

۲۲۵۹
۳۸
۲۷۰
۹۱۹
۵۲
۱۳۸۱

وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ناحیه‌ای از

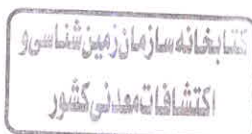
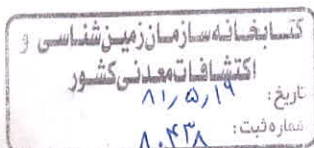
رسوبات آبراهه‌ای در محدوده برگه ۱:۱۰۰۰۰۰

دامغان

مجری طرح: مهندس محمد تقی کره‌ای

توسط: گروه اکتشافات ژئوشیمیایی طرح پی جویی

فروردین ۱۳۸۱



فهرست آلبوم نقشه ها

شماره نقشه	شرح نقشه ها
۱	نقشه محل برداشت نمونه ها
۲	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عنصر Au (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۳	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عناصر Bi, Au (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۴	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عناصر Ba, Sr (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۵	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عناصر Co, Ni, Cr (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۶	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عنصر Cu (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۷	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عناصر Fe, V (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۸	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عنصر Mn (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۹	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عنصر Mo (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۱۰	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عناصر Sb, Hg, As (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۱۱	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عنصر Sn (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۱۲	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عنصر W (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۱۳	نقشه توزیع تخمین شبکه ای عناصر Pb, Zn, Ag (بر اساس ضریب غنی شدگی)
۱۴	نقشه تخمین شبکه ای توزیع کانیهای کلاستر ۱
۱۵	نقشه تخمین شبکه ای توزیع کانیهای کلاستر ۲
۱۶	نقشه شاخص کانیهای سنگین
۱۷	نقشه تخمین شبکه ای توزیع کانیهای گروه آهن
۱۸	نقشه تخمین شبکه ای توزیع کانیهای کانساری
۱۹	نقشه تخمین توزیع شکستگی ها (بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ دامغان)
۲۰	نقشه معرفی مناطق امید بخش

تقدیر و تشکر

اکنون که با یاری خداوند و تلاش همکاران پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای برگه دامغان به پایان رسیده است لازم است از کلیه کسانی که در به ثمر رسیدن این پروژه نقش مؤثر داشته‌اند نام برده شود تا بدینوسیله از زحمات آنها قدردانی گردد.

در ابتدا لازم است از توجه و عنایت آقای مهندس محمد تقی کره‌ای، ریاست محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و همچنین از زحمات آقای مهندس علی محمدی جوآبادی مدیر پروژه که بدون مساعدت آنها انجام این پروژه میسر نبود، تشکر بعمل آید.

در ادامه نام افراد و گروه‌هایی که در انجام این پروژه همکاری داشته‌اند آورده شده است:

۱- گروه نمونه برداری

رامین هندی، پیام سودی‌شعار، حسن عزمی، محمود پولادزاده، بهرام ابوالقاسمی، علی بیات
علی رفیعی، آرش ارفعی، محمود غضنفری، حسین محمدی

۲- آماده سازی نمونه ها

حسن دانشیان، بخش آماده سازی نمونه ها در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۳- پردازش داده ها

رامین هندی، پیام سودی‌شعار، حسن عزمی، محمود پولادزاده، بهرام ابوالقاسمی، علی بیات
علی رفیعی، آرش ارفعی، محمود غضنفری، فرشته رستمی، آوا اشراق، مریم دهقانی

۴- کنترل آنومالی ها

رامین هندی، حسن عزمی، محمود پولادزاده، بهرام ابوالقاسمی، علی بیات علی رفیعی، -
آرش ارفعی، محمود غضنفری

۵- مطالعات کانی سنگین

بخش مطالعات کانی سنگین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور سرکار خانم
صالحی و همکاران ایشان

۶- تهیه نقشه و گزارش

پیام سودی‌شعار، حسن عزمی، محمود پولادزاده، بهرام ابوالقاسمی، علی بیات، علی رفیعی،
آرش ارفعی، محمود غضنفری، مریم دهقانی، فرشته رستمی، آوا اشراق

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

راهنمای آلبوم نقشه ها

تقدیر و تشکر

● فصل اول: کلیات

(۱-۱۱)

- ۱- مقدمه ۱
- ۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه ای ۱
- ۳- جمع آوری اطلاعات ۲
- ۴- بررسی حوضه های آبریز ۲
- ۵- موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی منطقه ۲
- ۶- زمین شناسی دامغان ۴

● فصل دوم: نمونه برداری

(۱۲-۱۵)

- ۱- مقدمه ۱۲
- ۲- عوامل موثر در طراحی نمونه برداری ۱۳
- ۳- عملیات نمونه برداری ۱۴

● فصل سوم: نقش سنگ بستر

(۱۶-۲۴)

- ۱- جدایش جوامع سنگی ۱۶
- ۲- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه ای ۱۸
- ۲-۱- نقش سنگ بستر در ایجاد آنومالی های کاذب ۱۸
- ۲-۲- تغییر پذیری سنگ بستر ۱۹
- ۲-۳- بررسی مقادیر کلارک سنگهای رخنمون دار در منطقه ۱۹

(۲۵-۲۷)

● فصل چهارم : پردازش داده ها

- ۱- مقدمه ۲۵
- ۲- پردازش داده های جوامع تک سنگی ۲۵
- ۳- پردازش داده های جوامع دو سنگی ۲۶
- ۴- پردازش داده های جوامع سه سنگی ۲۶
- ۵- پردازش داده های جوامع چهار سنگی ۲۶
- ۶- پردازش داده های جوامع پنج سنگی ۲۶

(۲۸-۳۳)

● فصل پنجم : تخمین مقدار زمینه

- ۱- تحلیل نا همگنی ها ۲۸
- ۲- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس سنگ بستر بالا دست ۲۸
- ۳- تخمین مقدار زمینه ۳۰

(۳۴-۷۰)

● فصل ششم : تخمین شبکه ای شاخص های غنی شدگی

- ۱- تخمین شبکه ای ۳۴
- ۲- شاخص غنی شدگی با حذف اثر سنگ بالا دست ۳۶
- ۳- محاسبه احتمال رخداد هر یک از شاخص های غنی شدگی ۳۷
- ۴- محاسبه ضریب غنی شدگی بر اساس آنالیز نمونه ها ۴۲
- ۵- معرفی متغیرهای تک عنصری و چند عنصری و رسم نقشه ها ۴۳
- ۶- ترسیم نقشه ها ۴۴

● فصل هفتم : فاز کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی

(۷۱-۱۲۰)

- ۱- مقدمه ۷۱
- ۲- ردیابهای کانی سنگین ۷۲
- ۳- بزرگی هاله های کانی سنگین ۷۲
- ۴- نمونه برداری کانی سنگین ، زون های مینرالیزه و آلتره احتمال ۷۳
- ۴-۱- نکاتی در مورد محل ، چگالی و وزن نمونه های کانی سنگین ۷۴
- ۴-۲- معرفی مناطق آنومال و نمونه های برداشت شده کانی سنگین و مینرالیزه ۷۴
- ۵- پردازش داده های کانی سنگین ۸۵
- ۵-۱- رسم هیستوگرامها ۸۵
- ۵-۲- آنالیز کلاسترمتغیرهای کانی سنگین ۸۵
- ۶- تخمین شبکه ای و رسم نقشه های متغیرهای کانی سنگین ۱۰۸
- ۷- نتایج حاصل از نمونه های مینرالیزه ۱۰۹
- ۸- آنالیز ویژگی نمونه های مینرالیزه ۱۰۹
- ۹- مطالعه تغییر پذیری دانسیته گسلها ۱۱۵
- ۹-۱- مقدمه ۱۱۵
- ۹-۲- روش مطالعه ۱۱۵
- ۹-۳- داده های خام ۱۱۶
- ۹-۴- پارامترهای آماری مجموع طول گسل ها ۱۱۶
- ۹-۵- پارامترهای آماری امتداد گسلها ۱۱۷
- ۹-۶- رسم نقشه دانسیته گسلها ۱۱۷

● فصل هشتم : مدل سازی آنومالیهای ژئوشیمیایی

(۱۲۱-۱۴۲)

- ۱- روش کار ۱۲۱
- ۲- مدل سازی ۱۲۲
- ۲-۱- مقدمه ۱۲۲
- ۲-۲- مدل های عددی ۱۲۳

- ۲-۳- مدل سازی آنومالیهای ژئوشیمیایی ۱۲۴
- ۲-۴- اولویت بندی مناطق امید بخش بر اساس نرم افزار ODM ۱۳۶
- ۲-۴-۱- معرفی مناطق امید بخش نهایی ۱۳۶
- ۲-۵- معرفی نهایی مناطق آنومال ۱۴۱

فصل اول

کلیات

۱- مقدمه

اکتشافات ناحیه‌ای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ در زمره عملیات اکتشافی زیر بنائی بحساب می‌آید که هدف آن شناخت نواحی با پتانسیل معدنی است. برای نیل به این اهداف، از روش‌های مختلف ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و اطلاعات ماهواره‌ای می‌توان بهره برد. نقشه‌برداری ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای نیز یکی از این روش‌هاست که می‌تواند با نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه‌ای انجام پذیرد. پروژه حاضر بخشی از طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک می‌باشد که در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان انجام می‌پذیرد. اجرای این پروژه در دو بخش طراحی شده است. بخش اول عملیات تا رسم نقشه آنومالی‌های ژئوشیمیایی و تعیین مناطق پرتانسیل برای کنترل اولیه می‌باشد. بخش دوم شامل عملیات کنترل آنومالی‌هاست که از طریق مطالعات کانی سنگین، آلتراسیون، مناطق کانی‌سازی و شکستگی‌های پر شده (Plumbing System) تعقیب خواهد شد و در نهایت اگر پس از کنترل به نتایج مثبتی منتهی شوند، بعنوان مناطق امید بخش معرفی خواهند شد.

۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای

بطور تجربی ثابت شده است که رسوبات آبراهه‌ای (عموما جزء ۸۰- مش) می‌تواند در اکتشافات کوچک مقیاس ناحیه‌ای (۱:۱۰۰,۰۰۰ تا ۱:۲۵۰,۰۰۰) بسیار مفید واقع شود. نتایج حاصل از این بررسی‌های اکتشافی می‌تواند در تحلیل ایالات ژئوشیمیایی و شناخت الگوهای ژئوشیمیایی ناحیه‌ای و همچنین نواحی‌ای که در آنها احتمال کشف نهشته‌های کانساری بیشتر می‌باشد، بسیار موثر واقع شود. علاوه بر کاربردهای مستقیم ذکر شده، نقشه‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند کاربردهائی در زمینه کشاورزی و محیط زیست نیز داشته باشد. بدیهی است که اهداف اکتشافی این نوع بررسی‌ها با اهدافی نظیر تشخیص الگوهای ناحیه‌ای برای توزیع عناصر، متفاوت است و بدین جهت باید برای هر منظوری از روش مناسب با آن استفاده کرد. در مورد اول که هدف کشف آنومالی در هاله‌های ثانویه است، باید از تکنیک‌های آماری‌ای استفاده نمود که اختلاف بین مقادیر آنومالی و روندهای ناحیه‌ای را به حداکثر مقدار خود برساند و در نتیجه از طریق شدت بخشی آنومالی‌ها، به شناسائی هر چه دقیق‌تر آنها پی برد. در حالت

دوم چون هدف دستیابی به روندهای ناحیه‌ای است، باید از تکنیک‌های آماری‌ای استفاده نمود که اثر گذاری آنومالی‌ها را در روندهای ناحیه‌ای به حداقل مقدار خود برساند. چگالی نمونه‌برداری در این حالت یک نمونه برای چند کیلومتر مربع است که بوسیله سقف بودجه کنترل می‌شود.

۳- جمع‌آوری اطلاعات

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

۱- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه شامل چهارگوش‌های طالو، قلعه، دامغان، و امیرآباد.

۲- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان.

۳- نقشه ژئوفیزیک هوائی (مغناطیس هوائی) با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه.

با توجه به اطلاعات حاصل از مدارک فوق‌الذکر، برنامه عملیات صحرایی جهت نمونه‌برداری پیریزی گردید و در هر مورد نقش پارامترهای موثر در برنامه‌ریزی اکتشافی (به‌خصوص در نمونه‌برداری) مورد بررسی قرار گرفت که خلاصه آن در بخش‌های بعدی گزارش آورده شده است.

۴- بررسی حوضه‌های آبریز

به منظور سهولت بخشیدن به طراحی محل نمونه‌ها و اجرای عملیات مربوط، در هر حوضه آبریز لازم است تا حوضه‌های آبریز هر یک از برگه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه، تعیین و مشخص گردد. همچنین تعیین محدوده حوضه‌های آبریز بر روی هر برگه می‌تواند در تحلیل داده‌های مربوط به آن مفید واقع شود. جهت سهولت در مشخص نمودن محل آنومالی‌های احتمالی، که پس از تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌ها بدست خواهد آمد، محدوده حوضه‌های آبریز در هر یک از برگه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ لازم است مورد بررسی قرار گیرد.

۵- موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی منطقه

منطقه مورد مطالعه بین طولهای جغرافیایی 54° تا $30^{\circ} 54^{\circ}$ و عرض‌های جغرافیایی 36° تا $36^{\circ} 30'$ واقع شده است. دامغان در استان سمنان قرار گرفته و از شمال به سلسله جبال البرز، از خاور به شهرستان شاهرود، از جنوب به کویر مرکزی ایران و استان اصفهان و از باختر به شهرستان سمنان محدود است. فاصله آن تا مرکز استان سمنان ۱۱۴ کیلومتر می‌باشد.

شهر دامغان با طول جغرافیایی $20^{\circ} 54'$ ، عرض جغرافیایی $36^{\circ} 9'$ و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۱۳۰ متر است. آب و هوای آن نسبت به پستی و بلندی و به واسطه وزش بادهای شدید متغیر است. بدین ترتیب که قسمت‌های کوهستانی آن سردسیر و ییلاقی و قسمت‌های دامنه معتدل و حدود کنار دشت و کویر گرم است. موقع وزش باد شمالی که در نتیجه بارندگی نواحی گرگان و مازندران است زمستان بی‌نهایت سرد و در تابستان هوا معتدل است. گاهی اوقات در اثر وزش باد هوا تیره و تاریک می‌شود. حدود این رودخانه شنی از عوض آباد تا ایستگاه سرخدره - حسن آباد بسیار شدید است. جریان بقدری شدید است که مانع رشد درختان می‌گردد. این شهرستان شامل دو بخش یکی حومه و دیگری بخش امیرآباد و سه دهستان به نامهای حومه، دامنگوه و رودبار است. در شمال دامغان رشته کوه‌هایی بنام سفیدکوه قرار گرفته که تا شاه‌کوه امتداد دارند و در حد فاصل بین دامغان و سمنان شاخه‌ای از سفیدکوه جدا گشته به طرف کویر نمک فرو می‌افتد که کوه‌های آن سلطان شاهرخ و پنج‌کوه است.

برگه مورد مطالعه بیشتر شامل نواحی باختری و شمالی شهرستان دامغان است. توپوگرافی به صورت کوه‌های مرتفع در شمال باختر (بخش‌هایی از دامنه جنوبی کوه‌های البرز) که توسط تپه‌هایی در جنوب باختر و دشت دامغان در جنوب خاور محاصره شده، می‌باشد.

مرتفع‌ترین نقطه کوه کرکسی (با ۳۶۲۳ متر ارتفاع) در گوشه شمال خاور برگه و کم‌ارتفاع‌ترین نقطه با ۱۰۶۸ متر در گوشه جنوب خاور قرار دارند. نظر به اینکه در دشت دامغان در نزدیکی منطقه خشک تغییرات دما به صورت روزانه و سالانه تغییر می‌کند، شبکه آب‌نگاری به صورت مناسبی پیشرفته است و تحت الشعاع رودخانه چشمه علی که توسط چشمه‌ای به همین نام تغذیه می‌شود (در شمال باختر دامغان) می‌باشد. دیگر رود، رود دامغان که به رود چشمه علی می‌پیوندد و ضریب جریان پایین دست آن حدود ۱۲۰۰ لیتر/ثانیه اندازه‌گیری شده است. رودخانه‌های مهم منطقه چهارده، دامغان رود و رودخانه نمکه و آستانه می‌باشد. تعداد زیادی از قنات‌ها جهت آبیاری بکار می‌روند. اغلب جمعیت در شهر دامغان، تعدادی در روستا و در دشت دامغان و روستای بزرگ چهارده در شمال تمرکز یافته‌اند. بخش جنوب خاور برگه خالی از سکنه است. مهمترین جاده، بزرگراه تهران - مشهد است. اما در منطقه تعداد زیادی جاده درجه دو و مسیر مال‌رو وجود دارد. کوه‌های مرتفع در بخش شمالی قابل تردد نیست ولی جاده ارتباطی گرگان به دامغان هم اکنون در حال احداث است. راه آهن تهران - مشهد نیز از جنوب باختر برگه عبور می‌کند.

برگه دامغان شامل چهار قسمت طالو، دامغان، امیرآباد، و قلعه می‌باشد.

محدوده برگه دامغان در جنوب رشته کوه‌های البرز قرار دارد و تعدادی از سازندهای این رشته کوه را در برمی گیرد. قدیمی‌ترین لایه در بخش شمال باختر برگه در امتداد جاده مابین چشمه علی و دامغان می باشد که مربوط به سازند باروت با سن اینفراکامبرین است و عبارتست از تناوب لایه‌های نازک ماسه‌سنگ و شیل ارغوانی با میان لایه‌های دولومیت کریستالی و آهک دولومیتی شامل نودول و باندهایی از چرت سیاه. این سنگ‌ها همیری تکنونیک با سازندهای جوان تر دارند. از رسوبات کامبرین، سازندهای لالون و میلا در این بخش موجود می باشند. ماسه‌سنگ لالون در میان‌کوه در شمال خاور دامغان و نیز در دامنه جنوبی کوه زنگی در شمال دامغان دیده می شود و شامل ماسه‌ای که تا اندازه‌ای آرکوزی است با رنگ ارغوانی تا صورتی با دانه‌بندی متوسط و رگه‌های کمیابی از شیل قرمز مشخص می گردد. اشکال cross-bedding در ماسه‌سنگ عادی است. بالاترین بخش سازند، ماسه‌سنگ کوارتزیتی (کوارتزیت بالایی) است که بیش از ۶۵ متر ضخامت دارد و از لایه‌های زیرین توسط، ماسه‌سنگ قرمزی به ضخامت ۵۰ متر از بخش شیل ارغوانی جدا می شود. رخساره زیرین ماسه‌سنگ لالون در این برگه دیده نمی شود. اما در خاور در نزدیکی روستای مزرعه، به صورت هم‌شیب روی شیل میکادار سازند زایگون دیده می شود. کوارتزیت بالایی در برگه دامغان به صورت هم‌شیب توسط دولومیت سیاه و آهک دولومیتی زرد با ضخامت ۷۵ متر پوشانده شده که معادل عضو یک سازند میلا در میلاکوه واقع در چهار گوش ساری در باختر می باشد. بخش‌های ۲ و ۳ و ۴ این سازند در برگه دامغان شامل آهک دولومیتی و آهک دانه درشت اسپاری و نودولار با لایه‌هایی نازک شیل است. تکه‌هایی از تریلوبیت‌ها به صورت نادر یافت می شود، اما براکیوپودها فراوانند. بخش فوقانی سازند، در این برگه بدلیل عمل گسل رخنمون ندارد، اما در خاور شیل میکادار سبز از بخش ۵ سازند میلا در زیر سازند جبرود و سنگ‌های جوانتر گسترش دارد.

سنگ‌های دونین و کربونفر به صورت دو بخش سنگ‌شناختی متفاوت در این برگه رخنمون دارند. بخش زیرین شامل ماسه‌سنگ با میان لایه‌های شیل است. از لحاظ چینه‌شناسی این واحد قابل مقایسه با ماسه‌سنگ قرمز ناحیه کرمان و یا سایر نقاط ایران با سن احتمالی دونین پیشین است. این واحد با فشردگی کمتر و وجود باندهای زرد و سفید تمیز داده می شود. این واحد رخنمون خوبی در جنوب کوه لب‌نसार و شمال روستای نمکه دارد. بالا دست آن شیل سیاه و آلتزه، آهک تیره تا خاکستری با رگه‌های کلسیتی و ماسه‌سنگ و آهک مارنی تیره مشاهده می گردد که معادل سازند جبرود هستند. این بخش حاوی براکیوپود است و رخنمون مناسبی در دره آب دندان در شمال دامغان و روستای نمکه دارد.

بعلت چین و گسل خوردگی اندازه‌گیری ضخامت سازند دشوار است اما حدود ۸۵۰ متر برآورده می‌شود. سازند جبرود همچنین به سمت خاور به صورت دگرشیب بر روی میلا قرار می‌گیرد.

باختر دامغان و جنوب گسل اصلی که بنظر شاخه‌ای از گسل عطاری در برگه جم است به سمت جنوب باختر، سنگ‌هایی مشاهده می‌شوند که از لحاظ سنگ‌شناختی مشابه سازندهای پادها، سیب‌زار و بهرام در خاور ایران است. در پای کوه فیض‌آبادی ماسه‌سنگ و میان لایه‌های نازک دولومیت زرد و شیل میکادار که از لحاظ استراتیگرافی (چینه‌شناسی) معادل سازند پادها با سن دونین پایینی می‌باشند، رخنمون دارند. این طبقات به صورت هم‌شیب با لایه‌های نازک دولومیت زرد پوشانده شده و تا ۹۰ متر ضخامت سازند سبیزار قلمداد می‌شود.

واحد بعدی که به صورت هم‌شیب می‌آید، از تناوب دولومیت زرد تا آهک خاکستری با لایه‌بندی خوب تشکیل یافته است. فقدان رسوبگذاری طی کربونifer پیشین با مطالعات پالئوتولوژی در این برگه اثبات می‌شود. در کوه چارل در سازند پرمین پایینی، درود به صورت دگرشیب با سازند جبرود پوشیده می‌شود. آن سازند اساساً از ماسه درشت دانه با کوارتزیت و شیل با حدود ۹۵ متر ضخامت تشکیل شده است. این سکانس به صورت هم‌شیب توسط آهک روته پوشیده می‌شود که شامل آهک کریستالی آلک دارحاوی فسیل‌های نشان دهنده پرمین میانی تا پایانی است. در کوه لب نثار در ۳۵۰ متر حاوی فسیل مشخص می‌گردد که در زیر سازند، لاتریت دیده می‌شود. آهک روته نیز به صورت دگر شیب توسط سازند الیکا با سن تریاس میانی پوشیده می‌شود. پایین‌ترین بخش سازند الیکا آهک ورمیکولار است که به سمت بالا دارای دانه‌بندی تدریجی و لایه‌های ضخیم و آهک دولومیتی و دولومیت توده ای است. همه سازند حدود ۳۰۰ متر ضخامت دارد. بخش بالایی در خاور و جنوب خاور چشمه علی رخنمون دارد. آن سازند توسط سازند شمشک (سن ژوراسیک) که شامل رسوبات قاره ای شیل ذغال دار، ماسه‌سنگ و رس‌سنگ با آثار گیاهی است پوشانده می‌شود. در برخی نقاط گدازه‌های بازالتی و لنزهای لاتریتی نازک در زیر این سازند مشاهده می‌گردد. در دره طزره سه عضو تشخیص داده می‌شود. پایین‌ترین‌شان شامل ماسه‌سنگ با ضخامت بالای ۵۰۰ متر، بدون لایه ذغال می‌باشد. بخش میانی با ضخامت ۱۱۰۰ متر و شامل شیل، ماسه‌سنگ و رس سنگ، افق‌های ذغال که بطور متوسط ضخامت هر کدام ۵۰ سانتیمتر است. بخش (عضو) بالایی شامل ماسه‌سنگ سبز و شیل، در برخی نقاط با میان‌لایه‌های سنگ‌های ولکانیکی که اغلب بازالت است، می‌باشد این عضو توسط همراهی *Pseudomina* و لایه‌های پلمنیت‌دار در زیر و افق‌های ذغال دار در بالادست زیر سنگ‌های ژوراسیک میانی قرار دارد که ضخامت آن حدود ۱۰۰۰ متر است. در

برخی نقاط بخصوص در منطقه معدن طرزه، ضخامت کل شمشک متجاوز از ۲۷۰۰ متر است. فسیل های یافت شده *Pentacrinus* و *Pseudogrammoceras* شاخص *Toarcian* بالایی است. مطالعات پالینولوژی سن *Rhaetian* به لایه زیرین این سازند می دهد. دگرشیبی، گرچه قابل قبول است ولی بین این سازند و سازند قدیمی در این برکه یافت نمی شود. آهکهای مارنی نازک لایه داگر (سازند دلیجای) بدنبال عضو فوقانی سازند شمشک می آید. و حدود ۱۱۰ متر ضخامت دارد و شامل آمونیت های شاخص کالوین *callovian* می باشد. آهک دارای لایه بندی خوب با رنگ سفید تا خاکستری و به صورت کریستالی متعلق به ژوراسیک بالایی (سازند لار) مرتفع ترین نقاط را در منطقه می سازد، ضخامت این سازند در سفید کوه حدود ۹۰۰ متر و در کوه کرباسی ۱۲۵۰ متر است. آمونیت هایی که در آن یافت می شود شاخص آکسفوردین پایین تا کیمرین است. به جز در بخش جنوب باختر برکه، سنگ های غیر رسوبی کرتاسه پایینی وجود دارد. در جنوب باختر، رخنمون های کوچکی از آهک که می توان به کرتاسه پایینی نسبت داد، گرچه از لحاظ پالئونولوژی این موضوع تایید نشده است. در کوه نمازگاه، سازند لار توسط ماگمای اسپیلیتی و کنگلومرا پوشیده می شود که در قسمت های فوقانی آهک دارای لایه بندی رودستی است دیده می شود، گدازه و کنگلومرا پیوسته نیست و در برخی نقاط آهک کرتاسه بالایی مستقیما روی طبقات ژوراسیک بالایی قرار می گیرد. فرامینفرهای یافت شده در این سنگ ها عبارتند از: *Nodosaria*, *Heterohelix*, *Hedbergella*, *miliolids*, *Textularia*, *Radiolaria*. سکانس سنگ های پالئوژن با نهشته های آواری قرمز آغاز می شود که منحصرآ کنگلومرای درشت دانه است. اجزای سازنده آن مخصوصا تمام سنگ های پالئوزویک و مزوزویک واقع در منطقه را شامل می شود، اما آهک های سازند لار بخش غالب می باشد. کنگلومرای قاعده ای (معادل سازند فجن) بطوری دگرشیب روی سازندهای قدیمی تر قرار می گیرد. در برخی این کنگلومرا توسط آهک نومولیت دار ماسه ای با رنگ سفید تا خاکستری سازند زیارت پوشیده می شود. این سازند نیز توسط سکانس های ضخیمی از شیل، ماسه سنگ، توف سبز و شیل توفی پوشیده می گردد. این سنگ ها از لحاظ سنگ شناسی معادل سازند کرج هستند و رخنمون های خوبی در مسیر جاده دامغان به چارده دارند. در کوه بستم، شیل های سیاه غالب هستند و حاوی جریان های گدازه و گچ ضخیم می باشد. رسوبات نوژن دو واحد سنگ شناسی را می سازند، در پایین مارنهای قرمز تا سبز زیتونی که به صورت دگرشیب رسوبات اوسن را می پوشانند، و در بالا شامل کنگلومرای به ضخامت ۱۰۰ متر است. کنگلومرای پلیو-پلیستوسن با کج شدگی کم با شیب عادی کمتر از ۱۰ درجه در تپه های جنوبی روستای چهارده و شمال و شمال خاور دامغان گسترش دارد. این کنگلومرا با سیمانی ضعیف از قطعات گرد شده سازندهای

قدیمی مختلف تشکیل شده است. رسوبات کواترنری در چند واحد شناخته شده اند، که شامل رس و رس ماسه‌ای دارای رخنمون در حاشیه دشت دامغان، آهک freshwater در حوالی روستای آستانه، تراس‌های قدیمی، آلوویوم عهد حاضر و دشت می باشد. جدید ترین رسوبات کواترنر کفه‌های نمکی (کویر) دارای رخنمون در گوشه جنوب خاور برگه و بادبزین‌های (fan) شنی در پای کوه‌ها است.

از لحاظ تکتونیکی منطقه وابسته به رشته کوه البرز است که که چین خوردگی در حد متوسط و وجود گسل و تراست شاخص آن می باشد. محور چین‌ها روندی تقریباً NE-SW موازی گسل‌ها که امتدادی حدود N70E دارند. چین‌ها عموماً متفاوتند بجز در ابوالقاسم و کوه‌های چهارلت، جایی که دامنه جنوبی برگشته است. بزرگترین گسل، گسل طزره است که از مرز خاوری منطقه وارد می شود، در نزدیکی روستای طزره و تا دره آستانه و چهارگوش ساری گسترش می یابد. گسل معکوس نمکه که از شمال روستای نمکه در شمال باختر برگه می گذرد، سازند جیروود را تا مقابل لایه‌های جوان‌تر (نئوژن و لیاس) بالا آورده است. گسل تا بخش جنوبی کوه‌های شمسوار در شمال شهر شاهرود در برگه شاهرود واقع در خاور گسترش می یابد. در نزدیکی آهوانو در شمال باختر دامغان گسل دیگری از شمال جاده شاهرود- دامغان عبور می کند و تا رسوبات کواترنر در حوالی قادر آباد در برگه مجاور گسترش می یابد گسل اصلی دیگری از تپه‌های جنوبی سفیدکوه عبور می کند که بنظر می رسد یکی از شاخه‌های گسل عطاری باشد گسل عطاری جدا کننده رخساره‌های منطقه ایران مرکزی از البرز است.

سكانسهای زمین شناسی که در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان به چشم می خورد مطابق شرح زیر می توان خلاصه کرد (جدول ۱-۱ و ۱-۲). در ضمن نقشه زمین شناسی این برگه همراه واحدهای سنگی تهیه و در گزارش آورده شده است. (نقشه ۱-۱)

جدول ۱-۱: واحدهای سنگی موجود در برگه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان

سن	سکانس	واحدهای سنگی
کواترن	رسوبی	دانه‌های گراول، آبرفت جدید، دشت، تراس‌های جدید تراس‌های قدیمی، سنگ‌آهک (آب شیرین؟) رس ماسه‌ای کنگلومرا
نئوزن	رسوبی	کنگلومرا مارن گچ‌دار و ماسه‌سنگ
پالئوزن	رسوبی - ولکانیکی	توف، شیل، ماسه‌سنگ، گچ، شیل ماسه سنگ، و جریان‌های گدازه توف، شیل توفی و جریان گدازه گچ، سنگ‌آهک نومولیتی، کنگلومرا
۲ د ۳	کرتاسه فوقانی	سنگ آهک بازالت، گدازه اسپیلیتی، و کنگلومرا
	کرتاسه تحتانی	سنگ آهک و سنگ آهک دولومیتی
ژوراسیک	رسوبی - ولکانیکی	سنگ آهک توده‌ای و ضخیم لایه سنگ آهک نازک لایه و سنگ آهک مارنی شیل تیره، ماسه سنگ، زغال سنگ با باقیمانده‌های گیاه سنگ‌های ولکانیک (عمدتا بازالت) سنگ‌های ولکانیکی
پرمو-تریاس	رسوبی	سنگ آهک لایه بندی دار در محل‌هایی دولومیت سنگ آهک دولومیتی و ورمیکولیتی سنگ آهک توده‌ای با لایه بندی ضخیم (ضخیم لایه) پوکسیت، ماسه سنگ، کوارتزیت و شیل
کربنیفر زیرین - دونین	رسوبی	سنگ آهک، آهک مارنی، شیل و ماسه سنگ سنگ آهک و دولومیت، دولومیت ماسه سنگ قرمز ماسه سنگ و دولومیت
کامبرین	رسوبی	آهک دولومیتی (نودول دار) دولومیت سیاه و آهک دولومیتی ماسه سنگ کوارتزیتی سفید (Top Quartzite) ماسه سنگ قرمز
اینفر اکامبرین	رسوبی	شیل، ماسه سنگ و دولومیت

جدول ۱-۲: واحدهای زمین شناسی موجود در برگه +++، ۱:۱ دامغان به همراه علامت اختصاری آنها

El: ماسه سنگ فرمز
Cbr: شیل، ماسه سنگ، دولومیت
b: بوکسیت
Emu: سنگ آهک دولومیتی نودول دار
Eml: دولومیت سیاه و آهک دولومیتی
Elq: ماسه سنگ کوارتزیتی سفید
E: توف، شیل، ماسه سنگ، گچ، شیل
En: سنگ گچ
Eg: گچ
Ec: کنگلومرا
Et: توف، شیل توفی و جریان گدازه
Es: شیل، ماسه سنگ و جریان گدازه
K: سنگ آهک و سنگ آهک دولومیتی
K2: سنگ آهک
K2v: بازالت، گدازه های اسپیلیتی و کنگلومرا
Jd: سنگ آهک و مارن آمونیت دار، ماسه سنگ آهکی
Jl: سنگ آهک بطور محلی دولومیتی
Js: شیل - ماسه سنگ - سیلت - رس سنگ - مارن - لایه های زغال دار - کنگلومرای کوارتزیتی
Jv2: سنگهای ولکانیکی، بازالت
Jv1: سنگهای ولکانیکی
Ngc: کنگلومرا
Ngm: مارل گچ دار و ماسه سنگ
Ptr: سنگ آهک
Tr: دولومیت و سنگ آهک ورمیکولار
Pr: سنگ آهک توده ای

ادامه جدول ۱-۲: واحدهای زمین شناسی موجود در برگه +++++ ۱:۱ دامغان به همراه
علامت اختصاری آنها

Pd : ماسه سنگ ، کوارتز و شیل
Db : سنگ آهک و دولومیت
Ds : دولومیت
DSs : ماسه سنگ قرمز
Dp : ماسه سنگ و دولومیت
Dcg : سنگ آهک ، شیل و ماسه سنگ

DAMGHAN(6862)

دامغان



فصل دوم

نمونه برداری

۱- مقدمه

نظر به تشخیص آنومالی‌های واقعی و تمیز انواعی که به نهشته‌های کانساری مرتبط می‌باشند، از سایر انواع آن لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه‌ای (برای مثال جزء ۸۰- مش) و یا کانی سنگین (جزء ۲۰- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. در مواردی که هاله‌های ثانوی اکسیدهای آهن و منگنز توسعه یافته‌اند، برداشت نمونه از چنین هاله‌هایی ممکن است موجب شدت بخشی به هاله‌های هیدرومورفیکی شود که در این صورت باید احتیاط‌های لازم جهت تفسیر اطلاعات بدست آمده صورت پذیرد. علاوه بر موارد فوق، در بررسی رسوبات آبراهه‌ای، برداشت نمونه‌هایی همچون قطعات کانی‌سازی شده کف آبراهه، قطعات پوشیده شده از اکسیدهای آهن و منگنز، قطعات حاوی سیلیس آمورف و یا کربنات‌های سیلیسی شده برای آنالیز یک یا چند عنصر یا کانی خاص، می‌تواند مفید واقع شود. البته هر یک از محیط‌های نمونه‌برداری فوق می‌تواند تحت شرایط خاصی، بیشتر مفید واقع شود. عواملی که باید در این خصوص در نظر گرفته شوند شامل تپ کانسار مورد انتظار، سنگ دروگیر، محیط تکتونیکی و دامنه سنی واحدهای زمین‌شناسی می‌باشد. از ترکیب نتایج بدست آمده از محیط‌های مختلف نمونه‌برداری در حوضه‌های آبریز، می‌توان به نتایج مناسب‌تری دست یافت. در پروژه حاضر نتایج حاصل از سه نوع بررسی با یکدیگر ترکیب و سپس مدل‌سازی شده‌اند و بدین دلیل، نتایج نهایی بدست آمده، چه در جهت مثبت و چه در جهت منفی، می‌تواند معتبرتر باشد. کلیه نتایج بدست آمده از هر یک از روش‌های فوق، تشکیل یک سیستم اطلاعاتی با امکانات حذف و انتخاب مکرر مناطق امید بخش را می‌دهد که بر اساس سازگاری و ناسازگاری خواص مشاهده شده در مدل، انجام می‌پذیرد و از این رو امکان بروز خطاهای ناهنجار در آن کمتر است.

بطور کلی چگالی نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای، تابع دانسیته آبراهه‌ها در حوضه آبریز است. برای مناطق خشک این مقدار می‌تواند به اندازه یک نمونه برای هر ۱ تا ۱۰ کیلومتر مربع تغییر کند. در پروژه حاضر با توجه به تعداد متوسط ۸۰۰ نمونه برای هر برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ (معادل ۲۰۰ نمونه در هر برگه ۱:۵۰,۰۰۰) مساحت تحت پوشش یک نمونه بطور متوسط حدود ۳ کیلومتر مربع می‌باشد. برای استفاده بهینه از داده‌های حاصل از هر نمونه، سعی شده است تا توزیع نمونه‌ها حتی الامکان به روش مرکز ثقل حوضه‌های آبریز باشد.

از آنجا که عناصر مختلف در محیط‌های ثانوی قابلیت تحرک متفاوتی از خود نشان می‌دهند، بزرگی هاله‌های ثانوی آنها (فاصله از ناحیه منشأ) می‌تواند بر حسب شرایط محیطی، بسیار متفاوت باشد. حتی گاهی برای یک عنصر در دو شرایط شیمی فیزیکی متفاوت، وسعت هاله متفاوت خواهد بود. برای مثال هاله‌های Zn ممکن است از حدود ۱ کیلومتر تا حدود ۱۵ کیلومتر و هاله‌های Cu از ۱/۵ کیلومتر تا حدود ۲۵ کیلومتر تغییر کند. همچنین با توجه به نوع سنگ‌های منطقه و تب کانی‌سازی عناصری مانند Cr که فاقد هاله اولیه می‌باشند، ممکن است هاله ثانوی تشکیل ندهند و یا هاله‌های ضعیف از خود بروز دهند. در چنین مواردی برای افزایش احتمال کشف کانسار، افزایش چگالی نمونه‌های کانی سنگین در اطراف توده‌های اولترامافیکی ضروری است. البته چگالی باید طوری باشد که با سقف ۸۰۰ نمونه در هر برگه سازگار باشد. در مناطق نیمه خشک، رسوبات آبرفتی معمولاً مساحت‌های وسیعی از سنگ بستر را می‌پوشانند. در مواردی که این رسوبات محلی باشند و مسافت چندانی را طی نکرده باشند، مشکل تحلیل داده‌ها کمتر خواهد بود. ولی در مناطقی که از نظر تکتونیکی فعال می‌باشند، مانند منطقه تحت پوشش این پروژه، سیلاب‌های شدید که قادر به حمل چنین موادی می‌باشند، به وفور رخ می‌دهد، در نتیجه این رسوبات ممکن است از ناحیه منبع فاصله گیرند و کار تحلیل اطلاعات را در جهت کشف منبع اولیه دشوار سازند.

۲- عوامل موثر در طراحی نمونه‌برداری

طراحی نمونه‌برداری طوری صورت گرفته است که در قالب حدود ۸۰۰ نمونه برای هر برگه، حداکثر سازگاری را با روش مرکز ثقل داشته باشد. درجه مرکز ثقل را عواملی نظیر چینه‌شناسی، سنگ‌شناسی و تکنیک کنترل می‌کند. معمولاً در طراحی به روش مرکز ثقل، توده‌های نفوذی و خروجی و نواحی مجاور (کتاکت‌ها)، نواحی اطراف گسل‌ها تقاطع آنها، و زون‌های دگرسان شده بعد از ماگمایی و مناطقی که در بخش فوقانی توده‌های نفوذی نیمه عمیق قرار دارند (این توده‌ها روی نقشه ژئوفیزیک هوایی مشخص می‌شوند) از چگالی نمونه‌برداری بالاتری برخوردار می‌باشند. معمولاً آبراهه‌هایی که بوسیله گسل‌های عمیق مشخص شده به روش ژئوفیزیک هوایی قطع می‌شوند ۵۰۰ متر پایین‌تر از محل تلاقی آبراهه با گسل، مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرند. در مواردی که آلتراسیون‌های شدید مشاهده شده است، بخصوص در اطراف سنگ‌های نفوذی یا خروجی موجود در نواحی کم ارتفاع (این نواحی بیشترین مقدار آلتراسیون را چه از نظر وسعت و چه از نظر شدت نشان می‌دهند)، درجه مرکز ثقل آبراهه‌ها باید بطور محلی افزایش یابد. این امر به دلیل اهمیت چنین مناطقی می‌باشد. به دلیل فعال بودن پدیده رقیق‌شدگی و اثر سرشکن‌شدگی در حوضه‌های آبریز وسیع (با بیش از ۳۰ سرشاخه) و

کاهش شدید مقدار آنومالی‌های احتمالی در محل اتصال آبراهه‌ها به یکدیگر لازم است چنین حوضه‌های آبریزی بخصوص در مواردی که آبراهه سنگ بستر را قطع نمی‌کند به حوضه‌های کوچکتر تقسیم گردند. این امر موجب می‌گردد تا اختلاط رسوبات آبراهه‌های مرتبط با کانی‌سازی احتمالی با آبراهه‌های بدون کانی‌سازی موجب تضعیف بیش از حد آنومالی‌ها و ارزیابی منفی آنها نگردد. به علاوه این امر موجب می‌گردد تا احتمال قطع سنگ بستر در آبراهه افزایش یابد. این امر خود موجب افزایش ارزش داده‌ها می‌گردد. علاوه بر عوامل فوق، یکی دیگر از عوامل موثر در تصمیم‌گیری تقسیم یک حوضه آبریز بزرگ به حوضه‌های کوچکتر، احتمال وجود آلودگی‌های ناشی از فعالیتهای کشاورزی در کف یا حاشیه رودخانه‌هایی است که نواحی با توپوگرافی آرام (قابل کشت) در اطراف آنها وجود داشته است. بدیهی است مصرف کودهای شیمیایی و سموم نباتی، احتمال وجود آلودگی به عناصر کمیاب را در رسوبات پائین دست آنها افزایش می‌دهد. در چنین مواردی فقط مرکز ثقل بخش‌های فوقانی آنها، که از آلودگی مصون می‌باشد، می‌تواند محاسبه گردد. (محدوده مورد بررسی را از نظر توپوگرافی می‌توان به چهار بخش شامل نواحی مرتفع با ارتفاع بالای ۳۶۰۰ متر، نواحی کم ارتفاع با ارتفاع ۱۰۶۸ متر و دشت‌ها و مخروط افکنه‌ها (آبرفتی) تقسیم نمود). در اکثر قریب به اتفاق آبراهه‌های نوع آخر، آبراهه کم عمق بوده و سنگ بستر را قطع نمی‌کنند و از این رو روند تغییرات مقدار عناصر را می‌توان غیرجهنی فرض نمود و از آنها بدون توجه به مسیر آبراهه‌ها نمونه‌برداری کرد و یا داده‌های آنها را غیرجهتی مورد تحلیل و تفسیر قرار داد. البته لازم به ذکر است که در این پروژه از این گونه مناطق نمونه برداری صورت نگرفته است. در نواحی بسیار مرتفع در موارد معدودی به دلیل وجود گسستگی در ارتفاع (آبشار) امکان دسترسی به محل نمونه نبوده است. در چنین مواردی حتی الامکان سعی شده است به برداشت نمونه از نزدیک‌ترین نقطه اقدام گردد. مواردی وجود داشته است که در آن کتورهای توپوگرافی با عوارض موجود در زمین مطابقت داشته ولی به دلیل دقت کم نقشه‌های توپوگرافی، آبراهه روی آن مشخص نگردیده است. چنانچه چنین مناطقی از نظر لیتولوژی و امکان کانی‌سازی با اهمیت تشخیص داده شده باشند، این آبراهه‌ها روی نقشه بطور دستی ترسیم و در تعیین نقاط نمونه‌برداری موثر واقع گردیده‌اند.

۳- عملیات نمونه‌برداری

نظر به وسعت فوق العاده زیاد عملیات تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس لازم است محیط‌های ثانوی تحت پوشش نمونه‌برداری قرار گیرند. اساس این مطالعات بر نحوه توزیع عناصر در هاله‌های ثانوی سطحی مانند رسوبات رودخانه‌ای، آبرفت‌ها، شیب رفت‌ها، بادرفت‌ها و خاک‌ها قرار دارد. در این بخش تنها به تشریح عملیات صحرائی در

این پروژه اشاره می گردد در خلال این عملیات پنج اکیپ کارشناس در یک کمپ، واقع در دامغان شرکت داشته اند. در این عملیات هر اکیپ عموماً دارای وسیله نقلیه مخصوص به خود، نقشه‌های توپوگرافی و نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ محل و سیستم G.P.S بوده است. مختصات محل نمونه‌ها قبلاً در سیستم UTM محاسبه و به صورت جدول‌بندی شده در اختیار کارشناسان قرار می گیرد. هر نمونه ژئوشیمیایی متشکل از حدود ۱۰۰ گرم جزء ۸۰- مش رسوبات آبراهه‌ای می باشد که پس از الک کردن رسوب خشک در محل، درون کیسه‌های مخصوص ریخته شده و شماره گذاری می گردد. در مواردی که در صحرا امکان الک کردن رسوبات به علت مرطوب بودن آنها نبود، حدود ۳ کیلوگرم از آن به محل کمپ آورده شده و پس از خشک کردن در هوای آزاد و الک کردن، جزء ۸۰- مش از آنها جدا می شود. هر اکیپ نمونه‌برداری برای نمونه‌های برداشت شده، شماره مسلسل انتخاب و در کمپ، با هماهنگی با اکیپ‌های دیگر شماره نمونه‌های خود را به یک سیستم شماره گذاری واحد با شماره سریال منفرد تبدیل نموده اند که روی نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ مشخص گردیده است. محل نمونه‌های برداشت شده به همراه شماره مسلسل نهایی در کمپ، بر روی یک نقشه واحد پیاده شده است. نقاط نمونه‌برداری شده در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان در نقشه شماره ۱ نشان داده شده است. راهنمای نقشه، علائم بکار رفته در هر نقشه را تعریف می کند. نمونه‌های برداشت شده (محل و شماره آنها) در کمپ دویار مورد بازبینی قرار خواهد گرفت. این عمل از طریق مقایسه کردن با لیست‌هایی که قبلاً تهیه گردیده بود انجام شده است. این کار یک مرتبه پس از حمل نمونه‌ها به کمپ و بطور روزانه انجام شده و بار دیگر در خاتمه عملیات انجام گردیده است. درکل، در محدوده این برگه تعداد ۴۳۳ نمونه ژئوشیمیایی برداشت گردیده است. در شماره گذاری نمونه‌ها از یک کد پنج رقمی استفاده شده که این کد متشکل از دو حرف و یک عدد حداکثر سه رقمی است. اولین حرف از سمت چپ هر کد معرف اولین حرف از برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ مربوطه می باشد (حرف D برای دامغان) دومین حرف نیز نمایانگر حرف اول برگه ۱:۵۰,۰۰۰ مربوطه می باشد. هر برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل چهار برگه ۱:۵۰,۰۰۰ است که در این عملیات از حروف زیر برای مشخص کردن آنها استفاده شده است. برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان: طالو (DT)، دامغان (DD)، امیرآباد (DA)، و قلعه (DQ). در این برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ از ترکیبات دو حرفی فوق در اول کد پنج رقمی هر نمونه استفاده شده است. نمونه‌هایی که به حرف H ختم می شوند، معرف نمونه‌های کانی سنگین می باشند.

فصل سوم

نقش سنگ بستر

۱- جدایش جوامع سنگی

یکی از اساسی ترین فرضهای لازم برای تحلیل صحیح مقدار متغیرها در جوامع ژئوشیمیایی، همگن بودن آنهاست (یک جامعه بودن) و هر گونه انحراف در صحت چنین فرضی می تواند کم و بیش موجب انحرافات در تحلیل داده ها گردد و نهایتاً به نتایج ناصحیحی منجر شود. یکی از متغیرهای محیط های سطحی که می تواند موجب ناهمگنی در جامعه ژئوشیمیایی گردد، نوع سنگ بستر رخنمون دار است که نقش منشاء را برای رسوبات حاصل از فرسایش آنها بازی می کند. از آنجا که تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشا رسوبات آبراهه ای می تواند زیاد باشد و از طرفی مقادیر زمینه عناصر مورد بررسی در این سنگ ها تا چندین برابر ممکن است تغییر کند، بنابراین فاکتور تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشا رسوبات، به نظر می رسد یکی از مهم ترین عوامل ایجاد ناهمگنی در جامعه نمونه های ژئوشیمیایی باشد. بدین لحاظ در این گزارش سعی شده تا پردازش داده ها برای جوامع مختلف نمونه های ژئوشیمیایی، صورت پذیرد. از آنجا که هر رسوب آبراهه ای فقط از سنگ های بالادست مشتق می شود، تقسیم بندی این جوامع بر اساس نوع یا انواع سنگ بسترهای رخنمون دار موجود در بخش بالادست محل هر نمونه صورت پذیرفته است. با توجه به نقشه زمین شناسی و موقعیت هر نمونه، کل جامعه نمونه های مورد بحث در این برگه به زیر جوامعی تقسیم یافته است. در زیر رده بندی نمونه های ژئوشیمیایی بر حسب تعداد سنگ بالادست آورده می شود:

الف - زیر جامعه تک سنگی: ۷۹ نمونه (در ۱۴ تیپ سنگ مختلف)

ب - زیر جامعه دو سنگی: ۱۰۱ نمونه (شامل ۳۶ تیپ مجموعه دو سنگی)

ج - زیر جامعه سه سنگی: ۱۲۱ نمونه (شامل ۴۰ تیپ مجموعه سه سنگی)

د - زیر جامعه چهار سنگی: ۵۵ نمونه (شامل ۲۹ تیپ مجموعه چهار سنگی)

ه - زیر جامعه پنج سنگی: ۳۹ نمونه (شامل ۱۹ تیپ مجموعه پنج سنگی)

و - زیر جامعه شش سنگی: ۸ نمونه (شامل ۸ تیپ مجموعه هشت سنگی)

ی - زیر جامعه هفت سنگی: ۸ نمونه (شامل ۷ تیپ مجموعه هشت سنگی)

ر - زیر جامعه هشت سنگی: ۷ نمونه (شامل ۴ تیپ مجموعه هشت سنگی)

ل - زیر جامعه بیش از هشت سنگی: ۱۵ نمونه

جدول ۱-۳: علایم اختصاری و خلاصه سازی مرحله اول جنس سنگها

el: Ds
 emu : Cs
 eml : Cs
 elq : Ds
 lcbr: Cs+Ds
 Dp: Cs+Ds
 DSs : Ds
 Ds : Cs
 Db : Cs
 Dcg : Cs+ Ds
 Pd : Ds
 b : Cs
 Pr : Cs
 Tr : Cs
 Ptr : Cs
 Jvl : VOL
 Jv2 : MAFV
 Js : Ds
 Jd : Cs
 Jl : Cs
 K : Cs
 K2v : MAFV+Ds
 K2 : Cs
 Ec : Ds
 En : Cs
 Eg : EVP
 Et : ACIDV+flow
 Es : Ds+flow
 E : ACIDV+Ds+EVP
 Ngm : Cs+Ds+EVP
 Ngc: Ds
 Qpl : Ds
 Qc : Ds
 Qf : Cs
 Qt1 : Ds
 Qt2 : Ds
 Qal : Ds

DS : Detrital Sediments Rocks
 Cs : Chemistry Sediments Rocks
 EVP : Evaporate Sediments Rocks
 Flow : Lava flow Rocks
 MAFV : Mafic Volcanic Rocks
 ACIDV: Acidic Volcanic Rocks
 Vol : Volcanic Rocks

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

این تقسیم بندی در پردازش داده‌ها از آن جهت اهمیت دارد که به ما اجازه می دهد تا در هنگام محاسبه مقدار زمینه و حد آستانه‌ای، برای هر محیط مشابه به طور جداگانه عمل کرده و از این طریق به میزان همگنی جامعه مورد بررسی کمک کنیم علانم اختصاری بکار برده شده برای جنس سنگ‌ها در جدول ۳-۱ آورده شده است.

لیتولوژیایی که به تنهایی در این برگه به حد نصاب لازم جهت جدایش جوامع سنگی رسیده اند و به طور جداگانه طبقه بندی شده‌اند.

شکل ۳-۱ هیستوگرام توزیع فراوانی تعداد نمونه‌های ژئوشیمیایی را بر اساس تعداد سنگ بالادست آنها در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان نشان می دهد. همچنین شکل شماره ۳-۲ هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های تک سنگی را با نمایش نوع سنگ بالادست آنها برای برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ دامغان نشان می دهد. شکل ۳-۳ نیز هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه‌های وابسته به محیط‌های دوسنگی را (با نمایش نوع سنگ بالادست آنها) برای این برگه نشان می دهد.

۲- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه ای

۲-۱- نقش سنگ بستر در ایجاد آنومالی‌های کاذب

از آنجا که مقدار اندازه گیری شده هر عنصر در سنگ و یا رسوب آبراهه را می توان به دو مؤلفه سن ژنتیک (وابسته به زایش سنگ) و اپی ژنتیک (وابسته به کانی سازی احتمالی) تقسیم کرد. لذا بعضی از آنومالی‌های ژئوشیمیایی در ارتباط با کانی سازی نبوده، بلکه تغییرات لیتولوژی آنها را ایجاد می کند. عناصری که در سنگ‌های مافیک دارای مؤلفه‌های سن ژنتیک قوی می باشند شامل عناصر Mn, Cr, V, Ni, Co بوده که معمولاً در کانه‌هایی با وزن مخصوص بالا ظاهر می شوند. در مورد سنگ‌های رسوبی باید توجه داشت که در حوضه‌های آبریز دو نوع سنگ رسوبی ایجاد مشکل می کنند. یکی سنگ‌های آهکی و دولومیتی است که در آنها جزء کانی سنگین ممکن است از باریت، سلسنتین و آپاتیت غنی باشد در حالیکه سایر کانی‌های سنگین آنقدر کم یافت می شوند که ممکن است مورد استفاده‌ای نداشته باشند. مورد دوم شیل‌ها، بخصوص شیل‌های

سیاه رنگ غنی از مواد آلی هستند که در آنها مقدار زمینه تعداد زیادی از عناصر کانساری، بالا است و در نتیجه پتانسیل زیادی برای تولید آنومالی‌های دروغین دارند.

۲-۲- تغییر پذیری سنگ بستر

از آنجا که طبق شرح خدمات می بایست سنگ بستر رخنمون‌دار، واقع در بالادست نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای در محدوده هر یک از برگه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ مورد بررسی قرار گیرد، به تفکیک نوع سنگ‌ها در مسیر آبراهه‌ای بالادست در حوضه آبریز، مطابق آنچه که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان، گزارش گردیده است، اقدام گردید. این امر موجب می گردد تا نمونه‌های متعلق به هر جامعه از سنگ‌های بالادست در حد امکان همگن و از نظر آماری امکان بررسی آنها تحت یک جامعه بوجود آید.

۲-۳- بررسی مقادیر کلارک سنگ‌های رخنمون‌دار در منطقه

تیپ سنگ‌های موجود در منطقه تحت پوشش، در دو مرحله مورد مشابه سازی قرار گرفته اند. در مرحله اول عمدتاً عامل زمان مؤثر نمی باشد. بدین معنی که اگر سنگ بالادست رخنمون‌دار در آبراهه از جنس آهک است، چه این آهک متعلق به پالئوزوئیک و یا کرتاسه باشد، اثری در طبقه بندی نداشته و هر دو به عنوان یک جامعه سنگ بالادست مورد بررسی قرار می گیرند. علت آنکه گاهی نمی توان تفکیک‌های زمانی روی سنگ‌های مشابه انجام داد آن‌است که در نهایت تعداد جوامع سنگی بالادست آنقدر افزایش خواهد یافت که در هر جامعه فقط چند نمونه ممکن است یافت شود. که تحلیل آماری روی آنها خطای بیشتری تولید خواهد کرد. این امر موجب کاهش شدید دقت تخمین‌های بعدی خواهد شد.

خلاصه سازی مرحله دوم شامل نسبت دادن هر یک از کلاسهای فوق به رده معینی از سنگ‌های آذرین، دگرگونی و یا رسوبی است که حتی الامکان داده‌های جهانی آنها مورد مطالعه قرار گرفته و در دسترس می باشد. جدول ۲-۳ این خلاصه سازی را نشان می دهد.

جدول ۳-۲: خلاصه شده سنگ‌های رخنمون‌دار در حوضه‌های آبریز

محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان

رسوبی	شیمیایی	سنگ آهک، مارن، دولومیت، بوکسیت
	آواری	شیل، ماسه سنگ، کنگلومرا
	تبخیری	گچ
آذرین	بازیک	سنگ‌های بازالت، گدازه های اسپیلیتی
	اسید	توف، جریانهای گدازه

جدول ۳-۳ مقدار فراوانی عناصر مورد بررسی را در دو تیپ سنگ رسوبی فراوان در منطقه و در سه تیپ سنگ آذرین با گسترش نسبتاً زیاد در منطقه نشان می دهد. ستون آخر این جدول برای هر عنصر معین نسبت مقدار حداکثر به حداقل مقادیر کلارک را نشان می دهد. از این نقطه نظر، اکثر عناصر نسبت به سنگ بستر رخنمون‌دار در حوضه آبریز، حساسیت نشان می دهند. بیشترین حساسیت از آن باریم با ضریب ۶۶۶۶/۷ (ماکزیمم مقدار آن در سنگ‌های بازیک و حداقل آن در سنگ‌های اسیدی است) و سپس کبالت (۴۵۰) تنگستن (۲۸۳/۳۱) مس (۱۰۰) نیکل (۸۰) و استرانسیم (۳۰/۵) می باشد. منیمم تغییر پذیری را عنصر بیسموت نشان می دهد (۱/۴). این ارقام نشان می دهند که مقدار یک عنصر در حوضه آبریز، تا آنجائی که به لیتولوژی حوضه آبریز مربوط می شود، بشدت تغییر پذیر بوده و بدون نرمالایز کردن مقدار عنصر نسبت به جنس سنگ‌های بالادست در حوضه آبریز، امکان دست‌یابی به یک جامعه همگن که بتوان بر اساس آن، مقادیر زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی را در آنها مشخص نمود، غیر ممکن می باشد.

Histogram of Distribution of the Upstream Total Rock Types for the Stream Sediment Samples in
Damghan 1:100,000 Sheet

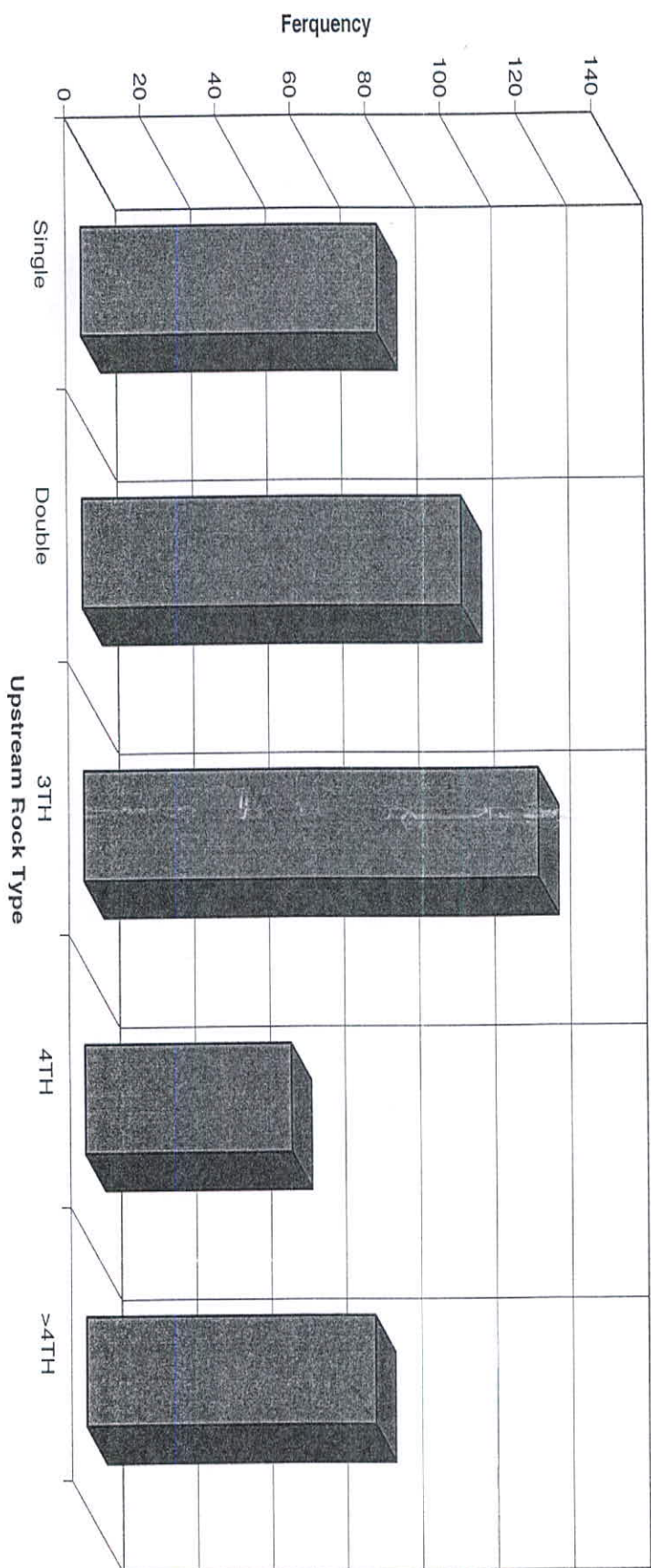


Fig. 3-1

Histogram of Distribution of the Upstream Single Rock Types for the Stream Sediment Samples in Damghan 1:100,000 Sheet

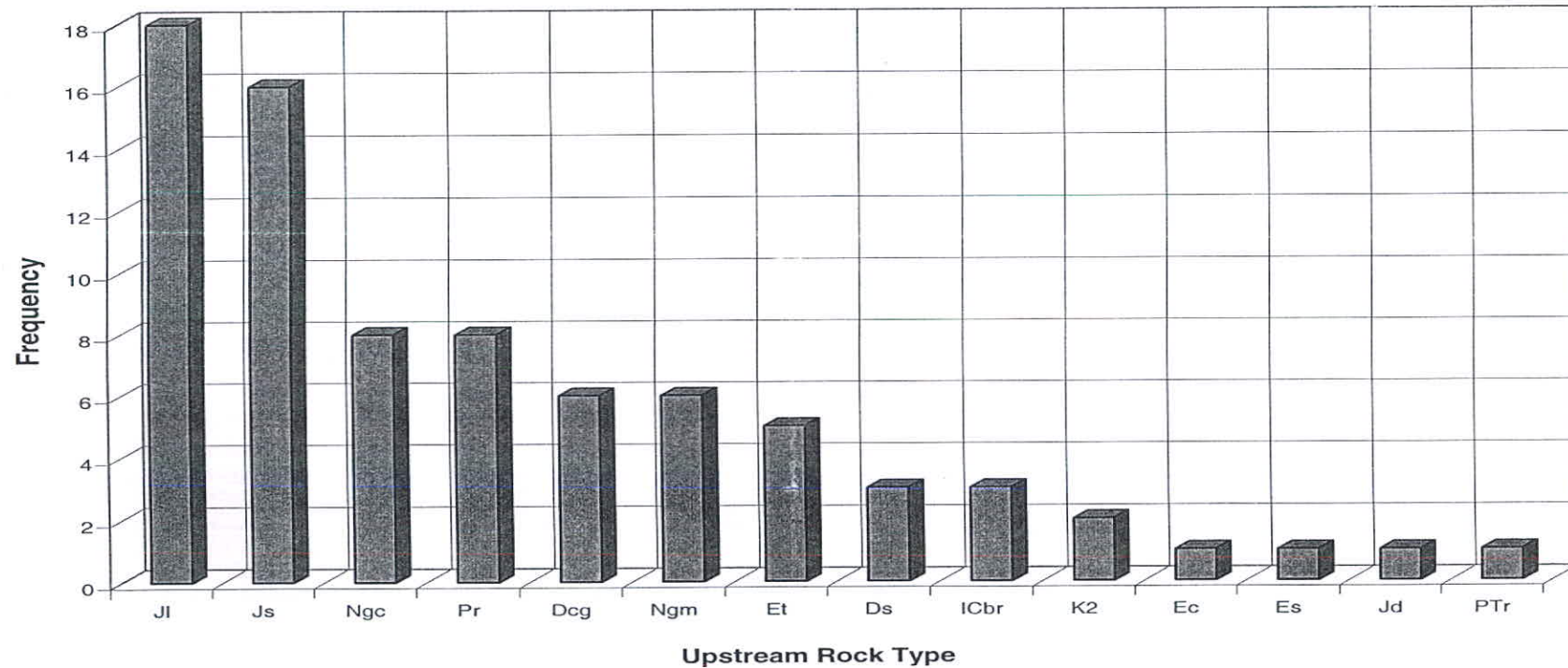


Fig. 3-2

**Histogram of Distribution of the Upstream Double Rock Types for the Stream Sediment Samples in
Damghan 1:100,000 Sheet**

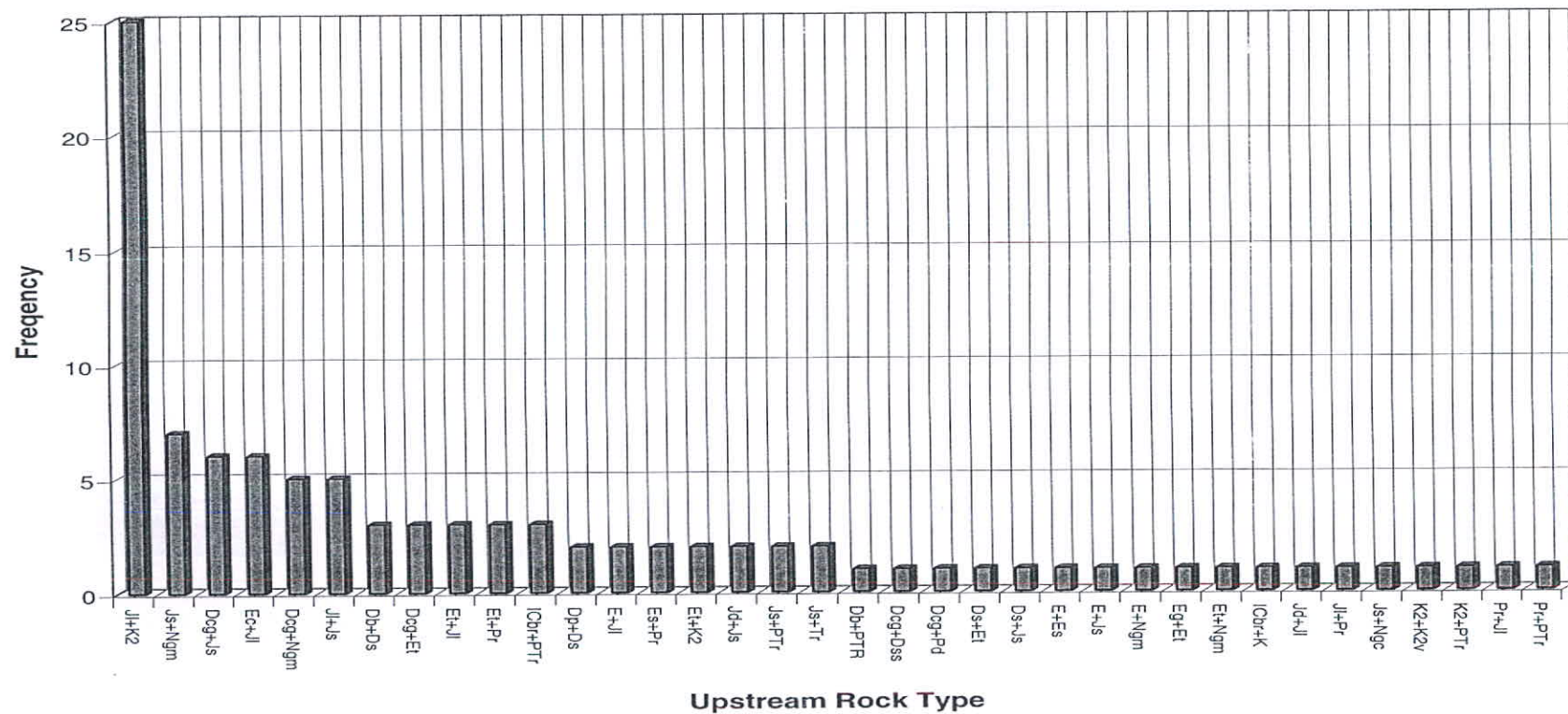


Fig. 3-3

Table 3-3: Clark Values and Max/Min Ratio of The Clark Values in Similar Litology of Damghan 1/100,000 Sheet.

VARIABLE	SEDIMENTARY ROCKS		IGNEOUS ROCKS		MAX/MIN
	SD	SC	ACIDIC	BASIC	
Zn	16	20	39	130	8.1
Pb	7	9	15	8	2.1
Ag	0.0n	n*10	0.051	0.1	2.0
Cr	35	11	22	200	18.2
Ni	2	2	15	160	80.0
Bi	-	-	0.01	0.007	1.4
Cu	1	4	26	100	100.0
As	1	1	1.9	2	2.0
Sb	0.0n	0.2	0.2	1	5.0
Co	0.3	0.1	7	45	450.0
Sn	0.n	0.n	2.5	1.5	1.7
Ba	n*10	10	0.045	300	6666.7
V	20	20	88	200	10.0
Sr	20	610	440	440	30.5
Hg(ppb)	74	45	67	90	2.0
Au(ppb)	n	n	1.2	4	3.3
Fe	48000	28000	25000	84000	3.4
W	1.6	0.6	170	1	283.3
Mo	2.6	0.2	1.3	1.5	13.0
Mn	800	400	400	1200	3.0

فصل چهارم

پردازش داده‌ها

۱- مقدمه

نحوه پردازش داده‌ها در این پروژه به ترتیب زیر بوده است:

وارد کردن داده‌های حاصل از آنالیز شیمیایی در یک بانک اطلاعاتی، که شامل نتایج آنالیز برای عناصر Au, W, Hg, Ba, Mn, Mo, Sn, Co, Sb, As, Cu, Bi, Ni, Cr, Ag, Pb, Zn و Sr, V, Fe می باشد. این داده‌ها که همگی توسط آزمایشگاه شرکت جیانکجی در کشور جمهوری خلق چین تهیه شده اند که بصورت یک فایل Excel و از طریق شبکه جهانی اینترنت در اختیار گروه قرار گرفته است. علاوه بر داده‌های ژئوشیمیایی، شماره نمونه، مختصات و اطلاعات لیتولوژی مربوط به سنگ‌های بالادست هر نمونه نیز در همان فایل ذخیره شده است. داده‌های خام مربوطه بر روی لوح فشرده^۱ آورده شده است.

۲- پردازش داده‌های جوامع نک سنگی

در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان ۴۳۳ نمونه رسوب آبراه‌ای برداشت شده است که تعداد ۷۹ نمونه آنرا، نمونه‌هایی تشکیل می دهد که در بالادست آنها فقط یک نوع سنگ بستر رخنمون دارد. در بین این تیپ سنگ‌های بالادست، سنگ‌های رسوبی از نظر فراوانی مقام اول را داشته، پس از زیاد به کم شامل سنگ آهک توده‌ای (JI)، ماسه‌سنگ و شیل واحد شمشک (Js)، سنگ‌های کنگلومرایی (Ngc) و واحد سنگی آهک ماسیو و ضخیم لایه (Pr) می باشند. برای هر یک از جوامع فوق که تعداد نمونه در آنها در حد تشکیل یک جامعه مستقل بوده پارامترهای آماری محاسبه گردیده تا بتوان از طریق تقسیم مقادیر هر عنصر خاص در آن جامعه، به مقدار میانه آن، ضریب غنی‌شدگی عنصر مربوطه را محاسبه نمود (جدول ۴-۱). در غیر این صورت آن جامعه مورد تحلیل آماری قرار نگرفته بلکه مجموع چنین جوامعی ابتدا مخلوط شده تا بصورت یک جامعه مرکب در آید. آنگاه از طریق محاسبات مشابه، ضریب غنی‌شدگی آنها محاسبه شده است. این امر در مورد جوامع با بیش از یک نوع سنگ بالادست نیز اعمال گردیده است.

^۱ Compact Disk(CD)

۳- پردازش داده‌های جوامع دو سنگی

در محدوده این برگه تعداد ۱۰۱ نمونه برداشت گردیده است که در بالادست آن‌ها دو نوع سنگ بستر در حوضه آبریز رخنمون داشته است. در بین این تیپ سنگ‌های بالادست، فراوانی گروه سنگ‌های رسوبی شیمیایی به طور برجسته بیشتر از گروه‌های دیگر است. گروه‌های با اهمیت به ترتیب فراوانی نزولی آن‌ها عبارتند از:

$$Jl + K2, Js + Ngm, Ec + Jl$$

بنابراین می‌توان گفت که در بین این گروه‌ها، سنگ‌های رسوبی شیمیایی وسعت بیشتری داشته‌اند.

۴- پردازش داده‌های جوامع سه سنگی

در محدوده این برگه تعداد ۱۲۱ نمونه برداشت گردیده که در بالادست آنها سه نوع سنگ رخنمون داشته‌اند. در نهایت بر اساس سنگ بالا دست نمونه‌ها، که ترکیب سنگ بالادست این نمونه‌ها در زیر آورده شده است:

$$Jd + Jl + Js, Db + Dp + Ds, Dcg + Pd + Pr, Jl + K2 + K2v, Es + Et + Pr$$

۵- پردازش داده‌های جوامع چهار سنگی

در مجموع ۵۵ نمونه در بالادست خود دارای چهار نوع رخنمون سنگی بوده‌اند که سه جامعه زیر با تعداد ۵۶ نمونه به عنوان گروه در نظر گرفته شده است:

$$Jd + Jl + Js + K2v, Jd + Jl + Js + Ngc, Dcg + DSs + Pd + Pr.$$

نمونه‌هایی که از نظر مکانی در یک حوضه آبریز قرار گرفته باشند و تعداد آنها کمتر از ۷ نمونه باشد، بصورت یک جامعه در نظر گرفته شده است.

۶- پردازش داده‌های جوامع پنج سنگی

در مجموع ۳۹ نمونه در بالا دست خود دارای پنج نوع رخنمون سنگی بوده‌اند که تنها می‌توان گروه زیر را با تعداد ۷ نمونه تشکیل داد:

$$Jd + Jl + Js + K2 + K2v.$$

Table 4-1: Matrix of Median Values of Elemental Concentration as a Function of Upstream Litology Populations

USRT	Au	Fe	W	As	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Ni	Mo	Sn	Ag	Zn	Co	Cr	V	Mn	Sr	Ba
Jl	0.0006	19100	0.635	7.95	0.35	0.115	0.0165	10.8	15.2	17.85	0.665	1.05	0.0505	81.5	7.15	63.7	54.65	455.5	250.75	213.5
Js	0.0007	34900	1.2	9.9	0.47	0.225	0.0295	17.9	24.7	25.05	0.33	1	0.0385	77	10.6	100.95	104.5	808.5	147.6	298.5
Ngc	0.0005	24950	0.67	7.2	0.55	0.145	0.019	12.05	19.05	14.2	0.8	0.8	0.0555	96	6.2	70.75	71.4	808	297.35	320.5
Pr	0.0007	31950	0.835	9.25	0.495	0.148	0.0155	14.05	22.15	26.05	0.86	1.8	0.075	103.5	10.95	73.15	80.1	568	266.7	228.5
Ec+Jl	0.0009	14650	0.5	6.1	0.2	0.1	0.0105	5.9	8.9	9	0.495	1	0.036	40	5.2	61.45	38.6	284	214.3	133
Jl+K2	0.0006	13900	0.5	8.9	0.37	0.1	0.017	8.6	21.2	13.1	0.75	0.9	0.052	141	6.4	45.5	38.7	336	216.5	175
Js+Ngm	0.0005	29400	0.78	7.2	0.38	0.18	0.017	13.5	20.3	16.8	0.58	0.9	0.046	87	7.3	79.5	78.9	585	329.7	306
Db+Dp+Ds	0.0006	28250	0.92	8.25	0.695	0.15	0.032	13.35	19.4	15.2	0.825	0.95	0.0445	97.5	8.4	72	82.4	648	228.7	344
Dcg+Pd+Pr	0.0008	29000	0.78	11	0.41	0.14	0.017	9.4	17.3	17.2	0.93	2	0.056	106	7.8	52.3	74	333	408.6	134
Es+Et+Pr	0.0007	19800	0.65	9.2	0.5	0.16	0.019	8.8	23.3	16.3	1.44	1	0.064	138	7.3	44.5	69.8	627	2474.7	258
Jd+Jl+Js	0.0005	31650	0.92	11	0.34	0.19	0.024	6	25.45	21.95	0.405	1.15	0.0395	83	10.05	98.35	104.85	581.5	120.35	253.5
Jl+K2+K2v	0.0005	25300	0.64	7.65	0.485	0.16	0.0195	15.6	14.75	26.15	0.86	1.25	0.049	96.5	9.9	69.55	75.4	666	209.85	251
Dcg+Dss+Pd+Pr	0.0008	30800	0.75	8.4	0.62	0.16	0.029	11.5	18.1	22.8	1.2	1.6	0.066	78	9.7	78.8	81.1	530	464.4	430
Jd+Jl+Js+K2v	0.0007	33900	0.955	10.9	0.375	0.235	0.0245	20.85	30.6	30.7	0.325	1.25	0.041	82.5	12.35	119.15	121.15	667	107	281
Jd+Jl+Js+Ngc	0.0006	28400	1.15	12	0.38	0.18	0.028	12.9	21.85	16.65	0.285	0.7	0.0205	67.5	8.25	88.1	82.05	604	137.9	227
Jd+Jl+Js+K2+K2v	0.0004	15200	0.5	4.8	0.38	0.12	0.023	8.4	9.2	13.5	0.85	1	0.08	70	5.8	54.3	58.5	742	488.5	258

Table 4-1: Matrix of Median Values of Elemental Concentration as a Function of Upstream Litology Populations After Classified Same Litology

USRT	Au	Fe	W	As	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Ni	Mo	Sn	Ag	Zn	Co	Cr	V	Mn	Sr	Ba
Cs	0.0006	26400	0.84	9.2	0.6	0.13	0.021	14.4	22.6	17.6	0.78	1	0.05	101.3	7.8	69.8	81.3	628	247.6	300
Cs+Ds	0.0006	30050	0.865	9.7	0.47	0.16	0.023	14.35	24.4	20.05	0.725	1.2	0.0517	91.5	9.1	84.5	87.2	597.5	230.4	257
ACIDV+Cs+flow	0.0005	16650	0.605	7.75	0.685	0.15	0.027	12.2	32.75	19.3	1.155	1.2	0.099	155.5	8	46.6	55.75	933.5	382.2	337.5
Cs+Ds+EVP	0.0006	25900	0.71	8.65	0.39	0.14	0.014	11.7	18.25	16.3	0.85	1.3	0.056	104	7.85	58.2	59.55	449.5	368.05	240.5
Cs+Ds+flow	0.0007	29700	1.1	9.8	0.77	0.2	0.027	18.1	26.4	23.8	0.75	1.2	0.077	92	9.7	93.3	96.3	958	236.9	349
Cs+Ds+MAFV	0.0007	32600	0.868	9.7	0.355	0.172	0.023	15.67	25.35	24.9	0.485	1.25	0.0413	74.5	9.8	95.25	97.75	593.5	151.95	260.9
ACIDV+Cs+Ds+EVP	0.0006	25700	0.7	9.5	0.39	0.16	0.018	12.4	18	14.9	0.53	0.7	0.05	72	6.6	77.9	73.7	644	354.3	296
ACIDV+Cs+Ds+flow	0.0007	28600	0.85	10.5	0.45	0.185	0.028	12.95	26.35	18.45	0.55	1	0.0525	91.5	8.45	76.5	79.85	658	196.8	310.5
ACIDV+Cs+Ds+EVP+flow	0.0007	21200	0.66	8.95	0.435	0.16	0.0195	11.15	19.2	14.6	0.85	1	0.065	98	8.85	66.9	72.1	708	431.65	328.5
ACIDV+Cs+Ds+EVP+flow+MAFV	0.0007	22600	0.72	8.2	0.36	0.16	0.017	16.3	23.9	25.7	1.19	1.9	0.105	131	10.5	71.5	70.2	570	316.2	269

فصل پنجم

تخمین مقدار زمینه

۱- تحلیل ناهمگنی‌ها

همانطور که قبلاً گفته شد، یکی از عوامل مهم در ایجاد ناهمگنی آماری در جوامع ژئوشیمیایی نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای، تنوع و تغییرات لیتولوژی در سنگ‌های بالادست است. برای از بین بردن این عوامل ناهمگن ساز و دستیابی به جوامع همگنی که بتوان از طریق آنها به مقدار زمینه واقعی‌تری دست یافت، اقدام به جداسازی نمونه‌ها بر اساس سنگ بستر رخنمون‌دار در محدوده حوضه آبریز بالادست هر نمونه شده است. سپس نتایج حاصل از هر جامعه با یکدیگر مقایسه شده و تشابهات و تضادهای ژئوشیمیایی مربوط به هر یک بدست آمده است. داده‌های جدول ۴-۱ نشان می‌دهد که سنگ‌های بالادست شامل چهار گروه تک سنگی، سه گروه دوسنگی، پنج گروه سه‌سنگی، سه گروه چهارسنگی، و یک گروه پنج سنگی است که هر یک به تعداد کافی نمونه وجود داشته است و از این‌رو امکان محاسبه پارامترهای آماری تا حدی وجود داشته است.

داده‌های این جداول معرف آن است که در مورد بعضی از عناصر نقش تغییر پذیری سنگ بستر بالادست قوی است.

برای مثال مقدار زمینه Ni , Co در سنگ‌های اولترا مافیک می‌تواند تا چند صد برابر مقدار زمینه آن عناصر در سنگهای فلسیک باشد.

۲- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس سنگ بستر بالادست

برای تعیین سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف نمونه‌های برداشت شده از حوضه‌های آبریز، بر اساس سنگ بالادست آنها بصورت زیر عمل گردیده است:

الف - مقدار میانه هر عنصر در هر سکانس از سنگ‌های بالادست (تک سنگی) که تعداد نمونه‌های کافی برای تحلیل آماری داشته اند محاسبه شده است.

ب - مقایسه مکان قرارگیری هر عنصر در یک سری با سنگ بالادست معین نسبت به مکان قرار گیری همان عنصر در سری کلی.

Table 5-1 : Geochemical Features : Ranking of Different Elements In Different Enviroments Based on Concentration of Each Elements In Stream Sediments.

Total Standard	Fe	Mn	Ba	Sr	Zn	V	Cr	Pb	Ni	Cu	As	Co	Sn	W	Mo	Sb	Bi	Ag	Hg	Au
	26600	596.00	263.00	235.50	92.00	76.50	72.80	22.20	18.20	13.22	9.20	8.30	1.10	0.79	0.71	0.41	0.16	0.05	0.02	0.0006
Jl	Fe 19100	Mn 455.50	Sr 250.75	Ba 213.50	Zn 81.50	Cr 63.70	V 54.65	Ni 17.85	Pb 15.20	Cu 10.80	As 7.95	Co 7.15	Sn 1.05	Mo 0.67	W 0.64	Sb 0.35	Bi 0.12	Ag 0.05	Hg 0.02	Au 0.0006
Js	Fe 34900	Mn 808.50	Ba 298.50	Sr 147.60	V 104.50	Cr 100.95	Zn 77.00	Ni 25.05	Pb 24.70	Cu 17.90	Co 10.60	As 9.90	W 1.20	Sn 1.00	Sb 0.47	Mo 0.33	Bi 0.23	Ag 0.04	Hg 0.03	Au 0.0007
Ngc	Fe 24950	Mn 808.00	Ba 320.50	Sr 297.35	Zn 96.00	V 71.40	Cr 70.75	Pb 19.05	Ni 14.20	Cu 12.05	As 7.20	Co 6.20	Mo 0.80	Sn 0.80	W 0.67	Sb 0.55	Bi 0.15	Ag 0.06	Hg 0.02	Au 0.0005
Pr	Fe 31950	Mn 568.00	Sr 266.75	Ba 228.50	Zn 103.50	V 80.10	Cr 73.15	Ni 26.05	Pb 22.15	Cu 14.05	Co 10.95	As 9.25	Sn 1.80	Mo 0.86	W 0.84	Sb 0.50	Bi 0.15	Ag 0.07	Hg 0.02	Au 0.0007

جداول ۵-۱ نتایج عملیات فوق برای کل جامعه نمونه‌های برداشت شده از برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان که به عنوان ملاک مقایسه برای جوامع دیگر بکار برده شده است همراه با مقادیر مشابه برای چهار تپ سنگ بستر بالادست نشان می دهد.

این جوامع عبارتند از: سنگ آهک توده‌ای (Jl)، ماسه‌سنگ و شیل واحد شمشک (Js)، سنگ‌های کنگلومرای (Ngc) و واحد سنگی آهک ماسیو و ضخیم لایه (Pr).

چنانچه از داده‌های جدول بر می آید، میانه عناصری مانند Ag, Bi, Fe, Mn, Hg, Au نزدیک به میانه مقادیر مربوط به جامعه کلی است که باید این چنین باشد. عناصر Ni, Cr, Sr, Mo در سنگ آهک توده‌ای (Jl) غنی‌شدگی نسبی و عناصر Ba, V, Pb, W, Mo در سنگ آهک توده‌ای (Jl) غنی‌شدگی نسبی نشان می دهند. عناصر V, Cr, Ni, Co, W, Sb در ماسه‌سنگ و شیل واحد شمشک (Js) نسبت به مقادیر میانه کلی غنی‌شدگی و عناصر Zn, Pb, As, Sn, Mo در سنگ آهک توده‌ای (Jl) غنی‌شدگی نسبی نشان می دهد. عنصر Mo در سنگ‌های کنگلومرای (Ngc) غنی‌شدگی و عناصر Sn, W در سنگ آهک توده‌ای (Jl) غنی‌شدگی نسبی نشان می دهند. همچنین عناصر Sr, Ni, Co, Mo در واحد سنگی آهک ماسیو و ضخیم لایه (Pr) غنی‌شدگی و عناصر Ba, Pb, As, W در سنگ آهک توده‌ای (Jl) غنی‌شدگی نسبی از خود نشان می دهد.

۳- تخمین مقدار زمینه

پس از همگن سازی جوامع مختلف، نمونه‌های ژئوشیمیایی برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای براساس نوع سنگ یا سنگ‌های بالادست اقدام به محاسبه مقدار زمینه گردیده است. در این خصوص چون مقدار میانگین، خود تابع مقادیر حدی در تابع چگالی احتمال است، و از طرفی داده‌های ژئوشیمیایی اکثراً چولگی مثبت داشته و مقادیر حد بالایی تابع چگالی احتمال آنها روی مقادیر میانگین اثر می گذارد، از مقدار میانه که مستقل از تغییرات فوق است، استفاده شده است. در این خصوص مقدار میانه به عنوان زمینه انتخاب گردیده است و سپس مقدار هر عنصر در هر نمونه از یک جامعه، به مقادیر میانه آن تقسیم شده تا نسبت غنی‌شدگی یا تهی‌شدگی آن عنصر در هر نمونه محاسبه گردد. بدیهی است عناصری که مقدار نسبت فوق در آنها بیشتر از واحد باشد غنی‌شده و آنها که کمتر از واحد باشد تهی‌شده، تلقی می شوند.

جداول ۵-۲ پارامترهای آماری مربوط به لگاریتم توزیع شاخص غنی‌شدگی نسبی هر یک از متغیرهای بیست‌گانه را نشان می دهد. در این جداول بدیهی است مقدار میانه بصورت عدد صفر ظاهر خواهد شد.

علاوه بر مقدار میانه در این جداول، مقدار میانگین، انحراف معیار و مقدار چولگی و کشیدگی نیز نشان داده شده است. بر اساس این داده‌هاست که نقشه توزیع هر عنصر رسم

گردیده است. لازم به یادآوری است عناصری که در غلظت‌های کمتر از چند ده ppm ظاهر می‌شوند می‌توانند بعضاً ضریب غنی‌شدگی بسیار بالایی از خود نشان دهند که تا حدودی غنی‌شدگی غیر واقعی است. علت این امر می‌تواند به افزایش خطاهای مطلق اندازه‌گیری در غلظت‌های کم بر گردد. بنابراین در انتخاب مناطق امید بخش و تحلیل آنها باید از هر دو معیار مقدار مطلق و غنی‌شدگی نسبی بهره برد.

Table 5-2 :Batch Statistic of Enrichment Index of Variables
in Damghan 1:100,000 Sheet
(for Natural Log of data)

Elements	Au	Fe	W	As	Sb
N used	433	433	433	433	433
N missing	0	0	0	0	0
N .I.E. 0	0	0	0	0	0
Mean	0.003	-0.065	-0.007	-0.039	0.005
Variance	0.111	0.098	0.075	0.115	0.112
Std. Dev.	0.333	0.314	0.274	0.338	0.334
Coef. Var.	11186.11	481.984	3987.162	865.265	7224.824
Skewness	-0.192	-1.463	-0.517	-1.428	0.54
Kurtosis	3.404	7.525	3.563	10.783	4.648
Minimum	-0.847	-1.983	-1.039	-2.374	-0.886
25th %tile	-0.196	-0.186	-0.17	-0.162	-0.203
Median	0	0	0	0	0
75th %tile	0.208	0.098	0.152	0.126	0.159
Maximum	1.041	0.718	0.671	1.397	1.367

Elements	Bi	Hg	Cu	Pb	Ni
N used	433	433	433	433	433
N missing	0	0	0	0	0
N .I.E. 0	0	0	0	0	0
Mean	-0.016	-0.002	-0.025	-0.021	-0.008
Variance	0.064	0.111	0.12	0.152	0.146
Std. Dev.	0.253	0.333	0.347	0.39	0.382
Coef. Var.	1612.911	17028.76	1387.306	1864.817	4506.097
Skewness	-0.252	-0.077	-0.66	-0.517	-0.23
Kurtosis	3.142	3.717	4.276	6.775	3.696
Minimum	-0.716	-1.135	-1.312	-1.485	-1.253
25th %tile	-0.143	-0.191	-0.207	-0.169	-0.205
Median	0	0	0	0	0
75th %tile	0.134	0.209	0.186	0.185	0.22
Maximum	0.767	1.191	1.038	1.829	1.273

Table 5-2 :Batch Statistic of Enrichment Index of Variables
in Damghan 1:100,000 Sheet
(for Natural Log of data)

Elements	Mo	Sn	Ag	Zn	Co
N used	433	433	433	433	433
N missing	0	0	0	0	0
N .LE. 0	0	0	0	0	0
Mean	-0.007	0.015	0	-0.003	-0.004
Variance	0.204	0.13	0.184	0.107	0.091
Std. Dev.	0.451	0.36	0.43	0.327	0.301
Coef. Var.	6186.681	2455.795	120824.3	9413.968	8265.689
Skewness	0.34	0.252	-0.051	-0.279	-0.036
Kurtosis	4.284	4.076	3.745	4.532	3.902
Minimum	-1.224	-1.139	-1.479	-1.26	-0.912
25th %tile	-0.276	-0.182	-0.253	-0.197	-0.168
Median	0	0	0	0	0
75th %tile	0.212	0.201	0.237	0.18	0.176
Maximum	2.162	1.653	1.536	1.067	1.114

Elements	Cr	V	Mn	Sr	Ba
N used	433	433	433	433	433
N missing	0	0	0	0	0
N .LE. 0	0	0	0	0	0
Mean	-0.045	-0.068	-0.023	0.047	-0.002
Variance	0.113	0.14	0.171	0.267	0.073
Std. Dev.	0.336	0.374	0.414	0.517	0.271
Coef. Var.	748.492	549.351	1818.353	1108.01	13950.65
Skewness	0.262	-1.412	0.877	1.527	0.474
Kurtosis	11.93	7.407	9.919	7.922	5.406
Minimum	-1.448	-2.16	-1.563	-1.227	-0.865
25th %tile	-0.199	-0.22	-0.181	-0.232	-0.14
Median	0	0	0	0	0
75th %tile	0.141	0.148	0.142	0.198	0.13
Maximum	2.545	0.983	2.418	2.706	1.087

فصل ششم

تخمین شبکه‌ای شاخص‌های غنی‌شدگی

۱- تخمین شبکه‌ای

با گذشت زمان و افزایش مخارج پروژه‌های اکتشافی، سعی بر آن است که با بکارگیری تکنیک‌های آماری پیچیده‌تر، دامنه تخمین را از نظر بعد مسافت افزایش داد تا از این رهگذر بتوان تعداد نمونه‌های لازم را، برای تخمین در سطح اعتماد معین کاهش داد. این کاهش تعداد نمونه‌ها (البته بدون پایین آوردن سطح اعتماد تخمین) خود موجب کاهش مخارج اکتشافی می‌گردد، زیرا مخارج سایر فازهای اکتشافی (از قبیل آماده‌سازی، آنالیز و پردازش) ارتباط مستقیمی با تعداد نمونه‌ها دارد. معمولاً برگه‌های ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی در کشور ما مساحتی حدود ۲۵۰۰ کیلومترمربع را شامل می‌شود. که اگر چگالی یک نمونه برای هر ۳ کیلومترمربع را در نظر بگیریم، برای هر برگه حدود ۸۰۰ نمونه باید برداشت شود. در چنین شرایطی اگر نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی را به ۲۵۰۰ سلول با مساحت یک کیلومترمربع تقسیم نماییم، کل ۸۰۰ نمونه برداشت شده احتمالاً در حدود ۸۰۰ سلول توزیع خواهد شد و از بقیه ۱۷۰۰ سلول باقیمانده، نمونه‌ای برداشت نمی‌شود، بدین ترتیب هیچ تخمین مستقیمی نمی‌تواند برای حدود ۷۰٪ از مساحت نقشه صورت پذیرد. این تحلیل ساده نشان می‌دهد که تا چه اندازه به تکنیک‌های آماری که بتواند دامنه تخمین مقدار متغیرها را به بخش اعظمی از هر نقشه افزایش دهد نیاز می‌باشد. این تکنیک که در این گزارش تحت عنوان تخمین شبکه‌ای از آن نام برده می‌شود، به ما اجازه می‌دهد تا با داشتن اطلاعات مستقیم از حدود ۸۰۰ سلول شبکه، بتوانیم تخمین‌های لازم فراوانی عناصر و شاخص غنی‌شدگی مربوط به آنها را به حدود ۱۷۰۰ سلول دیگر موجود در محدوده برگه افزایش دهیم. در چنین حالتی افزایش تعداد سلول‌هایی که در مورد آنها داده‌ای بدست می‌آید، موجب می‌گردد تا ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلول‌ها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه بندی‌های موجود در نقشه توزیع یک عنصر فراهم گردد. برای مثال هر گاه یک مقدار آنومالی در بین تعداد زیادی از مقادیر زمینه محصور گردد، ارزش و اعتبار آن مقدار آنومالی زیر سوال خواهد بود. ولی اگر یک مقدار آنومالی به وسیله چندین سلول با مقدار حد آستانه‌ای محصور گردد و این سلول‌ها خود توسط سلول‌های دارای مقدار زمینه نیز محاط گردند، در این صورت این مدل تغییرات تدریجی از اطراف به مرکز آنومالی، موجب افزایش اعتبار مقدار آنومالی می‌گردد.

چنین ارزیابی‌هایی در صورتی میسر است که از تکنیک تخمین شبکه‌ای استفاده گردد. از دیگر امتیازات این روش تخمین آن است که یک شبکه نامنظم نمونه‌برداری را به یک شبکه منظم تخمین تبدیل می‌کند. مهم‌ترین ویژگی بررسی رسوبات رودخانه‌ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی، می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوب رودخانه‌ای دارای خاصیت برداری است. جهت این بردار بطریقی است که همواره مقادیر بالادست خود را معرفی می‌کند. به عبارت دیگر ارقام حاصل از بررسی رسوبات رودخانه‌ای بر خلاف سایر روش‌های ژئوشیمیایی خاصیت جهت‌یافتگی دارند و همواره انعکاس‌دهنده تغییرات، در ناحیه بالادست خود می‌باشند. الگوریتم کنونی به نحوی طراحی شده که این اثر مهم در تخمین را به حساب آورد. این روش اولین بار توسط گروهی از ژئوشیمیست‌های اکتشافی امپریال کالج لندن بکار گرفته شد و سپس با تأیید الگوریتم مورد نظر این روش در هندبوک ژئوشیمی اکتشافی (جلد دوم) به عنوان روشی برای نقشه‌برداری ژئوشیمیایی پیشنهاد گردیده است.

تکنیک تخمین شبکه‌ای شامل چند بخش به شرح زیر است:

انتخاب یک شکل هندسی که بتواند حتی‌الامکان ناحیه حوضه آبریز بالادست هر نمونه را مشخص کند. این شکل هندسی می‌تواند به صورت مختلفی انتخاب گردد. انتخاب چند ضلعی، تا آنجا که به انطباق فیزیکی بیشتر با حوضه آبریز مربوط می‌شود از دیگر اشکال هندسی مناسب‌تر است ولی محاسبات و عملیات مربوط به آن بسیار پیچیده‌تر و پرحجم است.

برای این منظور نیاز است تا حوضه آبریز هر نمونه به وسیله یک چند ضلعی مشخص شود که شروع چند ضلعی در محل برداشت نمونه باشد. نکته مهمی که باید در نظر گرفته شود، آن است که در تعیین این چند ضلعی‌ها باید دقت زیاد در نقشه‌های توپوگرافی نمود تا خاصیت اریبی^۱ در تخمین‌ها وارد نشود سپس مختصات رئوس و چند ضلعی‌های رسم شده همگی در این فایل جمع شده و توسط محاسبات مربوطه، ضرایب هر شبکه از نقشه بدست آورده می‌شود. در این پروژه برای تمامی نمونه‌های برداشت شده از آبراهه‌ها، چند ضلعی‌های حوضه آبریز رسم گردیده که فایل مربوط به مختصات رئوس در لوح فشرده همراه گزارش آورده شده است.

۲- شاخص غنی‌شدگی (Enrichment Index) با حذف اثر سنگ بالادست

بنا به تعریف شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین عبارت است از نسبت غلظت آن عنصر در آن نمونه به غلظت میانگین یا میانه همان عنصر در جامعه‌ای که نمونه مربوطه متعلق به آن است. با این تعریف عوامل موثر در شاخص غنی‌شدگی یک عنصر خاص، در یک نمونه معین، نه فقط تابع مقدار آن عنصر در آن نمونه می باشد بلکه به فراوانی همان عنصر در جامعه وابسته به آن نیز بستگی دارد. بنابراین اگر فراوانی نقطه‌ای و منطقه‌ای یک عنصر، هر دو با شیب ثابتی افزایش و یا کاهش یابند آنچه که ثابت باقی خواهد ماند شاخص غنی‌شدگی است، زیرا صورت و مخرج این کسر به یک نسبت افزایش و یا کاهش می یابند. بدین ترتیب شاخص غنی‌شدگی تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی و یا مولفه سترئوتیک فراوانی یک عنصر در ناحیه منشأ رسوبات آبراهه‌ای می باشد. برای مثال دو رسوب آبراهه‌ای A و B را در نظر می گیریم که اولی حاصل فرسایش یک واحد بازالتی و دومی حاصل فرسایش یک واحد دولومیتی است بدیهی است مقدار Ni در واحد بازالتی و رسوب حاصل از فرسایش آن به مراتب بیشتر از مقدار همین عنصر در واحد دولومیتی و یا در رسوب حاصل از فرسایش آن است. چنانچه رسوب حاصل از فرسایش دولومیت با رسوب حاصل از فرسایش بازالت از نظر فراوانی نیکل مورد مقایسه قرار گیرد، ملاحظه می گردد که تا چه اندازه نوع اخیر از نیکل غنی تر است. حال آنکه اگر مقدار نیکل یک نمونه رسوب حاصل از فرسایش بازالت به میانگین آن نرمالایز شود و همین عمل در مورد رسوب حاصل از فرسایش دولومیت صورت گیرد و آنگاه مقادیر نرمالایز شده با هم مقایسه شوند، ملاحظه خواهد شد که در صورت نبود مولفه اپی ژنتیک، اختلاف دو جامعه آماری ممکن است بی اهمیت باشد. در حالتی که رسوب حاصل از فرسایش بازالت به دلیل وجود کانی‌سازی (مولفه اپی ژنتیک) دارای مقادیر بسیار بالایی از نیکل باشد، در این صورت ممکن است مقادیر نرمالایز شده اختلاف فاحشی را نشان دهند. این اختلاف از نوع معنی دار تلقی شده و برخلاف اختلاف بین دو مقدار نرمالایز نشده، باید در جستجوی عامل ایجاد کننده آن بود.

نظر به اینکه شاخص غنی‌شدگی می تواند داده‌های ژئوشیمیایی را از تغییرات لیتولوژی (مولفه سترئوتیک) در ناحیه منشأ مستقل سازد، در این پروژه مبنای محاسبات قرار گرفته است. برای محاسبه شاخص غنی‌شدگی متغیرهای تک عنصری در هر نمونه از رابطه زیر استفاده می شود:

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

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

۳- محاسبه احتمال رخداد هر یک از شاخص‌های غنی‌شدگی

از آنجا که نقشه برداری ژئوشیمیایی از رسوبات آبراه‌ای به دو منظور مختلف، شامل: ارزیابی پتانسیل معدنی واحدهای تکتونوماگمایی و نهایتاً تهیه نقشه متالورژی این واحدها از طریق رسم نقشه توزیع عناصر ارزیابی آنومالی‌های ژئوشیمیایی امید بخش جهت انجام عملیات اکتشافی تفصیلی تر صورت می‌گیرد، برای آنکه در پروژه حاضر هر دو منظور رعایت شده باشد، علاوه بر رسم نقشه توزیع ژئوشیمیایی عناصر در مقیاس ناحیه‌ای که در آن منظور اول ملحوظ می‌شود، اقدام به محاسبه احتمال رخداد هر یک از مقادیر آنومال نیز گردیده است تا بتوان از این طریق به ملاکی جهت دسترسی به منظور دوم دست یافت. پس از آنکه مقدار هر عنصر در هر یک از جوامع به میانه همان عنصر در همان جامعه تقسیم شد (نرمالایز کردن اثر لیتولوژی‌های مختلف)، حال می‌توان با نتایج حاصل از نمونه‌های متعلق به جوامع مختلف، تشکیل جامعه کلی داد و سپس روی این جامعه تحلیل آماری کرد. از آنجا که نتایج حاصل از فاز قبل، شاخص غنی‌شدگی هر عنصر را نشان می‌دهد، جامعه کلی بدست آمده تحت عنوان جامعه شاخص غنی‌شدگی نامیده می‌شود که در صورت دقت کافی در نقشه زمین‌شناسی می‌تواند تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی در ناحیه منشأ رسوبات آبراه‌ای باشد. علاوه بر محاسبه پارامترهای آماری هر یک از جوامع (شاخص غنی‌شدگی هر عنصر)، احتمال رخداد هر مقدار از یک عنصر در هر نمونه نیز محاسبه گردیده است. در این محاسبات مقادیر خارج از رنج (Outlier) مقادیر EI از محاسبات حذف شده اند تا فرض آماری لازم در محاسبات مقادیر PN برقرار می‌باشد. در جدول (۶-۱) مقادیر خارج از رنج محاسبه شده بر اساس مقادیر EI ارائه گردیده است. مقادیر فوق الذکر ابتدا از محاسبات کنار گذاشته شده‌اند و پس از انجام محاسبات آماری به مجموعه نهایی اضافه شده‌اند. احتمالات حاصل به عنوان ملاکی جهت ارزیابی مقادیر به ظاهر آنومال مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول (۶-۲) نتیجه عملیات فوق را نشان می‌دهد. در این جدول نمونه‌هایی آورده شده است که مجموع مقادیر $1/P_N$ محاسبه شده برای آن بالای دو می‌باشد. چنانچه ملاحظه می‌گردد شدت آنومالی‌ها با معیاری احتمال پذیر محاسبه گردیده است. این شدت برابر با عکس

حاصل ضرب احتمال رخداد یک مقدار معین از یک عنصر در جامعه نمونه‌های مورد بررسی در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان است. بدین ترتیب برای سرب ۱۴ آنومالی، منگنز ۱۳ آنومالی، آرسنیک ۱۱ آنومالی، آنتیموان نه آنومالی، روی، استرانسیوم، وانادیم و بارییم هفت آنومالی، کبالت شش آنومالی، نقره، جیوه و طلا پنج آنومالی، آهن، کرم و بیسموت چهار آنومالی، مس و مولیبدن سه آنومالی، نیکل و قلع دو آنومالی و تنگستن یک آنومالی واقعی حاصل گردیده است، که البته بعضی از محدوده‌های فوق تنه‌ام‌نشاء لیتولوژی دارند و این موضوع در هنگام انجام عملیات کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی بررسی شده است.

Table 6-1 : Outlier Samples in Damghan 1:100,000 Sheet (Based on E.I.)

[illegible]

Table 6-2 : Promising sampling Points Based on the Sum of Probabilistic Intensity of Anomalies

Sample No	Au	Fe	W	As	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Ni	Mo	Sn	Ag	Zn	Co	Cr	V	Mn	Sr	Ba	Sum(1/P.N)
DT-65	0.006	23.095	0.003	0.003	0.004	0.005	0.329	0.274	0.003	1.046	0.017	0.014	0.030	0.004	23.095	12.939	23.095	0.019	0.021	0.002	84.002
DQ-345	0.005	0.005	0.102	0.031	23.095	0.006	23.095	0.013	0.008	0.039	0.010	0.003	0.012	0.020	23.095	0.004	0.002	0.005	0.004	0.008	69.562
DA-245	23.095	0.003	0.004	23.095	0.017	0.005	0.005	0.003	23.095	0.004	0.004	0.004	0.003	0.011	0.003	0.003	0.005	0.004	0.005	0.005	69.372
DA-255	0.353	0.007	0.068	0.019	7.677	1.131	9.047	1.077	0.007	0.009	0.005	0.002	1.787	0.003	0.007	0.071	12.421	23.095	0.003	0.007	56.796
DA-218	0.003	0.006	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.009	0.011	23.095	2.837	23.095	0.005	0.005	1.830	0.005	0.004	0.007	0.006	0.007	50.949
DA-247	0.007	0.006	0.004	23.095	0.148	0.005	0.017	0.018	23.095	0.014	0.007	0.005	0.006	2.883	0.012	0.005	0.007	0.010	0.004	0.011	49.358
DA-254	0.042	0.008	0.010	0.004	0.090	0.543	0.284	0.127	0.005	0.019	0.005	0.002	0.109	0.003	0.019	0.094	23.095	23.095	0.005	0.014	47.573
DA-234	0.007	0.004	0.029	23.095	0.014	0.005	0.017	0.032	0.992	0.009	0.006	0.006	0.006	23.095	0.009	0.005	0.004	0.007	0.004	0.005	47.350
DT-460	0.016	0.005	0.006	0.024	23.095	0.003	3.220	0.003	0.006	0.051	0.091	0.007	0.035	0.016	20.536	0.002	0.002	0.005	0.004	0.005	47.132
DT-25	0.009	0.004	0.004	0.003	0.179	0.008	0.219	0.007	23.095	0.014	0.010	0.004	0.242	0.020	0.012	0.004	0.101	23.095	0.035	0.066	47.131
DA-252	0.019	0.002	0.003	0.008	0.111	0.003	0.009	0.237	0.017	0.018	0.056	0.003	23.095	0.037	0.007	0.004	0.014	23.095	0.016	0.009	46.764
DA-246	23.095	0.005	0.004	0.005	0.005	0.007	0.006	0.005	23.095	0.009	0.010	0.008	0.012	0.031	0.006	0.004	0.007	0.006	0.005	0.005	46.330
DA-249	0.003	0.003	0.004	23.095	0.014	0.005	0.005	0.003	23.095	0.003	0.004	0.003	0.004	0.006	0.003	0.004	0.003	0.003	0.008	0.005	46.273
DT-21	0.007	0.003	0.004	0.005	0.213	0.005	0.720	0.006	0.118	0.010	0.799	0.007	11.775	2.331	0.006	0.003	0.005	23.095	0.533	0.016	39.659
DT-19	0.116	0.026	0.028	0.004	0.004	0.057	0.078	0.065	0.012	0.051	0.004	0.005	0.030	0.005	0.074	0.084	23.095	13.921	0.002	0.017	37.681
DA-248	0.013	0.003	0.004	13.228	0.065	0.005	0.007	0.006	23.095	0.008	0.007	0.008	0.014	0.266	0.007	0.004	0.004	0.008	0.003	0.006	36.761
DA-275	0.003	0.004	0.004	23.095	0.148	0.005	0.008	0.013	6.063	0.005	0.008	0.005	0.007	3.460	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004	32.849
DT-149	0.017	0.002	0.002	0.002	0.074	0.004	0.004	0.003	0.002	0.003	0.443	0.003	2.397	0.023	0.002	0.002	0.003	23.095	1.825	0.010	27.919
DT-42	0.017	23.095	0.130	0.157	0.002	0.143	0.007	0.015	0.005	0.035	0.002	0.008	0.002	0.002	0.072	2.293	1.374	0.002	0.002	0.003	27.368
DT-102	0.002	0.044	0.655	0.047	0.002	23.095	0.047	0.017	0.016	0.381	0.002	0.081	0.003	0.003	0.854	0.140	0.047	0.003	0.002	0.004	25.427
DQ-342	0.003	0.005	0.004	0.008	21.859	0.003	0.568	0.006	0.014	0.009	0.017	0.003	0.006	0.008	2.378	0.002	0.002	0.003	0.004	0.011	24.911
DT-66	0.006	0.013	0.007	0.005	0.010	0.024	0.037	0.014	0.004	0.228	0.017	0.037	0.024	0.008	0.548	23.095	0.060	0.010	0.002	0.004	24.153
DQ-277	0.097	0.006	0.147	0.004	0.003	0.351	0.057	23.095	0.008	0.046	0.002	0.007	0.003	0.005	0.103	0.074	0.036	0.013	0.003	0.007	24.066
DA-251	0.042	0.010	0.006	0.006	0.325	0.079	0.449	0.004	0.005	0.003	0.003	0.002	0.004	0.003	0.004	0.005	0.014	23.095	0.003	0.004	24.065
DT-54	0.005	0.005	0.034	0.008	0.090	0.012	0.006	0.071	0.045	0.007	0.012	0.005	0.038	0.007	0.006	23.095	0.011	0.401	0.004	0.103	23.963
DQ-405	0.043	0.025	0.008	0.008	0.469	0.106	0.007	0.031	0.003	0.007	0.005	0.005	0.008	0.003	0.006	0.007	0.058	0.018	0.006	23.095	23.917
DQ-339	0.003	0.005	0.002	0.002	0.004	0.004	0.014	0.013	0.122	0.004	23.095	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.574	0.002	0.003	0.008	23.869
DT-109	0.003	0.005	0.005	0.002	23.095	0.002	0.030	0.004	0.028	0.010	0.585	0.005	0.024	0.029	0.002	0.006	0.003	0.004	0.009	0.006	23.856
DA-258	0.003	0.004	0.016	0.014	0.004	0.005	0.005	0.004	23.095	0.006	0.010	0.008	0.006	0.456	0.007	0.008	0.005	0.006	0.005	0.003	23.668
DA-265	0.042	0.007	0.003	23.095	0.006	0.005	0.004	0.016	0.139	0.006	0.005	0.004	0.004	0.006	0.007	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	23.366
DA-225	0.007	0.003	0.003	0.004	0.030	0.004	0.003	0.004	0.017	0.005	0.024	0.004	0.116	0.012	0.004	0.003	23.095	0.008	0.004	0.004	23.348
DT-45	23.095	0.004	0.003	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.137	0.004	23.289

Table 6-2 : Promising sampling Points Based on the Sum of Probabilistic Intensity of Anomalies

Sample No	Au	Fe	W	As	Sb	Bi	Hg	Cu	Pb	Ni	Mo	Sn	Ag	Zn	Co	Cr	V	Mn	Sr	Ba	Sum(1/P.N)
DT-90	0.002	0.005	0.004	0.007	0.009	0.005	23.095	0.007	0.005	0.004	0.004	0.030	0.006	0.012	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	23.231
DA-259	0.003	0.002	0.003	23.095	0.002	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.004	0.005	0.002	0.003	0.008	0.002	23.167
DT-22	0.005	0.002	0.003	0.005	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.007	0.026	0.006	0.022	0.003	0.002	0.002	0.003	20.617	0.003	20.721
DT-116	0.003	0.005	0.029	0.002	0.002	0.272	0.005	0.010	0.003	0.003	0.002	0.004	0.005	0.002	0.003	0.007	0.008	0.019	0.044	19.941	20.369
DT-27	0.003	0.003	0.003	0.003	0.012	0.004	0.005	0.004	0.004	0.006	0.016	0.005	0.049	0.013	0.006	0.005	0.044	15.889	0.493	0.009	16.378
DT-30	0.005	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.006	0.003	0.187	0.017	0.007	1.028	0.003	0.002	0.002	0.003	13.545	0.004	14.829
DA-263	0.022	13.272	0.003	0.047	0.008	0.014	0.003	0.003	0.010	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.010	0.009	0.006	0.007	0.332	13.766
DT-107	0.017	0.007	0.066	0.008	0.007	0.005	0.008	0.048	9.973	0.036	0.004	0.012	0.019	0.021	0.018	0.040	0.032	0.013	0.003	0.006	10.343
DT-153	0.005	0.002	0.002	0.002	0.011	0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.027	0.002	0.164	0.004	0.002	0.002	0.002	0.003	10.095	0.005	10.343
DT-115	0.003	0.006	0.014	0.002	0.003	0.272	0.007	0.023	0.003	0.011	0.004	0.006	0.010	0.003	0.005	0.005	0.009	0.017	0.025	8.137	8.566
DT-15	0.005	0.003	0.004	0.011	0.011	0.004	0.049	0.005	0.005	0.003	0.006	0.005	0.007	0.007	0.003	0.003	0.003	0.006	0.095	7.826	8.059
DA-210	0.003	0.006	0.005	5.425	1.156	0.014	0.037	0.003	0.004	0.003	0.008	0.003	0.003	0.017	0.004	0.009	0.003	0.004	0.006	0.831	7.545
DQ-434	0.066	0.188	0.010	0.007	0.008	0.024	0.015	5.840	0.031	0.302	0.003	0.013	0.094	0.010	0.168	0.015	0.062	0.029	0.002	0.012	6.902
DQ-389	0.004	0.012	0.060	0.005	0.153	6.210	0.020	0.006	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003	0.002	0.004	0.008	0.034	0.024	0.002	0.009	6.565
DT-31	0.005	0.057	0.055	0.007	0.005	6.210	0.008	0.005	0.003	0.005	0.002	0.005	0.003	0.002	0.006	0.055	0.018	0.005	0.005	0.004	6.463
DT-43	0.013	0.004	0.007	0.004	0.021	0.013	0.004	0.005	1.530	0.005	0.005	0.003	0.006	4.336	0.005	0.003	0.009	0.035	0.005	0.024	6.037
DA-178	0.003	0.005	0.013	0.005	0.004	0.006	0.003	0.002	0.006	0.002	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.004	0.005	0.003	0.012	5.353	5.440
DA-222	0.006	0.002	0.002	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.011	0.003	0.005	0.003	0.005	5.115	0.003	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	5.188
DQ-439	0.005	0.006	0.011	0.323	0.005	0.005	3.826	0.003	0.018	0.004	0.008	0.008	0.139	0.010	0.004	0.004	0.004	0.003	0.007	0.002	4.392
DT-104	0.002	0.011	3.747	0.017	0.004	0.084	0.125	0.022	0.013	0.087	0.004	0.081	0.005	0.005	0.054	0.007	0.008	0.004	0.003	0.008	4.291
DT-155	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002	0.707	0.004	1.755	0.015	0.002	0.002	0.003	0.002	1.641	0.003	4.159
DA-197	0.005	0.004	0.003	0.009	0.003	0.003	0.005	0.006	3.526	0.006	0.007	0.014	0.006	0.455	0.004	0.004	0.003	0.002	0.003	0.002	4.070
DQ-431	0.026	0.856	0.103	0.016	0.010	0.194	0.048	0.183	1.620	0.137	0.007	0.025	0.032	0.037	0.097	0.020	0.308	0.144	0.003	0.033	3.899
DA-203	0.005	0.086	0.026	0.005	0.014	0.106	0.007	0.117	0.004	0.052	0.006	0.006	0.005	0.004	0.034	0.025	2.739	0.081	0.007	0.033	3.360
DT-158	1.566	0.005	0.003	0.003	1.422	0.002	0.014	0.003	0.018	0.002	0.091	0.005	0.008	0.007	0.003	0.004	0.003	0.002	0.004	0.007	3.171
DT-23	0.006	0.005	0.006	0.004	0.030	0.008	0.024	0.003	0.005	0.005	0.007	0.006	0.015	0.015	0.004	0.005	0.019	1.461	1.451	0.006	3.084
DT-146	0.002	0.002	0.002	0.003	0.084	0.002	0.007	0.003	0.002	0.004	0.243	0.004	0.041	0.067	0.003	0.002	0.002	0.008	0.021	2.307	2.812
DQ-299	0.005	0.005	0.010	0.005	0.003	0.005	0.012	0.010	0.024	0.009	0.005	0.006	0.033	0.005	0.006	0.013	2.519	0.067	0.003	0.012	2.754
DT-126	0.042	0.002	0.002	0.002	0.014	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003	0.443	0.003	0.856	0.003	0.002	0.002	0.002	0.004	1.221	0.022	2.634
DT-94	0.003	0.010	0.009	0.010	0.005	0.656	0.203	0.157	0.053	0.215	0.006	0.523	0.008	0.012	0.581	0.006	0.025	0.006	0.004	0.009	2.502
DQ-355	0.003	0.003	0.003	0.003	0.005	0.002	0.002	0.003	0.016	0.008	1.171	0.205	0.519	0.323	0.006	0.003	0.003	0.003	0.014	0.008	2.302
DT-148	0.017	0.002	0.002	0.002	0.014	0.004	0.007	0.003	0.002	0.003	0.052	0.003	0.331	0.009	0.002	0.003	0.008	1.419	0.396	0.011	2.291
DQ-400	0.016	1.813	0.004	0.007	0.268	0.003	0.004	0.005	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.005	0.014	0.027	0.005	0.003	0.004	2.197
DQ-334	0.013	0.014	0.006	1.223	0.006	0.009	0.069	0.007	0.021	0.010	0.042	0.672	0.022	0.014	0.009	0.003	0.024	0.003	0.008	0.002	2.176

۴- محاسبه ضریب غنی‌شدگی بر اساس آنالیز نمونه‌ها

محاسبه حد آستانه‌ای و جداسازی مقدار زمینه از مسائلی است که راههای گوناگونی توسط محققان برای آن ارائه شده است. از ساده‌ترین روش‌های تک متغیره برای این امر استفاده از لگاریتم طبیعی اعداد است. یکی از روش‌های بسیار معمول در این زمینه، محاسبه ضرایب غنی‌شدگی به وسیله حذف اثر سنگ بالادست می باشد که در مورد آن پیشتر صحبت به میان رفت. در واقع اگر محل برداشت نمونه به زون مینرالیزه نزدیک باشد مسئله محاسبه غنی‌شدگی بخودی خود متغی است. اما در حالت کلی ترکیبات سنگ‌های میزبان به همراه اثرات کانی‌زایی در مسیر رودخانه رسوب می کند و رسوباتی که مورد آنالیز قرار می گیرد منعکس کننده ترکیبات سنگ‌های منطقه‌ای به همراه اثرات کانی‌زایی می باشد. از آنجا که برای هر نمونه بیست عنصر مورد آنالیز قرار می گیرد لذا روش‌های تک متغیره از اعتبار کافی در مقابل روش‌های چند متغیره برای این سری اعداد برخوردار نمی باشند. از لحاظ علمی از آنجا که یک تعدادی از عناصر در ارتباط با ترکیبات سنگ‌های منطقه می باشند لذا با تغییر واحدهای سنگی، مقدار تمرکز این عناصر تغییر می کند. با حذف اثرات این عناصر به صورت عام در نمونه‌ها، عملاً می توان تاثیرات عامل‌های لیتولوژی را در نمونه‌ها حذف کرد و میزان تاثیر کانی‌زایی را در نمونه‌ها محاسبه کرد. با در نظر گرفتن روند تغییرات این عناصر در سنگ‌های مختلف از جمله روش‌های مؤثر چند متغیره جهت حذف اثر این عناصر، روش‌های تقلیل بعد می باشد. با توجه به واریانس زیاد این عناصر در جامعه نمونه‌ها، مقادیر ویژه آنها عمدتاً جزو مقادیر اول تا سوم می باشد و لذا در روش تجزیه به عامل‌های اصلی^۱ اثرات این عناصر در فاکتورهای اول تا سوم ظهور پیدا می کند و با حذف اثر این سه فاکتور در کل جامعه نمونه‌برداری شده آنچه باقی می ماند، میزان غنی‌شدگی نسبت به هر عنصر می باشد و اثر لیتولوژی در بین نمونه‌ها حذف می گردد.^۲

این عمل برای نمونه‌های برداشته شده در برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ دامغان انجام گرفته است. برای این منظور با توجه به روش تجزیه به عامل‌های اصلی (PCA) داده‌های خام نرمال شده و سعی گردیده که جامعه‌ای تا حد امکان نرمال جهت آنالیز آماده شود. سپس جامعه نرمال توسط نرم افزار SPSS مورد آنالیز PCA قرار گرفت. جهت حذف اثر بعد از ماتریس همبستگی جهت تعیین ضرایب استفاده گردیده است و تعداد فاکتورها به اندازه تعداد عناصر تعیین گردیده است. بدین ترتیب عناصری که بیشترین واریانس را داشته باشند در فاکتورهای ابتدایی تاثیرات خود را

1- Principle Component Analysis

2- Computer & Geosciences Vol 21. Nol pp 1995

نشان می دهند. با اعمال ضرایب بدست آمده در اعداد خام و محاسبه ماتریس عوامل، نتایج آنالیز PCA بدست می آید. مرحله بعدی حذف اثر فاکتورهای لیتولوژیکی می باشد برای این هدف لازم است که فاکتورهای اول تا پنجم با روش تخمین شبکه‌ای بصورت نقشه نمایش داده شوند تا مشخص شود کدام فاکتورها می توانند در مجموع تغییرات سنگ‌های منطقه را نمایش دهند. عبارت دیگر با رسم فاکتورهای مختلف، سعی در شبیه سازی نقشه زمین‌شناسی منطقه می شود و بدین ترتیب، فاکتورهایی که در ارتباط با ترکیبات سنگ‌های منطقه می باشند شناسایی می شود. مرحله آخر حذف اثر فاکتورهای مشخص شده به عنوان عامل‌های لیتولوژیکی از کل جامعه می باشد. برای این منظور عکس ترانهاده ماتریس ضرایب محاسبه شده و فاکتورهای لیتولوژیکی در آن بصورت سطرها مشخص حذف می گردد. همچنین این فاکتورها باید از ستون‌های ماتریس عامل‌ها نیز حذف گردد. با ضرب ماتریس عامل‌هایی که ستون‌های مورد نظر آن حذف شده در ماتریس ضرابی که سطرها مورد نظر در آنها حذف گردیده، ماتریس حاصل می شود که تعداد ستون‌های آن به تعداد عناصر مورد آنالیز بوده و تعداد سطرها آن، برابر تعداد نمونه‌ها می باشد. این ماتریس که ماتریس نهایی می باشد، نشانگر میزان غنی‌شدگی نمونه‌ها نسبت به عناصر بوده و در آن اثر عامل‌های لیتولوژیکی حذف شده است. لذا برای تعیین میزان غنی‌شدگی نمونه‌ها، اثر فاکتورهای لیتولوژیکی حذف گردیده است. و برای تمامی عناصر، ضرایب نهایی رسم و مقادیر بالای ۹۹ درصد آنها به روی یکدیگر منطبق گردیده و به عنوان یکی از نقشه‌های نهایی جهت کنترل ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی مورد استفاده قرار گرفته است. نقشه توزیع ضرایب غنی‌شدگی به روش PCA این آنومالیاها را نشان می دهد.

۵- معرفی متغیرهای تک عنصری و چند عنصری و رسم نقشه‌ها

متغیرهای تک عنصری و چند عنصری که بتواند پتانسیل‌های کانساری را در این منطقه به طور مناسب‌تری منعکس نمایند. از طریق بکارگیری روش آنالیز فاکتوری و رسم موقعیت متغیرها در مختصات فاکتوری معرفی می شوند. در چنین مختصاتی، متغیرهایی که بار فاکتورهای آنها نزدیک به صفر می باشد بی اهمیت بوده و هر چه فاصله آنها از مبدا مختصات $(F=0_i, F=0_j)$ بیشتر باشد، پتانسیل عنصر از نظر کانی سازی می تواند با اهمیت تلقی شود. البته این امر پس از خنثی سازی مولفه‌های سنژنتیک (بطور عام) از طریق اثر دادن سنگ بالا دست، صادق است. در این صورت چنانچه مجموعه‌ای از متغیرها در امتداد معینی از مبدا دور شده باشند، می توانند به عنوان متغیرهایی که ارتباط پارائزی با یکدیگر دارند، به حساب آیند. بنابراین با استفاده از این روش می توان با تغییر محورهای مختصات (فاکتورهای

مختلف) موقعیت عناصر را واضح تر مورد مطالعه قرار داد. در مطالعه حاضر، یک مدل پنج فاکتوری می توانسته است بیشتر از ۹۵٪ از تغییرپذیری را توجیه کند.

اشکال ۱-۶ تا ۱۳-۶ وضعیت متغیرهای مختلف را در مختصات های مختلف معرفی می کند. مطالعه این اشکال معرف آن است که :

۱- عناصری که به طور نسبی امتیازات فاکتوری قابل ملاحظه ای از خود نشان می دهند عبارتند از: Ag, Sr, Mo. بقیه عناصر نسبت به عناصر فوق دارای امتیازات کمتری هستند که دلیل آن را می توان در پیچیدگی زمین شناسی این برگه و عدم حذف اثر فاکتورهای لیتولوژیکی، در نمونه ها دانست. در ضمن آنومالیهای Sr می تواند بر اثر وجود لایه های گچ در منطقه ایجاد شده باشد.

۲- فاکتور دوم عمدتاً معرف آنومالی های Mo می باشد.

۳- فاکتور سوم عمدتاً نشانگر Sb, Ag می باشد بقیه عناصر در این فاکتور امتیازهای نزدیک به یکدیگر پیدا کرده اند. و فاکتور چهارم نسبت به عناصر Sn, Ni مقادیر حدی نشان می دهد و در فاکتور پنجم نیز عناصر Cr, Mo مقادیر حدی را از خود نشان می دهند.

۴- در اکثر فاکتورها Ag, Sb خود را جدا کرده اند و لذا با توجه به واحدهای منطقه، می توان آنومالی های این عناصر را با اهمیت و در خور توجه معرفی کرد.

۵- قدر مسلم فاکتورهای ۱ و ۲ عمدتاً متأثر از تداخل های لیتولوژیکی می باشد

در جدول ۳-۶ نمونه های پرتانسیل تعیین شده به روش آنالیز تطبیقی بر اساس امتیازات فاکتوری محاسبه شده ارائه شده است. در این جدول بر اساس فاصله اقلیدسی محاسبه شده در فضای پنج فاکتوری، ۱۵ نمونه که کمترین فاصله را نسبت به هر متغیر داشته اند به عنوان پرتانسیل ترین نمونه معرفی شده اند. علاوه بر نتایج فوق مقدار $1/P_N$ و E_i متناظر هر نمونه و همچنین مقدار مجموع $1/P_N$ به همراه پاراژن های مشاهده شده در محل هر نمونه ارائه شده است.

۶- ترسیم نقشه ها

به منظور انجام فاز کنترل آنومالی ها اقدام به تهیه نقشه تک متغیره توزیع کلیه متغیرهای ژئوشیمیایی با استفاده از روش تخمین شبکه ای شده است. برای این منظور علاوه بر توزیع داده های خام، توزیع ضرایب غنی شدگی بر اساس حذف اثر سنگ بالادست بصورت کلی و با جدا سازی و توزیع ضرایب غنی شدگی بر اساس عناصر معرف لیتولوژی (PCA)، محاسبه احتمال رخداد هر نمونه و آنالیز ویژگی فاکتورهای نمونه ها رسم شده و برای هر کدام کلیه مناطق پرتانسیل که معادل یک درصد بالای فراوانی هر متغیر بوده است در یک نقشه کنار

یکدیگر قرار گرفته‌اند. تا پرتانسیل‌ترین مناطق بر اساس داده‌های شاخص غنی‌شدگی و غنی‌شدگی بر اساس PCA تک تک متغیرها بدست آید.

علاوه بر نقشه فوق، از دو نقشه دیگر در فاز کنترل آنومالی‌ها استفاده گردیده است. نقشه اول مربوط به مجموع مقادیر $1/PN$ محاسبه شده برای هر نمونه می باشد و نقشه دوم مربوط به نتایج آنالیز ویژگی امتیازات فاکتوری بدست آمده برای هر نمونه است.

در اشکال ۶-۱۴ الی ۶-۱۸ نقشه‌های به کار رفته در فاز کنترل آنومالی مشاهده می‌گردد که هر یک بر اساس ۱٪ بالای عناصر در هر روش می‌باشند.

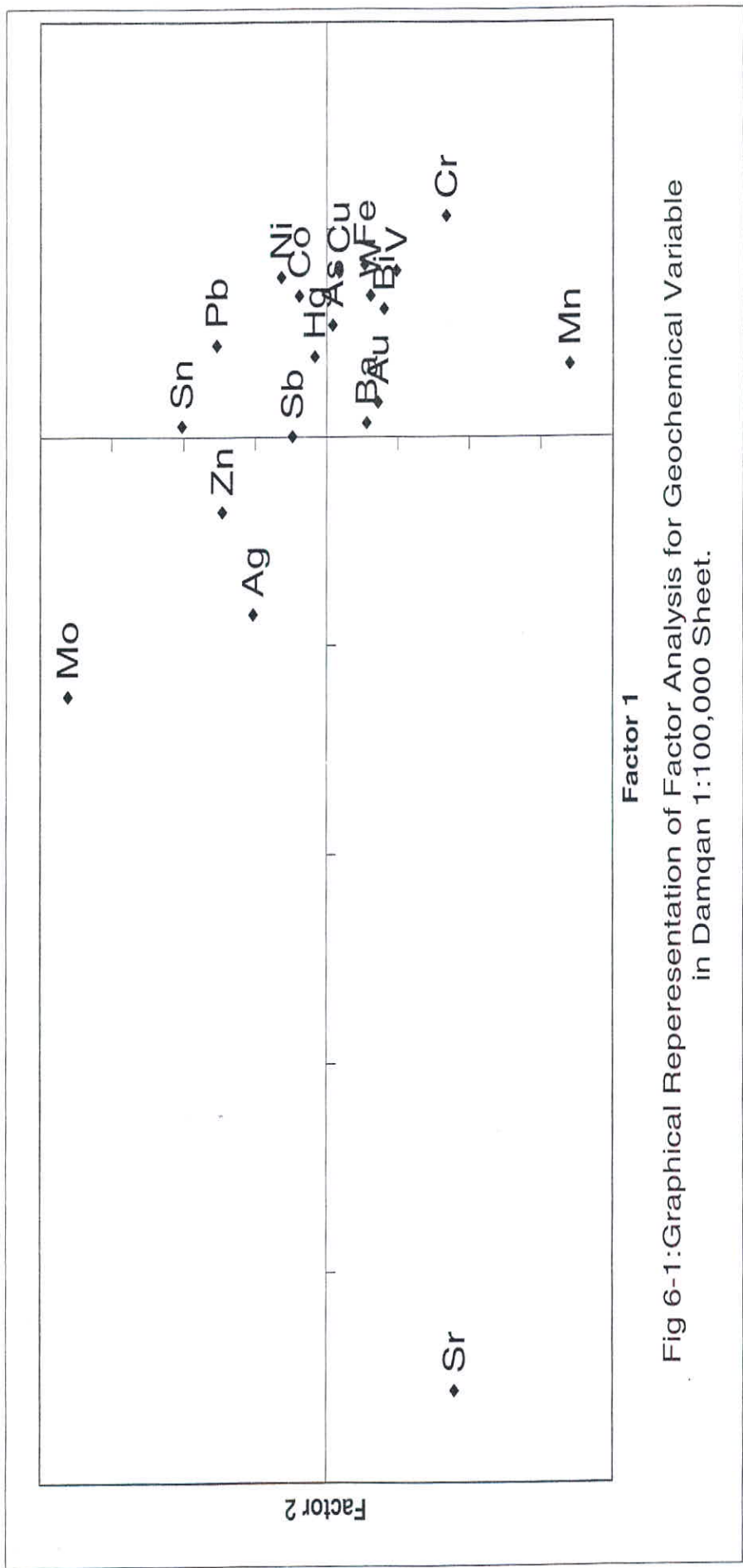
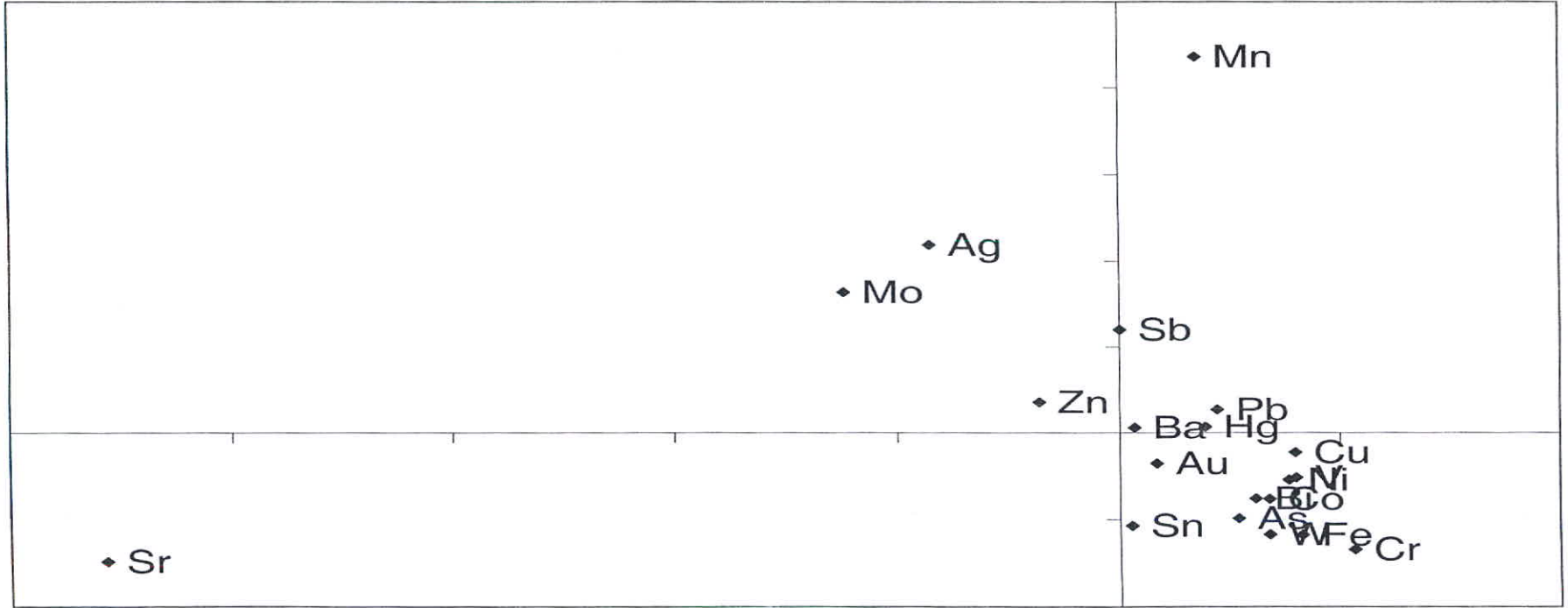


Fig 6-1: Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

Factor 3



Factor 1

Fig 6-2 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

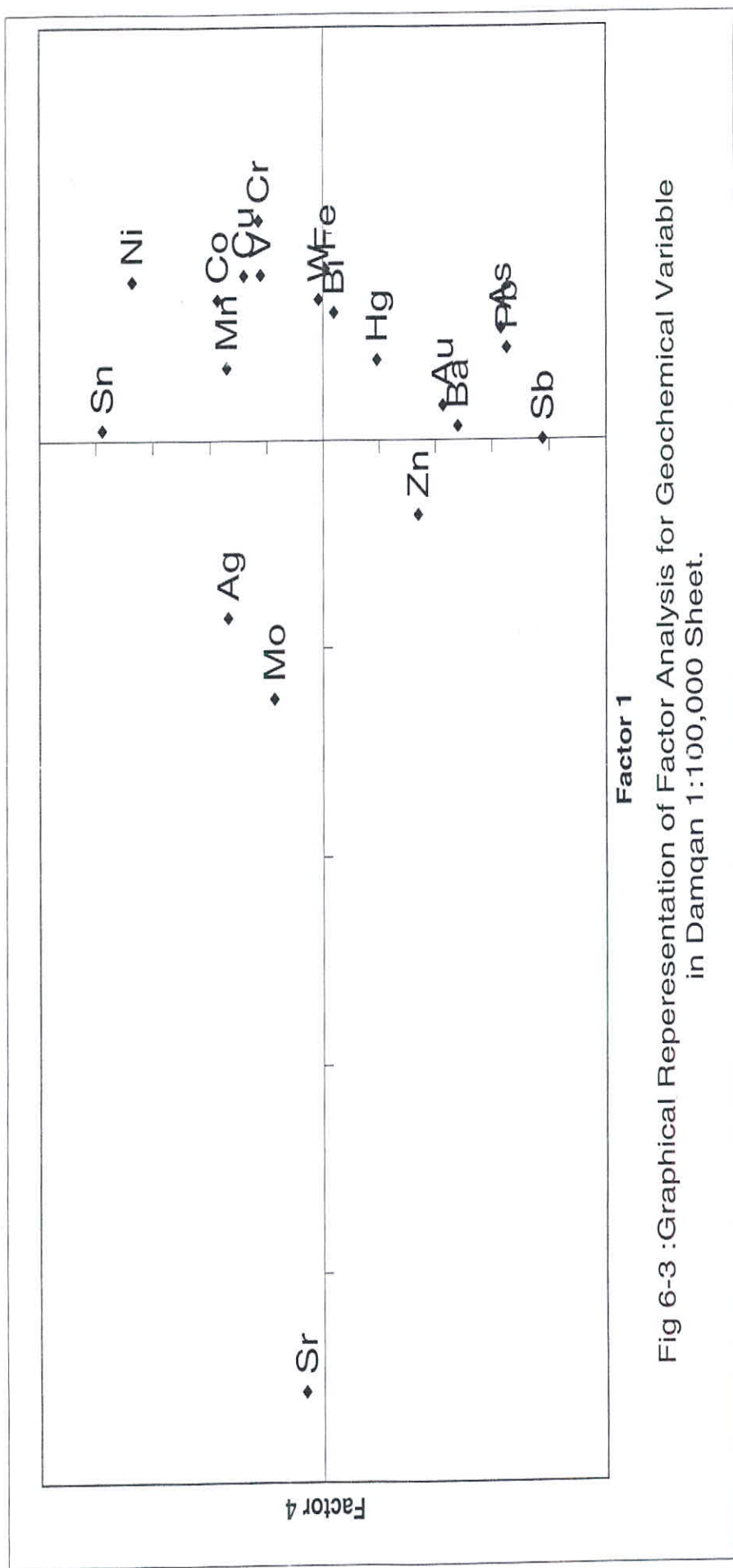
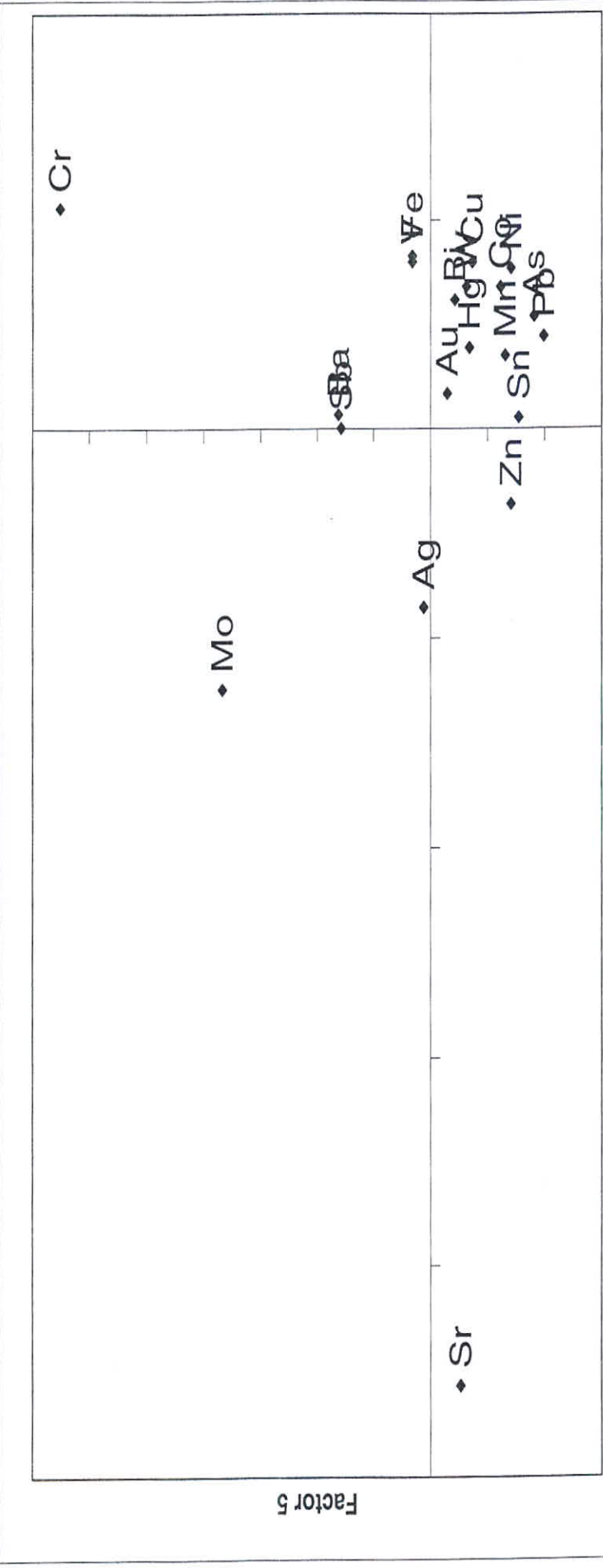


Fig 6-3 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.



Factor 1

Fig 6-4 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

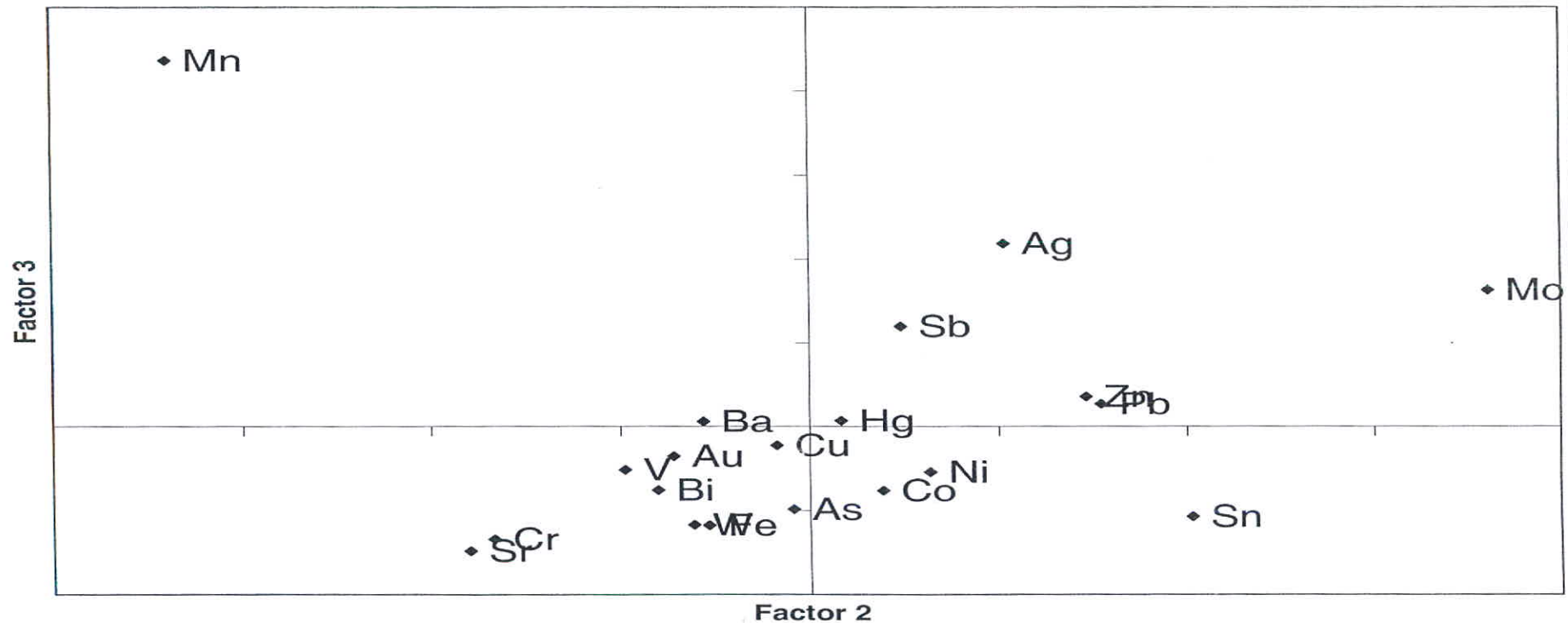


Fig 6-5 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

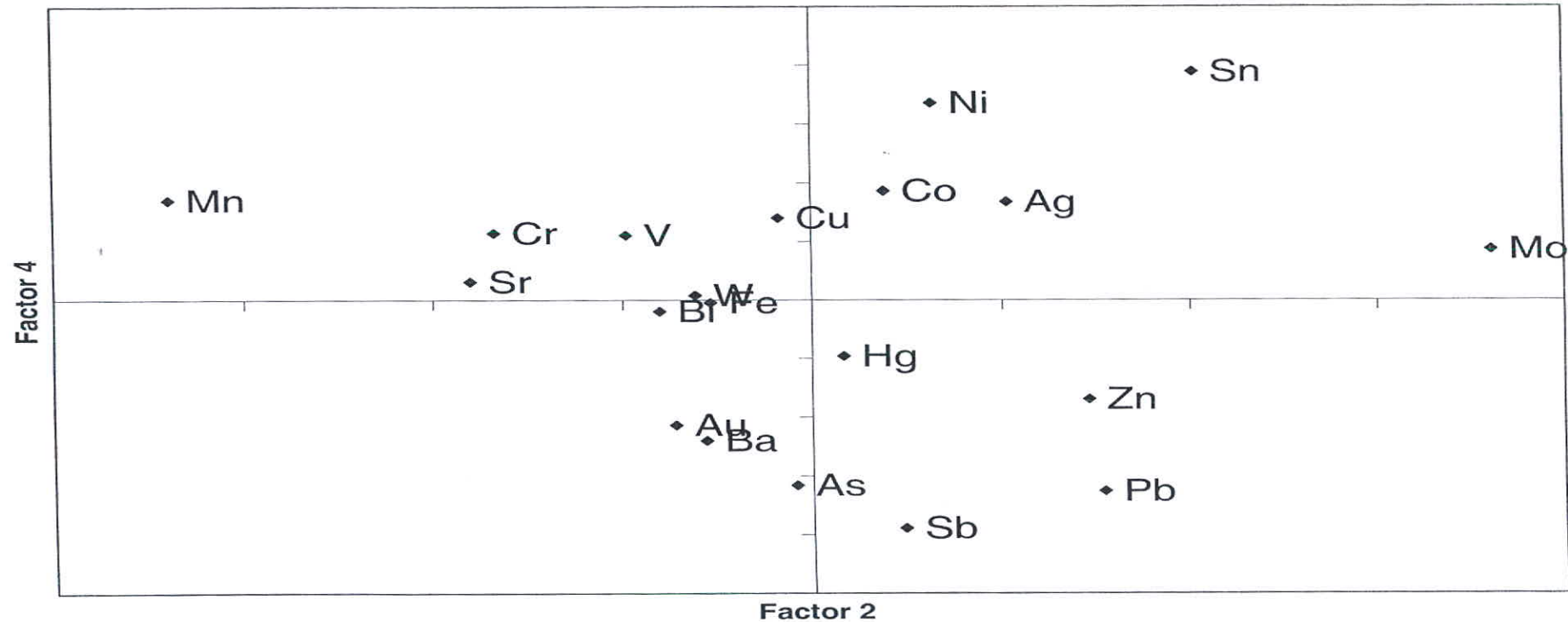


Fig 6-6 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

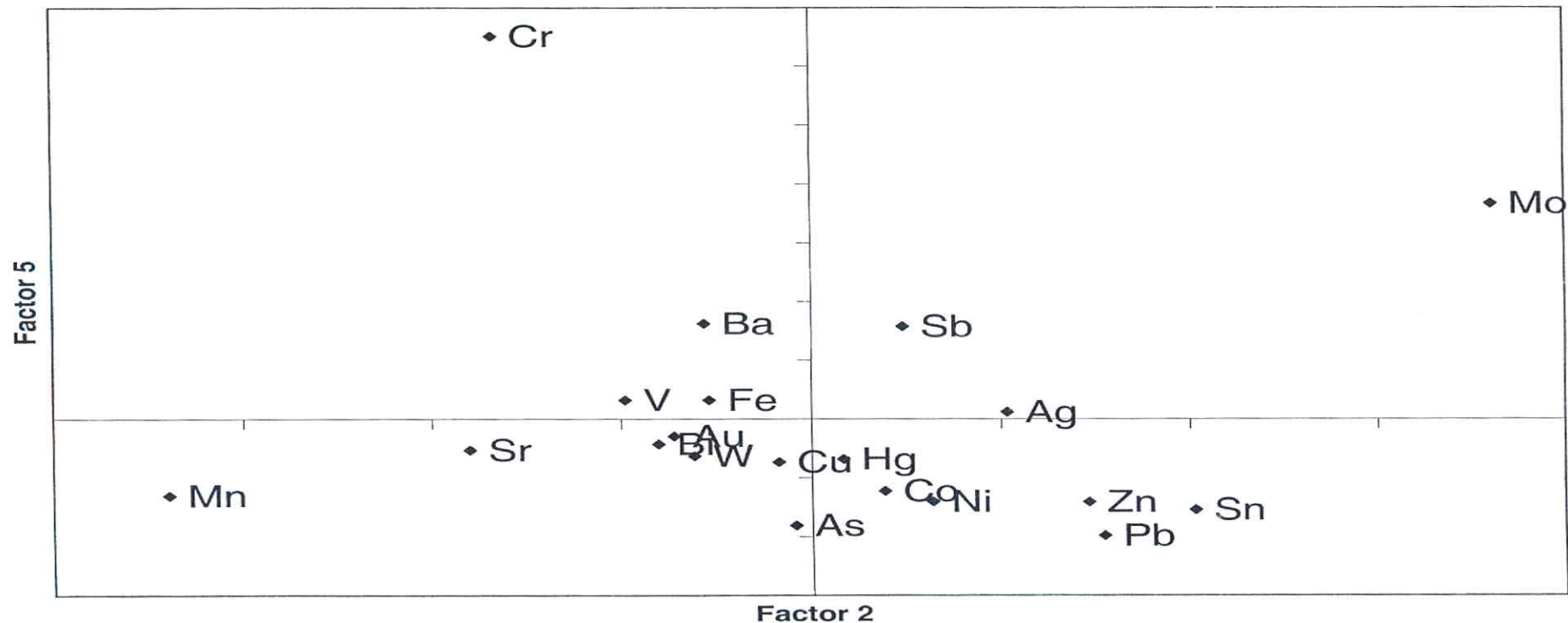


Fig 6-7 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

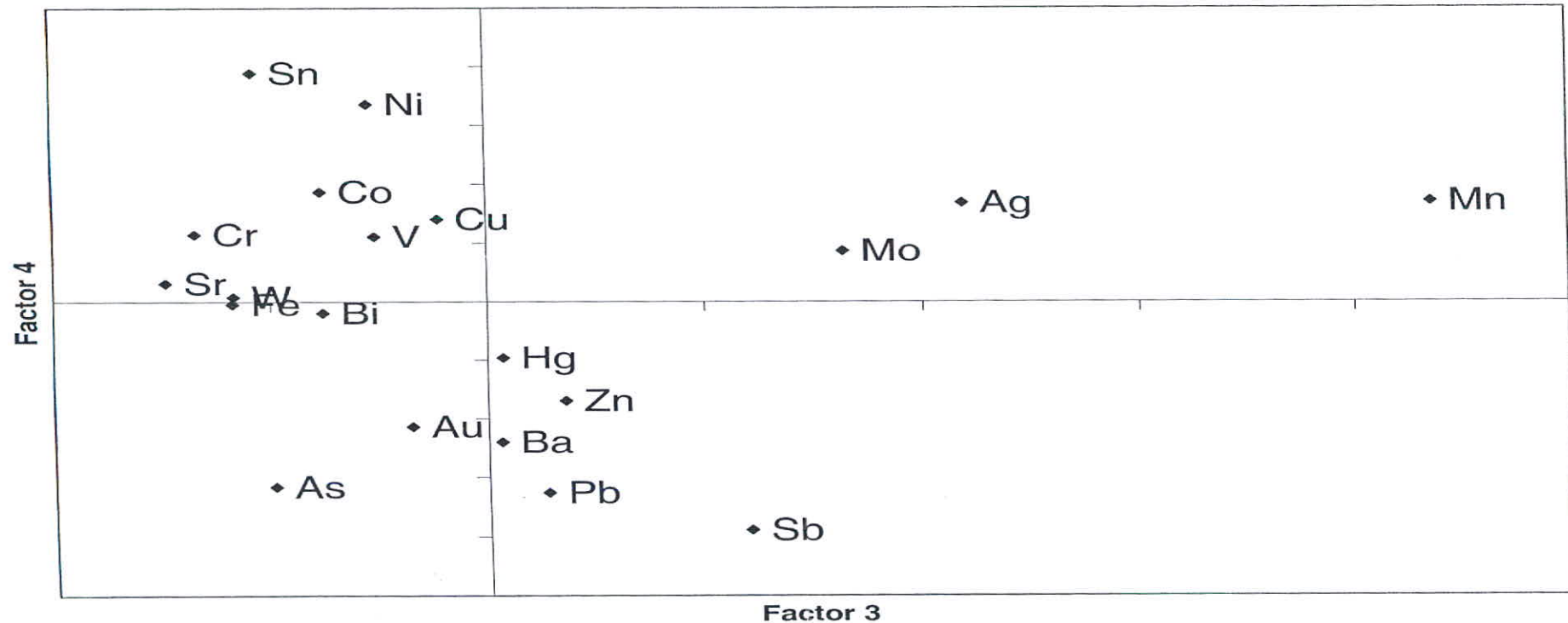


Fig 6-8 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable
in Damqan 1:100,000 Sheet.

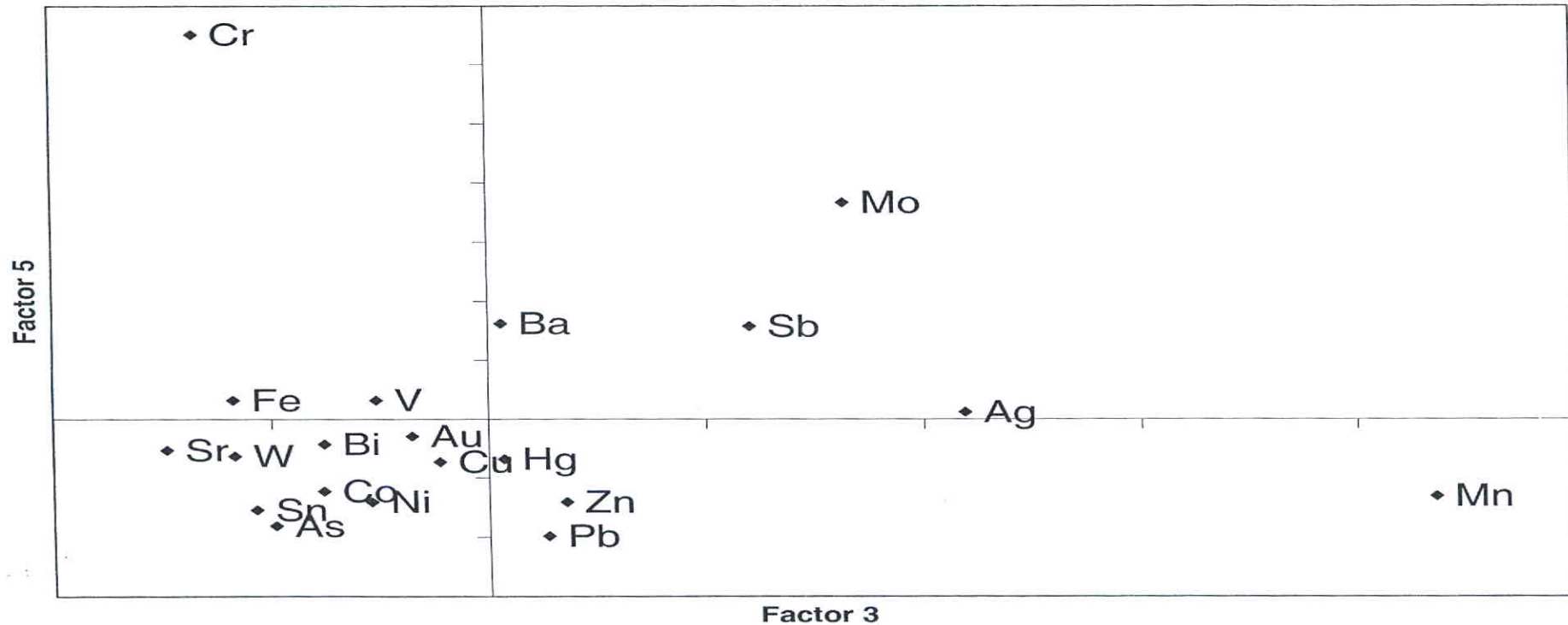


Fig 6-9 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

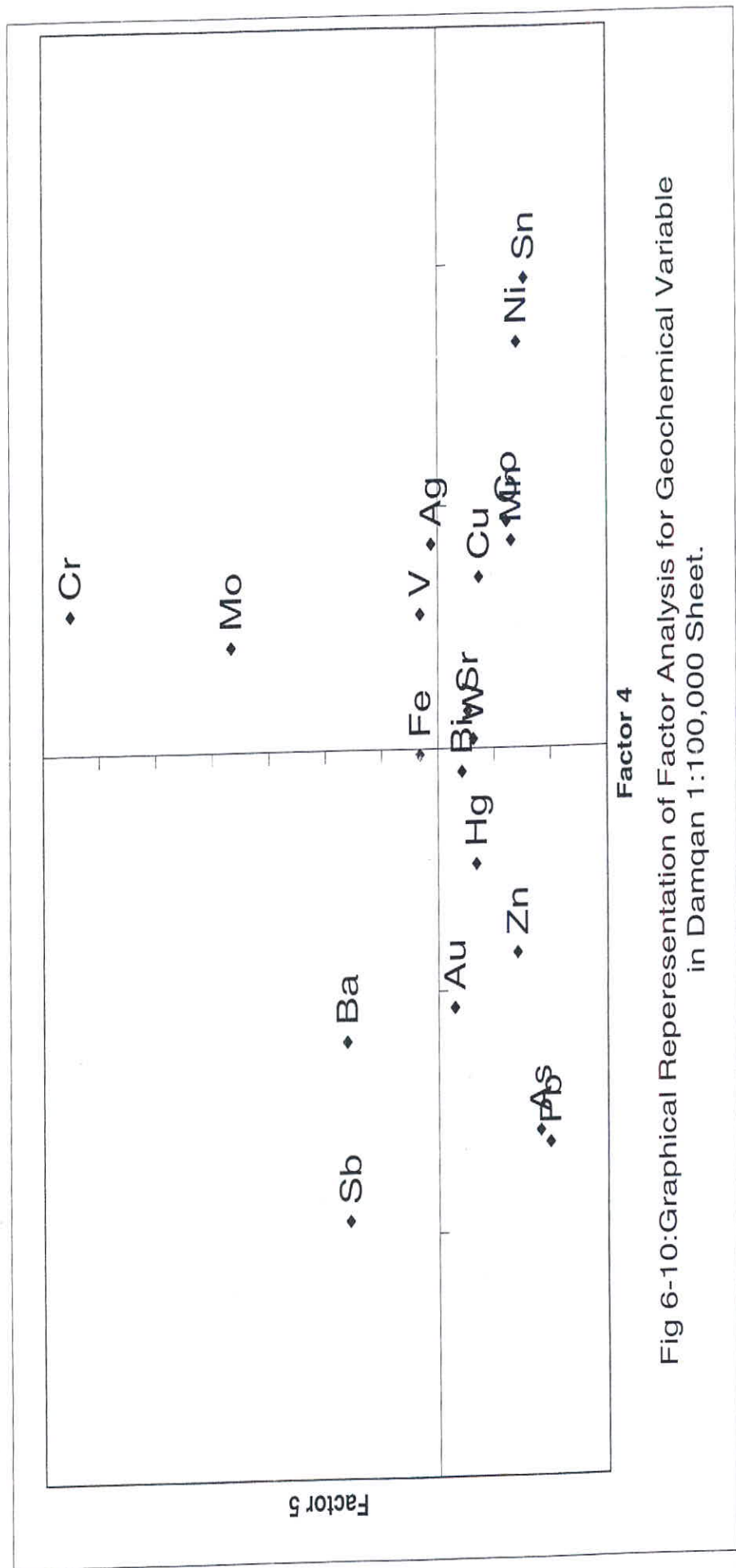


Fig 6-10: Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

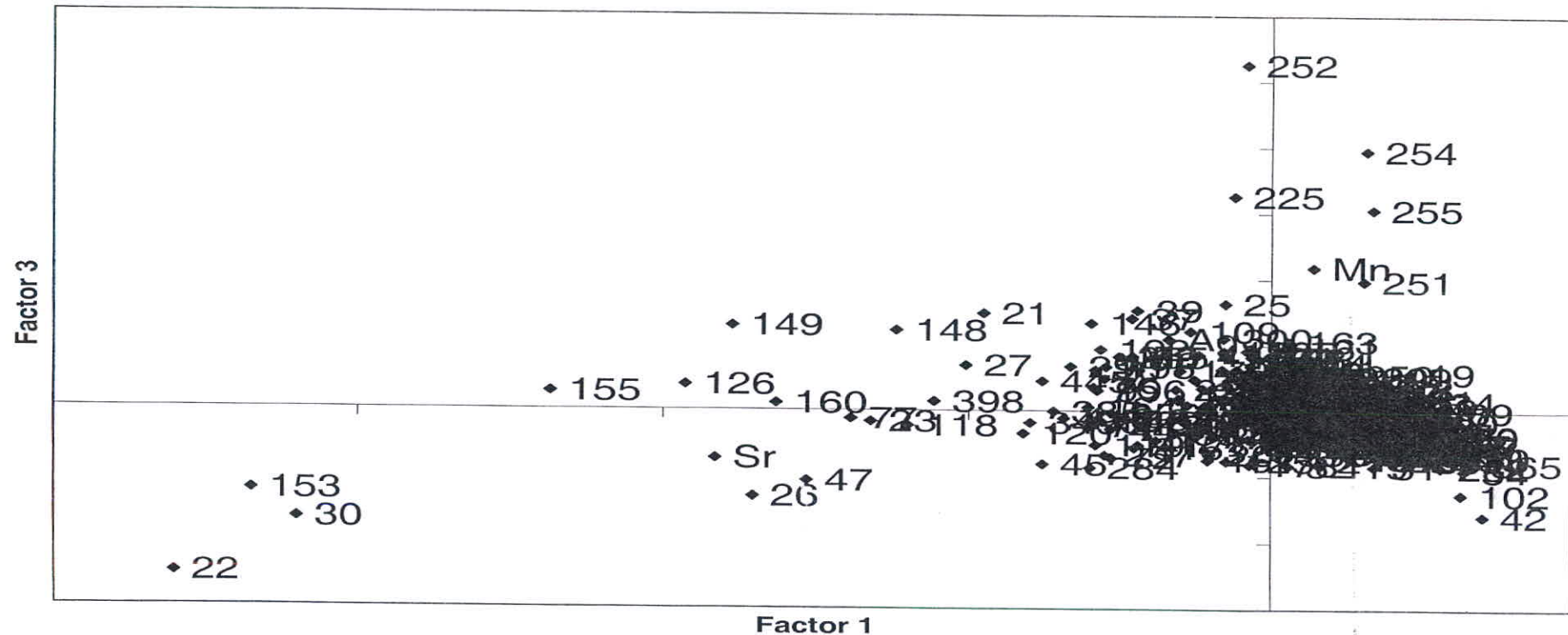


Fig 6-11: Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

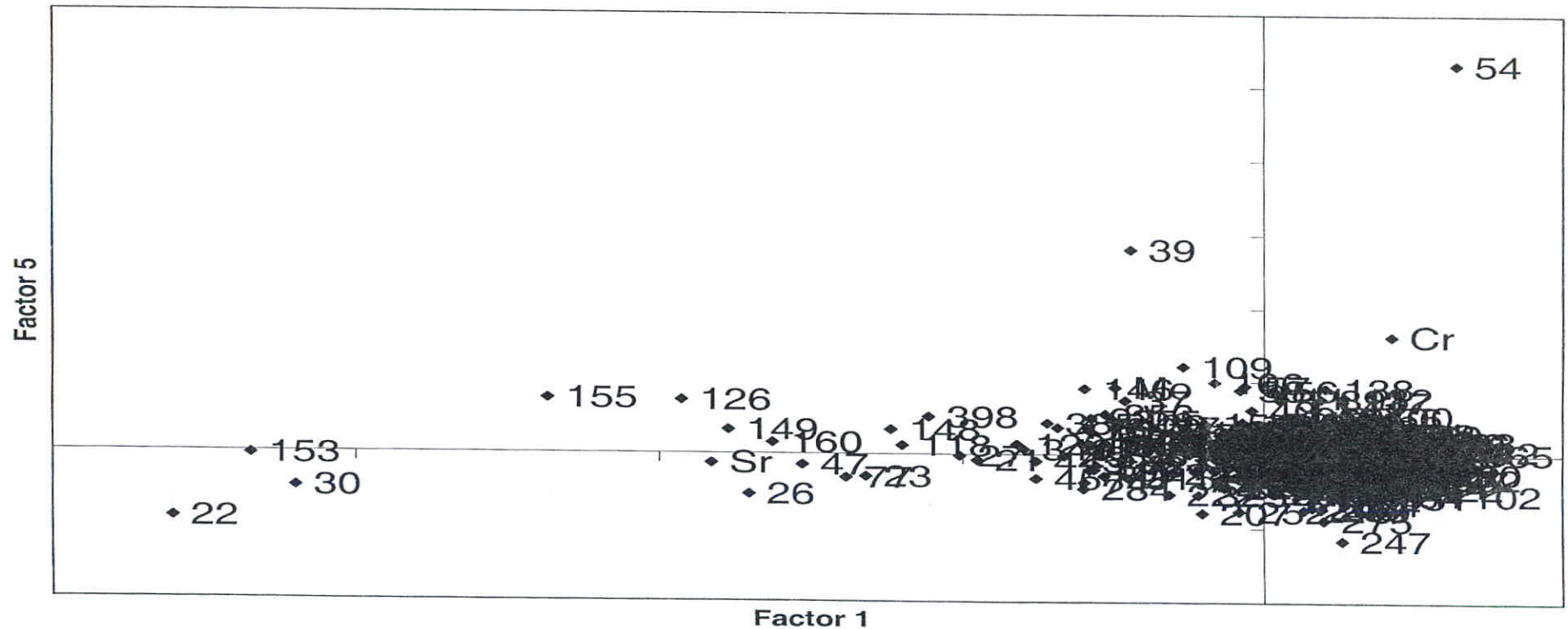


Fig 6-12: Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

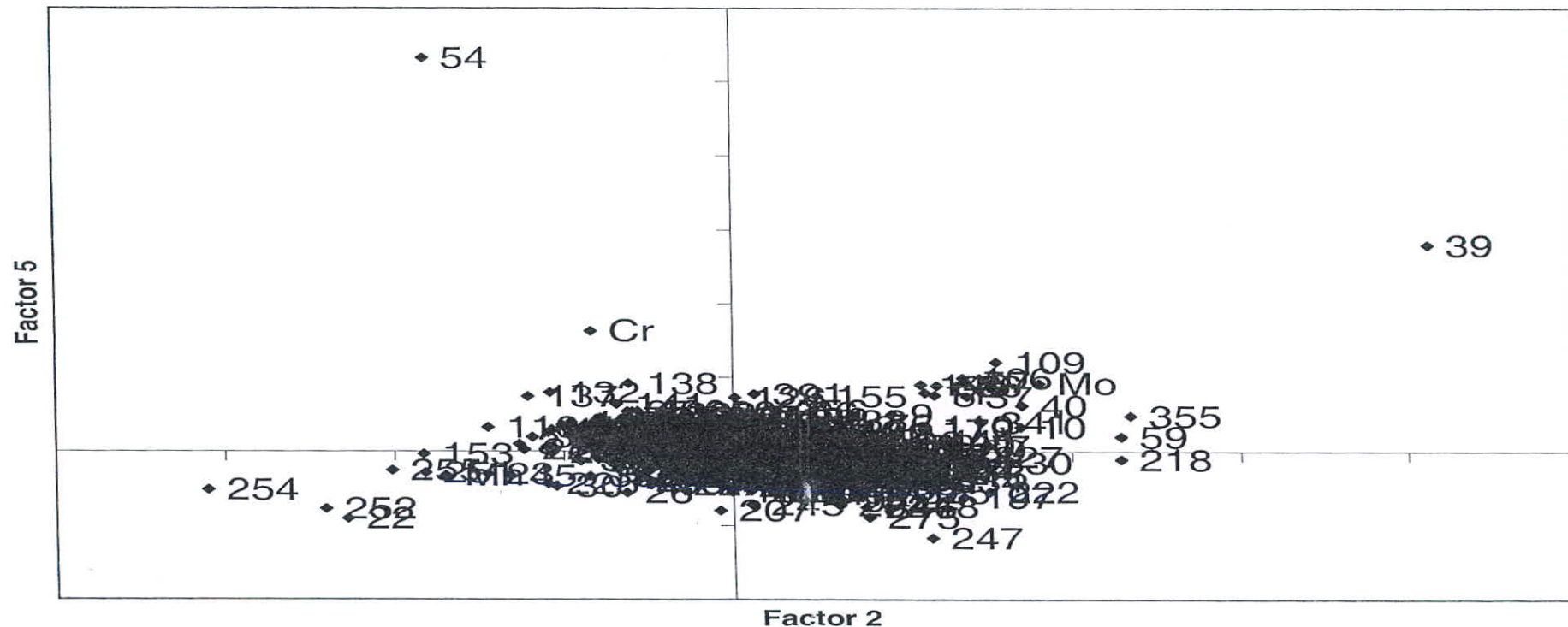


Fig 6-13: Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variable in Damqan 1:100,000 Sheet.

Table 6-3 :Comparison Between Anomalous Samples Obtained From Two Methods

Factor Element	Anomaly	EI	1/PN	Sum(1/PN)	Paragenesis
Au					
DT-128		1.6			
DQ-401		1.7			
DT-147		1.8			
DQ-306	Au(1)	2.2	1.5	1.7	Au-Sn
DA-177	Au(2)	1.9			Au
DQ-423	Au(1)	2.0			
DA-250	Au(2)	1.9			
DQ-435		1.3			
DT-444		1.6			
DT-81		1.4			
DA-235		1.6			W
DT-56		1.4			
DQ-369		1.4			
DQ-382		1.4			
DQ-386		1.2			
Fe					
DA-216		1.3			
DA-212	Fe(1)	1.5			Ba-Hg-As-Sb-Fe-V
DA-217	Fe(1)	1.7			
DQ-393		1.3			
DT-63		1.2			
DQ-314		1.2			
DQ-329		1.3			
DT-28		1.1			
DQ-383		1.2			
DQ-363		1.3			
DT-53		1.3			
DT-154	Fe(2)	1.2			
DT-81		1.1			
DT-62	Fe(1)	1.4			Fe-Ni-Cr
DQ-409		1.5			
W					
DT-1	W(1)	1.6			
DT-2		1.4			
DQ-386		1.3			
DQ-383		1.4			
DT-28		1.2			
DT-103		1.4			
DQ-382		1.5			
DQ-384		1.3			
DA-235	W(2)	1.5			W
DT-53		1.4			
DT-89	W(1)	1.3			Hg-Ni-Bi-Co-Sn-V
DQ-363		1.5			
DT-78		1.4			Cr
DQ-388	W(1)	1.5			
DQ-422		1.6			

Table 6-3 :Comparison Between Anomalous Samples Obtained From Two Methods

Factor Element	Anomaly	EI	1/PN	Sum(1/PN)	Paragenesis
As					
DA-265		2.3	23.1	23.4	
DT-129		1.7	1.1	1.5	
DQ-327	As(1)	1.5			
DQ-396		1.4			
DA-249		2.2	23.1	46.3	Zn-As-Au-Mn-Ag-Hg-Pb
DD-171		1.7			Bi
DQ-314	As(2)	1.5			
DQ-386		1.2			
DA-235	As(2)	1.5			W
DT-2		1.3			
DQ-293		1.3			
DQ-388		1.4			
DT-1		1.4			
DA-187		1.2			
DQ-435		1.2			
Sb					
DA-191	Sb(2)	2.3	1.2	1.3	Ba-Hg-As-Sb-Fe
DQ-391		2.1			Cr
DQ-342	Sb(1)	3.0	21.9	24.9	
DT-157	Sb(2)	2.3		1.1	
DT-34		1.7			
DQ-394		1.5			
DD-173		1.7			
DA-179		2.0			Hg
DA-210	Sb(1)	2.3	1.2	7.5	Ba-Hg-As-Sb-Fe
DA-264		1.5			
DA-190		1.9			
DT-18		1.5			
DT-106		2.4	1.7	2.0	
DA-175		2.0			
DT-460		3.6	23.1	47.1	
Bi					
DT-28		1.4			
DT-89	Bi(2)	1.3			Hg-Ni-Bi-Co-Sn-V
DQ-393		1.3			
DQ-314		1.4			
DT-129	Bi(2)	1.6		1.5	
DT-154	Bi(1)	1.5			
DT-81		1.2			
DQ-329		1.4			
DQ-381	Bi(1)	1.4			
DT-31	Bi(1)	1.9	6.2	6.5	Sr
DQ-386		1.1			
DQ-383		1.2			
DQ-409		1.3			
DA-235		1.4			W
DT-1		1.3			

Table 6-3 :Comparison Between Anomalous Samples Obtained From Two Methods

Factor Element	Anomaly	EI	1/PN	Sum(1/PN)	Paragenesis
Hg					
DT-90	Hg(1)	3.1	23.1	23.2	Co-Cu-Ni-V
DQ-296	Hg(2)	1.9			
DT-18		1.7			
DT-91	Hg(2)	1.9			
DA-180		1.6			
DT-75	Hg(1)	1.6			Ba
DD-173		1.5			
DD-166		1.4			
DA-194		1.5			
DA-235		1.6			W
DT-93		1.5			
DQ-329		1.6			
DT-53		1.7			
DT-46		1.6			
DT-50		1.7			Bi
Cu					
DT-4	CU(1)	1.5			
DQ-384		1.4			
DQ-329		1.6			
DQ-383		1.5			
DT-143		2.0			
DQ-381	CU(1)	1.6			
DT-92	CU(1)	1.5			Co-Ni-W
DQ-434		2.3	5.8	6.9	Cu
DA-180	CU(2)	1.6			
DT-95	CU(2)	1.6			
DQ-316		1.4			
DQ-431		1.8		3.9	Fe
DQ-294		1.8			
DT-99		1.3			
DT-97	CU(1)	1.8		1.6	Co-Cu-Ni-V-Hg
Pb					
DA-248	Pb(1)	3.5	23.1	36.8	Zn-As-Au-Mn-Ag-Hg-Pb
DA-258	Pb(2)	2.6	23.1	23.7	As-Hg-Mn-Pb-Sb-Zn-V
DA-197	Pb(1)	2.1	3.5	4.1	Pb-Zn
DT-107		2.2	10.0	10.3	
DQ-291		2.0	1.1	1.3	
DA-246	Pb(1)	4.1	23.1	46.3	Zn-As-Au-Mn-Ag-Hg-Pb
DA-249	Pb(2)	2.3	23.1	46.3	Zn-As-Au-Mn-Ag-Hg-Pb
DT-43		2.0	1.5	6.0	
DA-276		1.6			
DA-247	Pb(1)	6.2	23.1	49.4	Zn-As-Au-Mn-Ag-Hg-Pb
DA-177		1.8			Au
DQ-431		2.0	1.6	3.9	Fe
DA-234		2.0		47.3	
DT-87		1.3			
DT-131		1.3			

Table 6-3 :Comparison Between Anomalous Samples Obtained From Two Methods

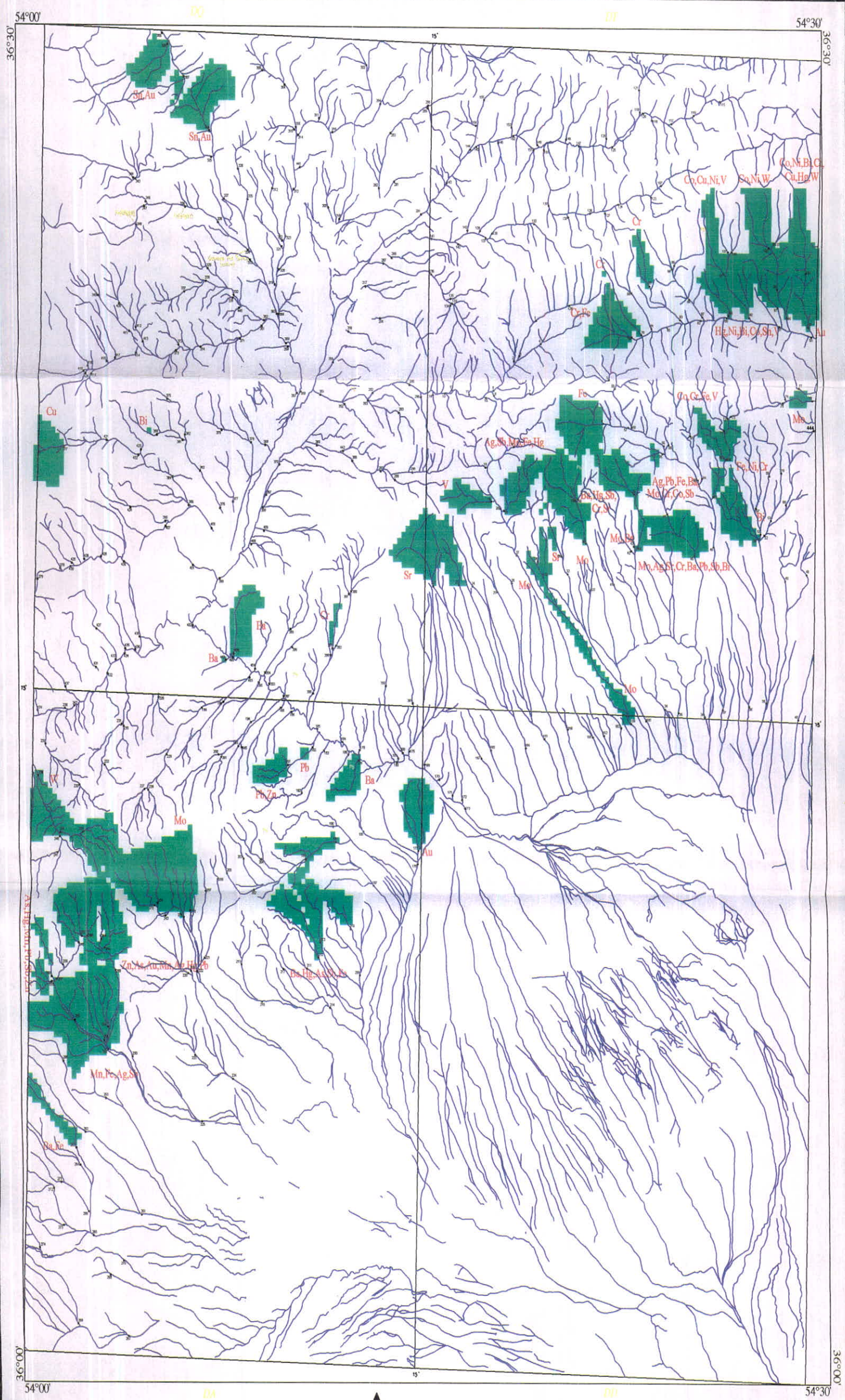
Factor Element	Anomaly	EI	1/PN	Sum(1/PN)	Paragenesis
Ni					
DT-97	Ni(1)	2.5		1.6	Co-Cu-Ni-V-Hg
DT-95	Ni(1)	2.2			
DT-96	Ni(1)	2.4		1.5	Co-Ni-W
DT-55	Ni(1)	2.4		1.7	
DT-143		2.0			
DT-103		1.7			
DT-67		1.8			
DT-82		1.3			
DT-99		1.7			
DT-80		1.5			
DT-63		1.5			
DT-100		1.6			
DT-78		1.7			Cr
DT-150		2.4		1.9	Mo
DT-94	Ni(2)	2.2		2.5	Co-Ni-Bi-Cr-Cu-Hg-W
Mo					
DT-37		2.8			Mo
DQ-355		3.4	1.2	2.3	Mo
DT-10	Mo(1)	2.5			
DT-7	Mo(2)	2.4			
DA-196		2.1			
DT-73	Mo(1)	2.4			Mo
DT-60	Mo(2)	2.3			
DQ-330		2.6			
DT-157	Mo(2)	2.3		1.1	
DA-179		2.3			Hg
DT-106		2.4		2.0	
DD-164		1.9			
DT-146		2.7		2.8	Ba
DQ-428		1.8			
DQ-341		2.0			
Sn					
DQ-353	Sn(2)	2.3			
DQ-427	Sn(1)	2.9	1.1	1.3	
DQ-324		2.1			
DQ-334	Sn(1)	2.7		2.2	
DT-100		2.0			
DQ-325	Sn(2)	2.4			
DQ-305		2.2			
DQ-352		1.8			
DQ-335	Sn(1)	2.3			
DQ-373		1.7			
DQ-336		1.8			
DT-94	Sn(2)	2.6		2.5	Co-Ni-Bi-Cr-Cu-Hg-W
DT-51		1.9			
DT-60	Sn(2)	2.3			
DQ-372		2.1		1.2	

Table 6-3 :Comparison Between Anomalous Samples Obtained From Two Methods

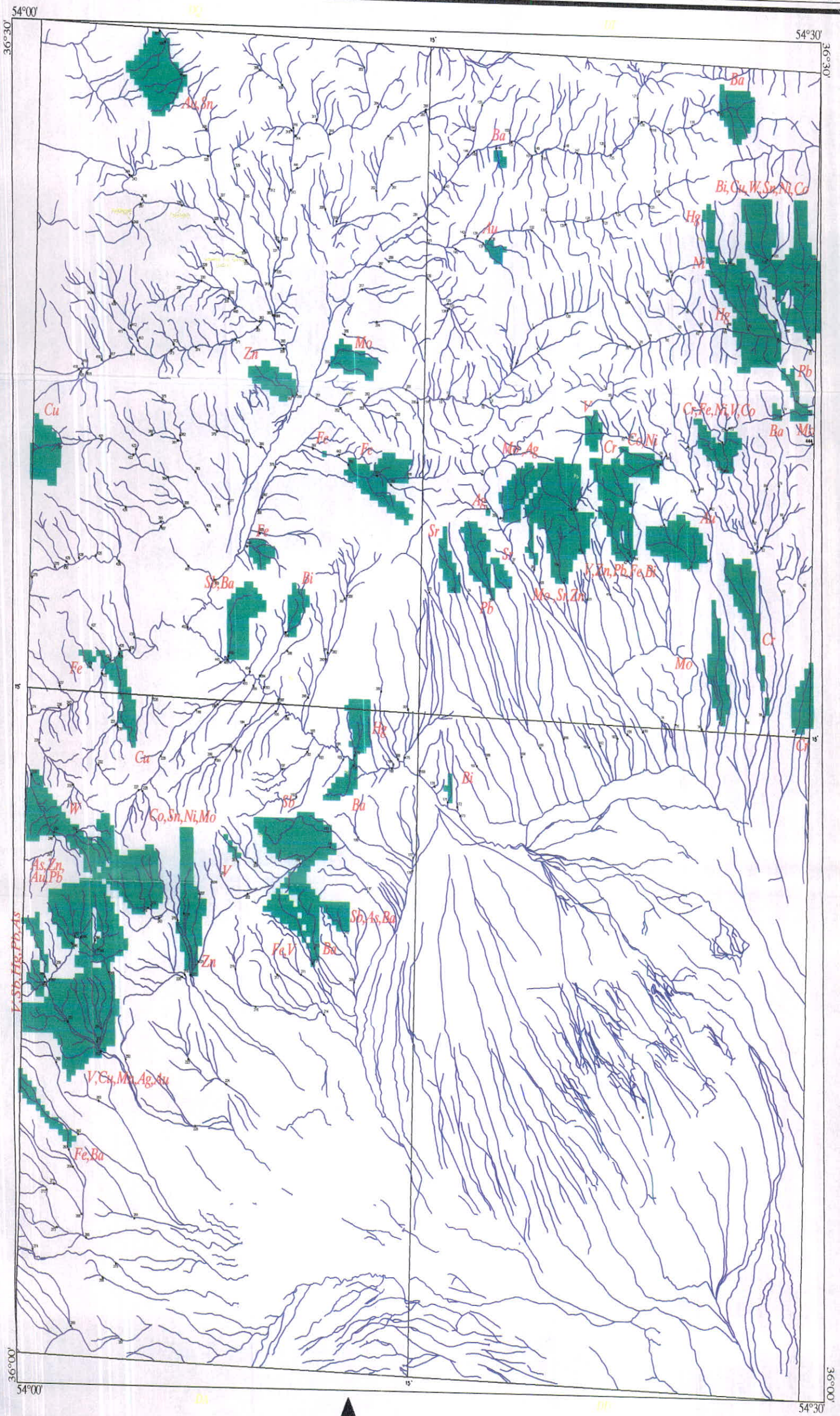
Factor Element	Anomaly	EI	1/PN	Sum(1/PN)	Paragenesis
Cr					
DT-66	Cr(1)	2.2	23.1	24.2	
DQ-282	Cr(1)	1.8		1.2	
DT-62	Cr(2)	1.7			Fe-Ni-Cr
DQ-283	Cr(1)	1.7		1.0	
DT-79	Cr(2)	1.7			Cr-Fe
DT-144		1.5			
DA-236		1.7		1.7	
DT-154	Cr(2)	1.4			
DQ-396		1.3			
DQ-390		1.3			
DT-49		1.5			
DQ-391	Cr(1)	1.5			Cr
DQ-314		1.3			
DT-31		1.5		6.5	Sr
DT-78		1.4			Cr
V					
DA-203		1.9	2.7	3.4	
DA-212		1.5			Ba-Hg-As-Sb-Fe-V
DT-6	V(1)	1.6			Fe
DA-216		1.2			
DQ-329		1.4			
DQ-409		1.3			
DT-154	V(1)	1.4			
DT-19	V(1)	2.7	23.1	37.7	V
DT-63		1.4			
DQ-393		1.2			
DQ-299		1.9	2.5	2.8	
DQ-383		1.3			
DQ-314		1.4			
DT-62	V(2)	1.5			Fe-Ni-Cr
DQ-363		1.6			
Mn					
DA-255	Mn(1)	6.9	23.1	56.8	Mn-Fe-Ag-Sb-V-Cu-Au
DA-225	Mn(1)	4.9	23.1	23.3	
DA-251	Mn(1)	4.0	23.1	24.1	Mn-Fe-Ag-Sb-V-Cu-Au
DA-254	Mn(1)	9.7	23.1	47.6	Mn-Fe-Ag-Sb-V-Cu-Au
DT-25	Mn(1)	3.5	23.1	47.1	
DD-163		2.1			
DA-252		11.2	23.1	46.8	Mn-Fe-Ag-Sb-V-Cu-Au
DD-161		1.8			
DA-260	Mn(2)	1.8			
DD-162		1.7			
DT-19	Mn(2)	2.5	13.9	37.7	V
DD-167		1.7			
DA-250		1.8			
DQ-311		1.6			
DD-168		1.5			

Table 6-3 :Comparison Between Anomalus Samples Obtained From Two Methods

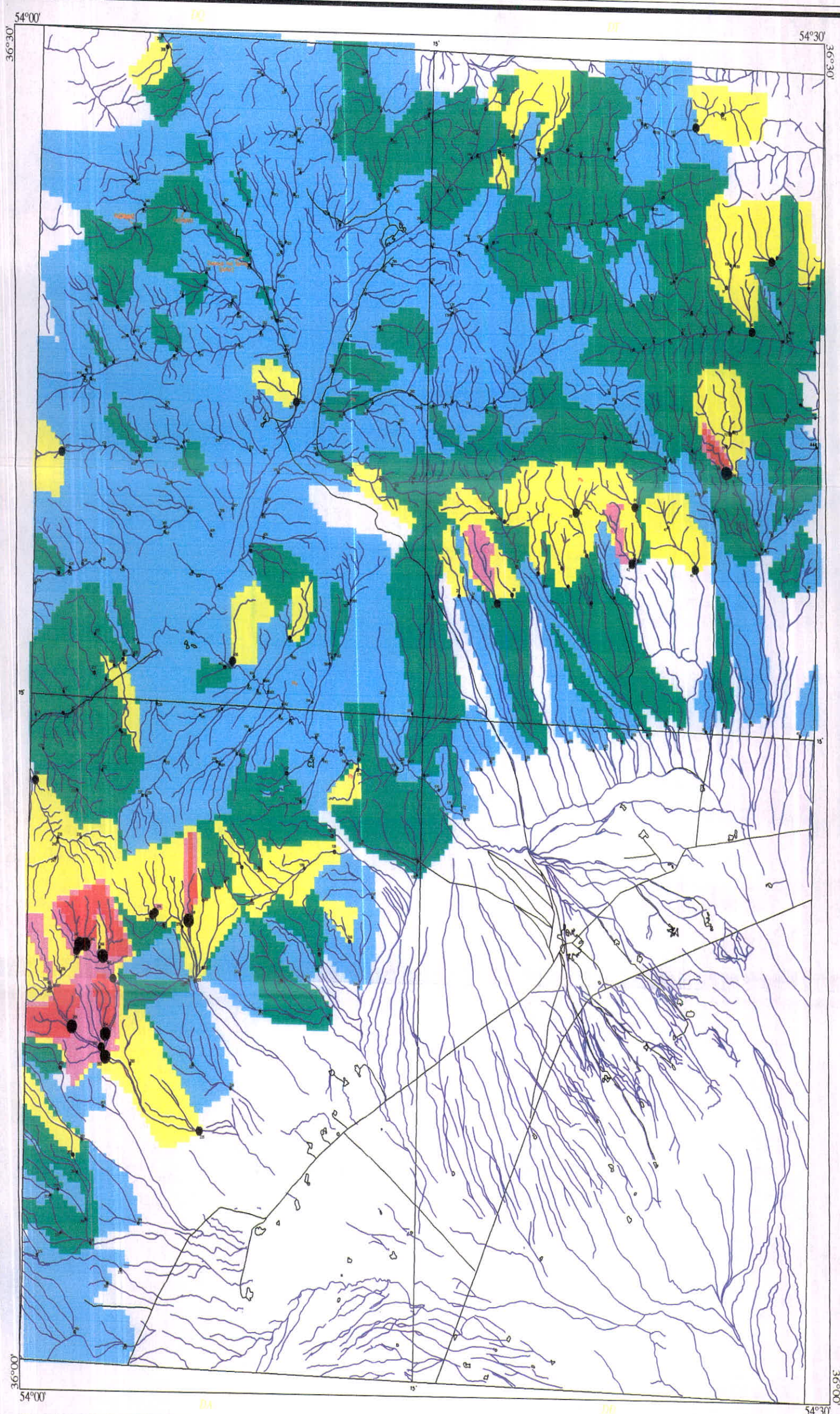
Factor Element	Anomaly	EI	1/PN	Sum(1/PN)	Paragenesis
Sr					
DD-160		5.5		1.2	
DT-23	Sr(1)	6.4	1.5	3.1	
DT-126		6.1	1.2	2.6	
DT-155		6.6	1.6	4.2	
DT-149		6.8	1.8	27.9	
DT-30	Sr(1)	12.9	13.5	14.8	Ba-Hg-Sb-Cr-Sr
DT-153	Sr(2)	11.7	10.1	10.3	
DT-27		4.6		16.4	
DT-148		4.4		2.3	
DT-21		4.8		39.7	Ag-Sb-Mo-Fe-Hg
DT-29	Sr(2)	3.4		2.0	Sr
DA-257		3.0			
DT-74		2.6			
DT-22	Sr(1)	15.0	20.6	20.7	
DQ-348		2.9			
Ba					
DQ-405	Ba(1)	3.0	23.1	23.9	
DA-213	Ba(1)	2.2	1.1	1.4	Ba-Hg-As-Sb-Fe
DT-115		2.7	8.1	8.6	Ba
DA-264		1.6			
DA-187	Ba(2)	1.5			
DA-188	Ba(2)	1.6			
DQ-310		1.9			
DT-14		1.6			
DT-3		1.6			
DQ-303		1.4			
DQ-311		1.4			
DA-263	Ba(1)	2.0		13.8	Ba-Fe
DQ-369		1.3			
DT-18		1.3			
DT-44	Ba(1)	1.6			Mo-Ba



6-14 : Anomalous Area of Silt Samples Raw Data in Damqan 1:100,000 Sheet



6-15 : Anomalous Area of Enrichment Index of Silt Samples in Damqan 1:100,000 Sheet



LEGEND

Geochemical Sample	1.0 • 22.0	Min. 50 %
Drainage	22.0 • 44.0	50 % 84 %
Road	44.0 • Max.	84 % 97.5 %
Populated Area		97.5 % 99 %
Unit of Anomaly Area (250 * 250 m)		99 % Max.



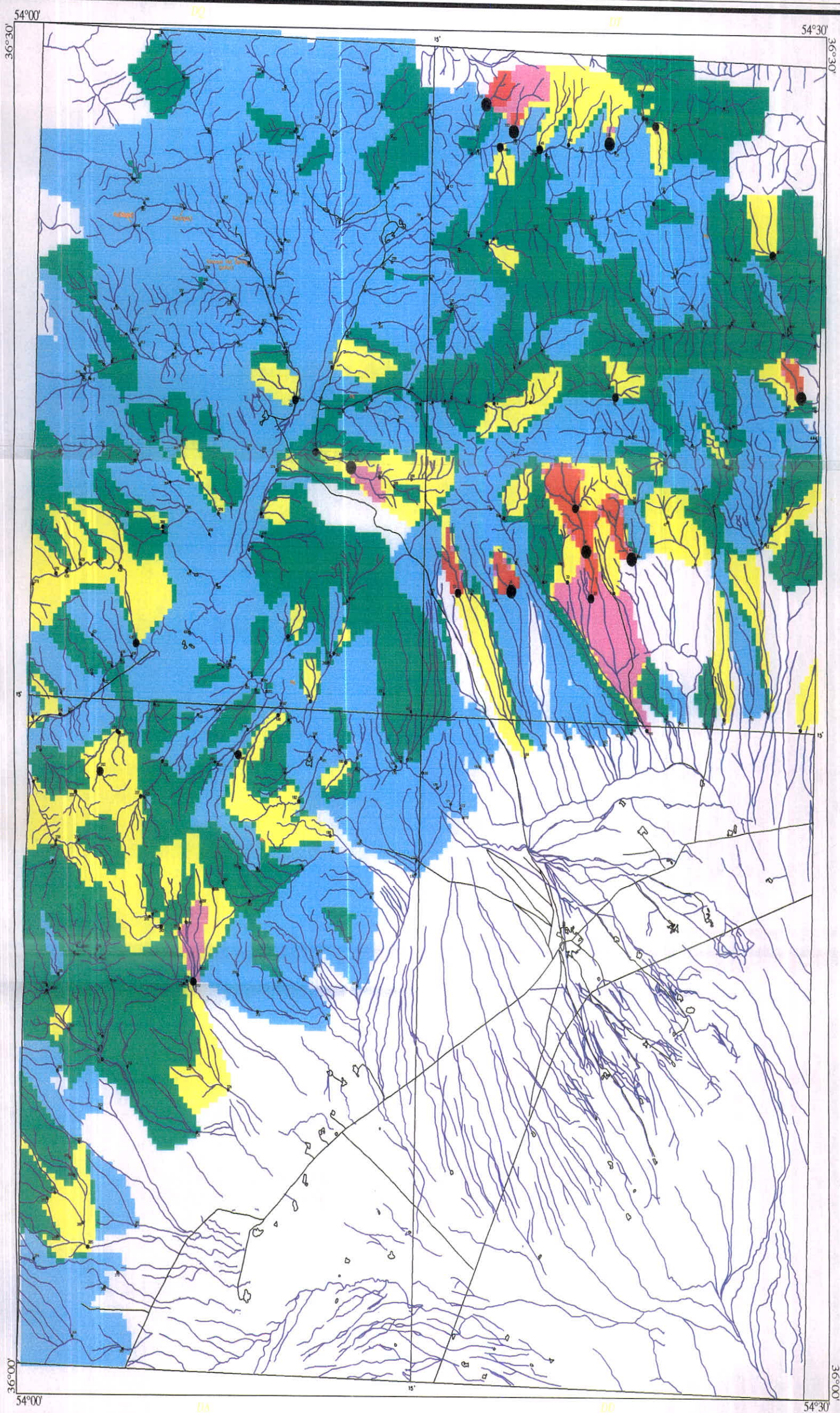
5000 0 5000 10000 m

MINISTRY OF INDUSTRY & MINES & METALS
GEOLOGICAL SURVEY AND MINERAL
EXPLORATION OF IRAN

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

**Fig 6 - 17 : Grid Estimation Map of
Probability of Occurrence**

Date: March 2001



LEGEND

• Geochemical Sample

Drainage

Road

Populated Area

Unit of Anomaly Area (250 * 250 m)

Min. • $X + 2 \cdot S$

$X + 2 \cdot S$ • $X + 3 \cdot S$

$X + 3 \cdot S$ • Max.

Min. 50 %

50 % 84 %

84 % 97.5 %

97.5 % 99 %

99 % Max.



5000 0 5000 10000 m

MINISTRY OF INDUSTRY & MINES & METALS
GEOLOGICAL SURVEY AND MINERAL
EXPLORATION OF IRAN

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

Fig 6-18 : Grid Estimation Map of Characteristic
Analysis of Correspondence Factors

Date: March 2001

فصل هفتم

فاز کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی

۱- مقدمه

در بررسیهای اکتشافی در مقیاس ناحیه ای که به منظور کشف هاله های ثانویه کانسارها انجام می پذیرد، معمولاً ابتدا منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی قرار می گیرد. این عملیات منجر به کشف آنومالی های ظاهری در محیطهای ثانوی می گردد. از آنجا که در روشهای ژئوشیمیایی هر عنصر مستقیماً مورد اندازه گیری قرار می گیرد. توجهی به فاز پیدایش آن نمی شود. از این رو هاله های ثانوی کشف شده نمی توانند همیشه معرف کانی سازی باشند. بنابراین برای تمیز آنومالی واقعی که در ارتباط با پدیده های کانی سازی می باشند، از انواع دیگر که معمولاً در ارتباط با پدیده های سنگ زایی هستند باید از روشهای متعددی استفاده کرد که شامل بررسی مناطق دگرسان شده، زون مینرالیزه احتمالی، سیستم های پلمینگ و بالاخره مطالعه نمونه های کانی سنگین در محدوده آنومالی های مقدماتی است. در بین روشهای مختلف فوق مطالعات کانی سنگین به عنوان روشی که در آن فاز پیدایش یک عنصر مورد مطالعه قرار می گیرد، می تواند مفید واقع شود. بدیهی است پیدایش یک عنصر در فازهای مختلف ارزش متفاوتی دارد و برای پی بردن به ارزشهای متفاوت پیدایش یک عنصر، نیاز به تمیز فاز پیدایش آن است. با توجه به نتایجی که از آنالیز کانیهای سنگین بدست می آید، می توان هاله های ثانوی را به دو نوع تقسیم نمود:

۱- هاله های ثانوی مرتبط با کانی سازی

۲- هاله های ثانوی مرتبط با پدیده های سنگ زایی

در حالت اول کانی های مستقل یک عنصر معمولاً در جزء سنگین (بصورت فاز مستقل) یافت می شود. حال آنکه در حالت دوم پیدایش یک عنصر معمولاً به صورت ترکیب محلول جامد در ساختمان شبکه همراه با عناصر دیگر است. البته این حالت ممکن است استثناء نیز داشته باشد. بدیهی است که تحرک یک ذره کانی سنگین نسبت به تحرک یک یون بسیار کمتر است. لذا هاله های ژئوشیمیایی ثانوی می تواند به مراتب بزرگتر از هاله کانی سنگین مربوط به همان عنصر باشد. بدین لحاظ برداشت نمونه های کانی سنگین در محدوده هاله های ژئوشیمیایی، می تواند مفید واقع شود. در این پروژه برداشت نمونه های کانی سنگین بعنوان روشی برای کنترل آنومالی ها و جداکردن انواع مرتبط با کانی سازی از سایر انواع، صورت پذیرفته است.

۲- تغییرات شیمیایی که در ناحیه منبع رخ می دهد: بعضی از کانیاها در مقابل فرسایش شیمیایی مقاوم و بعضی نامقاومند این امر در خردشدن کانی ها و مسافت حمل و نقل آنها بسیار مؤثر است.

۳- خواص مکانیکی کانیاها و تغییرات مکانیکی در محیط انتقال و رسوب گذاری: بعضی از کانیاها در مقابل فرسایش مکانیکی مقاوم و بعضی نامقاوم بوده و خرد می شوند. تعدادی از این عوامل بستگی به شرایط آب و هوایی و ژئومورفولوژی محیط دارد. بدین جهت مسافتهای حمل و نقل گزارش شده برای کانیاهاى مختلف متفاوت می باشد. برای مثال در مورد طلا و ولفرامیت هاله های بطول چند ده کیلومتر ثبت گردیده است. در مواردی که رخنمون منبع کوچک باشد، این فواصل ممکن است تا چند کیلومتر کاهش یابد. در چنین مواردی ممکن است مقدار بعضی از کانیاهاى سنگین در رسوبات در یک کیلومتر اول مسیر تا ۹۰ درصد کاهش یابد. بنابراین بهتر است محل نمونه های کانی سنگین نسبت به منبع احتمالی آن چندان دور نباشد. در این پروژه انتخاب محل نمونه های کانی سنگین به نحوی صورت گرفته است که حتی الامکان کانی سازیهای احتمالی موجود در منطقه در این نمونه ها منعکس گردند.

۴- نمونه برداری کانی سنگین، زون مینرالیزه و آلتره احتمالی

برای برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان، در محدوده آنومالی های ژئوشیمیایی اقدام به برداشت و مطالعه ۱۰۵ نمونه کانی سنگین در محدوده آنومالیهایی مقدماتی گردیده است. نقشه شماره ۱ محل نمونه های کانی سنگین را برای برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان نشان می دهد. داده های خام کانی سنگین (تبدیل شده به ppm) بر روی لوح فشرده^۱ همراه گزارش آورده شده است.

همچنین در محدوده این برگه اقدام به برداشت ۴۹ نمونه از زون های مینرالیزه گردیده است. نمونه ها از رگه های سیلیسی زون های آلتره و زون های مینرالیزه مشاهده شده در محدوده مورد مطالعه برداشت گردیده است. این نمونه ها جهت شناخت نوع مینرالیزاسیون احتمالی و بیشتر میزان غنی شدگی عناصر مختلف در زون های آلتره و خرد شده برداشت گردیده است. نقشه شماره ۱ محل این نمونه ها را نیز نشان می دهد.

۱-۴- نکاتی در مورد محل، چگالی و وزن نمونه های کانی سنگین

برای اکتشافات ناحیه ای (کوچک مقیاس) که در آن برداشت کانی سنگین به عنوان یک روش اکتشافی مستقل استفاده می شود رودخانه های بزرگ با حوضه آبریز وسیع مناسب تر هستند، زیرا محدودیت تعداد نمونه در آنها برطرف می گردد. ولی در این پروژه با توجه به اینکه برداشت نمونه های کانی سنگین جهت کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی صورت گرفته است، این نمونه ها حوضه های آبریز کوچکی را پوشش می دهند.

هر نمونه کانی سنگین از چند محل که احتمال تمرکز کانی سنگین در آن بیشتر بوده (تله کانی سنگین) برداشت شده است. در چنین مکان هایی ذرات شن و یا ماسه بیشتر حضور دارند. در مناطقی که نسبتاً مرتفع و برف گیر و در نتیجه فرسایش شیمیایی شدیدتر بوده، پیدایش چنین محل هایی کمتر بوده و در نتیجه نمونه های کانی سنگین با وزن بیشتر از بخش ماسه ای - سیلتی - رسی برداشت گردیده است.

چگالی نمونه برداری کانی سنگین، علاوه بر سقف بودجه، عمدتاً تابع مساحتی است که باید با استفاده از این روش تحت ارزیابی قرار گیرد. از آنجا که در این پروژه مناطق تحت بررسی کانی سنگین محدود به زون های آنومالی ژئوشیمیایی مقدماتی بوده است، بزرگی هاله پراکندگی ژئوشیمیایی از قبل مشخص شده و در نتیجه نمونه های کانی سنگین متعلق به هر برگه ۵۰،۰۰۰ در ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ تقسیم شده است. در این تقسیم بندی فرض بر آن بوده است که برای هر حوضه آبریز با مساحت یک یا چند کیلومتر مربع، یک یا دو نمونه کافی بوده است. علاوه بر موارد فوق، شدت آنومالی های ژئوشیمیایی و نیز تعداد عناصر در پاراژنز ژئوشیمیایی نیز در این تقسیم بندی مؤثر واقع شده است. تحت شرایط یکسان از مساحت حوضه های آبریز، اولویت بیشتر به حوضه های آبریزی داده شده است که شدت آنومالی ژئوشیمیایی آن بیشتر بوده و یا تعداد عناصر در پاراژنز ژئوشیمیایی بیشتر بوده است. وزن نمونه کانی سنگین بسته به هدف مورد نظر تغییر می کند. در این پروژه در شرایط مساعد آن مقدار از رسوب رودخانه برداشت گردیده که پس از الک کردن حدود ۵ لیتر از جزء ۲۰- مش حاصل شده است. این الک کردن اولیه در روی زمین موجب کاهش وزن نمونه و سهولت حمل و نقل آن می گردد.

۲-۴- معرفی مناطق آنومال و نمونه های برداشت شده کانی سنگین و مینرالیزه

در بخش حاضر به تشریح مناطق آنومال ژئوشیمیایی در برگه ۵۰،۰۰۰:۱۰۰:۱۰۰ دامغان می پردازیم و در هر آنومالی در صورتی که نمونه مینرالیزه یا کانی سنگین و... برداشت شده باشد، شماره و مشخصات لازم نمونه ها ارائه گردیده است، و در صورتی که آنومالی مربوطه در فاز کنترل

آنومالی‌ها، کنترل شده باشد، خلاصه‌ای از مشاهدات صحرایی که در مدل سازی آنومالی‌ها بکار رفته است، ارائه شده است. لازم به ذکر است که مختصات جهانی نمونه‌های برداشت شده در جدول ضمیمه (بر روی CD) آورده شده است.

آنومالی شماره ۱

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ امیرآباد در محدوده دره آکسی و دره کوری در میان واحدهای سنگی شامل شیل، ماسه‌سنگ، زغال‌سنگ همراه با بقایای گیاهی، توف، جریان‌های گدازه‌ای و سنگ‌آهک نومولیتی واقع گردیده است. نمونه‌های 247, 246, 249, 252, 258, 248, 251, 254, 259, 255 از این منطقه برداشت شده‌اند نسبت به عناصر Mn, Zn, Pb, As, Hg, Fe, Ag, Sb, V, Cu, Au آنومالی نشان داده‌اند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 252, 251, 254, 249, 245, 244, 246, 247, 248, 258, 259, 1001 و 1002 جهت بررسی بیشتر این منطقه برداشت شده است که با مطالعه این نمونه‌ها مقادیر معتناهی از کانی‌های روتیل، اسکرویدیت، استارولیت، زیرکن، ایلمنیت، مس‌آزاد، آناتاز، سروزیت، دسکلوزیت، میمیت، پیرومورفیت، استولزیت، وانادیت، ولفنیت، ژاروسیت، پیرولولزیت، شنلیت، برویکت، زوئیزیت، تورمالین، گالن، مالاکیت و مارتیت در این نمونه‌ها موجود بوده است. نمونه‌های کانی‌سنگین 251, 246, 1001 و 1002 مقادیر قابل ملاحظه‌ای طلا به‌همراه داشته‌اند.

آنومالی شماره ۲

محدوده این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ امیرآباد در شمال مزرعه فیروزآبادی در میان واحدهای سنگی شامل سنگ‌آهک با لایه‌بندی، شیل، ماسه‌سنگ و دولومیت قرار گرفته است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 234, 222, 218, 243, 276, 275 که از این محدوده برداشت شده‌اند نسبت به عناصر Co, Sn, Mo, Ni آنومال بوده‌اند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 222, 218, 276, 234, 275 از این منطقه برداشت شده‌اند که حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای از کانی‌های طلا، پیرومورفیت، پیرولولزیت، باریت، میمیت، شنلیت، دسکلوزیت، سلسنتین و بیوتیت می‌باشد. نمونه‌های کانی‌سنگین 222, 275, 276 مقادیر قابل توجهی طلا به‌همراه داشته است. نمونه‌های مینرالیزه 234-M1, 234-M2, 234-M3 از این منطقه برداشت شده‌اند که نسبت به عناصر Pb, Zn آنومال بوده‌اند.

آنومالی شماره ۳

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ امیرآباد در ناحیه شمال باختر حاجی‌آباد در میان واحدهای سنگی شامل ماسه‌سنگ قرمز، شیل، دولومیت و سنگ‌آهک واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 214، 217، 212، 213، 210 از این محدوده برداشت شده که نسبت به عناصر V, Sb, As, Hg, Ba و Fe آنومال می‌باشد. نمونه‌های کانی سنگین به شماره‌های 214، 217، 211، 212، 213 و 210 نیز مطابق آنالیز گزارش شده حاوی مقادیر معتدلی از کانی‌های آندالوزیت، اپیدوت، زوئیزیت، پیریت اکسیده، کلریت، سینابر، باریت، مالاکیت، هماتیت، مگنتیت، روتیل و کانی‌های آلترو می‌باشد.

آنومالی شماره ۴

محدوده این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ امیرآباد در حوالی منطقه اسپری‌زیان در میان واحدهای سنگی کنگلومرا، توف، شیل‌های توفی، دولومیتی، ماسه‌سنگی و سنگ‌آهک واقع گردیده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 176، 177، 187، 188، 190 و 191 از این منطقه برداشت گردید که نسبت به عناصر Ba, Hg, As, Sb, Fe و Au غنی‌شدگی نشان می‌دهند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 176، 187، 190، 191 و 1004 و هم‌چنین نمونه‌های مینرالیزه 190-M2 و 190-M1 جهت بررسی‌های بیشتر از این محدوده برداشت شده‌اند. در نتایج آنالیز نمونه‌های کانی سنگین مشخص شد که نسبت به کانی‌های بروکیت، باریت، سلسیت، الیزیت، آنتاز، گوتیت، مگنتیت، پیریت اکسیده، آمفیبول، و کلاونیت دارای مقادیر قابل توجهی می‌باشند. نمونه‌های مینرالیزه نیز نسبت به عناصر As و Hg آنومال می‌باشند.

آنومالی شماره ۵

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ امیرآباد در محدوده جنوب آهوانا در میان واحدهای لیتولوژیکی توف، شیل توفی، جریان‌های گدازه‌ای، دولومیت، سنگ‌آهک، مارن گچ‌دار، کنگلومرا و ماسه‌سنگ واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 178، 179، 180، 181، 184، و 186 محدوده برداشت شده که Ba و Hg در میان این نمونه‌ها آنومالی نشان داده است. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 178، 179، 180، 1005 و 1006 و نمونه‌های مینرالیزه 178-M و 180-M از این منطقه برداشت شد. نمونه‌های مینرالیزه نسبت به عناصر و اکسیدهای Fe_2O_3 و B آنومالی نشان داده‌اند و در نتایج آنالیز نمونه‌های کانی سنگین مقادیر معتدلی از کانی‌های باریت، الیزیت، پیریت اکسیده، کلاونیت، سلسیت، کوپریت، گوتیت، طلا، لیمونیت،

مالاکیت، مارتیت، اسفالریت و گزنیوم را شامل می‌گردد که نمونه کانی‌سنگین 1005 نسبت به طلا مقادیر قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد.

آنومالی شماره ۶

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ امیرآباد در باختر آهوانا در میان واحدهای سنگی شامل توف، شیل توفی، جریان‌های گدازه‌ای و سنگ‌آهک توده‌ای ضخیم لایه واقع شده، دو نمونه ژئوشیمی 182 و 197 نسبت به عناصر Zn و Pb در این محدوده غنی‌شدگی داشته‌اند. نمونه‌های کانی‌سنگین 182 و 197 تنها نسبت به کانی‌های آلتره و پروکیت مقادیر قابل ملاحظه‌ای داشته است.

آنومالی شماره ۷

این آنومالی در جنوب برگه ۱:۵۰,۰۰۰ قلعه و در جنوب گردنه بشم قرار گرفته واحدهای سنگی این محدوده بیشتر از جنس شیل تیره رنگ، ماسه‌سنگ، زغال‌سنگ با بقایای گیاهی، سنگ‌آهک، توده‌ای و ضخیم لایه، توفهای ائوسن، سنگ‌آهکی دولومیتی و ورمیکولیتی و مارنهای ژپس دار واقع شده نمونه‌های ژئوشیمی 389، 390، 391، 392، 394، 396، 404، 405، 406، 443 که نسبت به عناصر Ba و Cr آنومال می‌باشند از این منطقه برداشت گردید نمونه‌های کانی‌سنگین 389، 391، 405 و نمونه‌های مینرالیزه 389-M، 391-M، 406-M2 و 406-M1 و 406-M3 نیز برداشت شد که نمونه‌های کانی‌سنگین نسبت به کانی‌های الیژست، پیریت اکسیده، کلادونیت و باریت دارای مقادیر قابل توجهی می‌باشد، و نمونه‌های مینرالیزه نسبت به عنصر Ba آنومال می‌باشند.

آنومالی شماره ۸

در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو در محدوده تموزاغ (کوه زنگی) و در میان واحدهای سنگی شامل شیل، ماسه‌سنگ، توف و جریان‌های گدازه‌ای، سنگ‌آهک توده‌ای ضخیم لایه و ماسه‌سنگ قرمز واقع گردیده است. نمونه‌های ژئوشیمی 17، 18، 19، 20، و 21 از این محدوده برداشت شد که نسبت به عناصر Fe، Mo، Sb، Ag و V آنومالی نشان داده‌اند. نمونه‌های کانی‌سنگین 18، 19، 20 و 21 و نمونه‌های مینرالیزه 21-M1، 21-M2 و 21-M3 در این محل برداشت شد. که مطابق نتایج آنالیز گزارش شده مقادیر کانی‌های مگنتیت، مالاکیت، گالن و باریت در جز کانی‌سنگین در خور توجه می‌باشد و در نمونه‌های مینرالیزه عنصر Zn در حد آنومالی می‌باشد.

آنومالی شماره ۹

در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو در محدوده شیربند در میان واحدهای سنگی شامل توف، شیل توفی، جریانهای گدازه‌ای، ماسه‌سنگ، گچ، شیل تیره، و زغال‌سنگ با بقایای گیاهی و سنگ‌آهک توده‌ای ضخیم لایه واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 22، 23، 24، 25 و 26 از این محدوده برداشت شده که نسبت به عنصر Pb آنومالی نشان داده‌اند. نمونه‌های کانی‌سنگین به شماره‌های 22، 23، 24، 25 و 26 و نمونه مینرالیزه 24-M جهت بررسی بیشتر از محدوده آن آنومالی برداشت گردیده که نمونه‌های کانی‌سنگین نسبت به کانی‌های باریت، سرب‌آزاد، سلسنتین و سروزیت دارای مقادیر قابل توجهی بوده است. ولی نمونه مینرالیزه 24-M نسبت به هیچ یک از عناصر آنالیز شده، آنومالی نشان نداده است. در میان نمونه‌های کانی‌سنگین برداشت شده نمونه 22 دارای کانی‌های گالن و سرب طبیعی بوده که آبراهه این نمونه حائز اهمیت ساخته است. نمونه 26 نیز دارای مقدار کمی کانی اسفالریت بوده است.

آنومالی شماره ۱۰

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو در شمال محمدآباد در میان واحدهای توف، شیل توفی، جریانهای گدازه‌ای، ماسه سنگ و سنگ‌آهک توده‌ای ضخیم لایه واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 15، 16، 28، 29، 30 و 32 از این محل برداشت گردید که نسبت به عناصر Sr, Ba, Hg, Sb, Cr غنی‌شدگی دارند. نمونه‌های کانی‌سنگین با شماره‌های 15، 16، 28، 29، 30 و 32 و نمونه‌های مینرالیزه 32-M و 15-M1 از این محدوده جهت بررسی‌های بیشتر در فاز چک کردن آنومالی‌ها برداشت گردیده‌اند که طبق نتایج آنالیز نمونه‌های کانی‌سنگین این نمونه‌ها نسبت به باریت، گالن، آمفیبول، پیریت اکسیده، آپاتیت، سلسنتین، گوتیت، سروزیت، کروکوئیت، میمیتیت، مارکاسیت و ملاکیت قابل توجه می‌باشند. و نمونه‌های مینرالیزه نسبت به عناصر Zn, Mo غنی‌شدگی نشان داده‌اند.

آنومالی شماره ۱۱

محدوده این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو در حوالی مس‌کوه واقع گردیده است. واحدهای سنگی این منطقه عبارتند از: سنگ‌آهک توده‌ای ضخیم لایه، توف، شیل توفی و جریانهای گدازه‌ای. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 42، 43، 44 و 54 از این محل برداشت

گردیدند که آنومالی عناصر Ag, Ba, Mo را نشان داد. نمونه‌های کانی‌های سنگین 43، 44 و 54 و نمونه‌های مینرالیزه 54-M1، 54-M2 و 54-M3 از این محل برداشت شده‌اند که طبق نتایج آزمایشگاه پس از آنالیز این نمونه‌ها، نمونه‌های کانی‌سنگین، نسبت به باریت، پیریت اکسیده، شلیت، سروزیت، میمیتیت و گالن دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای بود و نمونه‌های مینرالیزه نیز نسبت به عنصر Ba آنومال بوده است.

آنومالی شماره ۱۲

این آنومالی در برگه ۱:۵۰،۰۰۰ طالو در شمال باختر طالو در میان واحدهای شیل‌تیره، ماسه‌سنگ، زغال با بقایای گیاهی، ماسه‌سنگ قرمز و سنگ آهک توده‌ای ضخیم لایه و نازک لایه و سنگ آهک مارنی قرار گرفته است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 6، 55، 56، 57، 58 و 60 در این ناحیه نسبت به عناصر Fe، V و Ni غنی‌شدگی نشان داده‌اند. نمونه‌های کانی‌سنگین با شماره‌های 6، 55، 56 و 58 و نمونه‌های مینرالیزه 57-M1، 58-M1، 58-M2، 58-M3 و 6-M1، 6-M2 از این محل برداشت شده‌اند. مطابق نتایج آنالیز کانی‌سنگین، کانی‌های آناتاز، اپیدوت، مگنتیت، مالاکیت، اولیژیت، پیریت اکسیده، شلیت، اسفالریت، استارولیت، باریت، گالن، فلوریت، ارسنوپیریت و زیرکن در حد آنومالی بوده‌اند. و نمونه‌های مینرالیزه نسبت به عنصر Ba و ترکیب اکسیدی Fe_2O_3 آنومال هستند.

آنومالی شماره ۱۳

محدوده این آنومالی در برگه ۱:۵۰،۰۰۰ طالو در شمال خاور طالو در میان واحدهای سنگی شیل‌تیره، ماسه‌سنگ، زغال‌سنگ با بقایای گیاهی، سنگ آهک و آهک مارنی واقع شده است. شماره نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 62، 65 و 66 از این محدوده برداشت گردید که نسبت به عناصر Fe، Ni، Cr آنومال می‌باشند. نمونه‌های کانی‌سنگین به شماره‌های 65، 66 و 62 و نمونه‌های مینرالیزه 65-M1 و 65-M2 از این محدوده برداشت شد. که نمونه‌های کانی‌سنگین نسبت به بروکیت، اپیدوت، ژاروسیت، مگنتیت، مالاکیت، پریدوت، اسفالریت، باریت، فلوریت، گالن و زئوئیت دارای مقادیر قابل توجه است. نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده نسبت به هیچ یک از عناصر آنالیز شده در این پروژه آنومال نمی‌باشد.

آنومالی شماره ۱۴

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو در خاور مس کوه در میان واحدهای سنگی سنگ آهک توده‌ای و ضخیم لایه، توف، شیل توفی و جریان‌های گدازه‌ای واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 45 و 47 نسبت به عناصر Bi, Mo, Ag, Sr, Cr, Ba, Pb, Sb آنومالی نشان داده‌اند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 45 و 47 از این محدوده برداشت شده‌اند که در آنها مقادیر کانی‌های سلسنتین، سروزیت، باریت و مارکاسیت قابل ملاحظه می‌باشد.

آنومالی شماره ۱۵

این آنومالی در خاور برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو و در محدوده طوره در میان واحدهای سنگی شامل شیل تیره، ماسه سنگ، زغال سنگ با بقایای گیاهی، سنگ آهک نازک لایه و سنگ آهک مارنی و سنگ آهک توده‌ای و ضخیم لایه و سنگهای ولکانیکی واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی 90, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103 و 104 از این محدوده برداشت گردیده که نسبت به عناصر Sn, Au, Cu, Hg, W, Co, Ni, Bi, Cr, V آنومالی نشان داده‌اند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 90, 91, 94, 97, 100, 101, 102, 104 و نمونه‌های میترالیزه با شماره‌های 96-M, 104-M1, 104-M2, 94-M, 90-M, 97-M و 100-M جهت بررسی‌های بیشتر از این محدوده برداشت گردید که در نتایج نمونه‌های کانی سنگین مقادیری گارنت، مارکاسیت، شنلیت، سیدریت، و کانی‌های آتیره شده اسفالریت، آندالوزیت، ارسنوپیریت، بروکیت، مارتیت، سلسنتین، میمیت، گالن، فلوریت و پیرولوزیت مشاهده شده است. اگر چه وجود شیل‌های زغالدار در این محدوده ممکن است عامل اصلی ایجاد آنومالی باشد، اما حضور گسترده کانیهای سولفوری (گالن و اسفالریت) در نمونه‌های کانی سنگین، به ارزش آنومالیهای این محدوده می‌افزاید. در نتایج آنالیز نمونه‌های میترالیزه مقدار بالایی برای عناصر ذکر نشده است.

آنومالی شماره ۱۶

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو در شمال کلمدر در میان واحدهای سنگی شامل شیل تیره، ماسه سنگ، زغال سنگ با بقایای گیاهی، سنگ آهک نازک لایه، سنگ آهک مارنی و سنگهای ولکانیکی واقع گردیده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 79, 84 و 85 که نسبت به عنصر Cr آنومالی نشان داده از این محدوده برداشت گردیده است. نمونه‌های کانی

سنگین 79 و 85 نیز از این محل برداشت گردید که حاوی کانیه‌های ژاروسیت، اسفالریت، گالن، فلوریت و سافیر در حد آنومال می باشد.

آنومالی شماره ۱۷

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو و در جنوب کوه سرتنگ در میان واحدهای سنگی شامل سنگ آهک واقع گردیده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 137 و 138 که نمونه 137 نسبت به عنصر Au از غنی شدگی نسبی برخوردار می باشد. نمونه‌های کانی سنگین 137 و 138 از این محدوده برداشت گردید. در نتایج آنالیز این دو نمونه مقادیری از کانی‌های سرب آزاد، آناتاز، بروکیت، دیوپتاز، ایلمنیت، اسفن، باریت، سروزیت و زیرکن در حد آنومالی مشاهده گردیده است.

آنومالی شماره ۱۸

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ قلعه در غرب روستای نمکه در میان واحدهای سنگی شامل سنگ آهک، آهک مارنی، شیل، ماسه سنگ، مارن گچ دار، شیل تیره و زغال سنگ همراه با بقایای گیاهی واقع می باشد. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 328, 330, 334, 346, 347 و 348 از این محدوده برداشت گردید که نسبت به عناصر آنالیز شده در این برگه آنومالی نشان نداده است. اما از آنجا که در هنگام برداشت نمونه های سیلت آبراهه ای، قطعات حاوی کانیه‌های اولیژیست و هماتیت به مقدار زیاد در آبراهه دیده شده بود لذا اقدام به برداشت نمونه کانی سنگین و بررسی مجدد این آبراهه شده و یک نمونه کانی سنگین به شماره 347 و نمونه‌های مینرالیزه به شماره های 347-M1, 347-M2 و 347-M3 از این محدوده برداشت گردیده است. که در نتایج آنالیز نمونه‌های کانی سنگین مقادیر قابل توجهی از کانی‌های آپاتیت، ژاروسیت، اولیژیست، سیدریت و اسفن مشاهده شده و نمونه‌های مینرالیزه نسبت به عناصر Fe, B غنی شدگی نشان داده اند که ممکن است در ارتباط با کانی زایی پنهان تیپ اسکارن باشد.

آنومالی شماره ۱۹

این آنومالی در شمال برگه ۱:۵۰,۰۰۰ قلعه در منطقه حاجی کرد در میان واحدهای سنگی شامل سنگ آهک توده‌ای و ضخیم لایه، ماسه سنگ، کوارتزیت و شیل واقع گردیده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 305, 306, 307 و 324 که از این محدوده برداشت گردید نسبت به عناصر Sn و Au آنومال می باشند. نمونه‌های کانی سنگین به شماره‌های 306, 307 و

324 و نمونه‌های مینرالیزه 306-M3, 306-M2, 306-M1, 324-M1 و 306-M4 از این منطقه جهت بررسی‌های بیشتر برداشت شد که نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های مارکالیت، پیریت، گوتیت، اسپینل، آاناتاز، هماتیت، لیمونیت، میمیت و اسفالریت بوده است لازم به ذکر است نمونه کانی سنگین 306 حاوی طلا نیز می‌باشد. نمونه‌های مینرالیزه حاوی مقادیری از اکسید Fe_2O_3 در حد آنومال می‌باشند. در مسیر آبراهه‌های شمالی در این محدوده مقادیری سرباره (Slag) مشاهده شده که حکایت از وجود معدنکاری قدیمی در این محدوده دارد.

آنومالی شماره ۲۰

این آنومالی در شرق برگه ۱:۵۰,۰۰۰ قلعه در منطقه رونجن در میان واحدهای لیتولوژیکی شیل تیره، ماسه‌سنگ، زغال‌سنگ با بقایای گیاهی، توف و جریانهای گدازه، شیل و گچ واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی 297, 298, 299 و 366 نسبت به عنصر Fe از غنی‌شدگی نسبی برخوردار می‌باشند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 366 و 297 که از این محدوده برداشت شده بود حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای از کانی‌های باریت، روتیل، ارسنوپیریت، اسپینل، کرومیت و زیرکن می‌باشد.

آنومالی شماره ۲۱

این آنومالی در شرق برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو در جنوب طرزه در میان واحدهای سنگی شامل سنگ آهک و دولومیت با لایه بندی خوب، ماسه سنگ قرمز، سنگ آهک توده‌ای ضخیم لایه، ماسه سنگ، کوارتزیت، شیل و سنگ آهک مارنی واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمی با شماره‌های 74, 75, 76 و 77 در این ناحیه نسبت به عناصر Mo, Pb و Ba آنومال می‌باشند، نمونه‌های کانی سنگین 75 و 77 که از این محدوده برداشت شد حاوی کانی‌های آندالوزیت، دجنیت، لوکوکسن، اولیژیست، باریت، مالاکیت، میمیت و فلوریت در حد آنومال می‌باشند. نمونه مینرالیزه با شماره 75-M نیز از این محل برداشت شده که نسبت به هیچ عنصری آنومال نمی‌باشد.

آنومالی شماره ۲۲

این محدوده در شمال برگه ۱:۵۰,۰۰۰ طالو، شمال شرق روستای چهارده واقع است. سنگهای تشکیل دهنده منطقه شامل: توف، شیل‌های سیاه، ماسه سنگ و لایه های ذغال دار (سازند شمشک) و سنگ آهک و آهک مارنی دلیچای و آهک لار است. نمونه های ژئوشیمی به شماره های 148, 146 نسبت به عناصر Ba, V آنومال می باشد. و نمونه های کانی سنگین به شماره های 148, 146, 144 از منطقه برداشت شده که در این نمونه ها کانی های اسفالریت، گالن، باریت، سلسیتین، مالاکیت و سروزیت مشاهده شده است. و نمونه های مینرالیزه به شماره های 144-M1 و 146-M1 از این محدوده برداشت گردیده است که نسبت به عناصر Ba, Zn, Mo آنومال بوده اند.

آنومالی شماره ۲۳

این محدوده در جنوب کوه گرم کش و در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ قلعه واقع است و واحد های سنگی تشکیل دهنده آن شیل‌های سیاه، ماسه سنگ و لایه های ذغال دار سازند شمشک و سنگ آهک نازک لایه و آهک مارنی دلیچای و آهک ضخیم لایه لاریهمراه پادگانه های قدیمی می باشد. نمونه ژئوشیمی به شماره 277 نسبت به عنصر مس آنومال بوده است. نمونه کانی سنگین به شماره 277 که از این محدوده برداشت شده شامل کانیهای لیمونیت، شلیت، ارسنوپیریت، اسفالریت، گالن، باریت، پیریت و بورنیت می باشد. دو نمونه مینرالیزه به شماره های 277-M1, 277-M2 نیز از این منطقه برداشت گردید که نسبت به هیچ یک از عناصر آنالیز شده آنومال نبوده است.

آنومالی شماره ۲۴

این محدوده در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ قلعه در شمال روستای کلاته در میان واحدهای سنگی شامل توف، شیل، ماسه سنگ، ژپس، شیل تیره، زغال همراه با بقایای گیاهی، سنگ آهک و سنگ آهک مارنی واقع شده است. نمونه ژئوشیمیایی با شماره 357 نسبت به عناصر Co, Zn آنومال می باشد. لازم به ذکر است این نمونه ژئوشیمیایی بدلیل شرایط نامساعد جوی در مرحله اول نمونه برداری برداشت نشده و برداشت آن به همراه نمونه های کانی سنگین در زمان برداشت نمونه ها در فاز کنترل آنومالیاها صورت گرفته است. نمونه کانی سنگین با شماره 357 نسبت به کانیهای هماتیت، پیریت اکسیده، گالن و باریت غنی شدگی نشان داده است.

آنومالی شماره ۲۵

محدوده مربوطه در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱: طالو در شمال دوستای دیوار و در نزدیکی رودخانه آب ترودبار در میان واحد های سنگی شامل سنگ آهک، سنگ آهک مارنی، شیل و ماسه سنگ واقع است. نمونه ژئوشیمی با شماره 460 نسبت به عناصر Sb, Hg, As آنومال بوده است. لازم به ذکر است به دلیل شرایط نا مساعد جوی در مرحله برداشت نمونه های ژئوشیمیایی (مرحله اول) این نمونه برداشت نشده و در مرحله کنترل آنومالیا به همراه نمونه های کانی سنگین برداشت گردیده است. نمونه کانی سنگین با شماره 461-H از این محدوده برداشت شده که حاوی مقادیری از کانیهای طلا، هماتیت، پیریت، لیمونیت و سیدریت در حد قابل توجهی می باشد.

آنومالی شماره ۲۶

این محدوده آنومال در برگه ۵۰,۰۰۰: ۱: طالو و در شمال غربی موجن یکی از شاخه های فرعی رودخانه داستان در میان واحد های سنگی شامل سنگ آهک و کنگلومرا واقع شده است. نمونه های ژئوشیمیایی با شماره های 105, 106 از این منطقه برداشت شده اند که نسبت به هیچ یک از عناصر آنالیز شده آنومالی نشان نداده است. دو نمونه کانی سنگین با شماره 105, 106 در این منطقه برداشت شد که نسبت به کانیهای هماتیت، لیمونیت، گارنت، اسفالریت، پیریت، پیریت اکسیده، سافیر، فلوریت و مارکاسیت از مقادیر نسبتاً خوبی برخوردار بوده اند. در این منطقه نیز به دلایل شرح داده شده در دو محدوده قبل نمونه های ژئوشیمیایی در مرحله آنومالی چکینگ برداشت شده اند.

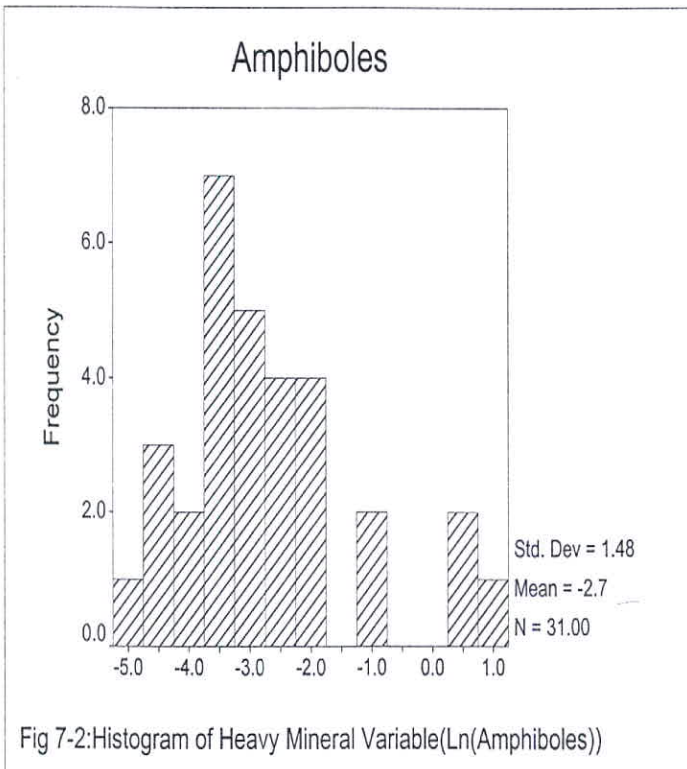
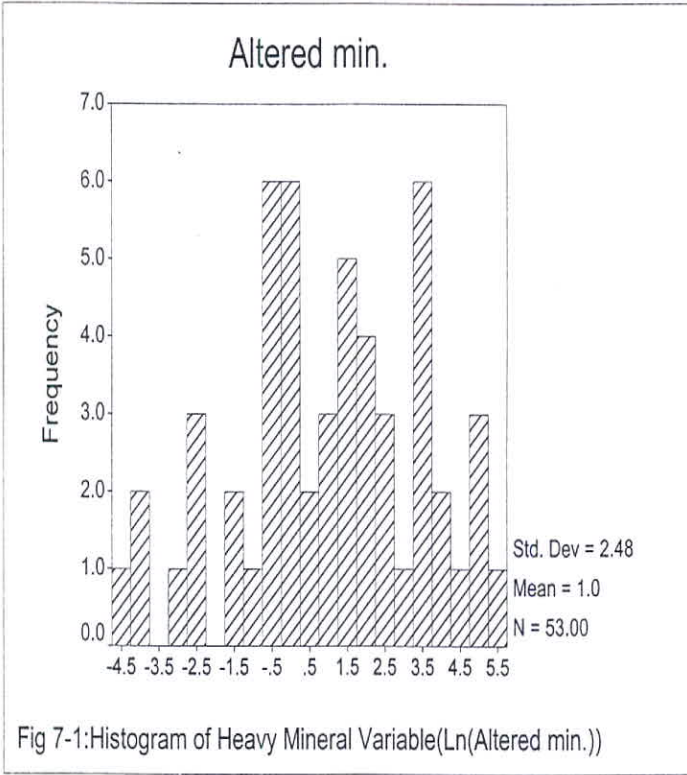
۵- پردازش داده های کانی سنگین

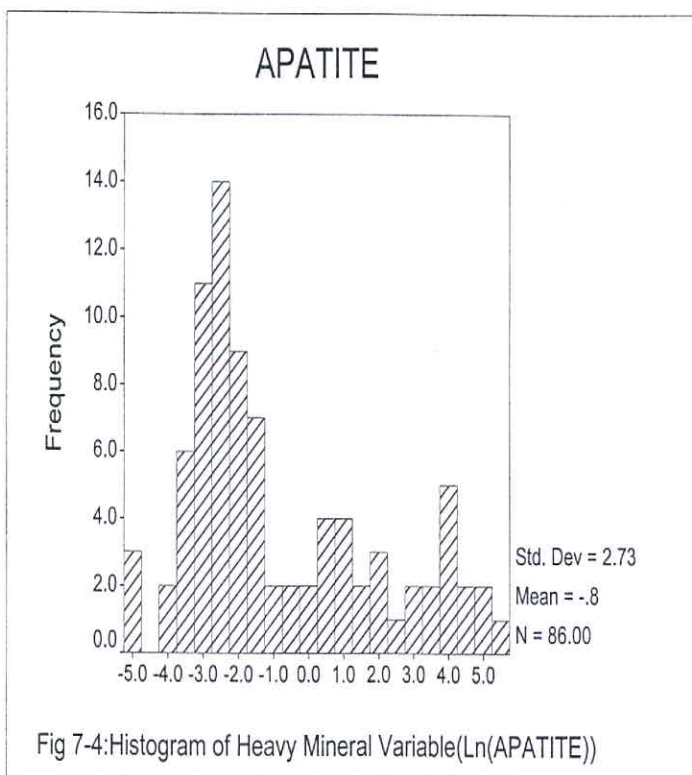
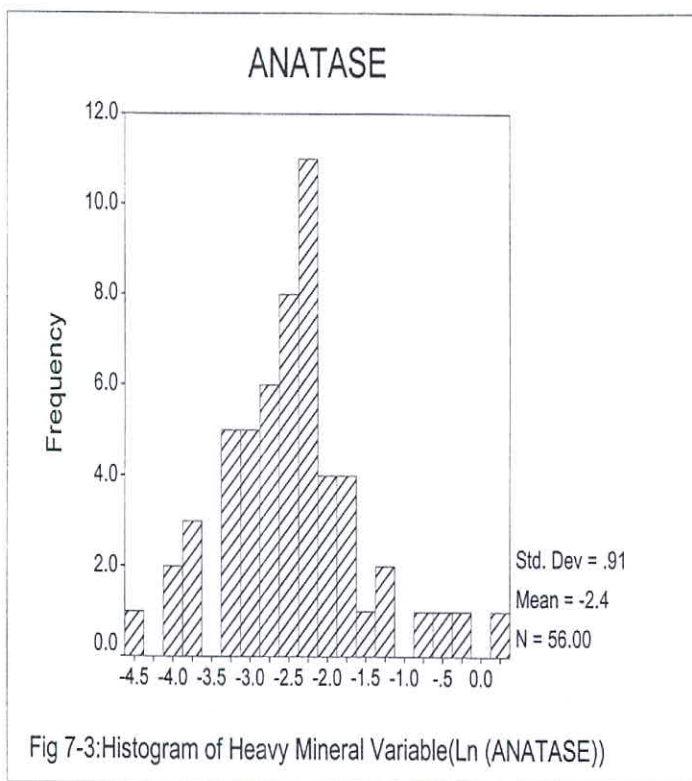
۵-۱- رسم هیستوگرام

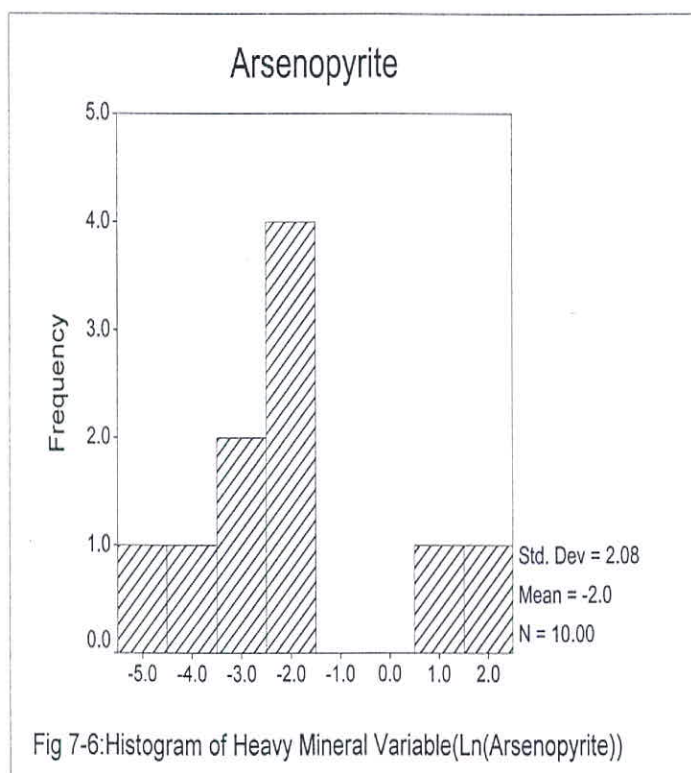
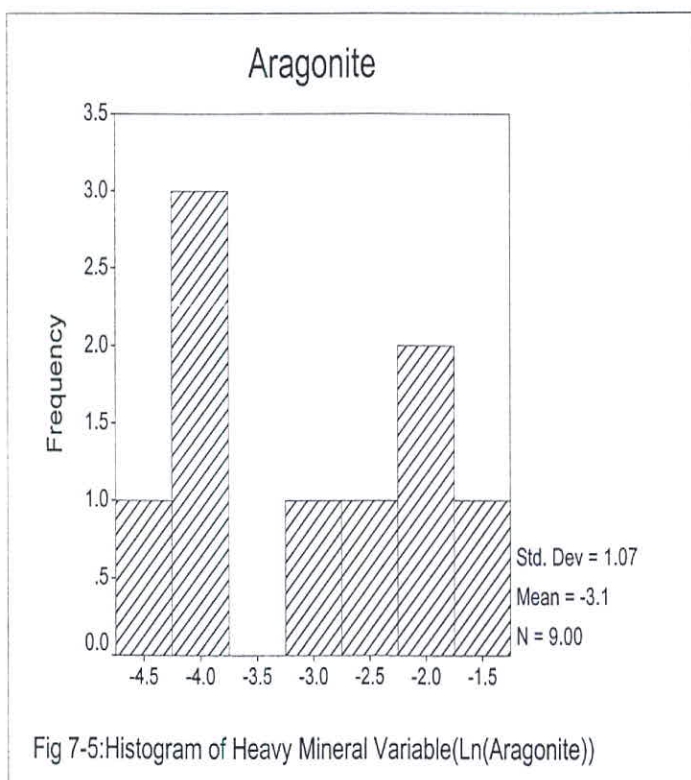
در جوامع کانی سنگین مورد مطالعه بعضی متغیرها دارای تعداد مشاهدات بسیار کم (متغیرهایی که دارای یک یا دو مشاهده هستند) بوده و در برخی موارد دیگر دامنه اعداد نزدیک به هم بوده و در پی این امر هیستوگرام این گونه متغیرها به صورت تک ستونی در می آید که از لحاظ آماری ارزش لازم جهت بررسی را دارا نمی باشد، لذا تنها برای متغیرهای فاقد مشکلات فوق اقدام به رسم هیستوگرام شده که می توان آنها را در اشکال ۷-۱ الی ۷-۳۹ مشاهده نمود. (داده های خام بر روی CD آورده شده است) جهت رسم این هیستوگرام ها از لگاریتم طبیعی مقادیر مشاهده شده استفاده شد. برخی متغیرهای کانی سنگین دارای خصلت دومدی هستند. زیرکن و روتیل که از کانیهای سنگ سازی باشند ویژگی دومدی را به خوبی در خود نشان می دهند. که این چند جامعه بودن مرتبط با تغییرات لیتولوژیکی است. باریت، هماتیت، لیمونیت و مگنیت نیز خصلت دومدی را در خود نشان می دهند. این تغییرات مرتبط با وجود مناطق آنومال از این کانیها در برگه می باشد. در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان قسمت شمالی حاوی سازند شمشک و شیلهای ژوراسیک و جنوب آن دارای باندی از توف و خروجی های اتوسن است. کانی های پیروکسن، منیتیت، آمفیبول و... از این خروجی ها حاصل شده اند. در عین حال وجود کانه های مرتبط با کانی سازی های رگه ای در منطقه در نمونه های کانی سنگین، پتانسیل وجود این سیستم را در منطقه تایید می نماید. در عین حال وجود کانه طلا در چندین نمونه در منطقه که عمدتاً در یک محدوده واقع شده اند، اهمیت منطقه را از لحاظ کانی سازی طلا بالا برده است.

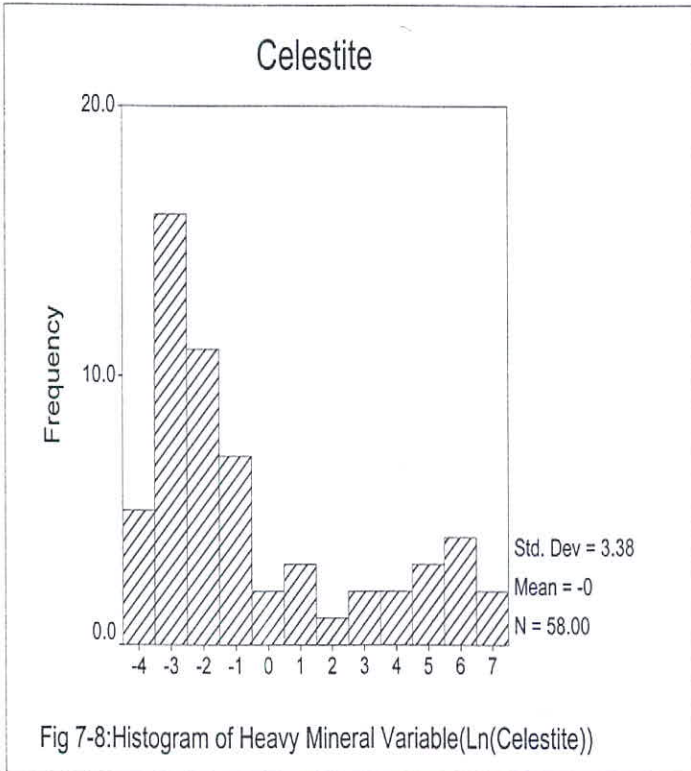
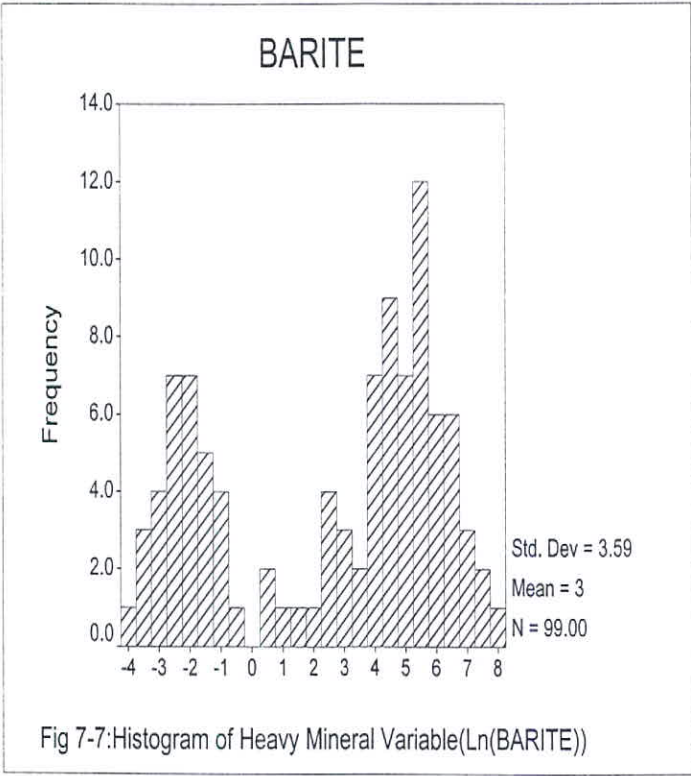
۵-۲- آنالیز کلاستر متغیرهای کانی سنگین

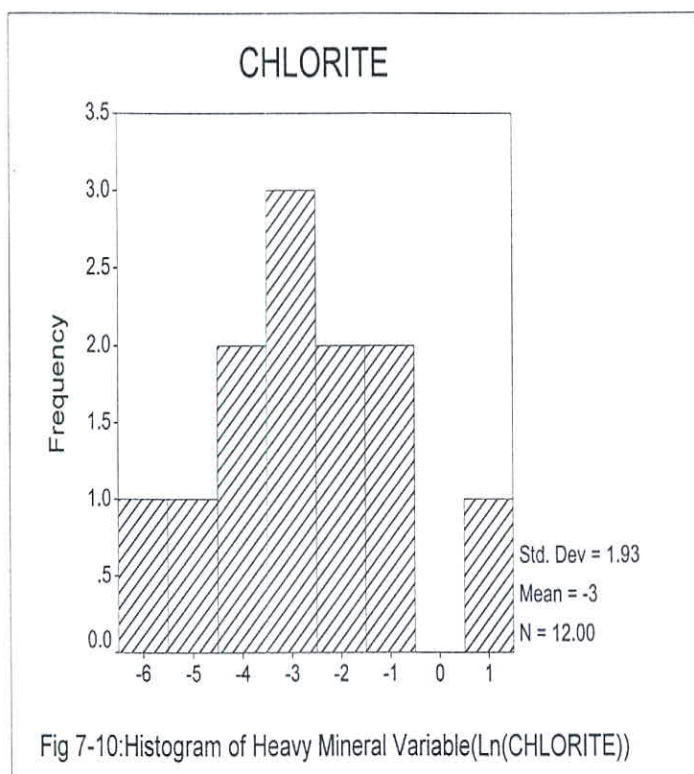
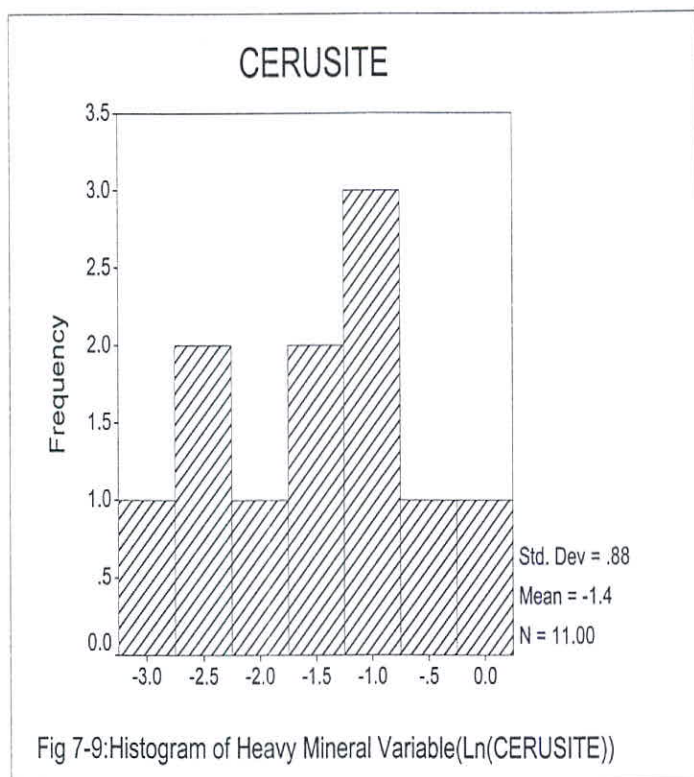
یکی از روشهای معمول جهت تعیین روابط پارائزنی بین متغیرهای مختلف استفاده از آنالیز کلاستر (تحلیل خوشه ای) می باشد. گر چه غلبه جنبه کیفی در مطالعات کانی سنگین باعث می گردد تا نتوان قضاوت نهایی را صرفاً با توجه به دندروگرام انجام داد لذا تا حد امکان بایست به روابط ژنزی و محیط های پیدایشی کانی های مختلف توجه کرد. با این وجود ساختارهای معرفی شده بوسیله آنالیز کلاستر می تواند راهنمایی در جهت یافتن روابط پارائزنی کانیهای

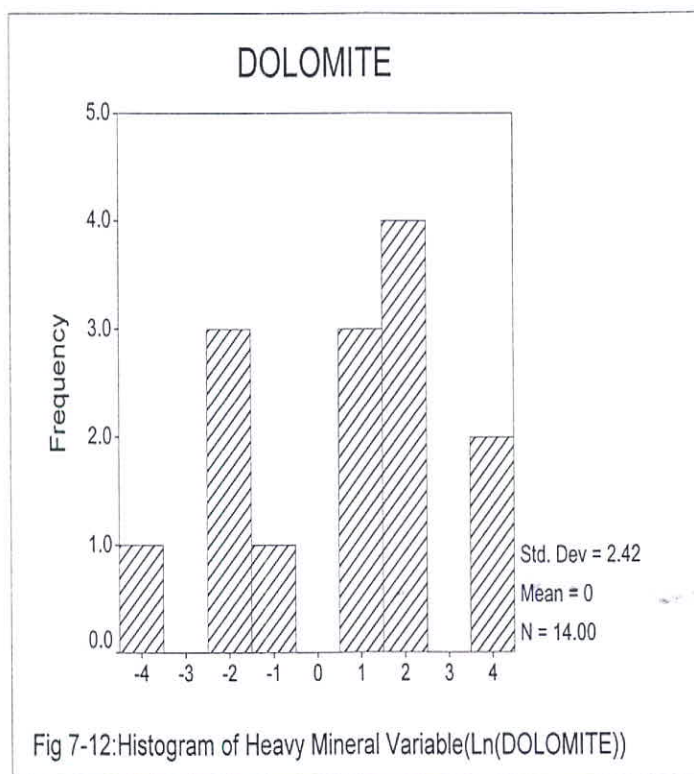
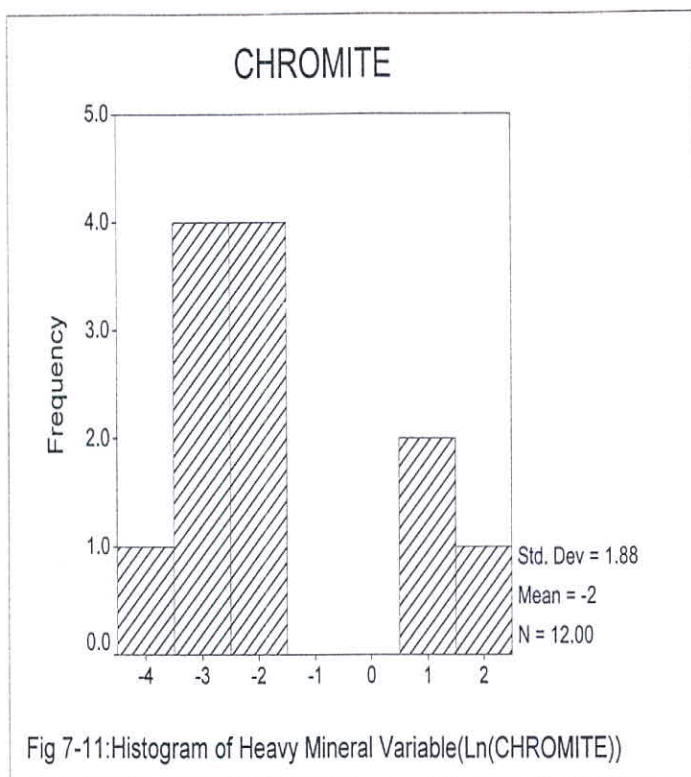


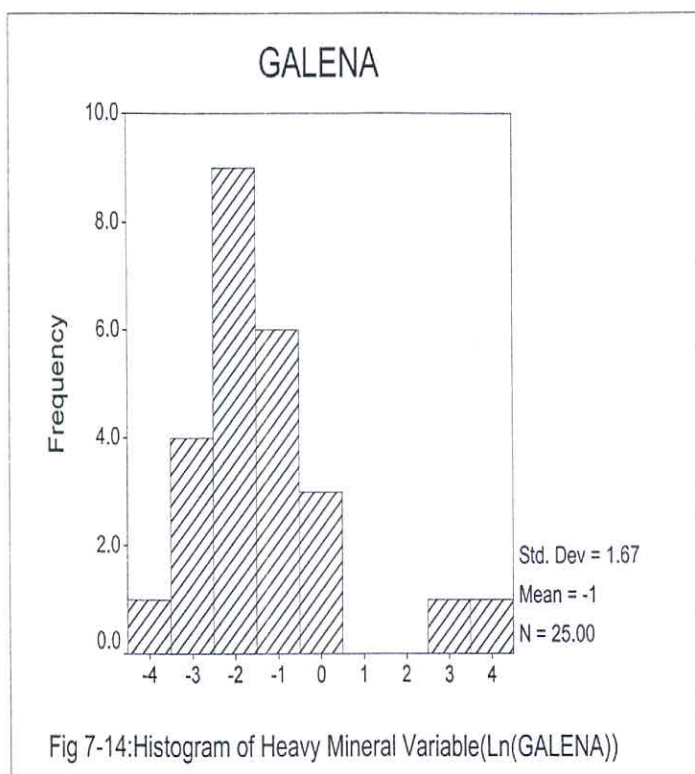
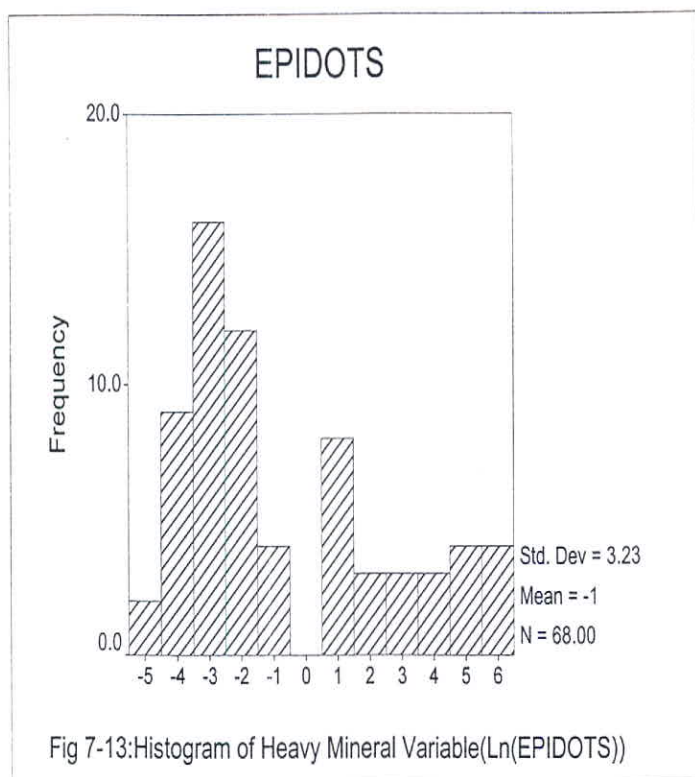


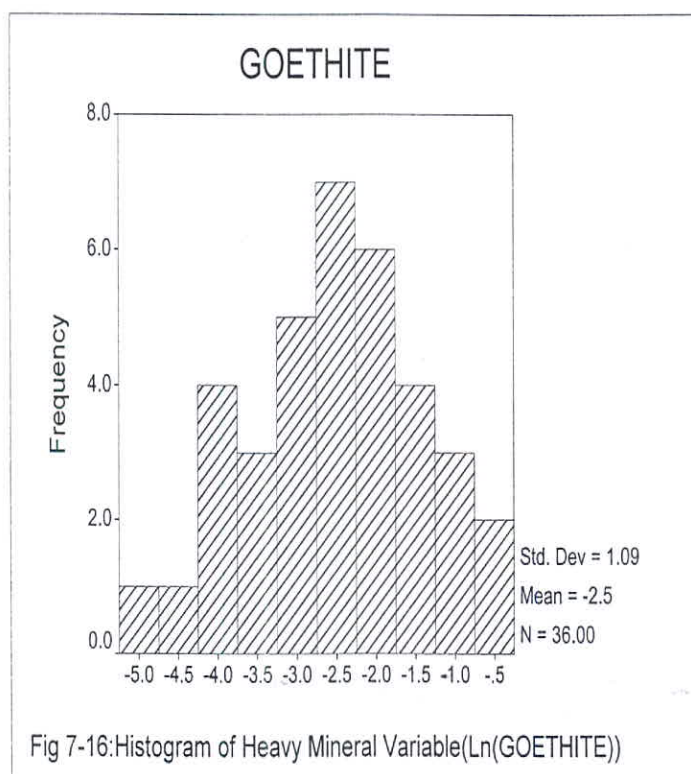
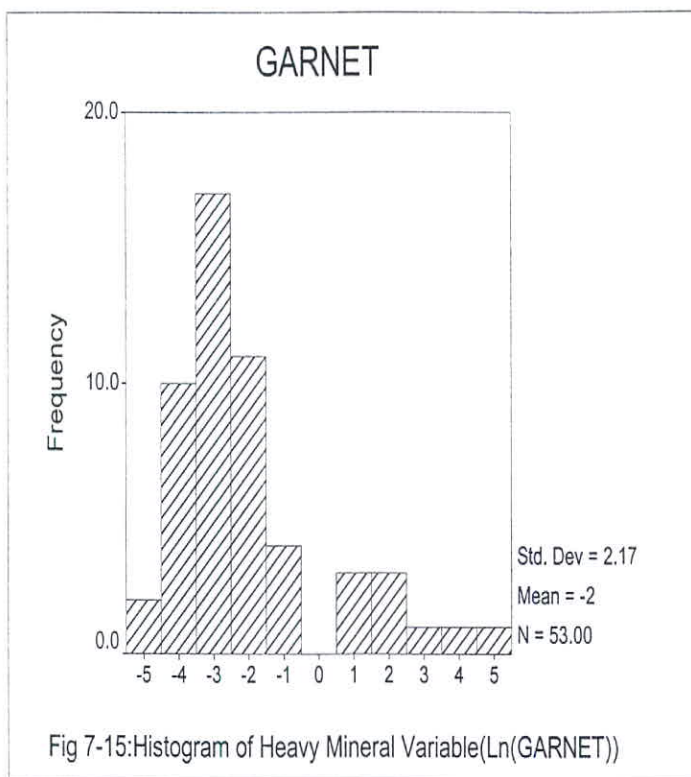


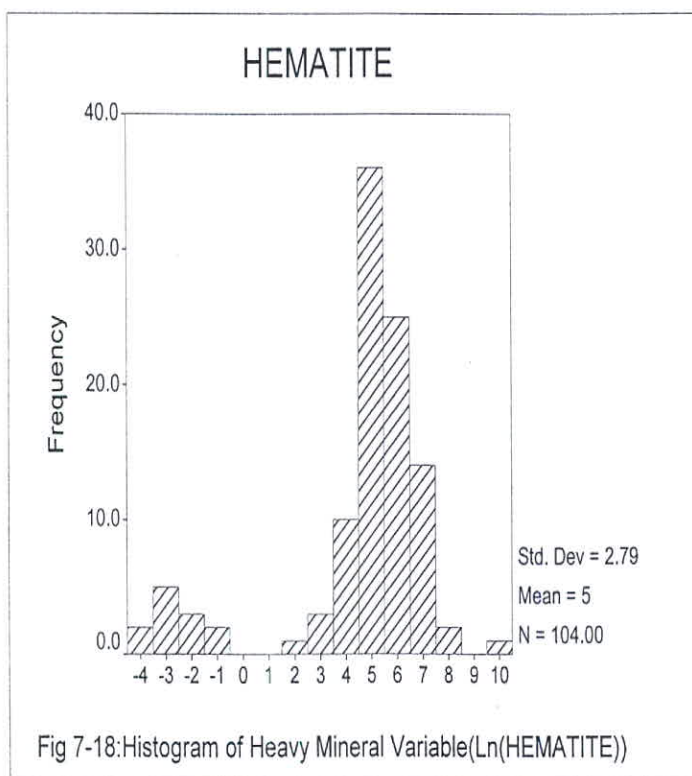
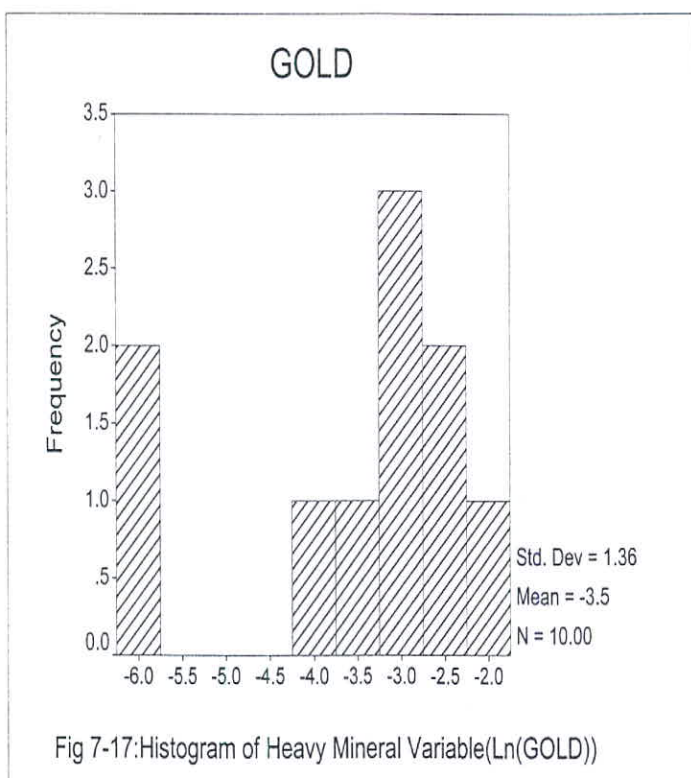


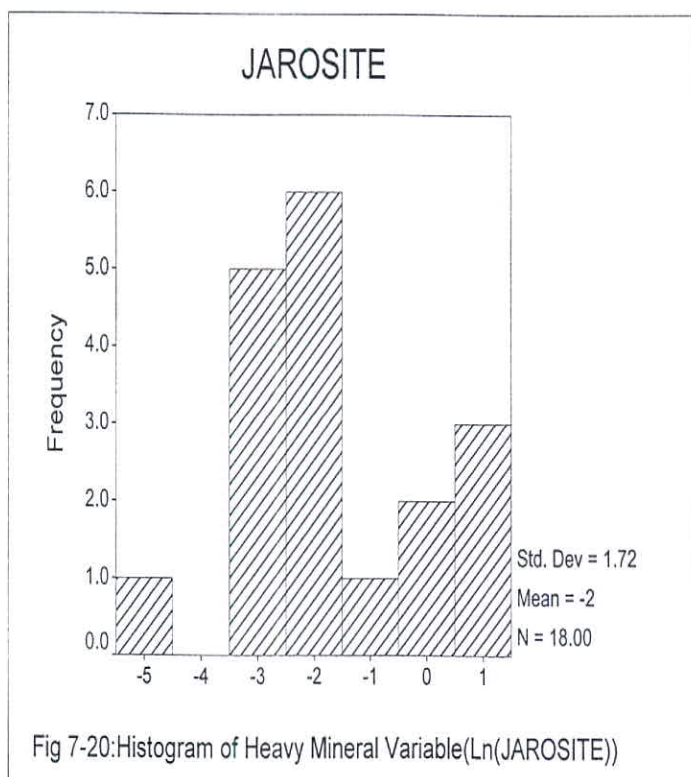
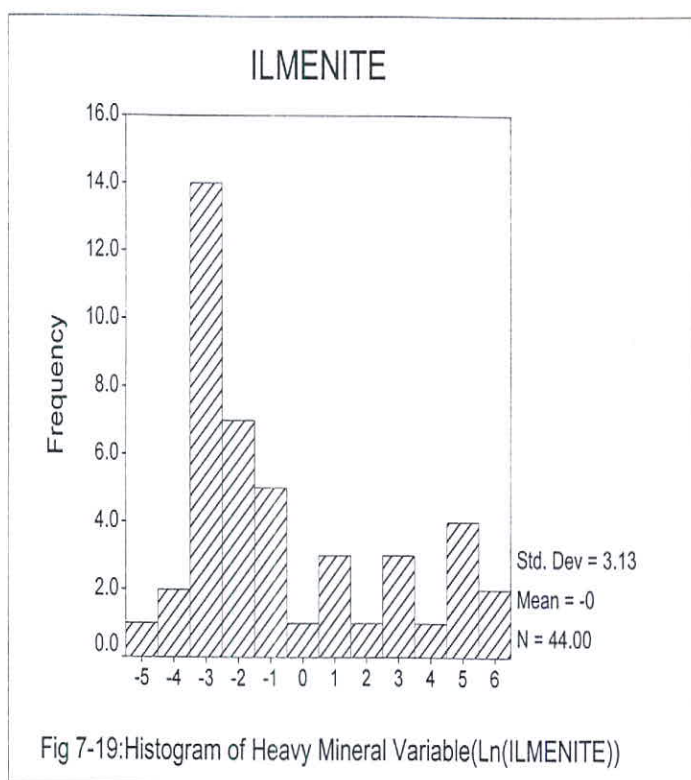


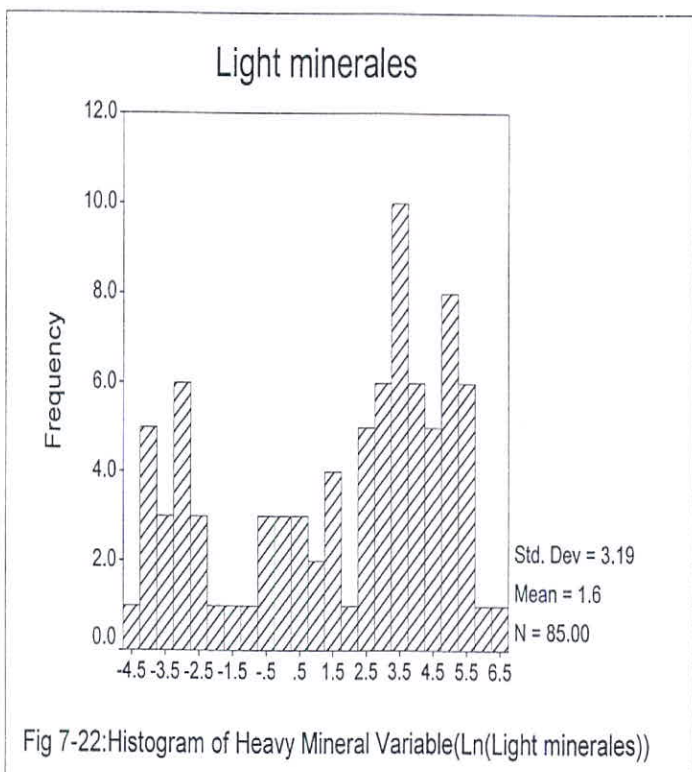
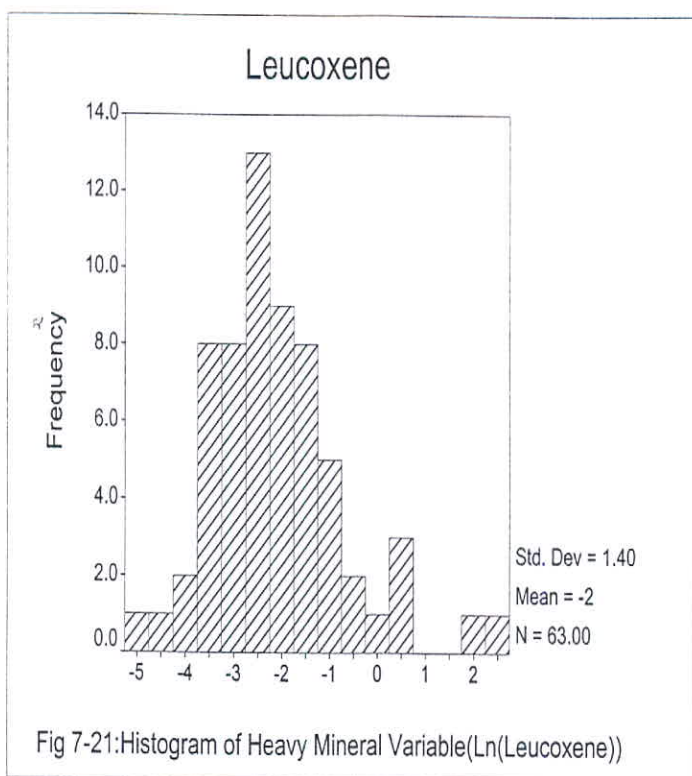


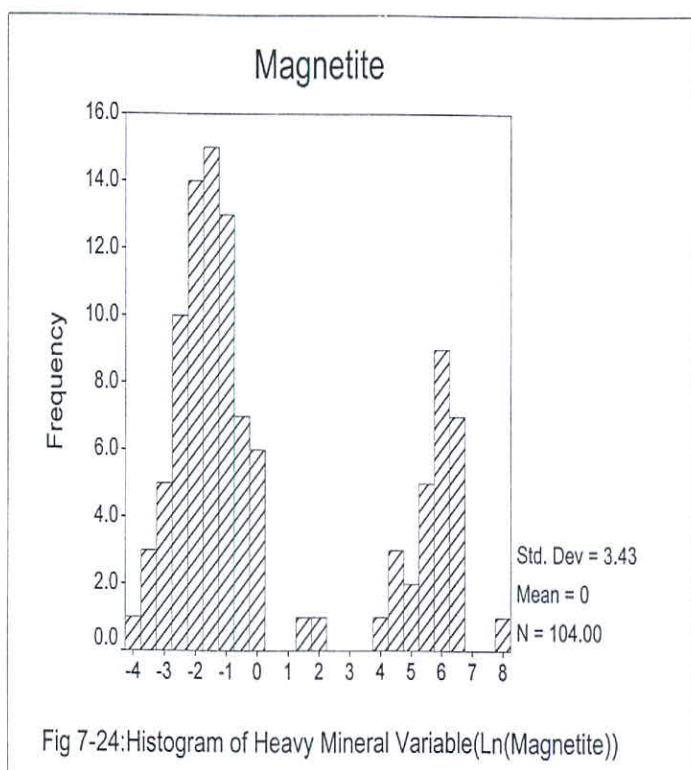
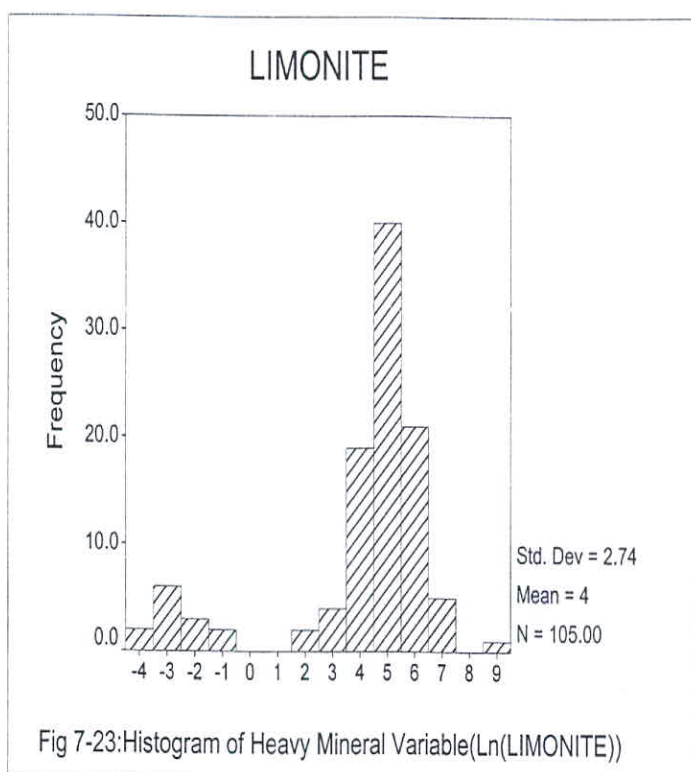


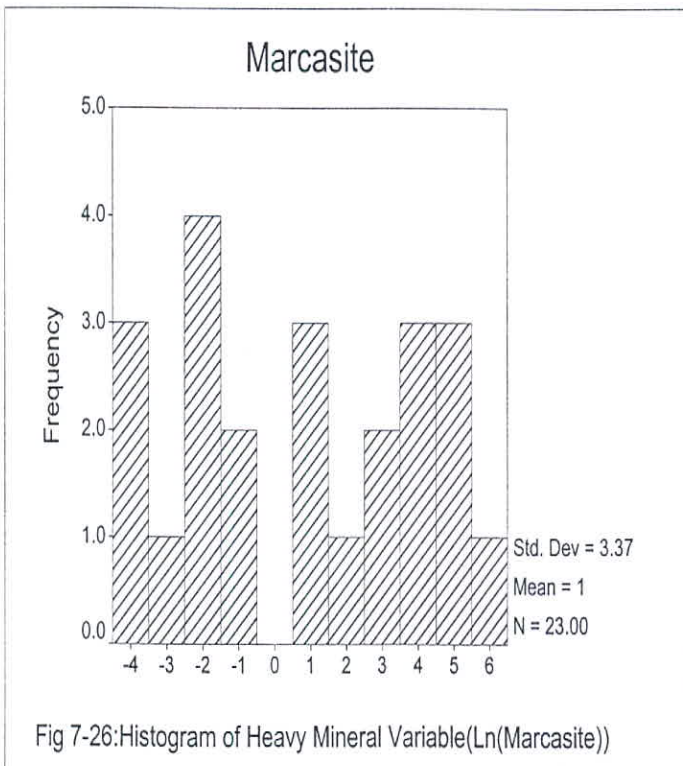
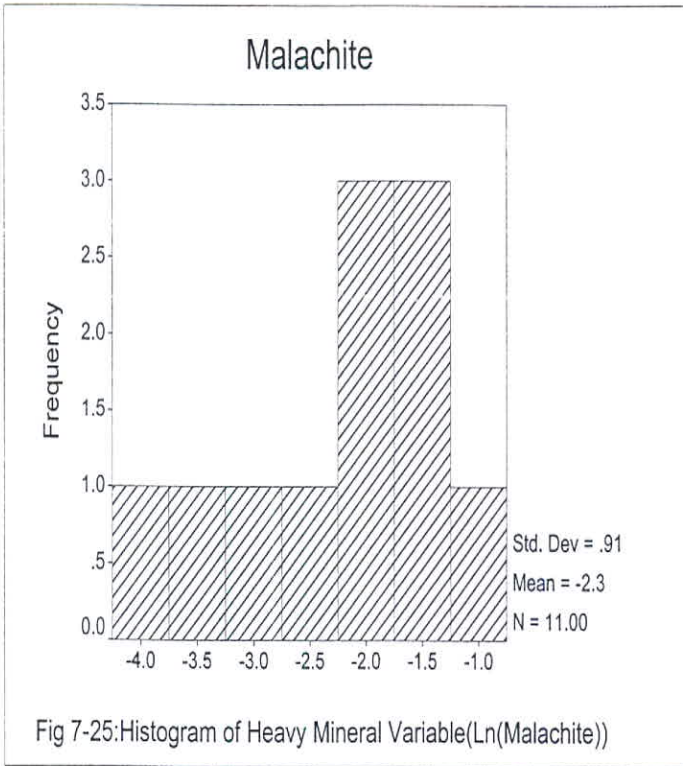


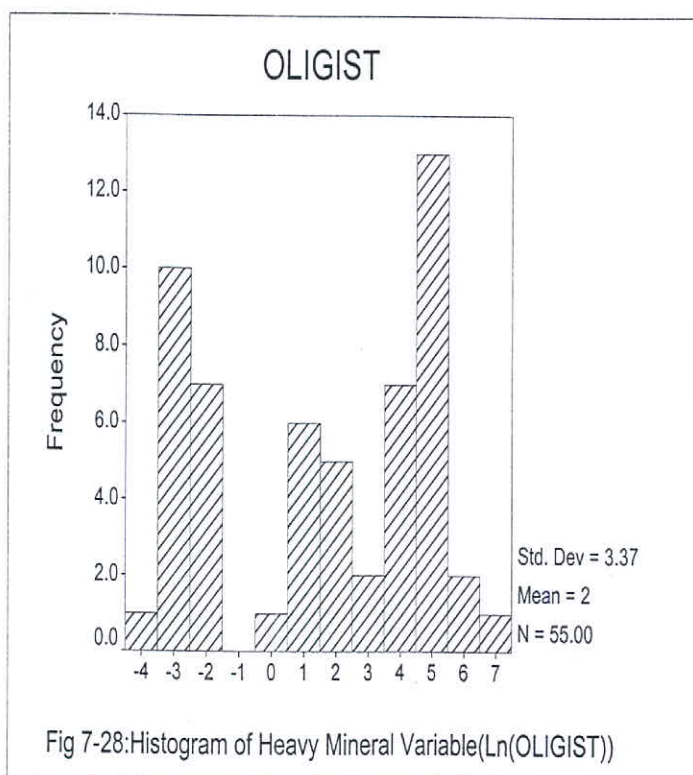
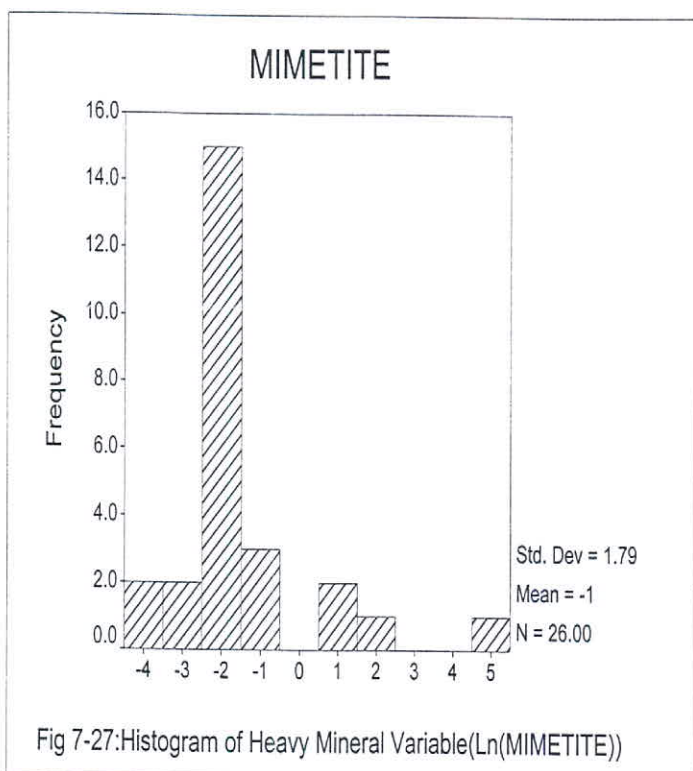


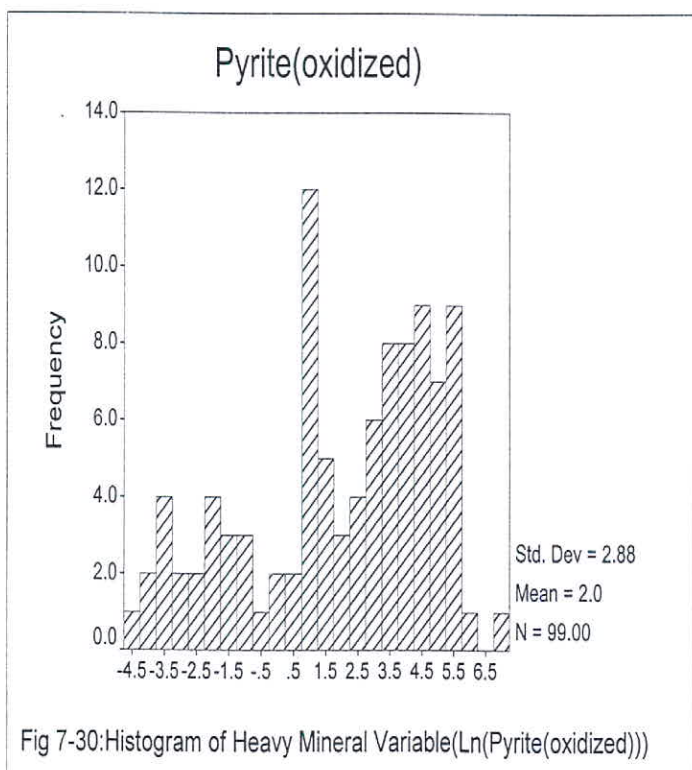
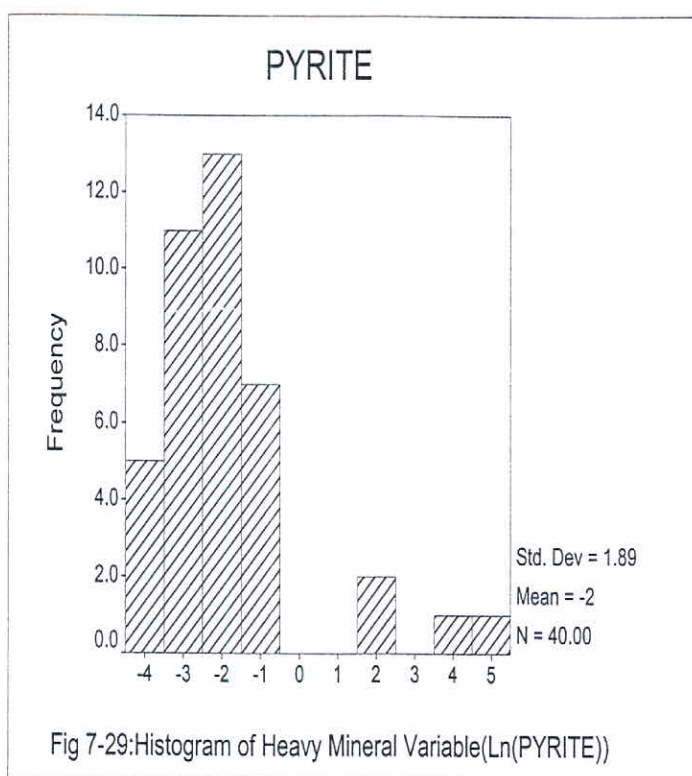












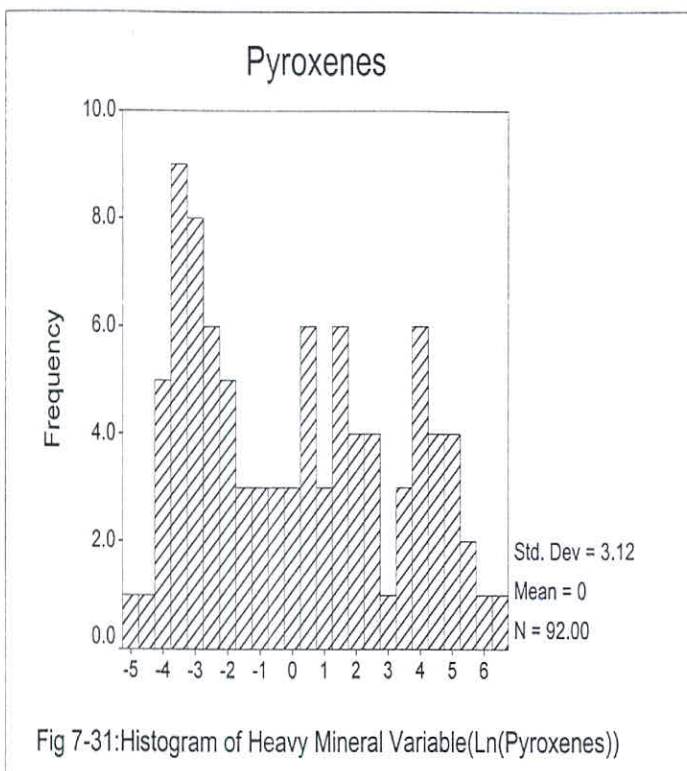


Fig 7-31: Histogram of Heavy Mineral Variable(Ln(Pyroxenes))

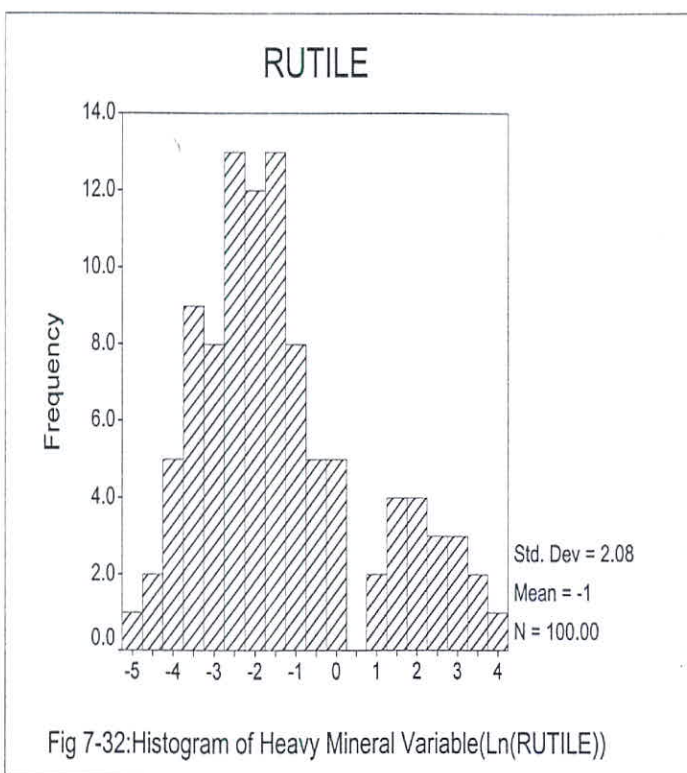
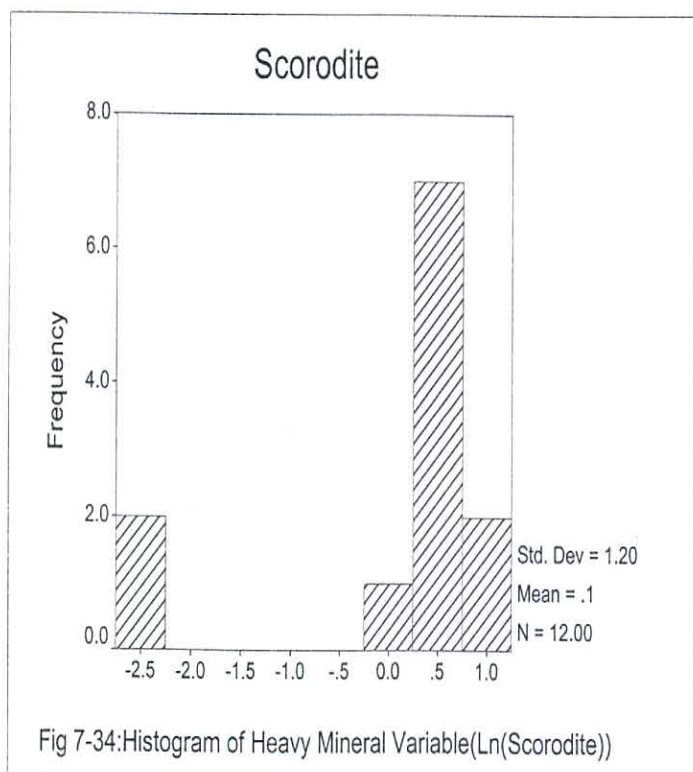
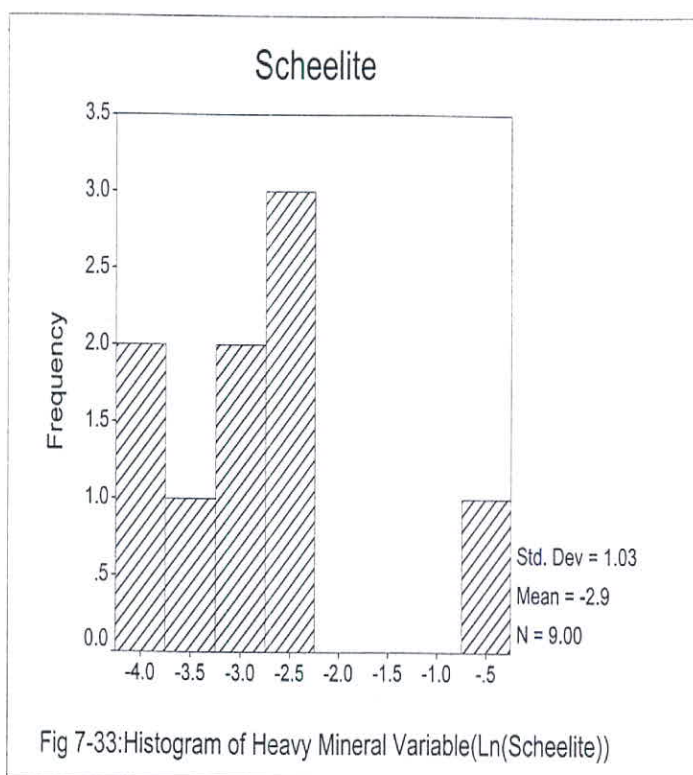
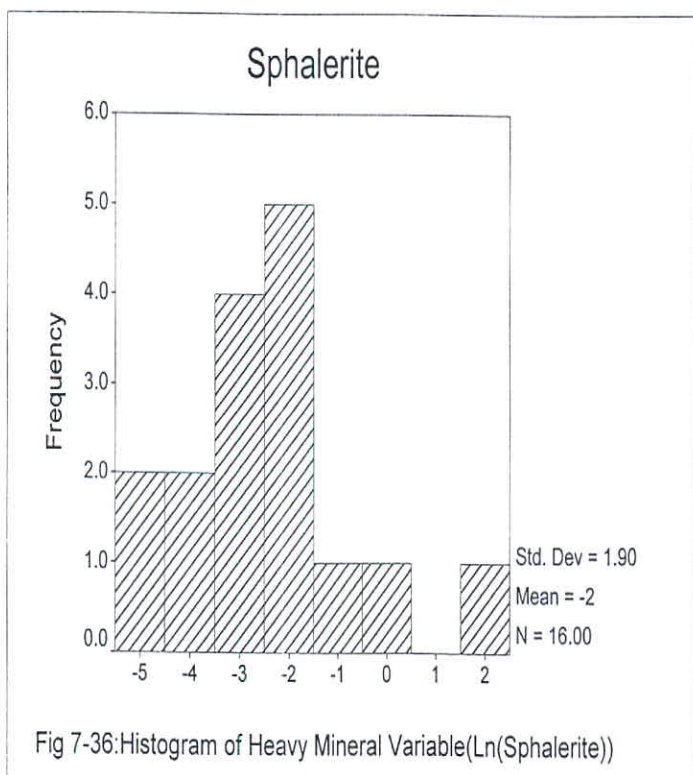
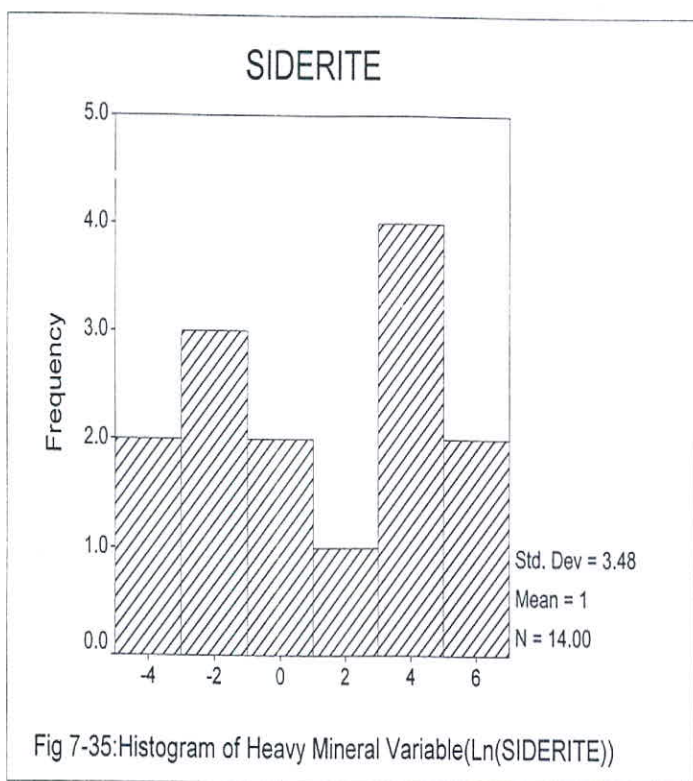
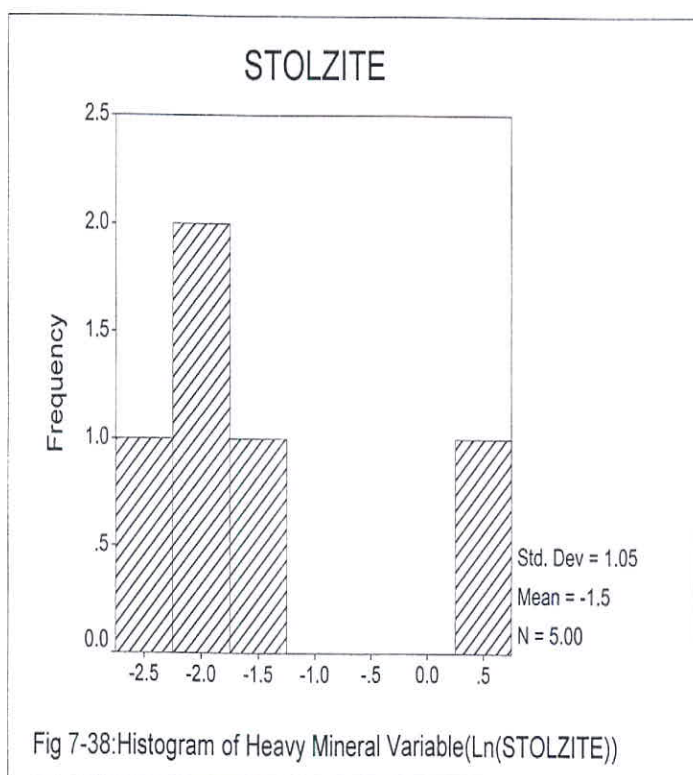
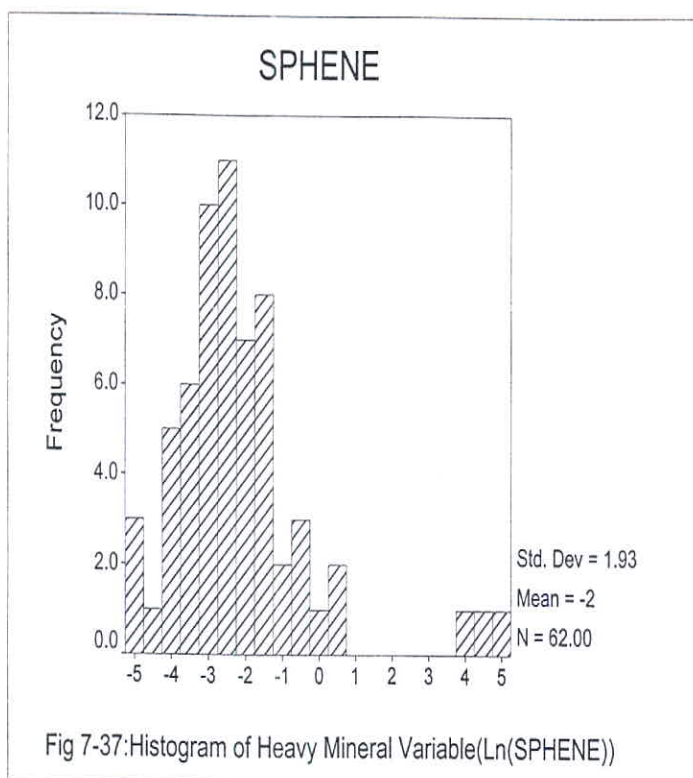
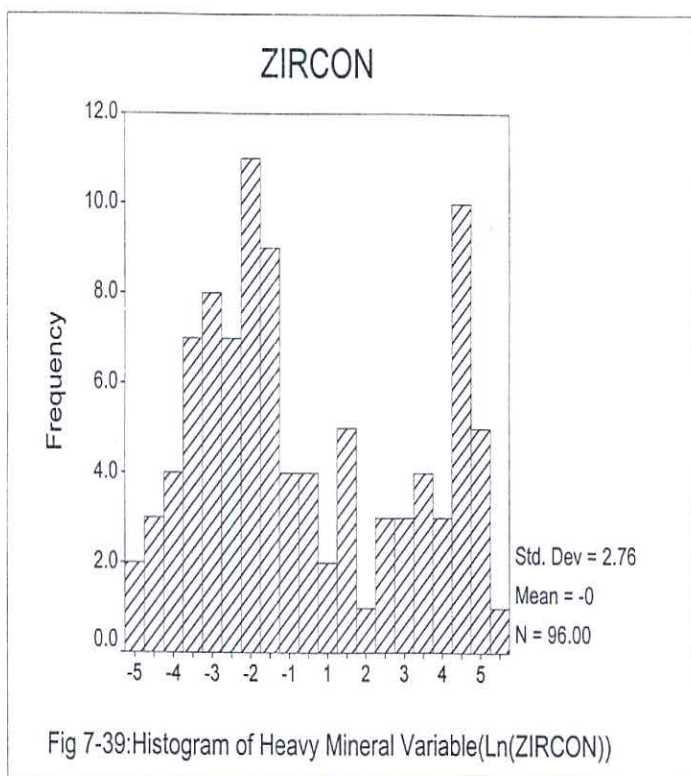


Fig 7-32: Histogram of Heavy Mineral Variable(Ln(RUTILE))









موجود در جزء سنگین باشد. در برگه دامغان دندروگرام شکل ۷-۴۰ سه دسته اصلی از کانیها را نشان میدهد.

دسته اول شامل کانیهای دسکلوزیت، میمیت، استولزیت، سروزیت، پیرومورفیت، اسکوردیت، گالن و فلوریت می گردد. گروه دوم کانیهای منیتیت، پیروکسن، گوتیت، الیژیست، پیریت، سلسین و آمفیبول را شامل می شود و گروه سوم در بر گیرنده کانیهای هماتیت، لیمونیت، طلا، آنتاز، اسفالریت، مارکاسیت و ارسنو پیریت می باشد. گروه اول کلاستر معرف کانی سازی سرب و روی می باشد. گروه دوم بیشتر معرف خروجی های ائوسن می باشد و از این لحاظ معرف لیتولوژی است و گروه سوم به نوعی معرف کانی سازی احتمالی طلا است، اگر چه وجود آنتاز در این زمینه چندان توجیه پذیر نیست.

در مجموع با استفاده از آنالیز کلاستر و بررسی روابط پاراژنری کانه ها، ساخت متغیرهای زیر مدنظر قرار گرفت:

- ۱- مجموع کانیهای آهن دار
 - ۲- کانه های با ارزش (شامل تمام کانه های مرتبط با کانی سازی)
 - ۳- گروه یک آنالیز کلاستر (مجموع دسکلوزیت، میمیت، استولزیت، سروزیت، پیرومورفیت، اسکوردیت و گالن)
 - ۴- گروه سه آنالیز کلاستر (هماتیت، لیمونیت، طلا، اسفالریت، مارکاسیت و ارسنو پیریت)
- کلیه متغیرهای فوق بر اساس مقادیر نرمالایز شده بین صفر و یک داده ها تهیه شده است.

Dendrogram using Average Linkage (Within Group)

Rescaled Distance Cluster Combine

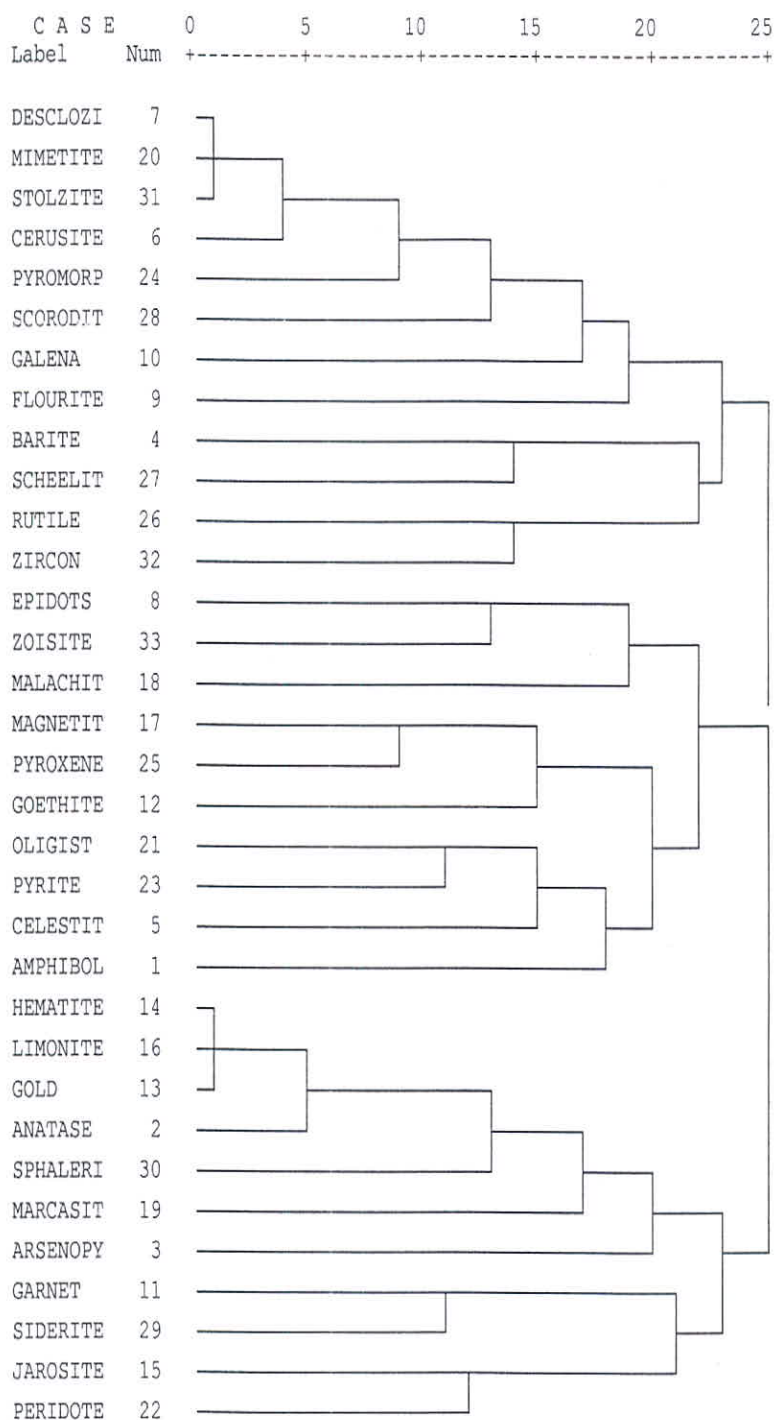


Fig 7-40:Dendrogram of Heavy Mineral Variables in Damghan 1/100000 Sheet.

۶- تخمین شبکه ای و رسم نقشه های متغیرهای کانی سنگین

تکنیک تخمین شبکه ای که اساس رسم نقشه ژئوشیمیایی و کانی سنگین را تشکیل می دهد در فصول قبل گزارش مفصلاً شرح داده شده است. با استفاده از این تکنیک برای ۵ متغیر فوق الذکر اقدام به رسم نقشه و نهایتاً مشخص سازی مناطق آنومال این متغیرها گردیده است. این متغیرها نسبتاً انطباق خوبی با هم داشته اند و مناطق آنومال بدست آمده عبارتند از :

برگه ۵۰،۰۰۰ : ۱ امیر آباد

- ۱- محدوده شمال غرب امیر آباد ، در دره آکسی و دره کاروی واقع می باشد و نسبت به متغیر های کانیهای مس آزاد طلا ، کانیهای آهن ،مالاکیت و گالن آنومالی نشان داده است.
- ۲- محدوده شمال مزرعه فیروز آبادی نسبت به کانی طلا آنومالی می باشد.
- ۳- در ناحیه شمال باختر حاجی آباد ،محدوده نسبت به کانیهای سینابر و مالاکیت آنومالی می باشد.
- ۴- در محدوده شمال شرق امیر آباد ، جنوب آهوانا آنومالیهای نسبت به کانیهای آهن ، مالاکیت و طلا در مطالعات کانی سنگین مشاهده شده است.

برگه ۵۰،۰۰۰ : ۱ طالو

- ۱- در قسمت جنوب غرب برگه طالو ، در محدوده شیربند ، نمونه های کانی سنگین نسبت به سرب آزاد و اسفالریت مقادیر قابل ملاحظه ای داشته است.
- ۲- در محدوده تموزاع (کوه زنگی) در نمونه های کانی سنگین ، کانیهای مالاکیت و گالن مشاهده شده است.
- ۳- محدوده شمال محمد آباد ، نمونه های کانی سنگین نسبت به مالاکیت و گالن مقادیر قابل ملاحظه ای داشته است.
- ۴- در قسمت شمال باختر طالو مقادیر قابل توجهی از کانیهای مالاکیت ، کانیهای آهن ، گالن و اسفالریت مشاهده شده است .
- ۵- در محدوده طزره ، نمونه های کانی سنگین نسبت به کانیهای گالن، کانیهای آهن ، اسفالریت و ارسنو -پیریت مقادیر بالایی نشان داده است.
- ۶- در شمال برگه طالو ،در اطراف کوه سر تنگ ، بر اساس مطالعات کانی سنگین کانیهای سرب آزاد ، مالاکیت، گالن، اسفالریت و طلا مشاهده شده است.

برگه ۱۰،۰۰۰: ۱ قلعه

- ۱- در شمال برگه قلعه در منطقه حاجی برد، مجموع کانیهای طلا، کانیهای آهن، اسفالریت و گالن در نمونه های کانی سنگین مقادیر بالایی داشته است.
- ۲- در قسمت غرب برگه قلعه، واقع در جنوب کوه گرم کش کانیهای اسفالریت، برنیت، گالن و ارسنوپیریت در نمونه کانی سنگین مقادیر بالایی داشته است.

۷- نتایج حاصل از نمونه های مینرالیزه

در بررسیهای اکتشافی ژئوشیمیایی ناحیه ای، به دلیل بروز خطای ناشی از تغییرات سنگ بستر، تغییرپذیری مقدار مواد آلی و عناصر جذب کننده مانند آهن و منگنز کلوئیدی و... در فاز کنترل آنومالی ها می تواند در انتخاب انواع مناطق مرتبط با کانی سازی بسیار مفید واقع گردد. در این پروژه از طریق برداشت نمونه های کانی سنگین، نمونه های مینرالیزه و آلتراسیون و نیز نمونه های سنگی از شکستگی های محل عبور محلول های کانی سازی (Plumbing System) در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی، به کنترل آنومالیهای ظاهری اولیه اقدام گردیده است. در این صورت می توان نتایج حاصل از روش های مختلف در یک مدل را مورد بررسی قرار داد و از این طریق به ارزیابی نهایی مناطق آنومال پرداخت.

در این پروژه در محدوده برگه ۱۰،۰۰۰: ۱ دامغان و در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی اقدام به برداشت ۴۹ نمونه از زون های مینرالیزه محل گردیده است. این نمونه ها در محدوده زون های آنومالی یا در اطراف آنها از رگه های سیلیسی، آلتزه شده هماتیتی، لیمونیتی و کلاً زون های مینرالیزه برداشت گردیده است. تمامی ۴۹ نمونه جهت آنالیز شیمیایی به آزمایشگاه فرستاده شده است که نتایج آن در جدول (۷-۱) آورده شده است.

۸- آنالیز ویژگی نمونه های مینرالیزه

این آنالیز جهت رتبه بندی نمونه ها و عناصر اندازه گیری شده صورت می پذیرد. این آنالیز عناصر کانساری را از جهت پتانسیل کانی سازی آنها رتبه بندی می کند. جدول (۷-۲) رتبه بندی نمونه ها را بر حسب پتانسیل آنها به صورت نزولی نشان می دهد اعداد مربوط به رتبه هر یک از نمونه ها و متغیرها بر اساس رتبه های معادل ۲،۱ و صفر به ترتیب برای کانی سازی کانساری، کانی سازی غنی شده و کانی سازی پراکنده و عقیم هر یک از عناصر در نمونه محاسبه گردیده است.

بدینصورت که در ماتریس نمونه عنصر مقدار فراوانی یک عنصر یا در حد کانی سازی کانساری، یا در حد کانی سازی غنی شده و یا در حد کانی سازی پراکنده بوده است. در این صورت برای هر یک به ترتیب اعداد ۲، ۱ و صفر در ماتریس ذکر شده قرار داده می شود. ماتریس حاصل یک بار برای متغیرهای عنصری و یک بار برای نمونه ها آنالیز ویژگی می شود. داده های این جدول معرف آنست که بیشترین امتیاز کسب شده برای کانی سازی در نمونه DT-146M1 با ۹/۱۷ امتیاز و مینیمم آن یعنی صفر در چندین نمونه مشاهده می شود.

به منظور تعیین پتانسیل کانی سازی نسبت به عناصر کانساری در محدوده بر گه ۰، ۰۰۰، ۱۰۰۰ دامغان آنالیز ویژگی برای عناصر نیز صورت پذیرفته است. که نتیجه آن در جدول (۷-۳) آمده است.

داده های این جدول معرف آنست که بیشترین پتانسیل کانی سازی در نمونه های مینرالیزه متعلق به عنصر Zn با امتیاز ۱۴/۶۳ و به ترتیب نزولی مربوط به عناصر و اکسیدهای Fe_2O_3 با ۶/۴، Ba با ۴/۵۸، Mn با ۴/۱۲، Mo با ۳/۷۴، Hg با ۲/۲۴، Pb با ۱ می باشد.

امتیاز عناصر Cu, Ni, Sb, W, As, Ag, B, Be, Bi, Co, Sn, Au در این آنالیز صفر است که تا حدودی نشان از عدم پتانسیل کانی سازی در این منطقه است. گرچه این نتیجه حاصل از این روش است و روشهای دیگر نتایج متفاوت ارائه میدهد.

Tabel 7-1 : Analytical Results of Mineralized , Plumbing System Samples in Damghan 1/100000 Sheet.

NO	As	Sb	Hg	Mo	Pb	Sn	Au	Fe2O3	MnO	Ag	B	Ba	Be	Bi	Co	Cu	Ni	Sn	W	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DT-100M1	5.68	0.5	0.05	1.2	9.9	2	0.7	2.2	0.04	<1	<10	85	<2	<10	20	11	21	<10	*	14
DT-104M1	8.86	0.5	0.088	2.1	35	2	1.5	3.5	<.01	<1	49	157	<2	<10	16	18	18	<10	<10	13
DT-104M2	8.41	0.5	0.05	3.3	13.5	2	1	2.2	<.01	<1	<10	124	<2	<10	20	6	29	<10	*	24
DT-144M1	5	0.5	0.05	0.83	5.6	2	0.94	15	0.2	<1	<10	177	<2	<10	24	<5	20	*	*	19
DT-146M1	14.77	23.03	0.05	168	49	2	0.9	18.2	<.01	<1	13	>3500	<2	<10	31	21	342	<10	*	7645
DT-15M1	623	3.79	0.05	205	430	2	0.7	32.4	0.02	<1	158	80	5	<10	22	97	52	*	*	1473
DA-178M	34.32	49.37	0.66	22.4	97	2	1.2	42	<.01	<1	484	51	<2	<10	16	25	50	<10	*	45
DA-180M	15.91	1.29	0.099	1.9	120	2	0.7	2.2	0.01	<1	<10	312	<2	<10	25	9	33	<10	*	809
DA-190M1	62.72	6.74	1.17	2.62	13	2.05	3.6	10.3	0.1	<1	<10	289	<2	<10	38	60	62	<10	<10	109
DA-190M2	509	17.15	1.3	25	72	2	1	13	0.13	<1	55	96	<2	<10	17	16	36	<10	*	716
DT-21M1	119	4.39	0.24	70	140	2	0.94	7.6	0.21	<1	<10	1532	<2	<10	23	24	59	<10	*	708
DT-21M2	6.49	0.5	0.05	3.63	12	2	0.7	1	0.18	<1	19	793	<2	<10	27	6	30	<10	*	<5
DT-21M3	9.32	1.09	0.12	18.8	17.5	2	0.7	2.1	1.85	<1	<10	1857	<2	<10	30	<5	88	*	*	249
DA-234M1	28.18	0.5	0.05	0.66	2.7	2	0.7	1	<.01	<1	<10	36	<2	<10	27	11	26	*	*	<5
DA-234M2	1.05	4.22	0.074	3.1	680	2	1.2	14.6	<.01	<1	<10	59	2	<10	27	10	85	*	*	4179
DA-234M3	21.13	0.62	0.05	0.61	4.2	2	0.7	1	<.01	<1	<10	51	<2	<10	26	8	26	<10	*	<5
DT-24M	58.63	1.62	0.076	5.4	54	2	0.9	3.3	0.25	<1	23	393	2	<10	25	<5	38	*	*	481
DQ-277M1	13.18	0.5	0.081	2.8	28	2	0.8	15.4	0.29	<1	86	220	2	<10	23	15	56	<10	*	261
DQ-277M2	1.39	0.5	0.055	0.5	5.3	2	0.7	1.1	<.01	<1	<10	147	<2	<10	28	21	30	*	*	<5
DQ-306M1	59.54	0.98	0.054	3.8	3	2	2.3	54.4	1.21	<1	291	1852	5	<10	45	45	26	*	*	<5
DQ-306M2	5	0.58	0.12	5.5	10.5	2	1.1	1.2	<.01	<1	<10	31	<2	<10	16	10	15	<10	*	<5
DQ-306M3	32.27	0.97	0.05	2.4	25	2	0.8	25.3	0.36	<1	84	203	3	<10	26	13	62	<10	*	45
DQ-306M4	5.33	0.5	0.05	7.9	14.5	2	1.2	1	<.01	<1	<10	46	<2	<10	26	24	29	<10	*	<5
DQ-324M1	9.77	0.5	0.087	0.63	19	2	1	2.3	<.01	<1	<10	105	2	<10	31	18	40	<10	*	36
DT-32M	15.68	1.08	0.077	6.1	38	2	1.2	6.1	0.18	<1	107	314	<2	<10	28	20	50	*	*	104
DQ-347M1	16.14	0.5	0.064	1.8	3.4	3.7	1.1	11.2	0.05	<1	9198	305	4	<10	29	16	22	<10	<10	<5
DQ-347M2	11.59	1.48	0.05	1.45	4.9	2.55	0.7	9.3	0.06	<1	1601	378	4	<10	37	186	70	<10	<10	117
DQ-347M3	150	0.59	0.29	0.5	6.7	2	1.6	44	0.57	1.7	177	89	3	<10	20	<5	<10	*	*	<5
DQ-389M	6.59	1.8	0.25	1.7	3.7	2	1.5	11.6	0.22	<1	47	267	2	<10	32	15	53	<10	*	14
DQ-391M	51.82	5.16	0.2	2	16.5	2.7	0.7	18.4	0.35	<1	77	271	2	<10	36	45	27	<10	*	<5
DQ-406M1	9.77	0.77	0.068	2.96	6.7	2	1.2	12.1	0.36	<1	26	>3500	2	<10	62	22	77	<10	*	<5
DQ-406M2	3.77	0.5	0.067	0.5	2.5	2	0.7	3	0.15	<1	<10	>3500	<2	<10	34	6	42	<10	*	<5
DQ-406M3	8.86	0.7	0.099	1.15	20	2	1.9	4.3	0.04	<1	222	632	3	<10	27	36	42	<10	<10	68

Tabel 7-1 : Analytical Results of Mineralized , Plumbing System Samples in Damghan 1/100000 Sheet.

NO	As	Sb	Hg	Mo	Pb	Sn	Au	Fe2O3	MnO	Ag	B	Ba	Be	Bi	Co	Cu	Ni	Sn	W	Zn
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DT-54M1	19.54	1.79	0.12	2.4	31	2	0.7	1.8	<.01	<1	<10	291	<2	<10	24	<5	32	*	*	774
DT-54M2	233	2.01	0.05	22.18	59	2	0.94	16.6	0.03	<1	127	237	2	<10	15	<5	40	<10	*	246
DT-54M3	7.95	0.96	0.14	5.6	9.8	2	1.8	3.1	2.76	<1	<10	3422	<2	<10	29	<5	102	*	*	195
DT-57M1	17.95	6.32	0.11	17.2	165	2	1.2	88.7	0.05	3.5	582	67	<2	*	<5	524	123	*	*	707
DT-58M1	7.4	0.7	0.06	6	14	2	1.4	2.9	<.01	<1	<10	>3500	<2	<10	23	<5	34	<10	*	31
DT-58M2	24.58	14.29	0.28	14	31	2	1.5	31.1	0.35	1.3	130	239	<2	<10	35	336	109	*	*	200
DT-58M3	14.77	1.16	0.19	21.5	730	2	1.6	42.2	0.3	<1	177	151	<2	<10	67	<5	125	*	*	541
DT-65M1	7.11	1.11	0.31	2.3	26	2	1.2	11	0.03	<1	19	881	<2	<10	32	38	65	<10	<10	51
DT-65M2	5.38	0.5	0.05	4.68	5.6	2.8	1.7	24.7	0.33	<1	74	192	2	<10	90	76	133	<10	*	33
DT-6M1	31.82	1.81	0.056	2.6	10.5	2	1.2	6.5	0.13	<1	<10	107	<2	<10	24	30	36	*	*	232
DT-6M2	4.71	0.53	0.05	0.78	21.5	2	1.1	22.2	1.01	<1	16	82	<2	<10	22	<5	42	*	*	27
DT-75M	54.54	0.88	0.51	18.15	22	3.9	1.3	7.2	0.37	<1	16	529	3	<10	68	122	69	<10	<10	31
DT-90M	6.14	0.5	0.05	0.92	9.8	2	0.9	39.9	0.57	<1	203	378	4	<10	73	38	193	<10	*	125
DT-94M	17.33	0.5	0.074	3.29	29.5	2	1.4	5.3	0.04	<1	46	152	3	<10	24	17	44	<10	<10	307
DT-96M	26.14	0.5	0.21	2.47	105	2	0.9	10.1	<.01	<1	63	400	<2	<10	15	8	24	<10	<10	223
DT-97M	19.77	1.81	0.29	4.7	265	2	0.8	3.8	<.01	<1	11	147	<2	<10	20	23	24	<10	*	178

Table 7-2: Results of Characteristic Analysis for Mineralized Samples Based on Ginsburg Limits in Damghan1/100,000 Sheet.

Sample No.	Rank of Score	Sample No.	Rank of Score
DT-146M1	9.17	DA-234M3	0
DA-234M2	7.48	DT-24M	0
DT-57M1	6.78	DQ-277M1	0
DT-15M1	4.69	DQ-277M2	0
DA-190M2	4.24	DQ-306M2	0
DA-180M	3.74	DQ-306M3	0
DT-21M1	3.74	DQ-306M4	0
DT-54M1	3.74	DQ-324M1	0
DQ-306M1	3.46	DT-32M	0
DQ-347M3	2.45	DQ-347M1	0
DT-21M3	2.00	DQ-347M2	0
DQ-406M1	2.00	DQ-389M	0
DQ-406M2	2.00	DQ-391M	0
DT-54M3	2.00	DQ-406M3	0
DT-58M1	2.00	DT-54M2	0
DT-6M2	2.00	DT-58M2	0
DA-190M1	1.41	DT-65M1	0
DT-58M3	1.00	DT-65M2	0
DT-100M1	0	DT-6M1	0
DT-104M1	0	DT-75M	0
DT-104M2	0	DT-90M	0
DT-144M1	0	DT-94M	0
DA-178M	0	DT-96M	0
DT-21M2	0	DT-97M	0
DA-234M1	0		

Table 7-3: Results of Characteristic Analysis for Variables in Mineralized Samples Based on Ginsburg Limits in Damghan 1/100,000 Sheet.

Variable	Rank of Score
Zn	14.63
Fe ₂ O ₃	6.40
Ba	4.58
MnO	4.12
Mo	3.74
Hg	2.24
Pb	1
Cu	0
Ni	0
Sb	0
W	0
As	0
Ag	0
B	0
Be	0
Bi	0
Co	0
Sn	0
Au	0

۹- مطالعه تغییر پذیری دانسیته گسلها

۹-۱- مقدمه

ارتباط کانی سازی با توسعه زون های شکسته شده در شرح خدمات آمده است از آن جا که در تشکیل بسیاری از کانسارها، سیالات کانه ساز نقش اساسی دارند و برای حرکت آنها نیاز به کانالهایی در ابعاد مختلف (از چندین سانتیمتر تا ابعاد میکروسکوپی) می باشد (Plumbing System) و از طرفی توسعه چنین سیستم هایی از مجاری در زون های شکسته شده (چه در مناطق کششی و چه در مناطق فشاری) محتمل تر است. لذا مطالعه زون های شکسته شده و مقایسه نقشه توزیع آنومالی ها با نقشه توزیع شکستگی ها می تواند در ارزیابی آنومالیاها مفید واقع شود. نکته اساسی در این مورد آن است که زمان تشکیل شکستگی در این خصوص بسیار با اهمیت است، زیرا بدیهی است که تنها شکستگی هایی که قبل از فعال شدن پدیده کانی سازی توسعه یافته باشند می توانند در ایجاد کانال ها و تسهیلات لازم جهت حرکت سیالات گرمایی و تشکیل کانسارهای تیپ اپی ژنتیک هیپوژن مؤثر باشند.

بنابراین شکستگی هایی که بعد از کانی سازی توسعه می یابند ممکن است فقط بتوانند در توسعه هاله های ثانوی آنها و تشکیل زون غنی شدگی اکسید و یا احیایی از نوع اپی ژنتیک سوپرژن مؤثر واقع شوند. البته توسعه شکستگی های نوع اخیر موجب تسهیل در فرایند اکسیداسیون عناصر کانساری و در نتیجه افزایش قابلیت تحرک آنها و نهایتاً توسعه هاله های ثانویه آنها خواهد شد.

از آنجا که در بررسیهای اکتشافی ناحیه ای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ اندازه گیری شکستگی ها امکان پذیر نیست. لذا توصیه شده است تا از طریق مطالعه دانسیته گسل ها به محدوده زون های شکسته شده دست یافت. بدیهی است، در زون های کششی ممکن است شکستگی هایی توسعه یابند که همراه با گسلش نباشند. (در این بررسی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان استفاده شده است).

۹-۲- روش مطالعه

در این پروژه روش مطالعه دانسیته گسل ها، که می توان آن را تا حدودی منعکس کننده دانسیته شکستگی ها فرض کرد، به شرح زیر بوده است:

- ۱- انتخاب مبدا مختصات در گوشه جنوب باختر برگه زمین شناسی.

۲- رسم شبکه مربعی به ضلع ۲۵۰ متر (۰/۰۶۲۵ کیلومتر مربع) برای نقشه زمین شناسی، بدین ترتیب برای هر برگه زمین شناسی حدود ۴۰۰۰۰ سلول به مساحت ۰/۰۶۲۵ کیلومتر مربع مشخص می گردد.

۳- اندازه گیری طول گسل های موجود در هر واحد شبکه و سپس حاصل جمع آنها بازاء واحد سطح. در این مورد گسل هایی که دارای امتدادهای مختلف هستند، طول آنها بدون در نظر گرفتن امتدادشان در نظر گرفته می شود، زیرا اثر آنها در ایجاد شکستگی ها مشابه فرض می شود. این حاصل جمع طول گسل ها به مرکز همان واحد شبکه نسبت داده می شود.

۴- اندازه گیری آزمونوت گسل های مختلف موجود در هر واحد شبکه و سپس رسم دیاگرام رز آنها و تحلیل نتایج حاصل شده.

۵- مطالعه آماری مجموع طول گسل ها و سپس رسم نقشه توزیع آنها در هر برگه.

۹-۳- داده های خام

پس از انجام مراحل مشروح در بندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، فوق، نتایج مربوط به مجموع گسل ها همراه مختصات هر سلول و آزمونوت آنها در جدول داده های خام خلاصه می شود (جدول ضمیمه بر روی CD) در این جدول در هر واحد شبکه که گسل در آن وجود داشته یک عدد به عنوان مجموع طول گسل ها ثبت گردیده است ولی ممکن است یک یا چندین آزمونوت اندازه گیری شده باشد که بستگی به تعداد گسل ها و تنوع امتداد آنها در هر واحد شبکه دارد.

۹-۴- پارامترهای آماری مجموع طول گسل ها

در محدوده برگه ۱۰۰،۰۰۰: ۱ دامغان از حدود ۳۸۴۰۰ واحد شبکه، در ۳۸۴۶ واحد مجموع طول گسل اندازه گیری شده است که در حدود ۱۰٪ مساحت تحت پوشش را شامل می شود. شکل ۷-۴۱ هیستوگرام توزیع دانسیته گسلها را بر حسب متر بر کیلومتر مربع نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود این کمیت تابع توزیع فراوانی نزدیک به لاگ نرمال با چولگی منفی دارد. متوسط طول گسلهای موجود در واحد شبکه دارای گسل: ۱۹۱ متر می باشد. حداقل طول گسل موجود در یک واحد شبکه دارای گسل: ۱ متر و حداکثر آن ۷۲۹ متر بوده است. مع الوصف با چنین تغییرات شدید دامنه اندازه گیری ها، ضریب تغییرات این متغیر حدود ۵۴/۶٪ است، زیرا دامنه فوقانی آن محدود به تعداد اندکی است. رقم معادل ۷۵٪ فراوانی، حدود ۲۵۸ متر می باشد. این رقم برای رسم نقشه ها و تعیین محدوده هائی با شکستگی نسبی بالا ملاک قرار گرفته است. از آنجا که این هیستوگرام تنها یک تابع توزیع را نشان می دهد، نمی توان واحدهای مختلف لیتولوژیکی را بر اساس میزان شکستگی های آنها طبقه بندی نمود.

۹-۵- پارامترهای آماری امتداد گسل ها

شکل ۷-۴۲ هیستوگرام توزیع امتداد شکستگی ها را در واحدهای شبکه ای دارای گسل نشان می دهد. این هیستوگرام به وضوح نشان می دهد که امتداد غالب در محدوده این برگه بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ درجه قرار دارد. این امتداد با امتداد محور کمپلکس ساختمانی منطقه سازگاری دارد و از این رو به نظر می رسد که به وسیله عوامل ساختمان ناحیه ای کنترل می شود.

بنابراین تا آنجا که به امتداد گسل ها در محدوده این برگه مربوط می شود توسعه گسل ها و به تبع آن امتداد زون هایی با شکستگی بیشتر از روندهای تکتونیکی ناحیه ای تبعیت می کند. شکل ۷-۴۳ دیاگرام رز داده های امتداد مربوط به گسل ها را نشان می دهد. این شکل معرف آن است که در امتداد ۱۰۰ تا ۱۱۰ درجه تعداد گسل ها چشمگیر است. قابل توجه است که این دیاگرام رز بر اساس ۴۵۵۷ امتداد مختلف اندازه گیری ترسیم یافته است، بنابراین به نحوی اثر طول گسل در امتدادهای اندازه گیری شده موثر بوده است.

۹-۶- رسم نقشه دانسیته گسل ها

برای رسم نقشه توزیع دانسیته گسل ها می توان از روش ژئواستاتستیک استفاده نمود. و این در صورتی است که ساختار فضایی لازم در واریوگرام ترسیم شده برای دانسیته گسل ها وجود داشته باشد. شکل (۷-۴۴) واریوگرام دانسیته گسل ها را که بر اساس تقریباً ۷۳۸۶۲۴۶ جفت ترسیم شده است، نشان می دهد. داده های موجود در این شکل معرف آن است که ساختار فضایی مناسبی برای چگالی گسل نمی توان متصور بود، چرا که تقریباً کل سقف واریوگرام را تغییرات تصادفی تشکیل می دهد. لذا نمی توان از روش های ژئواستاتستیک استفاده نمود. و برای تهیه نقشه توزیع شکستگی ها از روش عکس مجذور فاصله استفاده شده است.

با توجه به توزیع چگالی گسل های اندازه گیری شده شعاع معادل ۱۰ کیلومتر برای تخمین مربوطه و رسم نقشه ها انتخاب گردید. نقشه شماره ۲ این توزیع را در محدوده برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ دامغان نشان می دهد. برای رنگ آمیزی نقشه مقادیر نظیر ۰/۲۵، ۰/۵۰ و ۰/۷۵ و ۰/۹۰ فراوانی مقادیر تخمین زده شده، ملاک قرار گرفته است. بر اساس نقشه حاصله مناطق و زون های با شکستگی زیاد به عنوان مناطق پریپانسیل تر مشخص گردیده است و در مدل سازی آنومالی های ژئوشیمیایی به کار رفته است.

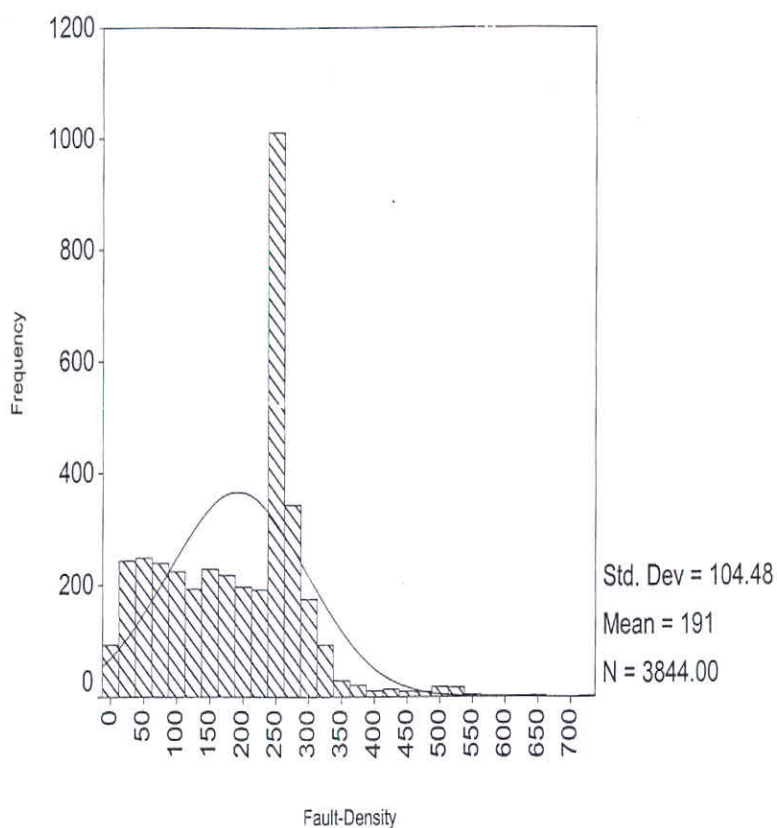


Fig. 7-41: Histogram of Distribution of Faults Density .

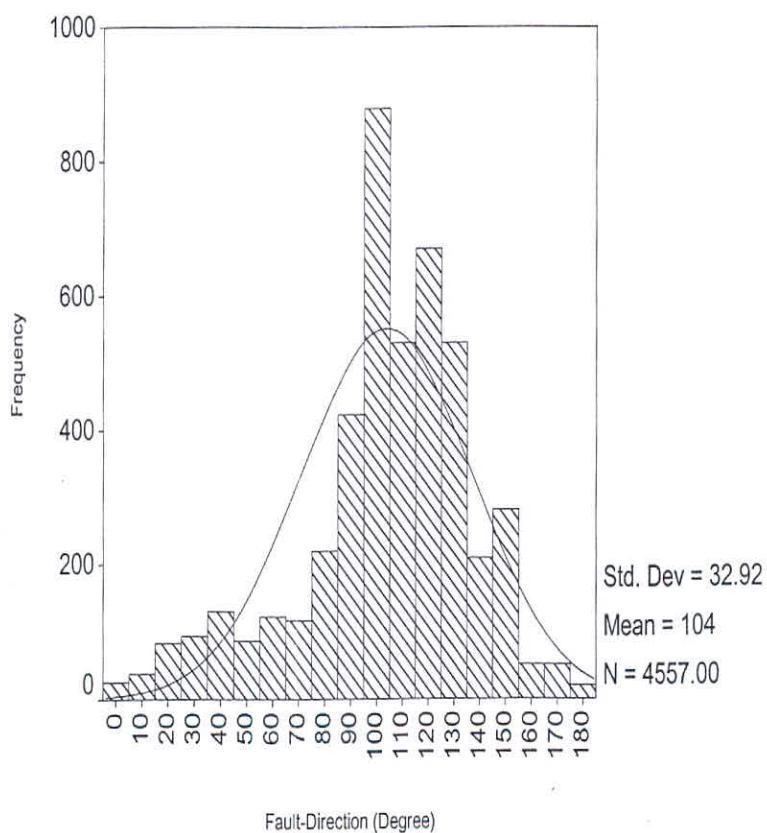
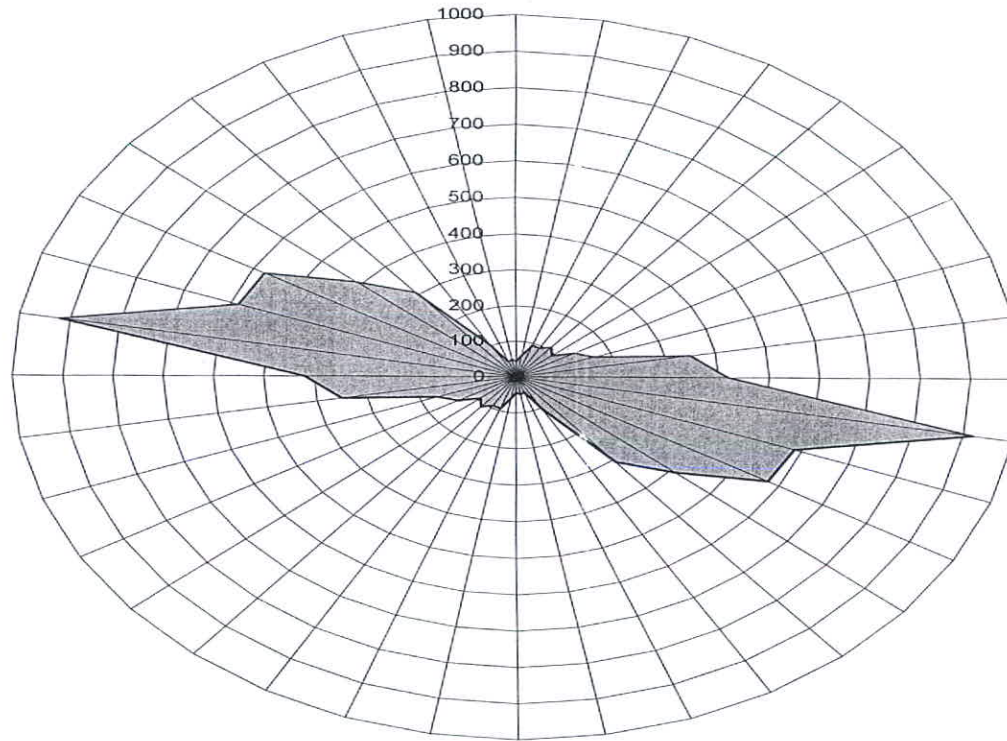


Fig. 7-42 : Histogram of Distribution of Faults Directions

Fig. 7-43 : Rose Diagram of Faults Azimute Frequency in Damqan 1:100,000 Sheet



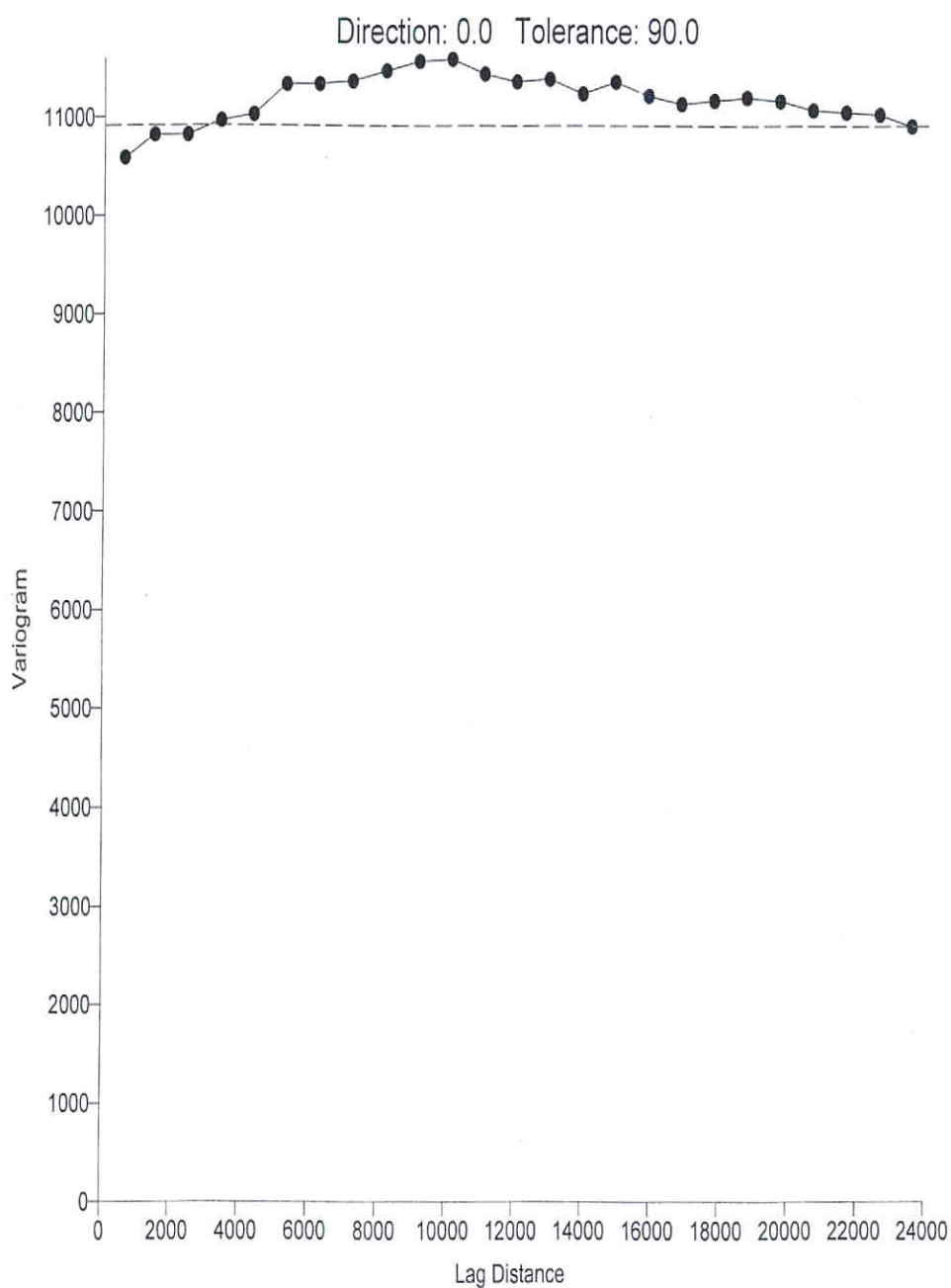


Fig. 7-44 : Variogram of Faults Density in Damqan 1:100,000 Sheet.

فصل هشتم

مدل سازی آنومالی های ژئوشیمیایی

۱- روش کار

یکی از معضلات بررسی های اکتشافی ژئوشیمیایی، انتخاب مناطق امیدبخش و اولویت بندی آنها برای کارهای نیمه تفصیلی است. ریشه مشکلات مربوط به این کار آن است که ملاک ژئوشیمیایی معینی برای این کار تعریف نشده است و اگر هم تعریف شود ممکن است نتواند به طور موثر بکار برده شود. زیرا مجموعه داده های ژئوشیمیایی، کانی سنگین و نمونه های مینرالیزه و آلتراسیون، تا زمانی که در چهار چوب یک مدل کلی مورد سنجش قرار نگیرند و میزان سازگاری کلیه مشاهدات مشخص نشود، از اعتبار لازم برای تصمیم گیری برخوردار نخواهد بود و تکیه بر آنها می تواند ریسک عملیات اکتشافی را بالا برده و پیامدهای ناخوشایندی را به همراه داشته باشد.

برقراری چنین مدلی در اکتشافات ناحیه ای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ نیاز به کسب اطلاعاتی در زمینه های ناحیه ای و محلی دارد. اطلاعات ناحیه ای که برای یک منطقه آنومال شامل سکناس های موجود در منطقه، سنگ درونگیر، دامنه سنی آنها و شرایط تکتونیکی محیط مربوط به آنها است. شرایط محلی بیشتر محدود به ویژگی های موجود در محدوده آنومالی است که شامل ویژگی های محیط آنومالی از قبیل پدیده های ماگماتی، دگرگونی، رسوبی فعال در محدوده آنومالی و همچنین شرایط زمین شناسی ساختمانی محدوده آنومالی، پاراژنهای ژئوشیمیایی توسعه یافته در محدوده آنومالی، ویژگی های کانی شناسی فرآیندهای بعد از ماگماتی شامل انواع آلتراسیون ها و ساخت و بافت سنگها و زون های کانی سازی احتمالی و بالاخره آنومالی های ژئوفیزیکی در محدوده آنومالی می باشد.

اگر بخواهیم اطلاعات فوق را، که شامل بیش از ۱۲۰۰ ویژگی تعیین شده است، برای ۹۳ تیپ کانسار مدل سازی شده به کار ببریم، نیاز به نرم افزاری است که قادر باشد بر اساس منطق خاصی از روی ویژگی های معلوم در محل گسترش یک آنومالی معین محتمل ترین تیپ کانسار احتمالی وابسته به مجموعه خاص مشاهده شده را پیشنهاد نماید. مناسب ترین منطق برای این کار، منطقی است که در آن هر کانسار مانند شیئی با خواص و ویژگی های معین احتمال پذیر مورد مطالعه قرار گیرد. بنابراین در محل هر آنومالی، تعدادی از خواص که مورد اندازه گیری قرار گرفته است، به عنوان خواص احتمالی آن شیئی معلوم می باشد. وجود هر یک از خواص در اثبات تشابه با کانساری معین، از امتیاز تعیین شده ای برخوردار است و نبود آن خاصیت در رد آن کانسار نیز امتیاز تعیین شده معینی دارد. با توجه به مراتب فوق می توان با مطمئن بودن از وجود بعضی از خواص و نبود بعضی از خواص، محتمل ترین تیپ کانسار وابسته را پیش بینی کرد که بیشترین و کمترین ناسازگاری را با مجموعه خواص مشاهده شده در محل توسعه آنومالی داشته باشد. چون در مورد بعضی از خواص نه به وجود و نه به نبود آن اطمینان کافی در دست نیست، لذا لازم است در نرم افزار مورد نظر حق انتخاب دیگری به مفهوم خاصیت تعیین نشده وجود داشته باشد که در سنجش سازگاری و ناسازگاری مجموعه خواص بی اثر باشد.

بالاترین امتیاز کاربرد چنین مدلی این است که پس از رتبه‌بندی آنومالی‌ها براساس سازگاری آنها با تیپ معینی از کانسارها، عملیات اکتشافی احتمالی‌ای که باید در محدوده آن صورت پذیرد را با اولویت‌بندی پیشنهاد نماید. این کار از طریق مقایسه خواص داده شده در محل آنومالی با خواصی که محتمل‌ترین تیپ کانسار دارا می‌باشد، انجام می‌پذیرد.

۲-مدل‌سازی

۱-۲-مقدمه

مدل‌سازی آنومالی‌های ژئوشیمیایی یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که در دهه گذشته در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی مطرح شده است و به سرعت مسیر تحول خود را می‌گذراند. مدل‌سازی آنومالی‌های ژئوشیمیایی را می‌توان مانند هر نوع مدل‌سازی دیگری در زمینه‌های مهندسی، نوعی روش ساده‌سازی دانست که موجب سهولت در شناخت واقعی‌تر پدیده‌ها و رخدادها (برای مثال کانی‌سازی از تیپ خاصی) می‌شود. بدیهی است هر نوع مدل‌سازی با نوعی ساده‌سازی همراه است که ممکن است موجب بروز خطا گردد. ریشه این خطا می‌تواند در ارتباط با نادیده گرفتن عناصر و عوامل جزئی‌تر باشد. در مقابل این نقطه ضعف هر مدلی نقطه قوتی دارد و آن این است که ارتباط عناصر و عوامل اصلی یک پدیده و یا رخداد با مدل‌سازی روشن‌تر و شفاف‌تر می‌شود، زیرا امکان سنجش درجه سازگاری و ناسازگاری عناصر و عوامل موجود در یک رخداد (برای مثال مجموعه خواص مشاهده شده در یک تیپ کانی‌سازی معین) با مدل‌سازی فراهم می‌گردد.

اگر داده‌های معرف یک تیپ خاصی از کانی‌سازی که در واقع مجموعه خواص آن تیپ کانی‌سازی است، در یک محیط معینی یافت شود می‌تواند دلالت بر رخداد آن تیپ کانی‌سازی داشته باشد. چنانچه خاصیتی بیگانه نسبت به مجموعه خواص فوق نیز مشاهده شود با مدل‌سازی می‌توان به بی‌اهمیت بودن آن پی برد. بر عکس اگر در مجموعه خواص سازگار از یک تیپ معین کانی‌سازی جای یک یا چند خاصیت خالی باشد، می‌توان برای یافتن احتمالی آن‌ها و تایید و تکذیب مدل به جستجوی هدف‌دار پرداخت. این جستجوی هدف‌دار خمیرمایه اصلی در طراحی برنامه اکتشافی برای فاز بعدی است. بنابراین بدون مدل‌سازی نمی‌توان به تخمین قابل قبولی از احتمال پیدایش یک تیپ کانسار خاص (وابسته به مجموعه مشاهدات تجربی) در یک محیط زمین‌شناسی معین پرداخت. از نظر تاریخچه مدل‌سازی باید گفت که در قبل مدل‌سازی کانسار بیشتر بر اساس ژنز آنها صورت می‌گرفت و بدین دلیل کارایی اکتشافی لازم را دارا نبود. ولی امروزه مدل‌سازی کانسار بیشتر بر اساس منطق شی‌گرایی است که در آن اساس کار بر وجود یا عدم ویژگی‌های مشترک معین قرار دارد. براساس این منطق هر تیپ کانسار خاص مانند شینی می‌ماند که بوسیله مجموعه‌ای از خواص معین شناخته می‌شود، با این نگرش که پیدایش هر یک از خواص در این مجموعه حالت قطعی نداشته بلکه احتمال‌پذیر است و امکان بود و نبود آن با عددی بین صفر تا یک بیان می‌شود. چنین نگرش احتمال‌پذیری استفاده از منطق فازی را در مدل‌سازی کانسارها

اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. به طور خلاصه انئیزه اصلی مدل‌سازی آنومالی‌های ژئوشیمیایی ارتباط دادن آماری آنها با نوع خاصی از کانی‌سازی است تا درجه سازگاری و ناسازگاری خواص اندازه‌گیری شده و مشاهدات مختلف مانند آنومالی‌های تک عنصری و پیدایش کانی‌های سنگین خاص و انواع خاصی از دگرسانی‌ها در سنگ درونگیر معین با سن معین مورد سنجش قرار گیرد. از این طریق می‌توان آن دسته از خواص ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، هوازدگی، دگرسانی، سنگ‌درونگیر و غیره که به طور تصادفی در مجموعه خواص مشاهده شده در یک ناحیه ثبت گردیده‌اند را شناخت و سپس آنها را به عنوان خواص ناسازگار از مجموعه خواص مشاهده شده حذف کرد. در ویرایش جدید نرم افزار مدل‌سازی کانساری^۱ بر اساس منطقی خاص که در آن برای قبولی هر ویژگی برای یک کانسار از مشخصه‌های هم‌خانواده آن به عنوان شاهد استفاده می‌شود دو عدد محاسبه می‌گردد. اولی که تحت عنوان Rank در جدول نامگذاری شده درصد احتمال پیدایش یک کانسار را مشخص می‌کند و عدد محاسبه شده بعدی تحت نام Score درصد سازگاری مدل مذکور با منطقه مورد بررسی را مشخص می‌کند. لذا حاصل ضرب این دو پارامتر (R.S) میزان سازگاری و وقوع یک کانسار را با توجه به اطلاعاتی که از منطقه در اختیار نرم‌افزار گذاشته شده معرفی می‌نماید که البته هر چه میزان R.S بالاتر باشد، اهمیت منطقه بیشتر خواهد بود.

چنین منطقی موجب تصفیه موثر آنومالی‌های ژئوشیمیایی وابسته به کانی‌سازی از انواع دیگر می‌شود که خود موجب افزایش احتمال کشف و کاهش هزینه‌های اکتشافی می‌گردد. بنابراین با نسبت دادن یک مجموعه از آنومالی‌های ژئوشیمیایی ثبت شده در یک منطقه به مدل خاصی می‌توان برای هر یک از ویژگی‌های کمی و کیفی آن با تکیه به مقدار پارامترهای مشابه در مدل استاندارد، تخمین‌های لازم را با دقت کافی بعمل آورد.

۲-۲- مدل‌های عددی

ویژگی‌های هر تیپ کانسار را می‌توان به دو گروه تعیین کننده و عادی تقسیم کرد. ویژگی‌های تعیین کننده شامل آن دسته از خواصی است که وجودشان در اثبات یک مدل خاص کانی‌سازی و یا نبودشان در رد یک مدل خاص کانی‌سازی می‌تواند موثر باشد. خواص عادی یک کانسار خواصی است که بود و نبودش در اثبات و یا رد یک مدل معین نقشی ندارد. از آنجا که اهمیت بود یک خاصیت و یا نبود آن در مقایسه با خواص دیگر، در اثبات یا رد یک تیپ معینی از کانی‌سازی یکسان نیست، لذا لازم است برای وجود یک خاصیت (و یا نبود آن) در اثبات (یا رد) یک مدل کانی‌سازی وزن معینی انتخاب گردد. این وزن‌ها از طریق محاسبات آماری روی ۳۶۰۰ کانسار شناخته شده در جهان بدست آمده و توسط کاکس و سینکلر (۱۹۸۷ و ۱۹۹۲) ارائه گردیده است. در این پروژه مدل‌سازی آنومالی‌های ژئوشیمیایی عمدتاً بر اساس وزن‌های فوق است که در یک مجموعه نرم‌افزاری جمع‌آوری شده است.

۲-۳- مدل سازی آنومالی های ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان

داده های به کار رفته در مدل سازی هر آنومالی شامل موارد زیر است: سکناس سنگ های منطقه در برگرنده آنومالی، سنگ درونگیر آنومالی، سن سنگ درونگیر آنومالی، انواع دگرسانی های احتمالی در محدوده آنومالی، پاراژنهای ژئوشیمیایی در محدوده آنومالی، ترکیب کانه ها و کانی ها در جزء کانی سنگین، ساخت و بافت سنگ درونگیر و ساخت و بافت در زون مینرالیزه احتمالی، محصولات هوازدگی و خاستگاه تکتونیکی. حداقل امتیاز مثبت وجود یک خاصیت معین ۵ و حداکثر آن ۴۰۰ می باشد. امتیازات منفی (بعلت نبود خاصیت) وابسته به خواص بین ۰ تا ۴۰۰ تغییر می کند. این مجموعه خواص در دو رده اصلی ناحیه ای که با علامت R در جداول آمده است و محلی که با علامت L در جداول آمده است قرار می گیرند. اساس تهیه اطلاعات جهت مدل سازی، نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ منطقه می باشد ولی جهت مدل سازی هر چه دقیق تر لازم است تا یکبار دیگر پس از اخذ داده های اکتشافات چکشی و ژئوفیزیکی (مغناطیسی و گاماسنجی) قبل از تهیه شرح خدمات اکتشافات نیمه تفصیلی با به کارگیری سیستم GIS به مدل سازی پرداخت. مشاهدات صحرایی در خلال فاز کنترل آنومالی های ژئوشیمیایی نشان داد که تعدادی از آنومالی های ژئوشیمیایی بدست آمده در ارتباط با خطاهای ناشی از خشی شدن اثر سنگ بالادست رسوبات آبراهه ای بوده است. به عنوان مثال می توان از آنومالی های استرانسیوم نام برد که به علت وجود سازندهای گچ دار در منطقه می باشد که به علت وسعت کم، عمدتاً در نقشه های زمین شناسی مشخص نشده بودند. در محدوده برگه دامغان در مجموع ۲۶ آنومالی ژئوشیمیایی تشخیص داده شده است که مشخصات جغرافیایی آنها در جدول ۸-۱ آورده شده است. این آنومالیاها بعضاً تک عنصری ولی بیشتر چند عنصری می باشد. برای هر مورد از آنومالی ها که تحت عنوان Dam-1 تا Dam-26 شماره گذاری شده است سه نوع خاصیت به نرم افزار داده شده است:

۱- خواصی که وجود آنها به وسیله یکی از روش های به کار گرفته شده در پروژه مانند روش های ژئوشیمیایی، کانی سنگین، دگرسانی، زون های کانی سازی و سیستم های پلمبینگ، ژئوفیزیک هوایی، سنگ شناسی و زمین شناسی ساختمانی به اثبات رسیده است.

۲- خواصی که از طریق بررسی های لازم به نبود آنها در محیط یک آنومالی معین در حد امکان اطمینان حاصل شده است.

۳- خواصی که پس از بررسی های انجام شده فوق در بود یا نبود آنها (به نتیجه ای که قابل تصمیم گیری باشد) اطمینان حاصل نشده است.

۴- با در نظر گرفتن این نکته که توسعه هاله های ثانویه نقش مؤثری در امر پی جویی و اکتشاف مواد معدنی، در مواردی که آثار مینرالیزاسیون در محدوده های آنومال مورد بررسی با عنصر آنومال محدوده متفاوت بوده، عنصر غالب کانی سازی دیده شده به عنوان آنومالی ژئوشیمیایی در مدل سازی در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال در محدوده ای که آنومالی روی بدست آمده اگر کانی سازی ملاکیت دیده شده باشد، آنومالی ژئوشیمیایی مس در مدل سازی نیز در نظر گرفته شده است.

جدول ۸-۱: موقعیت جغرافیایی و مشخصات محدوده های آنومال در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان

ردیف	شماره محدوده آنومالی	شماره نمونه های آنومال	عصر آنومال ژئوشیمی	شماره نمونه کانی سنگین	شماره نمونه مینرالیزه	موقعیت جغرافیایی
۱	آنومالی شماره ۱	۲۴۸، ۲۴۷، ۲۴۶، ۲۵۲، ۲۵۱، ۲۴۹، ۲۵۸، ۲۵۵، ۲۵۴، ۲۵۹	Pb, Zn, Mn, Fe, Hg, As, Cu, V, Sb, Ag, Au	۲۴۷، ۲۴۶، ۲۴۵، ۲۴۴، ۲۵۲، ۲۵۱، ۲۴۹، ۲۴۸، ۲۵۸، ۲۵۵، ۲۵۴، ۱۰۰۱، ۱۰۰۲	-	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ امیر آباد، در محدوده دره آکسی و دره کاوی
۲	آنومالی شماره ۲	۲۳۴، ۲۳۲، ۲۱۸، ۲۷۶، ۲۷۵، ۲۴۳	Ni, Mo, Sn, Co	۲۷۵، ۲۳۴، ۲۲۲، ۲۱۸، ۲۷۶	234-M1, 234M2, 234-M3	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ امیر آباد، شمال مزرعه فیروزآبادی
۳	آنومالی شماره ۳	۲۱۲، ۲۱۱، ۲۱۰، ۲۱۷، ۲۱۴، ۲۱۳	Hg, Ba, Fe, V, Sb, As	۲۱۳، ۲۱۲، ۲۱۱، ۲۱۰، ۲۱۷، ۲۱۴	-	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ امیرآباد، در ناحیه شمال باختر حاجی آباد
۴	آنومالی شماره ۴	۱۸۷، ۱۷۷، ۱۷۶، ۱۹۱، ۱۹۰، ۱۸۸	As, Hg, Ba, Au, Fe, Sb	۱۹۱، ۱۹۰، ۱۸۷، ۱۷۶، ۱۰۰۴	190-M1, 190-M2	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ امیرآباد، در حوالی منطقه اسپری زیان
۵	آنومالی شماره ۵	۱۸۰، ۱۷۹، ۱۷۸، ۱۸۶، ۱۸۴، ۱۸۱	Ba, Hg	۱۰۰۵، ۱۸۰، ۱۷۹، ۱۷۸، ۱۰۰۶	180-M, 178-M	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ امیرآباد در محدوده جنوب آهوانا
۶	آنومالی شماره ۶	۱۹۷، ۱۸۲	Zn, Pb	۱۹۷، ۱۸۲	-	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ امیرآباد، در باختر آهوانا
۷	آنومالی شماره ۷	۳۹۱، ۳۹۰، ۳۸۹، ۳۹۶، ۳۹۴، ۳۹۲، ۴۰۶، ۴۰۵، ۴۰۴، ۴۴۳	Cr, Ba	۴۰۵، ۳۹۱، ۳۸۹	389-M, 391-M, 406-M1, 406M2, 406-M3	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ قلعه و در جنوب گردنه بشم

ادامه جدول ۸-۱: موقعیت جغرافیایی و مشخصات محدوده های آنومال در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان

ردیف	شماره محدوده آنومالی	شماره نمونه های آنومال	عنصر آنومال ژئوشیمی	شماره نمونه کانی سنگین	شماره نمونه مینرالیزه	موقعیت جغرافیایی
۸	آنومالی شماره ۸	۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱	Ag, Sb, Mo, Fe, V	۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱	21-M1, 21-M2, 21-M3	در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالو، در محدوده تموزاغ (کوه زنگی)
۹	آنومالی شماره ۹	۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶	Pb	۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶	24-M	در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالو، در محدوده شیرپند
۱۰	آنومالی شماره ۱۰	۱۵، ۱۶، ۲۸، ۳۰، ۳۲	Cr, Sb, Hg, Ba, Sr	۱۵، ۱۶، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۲	15-M1, 32-M	در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالو، در شمال محمد آباد
۱۱	آنومالی شماره ۱۱	۴۲، ۴۳، ۴۴، ۵۴	Ag, Ba, Mo	۴۳، ۴۴، ۵۴	54-M1, 54-M2, 54-M3	در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالو در حوالی مس کوه
۱۲	آنومالی شماره ۱۲	۶، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۶۰، ۵۸	Fe, V, Ni	۶، ۵۵، ۵۶، ۵۸	6-M1, 6-M2, 57-M1, 58-M1, 58-M2, 58-M3	در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالو، در شمال باختر طالو
۱۳	آنومالی شماره ۱۳	۶۲، ۶۵، ۶۶	Cr, Ni, Fe	۶۲، ۶۵، ۶۶	65-M1, 65-M2	در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالو، در شمال خاور طالو
۱۴	آنومالی شماره ۱۴	۴۵، ۴۷	Sr, Ag, Mo, Pb, Ba, Cr, Sb, Bi	۴۵، ۴۷	-	در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالو در خاور مس کوه
۱۵	آنومالی شماره ۱۵	۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴	Au, Cu, Hg, W, Co, Ni, Bi, Cr, V, Sn	۹۰، ۹۱، ۹۴، ۹۷، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۴	90-M, 94-M, 96-M, 97-M, 100-M, 104-M1, 104-M2	در خاور برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالو در محدوده طزره

ادامه جدول ۸-۱: موقعیت جغرافیایی و مشخصات محدوده های آنومال در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان

ردیف	شماره محدوده آنومالی	شماره نمونه های آنومال	عنصر آنومال ژئوشیمی	شماره نمونه کانی سنگین	شماره نمونه مینرالیزه	موقعیت جغرافیایی
۱۶	آنومالی شماره ۱۶	۷۹، ۸۵، ۸۴	Cr	۸۵، ۷۹	-	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ طالو در شمال کلمدر
۱۷	آنومالی شماره ۱۷	۱۳۸، ۱۳۷	Au	۱۳۸، ۱۳۷	-	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ طالو در جنوب کوه سرتنگ
۱۸	آنومالی شماره ۱۸	۳۳۴، ۳۳۰، ۳۲۸ ۳۴۸، ۳۴۷، ۳۴۶	-	۳۴۷	347-M1, 347-M2, 347-M3	در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ قلعه و در باختر روستای نمکه
۱۹	آنومالی شماره ۱۹	۳۰۷، ۳۰۶، ۳۰۵ ۳۲۴	Au, Sn	۳۲۴، ۳۰۷، ۳۰۶	306-M1, 306-M2, 306-M3, 306-M4, 324-M1	در شمال برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ قلعه در منطقه حاجی کرد
۲۰	آنومالی شماره ۲۰	۲۹۹، ۲۹۸، ۲۹۷ ۳۶۶	Fe	۳۶۶، ۲۹۷	-	در خاور برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ قلعه و در منطقه رونجن
۲۱	آنومالی شماره ۲۱	۷۷، ۷۶، ۷۵، ۷۴	Mo, Pb, Ba	۷۷، ۷۵	75- M	در خاور برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ طالو و در جنوب طزره
۲۲	آنومالی شماره ۲۲	۱۴۶، ۱۴۸	Ba, V	۱۴۴، ۱۴۶، ۱۴۸	146-M1, 144 M1	در شمال برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ طالو و شمال شرق روستای چهارده
۲۳	آنومالی شماره ۲۳	۲۷۷	Cu	۲۷۷	-	در جنوب غربی برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ قلعه و جنوب کوه گرم کش

ادامه جدول ۸-۱ : موقعیت جغرافیایی و مشخصات محدوده های آنومال در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ دامغان

موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه میترالیزه	شماره نمونه کانی سنگین	عنصر آنومال ژئوشیمی	شماره نمونه های آنومال	شماره محدوده آنومالی	ردیف
در برگه ۱:۵۰۰۰۰ قلمه در شمال کلاته	-	۳۵۷	Co,Zn	۳۵۷	آنومالی شماره ۲۴	۲۴
در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالق در شمال روستای دیوار	-	۴۶۱	As,Hg,Sb	۴۶۰	آنومالی شماره ۲۵	۲۵
در برگه ۱:۵۰۰۰۰ طالق در شمال غربی موجین	-	۱۰۶ و ۱۰۵	-	۱۰۶ و ۱۰۵	آنومالی شماره ۲۶	۲۶

نتیجه مدل‌سازی آنومالی‌های بیست‌وشش‌گانه برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ دامغان به صورت جداولی که در زیر تشریح می‌شود آورده شده است (داده‌های خام هر یک از آنومالی‌های ۲۶ گانه و موقعیت محل پیدایش هر یک به همراه مشاهدات صحرایی مربوط به هر یک، در جداول ضمیمه بر روی CD همراه گزارش و در ادامه گزارش آورده شده است و نیز نقشه ۸-۱ موقعیت جغرافیایی مناطق آنومالی را نشان می‌دهد). نتیجه مدل‌سازی مناطق آنومال در جدول ۸-۲ آورده شده است که شرح این جدول به قرار زیر می‌باشد:

۱- در بالای هر جدول شماره آنومالی مطابق آنچه که در شرح آنومالیا در صفحات گذشته آورده شده است نشان داده می‌شود مانند Damghan-1 تا Damghan-26 .

۲- در چنین جداولی که با نام Damghan و یک شماره از ۱ تا ۲۶ مشخص می‌شود، تیپ کانسارهای احتمالی به ترتیب اولویت (احتمال رخداد) آورده شده است. اساس اولویت‌بندی آنها ارقام آخرین ستون سمت راست جدول است که از حاصل ضرب ستونهای Rank و Score حاصل شده است.

۳- در جدول فوق سه ستون عددی وجود دارد که ستون اول امتیازات Rank که نمایشگر درصد احتمال سازگاری کانسار مذکور می‌باشد را برای هر یک از تیپ کانسارهای احتمالی نشان می‌دهد. ستون دوم امتیازات Score که درصد احتمال پیدایش را برای همان تیپ کانسارها معرفی می‌کند و ستون آخر حاصل ضرب دو مقدار Rank و Score را برای هر تیپ کانسار مشخص می‌سازد.

برای هر یک از کانسارهای محتمل در جدول فوق لیست خواصی که وجودشان سازگار با مدل پیشنهاد شده است در جداولی که ساختار شماره‌گذاری آنها به شرح زیر است آورده می‌شود: (جداول 1-Damghan تا 26-Damghan)

حرف Y	شماره ردیف کانسار احتمالی	خط تیره	شماره آنومالی	Damghan
-------	---------------------------	---------	---------------	---------

در چنین جداولی هر یک از خواص همراه با امتیاز مثبت بودنشان و امتیاز منفی نبودشان به انضمام دامنه آن آورده می‌شود. در آخرین ستون این جداول علامت Yes به معنی وجود آن خاصیت و علامت L یا R به معنی محلی بودن و یا ناحیه‌ای بودن آن خاصیت ذکر می‌شود. در پایین‌ترین سطر این جداول جمع امتیازات مثبت و منفی و دامنه امتیاز نشان داده می‌شود.

برای هر یک از کانسارهای پیشنهاد شده محتمل در جدول 1-Damghan تا 26-Damghan لیست خواصی که نبودشان در رد مدل موثر بوده است همراه با وزن منفی آنها در جداولی که ساختار شماره‌گذاری آنها به شرح زیر است آورده شده است:

حرف N	شماره ردیف کانسار احتمالی	خط تیره	شماره آنومالی	Damghan
-------	---------------------------	---------	---------------	---------

Table 8-2 : Suggested Ore Deposit for Each Anomaly Area.

Damghan-1

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Polymetallic Veins	3	3.9	11.7
Skarn-Pb-Zn	33	2.6	85.8
Flat Faults Au	18	2.5	45
Almaden Hg	90	1.1	99
Comstock Epithermal Veins	53	-0.6	-31.8

Damghan-2

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Flat Faults Au	8	2.6	20.8
Skarn-Pb-Zn	5	2.4	12
Bedded Barite	100	-0.2	-20
Polymetallic-Replacement	5	-10.5	-52.5
Appalachian Zn	63	-12.3	-774.9

Damghan-3

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Almaden Hg	100	10	1000
Bedded Barite	68	4.7	319.6
Silica Carbonate Hg	3	3	9
Superior Fe	68	2.6	176.8
Hot spring Hg	23	-2	-46

Damghan-4

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Bedded Barite	100	8.7	870
Skarn-Fe	3	3.1	9.3
Almaden Hg	78	0.8	62.4
Hot spring Hg	10	0.3	3
Superior Fe	63	-2	-126

Damghan-5

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Bedded Barite	95	10	950
Hot Spring Au-Ag	5	4	20
Low-Sulfide Au-Quartz	3	3.8	11.4
Silica Carbonate Hg	18	1.2	21.6
Appalachian Zn	70	-1.7	-119

Damghan-6

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Fe	5	1.7	8.5
Skarn-Pb-Zn	5	-5.5	-27.5
Appalachian Zn	98	-6.2	-607.6
Bedded Barite	83	-12.4	-1029.2
Polymetallic-Replacement	15	-17	-255

Table 8-2 : Suggested Ore Deposit for Each Anomaly Area.

Damghan-7

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Bedded Barite	100	8.7	870
Polymetallic-Replacement	3	1.3	3.9
Missouri Pb-Zn	13	-4.5	-58.5
Appalachian Zn	78	-8.4	-655.2
Carbonate-Hosted Au-Ag	10	-12.9	-129

Damghan-8

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Pb-Zn	8	3.1	24.8
Skarn-Fe	5	2.8	14
Superior Fe	90	-4.4	-396
Appalachian Zn	75	-4.9	-367.5
Missouri Pb-Zn	70	-5.3	-371

Damghan-9

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Bedded Barite	100	4.4	440
Skarn-Pb-Zn	5	1.6	8
Creed Epithermal Veins	3	1.6	4.8
Appalachian Zn	78	-6.2	-483.6
Superior Fe	10	-15.8	-158

Damghan-10

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Appalachian Zn	95	0.8	76
Kipushi Cu-Pb-Zn	5	-4.8	-24
Almaden Hg	80	-7.4	-592
Silica Carbonate Hg	10	-7.6	-76
Carbonate-Hosted Au-Ag	8	-8.7	-69.6

Damghan-11

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Bedded Barite	100	11.9	1190
Skarn-Pb-Zn	8	2.1	16.8
Au-Ag-Te Veins	3	1.7	5.1
Almaden Hg	18	-11	-198
Appalachian Zn	70	-11.3	-791

Damghan-12

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Fe	5	2.2	11
Appalachian Zn	100	-2	-200
Skarn-Pb-Zn	15	-3	-45
Almaden Hg	8	-9	-72
Volcanic-Hosted Magnetite	25	-12.1	-302.5

Table 8-2 : Suggested Ore Deposit for Each Anomaly Area.

Damghan-13

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Pb-Zn	5	1.6	8
Volcanic-Hosted Magnetite	3	-7.2	-21.6
Epithermal Mn	13	-12.2	-158.6
Appalachian Zn	95	-12.3	-1168.5
Almaden Hg	13	-22.3	-289.9

Damghan-15

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Missouri Pb-Zn	100	6.3	630
Appalachian Zn	80	3.7	296
Creed Epithermal Veins	3	3.3	9.9
Kipushi Cu-Pb-Zn	65	-0.5	-32.5
Polymetallic-Replacement	3	-3.1	-9.3

Damghan-17

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Flat Faults Au	10	1	10
Disseminated Sb	13	-7.9	-102.7
Skarn-Cu	3	-9	-27
Appalachian Zn	93	-22.4	-2083.2
Carbonate-Hosted Au-Ag	58	-33.4	-1937.2

Damghan-14

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Bedded Barite	100	8.7	870
Appalachian Zn	75	-0.5	-37.5
Kipushi Cu-Pb-Zn	5	-5.3	-26.5
Almaden Hg	43	-7.8	-335.4
Polymetallic-Replacement	40	-13	-520

Damghan-16

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Creed Epithermal Veins	5	1.4	7
Skarn-Pb-Zn	13	-5.5	-71.5
Disseminated-Ag-Au	3	-7.9	-23.7
Appalachian Zn	98	-10.3	-1009.4
Au-Ag-Te Veins	5	-12.1	-60.5

Damghan-18

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Pb-Zn	8	0.9	7.2
Polymetallic-Replacement	5	-8.6	-43
Volcanic-Hosted Magnetite	13	-18.3	-237.9
Carbonate-Hosted Au-Ag	8	-18.3	-146.4
Appalachian Zn	90	-22.8	-2052

Table 8-2 : Suggested Ore Deposit for Each Anomaly Area.

Damghan-19

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Pb-Zn	5	2	10
Skarn-Fe	3	2	6
Appalachian Zn	98	-1.4	-137.2
Disseminated-Ag-Au	5	-5.8	-29
Sado Epithermal Veins	15	-10.3	-154.5

Damghan-20

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Superior Fe	100	5.2	520
Skarn-Fe	13	-6.3	-81.9
Carbonate-Hosted Au-Ag	25	-17.5	-437.5
Appalachian Zn	70	-23.3	-1631
Volcanic-Hosted Magnetite	28	-26	-728

Damghan-21

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)
*** Invalid modeling, not enough data! ***		

Damghan-22

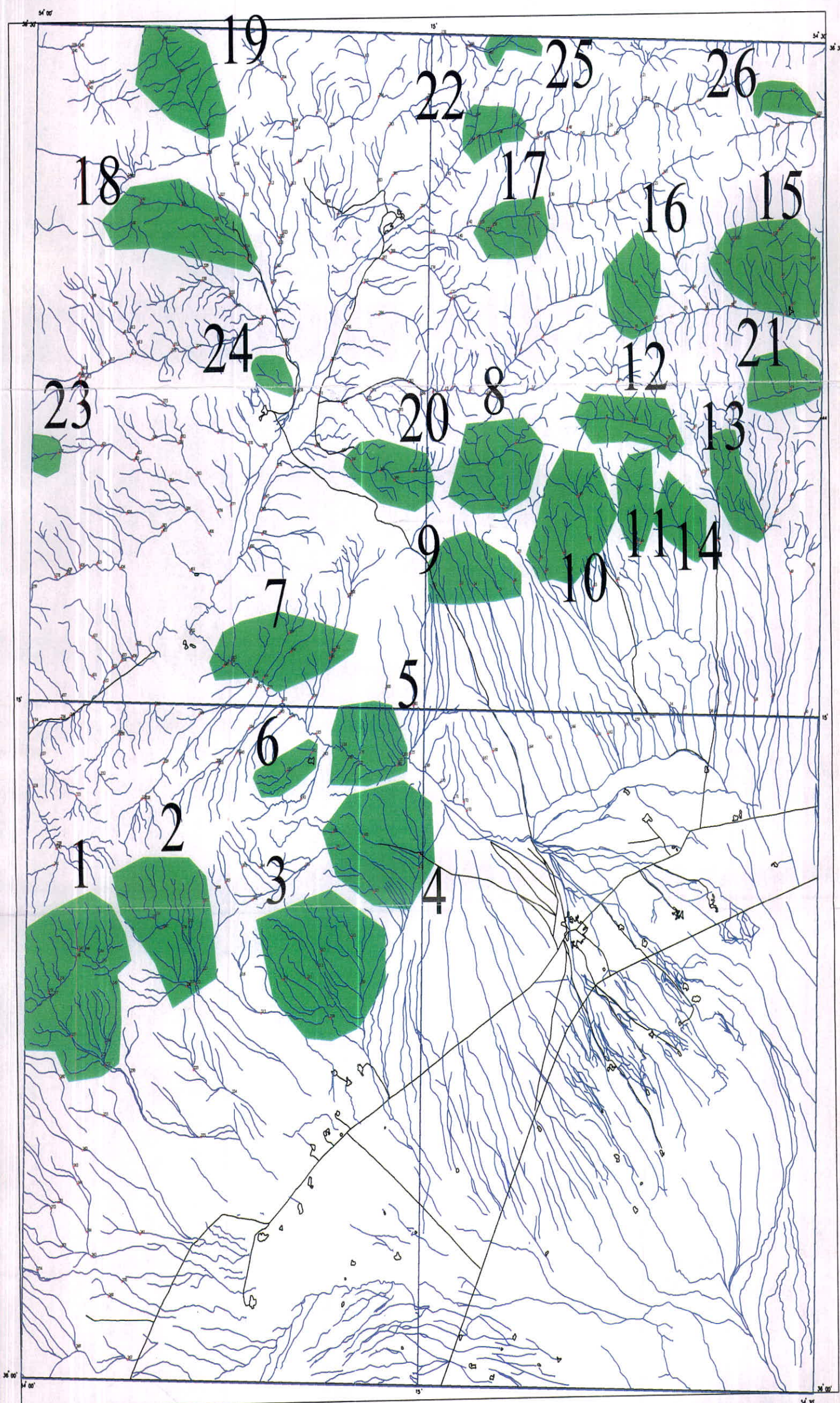
Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Bedded Barite	100	12.5	1250
Skarn-Pb-Zn	5	1.6	8
Skarn-Fe	3	1.6	4.8
Appalachian Zn	80	0.6	48
Carbonate-Hosted Au-Ag	8	-11.9	-95.2

Damghan-23

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Fe	8	2.7	21.6
Appalachian Zn	93	-5.7	-530.1
Skarn-Pb-Zn	15	-5.8	-87
Polymetallic-Replacement	10	-9.9	-99
Almaden Hg	13	-11.3	-146.9

Damghan-24

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Fe	5	2.2	11
Skarn-Pb-Zn	10	-4	-40
Volcanic-Hosted Magnetite	5	-5.6	-28
Appalachian Zn	98	-5.7	-558.6
Polymetallic-Replacement	13	-9.9	-128.7



5000 0 5000 10000 m



Fig 8 - 1 : Total Promising Area in Damqan 1:100,000 Sheet.

۲-۴- اولویت‌بندی مناطق امیدبخش بر اساس نرم افزار ODM

در این پروژه اساس اولویت‌بندی مناطق امیدبخش را درجه سازگاری مجموعه پارامترهای مشاهده شده و یا اندازه‌گیری شده در محل توسعه هر آنومالی تشکیل می‌دهد. این درجه سازگاری به صورت درصد انطباق مجموعه خواص مشاهده شده با تیپ‌های استاندارد کانساری مورد ارزیابی قرار گرفته است و نتایج آن در ستون آخر جداول ارائه شده در مدل‌سازی آورده شده است. بر اساس این ارقام می‌توان آنومالی‌های ژئوشیمیایی را در محدوده برگه دامغان به ترتیب زیر در اولویت قرار داد. در جدول ۸-۳ بیشترین امتیازات هر منطقه به همراه سازگارترین نوع کانی‌سازی وابسته و مساحت محدوده آورده شده است. بر اساس امتیازات بدست آمده آنومالی‌ها به دو اولویت زیر تقسیم می‌شوند:

۱- آنومالی‌های با ضریب R.S بیشتر از ۱۰۰ شامل ده مورد که مساحتی حدود ۱۵۰ کیلومتر از برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ دامغان که مورد بررسی قرار گرفته بودند را شامل می‌شود و شماره‌های آنها به ترتیب عبارتست از: Damghan 3,4,5,7,9,11,14,15, 20,22.

۲- آنومالی‌های با ضریب R.S کمتر از ۱۰۰ که مساحتی در حدود ۱۹۰ کیلومتر از برگه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند و شانزده منطقه باقیمانده را تشکیل می‌دهند.

۲-۴-۱- معرفی مناطق امید بخش نهایی

با توجه به نتایج بدست آمده از برنامه مدل‌سازی کانساری و مطابقت آن با نتایج و شواهد مشاهده شده در عملیات کنترل ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی، تناقض‌هایی بچشم می‌خورد که عمدتاً ناشی از ناقص بودن اطلاعات می‌باشد. لذا بناچار مجبور به تهیه دو سری جدول، اولی بر اساس ضریب R.S به شماره‌های ۱-۳-۸ و ۱-۴-۸ و دیگری بر اساس ضریب Score به شماره‌های ۲-۳-۸ و ۲-۴-۸ تهیه شده است. اما با توجه به شواهد صحرائی بنظر می‌رسد جدول ۲-۴-۸ مطابقت بیشتری با آنومالیا و مینرالیزاسیون در منطقه داشته باشد. با توجه به ناقص بودن اطلاعات لازم است کلیه مناطق فوق جهت بررسی‌های تفصیلی مورد مطالعه و تحقیق قرار بگیرند. بدین لحاظ هیچ منطقه‌ای در جدول نهایی حذف نگردیده و تنها اولویت‌ها به دو گروه رتبه یک و دو تقسیم شده‌اند و در مجموع مساحتی حدود ۱۲۸ کیلومتر مربع که حدود ۵٪ از کل برگه را شامل می‌شود جهت اکتشافات مراحل بعدی پیشنهاد می‌گردد.

Table 8-3-1 : The Most Promising Area Ranked On R.S in Damghan 1:100,000 Sheet

Anomaly No.	Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S	Area (KM ²)
Damghan-1	Almaden Hg	90	1.1	99	35.45
Damghan-2	Flat Faults Au	8	2.6	20.8	23.87
Damghan-3	Almaden Hg	100	10	1000	32.88
Damghan-4	Bedded Barite	100	8.7	870	25.19
Damghan-5	Bedded Barite	95	10	950	12.67
Damghan-6	Skarn-Fe	5	1.7	8.5	4.85
Damghan-7	Bedded Barite	100	8.7	870	18.23
Damghan-8	Skarn-Pb-Zn	8	3.1	24.8	15.78
Damghan-9	Bedded Barite	100	4.4	440	12.10
Damghan-10	Appalachian Zn	95	0.8	76	18.76
Damghan-11	Bedded Barite	100	11.9	1190	6.89
Damghan-12	Skarn-Fe	5	2.2	11	10.66
Damghan-13	Skarn-Pb-Zn	5	1.6	8	7.80
Damghan-14	Bedded Barite	100	8.7	870	6.83
Damghan-15	Missouri Pb-Zn	100	6.3	630	19.69
Damghan-16	Creed Epithermal Veins	5	1.4	7	10.24
Damghan-17	Flat Faults Au	10	1	10	8.26
Damghan-18	Skarn-Pb-Zn	8	0.9	7.2	20.29
Damghan-19	Skarn-Pb-Zn	5	2	10	16.04
Damghan-20	Superior Fe	100	5.2	520	10.58
Damghan-21	???	???	???	???	8.45
Damghan-22	Bedded Barite	100	12.5	1250	5.88
Damghan-23	Skarn-Fe	8	2.7	21.6	2.16
Damghan-24	Skarn-Fe	5	2.2	11	2.87
Damghan-25	Flat Faults Au	10	2.6	26	2.45
Damghan-26	Superior Fe	8	1.8	14.4	3.80

Table 8-3-2 : Most Promising Area Ranked On Score in Damghan 1:100,000 Sheet

Anomaly No.	Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S	Area (KM ²)
Damghan-1	Polymetallic Veins	3	3.9	11.7	35.45
Damghan-2	Flat Faults Au	8	2.6	20.8	23.87
Damghan-3	Almaden Hg	100	10	1000	32.88
Damghan-4	Bedded Barite	100	8.7	870	25.19
Damghan-5	Bedded Barite	95	10	950	12.67
Damghan-6	Skarn-Fe	5	1.7	8.5	4.85
Damghan-7	Bedded Barite	100	8.7	870	18.23
Damghan-8	Skarn-Pb-Zn	8	3.1	24.8	15.78
Damghan-9	Bedded Barite	100	4.4	440	12.10
Damghan-10	Appalachian Zn	95	0.8	76	18.76
Damghan-11	Bedded Barite	100	11.9	1190	6.89
Damghan-12	Skarn-Fe	5	2.2	11	10.66
Damghan-13	Skarn-Pb-Zn	5	1.6	8	7.80
Damghan-14	Bedded Barite	100	8.7	870	6.83
Damghan-15	Missouri Pb-Zn	100	6.3	630	19.69
Damghan-16	Creed Epithermal Veins	5	1.4	7	10.24
Damghan-17	Flat Faults Au	10	1	10	8.26
Damghan-18	Skarn-Pb-Zn	8	0.9	7.2	20.29
Damghan-19	Skarn-Pb-Zn	5	2	10	16.04
Damghan-20	Superior Fe	100	5.2	520	10.58
Damghan-21	???	???	???	???	8.45
Damghan-22	Bedded Barite	100	12.5	1250	5.88
Damghan-23	Skarn-Fe	8	2.7	21.6	2.16
Damghan-24	Skarn-Fe	5	2.2	11	2.87
Damghan-25	Flat Faults Au	10	2.6	26	2.45
Damghan-26	Superior Fe	8	1.8	14.4	3.80

Table 8-4-1 : The Final Promising Area Ranked On R.S in Damghan 1:100,000 Sheet

	Anomaly No.	Probable Type of Ore Deposit	R.S	Area (KM ²)	Cumulative Area (KM ²)
First Priority	Damghan-22	Bedded Barite	1250	5.9	5.9
	Damghan-11	Bedded Barite	1190	6.9	12.8
	Damghan-3	Almaden Hg	1000	32.9	45.7
	Damghan-5	Bedded Barite	950	12.7	58.3
	Damghan-4	Bedded Barite	870	25.2	83.5
	Damghan-7	Bedded Barite	870	18.2	101.7
	Damghan-14	Bedded Barite	870	6.8	108.6
	Damghan-15	Missouri Pb-Zn	630	19.7	128.3
Second Priority	Damghan-20	Superior Fe	520	10.6	138.9
	Damghan-9	Bedded Barite	440	12.1	151.0
	Damghan-1	Almaden Hg	99	35.4	186.4
	Damghan-10	Appalachian Zn	76	18.8	205.2
	Damghan-25	Flat Faults Au	26	2.4	207.6
	Damghan-8	Skarn-Pb-Zn	24.8	15.8	223.4
	Damghan-23	Skarn-Fe	21.6	2.2	225.6
	Damghan-2	Flat Faults Au	20.8	23.9	249.4
	Damghan-26	Superior Fe	14.4	3.8	253.2
	Damghan-12	Skarn-Fe	11	10.7	263.9
	Damghan-24	Skarn-Fe	11	2.9	266.8
	Damghan-17	Flat Faults Au	10	8.3	275.0
	Damghan-19	Skarn-Pb-Zn	10	16.0	291.0
	Damghan-6	Skarn-Fe	8.5	4.8	295.9
	Damghan-13	Skarn-Pb-Zn	8	7.8	303.7
	Damghan-18	Skarn-Pb-Zn	7.2	20.3	324.0
	Damghan-16	Creed Epithermal Veins	7	10.2	334.2
	Damghan-21	???	???	8.4	342.7

Table 8-4-2 : The Final Promising Area Ranked On Score in Damghan 1:100,000 Sheet

	Anomaly No.	Probable Type of Ore Deposit	Score (%)	R.S	Area (KM ²)	Cumulative Area (KM ²)
First Priority	Damghan-22	Bedded Barite	12.5	1250.0	5.9	5.9
	Damghan-11	Bedded Barite	11.9	1190.0	6.9	12.8
	Damghan-3	Almaden Hg	10.0	1000.0	32.9	45.7
	Damghan-5	Bedded Barite	10.0	950.0	12.7	58.3
	Damghan-4	Bedded Barite	8.7	870.0	25.2	83.5
	Damghan-7	Bedded Barite	8.7	870.0	18.2	101.7
	Damghan-14	Bedded Barite	8.7	870.0	6.8	108.6
	Damghan-15	Missouri Pb-Zn	6.3	630.0	19.7	128.3
Second Priority	Damghan-20	Superior Fe	5.2	520.0	10.6	138.9
	Damghan-9	Bedded Barite	4.4	440.0	12.1	151.0
	Damghan-1	Polymetallic Veins	3.9	11.7	35.4	186.4
	Damghan-8	Skarn-Pb-Zn	3.1	24.8	15.8	202.2
	Damghan-23	Skarn-Fe	2.7	21.6	2.2	204.3
	Damghan-2	Flat Faults Au	2.6	20.8	23.9	228.2
	Damghan-25	Flat Faults Au	2.6	26.0	2.5	230.7
	Damghan-12	Skarn-Fe	2.2	11.0	10.7	241.3
	Damghan-24	Skarn-Fe	2.2	11.0	2.9	244.2
	Damghan-19	Skarn-Fe	2.0	10.0	16.0	260.2
	Damghan-26	Superior Fe	1.8	14.4	3.8	264.0
	Damghan-6	Skarn-Fe	1.7	8.5	4.8	268.9
	Damghan-13	Skarn-Pb-Zn	1.6	8.0	7.8	276.7
	Damghan-16	Creed Epithermal Veins	1.4	7.0	10.2	286.9
	Damghan-17	Flat Faults Au	1.0	10.0	8.3	295.2
	Damghan-18	Skarn-Pb-Zn	0.9	7.2	20.3	315.5
	Damghan-10	Appalachian Zn	0.8	76.0	18.8	334.2
	Damghan-21	???	???	???	8.4	342.7

۵-۲- معرفی نهایی مناطق آنومال

در این گزارش جهت معرفی نواحی ناهنجار بر مبنای داده های ژئوشیمیایی حاصل از نمونه های سیلت رسوبات آبراهه ای از داده های خام ، داده های معرف غنی شدگی بر اساس حذف اثر لیتولوژی با توجه به جنس سنگ های حوضه آبریز و نیز داده های معرف غنی شدگی نمونه ها بر اساس حذف اثر عناصر لیتولوژیکی بر اساس ترکیب شیمیایی نمونه ها و به همراه محاسبه احتمال رخداد برای عناصر مختلف، استفاده گردیده و از تمامی مناطق نا هنجار نمونه های کانی سنگین برداشت شده است و نیز در زمان برداشت نمونه های کانی سنگین این محدوده ها مورد بررسی های چکشی صحرایی قرار گرفته که البته با توجه به حیطه عملکرد پروژه ، بررسی ها و پی جویی های چکشی در حد بررسی مسیر آبراهه ها و رخنمون های مشخص و موجود در منطقه بوده است و از آنجا که تراکم برداشت نمونه های کانی سنگین در محدوده های ناهنجار بوده است ، لذا چنانچه رخنمون مینرالیزه ای در حوضه وجود داشته که دیده نشده باشد توسط ردیابهای کانی سنگین مشخص گردیده است. همانگونه که در ابتدای فصل پنجم گزارش ذکر گردید تمامی اطلاعات موجود شامل زمین شناسی ، تکتونیک ، ژئوشیمی و ... که در اختیار بوده در نرم افزار مدل سازی کانسازی وارد گردیده که بر اساس نتایج این برنامه می توان به جستجوی هدفدار در محدوده ها پرداخته و سیاست ادامه عملیات اکتشافی را مشخص کرد .

قدر مسلم چنانچه اطلاعاتی که در اختیار نرم افزار مدل سازی کانسازی قرار می گیرد، کامل باشد، در آن صورت مدل ارائه شده توسط نرم افزار مدل سازی، کاملاً منطبق بر محدوده خواهد بود اما با توجه به حجم کم اطلاعات ورودی در مرحله اکتشافات ناحیه ای همانگونه که در جداول مربوطه مشخص است میزان احتمال وقوع کانسار ها (ضرب Score) بسیار کم می باشد .

در آخر با توجه به کلیه اطلاعات موجود و نتایج نرم افزار مدل سازی کانسازی جدولی تهیه شده است (جدول ۸ - ۵) که در آن علاوه بر اطلاعات ژئوشیمی ، کانی سنگین و زمین شناسی هر محدوده ناهنجار ، کانی زایی که در محدوده ناهنجار احتمال حضور دارد و باید مورد پی جویی چکشی قرار بگیرد، آورده شده است که می تواند راهنمای خوبی در جهت ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده باشد. در این جدول به ترتیب در ستون دوم کانی سازی که بیشترین احتمال وقوع را در هر محدوده دارد، ستون سوم شماره محدوده (با توجه به نقشه ۱-۸) ، ستون چهارم عناصر آنومال که در نمونه های سیلت رسوبات آبراهه ای رخداد داشته اند ، ستون پنجم عناصری که در نمونه های سنگ در محدوده آنومال بوده اند (که این سنگها ممکن است برجا و یا نا برجا باشند)، ستون ششم کانی های با ارزشی که در مطالعه کانی سنگین گزارش شده است و در ستون آخر مشخصات زمین شناسی هر محدوده که عمدتاً از نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ دامغان استخراج شده ، آورده شده است.

جدول ۵-۸ : مشخصات مناطق آنومال در برگه دامغان به همراه کانی زایی های مورد انتظار در هر منطقه با توجه به شواهد موجود.

Counter	Expected Mineralization	Anomaly Area	Geochemical Anomaly (Based on Silt Samples)	Geochemical Anomaly (Based on Rock Samples)	Minerals (Based on Heavy Mineral Samples)	Geology (Damqan 1:100,000 Geology Map)
1	Gold	Damqan - 1	Ag,As,Au,Cu,Fe,Hg,Mn,Pb,Sb,V,Zn	-----	Galen;Gold;Malachit;Native Copper	Flows;Lime st.;Sand St.;Shale;Tuff
2	Gold	Damqan - 2	Bi,Co,Mo,Ni,Sn	Pn,Zn	Barite;Gold;Mimetite;Scheelite	Dolomite;Lime St.;Sand St.;Shale
3	Gold	Damqan - 19	Au,Sn	Fe	Goethite;Gold;Hematite;Limonite;Mimetite;Pyrite;Sphalerite	Lime St.;Quartzite;Sand St.;Shale
4	Gold	Damqan - 4	As,Au,Ba,Fe,Hg,Sb	As,Hg	Barite;Goethite;Magnetite;Oligist;Pyrite	Conglomerate;Dolomite;Lime St.;Sand St.;Tuff;Tuffaceous Shale
5	Gold	Damqan - 17	Au	-----	Brookit;Native Lead	Lime St.
6	Gold & Skarn	Damqan - 5	Ba,Hg	B,Fe	Barite;Coprte;Goethite;Gold;Limonite;malachite;Oligist;Pyrite;Sphalerite	Conglomerate;Dolomite;Flows;Gypsifrous Marl;Lime St.;Sand St.;Tuff;Tuffaceous Shale
7	Skarn	Damqan - 25	As,Hg,Sb	-----	Gold;Hematite;Limonite;Pyrite;Siderite	Marly Lime St.;Lime St.;Sand St.;Shale;Alteration Zones;Silicification;Slag
8	Skarn	Damqan - 18	-----	B,Fe	Hematite;Jarosite;Oligist;Siderite	Coal;Gypsifrous Marl;Lime St.;Marly Lime St.;Sand St.;Shale;Shale(Dark)
9	Skarn	Damqan - 12	Fe,Ni,V	Ba,Fe	Arsenopyrite;Barite;Epidote;Flourite;Galena;Magnetite;Malachite;Oligist;Pyrite;Scheelite;Sphalerite	Coal;Flows;Lime St.;Marly Lime St.;Red Sand St.;Sand St.;Shale(Dark)
10	Skarn	Damqan - 20	Fe	-----	Arsenopyrite;Barite	Coal;Flows;Gypsum;Sand St.;Shale;Shale(Dark);Tuff
11	Epithermal Mineralization	Damqan - 3	As,Ba,Fe,Hg,Sb,V	-----	Andalusite;Barite;Cinnabar;Epidot;Hematite;Magnetite;Malachite;Pyrite;Sphalerite	Dolomite;Lime St.;Red Sand St.;Shale;Silicified Limestone
12	Copper & Zinc & Lead	Damqan - 23	Cu	-----	Scheelite;Arsenopyrite;Barite;Bornite;Galena;Limonite;Pyrite;Sphalerite	Coal;Lime St.;Sand St.;Shale(Black)
13	Zinc & Lead	Damqan - 15	Au,Bi,Co,Cr,Cu,Hg,Ni,Sn,V,W	-----	Andalusite;Arsenopyrite;Flourite;Galena;Garnet;Marcasite;Martite;Mimetite;Scheelite;Siderite;Sphalerite	Coal;Lime St.;Marly Lime St.;Sand St.;Shale(Dark);Volcanic Rocks
14	Zinc & Lead	Damqan - 8	Ag,Fe,Mo,Sb,V	Zn	Barite;Galena;Magnetite;Malachite	Flows;Lime St.;Red Sand st.;Sand St.;Shale;Tuff
15	Zinc & Lead	Damqan - 10	Ba,Cr,Cu,Hg,Pb,Sb,Sr	Mo,Zn	Barite;Cerrosite;Galena;Goethite;Malachite;Mimetite;Pyrite	Flows;Lime St.;Sand St.;Tuff;Tuffaceous Shale
16	Zinc & Lead	Damqan - 9	Pb	-----	Barite;Cerrosite;Galena;Native Lead;Sphalerite	Coal;Flows;Gypsum;Lime St.;Sand St.;Shale(Dark);Tuff;Tuffaceous Shale
17	Zinc & Lead	Damqan - 13	Cr,Fe,Ni	-----	Barite;Brookit;Epidote;Flourite;Galena;Jarosite;Magnetite;Malachite;Sphalerite	Coal;Lime St.;Marly Lime St.;Sand St.;Shale(Dark)
18	Zinc & Lead	Damqan - 24	Co,Zn	-----	Barite;Galena;Hematite;Pyrite	Coal;Gypsum;Lime St.;Marly lime St.;Sand St.;Shale;Shale (Black);Tuff
19	Zinc & Lead	Damqan - 6	Pb,Zn	-----	-----	Flows;Lime St.;Tuff;Tuffaceous Shale
20	Zinc & Lead	Damqan - 16	Cr	-----	Flourite;Galena;Jarosite;Sphalerite	Coal;Lime St.;Marly Lime St.;Sand St.;Shale(Dark);Volcanic Rocks
21	Zinc & Lead	Damqan - 26	-----	-----	Flourite;Garnet;Hematite;Limonite;Pyrite;Sphalerite	Conglomerate;Lime St.
22	Zinc & Lead & Barite	Damqan - 22	Ba,V	Ba,Mo,Zn	Barite;Cerrosite;Galena;Malachite;Selenite;Sphalerite	Marly Lime St.;Coal;Lime St.;Sand St.;Shale(Black);Tuff
23	Zinc & Lead & Barite	Damqan - 21	Ba,Mo,Pb	-----	Barite;Flourite;Malachite;Mimetite;Oligist	Dolomite;Lime St.;Marly Lime St.;Quartzite;Red Sand St.;Sand St.;Shale
24	Zinc & Lead & Barite	Damqan - 14	Ag,Ba,Bi,Cr,Mo,Pb,Sb,Sr	-----	Barite;Cerrosite;Marcasite	Flows;Lime St.;Tuff;Tuffaceous Shale
25	Barite	Damqan - 11	Ag,Ba,Mo,Zn	Ba	Barite;Cerrosite;Galena;Mimetite;Pyrite;Scheelite	Flows;Lime St.;Tuff;Tuffaceous Shale
26	Barite	Damqan - 7	Cr,Ba	Ba	Barite;Oligist;Pyrite	Coal;Dolomite;Gypsifrous Marl;Lime St.;Sand St.;Shale(Dark);Tuff