0.001	0.7	4.7	0.4	1.1	137	<0.01	0.02	5	0.13	0.72	41	0.2	10.8	220	2.7	1.6	4.8	2.5	0.29	1.2	0.1	0.02	0.055					
22223	751136	3795804	0.001	0.1	8.5	10	320	0.61	0.36	0.4	34.7	10	37	1.9	29	4.1	0.1	0.08	0.02	0.02	17	18	803	2.26	0.37	37.5	640	253	13.4	<0.001	0.8	3.6	0.5	0.6	120	<0.01	0.05	4.2	0.09	0.61	41	0.16	9.29	203	3.4	1.4	4.9	2.4	0.22	1.1	0	0.02	0.053					
22224	751105	3795759	0.006	0.9	9.1	10	140	0.91	0.6	0.9	49.8	11	35	3.1	45	4.8	0.1	0.05	0.02	0.04	24	19	816	1.84	0.65	39.1	650	1690	21.9	0.001	1.6	4.2	0.6	0.8	125	<0.01	0.01	6.4	0.13	0.79	39	0.24	12.1	639	1.9	1.4	4.5	2.4	0.27	1	0	0.02	0.04					
22225	752393	3795410	<0.001	0.6	13	10	550	0.73	0.66	0.2	47.7	12	37	2.8	47	5.1	0.1	0.15	0.02	0.03	23	26	715	2.29	0.43	43.2	650	576	19.4	<0.001	1.2	4.9	0.7	1.2	161	<0.01	0.1	5.6	0.11	0.85	45	0.17	11.5	172	6.2	1.6	5.4	2.7	0.28	1.1	0.1	0.03	0.071					
22226	752096	3795985	0.001	1.5	14	10	660	0.69	0.82	0.3	44.1	12	32	2.5	50	4.7	0.1	0.13	0.03	0.03	23	26	651	4.49	0.49	44.1	640	958	15.9	0.001	1.5	4.7	1	0.8	166	<0.01	0.06	5.4	0.09	0.79	40	0.17	11.1	176	5.1	1.4	5.4	2.4	0.22	1.1	0	0.03	0.059					
22227	751594	3796339	0.001	1.5	15	10	580	0.67	0.74	0.3	39.2	13	35	2.5	62	4.7	0.1	0.08	0.03	0.03	20	26	675	3.96	0.46	47.6	660	1165	17.4	<0.001	1.7	4.9	0.7	0.8	177	<0.01	0.06	4.7	0.11	0.7	40	0.16	11.2	197	3.4	1.5	5.6	2.5	0.25	1.2	0	0.03	0.053					
22228	751125	3796662	<0.001	0.3	14	10	90	0.75	0.26	0.2	40.9	14	38	2.2	35	5	0.1	0.06	0.02	0.03	21	28	755	1.18	0.4	49.6	540	164	18.4	<0.001	0.8	5	0.6	0.9	193	<0.01	0.07	4.9	0.11	0.66	41	0.15	11.3	80	2.4	1.7	6.4	2.6	0.29	1.2	0	0.02	0.047					
22229	751296	3796633	0.001	2.2	18	10	220	0.73	0.5	0.4	39.9	13	35	2.2	82	4.8	0.1	0.04	0.03	0.03	20	27	740	2.24	0.47	48.1	570	1333	17.7	<0.001	2.6	4.3	0.8	0.9	191	<0.01	0.06	4.7	0.1	0.68	38	0.14	11.1	305	1.9	1.6	6.3	2.5	0.27	1.1	0.1	0.02	0.042					
22230	751102	3796515	0.001	0.4	13	10	1870	0.71	1.64	0.3	38.8	13	42	2.4	42	5.4	0.1	0.11	0.03	0.03	20	25	690	8.6	0.54	49.1																																

پیوست ۴

جدول نتایج بدست آمده از مرحله چک آنومالی

Sample	X	Y	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn	زمین شناسی	اندیس معدنی	آنومالی عناصر	مشخصات نمونه های سنگی
ZZM44	750627	3796823	0,35	89	5,6	80	150	5,67	>10000	0,74	14,7	>10000	26	<0,2	0,08	1960	زمین شناسی از واحدهای شیل، ماسه سنگ، گرانودیوریت و آندزیت پورفیری	اندیس متروکه باریت	عناصر طلا، نقره، روی، بیسموت و تا حدودی مولیبدن	کانه زایی (پلی متالیک) گالن، اسفالریت، مالاکیت، پیریت، کالکوپیریت، باریت (گالن بیشتر از کانه های دیگر)
ZZM45	750628	3796824	3,14	>100	11	110	1955	27,4	>10000	0,07	13,5	>10000	18	3,6	0,07	1435				کانه زایی (پلی متالیک) گالن، اسفالریت، مالاکیت، پیریت، کالکوپیریت، آزوریت، کوولین باریت
ZZM46	750629	3796825	0,02	3,4	0,3	1300	2,5	0,27	152	0,2	0,73	5770	0,6	<0,2	<0,05	25				کانه زایی (پلی متالیک) گالن، باریت در سنگ میزبان آندزیت پورفیری
ZZM47	750412	3796896	0,69	>100	4,5	270	1270	10,3	>10000	0,9	16	>10000	31	3,8	0,06	3900				کانه زایی (پلی متالیک) گالن، مالاکیت، کالکوپیریت، باریت (کانه های مس بیشتر کالکوپیریت است)
ZZM48	750407	3797002	0	4,9	<0,1	1050	1,76	1,28	64,4	0,79	5,98	6420	0,3	<0,2	<0,05	25				کانه زایی (پلی متالیک) گالن، باریت
ZZM49	750353	3796997	0,04	20	41	1340	239	1,48	>10000	0,1	2,19	1815	2,2	0,4	<0,05	538				رگه سیلیسی حاوی کانه زایی مس به صورت کالکوپیریت، مالاکیت و اکسیدهای آهن
ZZM50	750262	3796931	0,24	48	5,8	1910	1310	188	>10000	4,23	91,1	3960	1,7	3,6	0,08	>10000				انواع کانه های مس
ZZM55	750605	3796364	0	0,1	16	110	0,73	0,1	20,3	<0,01	1,45	31,1	0,6	0,8	0,05	31				زون سیلیسیفاید شده ، حاوی اکسیدهای آهن و برشی
ZZM59	750526	3797298	0,07	>100	1,5	60	2280	153	>10000	0,79	19,1	3490	0,6	3,3	0,07	820				هماتیت، اکسیدهای ایدار و ثانویه آهن
ZZM63	750050	3797240	0	0,5	4,8	2320	5,37	0,4	48,9	0,12	1,88	134	0,9	1,1	52,6	292				رگه برشی، آلتزه، رگچه متعدد از کانه های فلزی (احتمالاً گالن)
ZZM69	751294	3796653	0	0,2	15	50	0,24	0,04	51,3	0,03	2,21	59,4	1	0,7	0,05	19				زون سیلیسیفاید، اکسیده، برشی ، حاوی اکسیدهای آهن
ZZM51	750125	3796527	0,06	9,54	177		4,82	21,2	1995	0,05	4,36	>10000	8,72	0,7	1,93	3130				داسیت آلتزه، برشی، حاوی اکسیدهای آهن
ZZM52	750155	3796440	0,001	0,32	2,2		8,52	2,82	218	0,04	1,61	117,5	0,4	0,2	0,08	1070				زون اکسیده، سیلیسیفاید شده ، حاوی اکسیدهای آهن
ZZM53	750251	3796402	0,001	0,22	6,9		0,71	0,33	48,5	<0,01	1,05	161	2,09	0,3	0,09	57				زون سیلیسیفاید شده ، حاوی اکسیدهای آهن
ZZM54	750338	3796285	<0,001	0,06	10,6		1,47	0,24	34	<0,01	0,83	25,6	0,42	0,5	0,22	34				زون سیلیسیفاید شده ، حاوی اکسیدهای آهن
ZZM64	750738	3795493	0,002	0,29	1,9		1,17		33,6	0,01	0,91	207	0,86	0,5	0,29	27				توف برشی، سیلیسیفاید، آلتزه
ZZM65	750714	3795506	0,015	1,08	12,3		1,18		15,5	0,03	1,92	22,9	0,78	0,5	0,97	39	نقره، سرب،			
ZZM66	750450	3795500	<0,001	0,3	1,8		0,66		144	0,01	0,73	210	3,06	1,3	0,55	172	روی، مس و طلا			
ZZM67	750261	3795490	0,435	>100	82,1		124,5		>10000	0,54	7,41	>10000	49,8	4,9	12,3	6830	کانه های مس از جمله کالکوپیریت و مالاکیت به همراه پیریت			
ZZM60	749265	3797103	0,084	>100		370	770	20,3	>10000	2,8	39,5	>10000	3,14	5,7	0,06	2870	واحدهای گرانودیوریت و آندزیت پورفیری	نقره، سرب، روی، مس و طلا	رگه مس دار حاوی کانه های مالاکیت، آزوریت، کالکوپیریت، پیریت	
ZZM61	749266	3797105	0,014	49,5		1410	421	7,49	3660	10,35	38,3	5430	2,29	0,3	<0,05	>10000	کانه زایی باریت و سرب			
ZZM62	749395	3797073	0,018	7,44		500	7,2	1,55	571	0,12	14,15	>10000	5,74	1,3	0,35	943	کانه زایی باریت و سرب و به مقدار ناچیز مس			
ZZM56	748222	3795170	<0,001	0,06	18,9		1,3	0,03	12	<0,01	0,82	16,9	2,82	1,1	0,25	32	گرانودیوریت و	زون سیلیسیفاید شده ، حاوی اکسیدهای آهن و برشی		
Sample	X	Y	Au	Ag	As	Bi	Cd	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn					
ZZM18	749090	3797567	<0,001	0,02	0,9		0,28		14,9	0,01	1,2	5,8	0,14	0,4	0,17	37	از واحد مونزوگرنایت	مس، روی و نقره	میکروگرنایت، میکرومونزونیت شدیداً آلتزه، رنگ آمیزی شده با اکسیدهای آهن	
ZZM19	748986	3797423	0,149	32,1	9,9		147		>10000	1,71	21	782	0,39	0,4	0,29	7110			رگه کله دار، حاوی کانه های کالکوپیریت، مالاکیت، گانگ سیلیس و کلسیت	
Sample	X	Y	Au	Ag	As	Bi	Cd	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn					
ZZM20	748986	3797804	0,001	0,09	4,7		1,44	0,14	139	<0,01	1,29	20,3	1,77	0,3	<0,05	66	از واحد مونزوگرنایت	طلا، مس، بیسموت	سنگ آذرین نیمه عمق، آلتزه، رنگ آمیزی شده با اکسیدهای آهن، بخشی سیلیسیفاید	
ZZM21	748894	3797978	<0,001	0,21	0,6		1,2	0,11	312	0,02	1,55	12	0,14	0,6	0,1	64			میکروگرنایت آلتزه، هوازه، رنگ آمیزی شده با اکسیدهای آهن	
ZZM22	748967	3797823	1,095	2,52	30,1		1140	0,08	9200	0,12	8,68	510	1,12	5,5	86,3	125			رگه سیلیس حاوی کانه زایی مس، سرب در سنگ میزبان آندزیتی	
ZZM23	749175	3798067	0,026	1,13	47,5		4,17	0,01	23,1	0,01	10,4	10,1	0,18	0,6	0,54	89			سنگ آذرین متوسط نیمه عمق، حاوی رگچه های سیلیسی، بلورهای رشد یافته ناشناخته قرمز و قهوه ای	
ZZM24	749106	3798095	0,006	0,05	1,4		0,48	0,04	17,4	0,01	2,46	4,1	0,21	0,4	0,12	34			سنگ آذرین متوسط نیمه عمق، رنگ آمیزی شده با اکسیدهای آهن	
ZZM25	749138	3798094	0,69	2,8	6,6		876	0,29	5050	0,12	2,34	567	1,64	4,6	42,8	323			کله زایی مس حاوی کالکوپیریت، پیریت، مالاکیت رگه ای، سنگ میزبان نفوذی متوسط تا باریک	
Sample	X	Y	Au	Ag	As	Bi	Cd	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Fe				
ZZM26	751366	3797873	0,576	4,83	1235	1,57	0,03	30,6	0,04	5,53	34,3	4,56	0,3	0,2	9	6,24	واحد شیل و ماسه سنگ	مس، آرسنیک، آهن	رگه سیلیسی حاوی اکسیدهای آهن	
ZZM27	751223	3797727	<0,001	0,13	9,1	3,1	0,04	19,1	0,04	1,97	233	1,39	20,3	8,3	104	>80			سنگ آهن با بیش از ۶۰٪ منیتیت	

Sample	X	Y	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn	زمین شناسی	اندیس معدنی	آنومالی عناصر	مشخصات نمونه های سنگی	
ZZM28	749385	3793608	0,004	3,09	10,7	20	0,1	<0,01	13,5	0,01	0,83	9,3	0,7	3,4	0,3	18	ماسه سنگ توفی و آندزیت پورفیبری			آندزیت پورفیبری ، آلتزه به رنگ کرم - نخودی	
ZZM29	749384	3793635	<0,001	0,03	6,7	50	0,53	0,08	8,9	0,03	0,23	8,6	1,29	1	0,16	98				دایک دیابازی، میکرو گابرویی، تزریق شده در میان توف های آلتزه	
ZZM30	749350	3793825	0,004	0,13	4,3	2940	0,16	0,04	16,5	0,01	1	67,1	3,48	1,8	0,47	20				آندزیت ، حاوی رگه و رگچه های سیلیسی به همراه باریت	
ZZM31	749382	3793852	<0,001	0,74	37,5	90	0,03	0,19	28,8	0,66	6,33	643	0,81	0,5	0,12	956				توف خاکستری، آلتزه، حاوی دندریت های منگنز و اکسیدهای آهن	
ZZM32	749376	3793682	<0,001	0,02	6	100	1,36	0,03	8,4	0,01	0,78	22	10,4	1,5	0,54	53				توف آندزیتی، برشی، ذرات پراکنده کانه (ناشناخته)	
ZZM35	752003	3792889	0,005	0,02	2,6	1970	0,02	22,3	<0,01	3550	3,08	7,4	5,27	0,2	0,05	172	ماسه سنگ توفی و آندزیت پورفیبری	مس، سرب، بیسموت، طلا و باریم		رگه سیلیسی حاوی اکسیدهای آهن، آثار ناچیز از گالن	
ZZM36	751999	3792891	0,01	1,55	72	1180	1,01	1050	0,22	4000	11,45	268	279	0,2	<0,05	358				رگه مس دار، زون برشی، حاوی اکسیدهای آهن و سیلیس	
ZZM37	752003	3793447	<0,001	0,02	3,9	60	0,17	36,8	<0,01	1400	0,52	15,2	1,4	0,8	0,1	123				توف سبز، آلتزه ، حاوی رگچه های اکسیدهای آهن، سیلیسیفاید	
ZZM38	751368	3793411	<0,001	0,04	<2	140	0,13	9,4	<0,01	5710	0,9	9,8	2,14	0,3	0,05	52				رگ و رگچه های سیلیسی، تزریق شده در توف آندزیتی	
ZZM39	751192	3793363	0,063	5,38	6,7	660	5,66	5440	<0,01	1020	12,15	5050	7,61	0,4	<0,05	206				زون سیلیسیفاید حاوی کانه زایی مس کمتر از ۱٪ حاوی کالکوپیریت	
ZZM40	751176	3793225	<0,001	0,25	48	470	0,08	20,7	0,01	4070	10,5	76,6	2,28	<0,2	0,36	188				رگه سیلیسی ، هماتیتی و لیمونیتی شده	
ZZM41	751177	3793083	1,445	2,21	5,8	100	461	>10000	0,03	866	25,7	>10000	2,29	0,2	<0,05	1175				آندزیت مس دار، حاوی مالاکیت و کالکوپیریت	
Sample	X	Y	Au	Ag	As	Bi	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn			واحد آندزیت پورفیبری			توف سیلیسیفاید حاوی اکسیدهای آهن به صورت رگه ای	
ZZM43	753180	3793434	<0,001	0,04	1,7	0,27	11,2	<0,01	0,72	23,2	0,97	0,2	<0,05	24							
Sample	X	Y	Au	Ag	As	Bi	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn	Fe			واحد آندزیت پورفیبری		سرب و مس	توف سبز در زون خرد شده حاوی رگچه های سیلیس و قسمتی سیلیسیفاید
ZZM42	749700	3792143	0,007	0,14	12,6	6,79	0,24	317	0,01	0,81	335	0,25	0,7	0,27	63	1,46					
ZZM8	752631	3791558	0,01	0,09	3,8	1,98	0,03	94,9	<0,01	2,22	29	0,32	1,5	0,24	81	3,35				توف آلتزه ، اکسیده ، آغشتگی به اکسیدهای آهن	
ZZM9	752404	3791667	0,03	15,8	5,6	13,05	3,54	1680	1,34	3,1	>10000	0,55	1,2	0,09	5620	4,62			سرب، روی و مس	توف آندزیتی، برشی، ذرات پراکنده گالن(۰,۵٪<)	
ZZM10	752262	3791661	0,004	0,55	6,2	1,01	0,55	40,7	0,05	0,98	310	0,25	1,4	0,37	588	3,44				توف سبز، آلتزه ، رنگ آمیزی شده با اکسیدهای آهن	
Sample	X	Y	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn			واحد آندزیت پورفیبری	اندیس متروکه مس	سرب، مس، طلا، باریم	زون آلتزه، اکسیده، آلتزه ، حاوی گوتیت و لیمونیت، سیلیسیفاید
ZZM11	751752	3791509	0,004	0,49	44	1060	1,46	89,8	0,06	5,25	808	0,69	<0,2	0,08	912						
ZZM12	751590	3791595	0,245	0,72	25	120	12,1	1260	0,03	6,97	1360	0,26	0,2	<0,05	152						
ZZM13	751513	3791688	0,003	0,08	3	2530	0,23	23,2	0,01	4	45,9	0,37	<0,2	<0,05	798						
ZZM14	751420	3790855	0,088	6,24	9,9	50	88	9750	0,04	266	>10000	0,96	0,5	0,52	342						
ZZM15	751294	3790976	0,004	0,11	7,4	20	2,05	99,6	0,02	3,69	119	0,39	1	0,13	108						
ZZM58	751420	3790855	0,011	3,48	6,8	50	13,25	2380	<0,01	32,2	3520	1,47	0,7	0,19	131						
Sample	X	Y	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn					
ZZM16	749706	3790568	<0,001	0,3	8,7	2530	0,32	0,41	10	0,03	2,76	20,1	0,27	0,2	<0,05	142				توف آلتزه ، میان لایه سیلیسی ، دانه های پراکنده پیریت اکسیده، آغشتگی به اکسیدهای آهن و سیدریت	
ZZM17	750072	3790221	<0,001	0,23	24	40	0,14	0,86	5,8	0,01	1,27	32,2	1,86	0,3	0,09	206				توف آندزیتی شدیداً آلتزه، به همراه اکسیدهای آهن و سیدریت	
Sample	X	Y	Au	Ag	As	Bi	Cd	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Sn	W	Zn			واحد آندزیت پورفیبری	اندیس معدنی باریت و فلوریت		سیلیس پر کننده آندزیت های حفره دار
ZZM1	754598	3791024	0,002	0,49	3	0,04	0,51	18,8	0,02	2,62	22,5	0,57	0,4	0,57	154						
ZZM2	754572	3791009	0,002	2,07	56,4	0,03	4,63	27,2	0,08	28	375	4,9	0,3	0,5	344						
ZZM3	754120	3790589	0,002	0,07	5	<0,01	0,76	3	0,01	0,72	19,8	0,6	0,3	<0,05	56						
ZZM4	754114	3790622	0,001	2,77	24,7	0,91	2,11	26,1	0,23	3,9	191,5	0,37	0,7	0,05	387						
ZZM33	748364	3793418	<0,001	0,14	13,3	0,21	0,14	10,6	<0,01	9,05	26,9	0,29	0,5	0,06	22						
ZZM34	748470	3793365	<0,001	0,01	2	0,35	0,67	3,8	<0,01	0,62	20,9	0,47	<0,2	<0,05	16						
																					رگه برشی با سیمان کلسیتی

Abstract

There are a number of methods that have been used for identification and separation of the geochemical anomalies from background. In the current research, Trend surface method was applied on multivariation geochemical index to separate mineralized zone from background area.

A case study involving the analysis of stream sediment geochemistry data from an area in the south eastern of Gonabad, located in the north eastern of Iran was considered in this research. Single and multi-variant statistical analysis methods have been used to recognize the most effective geochemical parameters.

Elements of lead, zinc, gold, silver, copper, cadmium, arsenic, bismuth, antimony, molybdenum, barium, tin, tungsten, mercury, manganese and iron were introduced based on those methods. Mineralized elements (gold, copper, silver, lead and zinc) in the study area were identified, which might be introduced a polymetal mineralization zone.

The spatial geochemical maps shown the most important anomalous elements in the northern part of the study area. To obtain a base map for the next step of investigation, the anomaly areas of the spatial geochemical map of elements with together, the distribution of important heavy minerals and the high mineralized rock samples from check anomaly samples were plotted on the same map. The mineralized areas were focused in the northern part of the base map.

Correlation analysis, clustering and factor analysis were done on the anomalous data, a data set of 50 samples (25 anomal and 25 background samples). The elements of copper, gold, zinc, lead and silver were introduced as mineralized factor, which might be formed as epithermal probably mineralization. A geochemical index of $Au+Ag+Pb/Ti+Cr+Ga$ was introduced based on evaluation of these samples and coformation by the base map. Finally, trend surface method was applied on this geochemical index and for the whole area. The residual anomaly-4 degree could clarify And separate the anomaly areas from the background. The trend surface is considered as single variant method but it was applied for a mult-elements geochemical index ratio.

Keywords: *Trend surface, geochemical index, polymetal mineralization, mineralization factor, zuzan area,*



Shahrood University of Technology
School of Mining, Petroleum & geophysics Engineering

A Thesis for the Achievement of the Degree of Master of Engineering

**Geochemical analysis of mineralized factors to
evaluate the hidden mineralization in zuzan II area**

Zohreh Jangravi

Supervisor:
Dr. Reza Ghavami Riyabi

Advisor:
Ehsan Hajmolla Ali

Date: February 2011

