

وزارت صنایع و معادن  
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ناحیه‌ای  
رسوبات آبراهه‌ای در محدوده برگه ۱:۱۰۰۰۰۰

# سـاـری

مجری طرح: مهندس محمد تقی کره‌ای

توسط: گروه اکتشافات ژئوشیمیایی طرح پی جویی

کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور  
تاریخ:  
شماره ثبت: ۱۱۲۱۵

کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور

شهریور ۱۳۸۱

## تقدیر و تشکر

اکنون که با یاری خداوند و تلاش همکاران پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای برکه ساری 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

محمود پولادزاده، علی رفیعی، بهرام ابوالقاسمی، علی بیات، محمود غضنفری، حسین محمدی، رضا عسگری، هرمز فیروزی

### ۲- آماده سازی نمونه ها

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

### ۳- پردازش داده ها

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

### ۴- کنترل آنومالی ها

حسن عزمی، محمود پولادزاده، علی بیات، علی رفیعی، 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 سودی شعار، محمود پولادزاده، علی بیات، علی رفیعی، فرشته رستمی، مریم دهقانی.

## فهرست مطالب

### عنوان

راهنمای آلبوم نقشه ها

تقدیر و تشکر

صفحه

(۱-۷)

### ● فصل اول: کلیات

۱

۱- مقدمه

۱

۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه ای

۲

۳- جمع آوری اطلاعات

۲

۴- بررسی حوضه های آبریز

۲

۵- موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی منطقه

۴

۶- زمین شناسی ناحیه ای

(۸-۱۵)

### ● فصل دوم: نمونه برداری

۸

۱- مقدمه

۹

۲- عوامل موثر در طراحی نمونه برداری

۱۰

۳- عملیات نمونه برداری

۱۱

۴- ژئوشیمی آبراهه ای در مناطق جنگلی باران خیز

۱۱

۴-۱- مقدمه

۱۱

۴-۲- زمین شناسی ناحیه ای و خصوصیات کانی شناسی

۱۲

۴-۳- ژئومورفولوژی و گسترش آبراهه ها

۱۲

۴-۴- توپوگرافی

۱۲

۴-۵- عملکرد شیب در نواحی جنگلی

۱۳

۴-۶- هوازدگی و شکل خاک

۱۳

۴-۷- تمرکزهای کانی سنگین

۱۳

۴-۸- اثرات ترکیبات ارگانیک

۱۴

۴-۹- ارگانیکها بعنوان جذب کننده فلزات

(۱۶-۲۳)

● فصل سوم: نقش سنگ بستر

- ۱۶ ۱- جدایش جوامع سنگی
- ۱۸ ۲- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه ای
- ۱۸ ۱-۲- نقش سنگ بستر در ایجاد آنومالی های کاذب
- ۱۸ ۲-۲- تغییر پذیری سنگ بستر
- ۲۲ ۳-۲- بررسی مقادیر کلارک سنگهای رخنمون دار در منطقه

(۲۴-۲۶)

● فصل چهارم: پردازش داده ها

- ۲۴ ۱- مقدمه
- ۲۴ ۲- پردازش داده های جوامع تک سنگی
- ۲۴ ۳- پردازش داده های جوامع دو سنگی
- ۲۵ ۴- پردازش داده های جوامع سه سنگی

(۲۷-۳۱)

● فصل پنجم: تخمین مقدار زمینه

- ۲۷ ۱- تحلیل ناهمگنی ها
- ۲۷ ۲- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس سنگ بستر بالا دست
- ۲۹ ۳- تخمین مقدار زمینه

(۳۲-۶۶)

● فصل ششم: تخمین شبکه ای شاخص های غنی شدگی

- ۳۲ ۱- تخمین شبکه ای
- ۳۳ ۲- شاخص غنی شدگی با حذف اثر سنگ بالا دست



۳۴	۳- محاسبه احتمال رخداد هر یک از شاخص های غنی شدگی
۳۵	۴- محاسبه ضریب غنی شدگی بر اساس آنالیز نمونه ها
۴۰	۵- معرفی متغیرهای تک عنصری و چند عنصری و رسم نقشه ها
۴۱	۶- ترسیم نقشه ها

(۶۷-۹۳)

● فصل هفتم : فاز کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی

۶۷	۱- مقدمه
۶۷	۲- ردیابهای کانی سنگین
۶۸	۳- بزرگی هاله های کانی سنگین
۶۹	۴- نمونه برداری کانی سنگین ، زون های مینرالیزه و آلتره احتمالی
۶۹	۴-۱- نکاتی در مورد محل ، چگالی و وزن نمونه های کانی سنگین
۷۰	۴-۲- معرفی مناطق آنومال و نمونه های برداشت شده کانی سنگین و مینرالیزه
۷۵	۵- پردازش داده های کانی سنگین
۷۵	۵-۱- رسم هیستوگرامها
۸۸	۶- مطالعه تغییر پذیری دانسیته گسلها
۸۸	۶-۱- مقدمه
۸۸	۶-۲- روش مطالعه
۸۹	۶-۳- داده های خام
۸۹	۶-۴- پارامترهای آماری مجموع طول گسل ها
۸۹	۶-۵- پارامترهای آماری امتداد گسلها
۹۰	۶-۶- رسم نقشه دانسیته گسلها

۹۴	۱- روش کار
۹۵	۲- مدل سازی
۹۵	۲-۱- مقدمه
۹۶	۲-۲- مدل های عددی
۹۷	۲-۳- مدل سازی آنومالیهای ژئوشیمیایی
۹۹	۲-۴- اولویت بندی مناطق امید بخش بر اساس نرم افزار ODM
۹۹	۲-۵- معرفی نهایی مناطق آنومال

## فهرست آلبوم نقشه‌ها

شماره نقشه	شرح نقشه
۱	نقشه محل برداشت نمونه‌ها
۲	نقشه نهایی مناطق امیدبخش به‌مراه آنومالیهای ژئوشیمیایی و شاخص کانی سنگین
۳	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عناصر Ag,Pb,Zn
۴	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عناصر As,Sb
۵	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عنصر Au
۶	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عناصر Ba,Sr
۷	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عناصر Bi,W
۸	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عناصر Cr,Fe,V,Ni,Co
۹	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عنصر Cu
۱۰	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عنصر Hg
۱۱	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عنصر Mn
۱۲	نقشه توزیع ضریب غنی‌شدگی عناصر Mo,Sn
۱۳	نقشه توزیع کانیهای سنگین گروه یک
۱۴	نقشه توزیع کانیهای سنگین گروه دو
۱۵	نقشه توزیع کانیهای سنگین گروه سه
۱۶	نقشه توزیع شکستگیها

## فصل اول

### کلیات

#### ۱- مقدمه

اکتشافات ناحیه ای در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ در زمره عملیات اکتشافی زیربنائی بحساب می آید که هدف آن شناخت نواحی با پتانسیل معدنی است. برای نیل به این اهداف، از روشهای مختلف ژئوفیزیکی، ژئوشیمیایی و اطلاعات ماهواره ای می توان بهره برد. نقشه برداری ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه ای نیز یکی از این روشهاست که می تواند با نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای انجام پذیرد.

پروژه حاضر بخشی از طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک می باشد که در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ اساری انجام می پذیرد. اجرای این پروژه در دو بخش طراحی شده است. بخش اول عملیات تا رسم نقشه آنومالیهای ژئوشیمیایی و تعیین مناطق با پتانسیل ادامه می باید. بخش دوم شامل عملیات کنترل آنومالی هاست که از طریق مطالعات کانی سنگین، آلتراسیون، مناطق کانی سازی و شکستگی های پر شده (Plumbing System) تعقیب خواهد شد و در نهایت اگر پس از کنترل به نتایج مثبتی منتهی شوند، بعنوان مناطق امیدبخش معرفی خواهند شد.

#### ۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه ای

بطور تجربی ثابت شده است که رسوبات آبراهه ای (عموماً جزء ۸۰- مش) می تواند در اکتشافات کوچک مقیاس ناحیه ای (۱:۱۰۰,۰۰۰ تا ۱:۲۵۰,۰۰۰) بسیار مفید واقع شود. نتایج حاصل از این بررسیهای اکتشافی می تواند در تحلیل ایالات ژئوشیمیایی و شناخت الگوهای ژئوشیمیایی ناحیه ای و همچنین نواحی ای که در آنها احتمال کشف نهشته های کانساری بیشتر می باشد، بسیار مؤثر واقع شود. علاوه بر کاربردهای مستقیم ذکر شده، نقشه های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای می تواند کاربردهایی در زمینه کشاورزی و محیط زیست نیز داشته باشد.

بدیهی است که اهداف اکتشافی این نوع بررسیها با اهدافی نظیر تشخیص الگوهای ناحیه ای 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 هاله های ثانوی است، باید از تکنیکهای آماری ای استفاده نمود که اختلاف بین مقادیر آنومالی و روندهای ناحیه ای را به حداکثر مقدار خود برساند و در نتیجه از طریق شدت بخشی آنومالیا، به شناسائی هر چه دقیقتر آنها پی برد. در حالت دوم چون هدف دستیابی به روندهای ناحیه ای است، باید از تکنیکهای آماری ای استفاده نمود که اثرگذاری آنومالیا را در روندهای ناحیه ای به حداقل مقدار خود برساند. چگالی نمونه برداری در این حالت یک نمونه برای چند کیلومتر مربع است که بوسیله سقف بودجه کنترل می شود.

### ۳- جمع آوری اطلاعات

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

۱- نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه شامل چهارگوشهای زاغ مرز، نکا، ساری و فرح آباد.

۲- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ ساری

۳- نقشه ژئوفیزیک هوائی (مغناطیس هوائی) با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه (این اطلاعات در بخش ژئوفیزیک هوائی سازمان وجود داشته است).

با توجه به اطلاعات حاصل از مدارک فوق الذکر، برنامه عملیات صحرایی جهت نمونه برداری پی ریزی گردید و در هر مورد نقش پارامترهای مؤثر در برنامه ریزی اکتشافی (بخصوص در نمونه برداری) مورد بررسی قرار گرفت که خلاصه آن در بخشهای بعدی گزارش آورده شده است. لازم به ذکر است بعلت جنگلی بودن منطقه و وجود پوشش گیاهی امکان استفاده از عکسهای ماهواره ای طبق اظهارات مدیر بخش دورسنجی سازمان، وجود نداشته است.

### ۴- بررسی حوضه های آبریز

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

در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰: اساری بعلت ساحلی بودن برگه های زاغ مرز و فرح آباد عملیات بررسی حوضه های آبریز و تعیین شبکه نمونه برداری تنها در دو برگه ساری و نکا انجام گرفته است.

### ۵- موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی منطقه

منطقه مورد مطالعه بین طولهای جغرافیایی  $30^{\circ} 53'$ ،  $53^{\circ}$  و هم چنین عرضهای جغرافیایی  $36^{\circ} 30'$  و  $37^{\circ}$  قرار گرفته است. ساری از شرق به شهرستانهای بهشهر و دامغان، از جنوب به شهرستان سمنان و از باختر به شهرستان قائم شهر محدود میگردد.

مهمترین رودخانه محدوده که از اهمیت ویژه برخوردار است عبارتند از رودخانه تجن، یا گرمابرود و شعبات آن به ترتیب زیر می باشد:



۱- رودخانه تجن که از منابع حیاتی آبیاری شهرستان ساری بشمار می رود. از کوه نیزآباد واقع در قسمت‌های جنوب خاوری ساری سرچشمه گرفته و پس از دریافت شعبات متعدد از قبیل رودخانه لاجیم، زارم رود (ظالم رود)، شیرین رود و رود سالار در ۸ کیلومتری جنوب شهر ساری از کوهستان خارج می گردد و در ناحیه فرح آباد به دریای خزر می ریزد. طول این رودخانه قریب به ۱۲ کیلومتر می باشد.

۲- رودخانه لاجیم: از ارتفاعات شمالی رسکت (کوه سامان سی) سرچشمه گرفته و پس از طی ۳۰ کیلومتر به رودخانه تجن می ریزد.

۳- زارم رود: که از کوه جنگلی واقع در دهستان چهاردانگه هزار جریبی سرچشمه گرفته و پس از طی ۸۰ کیلومتر راه به رودخانه تجن ملحق میگردد.

این شهرستان در شمال، دشتی، در جنوب، کوهستانی است. بدین صورت که سلسله جبال البرز در منتهی الیه جنوبی آن واقع شده است.

بیشترین ارتفاع در چهار گوش برگه مورد مطالعه ۸۵۶ متر در غرب ملاخیل و کمترین ۲۷- نزدیک فرح آباد است.

تنها معدن مهم در شهرستان ساری زغال سنگ است که در منطقه خارخون واقع می باشد. اقتصاد ناحیه مانند سایر نقاط استان بر کشاورزی و دامداری بنا نهاده شده است و از نظر کشاورزی یکی از پربارترین و حاصلخیزترین مناطق کشاورزی ایران محسوب میگردد زیرا کلیه شرایط لازم را جهت بهره برداری علمی و فنی از زمین خوب که حاصل مواد آبرفتی و کودهای طبیعی و هوموس جنگلی است همراه با آب کافی و بارندگی منظم و هوای معتدل را در خود جمع کرده است و مقدار محصولات کشاورزی بحدی است که در حدود ۹۰ درصد آن به سایر نقاط صادر میگردد.

دامداری دومین رشته فعالیت اقتصادی اهالی ساری را تشکیل می دهد که از بازدهی نسبتا بالایی برخوردار است به طوری که علاوه بر دامداری سنتی، دامپروری های مدرن نیز در حوالی شهر بوجود آمده است. منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای معتدل و مرطوب است. بیشترین درجه حرارت منطقه در تابستانها حدود ۳۶ درجه بالای صفر و کمترین در زمستانها ۱ درجه زیر صفر و میزان متوسط بارندگی سالیانه ۹۰۰ میلی متر است.

منطقه ساری از چهار قسمت زاغمرز، نکا، فرح آباد، و ساری تشکیل شده است.

ساری از جهت شمال خاوری به استان خراسان، از جهت باختر به سایر نقاط مازندران و گیلان و از سمت جنوب باختری به استان مرکزی راه آسفalte درجه یک دارد. در ضمن بخش نکا به دلیل وجود نیروگاه، بزرگترین و مجهزترین نیروگاه برق ایران واقع در شمال بخش نکا که تاثیرات عمده ای در وضع اقتصادی منطقه به جای گذارده است، این بخش از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. علاوه بر آنکه مرکز بخش نکا در سر آسفalte درجه یک اصلی ساری- بهشهر قرار گرفته است و بعلت عبور خط آهن سراسری تهران- گرگان از یک کیلومتری شمال شهر از مزایای ارتباطی راه آهن نیز بهره مند است.



رودخانه مشهور نکا که از جنوب خاوری به شمال باختری جریان یافته، اکثر نواحی بخش نکا را آبیاری می کند. این رودخانه از شاهکوه البرز (شمال شاهرود) سرچشمه گرفته و در انتها به دریای خزر می پیوندد.

#### ۶- زمین شناسی ناحیه ای ساری

منطقه مورد مطالعه، برگه ساری، در نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ ساری، چهارگوش ساری واقع شده است. این برگه تماما از سنگ های رسوبی و آبرفت تشکیل شده است قسمت های شمالی برگه و کرانه های دریای خزر (بخش ساحلی) از آبرفت و لس پوشیده شده و نواحی زراعتی در آن قابل مشاهده است. به منظور سهولت مطالعه، برگه مورد نظر را به سکانس های زیر تقسیم می کنیم:

۱- سکانس رسوبی-شیمیایی

۲- سکانس رسوبی (شیمیایی-آواری)

#### سکانس رسوبی- شیمیایی

این سکانس شامل واحدهای  $Qal$ ,  $Qt_2c$ ,  $K_2l_2$ ,  $JIS_2$  می باشد که به ترتیب توضیح می دهیم:  
- واحد  $JIS_2$ : این واحد رسوبی-شیمیایی در قسمت های خاوری تا مرکز برگه به چشم می خورد که بخش های جنوبی و خاوری شهر نکا را شامل می گردد و از سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک های متعلق به سازند لار مربوط به اواخر دوره ژوراسیک تشکیل یافته است.  
این واحد سنگی بشدت گسله است و گسل های اصلی و فرعی زیادی در آن دیده می شود. و نیز گسل مازندران- خزر نیز در آن امتداد یافته است.

- واحد  $K_2l_2$ : این واحد سنگی شامل سنگ آهک های ضخیم لایه تا توده ای می شود که متعلق به اواخر کرتاسه می باشد و با رخنمون بسیار کم در گوشه خاوری این برگه به چشم می خورد.

- واحد  $Qt_2c$ : آبرفت های متعلق به کواترنر که تمامی بخش های ساحلی و شمالی برگه را پوشانده است، و از لس تشکیل یافته و رودخانه هایی چون نکا و تجن در آن جاری است.

- واحد  $Qal$ : این واحد رسوبی- آبرفتی به طور پراکنده در بخش های مرکزی و جنوبی با امتداد شمالی- جنوبی و به صورت نوارهای کشیده و باریک دیده می شود. که از آبرفت های سست کواترنر تشکیل شده است.

## سکانس رسوبی (شیمیایی-آواری)

این سکانس شامل واحدهای Mmsl و Plcm می باشد.

Plcm : واحد رسوبی مذکور، بخش های جنوبی و جنوب باختری تا مرکزبرگه را با روند خاوری- باختری پوشانده است. که در آن پیشرفتگی واحدهای آبرفتی Qt<sub>2</sub>C و Qal قابل مشاهده است. این واحد از کنگلومرا، مارن و مارن سلیتی تشکیل شده است، واز نظر زمانی متعلق به پلیوسن می باشد. بخش های جنوبی شهر ساری به وسیله این واحد رسوبی پوشیده شده است.

Mmsl : این واحد رسوبی قسمت های جنوبی و جنوب خاوری برگه را کاملا پوشانده است.

این واحد از مارن، ماسه سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه ای، و کمی کنگلومرا تشکیل شده است که متعلق به میوسن از دوران سنوزوئیک است. در این واحد رسوبی نیز گسل های اصلی زیادی قابل مشاهده می باشد و نیز فسیل در آن یافت شده است.

به طور خلاصه این برگه به صورت یک دشت می باشد که تنها در بخش جنوبی آن ارتفاعاتی به چشم می خورد و از شمال به دریای خزر منتهی میگردد.

رسوبات آبرفتی بیشتر برگه را به خود اختصاص داده و تنها در نیمه جنوبی سنگ های رسوبی شیمیایی و تخریبی رخنمون می یابند و جدا از گسل خوردگی پدیده عمده تکتونیکی دیگری در آن مشهود نیست.

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

## فرآیندهای عمده تکتونیکی

در منطقه مورد مطالعه گسل مازندران- خزر از قسمت جنوب باختری منطقه تا جنوب خاوری امتداد می یابد واز بخش جنوبی ساری و نکا عبور می کند. که طبعاً در امتداد این گسل اصلی و کشیده، گسل خوردگی های اصلی و فرعی زیادی در قسمت های جنوبی برگه قابل مشاهده می باشد که تقریباً اکثر آنها از جهت گسل اصلی پیروی کرده و از جنوب باختری به جنوب خاوری امتداد یافته اند.

در بخش جنوب خاوری برگه چین خوردگی به چشم می خورد که محور ناودیس در آن مشخص شده است و بقیه قسمت های برگه به صورت دشت و زمین های کشاورزی و زراعتی است و پدیده های تکتونیکی قابل توجهی در آن دیده نمی شود.

جدول ۱-۱: واحدهای زمین شناسی موجود در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساری به همراه علامت اختصاری آنها

Qal: آبرفت‌های سست (کوآترنر)
Qt <sub>2</sub> c: لس (کوآترنر)
Plcm: کنگلومرا، مارن، مارن سیلتی (پلیوسن)
Mmsl: مارن، ماسه‌سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه‌ای، کنگلومرا (میوسن)
K <sub>2</sub> l <sub>2</sub> : سنگ آهک (کرتاسه)
JlS <sub>2</sub> : سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک (ژوراسیک)

جدول ۱-۲: واحدهای سنگی موجود در برگه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساری

واحدهای سنگی	سکانس	سن	
آبرفت‌های سست لس	رسوبی (شیمیایی)	کوآترنر	
کنگلومرا، مارن، مارن سیلتی	رسوبی	پلیوسن	۳ ۲ ۱
مارن، ماسه‌سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه‌ای، کمی کنگلومرا	(شیمیایی-تخریبی)	میوسن	
سنگ آهک (ضخیم لایه تا توده‌ای)	رسوبی (شیمیایی)	کرتاسه	
سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک	رسوبی (شیمیایی)	ژوراسیک	

# ساری (6663) Sari



## فصل دوم

### نمونه برداری

۱- مقدمه

نظر به تشخیص آنومالیهای واقعی و تمیز انواعی که به نهشته های کانساری مرتبط می باشند، از سایر انواع آن، لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه ای (برای مثال جزء ۸۰- مش) و یا کانی سنگین (جزء ۲۰- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. در مواردی که هاله های ثانوی اکسیدهای آهن و منگنز توسعه یافته اند برداشت نمونه از چنین هاله هایی ممکن است موجب شدت بخشی به هاله های هیدرومورفیکی شود که در این صورت باید احتیاط های لازم جهت تفسیر اطلاعات بدست آمده صورت پذیرد. علاوه بر موارد فوق، در بررسی رسوبات آبراهه ای، برداشت نمونه هایی همچون قطعات کانی سازی 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، می تواند مفید واقع شود. البته هر یک از محیط های نمونه برداری فوق می تواند تحت شرایط خاصی، بیشتر مفید واقع شود. عواملی که باید در این خصوص در نظر گرفته شوند شامل تیپ کانسار مورد انتظار، سنگ درونگیر، محیط تکتونیکی و دامنه سنی واحدهای زمین شناسی می باشد. از ترکیب نتایج بدست آمده از محیط های مختلف نمونه برداری در حوضه های آبریز، می توان به نتایج مناسبتری دست یافت. در پروژه حاضر نتایج حاصل از سه نوع بررسی با یکدیگر ترکیب و سپس مدلسازی شده اند و بدین دلیل، نتایج نهایی بدست آمده چه در جهت مثبت و چه در جهت منفی می تواند معتبرتر باشد. کلیه نتایج بدست آمده از هر یک از روشهای فوق، تشکیل یک سیستم اطلاعاتی با امکانات حذف و انتخاب مکرر مناطق امیدبخش را می دهد که بر اساس سازگاری و ناسازگاری خواص مشاهده شده در مدل، انجام می پذیرد و از این رو امکان بروز خطاهای ناهنجار در آن کمتر است.

بطور کلی چگالی نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای، تابع دانسیته آبراهه ها در حوضه آبریز است. برای مناطق خشک این مقدار می تواند به اندازه یک نمونه برای هر ۱ تا ۱۰ کیلومتر مربع تغییر کند. با توجه به جنگلی بودن منطقه مورد بررسی و با در نظر گرفتن سقف بودجه جهت محدود کردن تعداد نمونه ها، محل برداشت نمونه ها عمدتاً در مناطق کوهستانی، کوهپایه ای و دامنه ای انجام گرفته است و از برداشت نمونه در قسمتهای ساحلی یا مناطقی که نمی توانستند معرف کانی زایی خاصی در حوضه بالادست خود باشند خودداری شده است. با در نظر گرفتن این موضوع از مساحتی نزدیک به ۶۴۰ کیلومتر مربع تعداد ۱۳۱ نمونه ژئوشیمی برداشت شده است که متوسط یک نمونه برای هر ۵/۴ کیلومتر مربع را معرفی می کند. از آنجا که عناصر مختلف در محیط های ثانوی قابلیت تحرک متفاوتی از خود نشان می دهند، بزرگی هاله های ثانوی آنها (فاصله از ناحیه منشاء) می تواند 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



هاله های Zn ممکن است از حدود ۱ کیلومتر تا حدود ۱۵ کیلومتر و هاله های Cu از ۱/۵ کیلومتر تا حدود ۲۵ کیلومتر تغییر کند. همچنین با توجه به نوع سنگهای منطقه و تیپ های کانی سازی ممکن است عناصری که فاقد هاله اولیه می باشند، هاله ثانوی تشکیل ندهند و یا هاله های ضعیف از خود بروز دهند. در چنین مواردی برای افزایش احتمال کشف کانسار، افزایش چگالی نمونه های کانی سنگین در اطراف سنگهای میزبان چنین کانی زایی هایی ضروری است. البته چگالی باید طوری باشد که تمامی سطح بر گه که احتمال وقوع کانی زایی در آن هست را پوشش دهد در مناطق نیمه خشک، رسوبات آبرفتی معمولاً مساحتی وسیعی از سنگ بستر را می پوشانند. در مواردی که این رسوبات محلی باشند و مسافت چندانی را طی نکرده باشند، مشکل تحلیل داده ها کمتر خواهد بود. ولی در مناطقی که از نظر تکتونیکی فعال می باشند و مناطق جنگلی مانند منطقه تحت پوشش این پروژه، سیلابهای شدید که قادر به حمل چنین موادی می باشند و نیز مواد ارگانیک که می توانند بعضی عناصر فلزی را در خود نگهدارند به وفور رخ می دهد، در نتیجه این رسوبات ممکن است از ناحیه منبع فاصله گیرند و یا دچار غنی شدگی های کاذب شوند و کار تحلیل اطلاعات را در جهت کشف منبع اولیه دشوار سازند.

## ۲- عوامل مؤثر در طراحی نمونه برداری

طراحی نمونه برداری طوری صورت گرفته است که علاوه بر پوشش کل مناطق مساعد جهت بررسی، حداکثر سازگاری را با روش مرکز ثقل داشته باشد. درجه مرکز ثقل را عواملی نظیر چینه شناسی، سنگ شناسی و تکتونیک کنترل می کند. معمولاً در طراحی به روش مرکز ثقل، توده های نفوذی و خروجی و نواحی مجاور آنها (کتناکت ها)، نواحی اطراف گسلها و تقاطع آنها، و زونهای دگرسان شده بعد از ماگمایی و مناطقی که در بخش فوقانی توده های نفوذی نیمه عمیق قرار دارند (این توده ها روی نقشه ژئوفیزیک هوایی مشخص می شوند) از چگالی نمونه برداری بالاتری برخوردار می باشند. معمولاً آبراهه هایی که بوسیله گسلهای عمیق مشخص شده به روش ژئوفیزیک هوایی قطع می شوند ۵۰۰ متر پائین تر از محل تلاقی آبراهه با گسل، مورد نمونه برداری قرار می گیرند. در مواردی که آلتراسیونهای شدید مشاهده شده است، بخصوص در اطراف سنگهای نفوذی یا خروجی موجود، درجه مرکز ثقل آبراهه ها باید بطور محلی افزایش یابد. این امر به دلیل اهمیت چنین مناطقی می باشد. به دلیل فعال بودن پدیده رقیق شدگی و اثر سرشکن شدگی در حوضه های آبریز وسیع (با بیش از ۳۰ سرشاخه) و کاهش شدید مقدار آنومالیهای احتمالی در محل اتصال آبراهه ها به یکدیگر لازم است چنین حوضه های آبریزی بخصوص در مواردی که آبراهه سنگ بستر را قطع نمی کند به حوضه های کوچکتر تقسیم گردند. این امر موجب می گردد تا اختلاط رسوبات آبراهه های مرتبط با کانی سازی احتمالی با آبراهه های بدون کانی سازی موجب تضعیف بیش از حد آنومالیا و ارزیابی منفی آنها نگردد. به علاوه این امر موجب می گردد تا احتمال قطع سنگ بستر در آبراهه افزایش یابد. این امر خود موجب افزایش ارزش داده ها می گردد. علاوه بر عوامل فوق، یکی دیگر از عوامل مؤثر در تصمیم گیری تقسیم یک حوضه آبریز بزرگ به حوضه های



کوچکتر، احتمال وجود آلودگیهای ناشی از فعالیتهای کشاورزی در کف یا حاشیه رودخانه هایی 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 می دهد. در چنین مواردی فقط مرکز ثقل بخشهای فوقانی آنها، که از آلودگی مصون می باشد، می تواند محاسبه گردد. محدوده مورد بررسی از نظر توپوگرافی مرتفع نبوده و بیشترین ارتفاع در جنوب برگه نکا با ارتفاعی حدود ۸۵۰ متر می باشد. در اکثر قریب به اتفاق آبراهه های نوع آخر، آبراهه کم عمق بوده و سنگ بستر را قطع نمی کنند و از طرفی بعلت وجود ضخامت زیاد هوموس نمونه های این گروه در واقع نمی توانستند معرف کانی زایی باشند و نیز بدلیل سقف بودجه از برداشت آنها خودداری شده است. در نواحی بسیار مرتفع در مواردی به دلیل وجود گسستگی در ارتفاع (آبشار) و یا پوشش گیاهی انبوه مشکلات طبیعی از این قبیل، 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 نقشه های توپوگرافی، آبراهه روی آن مشخص نگردیده است. چنانچه چنین مناطقی از نظر لیتولوژی و امکان کانی سازی با اهمیت تشخیص داده شده باشند، این آبراهه ها روی نقشه بطور دستی ترسیم و در تعیین نقاط نمونه برداری موثر واقع گردیده اند تمامی نقاط برداشت نمونه ها توسط دستگاه G.P.S ثبت و محل دقیق آنها مشخص شده است.

### ۳- عملیات نمونه برداری

نظر به وسعت فوق العاده زیاد عملیات تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ لازم است محیط های ثانوی تحت پوشش نمونه برداری قرار گیرند. اساس این مطالعات بر نحوه توزیع عناصر در هاله های ثانوی سطحی مانند رسوبات رودخانه ای، 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 شش اکیپ کارشناس در یک کمپ، واقع در بهشهر شرکت داشته اند. در این عملیات هر اکیپ عموماً دارای وسیله نقلیه مخصوص به خود، نقشه های توپوگرافی و نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ ساری و دستگاه G.P.S. بوده است. مختصات محل نمونه ها قبلاً در سیستم UTM (WGS-84) محاسبه و بصورت جدول بندی شده در اختیار کارشناسان قرار می گیرد. هر نمونه ژئوشیمیایی متشکل از حدود ۱۰۰ گرم جزء ۸۰- مش رسوبات آبراهه ای می باشد که پس از الک کردن رسوب خشک در محل، درون کیسه های مخصوص ریخته شده و شماره گذاری می گردد. لازم به ذکر است که در صورت عدم امکان برداشت نمونه خشک حدود ۳ تا ۶ کیلوگرم نمونه خیس از رسوبات برداشت و 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 نمونه برداری برای نمونه های برداشت شده، از شماره مسلسل از پیش تعیین شده برای هر نمونه استفاده میکنند

که این شماره شامل یک کد دو حرفی معرف و یک شماره سریال میباشد. محل نمونه های برداشت شده به همراه شماره آنها در کمپ بر روی یک نقشه واحد پیاده شده است. نقاط نمونه برداری شده در برگه ۱۰۰،۰۰۰: ۱ ساری در نقشه شماره ۱، در آلبوم نقشه ها و CD همراه گزارش، نشان داده شده است. نمونه های برداشت شده (محل و شماره آنها) در کمپ دوبار مورد بازرسی قرار خواهد گرفت. این عمل از طریق مقایسه کردن با لیست هایی که قبلاً تهیه شده انجام گردیده؛ این کار یک مرتبه پس از حمل نمونه ها به کمپ و بطور روزانه انجام شده و بار دیگر در خاتمه عملیات انجام شده است. در کل، در محدوده این برگه تعداد ۱۳۱ نمونه ژئوشیمیایی برداشت گردیده است. در شماره گذاری نمونه ها 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 ۱۰۰،۰۰۰: ۱ مربوطه می باشد (حرف S برای ساری) دومین حرف نیز نمایانگر حرف اول برگه ۱: ۵۰،۰۰۰: ۱ مربوطه می باشد. هر برگه ۱۰۰،۰۰۰: ۱ شامل چهار برگه ۱: ۵۰،۰۰۰: ۱ است که در این عملیات فقط از دو برگه ساری و نکا نمونه برداری گردیده و از حروف زیر برای مشخص کردن آنها استفاده شده است. برگه ۱: ۱۰۰،۰۰۰: ۱ ساری، ساری (SS) و نکا (SN) در این برگه ۱۰۰،۰۰۰: ۱ از ترکیبات دو حرفی فوق در اول کد پنج رقمی هر نمونه استفاده شده است. نمونه هایی که به حرف H ختم می شوند، معرف نمونه های کانی سنگین می باشند.

#### ۴- ژئوشیمی آبراهه ای در مناطق جنگلی باران خیز

##### ۴-۱- مقدمه

مناطق جنگلی اصطلاحی است که اولین بار توسط شیمپر (Schimper 1898) برای توصیف جنگلهای همیشه سبز که مشخصه پوشش گیاهی مناطق مرطوب است به کار رفته است. کارهای کاملتر و توصیف دقیق تر این گونه مناطق توسط ریچارد (۱۹۵۲) و تیمور (۱۹۸۴) ارائه گردیده است. با توجه به تأثیرات شرایط آب و هوایی در این محیطها در ادامه به نحوه گسترش آبراهه ها، توپوگرافی، شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط، هوازدگی و الگوهای توزیع ژئوشیمیایی در این مناطق، نحوه تمرکز کانی های سنگین و در نهایت بررسی داده های بدست آمده از این مناطق پرداخته می شود.

#### ۴-۲- زمین شناسی ناحیه ای و خصوصیات کانی شناسی

عموماً ۴۰٪ از مناطق پوشیده شده از جنگلهای بارانی شامل سنگهای پرکامبرین می باشند و ۲۰٪ آن به بعد از پالئوزوئیک پسین تعلق دارند.

از نظر اقتصادی ذخایر مس پرفیری در محدوده کمربندهای کوهزایی متحرک مهمترین ذخایر کانی شناسی در مناطق مذکور است. کانیهایی اپی ترمال و انواع کانیهایی طلا از نظر اقتصادی و اهمیت در درجه بعدی است از نظر تاریخی نزدیک به نیمی از اکتشافات ژئوشیمیایی در مناطق جنگلی استوایی شامل ذخایر مس پرفیری است.

#### ۳-۴- ژئومورفولوژی و گسترش آبراهه ها

تأثیر متقابل شرایط اقلیمی و لیتولوژی در مناطق مرطوب و جنگلی به همراه روند تأثیرات نکتونیک که از عوامل مؤثر طبیعی در تشکیل عوارض و ژئومورفولوژی سطح زمین بوده و عامل اصلی تشکیل و گسترش آبراهه ها می باشد بوسیله عملیات نقشه برداری ناحیه ای مشخص شده است.

#### ۴-۴- توپوگرافی

جنگلهای بارانی به صورتهای پراکنده و متنوعی دیده می شوند و توپوگرافی در این مناطق از نکتونیک منطبقه پیروی می کند. در نواحی با نکتونیک غیر فعال، توپوگرافی آرام دیده می شود و در نواحی دارای فعالیت نکتونیکی وجود دیواره هائی با شیب تند (بیش از ۴۰ درجه) امری معمول است. در جنگلهای بارانی تنها در قسمت های بسیار محدودی دیواره ها کمی مقعر می گردند. بدلیل عملکرد پدیده های مرتبط با شیب مانند زمین رانش در نواحی با شیب تند چنین مناطقی بسرعت تخریب می گردند و به تبع مناطق جنگلی باران خیز دارای سرزمین های هموار و دشت های سیلابی وسیع خواهند بود.

#### ۵-۴- عملکرد شیب در نواحی جنگلی

چندین مشخصه و عامل مهم برای نگهداری شیبهای تند در مناطق جنگلی پراارتفاع و باران خیز وجود دارد. هوازگی شیمیایی باعث تشکیل و ضخیم شدن پوششی از خرده سنگها و آوارهای بسیار ریزدانه حتی بر روی شیبهای تند دارای پوشش گیاهی متراکم می گردد. پوشش گیاهی انبوه تماس باران با سطح زمین را کاهش می دهد و همچنین لایه ضخیم هموس باعث تسهیل در نفوذ آب به زمین می گردد و مانع از حرکت سیلابی می شود. بدلیل وجود پدیده هایی همچون خزش و حرکت سطح زمین و فرسایش، رخنمون های سنگی بسیار کمی در این محدوده ها وجود دارد. از مشخصه های مهم این مناطق:

۱- پوشش گیاهی انبوه از گیاهان کوتاه ریشه تنها تا هنگامی شیب را حفظ می کند که فشار وارده از حد آستانه پایداری شیب تجاوز نکند. در چنین شرایطی بارش سنگین و زمین لرزه می تواند موجب حرکت توده خاک و سنگ گردد. گاهی حتی وزن گیاهان در حال رشد نیز بتهایی برای شروع لغزش زمین لغزش کافی می باشد.

۲- شیب های تند خود هم تحت تأثیر پدیده شکست شیب قرار می گیرند و هم باعث ایجاد شکست می شوند. بویژه پس از یک دوره ممتد از بارش شدید شکست بسیار محتمل خواهد بود.

۳- بارندگیهای شدید به همراه توفان و بادهای تند باعث افزایش فشار آب تخلخل و رطوبت رس ها می گردد که این فرآیند ها منجر به کاهش چسبندگی بین سنگ بستر و پوشش هوازده می شود.

۴- حدود ۱۸٪ جنگلهای پر باران گرمسیری در زونهای نکتونیکی واقع شده اند و زلزله عامل شناخته شده مهمی در ایجاد زمین لغزش در این مناطق می باشد.

۵- ناپایداری شنیها بیشتر در مناطقی بوقوع می‌پیوندد که هوازدگی تا میزان تولید مونت مورینیت و ایلیت پیشرفته باشد چرا که این کانیها بیش از کائولینیت تحت تأثیر رطوبت قرار می‌گیرند.

#### ۴-۶- هوازدگی و شکل خاک

عموماً آب و هوای مرطوب وضعیت ایتی مم تقریبی برای هوازدگی و انتشار شیمیایی را میسر می‌سازد اگر چه در این مناطق هوازدگی مکانیکی نیز بوفور عمل می‌کند. عواملی که در نفوذ عمقی هوازدگی شیمیایی مؤثرند عبارتند از:

۱- وجود پوشش گیاهی که جلوگیری از زهکشی سریع آب می‌کند باعث می‌شود تا عمق زیادی از سنگها بمدت طولانی از آب اشباع باشند.

۲- اثر عایقی لایه های پوشش گیاهی که مانند یک چتر بر روی لایه های زیرین قرار گرفته است، همراه با حرارتی که توسط ریشه گیاهان تولید می‌شود باعث افزایش سطح آب زیرزمینی، دمای آب زیرزمینی و دمای خاک می‌گردد.

۳- درجه اسیدی بالای خاک و آبهای زیر زمینی که در اثر تجزیه لایه های هوموس بوجود می‌آید، سبب ایجاد واکنشهایی در سنگهای بستر می‌گردد، حفره ها و شکستگیها در سنگهای آذرین و دگرگونی در اثر عامل فوق می‌توانند مانند سنگهای کربناته بخوبی گسترش پیدا کنند.

#### ۴-۷- تمرکزهای کانی سنگین

در بیشتر نواحی جنگلهای پرباران برای اکتشاف کانیهای مقاوم از تمرکزهای کانی سنگین استفاده شده است. این تکنیکها شامل لاوک شویی ساده در سرزمین به منظور جداکردن مواد درشت تر و مراحل بعدی جدایش مواد تغلیظ شده در آزمایشگاه می‌باشد. یکی از مهم ترین فواید مطالعه کانی سنگین در مقایسه با نمونه های رسوب آبراهه ای در محیط های پرباران مقاومت زیاد آنها در برابر انواع هوازدگی ها می باشد که موجب می شود کانی های کانساری در مسافت های زیاد باز هم روشنگر وجود آنومالیاها در محدوده باشند که این امر ما را در کاهش چگالی نمونه برداری در محل یاری می کند. کاربرد استفاده از کانی سنگین ها در ردیابی مستقیم سولفیدهایی که سریعاً در این محیط اکسیده می شوند کم است، چنانچه گوئیت به صورت دگرشکلی (با شکل پرودومورف) ناشی از اکسیداسیون پیریت در کانی سنگین های ناحیه ونزونا یافت شده است. فقط در قسمتهایی که به علت شیب زیاد منطقه پراکندگیهای مکانیکی نسبت به پراکندگیهای شیمیایی افزایش یافته تمرکز سولفیدهای اولیه در کانی سنگین گزارش شده است.

#### ۴-۸- اثرات ترکیبات ارگانیک

مواد آلی در برخی از محیطها اجزاء مهمی از ترکیبات رسوبات آبراهه ای را تشکیل می دهند. بطور کلی تأثیر این مواد آلی در اکتشافات ژئوشیمیایی نواحی جنگلی مشخص تر است، علی الخصوص

جنگلهای شمالی و جنوبی زونهای معتدل و نواحی گرم و مرطوب که ریزش برگ در جنگلهای آنها زیاد است و تولید هوموس بیشتری می کنند. انباشتگی مواد ارگانیک در جنگلهای توندرای شمالی نیز به چشم می خورد. تأثیر مواد آلی در تسریع افزایش آمیختگی هاست و تا جایی که در مناطق نسبتاً هموار جایی که ممکن است مسیر جریان رودخانه ها در دره ها بواسطه انباشتگی ترکیبات آلی و گیاهان پوشیده شده گرفته شود ممکن است این مواد در میان رسوبات آبراهه ای نقش تعیین کننده ای را دارا باشند.

مواد ارگانیک توسط سه فرآیند در رسوبات رودخانه ای شرکت می کنند: رسوبگذاری اجزاء آواری، انتقال این مواد به صورت محلول و سپس به دام افتادن آنها و در آخر فعالیتهای بیولوژیکی در جا. اجزاء آواری از فرازونشیب های دره آبراهه ها در طول بارندگی های طوفانی شسته (جاروب) می شوند و به سیستم آبراهه ای منتقل می شوند اکثریت عظیمی از این آوارها شامل مقادیر زیادی از بقایای گیاهان است ارگانیکهای آواری بدلیل وزن مخصوص کمی که دارند بیشتر تمایل دارند بصورت معلق جابه جا شوند که ممکن است آب رودخانه ها شامل حدود ۲۰-۱۵٪ از این مواد ارگانیک باشد. در مرحله اول این انباشتگی ها بصورت ایزوله هستند ولی آرام آرام به داخل کانالهای آبراهه وارد می شوند، در کانالها به دام می افتند و انباشته می شوند یا همراه رسوبات جمع می شوند.

تجزیه ترکیبات ارگانیکهای آواری روی هم ریخته شده در میان آبرفتها منجر به تولید اسیدهای هومیک و Fulvic فولویک می شوند که بصورت محلول حمل شده، بطور وسیعی با جذب سطحی کانیها در رسوبات آنها را انباشته می کنند.

با خشک شدن مواد ارگانیکی که عناصری را در خود جذب سطحی کرده اند و مرور زمان، لایه های ارگانیکی با مقاومت بالایی در برابر حمله های شیمیایی حاصل می شود.

انواع متنوعی از خزّه های آبری در میان گیاهان بلندتر در رسوبات رشد می کنند و مشخص شده که اینها در چرخه های ژئوشیمی فعال می باشند. بعلاوه جلبکها، قارچها و باکتریها معمولاً در سیکل جمع آوری عناصر در رسوبات آبراهه ای شرکت می کنند.

#### ۴-۹- ارگانیکها بعنوان جذب کننده فلزات

ذرات مواد ارگانیک در سیستم آبراهه ای اغلب به طور کامل از بقایای گیاهان مشتق می شوند و تا مسافتی ممکن است انعکاس دهنده عناصر ناچیز و کم ارزش موجود در گیاهان آن ناحیه باشند. با این حال معطوف داشتن سنجش ها به بیوشیمی ممکن نیست به دلیل اینکه مواد آواری ترکیبی از بخشهای مختلف گیاهانی از گونه های متفاوت می باشند که بواسطه تخریبهای شیمیایی دچار تغییر شده اند. محصولات این تخریبهای شیمیایی در بعضی از آبهای مناطق شمالی و استوایی جائیکه اسیدهای هومیک و به خصوص اسیدهای فولویک در آب محلولند در ربایش فلزات نقش مؤثری دارند. این اسیدها در انتشار فلزات نقش دوگانه ای دارند. ترکیب هومیکی یا مبادله یونی می تواند در بسیاری از موارد آبهایی را با غنی شدگی حجمی از فلزات نسبت به حالت پیش بینی شده انحلال پایدار نتیجه دهند. بنابراین به فلزات اجازه ورود



به جریان سیستم آبراهه ای را می دهند. از سوی دیگر هوموس ها تمایل به جذب سطحی کانیها در خاکها و رسوبات دارند هر جا که وارد یک گودال (Sink) مؤثر برای انحلال فلزات در رسوبات شوند. محتوای ارگانیکی رسوبات آبراهه ای حاوی تمرکز بیشتری از فلزات در مقایسه با جزء غیرارگانیکی آن است و در مناطقی که مواد ارگانیکی فراوان است، می بایست نقش آنها در تمرکز فلزات در اکتشافات ژئوشیمیایی مدنظر قرار گیرد.

مقادیر فلزات جای گرفته در بخش ارگانیکی رسوبات آبراهه ای می تواند بسیار جالب توجه باشد. تجمع پایدار مواد هومیک نظیر گیاهان فاسد شده باطلاحها، بعنوان تله مؤثری در به دام انداختن مواد در طی پراکندگی های هیدرومورفیکی عمل می کند. تجمع بیش از ۱٪ مس در این محیطها غیر معمول نیست و باطلاحها خودشان ممکن است تشکیل یک کانسنگ را بدهند. اگرچه بسیاری از غنی ترین مردابها در نزدیکی کانسارها واقعند. در برخی موارد ملاک این غنی بودن منحصراً وجود مواد ارگانیک در استخراج و نگهداری فلزات محلول در مردابها از قسمتهایی کوچک، کم عیار یا پراکنده آنها می باشد.

چنانچه در ۱۹۷۷ توسط Boyle ثبت شده باتلاقی فلزات را در خود نگه می دارند بنابراین پراکندگی در رسوبات آبراهه ای پایین تر از باطلاحها خیلی محدود می شود. اورانیوم به طور مشابهی در باطلاحهای انتهایی رودخانه به مقدار زیاد از سنگهایی که مقادیر اورانیوم آنها تنها اندکی از مقدار زمینه بالاتر است در این محل تمرکز می یابد. این مردابها گروهی از کانسارها را تحت عنوان "کانسارهای اورانیوم سطحی بوجود می آورند. مقادیر قابل ملاحظه ای از روی و مقادیر بالایی از سرب در این مردابها گزارش شده است. این درست همان چیزی است که Boyle در ۱۹۷۷ به آن اشاره کرد که بیشترین عناصر جدول تناوبی می توانند توسط مردابها جذب و نگهداری شوند.

بنابراین مواد ارگانیک در محدوده آبراهه ها دو اثر مثبت و منفی روی رسوبات آبراهه ای هنگام استفاده آنها در اهداف اکتشافی دارند. ارگانیکها بعنوان یک جمع کننده فلزات ممکن است از رسوبات آبراهه ای مجزا شوند و در خودشان شرایطی را برای افزایش میانه عناصر در نمونه ها فراهم کنند. به هر حال هر جا مواد ارگانیک حضور دارند، آنها مسئول وجود بخش اعظمی از عناصر در توده های رسوبی هستند و ظهور تنوع فلزات ممکن است به سادگی معرف میزان تنوع در مقادیر مواد ارگانیکی باشد. هر جا مواد ارگانیک فراوان هستند و پراکندگی ذرات آواری مورد آزمایش قرار گرفته باشد، نمونه برداری از بخشهای بالای رودخانه از بالاترین قسمت نسبت به مرداب ها و برداشت نمونه از رسوباتی که در حد ممکن فاقد مواد ارگانیک باشند انجام گیرد.



## 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 محیطهای 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 منشاء رسوبات آبراه ای می تواند زیاد باشد و از طرفی مقادیر زمینه عناصر مورد بررسی در این سنگها تا چندین برابر ممکن است تغییر کند، بنابراین فاکتور تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشاء رسوبات، نظر می رسد یکی از مهمترین 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 آبراه ای فقط از سنگهای 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 جوامع زیر تقسیم یافته است.

در زیر رده بندی نمونه های ژئوشیمیایی بر حسب تعداد سنگ بالادست آورده می شود:

الف - زیر جامعه تک سنگی : ۷۳ نمونه (در ۳ تپ سنگ مختلف)

ب - زیر جامعه دو سنگی : ۴۳ نمونه (شامل ۴ تپ مجموعه دو سنگی)

ج - زیر جامعه سه سنگی : ۱۵ نمونه (شامل ۵ تپ مجموعه سه سنگی)

در رده بندی این برگه بعضی گروهها به حدنصاب نرسیده بودند که به دلیل کم بودن تعداد آنها و دارا بودن واحد های کوتاه تر که تاثیر عمده ای در کانی زایی منطقه نداشته است با بقیه گروههای مشترک، ترکیب شده اند.

زیر جامعه تک سنگی شامل آن دسته از نمونه های 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 جزو گروه تک سنگی قرار گرفته اند. همچنین برای جوامع دو سنگی، سه سنگی .

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

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

Qal: Cs

Qt2c : Cs

Plcm : Cs+ Ds

Mmsl : Cs+ Ds

K2l2 : Cs

Jls2 : Cs

---

CS : Chemical Sediments Rocks

DS : Detritic Sediments Rocks

شکل ۳- اهیستوگرام توزیع فراوانی تعداد نمونه های ژئوشیمیایی را بر اساس تعداد سنگ بالادست آنها در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساری نشان می دهد. همچنین شکل شماره ۲-۳ اهیستوگرام توزیع فراوانی نمونه های تک سنگی را با نمایش نوع سنگ بالادست آنها برای برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساری نشان می دهد. شکل ۳-۳ نیز هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه های 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

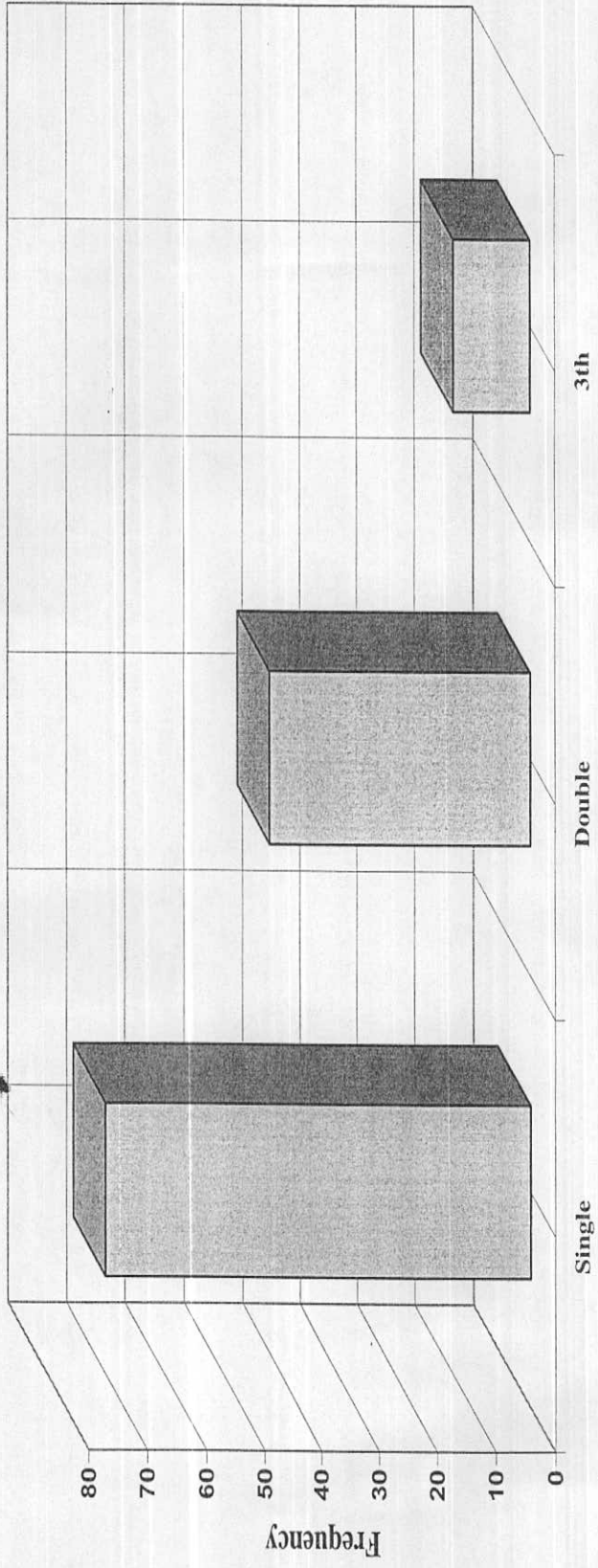
از آنجا که مقدار اندازه گیری شده هر عنصر در سنگ و یا رسوب آبراهه را می توان به دو مؤلفه سنزنتیک (وابسته به زایش سنگ) و اپی ژنتیک (وابسته به کانی سازی احتمالی) تقسیم کرد. لذا بعضی از آنومالیهای ژئوشیمیایی در ارتباط با کانی سازی نبوده، بلکه تغییرات لیتولوژی آنها را ایجاد می کند. عناصری که در سنگهای مافیک دارای مؤلفه های سنزنتیک قوی می باشند شامل عناصر Mn, Cr, V Ni, Co بوده که معمولاً در کانه هایی با وزن مخصوص بالا ظاهر می شوند.

در مورد سنگهای رسوبی باید توجه داشت که در حوضه های 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، سولستین و آپاتیت غنی باشد در حالیکه سایر کانیهای سنگین آنقدر کم یافت می شوند که ممکن است مورد استفاده ای نداشته باشند. مورد دوم شیلها، بخصوص شیلهای سیاه رنگ غنی از مواد آلی هستند که در آنها مقدار زمینه تعداد زیادی از عناصر کانساری، بالاست و در نتیجه پتانسیل زیادی برای تولید آنومالیهای دروغین دارند.

۲-۲- تغییرپذیری سنگ بستر

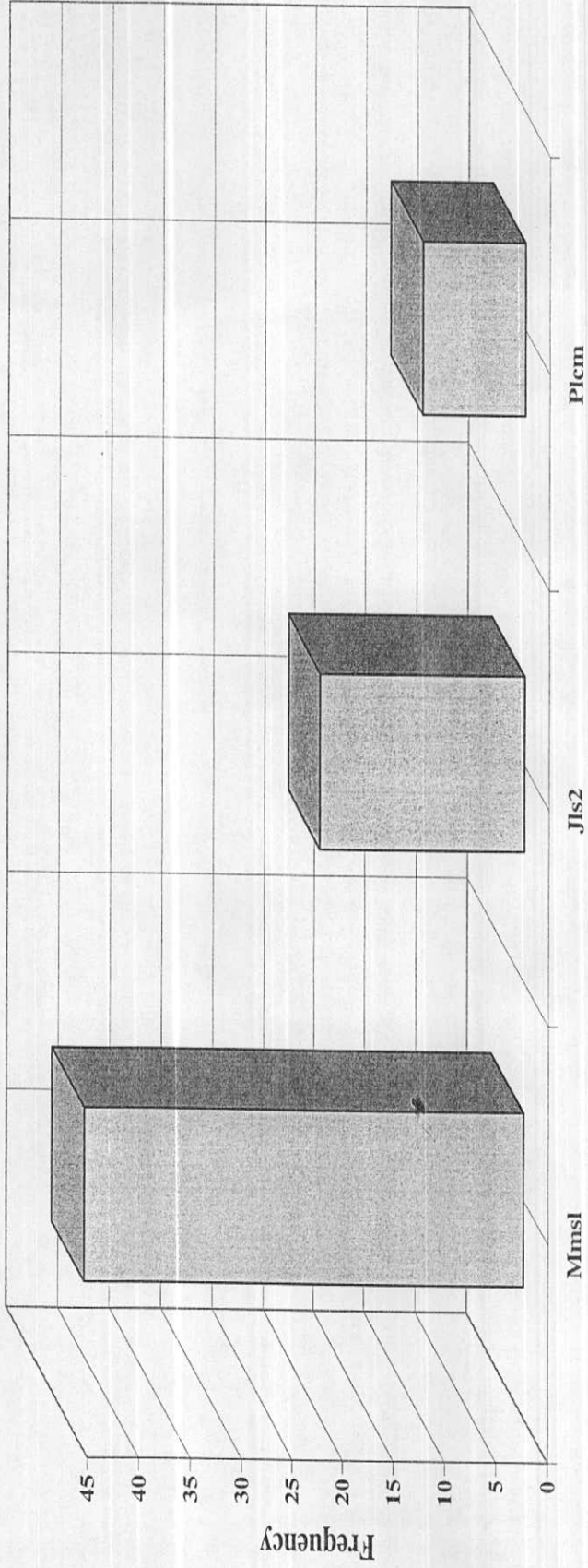
از آنجا که طبق شرح خدمات می بایست سنگ بستر رخنمون دار، واقع در بالادست نمونه های برداشت شده از رسوبات آبراهه ای در محدوده هر یک از برگه های ۱:۱۰۰,۰۰۰ مورد بررسی قرار گیرد، به تفکیک نوع سنگها در مسیر آبراهه های بالادست در حوضه آبریز، مطابق آنچه که در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ ساری، چهارگوش ساری گزارش گردیده است، اقدام گردید. این امر موجب می گردد تا نمونه های متعلق به هر جامعه از سنگهای بالادست در حدامکان همگن و از نظر آماری امکان بررسی آنها تحت یک جامعه بوجود آید.

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



Upstream Rock Type  
Fig 3-1

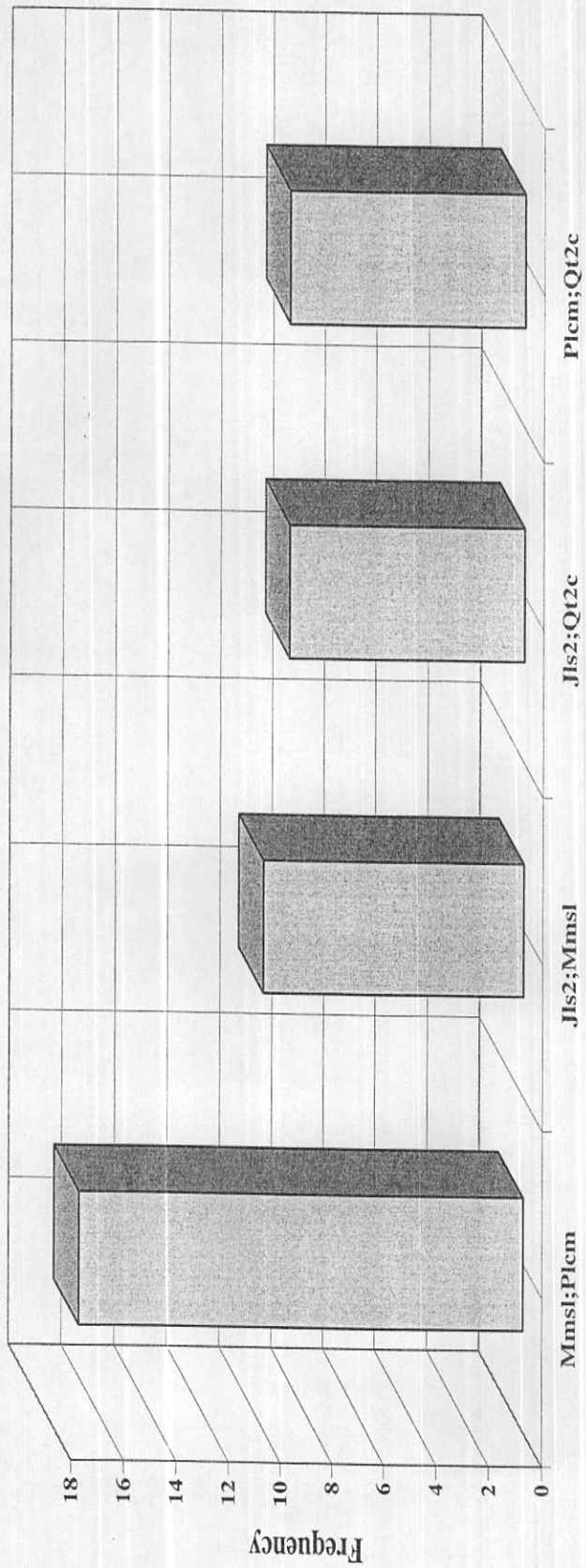
**Histogram of Distribution of the Upstream Single Rock Types for the Stream Sediment Samples  
in Sari 1:100,000 Sheet.**



**Upstream Rock type  
Fig 3-2**



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



Upstream Rock Type  
Fig 3-3



## ۲-۳- بررسی مقادیر کلارک سنگهای رخنمون دار 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 رخنمون دار در آبراهه از جنس آهک است، چه این آهک متعلق به پالئوزوئیک و یا کرتاسه باشد، اثری در طبقه بندی ندارد و هر دو بعنوان یک جامعه سنگ بالادست مورد بررسی قرار می گیرند. علت آنکه گاهی نمی توان تفکیکهای زمانی روی سنگهای مشابه انجام داد آنست 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 داده های جهانی آنها مورد مطالعه قرار گرفته و در دسترس می باشد. جدول ۳-۲ این خلاصه سازی را نشان می دهد.

### جدول ۳-۲: خلاصه شده سنگهای رخنمون دار در حوضه های آبریز

محدوده برگه ۱۰۰،۰۰۰: اساری

رسوبی	شیمیایی	سنگ آهک، مارن، سنگ آهک دولومیتی
	آواری	ماسه سنگ، کنگلومرا

جدول ۳-۳ مقدار فراوانی عناصر مورد بررسی را در دو تیپ سنگ رسوبی فراوان 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 رخنمون دار در حوضه آبریز، حساسیت نشان می دهند. بیشترین حساسیت از آن استرنسیوم با ضریب (۳۰/۵) ماکزیمم مقدار آن در سنگهای رسوبی شیمیایی و حداقل آن در سنگهای رسوبی آواری است و سپس مولیبدن (۱۳)، مس (۴)، کروم (۳/۱۸) کبالت (۳) و تنگستن (۲/۶۶) می باشد. مینیمم تغییرپذیری را عنصر انتیموان (۰/۲) نشان می دهد. این ارقام نشان می دهند که مقدار یک عنصر در حوضه آبریز، تا آنجائیکه به لیتولوژی حوضه آبریز مربوط می شود، بشدت تغییرپذیر 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، حدآستانه ای و آنومالی را در آنها مشخص نمود، غیرممکن می باشد.

Table 3-3: Clark Values and Max/Min Ratio of the Clark Values in Similar Lithology of Sari 1:100,000 Sheet.

VARIABLE	SEDIMENTARY ROCKS		MAX/MIN
	SD	SC	
Zn	16	20	1.3
Pb	7	9	1.3
Ag	0.0n	n*10	-
Cr	35	11	3.2
Ni	2	2	1.0
Bi	-	-	-
Cu	1	4	4.0
As	1	1	1.0
Sb	0.0n	0.2	0.2
Co	0.3	0.1	3.0
Sn	0.n	0.n	-
Ba	n*10	10	-
V	20	20	1.0
Sr	20	610	30.5
Hg(ppb)	74	45	1.6
Au(ppb)	n	n	-
Fe	48000	28000	1.7
W	1.6	0.6	2.7
Mo	2.6	0.2	13.0
Mn	800	400	2.0

## فصل چهارم پردازش داده ها

### ۱- مقدمه

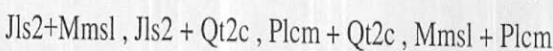
نحوه پردازش داده ها در این پروژه به ترتیب زیر بوده است :  
واردکردن داده های حاصل از آنالیز شیمیایی در یک بانک اطلاعاتی. که شامل نتایج آنالیز برای عناصر W, Hg, Sr, V, Ba, Mn, Mo, Sn, Co, Fe, Sb, As, Cu, Bi, Ni, Cr, Ag, Pb و Zn و Au می باشد. این داده ها که همگی توسط آزمایشگاه شرکت جیانکجی در کشور جمهوری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

### ۲- پردازش داده های جوامع تک سنگی

در محدوده برگه ۱:۲۵۰,۰۰۰ ساری، چهارگوش ساری از مجموع ۱۳۱ نمونه رسوب آبراهه ای تعداد ۷۳ نمونه آنرا، نمونه هایی تشکیل می دهد که در بالادست آنها فقط یک نوع سنگ بستر رخنمون دارد. در بین این تیپ سنگهای بالادست، سنگهای مارنی، ماسه سنگ آهکی و سنگ آهک ماسه ای (واحد Mmsl) از نظر فراوانی مقام اول را داشته، پس از زیاد به کم شامل سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک (واحد Jls2)، کنگلومرا، مارن و مارن سیلنتی (واحد Plcm) 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 مقدارمیان آن، ضریب غنی شدگی عنصر مربوطه را محاسبه نمود (جدول ۴-۱) در مواردی که تعداد نمونه ها در جامعه آماری مربوطه، به حدنصاب نرسیده بودند و بدلیل داشتن واحدهای کواترن با جامعه های مشابه ترکیب شده و در یک جامعه قرار گرفته اند.

### ۳- پردازش داده های جوامع دو سنگی

در محدوده این برگه تعداد ۴۳ 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 - رسوبی آواری بطور برجسته ای بیشتر از گروههای دیگر است. گروههای با اهمیت بترتیب فراوانی نزولی آنها عبارتند از :



بنابراین میتوان گفت که در بین این گروه‌ها، سنگهای رسوبی (شیمیایی-آواری) وسعت بیشتری داشته اند.

#### ۴- پردازش داده های جوامع سه سنگی

در محدوده این برگه تعداد ۱۳ نمونه برداشت گردیده که در بالادست آنها سه نوع سنگ رخنمون داشته اند. از لحاظ فراوانی بیشترین نمونه از جامعه سه سنگی  $Jls2 + K2l2 + Mmsl$  سنگهای رسوبی (آواری- شیمیایی) برداشت شده است. تیپ دیگر جوامع سه سنگی عبارت است از :

$Jls2 + Mmsl + Plcm$

Table 4-1 : Matrix of Median Values of Elemental Concentration as a Function of Upstream Lithology.

USRT	Cu	Pb	Ni	Mo	Sn	Ag	Zn	Co	Cr	V	Mn	Sr	Ba	Fe10-2	As	Sb	Bi	Hg	W	Au10-9
Jls2	23.45	23.8	31.85	0.795	1.65	0.085	92	13.05	72.75	103.2	818.5	204.5	402	3.225	10.05	0.745	0.265	0.0365	1.25	0.775
Mmsl	12.9	15	21.8	0.65	1	0.073	81	8	60.7	77.9	532	300.7	266	2.01	7	0.46	0.15	0.03	0.76	0.32
Plem	21.55	23.3	30.2	0.64	2.25	0.0835	86.5	13.5	79.9	114.65	966	188.75	428	3.635	10.7	0.75	0.29	0.028	1.25	0.445
Jls2:Mmsl	13.55	15.95	19.2	0.605	1	0.065	72.5	7.9	66.25	77.1	598	287.4	305.5	2.155	7.65	0.575	0.2	0.029	1.1	0.3
Jls2:Ql2c	24.9	23.5	31.5	0.8	1.8	0.084	86	13.2	76.2	121.8	1043	171.3	438	3.71	11.5	0.81	0.3	0.036	1.6	1.33
Mmsl:Plem	12.7	15.2	19.4	0.62	1.3	0.072	78	8.6	64.5	77.6	624	248.4	277	2.11	8.1	0.5	0.2	0.025	0.89	0.3
Plem:Ql2c	24.5	23	31.5	0.63	2.2	0.083	94	12.9	81.1	126.4	1018	186.2	451	3.64	11	0.79	0.3	0.029	1.3	0.77
Jls2:k2l2:Mmsl	11.2	12.4	19.3	0.61	1.4	0.07	80	10.2	56.9	69.3	426	440	220	2.16	6.1	0.46	0.13	0.034	0.71	0.3
Jls2:Mmsl:Plem:Ql2c	21.8	23.65	34.2	0.655	1.4	0.0875	84.5	12.15	74.15	115.3	852	234.3	406.5	3.36	10.3	0.74	0.28	0.029	1.4	0.49



## فصل پنجم

### تخمین مقدار زمینه

#### ۱- تحلیل ناهمگنی ها

همانطور که قبلاً گفته شد، یکی از عوامل مهم در ایجاد ناهمگنی آماری در جوامع ژئوشیمیایی نمونه های برداشت شده از رسوبات آبراهه ای، 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 واقعی تری دست یافت، اقدام به جداسازی نمونه ها بر اساس سنگ بستر رخنمون دار در محدوده حوضه آبریز بالادست هر نمونه شده است. سپس نتایج حاصل از هر جامعه با یکدیگر مقایسه شده و تشابهات و یا تضادهای ژئوشیمیایی مربوط به هر یک بدست آمده است. داده های جدول ۴-۱ نشان می دهد که سنگ های بالادست شامل ۳ گروه تک سنگی، ۴ گروه دوسنگی، ۲ گروه سه سنگی است که در هر یک به تعداد کافی نمونه وجود داشته است و از این رو امکان محاسبه پارامترهای آماری تا حدی وجود داشته است.

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

#### ۲- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس سنگ بستر بالادست

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

الف - مقدار میانه هر عنصر در هر کلاس از سنگهای بالادست (تک سنگی) محاسبه شده است.

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

جدول ۵-۱ نتایج عملیات فوق را برای کل جامعه نمونه های برداشت شده از برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساری که بعنوان ملاک مقایسه برای جوامع دیگر بکار برده شده است همراه با مقادیر مشابه برای سه تیپ سنگ بستر بالادست نشان می دهد.

این جوامع عبارتند از:  $JIS_2$  (سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک)،  $Mmsl$  (مارن، ماسه سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه ای و کنگلومرا) و  $plcm$  (کنگلومرا، مارن و مارن سیلتی). چنانچه از داده های جدول برمی آید، میانه عناصری مانند  $Mn, Cr, Ni, Co, As, Fe, Sn, W, Bi, Ag, Hg, Pb, Cu$  نزدیک به میانه مقادیر مربوط به جامعه کلی است. عناصر  $Sr, Zn$  غنی شدگی نسبی و عناصر  $Ba, V$  تهی شدگی نسبی (در واحد سنگی  $Mmsl$ ) نشان میدهند. عنصر  $Au$  غنی شدگی و عنصر  $Sb$  تهی شدگی نسبی (در واحد سنگی  $JIS_2$ ) و عناصر  $Sb$  و  $Mo$  در واحد سنگی  $Plcm$  بترتیب غنی شدگی و تهی شدگی نسبی نشان می دهند.

Table 5-1 : Geochemical Features :Ranking of Different Elements in Different Environments Based on Concentration of each Elements in Stream Sediments.

<b>Total Standard</b>	<b>Mn</b> 695	<b>Ba</b> 315	<b>Sr</b> 269	<b>V</b> 94.3	<b>Zn</b> 84	<b>Cr</b> 69.1	<b>Ni</b> 25.4	<b>Pb</b> 18.2	<b>Cu</b> 17.4	<b>Co</b> 10.4	<b>As</b> 8.7	<b>Fe10-2</b> 2.64	<b>Sn</b> 1.4	<b>W</b> 1	<b>Mo</b> 0.67	<b>Sb</b> 0.61	<b>Au10-9</b> 0.32	<b>Bi</b> 0.22	<b>Ag</b> 0.07	<b>Hg</b> 0.03
<b>Jls2</b>	<b>Mn</b> 819	<b>Ba</b> 402	<b>Sr</b> 205	<b>V</b> 103	<b>Zn</b> 92	<b>Cr</b> 72.8	<b>Ni</b> 31.9	<b>Pb</b> 23.8	<b>Cu</b> 23.5	<b>Co</b> 13.1	<b>As</b> 10.1	<b>Fe10-2</b> 3.23	<b>Sn</b> 1.65	<b>W</b> 1.25	<b>Mo</b> 0.795	<b>Au10-9</b> 0.775	<b>Sb</b> 0.745	<b>Bi</b> 0.27	<b>Ag</b> 0.09	<b>Hg</b> 0.04
<b>Mmsl</b>	<b>Mn</b> 532	<b>Sr</b> 301	<b>Ba</b> 266	<b>Zn</b> 81	<b>V</b> 77.9	<b>Cr</b> 60.7	<b>Ni</b> 21.8	<b>Pb</b> 15	<b>Cu</b> 12.9	<b>Co</b> 8	<b>As</b> 7	<b>Fe10-2</b> 2.01	<b>Sn</b> 1	<b>W</b> 0.76	<b>Mo</b> 0.65	<b>Sb</b> 0.46	<b>Au10-9</b> 0.32	<b>Bi</b> 0.15	<b>Ag</b> 0.07	<b>Hg</b> 0.03
<b>plcm</b>	<b>Mn</b> 941	<b>Ba</b> 423	<b>Sr</b> 191	<b>V</b> 114	<b>Zn</b> 89	<b>Cr</b> 79.5	<b>Ni</b> 30.2	<b>Pb</b> 23.1	<b>Cu</b> 21.5	<b>Co</b> 13.3	<b>As</b> 10.4	<b>Fe10-2</b> 3.60	<b>Sn</b> 2.55	<b>W</b> 1.23	<b>Sb</b> 0.745	<b>Mo</b> 0.665	<b>Au10-9</b> 0.4275	<b>Bi</b> 0.29	<b>Ag</b> 0.09	<b>Hg</b> 0.03

### ۳- تخمین مقدار زمینه

پس از همگن سازی جوامع مختلف، نمونه های ژئوشیمیایی برداشت شده از رسوبات آبراهه ای بر اساس 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 داده های ژئوشیمیایی اکثراً چولگی مثبت داشته و مقادیر حدبالایی تابع چگالی احتمال آنها روی مقدار میانگین اثر می گذارد، از مقدار میانه که مستقل از تغییرات فوق است، استفاده شده است. در این خصوص مقدار میانه بعنوان زمینه انتخاب گردیده است و سپس مقدار هر عنصر در هر نمونه از یک جامعه، به مقادیر میانه آن تقسیم شده تا نسبت غنی شدگی یا تهی شدگی آن عنصر در هر نمونه محاسبه گردد. بدیهی است عناصری که مقدار نسبت فوق در آنها بیشتر از واحد باشد غنی شده و آنها که کمتر از واحد باشد تهی شده، تلقی می شوند.

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

$$\ln(\text{Med}) = \ln(1) = 0$$

علاوه بر مقدار میانه در این جدول، مقدار میانگین، انحراف معیار و مقدار چولگی و کشیدگی نیز نشان داده شده است. بر اساس این داده هاست که نقشه توزیع هر عنصر رسم گردیده است. لازم به یادآوری است عناصری که در غلظت های کمتر از چند ده ppm ظاهر می شوند، می توانند بعضاً ضریب غنی شدگی بسیار بالایی از خود نشان دهند که تا حدودی غنی شدگی غیرواقعی است. علت این امر می تواند به افزایش خطاهای مطلق اندازه گیری در غلظت های کم برگردد. بنابراین در انتخاب مناطق امیدبخش و تحلیل آنها باید از هر دو معیار مقدار مطلق و غنی شدگی نسبی بهره برد.

**BATCH STATISTIC**  
( for Natural Log of data)

Table 5-2: Batch Statistic of Enrichment Index of Variables in Sari 1:100,000 Sheet.

	Cu	Pb	Ni	Mo	Sn
N used	131	131	131	131	131
N missing	0	0	0	0	0
N .I.E. 0	0	0	0	0	0
Mean	-0.065	-0.036	-0.034	-0.035	0.048
Variance	0.176	0.081	0.148	0.078	0.088
Std. Dev.	0.42	0.284	0.384	0.278	0.297
Coef. Var.	649.658	796.475	1132.878	801.203	616.895
Skewness	-0.976	-0.932	-0.451	-0.36	1.484
Kurtosis	4.695	5.212	4.148	5.475	11.125
Minimum	-1.629	-1.21	-1.253	-1.008	-0.526
25th %tile	-0.302	-0.15	-0.275	-0.179	-0.095
Median	0	0	0	0	0
75th %tile	0.154	0.121	0.223	0.133	0.224
Maximum	0.709	0.717	1.232	1.041	1.808

	Ag	Zn	Co	Cr	V
N used	131	131	131	131	131
N missing	0	0	0	0	0
N .I.E. 0	0	0	0	0	0
Mean	-0.038	-0.006	-0.039	-0.011	-0.006
Variance	0.068	0.034	0.091	0.019	0.065
Std. Dev.	0.261	0.184	0.302	0.138	0.254
Coef. Var.	685.097	2883.838	776.361	1208.818	4013.577
Skewness	-1.135	-0.216	-0.556	-0.302	-0.686
Kurtosis	6.583	3.574	3.535	3.414	5.314
Minimum	-1.075	-0.514	-0.94	-0.412	-0.995
25th %tile	-0.134	-0.118	-0.216	-0.081	-0.142
Median	0	0	0	0	0
75th %tile	0.113	0.107	0.129	0.077	0.135
Maximum	0.801	0.508	0.642	0.387	0.613

**BATCH STATISTIC**  
( for Natural Log of data)

Table 5-2: Batch Statistic of Enrichment Index of Variables in Sari 1:100,000 Sheet.

	Mn	Sr	Ba	Fe10-2	As
N used	131	131	131	131	131
N missing	0	0	0	0	0
N .LE. 0	0	0	0	0	0
Mean	0.007	0.013	-0.012	0.005	0.003
Variance	0.063	0.051	0.04	0.071	0.067
Std. Dev.	0.25	0.227	0.201	0.266	0.259
Coef. Var.	3842.231	1732.639	1641.438	5811.037	7896.225
Skewness	0.068	0.11	-0.292	-0.03	0.08
Kurtosis	3.577	4.272	4.773	3.625	3.608
Minimum	-0.643	-0.769	-0.654	-0.868	-0.764
25th %tile	-0.152	-0.105	-0.099	-0.144	-0.138
Median	0	0	0	0	0
75th %tile	0.166	0.123	0.072	0.147	0.13
Maximum	0.828	0.643	0.532	0.703	0.685

	Sb	Bi	Hg	W	Au
N used	131	131	131	131	131
N missing	0	0	0	0	0
N .LE. 0	0	0	0	0	0
Mean	0.012	-0.025	-0.01	-0.014	0.072
Variance	0.068	0.129	0.035	0.108	0.335
Std. Dev.	0.262	0.36	0.188	0.328	0.579
Coef. Var.	2192.834	1435.426	1899.35	2297.029	805.459
Skewness	-0.012	-0.278	-0.36	-0.42	1.122
Kurtosis	3.8	3.974	3.336	3.696	6.329
Minimum	-0.784	-1.099	-0.56	-1.03	-1.086
25th %tile	-0.14	-0.223	-0.109	-0.223	-0.136
Median	0	0	0	0	0
75th %tile	0.133	0.182	0.105	0.185	0.192
Maximum	0.715	0.896	0.446	0.805	2.529



## فصل ششم

### تخمین شبکه ای شاخص های غنی شدگی

#### ۱- تخمین شبکه ای

با گذشت زمان و افزایش مخارج پروژه های اکتشافی، سعی بر آن است که با بکارگیری تکنیکهای آماری پیچیده تر، دامنه تخمین را از نظر بعد مسافت افزایش داد تا از این رهگذر بتوان تعداد نمونه های لازم را، برای تخمین در سطح اعتماد معین کاهش داد. این کاهش تعداد نمونه ها (البته بدون پایین آوردن سطح اعتماد تخمین) خود موجب کاهش مخارج اکتشافی می گردد زیرا مخارج سایر فازهای اکتشافی (از قبیل آماده سازی، آنالیز و پردازش) ارتباط مستقیمی با تعداد نمونه ها دارد. معمولاً برکه های ۱:۱۰۰,۰۰۰ از زمین شناسی در کشور ما مساحتی حدود ۲۵۰۰ کیلومتر را شامل می شود که اگر چگالی یک نمونه برای هر ۳ کیلومتر مربع را در نظر بگیریم، برای هر برکه حدود ۸۰۰ نمونه باید برداشت شود. در چنین شرایطی اگر نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین شناسی را به ۲۵۰۰ سلول با مساحت یک کیلومتر مربع تقسیم نماییم کل ۸۰۰ نمونه برداشت شده احتمالاً در حدود ۸۰۰ سلول توزیع خواهد شد و از بقیه ۱۷۰۰ سلول باقیمانده، نمونه ای برداشت نمی شود بدین ترتیب هیچ تخمین مستقیمی نمی تواند برای حدود ۷۰٪ از مساحت نقشه صورت پذیرد این تحلیل ساده نشان می دهد که تا چه اندازه به تکنیکهای آماری که بتواند دامنه تخمین مقدار متغیرها را به بخش اعظمی از هر نقشه افزایش دهد نیاز می باشد. این تکنیک که در این گزارش تحت عنوان تخمین شبکه ای از آن نام برده می شود به ما اجازه می دهد تا با داشتن اطلاعات مستقیم از حدود ۸۰۰ سلول شبکه، بتوانیم تخمین های لازم را فراوانی عناصر و شاخص غنی شدگی مربوط به آنها را به حدود ۱۷۰۰ سلول دیگر موجود در محدوده برکه افزایش دهیم. در چنین حالتی افزایش تعداد سلولهایی که در مورد آنها داده ای بدست می آید، موجب می گردد تا ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه بندی های 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 بوسیله چندین سلول با مقدار حد آستانه ای محصور گردد و این سلولها خود توسط سلولهای دارای مقدار زمینه نیز محاط گردند در اینصورت این مدل تغییرات تدریجی از اطراف به مرکز آنومالی، موجب افزایش اعتبار مقدار آنومالی می گردد. چنین ارزیابیهایی در صورتی میسر است که از تکنیک تخمین شبکه ای استفاده گردد. از دیگر امتیازات این روش تخمین آنست که یک شبکه نامنظم نمونه برداری را به یک شبکه منظم تخمین تبدیل می کند. مهمترین ویژگی بررسی رسوبات رودخانه ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی سازی، می تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوب رودخانه ای دارای خاصیت برداری است. جهت این بردار بطریقی است که همواره مقادیر بالادست خود را معرفی می کند. بعبارت دیگر ارقام حاصل از بررسی رسوبات رودخانه ای برخلاف سایر روشهای ژئوشیمیایی خاصیت جهت یافتگی دارند و همواره انعکاس دهنده تغییرات، در ناحیه بالادست خود می باشند. الگوریتم کنونی بنحوی طراحی شده که این اثر

مهم در تخمین را بحساب آورد. این روش اولین بار توسط گروهی از ژئوشیمیست های اکتشافی امپریال کالج لندن بکار گرفته شد و سپس با تأیید الگوریتم مورد نظر این روش در هندبوک ژئوشیمی اکتشافی (جلد دوم) بعنوان روشی برای نقشه برداری ژئوشیمیایی پیشنهاد گردیده است.

تکنیک تخمین شبکه ای شامل چند بخش بشرح زیر است :

الف : انتخاب یک شکل هندسی که بتواند حتی الامکان ناحیه حوضه آبریز بالادست هر نمونه را مشخص کند. این شکل هندسی می تواند به صورت مختلفی انتخاب گردد.

انتخاب چندضلعی، تا آنجا که به انطباق فیزیکی بیشتر با حوضه آبریز مربوط می شود از دیگر اشکال هندسی مناسبتر است ولی محاسبات و عملیات مربوط به آن بسیار پیچیده تر و پرحجم است.

برای این منظور نیاز است تا حوضه آبریز هر نمونه بوسیله یک چند ضلعی مشخص شود که شروع چندضلعی در محل برداشت نمونه باشد. نکته مهمی که باید در نظر گرفته شود، آنست که در تعیین این چندضلعی ها باید دقت زیاد در نقشه های توپوگرافی نمود تا خاصیت اریبی<sup>1</sup> در تخمین ها وارد نشود سپس مختصات رئوس چندضلعیهای رسم شده همگی در یک فایل جمع شده و توسط محاسبات مربوطه، ضرایب هر شبکه از نقشه بدست آورده می شود. در این پروژه برای تمامی نمونه های برداشت شده از آبراهه ها، چندضلعیهای حوضه آبریز رسم گردیده که فایل مربوط به مختصات رئوس در لوح فشرده همراه گزارش آورده شده است.

## ۲- شاخص غنی شدگی (Enrichment Index) با حذف اثر سنگ بالادست

بنا به تعریف شاخص غنی شدگی یک عنصر خاص در یک نمونه معین عبارتست از نسبت غلظت آن عنصر در آن نمونه به غلظت میانگین یا میانه همان عنصر در جامعه ای که نمونه مربوطه متعلق به آن است. با این تعریف عوامل موثر در شاخص غنی شدگی 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 نقطه ای و منطقه ای یک عنصر، هر دو با شیب ثابتی افزایش و یا کاهش یابند آنچه که ثابت باقی خواهد ماند شاخص غنی شدگی است، زیرا صورت و مخرج این کسر به یک نسبت افزایش و یا کاهش می یابند. بدین ترتیب شاخص غنی شدگی تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیوتولوزی و یا مولفه سترئیتیک فراوانی یک عنصر در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه ای می باشد. برای مثال دو رسوب آبراهه ای 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

1- Bias

مقدار نیکل یک نمونه رسوب حاصل از فرسایش بازالت به میانگین آن نرمالایز شود و همین عمل در مورد رسوب حاصل از فرسایشات 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 کانی سازی (مولفه اپی ژنتیک) دارای مقادیر بسیار بالایی از نیکل باشد، در اینصورت ممکن است مقادیر نرمالایز شده اختلاف فاحشی را نشان دهند. این اختلاف از نوع معنی داری تلقی شده و برخلاف اختلاف بین دو مقدار نرمالایز نشده، باید در جستجوی عامل ایجاد کننده آن بود.

نظر به اینکه شاخص غنی شدگی می تواند داده های ژئوشیمیایی را از تغییرات لیتولوژی (مولفه سترتیک) در ناحیه منشاء مستقل سازد، در این پروژه مبنای محاسبات قرار گرفته است. برای محاسبه شاخص غنی شدگی متغیرهای تک عنصری در هر نمونه از رابطه زیر استفاده می شود:

$$EI = \frac{C_j}{(Cmed)_j}$$

در این رابطه EI شاخص غنی شدگی،  $C_j$  مقدار فراوانی عنصر  $j$  در یک نمونه معین و  $(Cmed)_j$  مقدار زمینه همان عنصر در جامعه مربوط به آن نمونه می باشد. این مقدار زمینه می تواند معادل مقدار میانه و یا معادل مقدار میانگین انتخاب گردد. در پروژه حاضر بعثت مستقل بودن مقدار میانه از تغییرات حدی، این پارامتر به میانگین ترجیح داده شده است.

### ۳- محاسبه احتمال رخداد هر یک از شاخص های غنی شدگی

از آنجا که نقشه برداری ژئوشیمیایی از رسوبات آبراهه ای به دو منظور مختلف، شامل:

الف: ارزیابی پتانسیل معدنی واحدهای نکتونوماگمایی و نهایتاً تهیه نقشه متالورژی این واحدها از طریق رسم نقشه توزیع عناصر.

ب: ارزیابی آنومالیهای ژئوشیمیایی امیدبخش جهت انجام عملیات اکتشافی تفصیلی تر صورت می گیرد، برای آنکه در پروژه حاضر هر دو منظور رعایت شده باشد، علاوه بر رسم نقشه توزیع ژئوشیمیایی عناصر در مقایسه ناحیه ای که در آن منظور اول ملحوظ می شود، 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 می توان با نتایج حاصل از نمونه های 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 غنی شدگی هر عنصر را نشان می دهد، جامعه کلی بدست آمده تحت عنوان جامعه شاخص غنی شدگی نامیده می شود که در صورت دقت کافی در نقشه زمین شناسی می تواند تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه ای باشد.

علاوه بر محاسبه پارامترهای آماری هر یک از جوامع (شاخص غنی شدگی کلی 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 و سپس جامعه باقیمانده نرمال گردیده است. تا فرض های آماری لازم در محاسبه مقادیر PN برقرار باشد. 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 شده اند و پس از انجام محاسبات آماری به مجموعه نهایی اضافه شده اند. احتمالات حاصل بعنوان ملاکی جهت ارزیابی مقادیر بظاهر آنومال مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول (۶-۲) نتیجه عملیات فوق را نشان می دهد. در این جدول نمونه هایی آورده شده است که مجموع مقادیر  $(1/PN)$  محاسبه شده برای آن بالای یک می باشد. چنانچه ملاحظه می گردد شدت آنومالیها با معیاری احتمال پذیر محاسبه گردیده است. این شدت برابر است با عکس حاصلضرب احتمال رخداد یک مقدار معین از یک عنصر در جامعه نمونه های مورد بررسی در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساری.

برای عنصر طلا ۱۰ محدوده آنومال، مولیبدن ۱۱ محدوده، کبالت، وانادیم، باریوم، آهن، آرسنیک و انتیموان ۸ محدوده آنومال، سرب، مس و روی ۷ محدوده آنومال، نیکل، منگنز، بیسموت و تنگستن ۶ محدوده آنومال، نقره ۴ محدوده آنومال، قلع، کروم و جیوه ۳ محدوده آنومال و استرونیوم با ۲ محدوده بعنوان آنومال معرفی گردیده است که البته بعضی از محدوده های فوق تنها منشاء لیتولوژیکی دارند و این موضوع در هنگام انجام عملیات کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی بررسی شده است.

#### ۴- محاسبه ضریب غنی شدگی بر اساس آنالیز نمونه ها

محاسبه حدآستانه ای و جداسازی مقدار زمینه از مسائلی است که راههای گوناگونی توسط محققان برای آن ارائه شده است. از ساده ترین روشهای تک متغیره برای این امر استفاده از لگاریتم طبیعی اعداد است. یکی از روشهای بسیار معمول در این زمینه، محاسبه ضریب غنی شدگی بوسیله 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 غنی شدگی بخودی خود منتفی است. اما در حالت کلی ترکیبات سنگهای میزبان به همراه اثرات کانی زایی در مسیر رودخانه رسوب می کند و رسوباتی که مورد آنالیز قرار می گیرد منعکس کننده ترکیبات سنگهای منطقه به همراه اثرات کانی زایی 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 بصورت عام در نمونه ها، عملاً می توان تأثیرات عاملهای لیتولوژیکی را در نمونه ها حذف کرد و میزان تأثیر کانی زایی را در نمونه ها 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





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

Sample No.	Cu	Pb	Ni	Mo	Sn	Ag	Zn	Co	Cr	V	Mn	Sr	Ba	Fe10-2	As	Sb	Bi	Hg	W	Au10-9	Sum(1/PN)
SN-94	76.34	76.34	76.34	76.34	0.04	0.02	0.02	55.01	0.19	76.34	63.08	0.01	0.92	76.34	76.34	26.67	60.96	0.44	0.37	0.07	742.15
SN-88	76.34	76.34	76.34	1.67	0.01	0.10	0.06	55.01	0.25	76.34	3.20	0.01	1.55	76.34	76.34	63.10	3.04	2.29	0.66	0.01	589.16
SN-63	2.45	76.34	17.09	11.95	0.03	0.04	76.34	0.30	76.34	76.34	76.34	0.01	76.34	3.91	30.90	1.02	12.88	0.02	6.40	0.01	545.02
SN-91	76.34	0.83	0.88	0.20	0.15	0.08	0.01	1.22	76.34	76.34	5.16	0.01	76.34	76.34	35.05	19.26	4.65	0.05	70.27	1.61	521.12
SN-104	0.03	0.03	76.34	76.34	0.03	0.03	0.05	76.34	0.02	0.03	0.06	0.01	0.02	0.04	0.05	0.03	0.01	0.05	0.01	0.01	305.83
SN-89	76.34	76.34	1.87	2.47	0.01	0.02	0.07	2.11	0.01	10.39	1.54	0.01	0.37	12.30	76.34	1.60	0.26	0.03	2.05	6.52	270.65
SS-19	0.03	0.05	0.03	0.01	0.59	76.34	4.41	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	13.07	0.06	76.34	171.09
SN-84	0.01	0.01	0.04	76.34	0.36	0.02	76.34	0.89	0.02	0.04	0.01	13.56	0.01	0.02	0.05	0.85	0.04	0.14	0.02	0.01	168.76
SS-15	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	76.34	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	76.34	152.95
SN-143	1.66	6.15	0.93	39.44	76.34	0.02	0.25	5.84	0.80	5.84	0.10	0.01	0.24	2.36	0.05	0.11	0.04	0.01	3.20	0.02	143.70
SN-65	0.05	0.03	0.15	76.34	0.11	0.12	58.94	0.06	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	136.04
SN-110	1.00	2.05	0.78	1.57	76.34	1.97	0.30	0.26	0.06	0.04	0.13	0.01	13.07	0.04	0.05	0.25	0.02	0.01	0.02	0.03	97.98
SN-66	0.03	0.01	0.01	2.81	0.01	0.01	76.34	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	79.37
SN-119	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.07	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	76.34	76.80
SN-124	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	76.34	76.51
SN-53	0.93	0.39	0.07	0.16	0.04	0.12	0.02	0.17	0.49	0.40	0.70	0.01	36.35	0.22	0.33	0.17	1.37	0.05	0.23	21.23	63.44
SN-74	0.04	0.08	0.03	32.70	0.89	0.04	0.45	0.09	0.01	0.07	0.02	0.04	0.04	0.06	0.24	0.02	0.02	0.07	0.04	0.13	35.06
SS-18	0.96	0.17	1.28	0.03	0.07	0.02	0.05	0.15	0.04	1.29	0.60	0.01	8.97	1.77	3.31	0.76	0.67	0.04	0.01	20.21	20.21
SN-34	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.05	0.36	0.07	0.01	0.02	0.28	0.25	0.03	0.54	18.47	1.21	0.01	19.48
SN-125	0.25	1.49	0.49	0.11	0.15	0.05	0.03	0.48	0.83	0.79	0.98	0.01	0.13	2.71	1.01	1.16	0.24	0.01	1.21	0.02	11.57
SN-121	0.04	0.02	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.07	0.07	0.04	0.01	0.04	0.05	0.03	0.05	0.05	0.01	0.16	9.06	9.82
SS-25	0.03	0.05	0.18	0.07	0.36	0.05	0.01	4.89	0.17	0.05	1.40	0.01	0.03	0.06	0.06	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	7.54
SS-26	0.03	0.21	0.39	0.01	0.06	0.16	0.31	5.48	0.02	0.04	0.05	0.04	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	6.98
SN-114	0.03	0.02	0.36	0.01	0.01	0.01	0.03	0.07	3.19	1.47	0.08	0.01	0.08	0.24	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.04	5.76
SN-130	0.03	0.22	0.03	0.01	0.15	4.61	0.09	0.02	0.02	0.05	0.06	0.01	0.02	0.08	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	5.59

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

Sample No.	Cu	Pb	Ni	Mo	Sn	Ag	Zn	Co	Cr	V	Mn	Ir	Ba	Fe10-2	As	Sb	Bi	Hg	W	Au10-9	Summ(1/PN)
SN-79	0.41	0.47	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.15	0.05	0.03	0.36	0.01	0.20	0.38	1.30	0.24	1.26	0.03	0.06	0.02	5.06
SN-120	0.05	0.03	0.09	0.04	0.03	1.84	0.11	0.03	0.01	0.02	0.01	2.51	0.02	0.02	0.04	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	5.05
SN-127	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.11	0.59	0.18	0.01	2.16	0.48	0.67	0.13	0.23	0.01	0.23	0.05	4.97
SN-106	0.64	0.05	0.61	0.20	0.07	0.01	1.52	0.15	0.01	0.08	0.02	0.07	0.02	0.07	0.01	0.85	0.03	0.05	0.03	0.01	4.70
SN-100	1.95	0.02	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.19	0.08	0.28	0.32	0.01	0.43	0.32	0.11	0.10	0.16	0.01	0.47	0.01	4.47
SS-4	0.40	0.13	0.10	0.03	0.07	0.05	0.05	0.03	0.08	0.15	0.07	0.01	0.92	0.27	0.26	0.16	0.27	0.01	0.05	0.01	3.13
SS-20	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.08	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.04	0.01	2.82	3.04
SN-136	0.30	0.17	0.15	0.12	0.01	0.02	0.01	0.09	0.03	0.03	0.11	0.02	1.36	0.06	0.03	0.23	0.04	0.01	0.09	0.01	2.91
SN-51	0.01	0.02	0.02	0.02	0.07	0.05	0.05	0.02	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	1.39	0.02	0.02	0.82	0.01	2.65
SN-47	0.04	0.41	0.10	0.02	0.07	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.31	2.06
SN-88	0.03	0.05	0.12	0.01	0.01	0.03	0.02	0.04	0.06	0.65	0.01	0.01	0.02	0.21	0.01	0.01	0.02	0.14	0.04	0.01	2.03
SS-5	0.44	0.04	0.10	0.04	0.11	0.01	0.06	0.03	0.06	0.16	0.03	0.03	0.43	0.17	0.03	0.03	0.03	0.09	0.02	0.01	1.97
SN-134	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.03	0.02	0.04	1.58	0.04	0.01	0.01	0.01	1.92
SN-58	0.29	0.16	0.06	0.04	0.06	0.08	0.13	0.05	0.13	0.02	0.16	0.01	0.41	0.06	0.06	0.05	0.04	0.02	0.03	0.01	1.89
SN-122	0.03	0.09	0.34	0.09	0.01	0.15	0.02	0.08	0.02	0.07	0.07	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.26	0.41	1.74
SN-76	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	1.47	1.71
SN-132	0.02	0.52	0.02	0.06	0.15	0.39	0.23	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	1.61
SN-123	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04	0.90	1.29
SN-90	0.02	0.10	0.03	0.31	0.36	0.03	0.11	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.02	0.01	1.25
SN-141	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.91	0.01	0.02	0.03	0.01	0.08	0.01	0.01	0.01	1.24
SN-77	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.16	0.15	0.01	0.01	0.03	0.17	0.03	0.05	0.16	0.01	0.07	0.21	1.23
SN-80	0.03	0.07	0.02	0.09	0.15	0.02	0.01	0.07	0.03	0.05	0.04	0.01	0.14	0.07	0.15	0.03	0.10	0.02	0.02	0.08	1.19
SN-37	0.03	0.02	0.05	0.07	0.22	0.33	0.64	0.02	0.02	0.06	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.06	0.02	0.02	1.10
SN-101	0.01	0.02	0.02	0.03	0.15	0.06	0.08	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.47	0.02	1.07
SN-45	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.05	0.03	0.06	0.06	0.08	0.03	1.06
SS-12	0.01	0.01	0.02	0.04	0.04	0.01	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.68	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	1.02

بعد می باشد. با توجه به واریانس زیاد این عناصر در جامعه نمونه ها، مقادیر ویژه آنها عمدتاً جزو مقادیر اول تا سوم می باشد و لذا در روش تجزیه به عاملهای اصلی<sup>۱</sup> اثرات این عناصر در فاکتورهای اول تا سوم ظهور پیدا می کند و با حذف اثر این سه فاکتور در کل جامعه نمونه برداری شده آنچه باقی می ماند، میزان غنی شدگی نسبت به هر عنصر می باشد و اثر لیتولوژی در بین نمونه ها حذف می گردد.<sup>۲</sup>

این عمل برای نمونه های برداشته شده در برگه ۱۰۰۰،۰۰۰: اساری انجام گرفته است. برای این منظور با توجه به فرض روش تجزیه به عاملهای اصلی (PCA) داده های خام نرمال شده و سعی گردیده که جامعه ایی 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 تأثیرات خود را 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 شبکه ایی 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 زمین شناسی 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 بعنوان 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 میگردد. همچنین این فاکتور ها باید بصورت ستونهای ماتریس عاملها حذف گردد. با ضرب ماتریس عاملهایی که ستونهای مورد نظر آن حذف شده در ماتریس ضرایبی که سطرها مورد نظر در آنها حذف گردیده، ماتریسی حاصل می شود که تعداد ستونهای آن به تعداد عناصر مورد آنالیز بوده و تعداد سطرها آن، برابر تعداد نمونه ها میباشد. این ماتریس که ماتریس نهایی می باشد، نشانگر میزان غنی شدگی نمونه ها نسبت به عناصر بوده و در آن اثر عاملهای لیتولوژیکی حذف شده است. نقشه های a و b و c معرف تغییرات فاکتورهای ۱، ۲ و ۳ برای داده های بهشهر می باشند، همانگونه که مشخص است، مجموع این سه فاکتور می تواند تا حدودی معرف زمین شناسی منطقه باشد. لذا برای تعیین میزان غنی شدگی نمونه ها، اثر هر سه فاکتور حذف گردیده است. و برای تمامی عناصر، ضرایب نهایی رسم و مقادیر بالای ۹۹ درصد آنها به روی یکدیگر منطبق گردیده و بعنوان یکی از نقشه های نهایی جهت کنترل ناهنجاریهای ژئوشیمیایی مورد استفاده قرار گرفته است. نقشه d توزیع ضرایب غنی شدگی به روش PCA را نشان می دهد.

1- Principal Component Analysis

2- Computer & Geosciences Vol. 21 . Nol. , pp 77-87 , 1995

## ۵- معرفی متغیرهای تک عنصری و چند عنصری و رسم نقشه ها

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 ( $F_i = 0, F_j = 0$ ) بیشتر باشد، پتانسیل عنصر از نظر کانی سازی می تواند با اهمیت تلقی شود. البته این امر پس از خنثی سازی مولفه های سترنیتیک (بطور عام) از طریق اثر دادن سنگ بالادست، صادق است. در اینصورت چنانچه مجموعه ای از متغیرها در امتداد معینی از مبدا دور شده باشند، می توانند بعنوان متغیرهایی که ارتباط پارائیزی با یکدیگر دارند، بحساب آیند. بنابراین با استفاده از این روش می توان با تغییر محورهای مختصات (فاکتورهای مختلف) موقعیت عناصر را واضحهتر مورد مطالعه قرار داد. در مطالعه حاضر، یک مدل پنج فاکتوری می توانسته است بیشتر از ۹۵٪ از تغییر پذیری را توجیه کند. اشکال ۶-۱ تا ۶-۱۳ 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 : Au, Sr,

Sn, Hg, Ag. بقیه عناصر نسبت به عناصر فوق دارای امتیازات کمتری هستند که دلیل آن را می توان

در پیچیدگی زمین شناسی این برکه و عدم حذف اثر فاکتورهای لیتولوژیکی، در نمونه ها دانست.

۲- فاکتور اول بیشترین جدایش را برای عنصر Au فراهم می کند. عنصر Sr در بسیاری از دیاگرامهای

فاکتوری خود را به صورت یک قطب کاملاً مستقل نشان می دهد. و عنصر Sn نیز تا حدودی خود را جدا کرده است.

۳- فاکتور دوم عمدتاً معرف تهی شدگی عنصر Sr می باشد. فاکتور سوم معرف آنومالیهای عنصر Sn

می باشد. فاکتور چهارم بعلت کمی تعداد نمونه ها هیچ نوع جدایشی بین متغیرها حاصل ننموده است.

فاکتور پنجم بیشتر معرف آنومالیهای عنصر Ag, Hg می باشد که می تواند معرف مناطق کانی سازی باشد.

۴- بعلت کمی تعداد نمونه ها، فاکتوری که مشخص کننده محیط لیتولوژیکی باشد قابل تفکیک نبوده است و

فقط فاکتور چهارم حالت آشفته ای داشته است که هیچ جدایشی بین عناصر حاصل نکرده است.

۵- از میان پنج فاکتور، فاکتور اول بعلت مشخص کردن آنومالیهای طلا و باتوجه به بالا بودن واریانس این

متغیر در فاکتور اول مشخص شده است.

۶- فاکتور پنجم نیز بعلت معرفی مناطق آنومال عناصر Hg, Ag که از نظر کانی سازی اهمیت بالایی دارند

می تواند از فاکتور های مهم منطقه باشد.

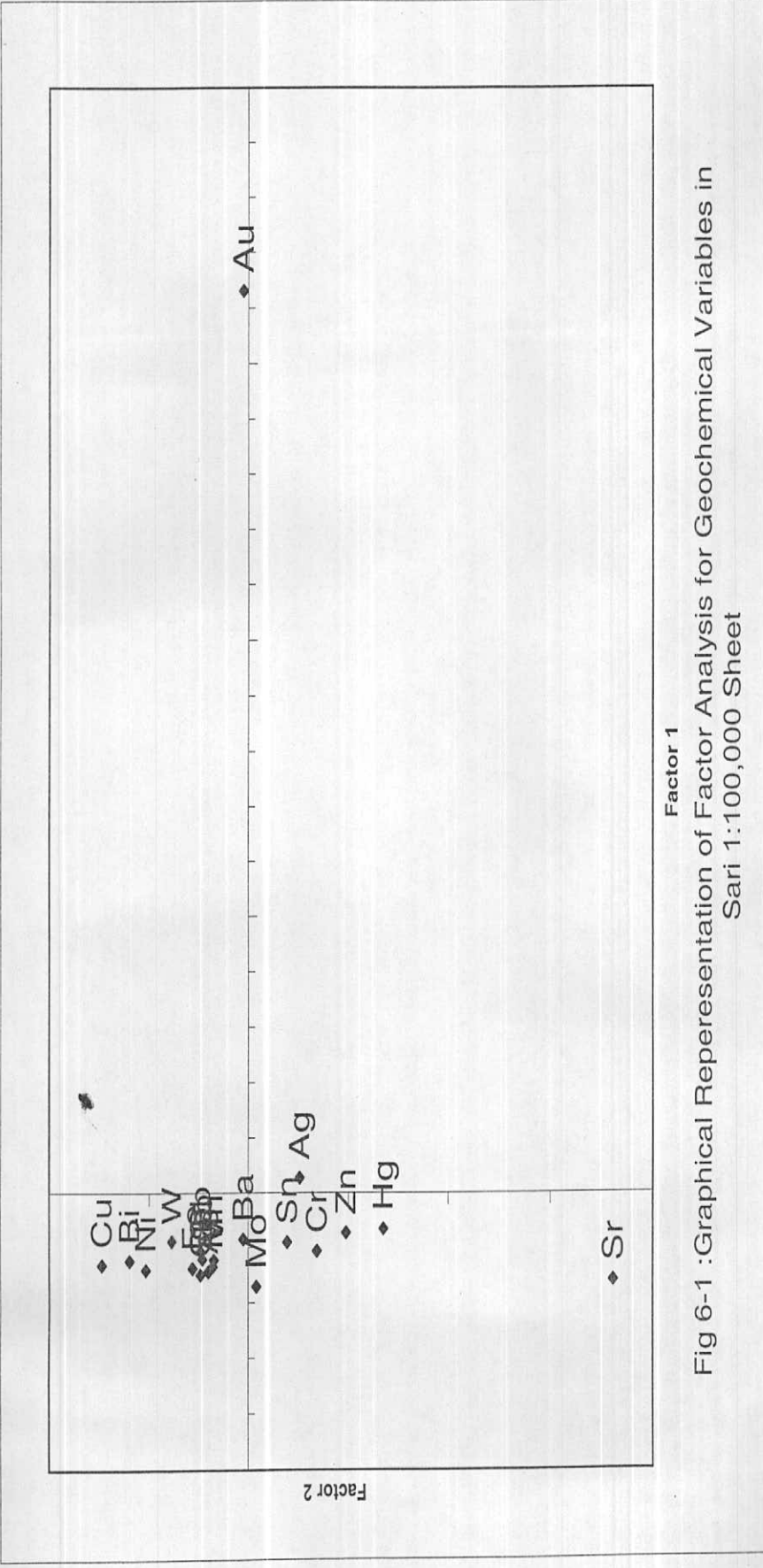


در جدول ۳-۶ نمونه های پرتانسیل تعیین شده به روش آنالیز تطبیقی بر اساس امتیازات فاکتوری محاسبه شده ارائه شده است. در این جدول بر اساس فاصله اقلیدسی محاسبه شده در فضای پنج فاکتوری، ۱۵ نمونه که کمترین فاصله را نسبت به هر متغیر داشته اند به عنوان پرتانسیل ترین نمونه معرفی شده اند. علاوه بر نتایج فوق مقدار  $1/PN$  و  $EI$  متناظر هر نمونه و همچنین مقدار مجموع  $(1/PN)$  به همراه پارازترهای 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 ژنوشیمیایی 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 و توزیع ضرایب غنی شدگی بر اساس عناصر معرف لیتولوژی (PCA) 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 گرفته اند. تا پرتانسیل ترین مناطق بر اساس داده های شاخص غنی شدگی و غنی شدگی بر اساس PCA تک تک متغیرها بدست آید. علاوه بر نقشه های فوق، از دو نقشه دیگر در فاز کنترل آنومالی ها 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 نقشه های بکار رفته در فاز کنترل آنومالی مشاهده می گردد که هر یک بر اساس ۱٪ بالای عناصر در هر روش می باشند.

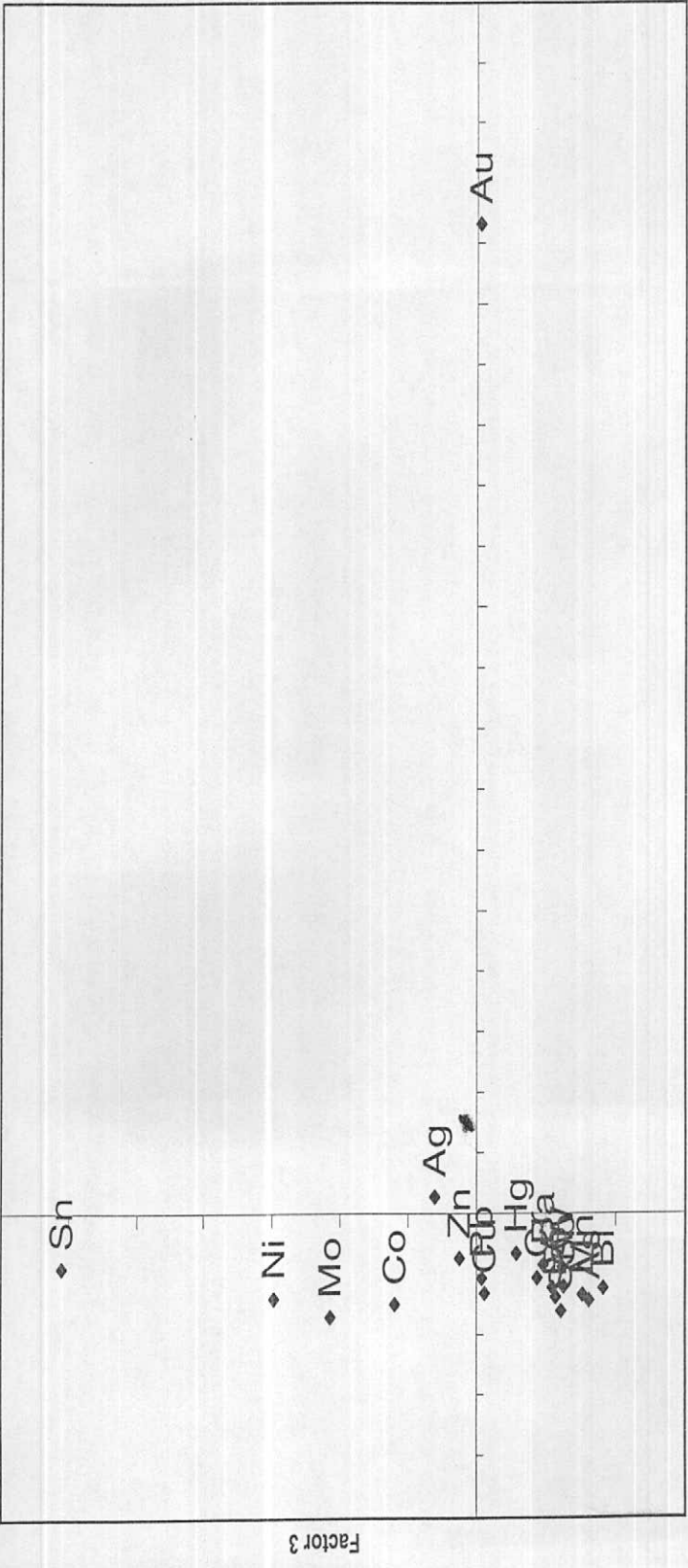




Factor 1

Factor 2

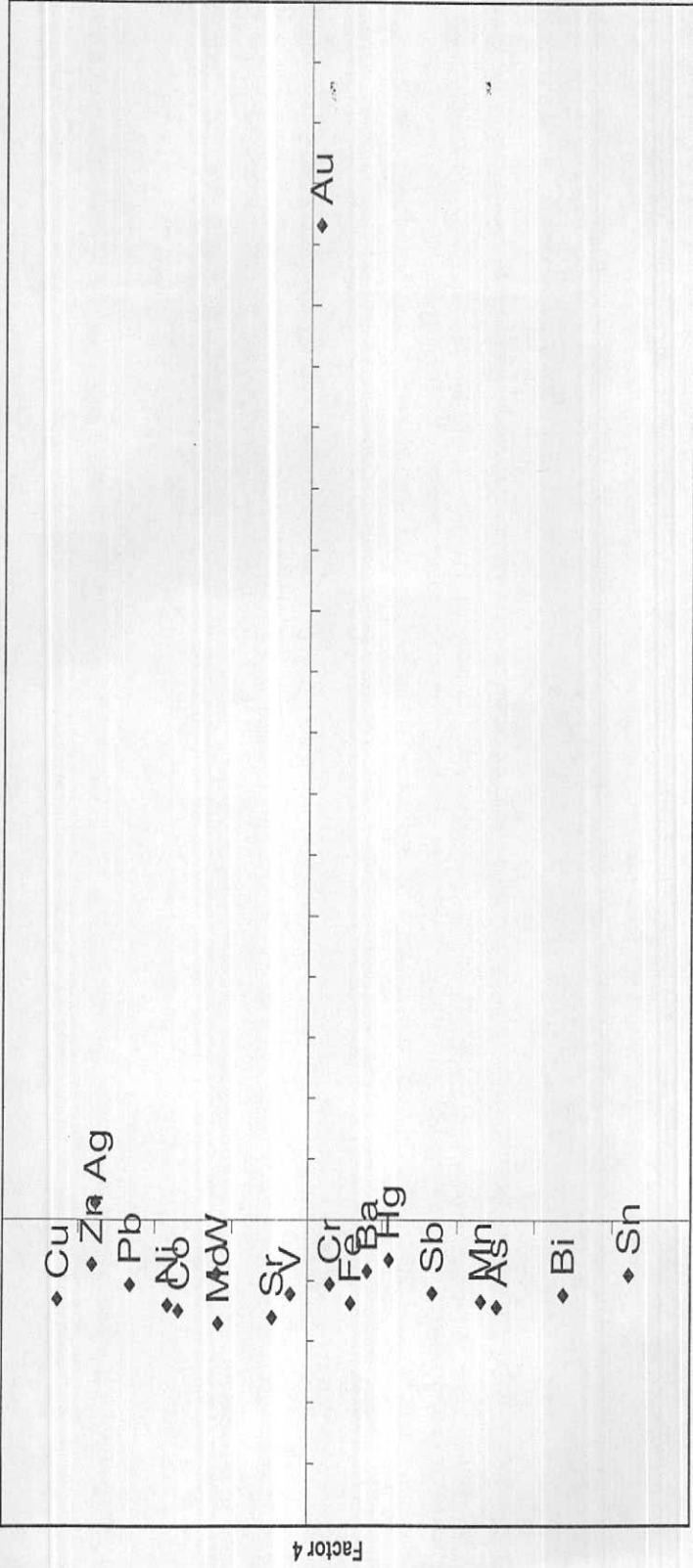
Fig 6-1 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables in  
Sari 1:100,000 Sheet



Factor 1

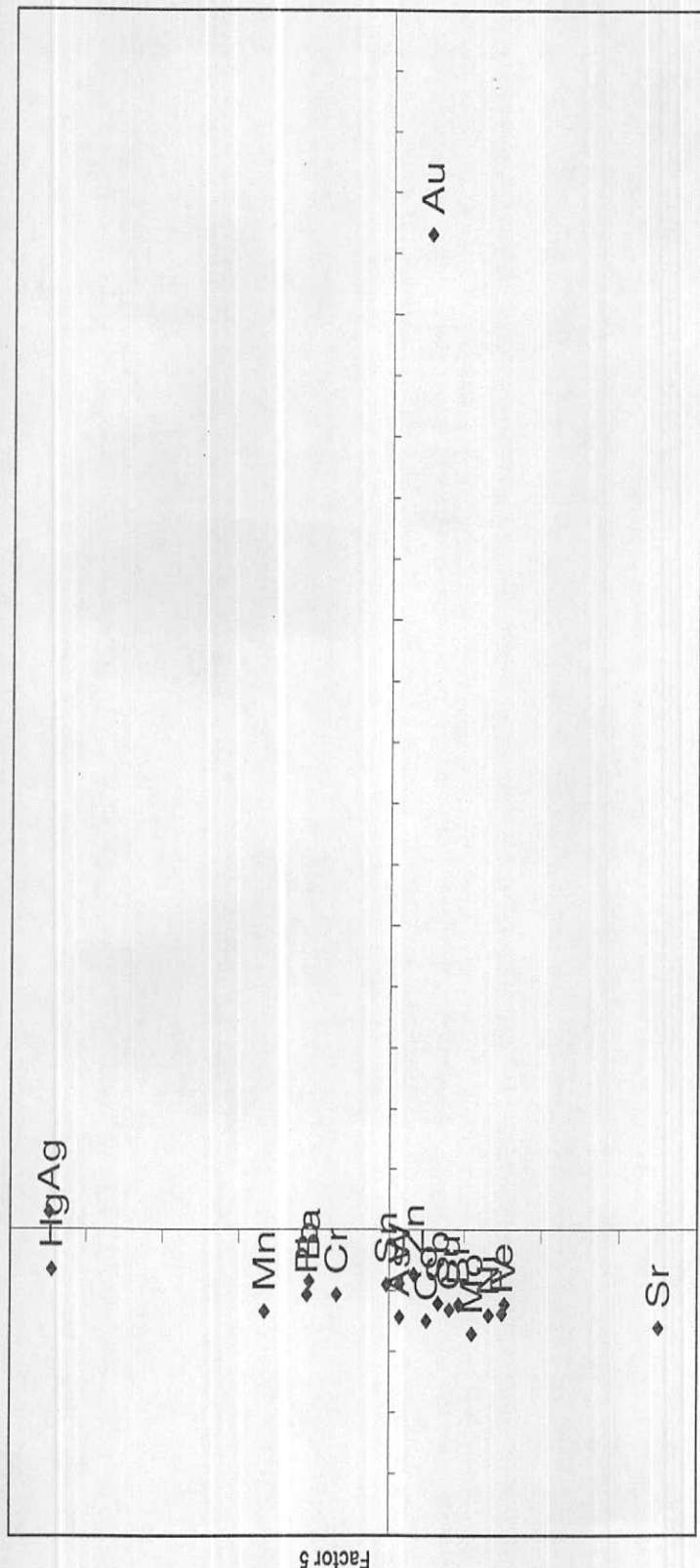
Factor 3

Fig 6-2 : Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables  
in Sari 1:100,000 Sheet



Factor 1

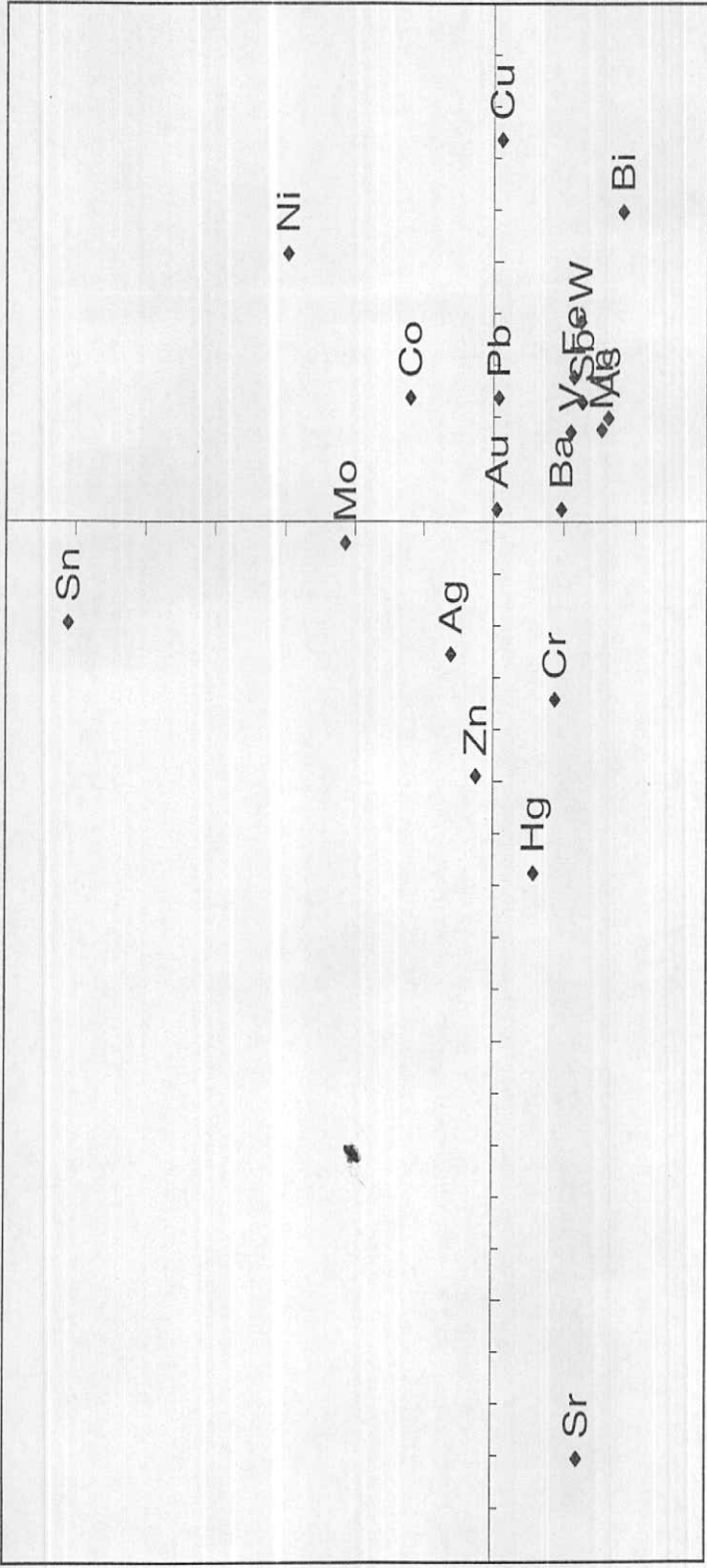
Fig 6-3 :Graphical Reperesentation of Factor Analysis for Geochemical Variables  
in Sari 1:100,000 Sheet



Factor 1

Factor 5

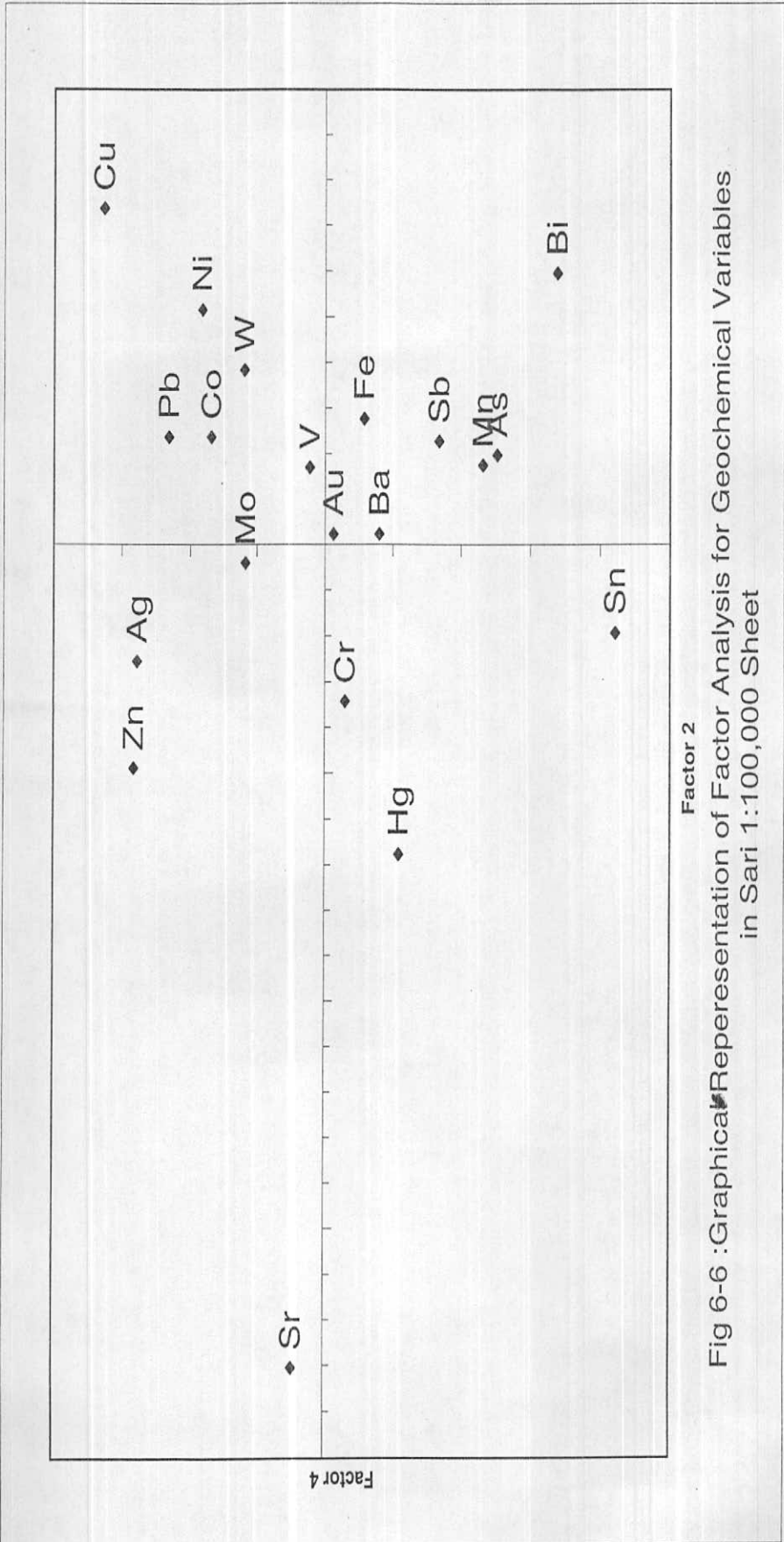
Fig 6-4 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables in Sari 1:100,000 Sheet



Factor 2

Fig 6-5 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables in Sari 1:100,000 Sheet





Factor 2

Fig 6-6 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables in Sari 1:100,000 Sheet

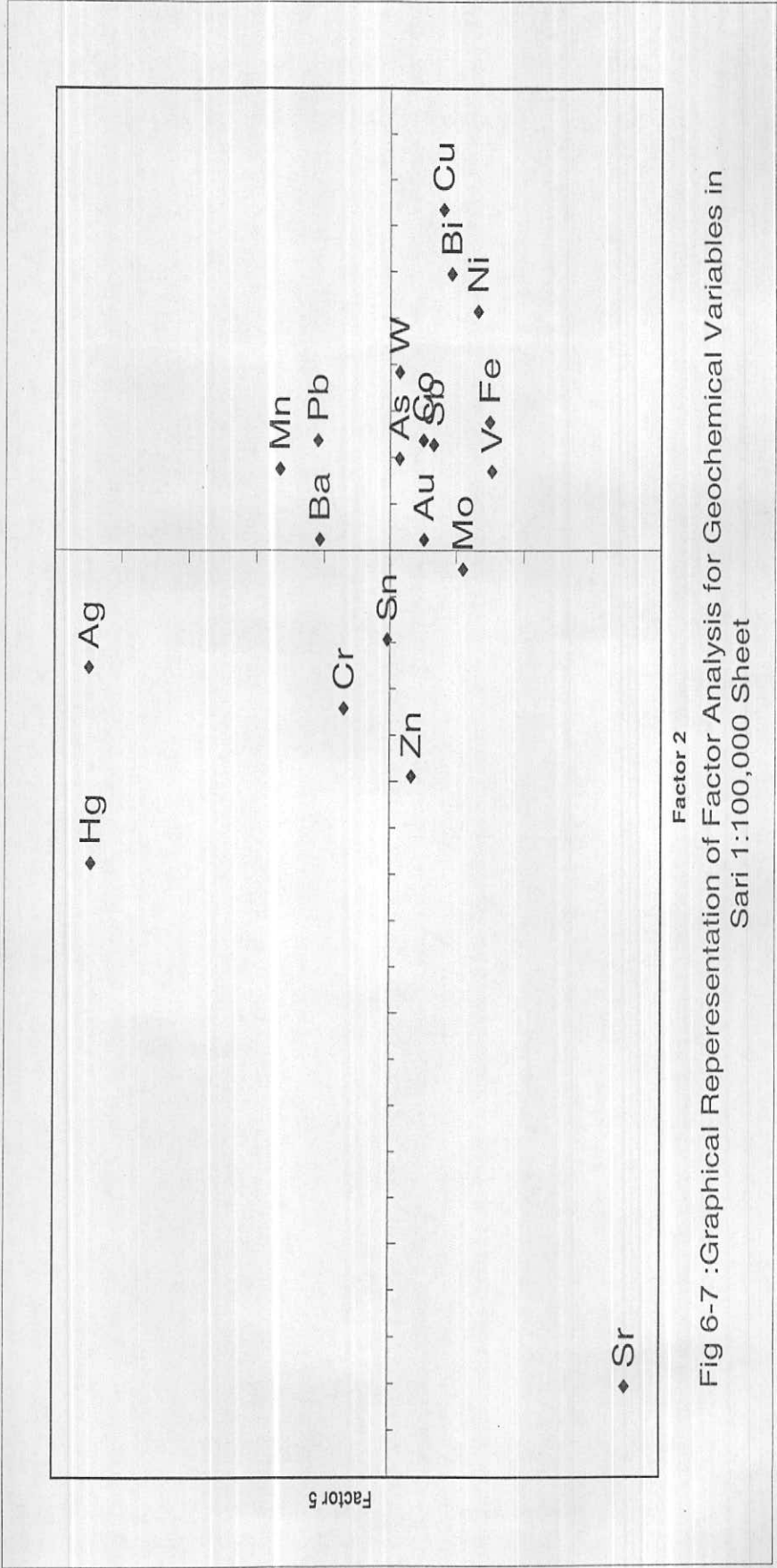


Fig 6-7 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables in  
Sari 1:100,000 Sheet

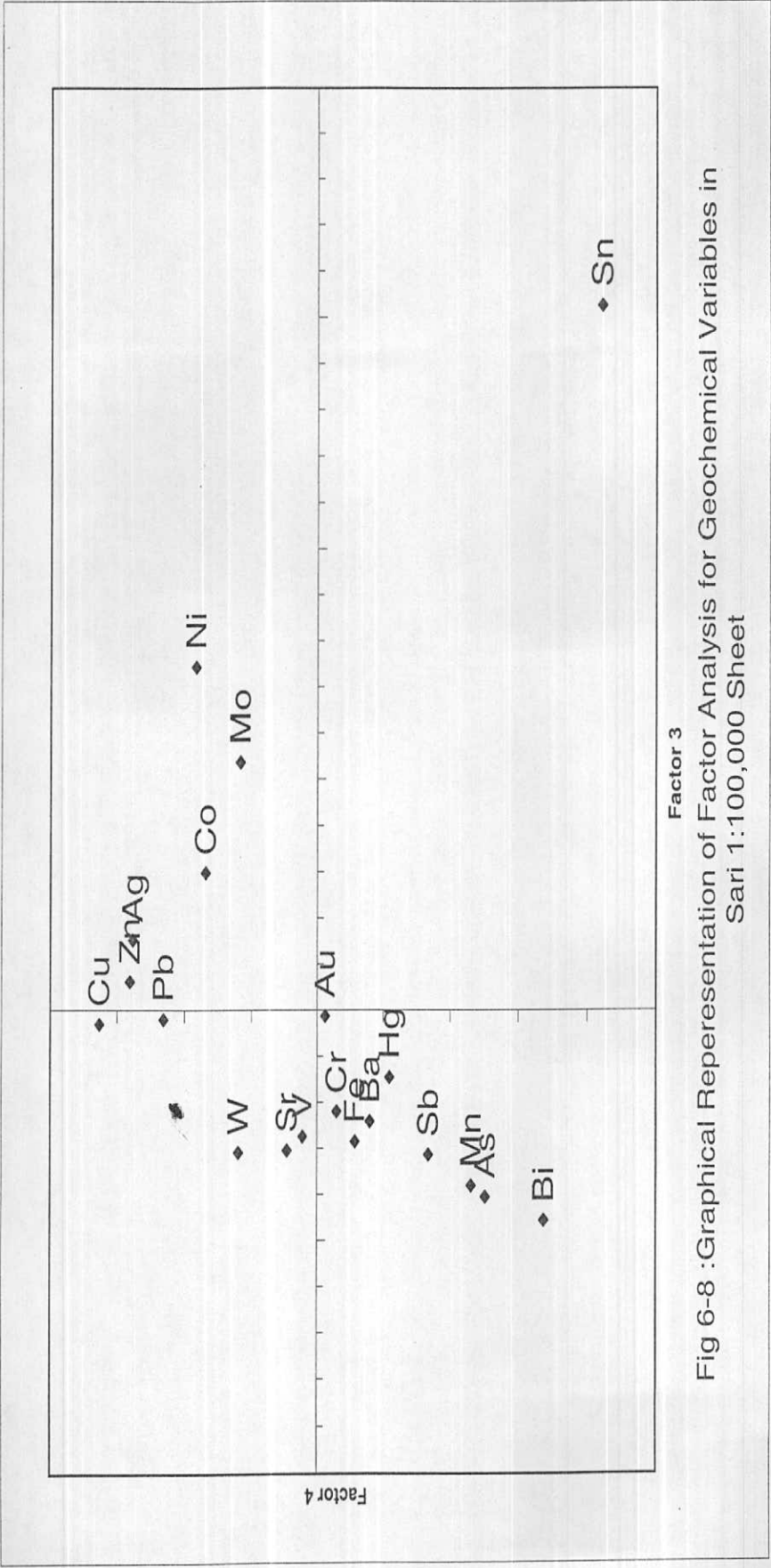
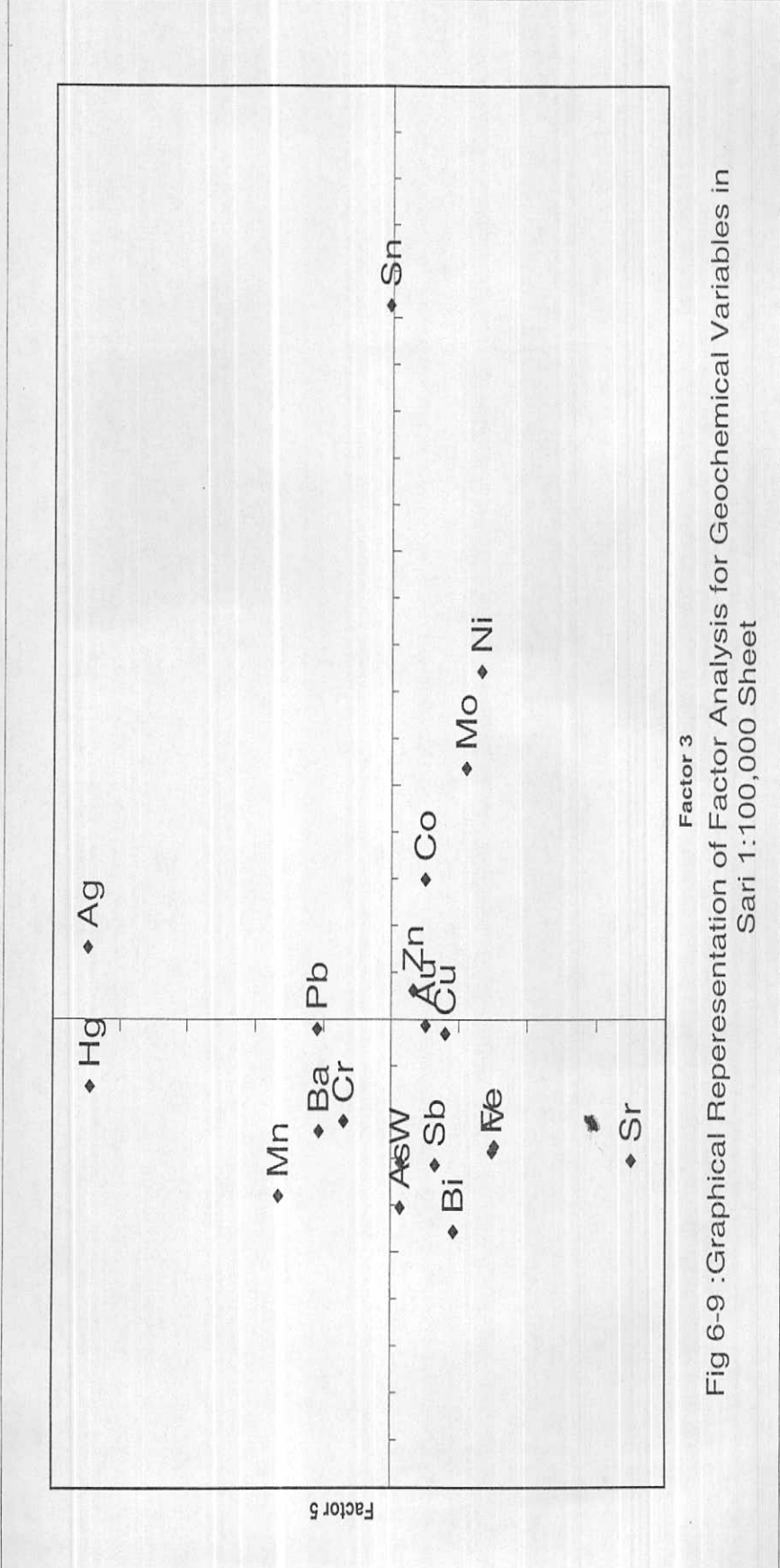
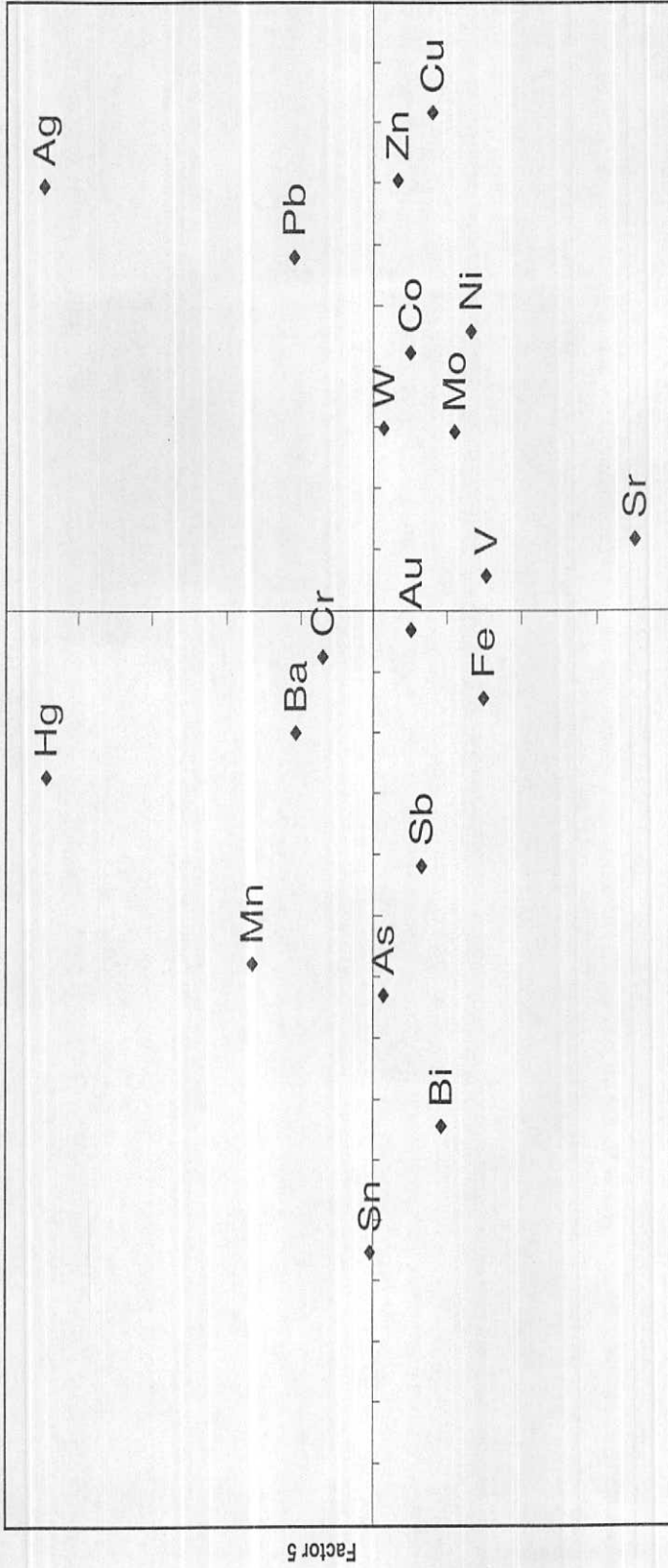


Fig 6-8 :Graphical Reperesentation of Factor Analysis for Geochemical Variables in Sari 1:100,000 Sheet



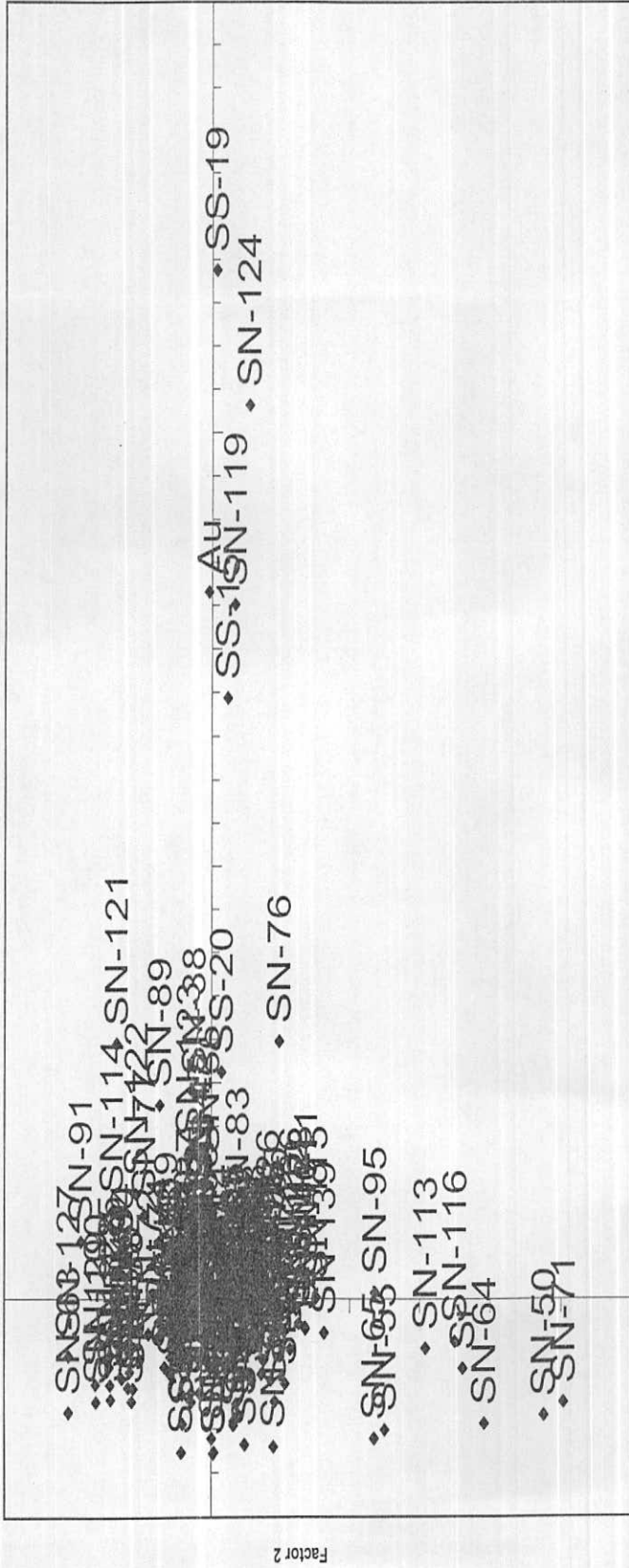


Factor 4

Factor 5

Fig 6-10 :Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables in Sari 1:100,000 Sheet





Factor 1

Factor 2

Fig 6-11 :Graphical Reperesentation of Factor Analysis for Geochemical Variables in Sari 1:100,000 Sheet

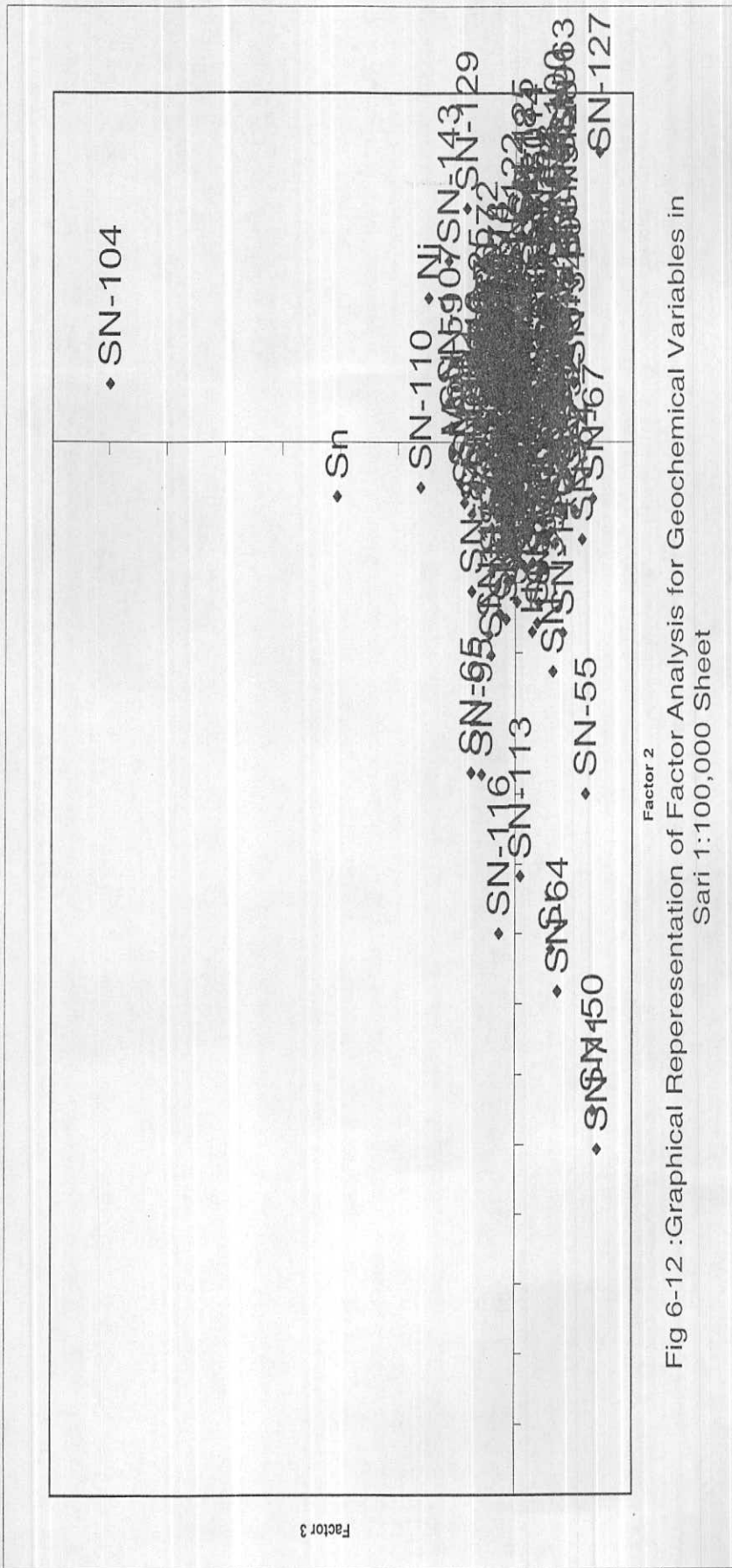


Fig 6-12 :Graphical Reperesentation of Factor Analysis for Geochemical Variables in Sari 1:100,000 Sheet

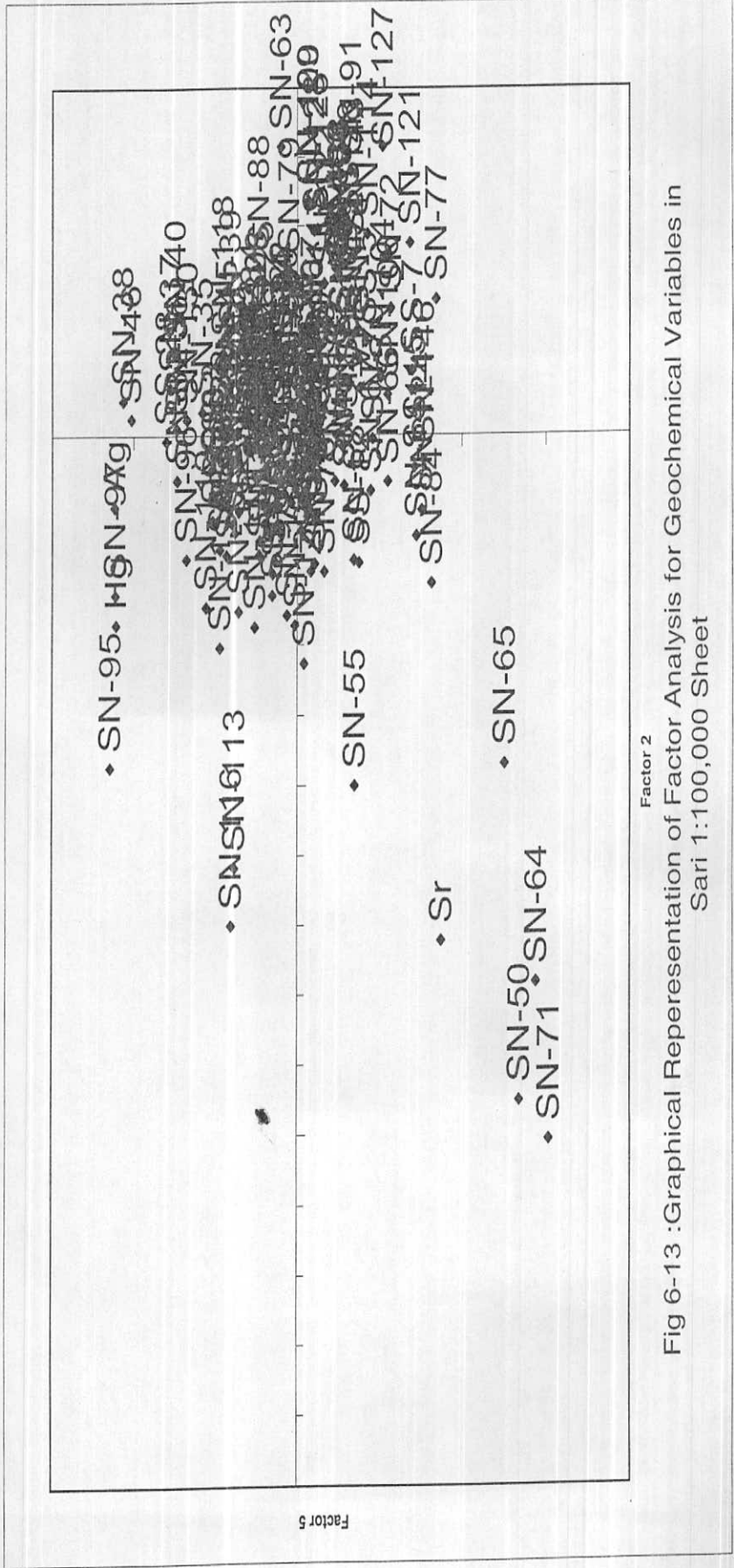


Fig 6-13 :Graphical Reperesentation of Factor Analysis for Geochemical Variables in  
Sari 1:100,000 Sheet

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

Factor Element	Anomaly	Ei	Pn	Sum(1/P.N)	Paragenesis
<b>Cu</b>					
SS-19		1.15		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.42		76.51	
SN-119		0.97		76.80	Au+Mo
SS-15		1.00		152.95	Au+Mo+Zn
SN-104		1.08		305.83	Ni+Sn
SN-71		0.20			Sr
SN-50		0.20			Sr
SN-64		0.39			Sr
SN-116		0.38			
SN-113		0.41			
SN-55		0.44			
SN-76		0.69		1.71	
SN-95		0.42			
SN-65		0.74		136.04	Sr
SN-121		1.19		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
<b>Pb</b>					
SS-19	<1>	1.19		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.57		76.51	
SN-119		1.01		76.80	Au+Mo
SS-15		1.00		152.95	Au+Mo+Zn
SN-104		1.04		305.83	Ni+Sn
SN-71		0.30			Sr
SN-50		0.38			Sr
SN-64		0.53			Sr
SN-116		0.51			
SN-76		0.76		1.71	
SN-121		1.02		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-55		0.57			
SN-65		0.74		136.04	Sr
SN-113		0.53			
SS-20		1.02		3.04	
<b>Ni</b>					
SS-19		1.17		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.50		76.51	
SN-119		1.04		76.80	Au+Mo
SS-15		0.97		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.29			Sr
SN-50		0.29			Sr
SN-104	<1>	3.43	76.34	305.83	Ni+Sn
SN-64		0.45			Sr
SN-116		0.40			
SN-55		0.54			
SN-113		0.43			
SN-76		0.77		1.71	
SN-121		1.28		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SS-20		1.00		3.04	
SN-95		0.51			

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

Factor Element	Anomaly	Ei	Pn	Sum(1/P.N)	Paragenesis
<b>Zn</b>					
SS-19	<1>	1.36	4.41	171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.60		76.51	
SN-119	<2>	1.28		76.80	Au+Mo
SN-104		1.10		305.83	
SS-15	<1>	1.48	76.34	152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.60			Sr
SN-50		0.63			Sr
SN-121		0.89		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-127		0.80		4.97	Bi+Co+Ni
SN-64		0.88			Sr
SN-91		0.96		521.12	
SN-76		0.90		1.71	
SN-38		1.00			Sr
SN-63	<1>	1.66	76.34	545.02	Sr
SN-129		1.28			Bi+Co+Ni
<b>Co</b>					
SS-19		0.95		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.64		76.51	
SN-119		0.91		76.80	Au+Mo
SS-15		0.93		152.95	Au+Mo+Zn
SN-104	<1>	1.90	76.34	305.83	
SN-71		0.39			Sr
SN-50		0.41			Sr
SN-64		0.57			Sr
SN-116		0.50			
SN-121		1.07		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-76		0.83		1.71	
SN-113		0.52			
SN-55		0.67			
SS-20		0.84		3.04	
SN-38		1.03			
<b>Cr</b>					
SS-19		1.05		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.77		76.51	
SN-119		0.94		76.80	Au+Mo
SN-104		1.01		305.83	
SS-15		0.91		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.75			Sr
SN-50		0.70			Sr
SN-121	<1>	1.14		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-64		0.79			Sr
SN-76		0.91		1.71	
SN-38		1.05			
SN-89		0.94		270.65	
SN-65		0.77		136.04	
SN-129		1.13			Bi+Co+Ni
SN-116		0.66			



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

Factor Element	Anomaly	Ei	Pn	Sum(1/P.N)	Paragenesis
<b>V</b>					
SS-19		1.05		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.68		76.51	
SN-119		0.93		76.80	Au+Mo
SN-104		1.04		305.83	
SS-15		0.88		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.69			Sr
SN-50		0.59			Sr
SN-64		0.69			Sr
SN-116		0.42			
SN-121	<2>	1.18		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-76		1.02		1.71	
SN-113		0.43			
SN-95		0.37			
SN-65		0.96		136.04	
SN-38		1.15			
<b>Mn</b>					
SS-19		0.82		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.86		76.51	
SN-119		0.79		76.80	Au+Mo
SN-104		1.18		305.83	
SS-15		0.76		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.60			Sr
SN-50		0.54			Sr
SN-64		0.64			Sr
SN-116		0.53			
SN-76		0.75		1.71	
SN-65		0.54		136.04	
SN-121	<2>	1.16		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-113		0.65			
SS-20		1.15		3.04	
SN-55		0.78			
<b>Sr</b>					
SS-19		0.88		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.97		76.51	
SN-119		1.07		76.80	Au+Mo
SN-104		0.78		305.83	
SS-15		1.12		152.95	Au+Mo+Zn
SN-121		0.69		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-63		0.46		545.02	Sr
SN-127		0.71		4.97	Bi+Co+Ni
SN-91		0.72		521.12	
SN-129		0.72			Bi+Co+Ni
SN-114		0.61		5.76	
SN-38		0.63			
SN-100		0.65		4.47	
SN-89		0.96		270.65	
SN-128		0.71			As+Ba+Fe+Mn+Sb+V+W

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

Factor Element	Anomaly	EI	Pn	Sum(1/P.N)	Paragenesis
<b>Ba</b>					
SS-19	<2>	1.08		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		1.00		76.51	
SN-119		0.93		76.80	Au+Mo
SN-104		1.03		305.83	
SS-15		0.91		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.53			Sr
SN-50		0.52			Sr
SN-64		0.58			Sr
SN-116		0.60			
SN-121	<1>	1.11		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-65		0.60		136.04	
SN-76		0.95		1.71	
SN-113		0.70			
SN-55		0.72			
SN-38		1.00			
<b>Fe</b>					
SS-19		1.02		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.65		76.51	
SN-119		0.92		76.80	Au+Mo
SN-104		1.10		305.83	
SS-15		0.97		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.67			Sr
SN-50		0.65			Sr
SN-64		0.77			Sr
SN-116		0.42			
SN-76		0.87		1.71	
SN-113		0.51			
SN-121	<1>	1.18		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-65		0.82		136.04	
SN-95		0.53			
SN-38		1.07			
<b>As</b>					
SS-19		0.75		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.83		76.51	
SN-119		0.86		76.80	Au+Mo
SN-104		1.13		305.83	
SS-15		0.97		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.58			Sr
SN-50		0.56			Sr
SN-64		0.58			Sr
SN-116		0.47			
SN-76		0.71		1.71	
SN-121		1.12		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-65		0.79		136.04	
SN-113		0.56			
SN-38		1.07			
SS-20		1.10		3.04	

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

Factor Element	Anomaly	Ei	Pn	Sum(1/P.N)	Paragenesis
<b>Sb</b>					
SS-19		0.99		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.91		76.51	
SN-119		0.95		76.80	Au+Mo
SN-104		1.09		305.83	
SS-15		1.10		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.60			Sr
SN-50		0.46			Sr
SN-64		0.55			Sr
SN-116		0.49			
SN-76		0.78		1.71	
SN-121	<2>	1.19		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-65		0.77		136.04	
SN-113		0.59			
SN-55		0.66			
SN-38		1.03			
<b>Bi</b>					
SS-19		1.00		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.73		76.51	
SN-119		1.04		76.80	Au+Mo
SN-104		0.93		305.83	
SS-15		1.10		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.38			Sr
SN-50		0.42			Sr
SN-64		0.38			Sr
SN-116		0.46			
SN-113		0.39			
SN-76		0.67		1.71	
SN-65		0.68		136.04	
SN-55		0.60			
SN-95		0.50			
SN-121	<1>	1.24		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
<b>Hg</b>					
SS-19	<2>	1.39	13.07	171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.70		76.51	
SN-119		1.14		76.80	Au+Mo
SN-104		1.13		305.83	
SS-15		0.97		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.85			Sr
SN-121		0.57		9.82	Ba+Bi+Cr+Fe+Sb
SN-50		0.88			Sr
SN-127		0.87		4.97	Bi+Co+Ni
SN-63		1.00		545.02	Sr
SN-64		0.77			Sr
SN-91		1.13		521.12	
SN-129	<2>	1.28			Bi+Co+Ni
SN-114		0.63		5.76	
SN-122		0.61		1.74	Co+Ni+Pb+W

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

Factor Element	Anomaly	Ei	Pn	Sum(1/P.N)	Paragenesis
<b>W</b>					
SS-19		1.28		171.09	Au+Ag+Mo+Pb+Sn+Zn
SN-124		0.66		76.51	
SN-119		1.00		76.80	Au+Mo
SN-104		0.95		305.83	
SS-15		0.92		152.95	Au+Mo+Zn
SN-71		0.40			Sr
SN-50		0.70			Sr
SN-64		0.50			Sr
SN-116		0.36			
SN-113		0.39			
SN-65		0.80		136.04	
SN-76		0.82		1.71	
SN-95		0.45			
SN-55		0.80			
SN-38		0.80			
<b>Au</b>					
SN-104		0.88		305.83	
SN-71		0.41			Sr
SN-50		0.36			Sr
SN-64		0.39			Sr
SN-65		0.44		136.04	
SN-55		0.39			
SS-28		0.34			Co+Ni+Pb+W+Ba+Cr+Fe+V+Sb
SN-70		0.39			Sb
SS-22		0.39			As+V
SN-68		0.39		1.88	
SS-27		0.39			
SN-62		0.46			W
SN-110		0.53		97.98	
SN-63		1.00		545.02	Sr
SN-32		0.39			



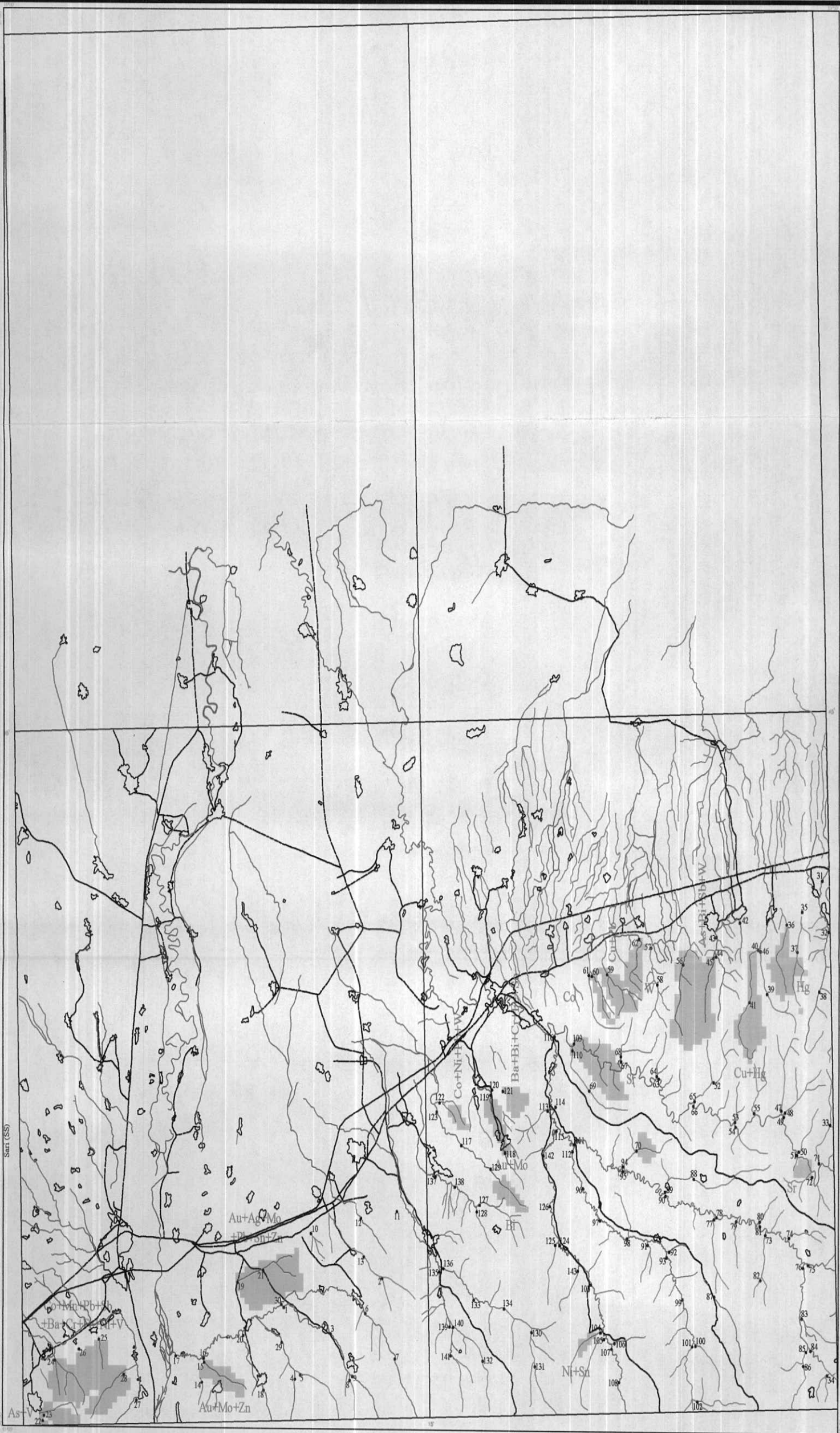


Fig. 6-14 : Top One Percent Area of Raw Data in Sari 1:100,000 Sheet





Fig. 6-15 : Top One Percent Area of E.I. of Data in Sari 1:100,000 Sheet



Fig. 6-16 : Top One Percent Area of PCA , EI Data in Sari 1:100,000 Sheet



Fig. 6-17 : Distribution Map of I(PN) of Data in Sari 1:100,000 Sheet



10000 m 5000 0





Fig. 6-18 : Distribution Map of Correspondence Analysis Result  
in Sari 1:100,000 Sheet



## فصل هفتم

### فاز کنترل آنومالهای ژئوشیمیایی

#### ۱- مقدمه

در بررسیهای اکتشافی در مقیاس ناحیه‌ای که به منظور کشف هاله‌های ثانویه کانسارها انجام می‌پذیرد. معمولاً ابتدا منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی قرار می‌گیرد. این عملیات منجر به کشف آنومالی‌های ظاهری در محیط‌های ثانوی می‌گردد. از آنجا که در روشهای ژئوشیمیایی هر عنصر مستقیماً مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد، توجهی به فاز پیدایش آن نمی‌شود. از این رو هاله‌های ثانوی کشف شده نمی‌توانند همیشه معرف کانی‌سازی باشند. بنابراین برای تمیز آنومالی واقعی که در ارتباط با پدیده‌های کانی‌سازی می‌باشند، از انواع دیگر که معمولاً در ارتباط با پدیده‌های سنگ‌زایی هستند باید از روشهای متعددی استفاده کرد که شامل بررسی مناطق دگرسان شده، زون‌های مینرالیزه احتمالی، سیستم‌های پلمبینگ و بالاخره مطالعه نمونه‌های کانی سنگین در محدوده آنومالی‌های مقدماتی است. در بین روشهای مختلف فوق مطالعات کانی سنگین به عنوان روشی که در آن فاز پیدایش یک عنصر مورد مطالعه قرار می‌گیرد، می‌تواند 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 می‌آید، می‌توان هاله‌های ثانوی را به دو نوع تقسیم نمود:

#### ۱- هاله‌های ثانوی مرتبط با کانی‌سازی

#### ۲- هاله‌های ثانوی مرتبط با پدیده‌های سنگ‌زایی

در حالت اول کانی‌های مستقل یک عنصر معمولاً در جزء سنگین (بصورت فاز مستقل) یافت می‌شود. 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. هاله‌های ژئوشیمیایی ثانوی می‌تواند بمراتب بزرگتر از هاله کانی سنگین مربوط به همان عنصر باشد. بدین لحاظ برداشت نمونه‌های کانی سنگین در محدوده هاله‌های ژئوشیمیایی، می‌تواند مفید واقع شود. در این پروژه برداشت نمونه‌های کانی سنگین بعنوان روشی برای کنترل آنومالی‌ها و جدا کردن انواع مرتبط با کانی‌سازی از سایر انواع، صورت پذیرفته است.

#### ۲- ردیابهای کانی سنگین

ارزش مشاهدات مربوط به کانی‌های سنگین ردیاب، بدان جهت که اغلب این کانی‌ها جزء کانی‌های فرعی سازنده سنگ هستند و ممکن است در مناطق غیر کانی‌سازی نیز یافت شوند، به اندازه عناصر



ردیاب نمی‌باشد ولی می‌تواند به عنوان معرفی برای حضور محیط و سنگ مناسب که احتمال وقوع کانی‌سازی در آن هست بکار رود؛ در زیر به عنوان مثال چند مورد ذکر می‌شود:

۱- طلا: حضور طلا در بخش تغلیظ یافته کانی سنگین می‌تواند دلالت بر وجود مناطق امید بخش باشد و در تعیین مناطق امید بخش مؤثر واقع شود ولی نبود آن به علت خطای زیاد وابسته به نمونه برداری و آنالیز این روش ممکن است نتیجه عکس نداشته باشد. در نهشته‌های اپی ترمال دانه‌ریز به ندرت ممکن است طلا در نمونه تغلیظ شده کانی سنگین معمولی یافت شود. در صورت پیدایش و همراهی آن با سینابر و استیپیت، اهمیت منطقه اکتشافی دو چندان می‌شود.

۲- باریت: باریت بصورت گانگ در بسیاری از کانسارهای فلزات پایه وجود دارد. وجود آن در بخش تغلیظ یافته کانی سنگین، دلالت بر وجود احتمالی چنین نهشته‌هایی است. از آنجا که هاله‌های آن نسبتاً وسیع است، می‌تواند بسیار مفید واقع شود. این کانی در کانسارهای تیپ ماسیوسولفاید با میزبان شیلی، به وفور یافت می‌شود. ممکن است وجود آن معرف وجود کانی‌سازی باریت لایه‌ای و یا رگه‌ای باشد.

۳- تورمالین: این کانی ممکن است در سنگ‌های مختلفی شامل سنگ‌های ماگمایی، متامورفیک، رسوبی تخریبی و به صورت محصولات آلتراسیون هیدروترمال یافت شود. پیدایش تورمالین در بعضی از مجموعه‌های پاراژنری مانند مولیبدنیت، ارسنوپیریت و فلوئورین می‌تواند به تعیین دقیق‌تر مناطق امید بخش کمک نماید. شواهد چندی نشان داده است که تورمالین‌های غنی از Mg می‌تواند به عنوان ردیاب کانسارهای تیپ ماسیوسولفایدی بکار رود.

### ۳- بزرگی هاله‌های کانی سنگین

عوامل مؤثر در توسعه هاله‌های کانی سنگین (بطرف پایین دست) تابع عوامل زیر است:

- ۱- ترکیب و بزرگی رخنمون در ناحیه منبع
- ۲- تغییرات شیمیایی که در ناحیه منبع رخ می‌دهد: بعضی از کانی‌ها در مقابل فرسایش شیمیایی مقاوم و بعضی نامقاومند. این امر در خرد شدن کانی‌ها و مسافت حمل و نقل آنها بسیار مؤثر است.
- ۳- خواص مکانیکی کانی‌ها و تغییرات مکانیکی در محیط انتقال و رسوب گذاری: بعضی از کانی‌ها در مقابل فرسایش مکانیکی مقاوم و بعضی نامقاوم بوده و خرد می‌شوند. تعدادی از این عوامل بستگی به شرایط آب و هوایی و ژئومورفولوژی محیط دارد. بدین جهت مسافت‌های حمل و نقل گزارش شده برای کانی‌های مختلف متفاوت می‌باشد. برای مثال در مورد طلا و لفرامیت هاله‌های 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 کانی‌های سنگین در رسوبات در یک کیلومتر اول مسیر تا ۹۰ درصد کاهش یابد. بنابراین بهتر است محل نمونه‌های کانی سنگین نسبت به منبع احتمالی

آن چندان دور نباشد. در این پروژه انتخاب محل نمونه‌های کانی سنگین بنحوی صورت گرفته است که حتی الامکان کانی‌سازی‌های احتمالی موجود در منطقه در این نمونه‌ها منعکس گردند.

#### ۴- نمونه برداری کانی سنگین، زون‌های منیرالیزه و آلتزه احتمالی

برای برگه ۰۰۰، ۱:۱۰۰ ساری، در محدوده آنومالی‌های ژئوشیمیایی اقدام به برداشت و مطالعه ۳۲ نمونه کانی سنگین در محدوده آنومالی‌های مقدماتی گردیده است. نقشه شماره ۱ محل نمونه‌های کانی سنگین را برای برگه ۰۰۰، ۱:۱۰۰ ساری نشان می‌دهد. داده‌های خام کانی سنگین (تبدیل شده به ppm) بر روی لوح فشرده<sup>۱</sup> همراه گزارش آورده شده است.

#### ۴-۱- نکاتی در مورد محل، چگالی و وزن نمونه‌های کانی سنگین

برای اکتشافات ناحیه‌ای (کوچک مقیاس) که در آن برداشت کانی سنگین به عنوان یک روش اکتشافی مستقل استفاده می‌شود رودخانه‌های بزرگ با حوضه آبریز وسیع مناسب‌تر هستند، زیرا محدودیت تعداد نمونه در آنها برطرف می‌گردد. ولی در این پروژه با توجه به اینکه برداشت نمونه‌های کانی سنگین جهت کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی صورت گرفته است، این نمونه‌ها حوضه‌های آبریز کوچکی را پوشش می‌دهند.

هر نمونه کانی سنگین از چند محل که احتمال تمرکز کانی سنگین در آن بیشتر بوده (تله کانی سنگین) برداشت شده است. در چنین مکان‌هایی ذرات شن و یا ماسه بیشتر حضور دارند. در مناطقی که نسبتاً مرتفع و برف‌گیر و در نتیجه فرسایش شیمیایی شدیدتر بوده، بیدایش چنین محل‌هایی کمتر بوده و در نتیجه نمونه‌های کانی سنگین با وزن بیشتر از بخش ماسه‌ای - سیلتی - رسی برداشت گردیده است. در محیط‌های جنگلی نیز بعلت ضخامت زیاد هوموس و فرسایش زیاد سعی به برداشت نمونه‌های بین ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم از رسوبات رودخانه گردیده است و در آخر در مناطقی هم که رسوبات قابل سرند کردن نبوده است، نمونه‌های ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرمی 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 زون‌های آنومالی ژئوشیمیایی مقدماتی بوده است، بزرگی هاله پراکندگی ژئوشیمیایی از قبل مشخص شده و در نتیجه نمونه‌های کانی سنگین متعلق به هر برگه ۰۰۰، ۱:۵۰ در چنین زون‌هایی 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 آنومالی‌های ژئوشیمیایی و نیز تعداد عناصر در پاراژنز ژئوشیمیایی نیز در این تقسیم بندی مؤثر واقع شده است. تحت شرایط یکسان از مساحت

1) Compact Disk

حوضه‌های آبریز، اولویت بیشتر به حوضه‌های آبریزی داده شده است که شدت آنومالی ژئوشیمیایی آن بیشتر بوده و با تعداد عناصر در پاراژنز ژئوشیمیایی بیشتر بوده است. وزن نمونه کانی سنگین بسته به هدف مورد نظر تغییر می‌کند. در این پروژه در شرایط مساعد آن مقدار از رسوب رودخانه که لازم است برداشت شود تا پس از الک کردن (زیر آب) حدود ۲ لیتر از جزء ۲۰- مش حاصل گردد، برداشت شده و در محل الک گردیده است. این الک کردن اولیه در روی زمین موجب کاهش وزن نمونه (حدود ۴ کیلو) و سهولت حمل و نقل و شستشوی آن می‌گردد. اما با توجه به شرایط جنگلی و نوع سنگهای منطقه معمولاً الک کردن نمونه وقت بسیار زیادی را می‌گیرد، لذا در این موارد نمونه‌ای الک نشده و به وزن حدود ۳۰ کیلوگرم برداشت و به کمپ حمل شده است.

#### ۲-۴- معرفی مناطق آنومال و نمونه‌های برداشت شده کانی سنگین و مینرالیزه

در بخش حاضر به تشریح مناطق آنومال ژئوشیمیایی در برگه ۰۰۰، ۱:۱۰۰ ساری می‌پردازیم و در هر آنومالی در صورتی که نمونه مینرالیزه یا کانی سنگین و... برداشت شده باشد، شماره و مشخصات لازم نمونه‌ها 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

محدوده این آنومالی در برگه ۰۰۰، ۱:۵۰ نکاء در جنوب روستاهای کوهستان و تروجن واقع شده است. واحدهای سنگی این منطقه عبارتند از: سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک (ژوراسیک) و رسوبات لسی کواترنر. نمونه‌های ژئوشیمیایی با شماره‌های 32, 36, 37, 40 آنومالی عناصر Pb, Co, Au, Mn, Sr و Bi, Cu, Hg را در این منطقه معرفی می‌کند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 32, 36, 37 و 40 در فاز کنترل این آنومالی برداشت گردید که نسبت به کانیهای مینریت، باریت، گوتیت، پیریت، هماتیت، لوکوکسن، سرب آزاد و لیمونیت آنومال می‌باشند.

#### آنومالی شماره ۲

محدوده مربوط به این منطقه آنومال در برگه ۰۰۰، ۱:۵۰ نکاء و در جنوب روستای رستم کلا در میان واحدهای سنگی شامل سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک (ژوراسیک) و رسوبات لسی کواترنر واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمیایی با شماره‌های 44, 45 و 56 آنومالی عناصر W و Hg, Sb, Bi, As و همچنین آنومالی درجه ۲ عنصر طلا را در این محدوده معرفی می‌کنند. نمونه‌های کانی سنگین به شماره‌های 45 و 56 از این منطقه برداشت گردیده‌اند که در برگرنده کانیهای باریت، گوتیت، هماتیت، لیمونیت، لوکوکسن، پیریت، مارکاسیت و سرب آزاد درحد آنومال می‌باشند.

### آنومالی شماره ۳

محدوده این آنومالی در برگه ۵۰،۰۰۰:۱ نکاء در منطقه جنوبی روستای کمیشان و کلت در میان واحدهای سنگی شامل سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک (ژوراسیک) و رسوبات لسی کواترنر قرار گرفته است. نمونه‌های ژئوشیمیایی با شماره‌های 60، 62، 59 و 61 نسبت به عناصر Bi, Fe, Cr, Pb, Co, W است. Ni غنی شدگی نشان داده‌اند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 59 و 62 نیز حاوی کانیهای مختلفی می‌باشند که از این میان مقادیر کانیهای هماتیت، لوکوکسن، لیمونیت، منیتیت، گالن، پیریت، آندالوزیت، سرب آزاد و بروکیت در حد آنومالی می‌باشند. همچنین مقادیر قابل توجهی مالاکیت و بیشترین مقدار آزوریت در میان نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در این منطقه گزارش گردیده است.

### آنومالی شماره ۴

این آنومالی در برگه ۵۰،۰۰۰:۱ نکاء در محدوده روستای جام‌خانه در میان واحدهای سنگی شامل کنگلومرا، مارن، مارن سیلتی (باسن پلیوسن)، ماسه سنگ آهکی و سنگ آهک ماسه‌ای (باسن میوسن) واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمیایی با شماره‌های 122، 138، 123، 117، 127، 129 که از این منطقه برداشت شده‌اند آنومالی عناصر Ba, Ag, W, Pb, Sr, Co, Bi و آنومالی درجه ۲ عنصر طلا را معرفی کرده‌اند. چهار نمونه کانی سنگین با شماره‌های 122، 117، 129 و 127 نیز از این محدوده برداشت گردید که نسبت به کانیهای باریت، پیریت اکسیده، گوتیت، هماتیت، لوکوکسن، منیتیت، اولیژیست، پیریت، مالاکیت، آزوریت، لیمونیت، مارکاسیت و مس آزاد در حد آنومالی می‌باشند. نمونه کانی سنگین با شماره 117 حاوی مقادیر بسیار زیادی از کانیهای کلریت و آندالوزیت می‌باشد.

### آنومالی شماره ۵

محدوده این آنومالی در برگه ۵۰،۰۰۰:۱ نکاء در دره روستای قلعه سر در میان واحدهای سنگی شامل کنگلومرا، مارن و مارن سیلتی (باسن پلیوسن) واقع شده است. نمونه‌های ژئوشیمیایی با شماره‌های 118، 119 و 121 آنومالی عناصر Hg, Cr, Bi, Ba, Mo, Au را در این منطقه معرفی می‌کنند. یک نمونه کانی سنگین به شماره 119 در فاز کنترل این آنومالی برداشت شد که حاوی مقادیری از کانیهای طلا، پیریت اکسیده، باریت، منیتیت، لیمونیت، ژاروسیت، هماتیت و اوریمنت می‌باشند.

### آنومالی شماره ۶

این آنومالی در برگه ۵۰،۰۰۰:۱ نکاء در محدوده شرق روستای بالازرن‌دین و دره آب معدنی گرمز واقع شده است. واحدهای سنگی این منطقه عبارتند از: سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک (ژوراسیک). نمونه‌های ژئوشیمیایی با شماره‌های 94 و 70 آنومالی عناصر Hg, Mo, Sn را در این منطقه معرفی می‌کنند. همچنین مقادیر قابل توجهی مالاکیت و بیشترین مقدار آزوریت در میان نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در این منطقه گزارش گردیده است.

(ژوراسیک)، نمونه‌های ژئوشیمیایی با شماره‌های 94 و 70 آنومالی عناصر Hg, Mo, Sn و آنومالی درجه ۲ عناصر Sb, As, Bi, W, Cr, Fe, V, Ni, Co, Mn را در این منطقه معرفی می‌کنند. دو نمونه کانی سنگین با شماره‌های 70 و 94 از این محدوده برداشت گردید که حاوی کانیهای طلا، پیریت، هماتیت، باریت، گوتیت، گالن، مس آزاد، لوکوکسن، لیمونیت، منیتیت و پیریت اکسیده می‌باشند. (نمونه کانی سنگین H-94 حاوی بیشترین مقدار کانی طلا در بین نمونه‌ها می‌باشد).

#### آنومالی شماره ۷

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ نکاء در منطقه جنوبی روستای داراب کلا و در میان واحدهای سنگی شامل کنگلومرا، مارن، مارن سیلتی (پلیوسن)، ماسه سنگ آهکی و سنگ آهک ماسه‌ای (مربوط به میوسن) قرار گرفته است. نمونه‌های ژئوشیمیایی با شماره‌های 136، 135، 133، 134، 139، 140 و 141 از این محدوده برداشت شده‌اند که نسبت به عناصر Mo, Fe, Cu, Cr, V, As, W آنومال می‌باشند. نمونه‌های کانی سنگین با شماره‌های 136، 134، 139، 140 از این محدوده برداشت گردیده‌اند که حاوی مقادیر معتناهی از کانیهای هماتیت، منیتیت، گوتیت، پیریت اکسیده، پیریت، لیمونیت، گالن و مارکاسیت می‌باشند. لازم به ذکر است بالاترین مقدار کانیهای مالاکیت و باریت و همچنین مقادیر معتناهی از کانیهای سلسیتن، آپاتیت، آندالوزیت، کرومیت و گارنت در میان این نمونه‌ها گزارش شده است.

#### آنومالی شماره ۸

محدوده مربوط به این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ نکاء در منطقه جنوبی روستای کوهساکنده در میان رخنمون‌های سنگی شامل مارن، ماسه سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه‌ای و کنگلومرا (میوسن) واقع شده است. نمونه ژئوشیمی با شماره 104 آنومالی عناصر Ni, Mo, Sn, Ag و آنومالی درجه ۲ عناصر Co, V, Fe, Cr را در این منطقه معرفی می‌کند. نمونه کانی سنگین با شماره 104 نیز حاوی مقادیری از کانیهای باریت، منیتیت، لوکوکسن، هماتیت، لیمونیت و مالاکیت می‌باشد.

#### آنومالی شماره ۹

این آنومالی در برگه ۱:۵۰,۰۰۰ ساری در منطقه شرق آب بندان سر، بعد از بیمارستان معلولین ساری در میان واحدهای سنگی شامل کنگلومرا، مارن و مارن سیلتی (پلیوسن) واقع گردیده است. نمونه ژئوشیمیایی با شماره‌های 19 آنومالی عناصر Hg, Au, Ag, Mo, Pb, Sn, Sb, Fe, Cr و Zn را در این منطقه معرفی می‌کند. یک نمونه کانی سنگین به شماره 19 از این محدوده برداشت گردید که حاوی مقادیری از کانیهای باریت، هماتیت، لوکوکسن، لیمونیت، منیتیت، فلوریت و مارکاسیت و همچنین مقادیر معتناهی از کانیهای آمفیبول و بیوتیت می‌باشد.



### آنومالی شماره ۱۰

این آنومالی در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ ساری در دره روستای مرمت در میان رخنمونهای لیتولوژیکی شامل کنگلومرا، مارن و مارن سیلتی (پلیوسن) واقع شده است. نمونه های ژئوشیمیایی با شماره های 15, 20 آنومالی عناصر Ni, Cu, Bi, Zn, Mo, Au و Sb را در این منطقه معرفی می کند. نمونه کانی سنگین با شماره 15 حاوی کانیهای باریت، منیتیت، هماتیت، لوکوکسن، لیمونیت، پیریت، سرب آزاد و مارکاسیت می باشد. همچنین مقادیر قابل ملاحظه ای از کانیهای آمفیبولیت و بیوتیت را در بر دارد.

### آنومالی شماره ۱۱

محدوده این آنومالی در گوشه جنوب غربی برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ ساری در جنوب ساری و محدوده روستاهای تلویاغ و بالادزا و آهو دشت در میان واحدهای سنگی شامل کنگلومرا، مارن و مارن سیلتی (پلیوسن) قرار گرفته است. نمونه های ژئوشیمیایی با شماره های 25, 23, 24, 26 و 28 آنومالی عناصر V, Ni, Fe, Cr, Ba, Sb, Sn, Pb, Mn, Co, Zn, As, Au کانی سنگین با شماره 26, 27 از این محدوده برداشت شد که حاوی کانیهای باریت، اولیژیست، منیتیت، هماتیت، لیمونیت، طلا، گالن، پیریت، سرب آزاد و کوپریت می باشد. همچنین بالاترین مقدار کانیهای مس آزاد و لوکوکسن و مقادیر قابل توجهی از کانیهای آمفیبولیت، بیوتیت، آناتاز و اپیدوت در میان این نمونه ها گزارش شده است.

### آنومالی شماره ۱۲

محدوده این آنومالی در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ نکاء در جنوب روستای چلمردی و در میان رخنمونهای لیتولوژیکی شامل مارن، ماسه سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه ای و کنگلومرا (میوسن) قرار گرفته است. نمونه های ژئوشیمیایی 91, 124 آنومالی عناصر As, Bi, W و آنومالی درجه ۲ عناصر Sb, Au, Mn, Cr, Fe, Ni, V, Co را در منطقه معرفی می کنند. نمونه های کانی سنگین با شماره های 124, 91 از این منطقه برداشت شده است که نسبت به کانیهای لیمونیت، لوکوکسن، هماتیت، پیریت اکسیده، اولیژیست، منیتیت باریت و پیریت غنی شدگی دارند.

### آنومالی شماره ۱۳

این آنومالی در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ نکاء در محدوده روستای سه کیله و در میان واحدهای سنگی شامل مارن، ماسه سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه ای و کنگلومرا (میوسن) قرار گرفته است. نمونه های ژئوشیمیایی 88, 89 آنومالی عناصر Ag, Pb, Zn, As, Sb, Bi, W, Cr, Fe, Ni, V, Co, Cu و آنومالی درجه ۲ عناصر Au, Mn, Hg را در منطقه معرفی می کنند. نمونه های کانی سنگین با شماره های 88, 89 از این منطقه

برداشت شد که نسبت به کانیهای پیریت اکسیده، هماتیت، لوکوکسن، لیمونیت، منیتیت، گالن و پیریت غنی شدگی نشان داده اند. و همچنین حاوی مقادیر قابل ملاحظه ای آمفیبولیت، گوتیت و آپاتیت می باشند.

#### آنومالی شماره ۱۴

محدوده این آنومالی در برگه ۵۰،۰۰۰:۱ نکاء در دره روستای درویش خیلک قرار گرفته است. واحدهای سنگی این منطقه عبارتند از: مارن، ماسه سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه‌ای و کنگلومرا (میوسن) نمونه ژئوشیمیایی 74 آنومالی درجه ۲ عناصر Mo, Sn را در این منطقه معرفی کرده است. نمونه کانی سنگین با شماره 74 نیز از این محدوده برداشت شده است که حاوی کانیهای هماتیت، لوکوکسن، لیمونیت، منیتیت، پیریت اکسیده، گالن، پیریت و سرب آزاد و همچنین مقادیر بالایی از کانیهای گوتیت و آپاتیت می باشد.

#### آنومالی شماره ۱۵

محدوده این آنومالی در برگه ۵۰،۰۰۰:۱ نکاء در شمال روستای ملاخیل و در میان واحدهای سنگی شامل مارن، ماسه سنگ آهکی، سنگ آهک ماسه‌ای و کنگلومرا (میوسن) قرار گرفته است. نمونه های ژئوشیمیایی 84,34 آنومالی عناصر Hg, Co را در این محدوده نشان داده اند. نمونه کانی سنگین با شماره 84 از این محدوده برداشت شده است که دربرگیرنده مقادیر بالایی از کانی های پیریت اکسیده، گوتیت آمفیبولیت، لیمونیت، سلاستین و ملاکیت و مقادیری از کانیهای منیتیت و هماتیت می باشد.

## ۵- پردازش داده‌های کانی سنگین

### ۱-۵- رسم هیستوگرام‌ها

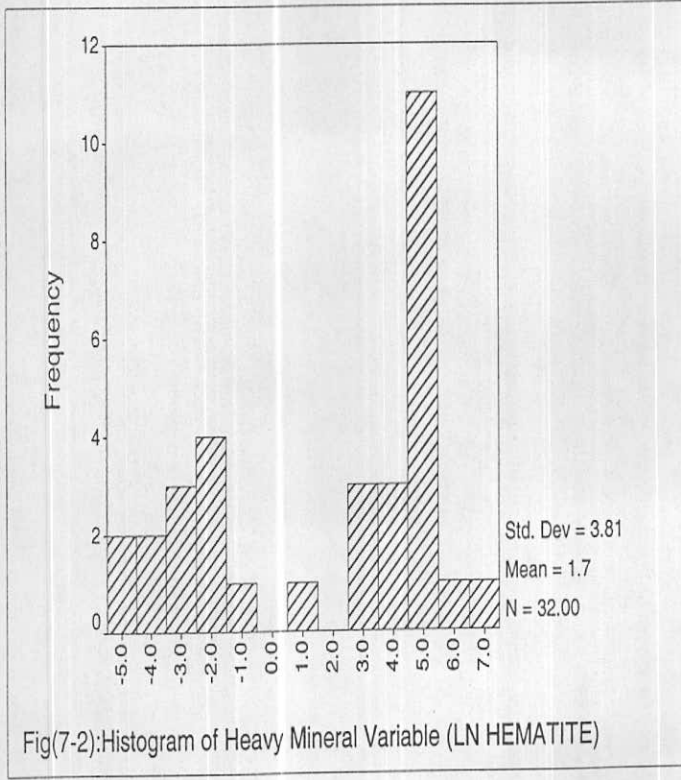
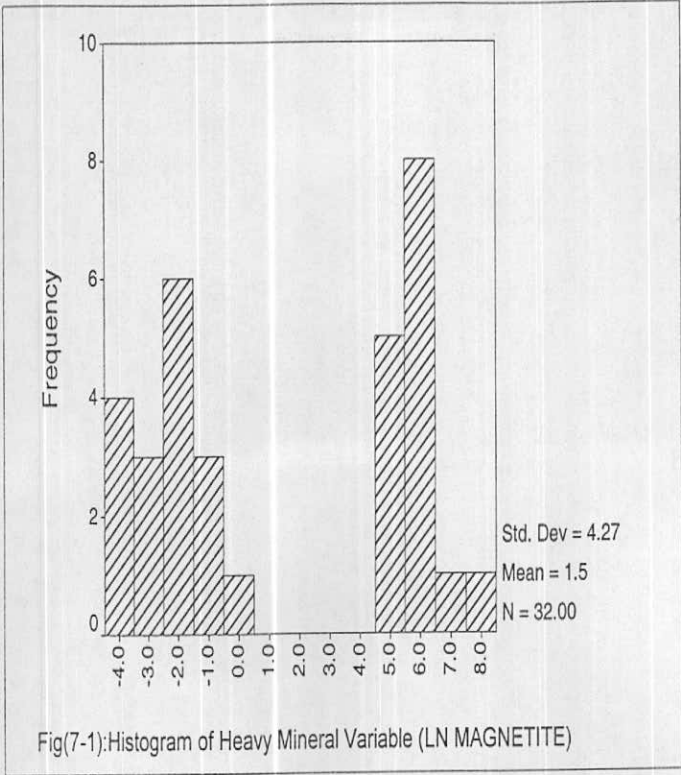
در جوامع کانی سنگین مورد مطالعه بعضی متغیرها دارای تعداد مشاهدات بسیار کم (متغیرهایی که دارای یک یا دو مشاهده هستند) بوده و در برخی دیگر نیز که دارای تعداد مشاهدات کافی می‌باشند، بدلیل کیفی بودن بررسی‌ها (اکثراً Pts)، این مشاهدات یکسان در نظر گرفته شده (با تقریب) و در پی این امر هیستوگرام این متغیر به صورت تک‌ستونی در می‌آید که از لحاظ آماری فاقد ارزش جهت بررسی می‌باشد. لذا تنها برای متغیرهای فاقد مشکلات فوق اقدام به رسم هیستوگرام شده که می‌توان آنها را در اشکال ۱-۷ الی ۲۴-۷ مشاهده نمود. (داده‌های خام بر روی CD آورده شده است).

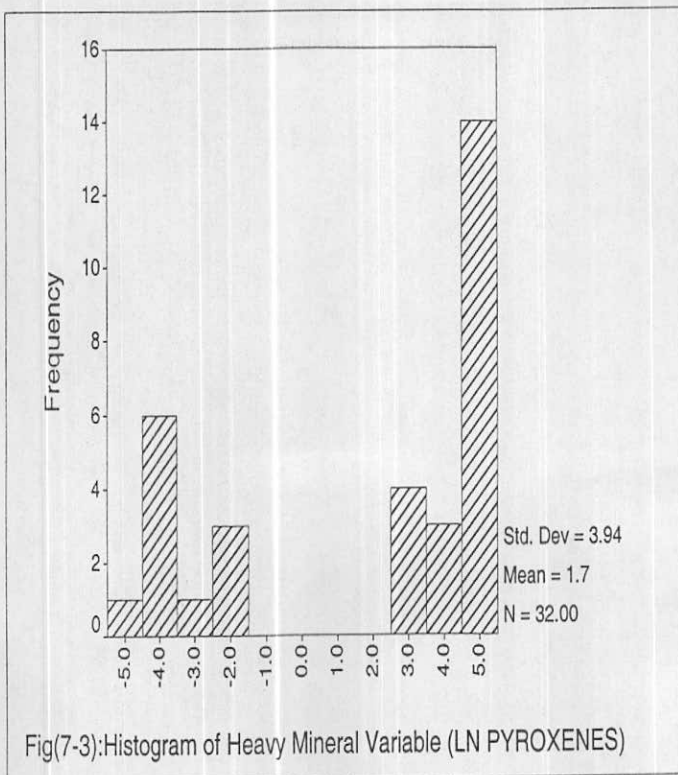
جهت رسم این هیستوگرام‌ها از لگاریتم طبیعی مقادیر مشاهده شده استفاده شد.

برخی متغیرهای کانی سنگین دارای خصلت دومی هستند. منیثیت، هماتیت، لیمونیت، پروکسن و آمفیبول ویژگی دو مدی را به خوبی در خود نشان می‌دهند. در مورد کانی‌های سنگ ساز این چند جامعه بودن مرتبط با تغییرات لیتولوژی است در حالی که در مورد منیثیت، هماتیت و لیمونیت این تغییرات محتملاً مرتبط با وجود مناطق آنومال از منیثیت، هماتیت و لیمونیت در برگه می‌باشد.

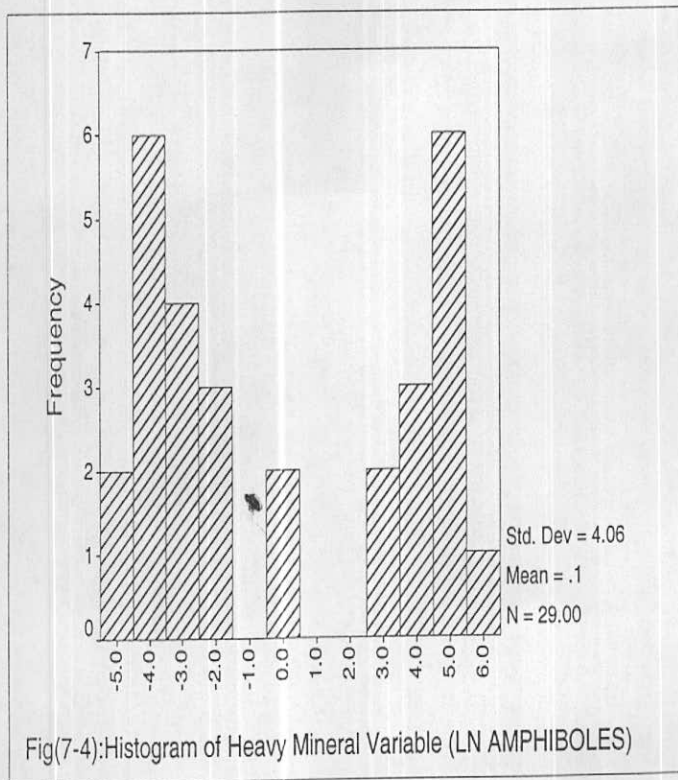
در مطالعات نمونه‌های کانی سنگین برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ساری، بعلت اینکه تعداد نمونه‌ها در حد کافی برای پردازشهای آماری نبوده است و همه این نمونه‌ها نیز حاوی کانی‌های بارزش نبوده است. در نتیجه در این مورد آنالیز کلاستر برای نمونه‌ها صورت نگرفته است.

تمام نمونه‌های کانی سنگین و مقادیر کانی‌های مشاهده شده در آنها در سه نقشه جداگانه بصورت نقشه‌های نمادین آورده شده است. (آلبوم نقشه‌ها، نقشه‌های ۱۴، ۱۳ و ۱۵)



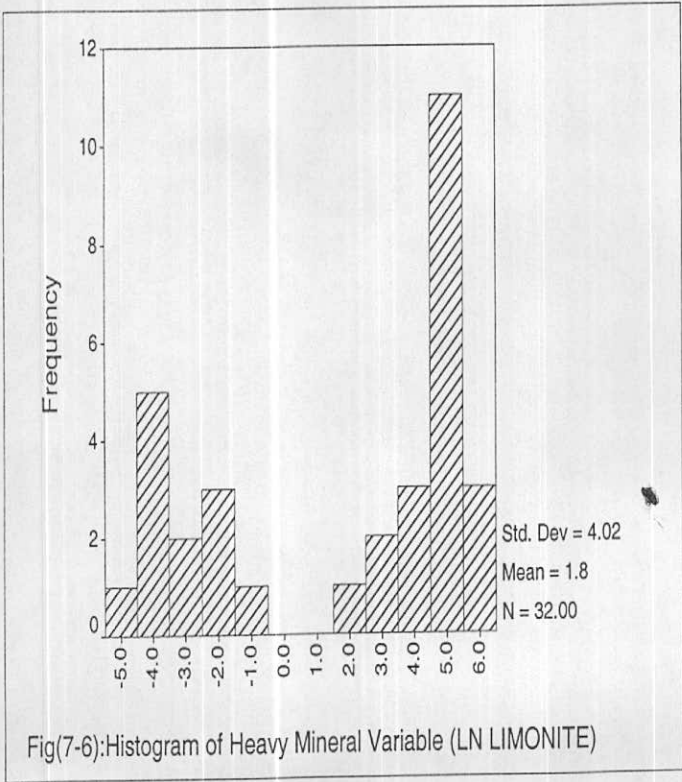
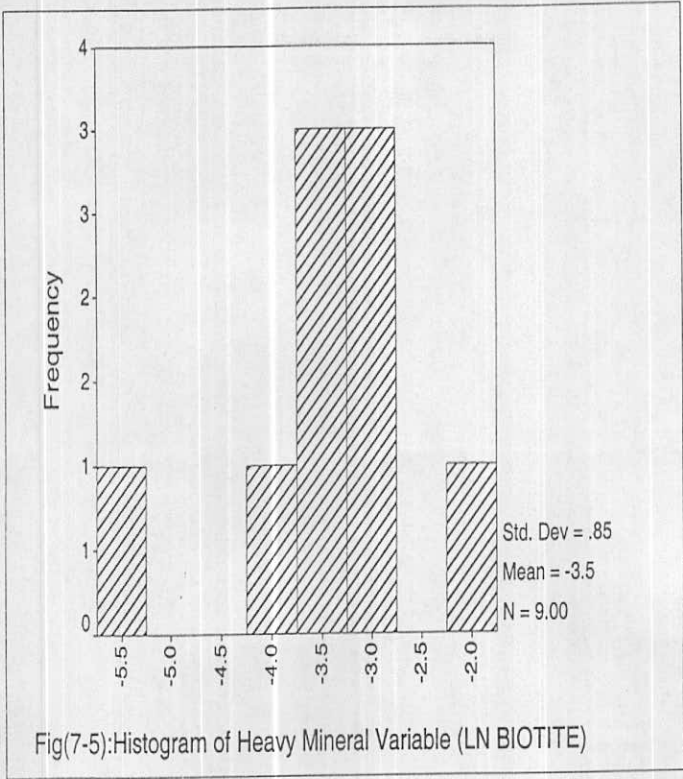


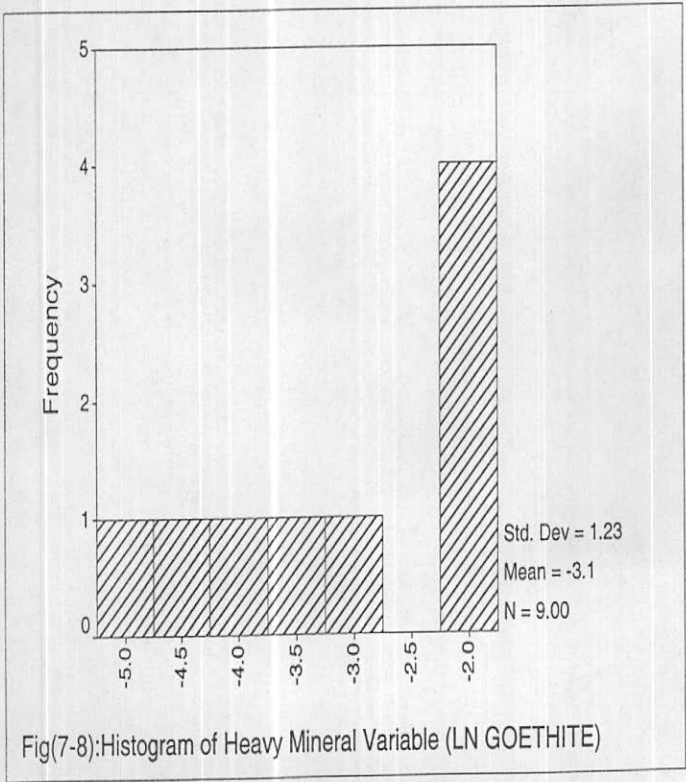
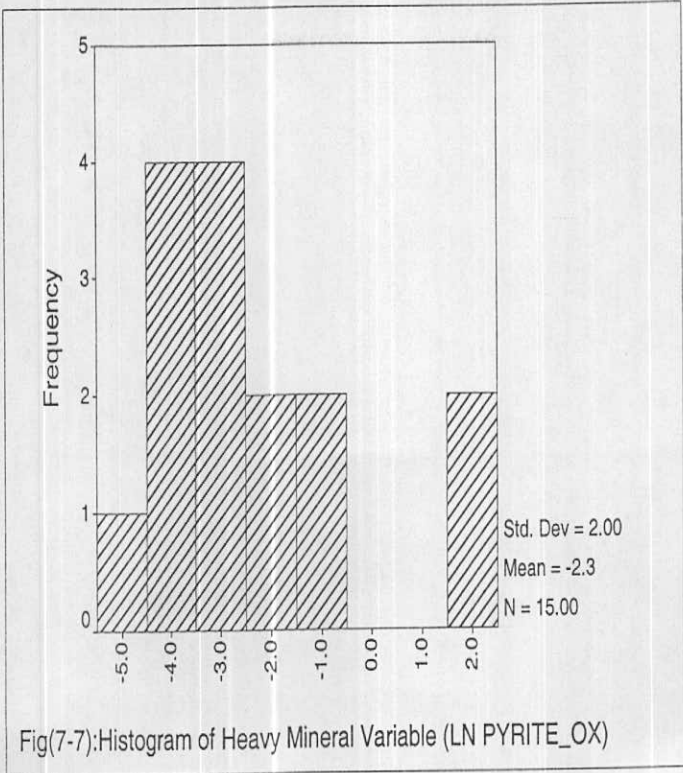
Fig(7-3):Histogram of Heavy Mineral Variable (LN PYROXENES)

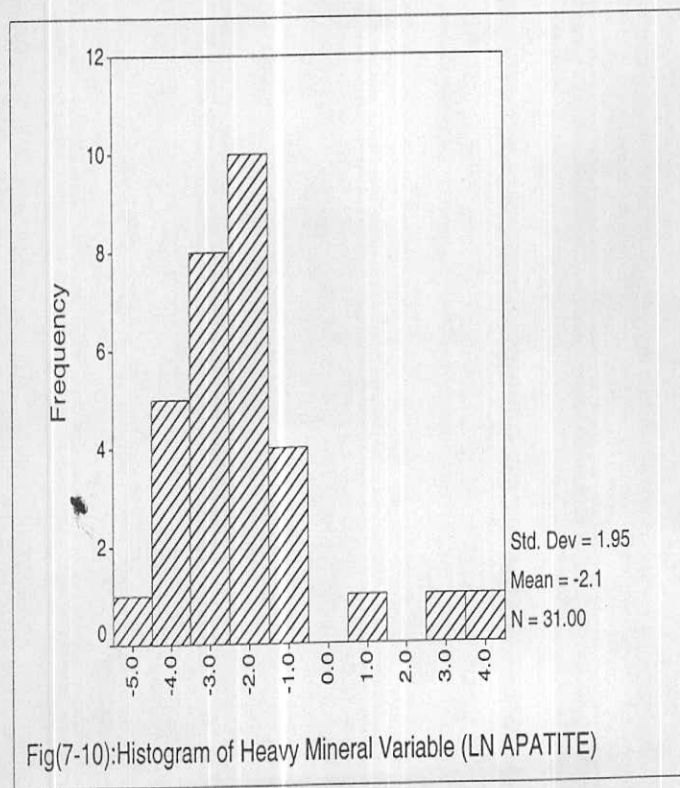
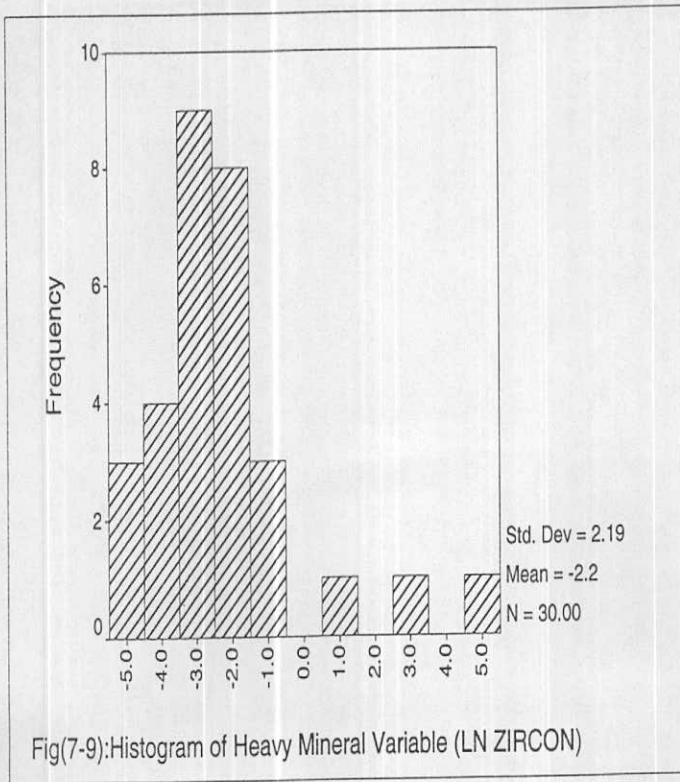


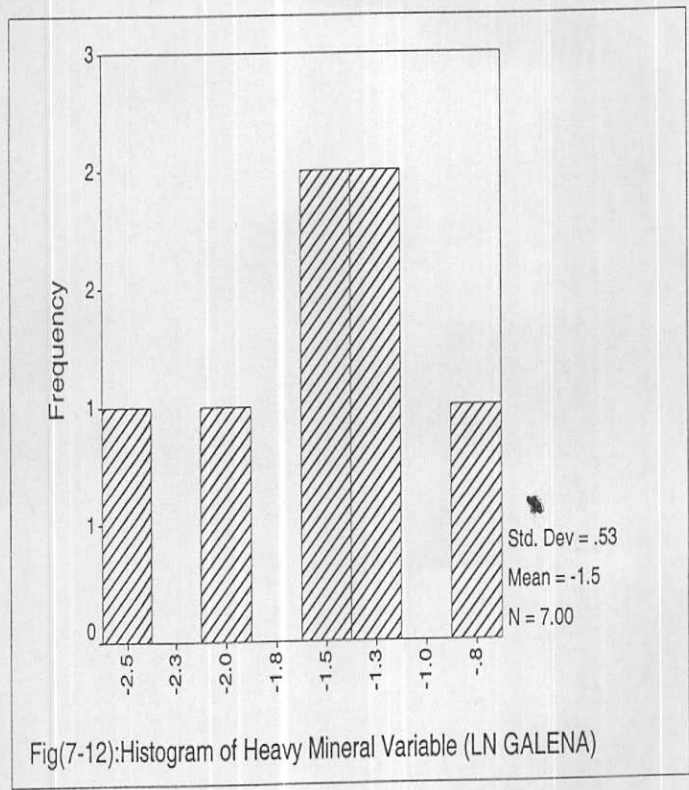
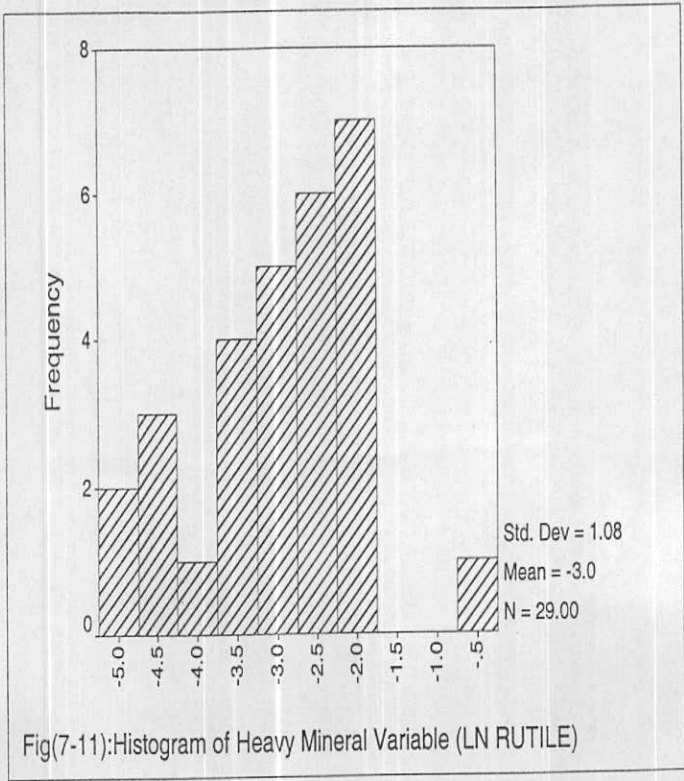
Fig(7-4):Histogram of Heavy Mineral Variable (LN AMPHIBOLES)

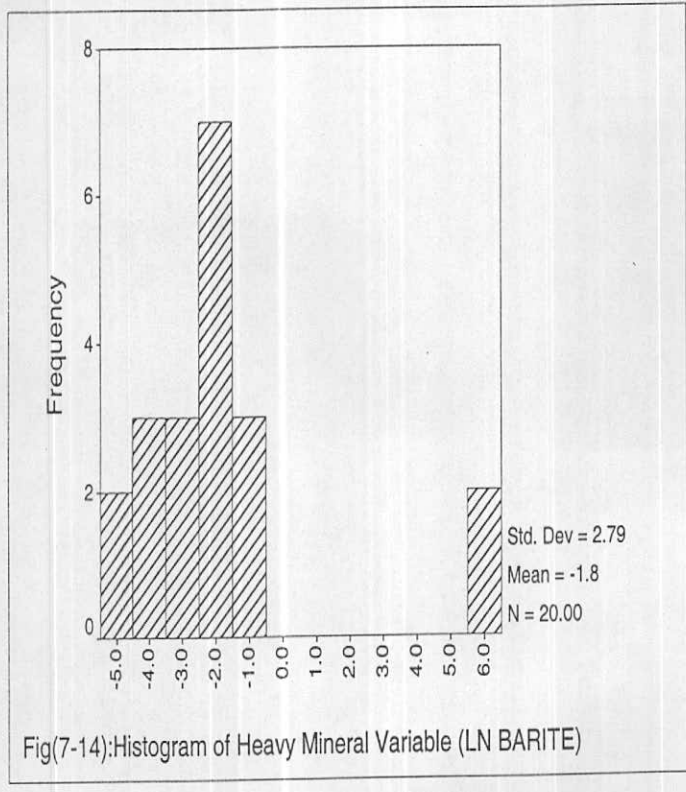
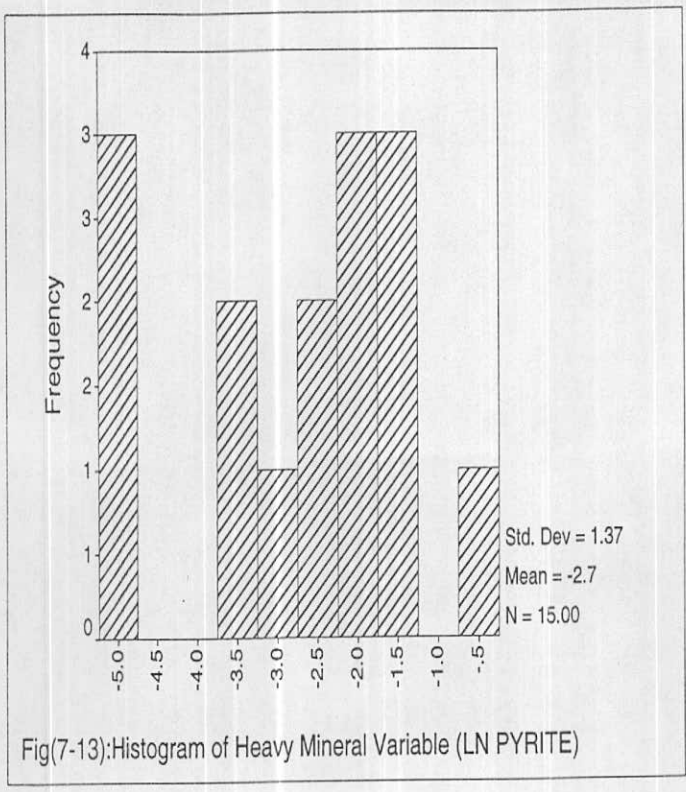




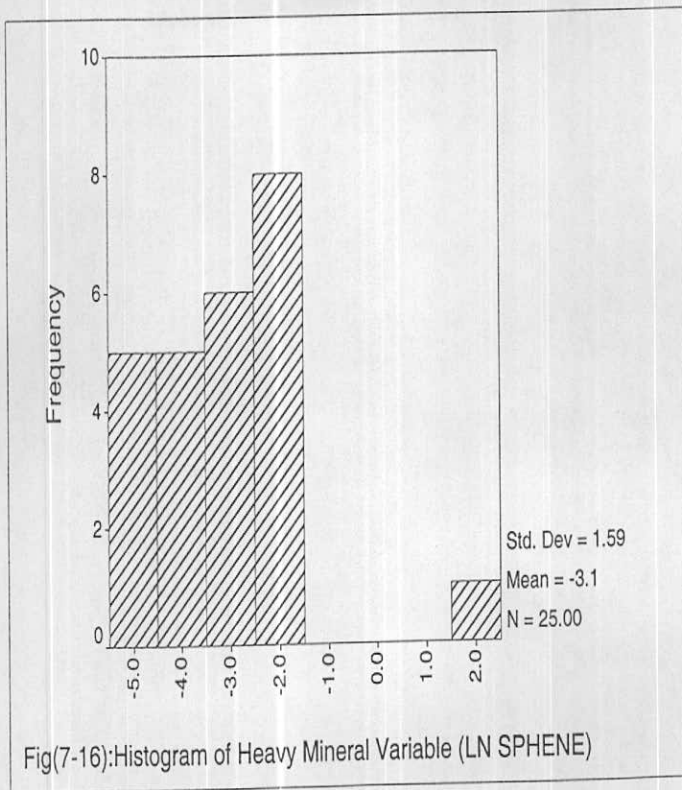
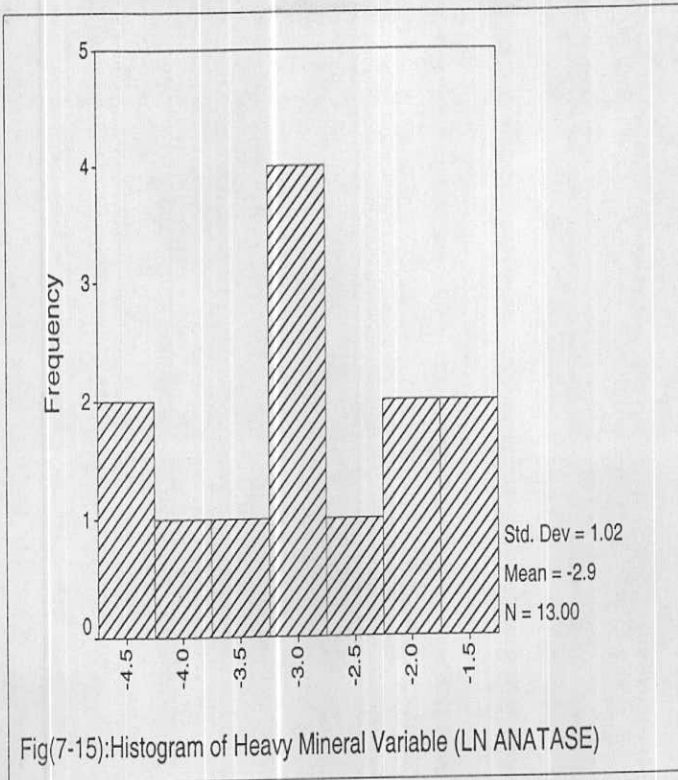


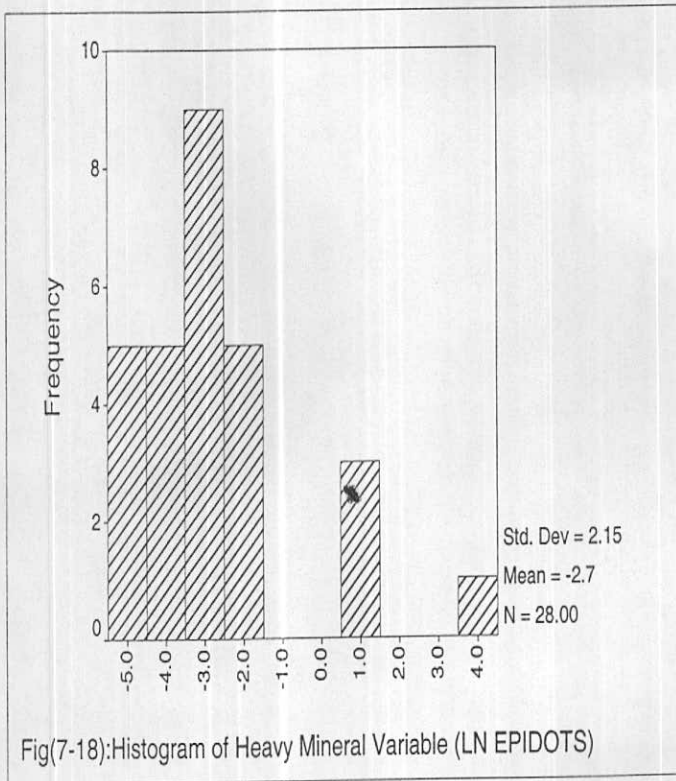
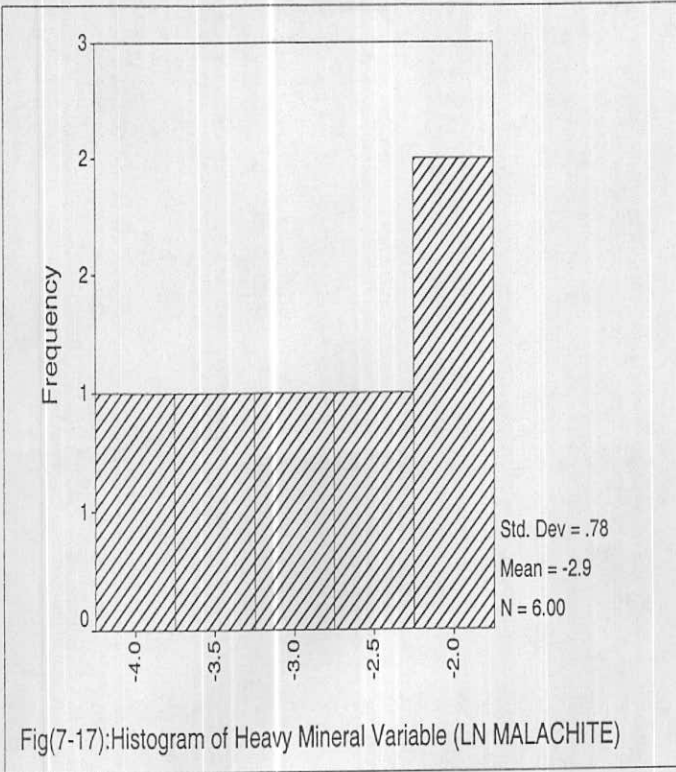


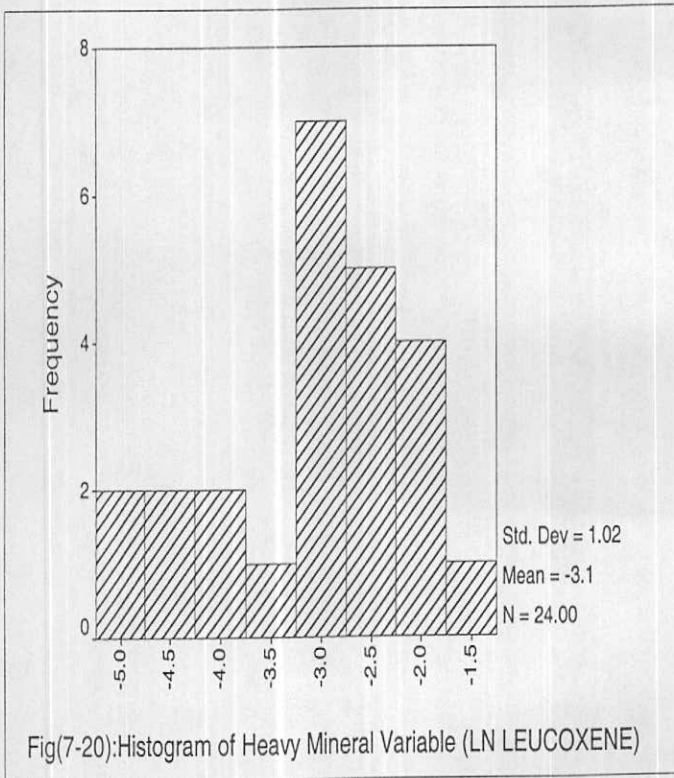
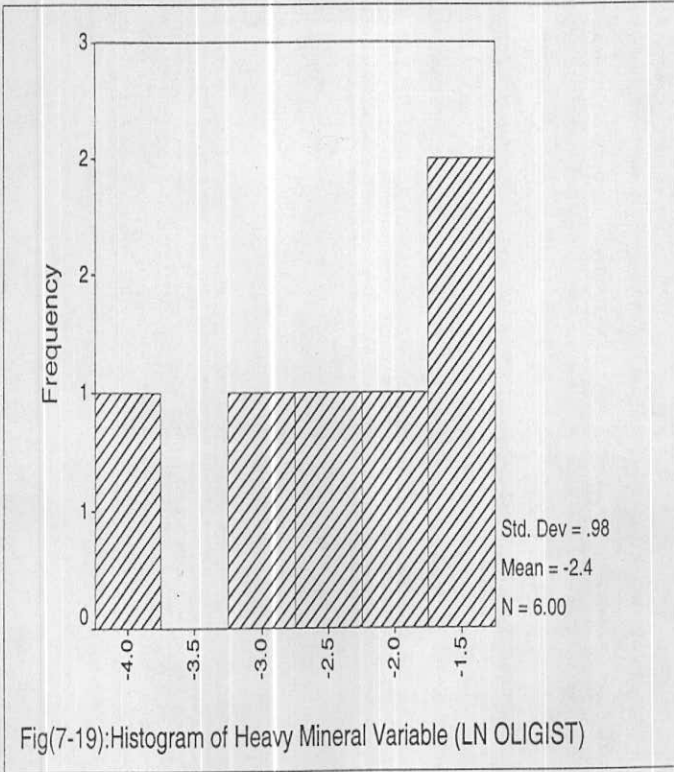


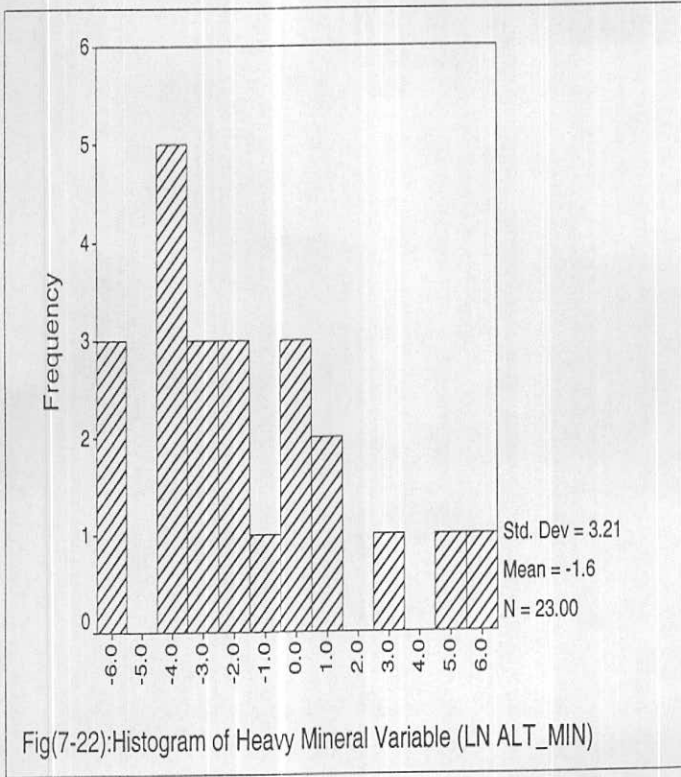
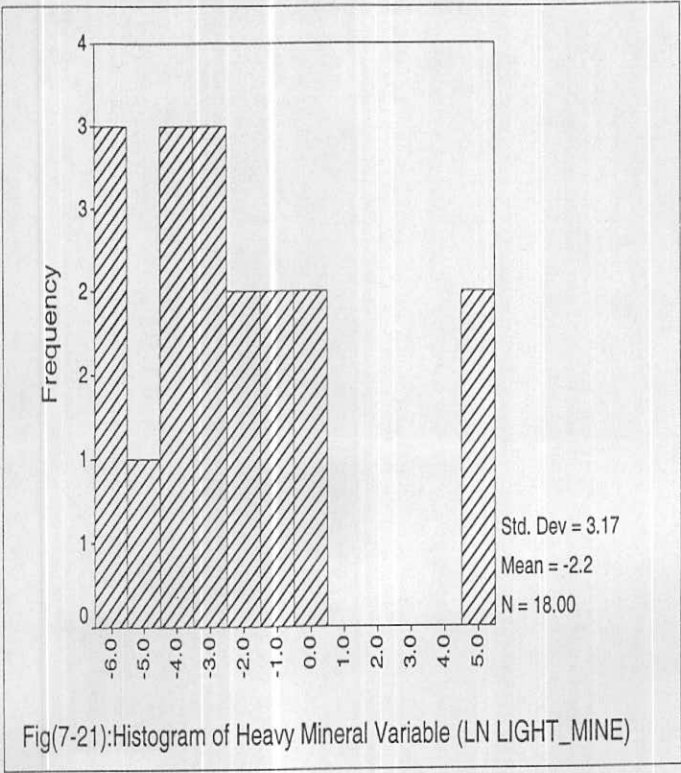


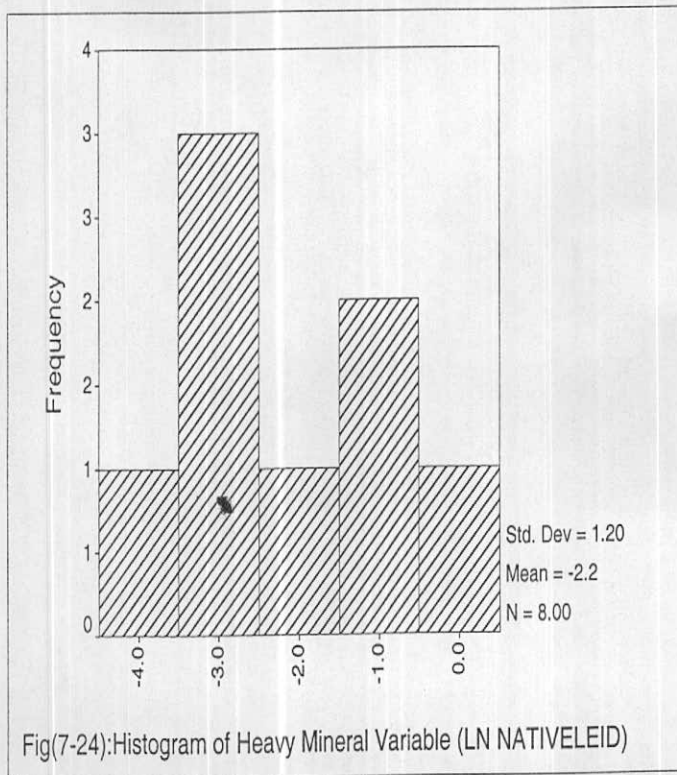
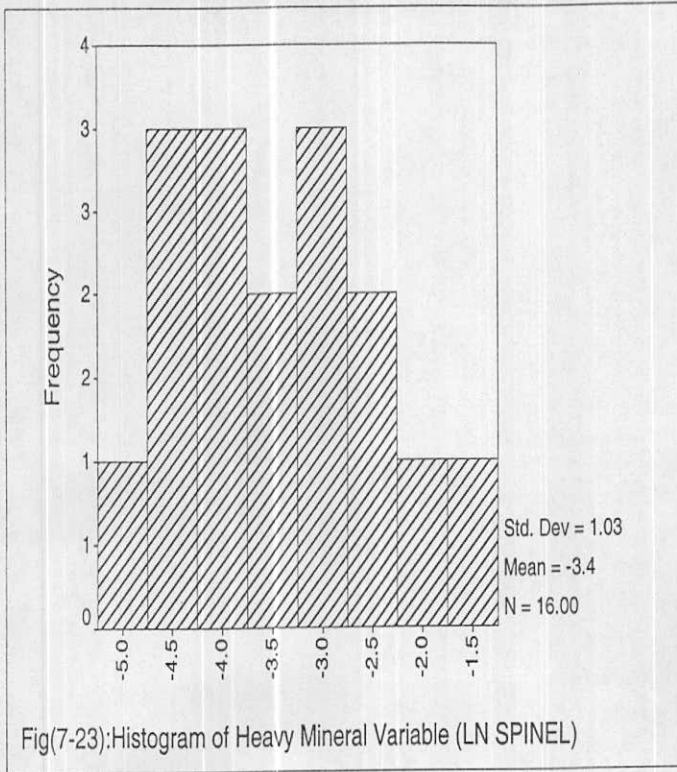














ارتباط کانی سازی با توسعه زونهای شکسته شده در شرح خدمات آمده است از آن جا که در تشکیل بسیاری از کانسارها، سیالات کانه ساز نقش اساسی دارند و برای حرکت آنها نیاز به کانالهایی در ابعاد مختلف (از چندین سانتیمتر تا میکروسکوپی) می باشد (plumbing System)، و از طرفی توسعه چنین سیستمهایی از مجاری در زونهای شکسته شده (چه در مناطق کشتی و چه در مناطق فشاری) محتمل تر است. لذا مطالعه زونهای شکسته شده و مقایسه نقشه توزیع آنومالی ها با نقشه توزیع شکستگی ها می تواند در ارزیابی آنومالی ها 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 و می توانند در ایجاد کانالها و تسهیلات لازم جهت حرکت سیالات گرمایی و تشکیل کانسارهای تیب اپی ژنتیک هیپوزن 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 ویا 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 زونهای بیشتر شکسته شده دست یافت. بدیهی است، در زونهای کشتی ممکن است شکستگی هایی توسعه یابند که همراه با گسلش نباشند.

در این بررسی از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ اساری، چهارگوش ساری استفاده شده است.

## ۶-۲- 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 مساحت ۰/۰۱ کیلومتر مربع برای نقشه زمین شناسی، بدین ترتیب برای هر برگه زمین شناسی حدود ۲۵۰۰۰۰ سلول به مساحت ۰/۰۱ 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 و 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 آزمون گسل های مختلف موجود در هر واحد شبکه و سپس رسم دیاگرام رز آنها و تحلیل نتایج حاصل

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

### ۳-۶- 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 آزمون 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 آزمون اندازه گیری شده باشد که بستگی به تعداد گسل ها و نوع امتداد آنها در هر واحد شبکه دارد.

### ۴-۶- پارامترهای آماری مجموع طول گسل ها

در محدوده برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ساری از حدود ۴۰۰۰۰ واحد شبکه، در ۲۳۶۰ واحد مجموع طول گسله اندازه گیری شده است که در حدود ۵/۹٪ مساحت تحت پوشش را شامل می شود. شکل ۷-۲۵ هیستوگرام توزیع دانسته گسل ها را بر حسب متر بر کیلومتر مربع نشان می دهد. همانطور که ملاحظه میشود این کمیت توزیع فراوانی نزدیک به لاگ نرمال با چولگی مثبت دارد. متوسط طول گسل های موجود در واحدهای شبکه دارای گسل به طول ۱۹۰ متر میباشد. حداقل طول گسل موجود در یک واحد شبکه دارای گسل ۱ متر و حداکثر آن ۵۷۷ متر بوده است. مع الوصف با چنین تغییرات شدید دامنه اندازه گیری ها، ضریب تغییرات این متغیر حدود ۵۵٪ است، زیرا دامنه فوقانی آن محدود به تعداد اندکی است. رقم معادل ۷۵٪ فراوانی، حدود ۲۵۷ متر می باشد. این رقم برای رسم نقشه ها و تعیین محدوده های شکستگی نسبی بالا ملاک قرار گرفته است. از آنجا که این هیستوگرام تنها یک تابع توزیع را نشان می دهد، نمی توان واحدهای مختلف لیتولوژیک را بر اساس میزان شکستگی های آنها طبقه بندی نمود.

### ۵-۶- پارامترهای آماری امتداد گسل ها

شکل ۷-۲۶ 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 ۳۵ تا ۷۵ 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 گسل‌ها و به تبع آن امتداد زون‌هایی با شکستگی بیشتر از روندهای تکتونیکی ناحیه‌ای تبعیت می کند. شکل ۷-۲۷ دیاگرام رز داده‌های امتداد مربوط به گسل‌ها را نشان می دهد. این شکل معرف آن است که در امتداد ۳۵ تا ۷۵ درجه ( $\pm 20$  درجه) تعداد گسل‌ها چشمگیر است. قابل توجه است که این دیاگرام رز بر اساس ۶۴۷۱ امتداد مختلف اندازه‌گیری ترسیم یافته است، بنابراین به نحوی اثر طول گسل در امتدادهای اندازه‌گیری شده موثر بوده است.

#### ۶-۶- رسم نقشه دانسیته گسل‌ها

برای رسم نقشه توزیع دانسیته گسل‌ها می توان از روش ژئواستاتستیک استفاده نمود. و این در صورتی است که ساختار فضایی لازم در واریوگرام ترسیم شده برای دانسیته گسل‌ها وجود داشته باشد. شکل (۷-۲۸) واریوگرام دانسیته گسل‌ها بر اساس تقریباً ۲۷۸۳۶۲۰ جفت ترسیم شده است. داده‌های موجود در این شکل معرف آن است که ساختار فضایی مناسبی برای چگالی گسل نمی توان متصور بود، چرا که بیش از ۸۰٪ سقف واریوگرام را تغییرات تصادفی تشکیل می دهد. لذا نمی توان از روش‌های ژئواستاتستیک استفاده نمود. و برای تهیه نقشه توزیع شکستگی‌ها از روش عکس مجذور فاصله استفاده شده است. با توجه به توزیع چگالی گسل‌های اندازه‌گیری شده شعاع معادل ۵ کیلومتر برای تخمین مربوطه و رسم نقشه‌ها انتخاب گردید. نقشه شماره ۱۶ این توزیع را در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساری نشان می دهد. برای رنگ‌آمیزی نقشه مقادیر نظیر ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۹۰٪ فراوانی مقادیر تخمین زده شده، ملاک قرار گرفته است. بر اساس نقشه حاصله مناطق و زون‌های با شکستگی زیاد به عنوان مناطق پر پتانسیل تر مشخص گردیده است و در مدل‌سازی آنومالی‌های ژئوشیمیایی به کار رفته است.

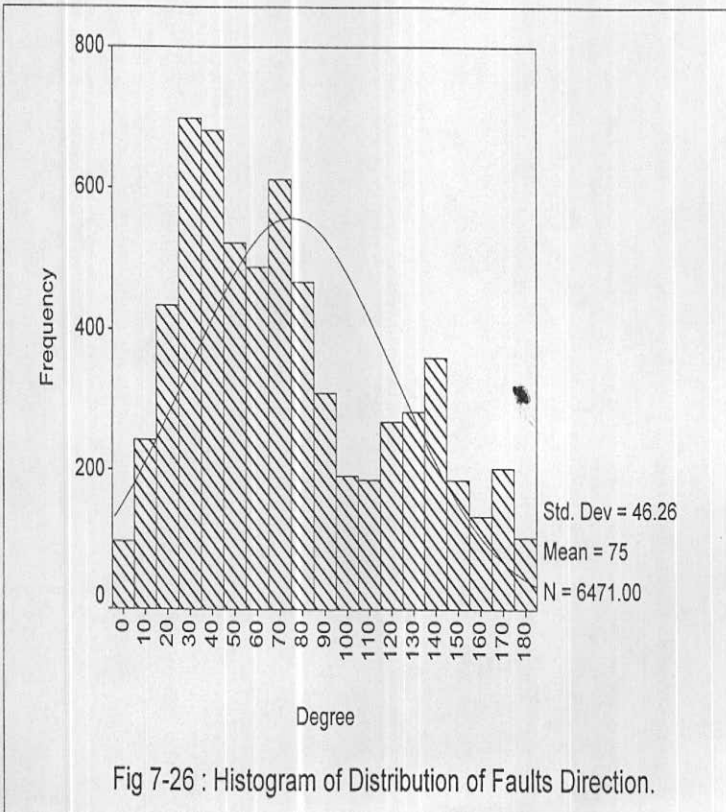
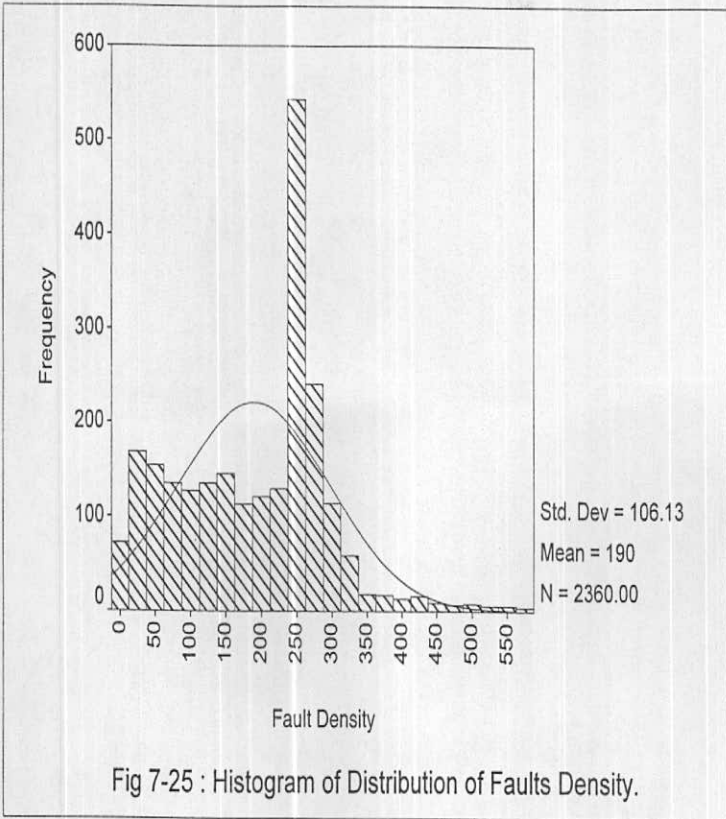
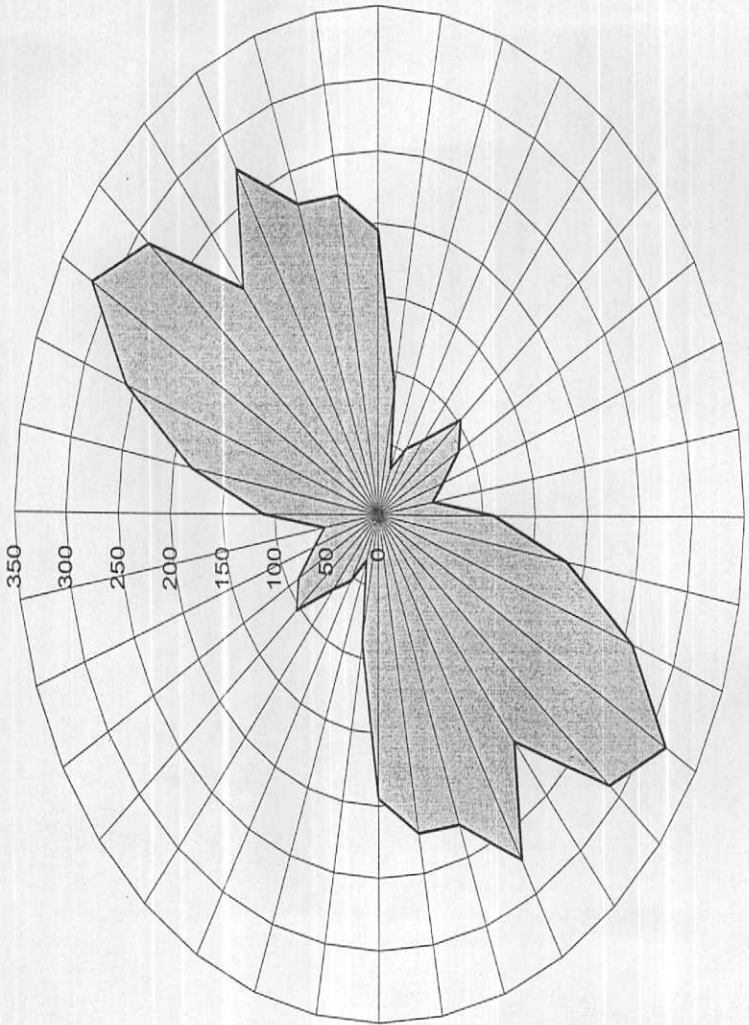
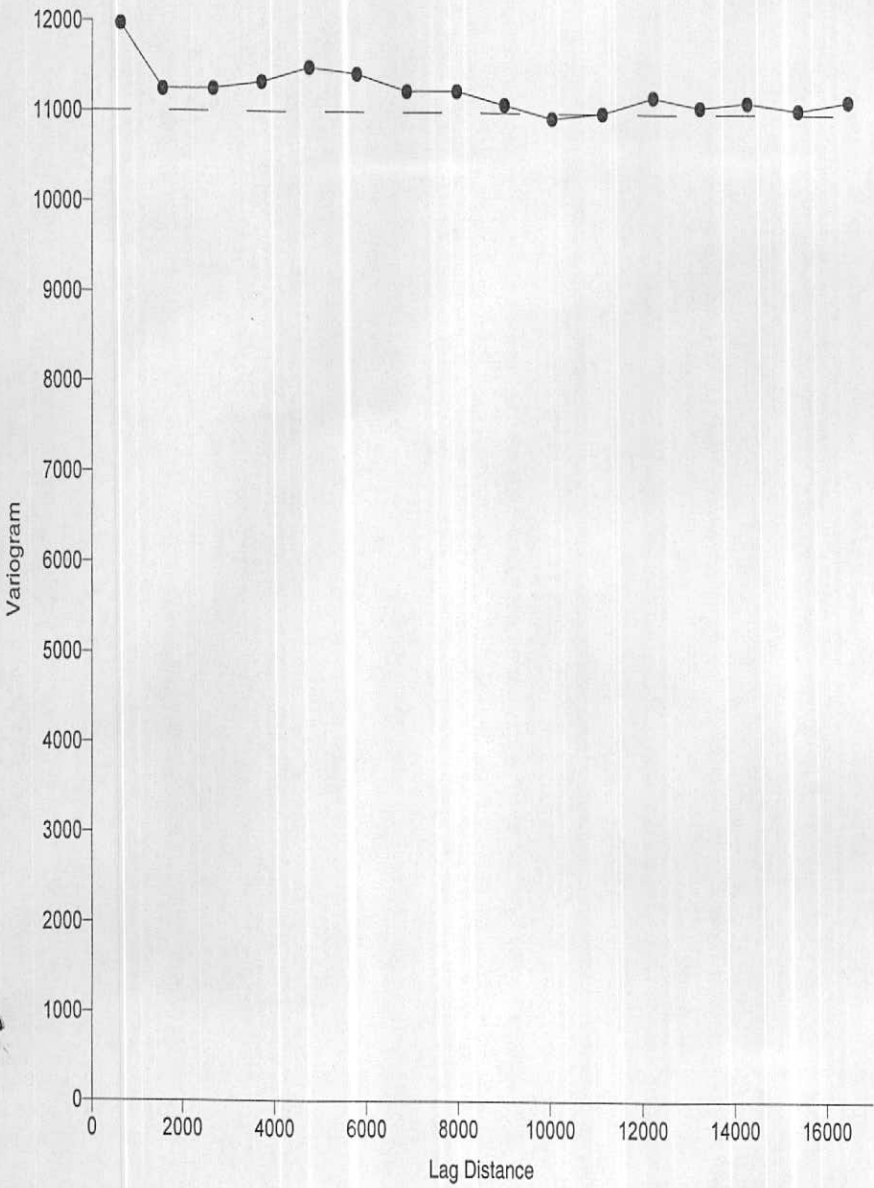


Fig 7-27 : Rose Diagram of Faults Azimut Frequency in Sari 1:100,000 Sheet.







**Fig 7-28 : Variogram of Fault Density in Sari 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، پارازنهای ژئوشیمیایی توسعه یافته در محدوده آنومالی، ویژگی های کانی شناسی فرآیندهای بعد از ماگماتی شامل انواع آلتراسیون ها و ساخت و یافت 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 شبی 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 شئی 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

### ۲-۱-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 شئ‌گرایی است که در آن اساس کار بر وجود یا عدم ویژگی‌های مشترک معین قرار دارد. براساس این منطق هر تیپ کانسار خاص مانند شیئی 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 (Fuzzy Logic) را در مدل‌سازی کانسارها اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. به

طور خلاصه انگیزه 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<sup>۲</sup> 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- مدل‌سازی آنومالی‌های ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ساری

داده‌های به کار رفته در مدل‌سازی هر آنومالی شامل موارد زیر است: سکناس سنگ‌های منطقه در برگیرنده آنومالی، سنگ درونگیر آنومالی، سن سنگ درونگیر آنومالی، انواع دگرسانی‌های احتمالی در محدوده آنومالی، پارازنهای ژئوشیمیایی در محدوده آنومالی، ترکیب کانه‌ها و کانی‌ها در جزءکانی سنگین، ساخت و بافت سنگ درونگیر و ساخت و بافت در زون مینرالیزه احتمالی، محصولات هوازدگی و خاستگاه تکنونیک. حداقل امتیاز مثبت وجود یک خاصیت معین ۵ و حداکثر آن ۴۰۰ می‌باشد. امتیازات منفی (بعلت نبود خاصیت) وابسته به خواص بین ۰ تا ۴۰۰ تغییر می‌کند. این مجموعه خواص در دو رده اصلی ناحیه‌ای که با علامت R در جداول آمده است و محلی که با علامت L در جداول آمده است قرار می‌گیرند. اساس تهیه اطلاعات جهت مدل‌سازی، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه می‌باشد ولی جهت مدل‌سازی هر چه دقیق‌تر لازم است تا یک‌بار دیگر پس از اخذ داده‌های اکتشافات چکشی و ژئوفیزیکی (مغناطیسی و گاماسنجی) قبل از تهیه شرح خدمات اکتشافات نیمه تفصیلی با به کارگیری سیستم GIS به مدل‌سازی پرداخت. مشاهدات صحرائی در خلال فاز کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی نشان داد که تعدادی از آنومالی‌های ژئوشیمیایی بدست آمده در ارتباط با خطاهای ناشی از خنثی شدن اثر سنگ بالادست رسوبات آبراهه‌ای بوده است. به عنوان مثال می‌توان از آنومالی‌های نیکل نام برد که به علت وجود توده‌های ولکانیکی مافیک در منطقه می‌باشد که به علت وسعت کم، عمدتاً در نقشه‌های زمین‌شناسی مشخص نشده بودند.

در محدوده برگه ساری در مجموع ۱۵ 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 می‌باشد. برای هر مورد از آنومالی‌ها که تحت عنوان SARI- 1 تا SARI- 15 شماره‌گذاری شده است سه نوع خاصیت به نرم‌افزار داده شده است:

۱- خواصی که وجود آنها به وسیله یکی از روش‌های به کار گرفته شده در پروژه مانند روش‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، دگرسانی، زون‌های کانی‌سازی و سیستم‌های پلمبینگ، ژئوفیزیک هوایی، سنگ‌شناسی و زمین‌شناسی ساختمانی به اثبات رسیده است.

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

۳- خواصی که پس از بررسی‌های انجام شده فوق در بود یا نبود آنها (به نتیجه‌ای که قابل تصمیم‌گیری باشد) اطمینان حاصل نشده است.

۴- با در نظر گرفتن این نکته که توسعه هاله‌های ثانویه نقش مؤثری در امر پی‌جویی و اکتشاف مواد معدنی، در مواردی که آثار مینرالیزاسیون در محدوده‌های آنومال مورد بررسی با عنصر آنومال محدود و متفاوت بوده، عنصر غالب کانی‌سازی دیده شده به عنوان آنومالی ژئوشیمیایی در مدل‌سازی در نظر گرفته شده است.



به عنوان مثال در محدوده‌ای که آنومالی روی بدست آمده اگر کانی‌سازی ملاکیت دیده شده باشد، آنومالی ژئوشیمیایی در مدل‌سازی نیز در نظر گرفته شده است.

نتیجه مدل‌سازی آنومالیهای پانزده‌گانه برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ ساری به صورت جدولی که در زیر تشریح می‌شود آورده شده است (داده‌های خام هر یک از آنومالیهای ۱۵ 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 آنومالیاها در صفحات گذشته آورده شده است نشان داده می‌شود مانند SARI-1 تا SARI-15.

۲- در چنین جدولی که با نام SARI و یک شماره از ۱ تا ۱۵ 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 پیدایش کانسار مذکور می‌باشد را برای هر یک از تیپ کانسارهای احتمالی نشان می‌دهد. ستون دوم امتیازات Score که درصد احتمال سازگاری 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 جدولی که ساختار شماره‌گذاری آنها به شرح زیر است آورده می‌شود: (جدول SARI-1 تا SARI-15)

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

در چنین جدولی هر یک از خواص همراه با امتیاز مثبت بودشان 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 SARI-1 تا SARI-15 لیست خواصی که نبودشان در رد مدل موثر بوده است همراه با وزن منفی آنها در جدولی که ساختار شماره‌گذاری آنها به شرح زیر است آورده شده است:

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

در پایین‌ترین سطر این جداول جمع امتیازات منفی نیز آورده شده است.

## ۲-۴- اولویت بندی مناطق امیدبخش

در این پروژه اساس اولویت بندی مناطق امیدبخش را درجه سازگاری مجموعه پارمترهای مشاهده شده و یا اندازه گیری شده در محل توسعه هر آنومالی تشکیل می دهد. این درجه سازگاری به صورت درصد انطباق مجموعه خواص مشاهده شده با تیپ های استاندارد کانساری مورد ارزیابی قرار گرفته است و نتایج آن در ستون آخر جداول ارائه شده در مدل سازی آورده شده است. بر اساس این ارقام می توان آنومالی های ژئوشیمیایی را در محدوده برگه ساری به ترتیب زیر در اولویت قرار داد. در جدول ۸-۳ بیشترین امتیازات هر منطقه به همراه سازگارترین نوع کانی سازی وابسته و مساحت محدوده آورده شده است. بر اساس امتیازات بدست آمده آنومالی ها به دو اولویت زیر تقسیم می شوند:

۱- آنومالی های با ضریب R.S بیشتر از ۱۰۰ شامل دو مورد که مساحتی حدود ۱٪ از دو برگه ۱:۵۰,۰۰۰ ساری ونکا که مورد بررسی قرار گرفته بودند را شامل می شود و شماره های آنها بترتیب عبارتست از: SARI: 11,13.

۲- آنومالی های با ضریب R.S کمتر از ۱۰۰ که مساحتی در حدود ۷/۵٪ از دو برگه ۱:۵۰,۰۰۰ مورد مطالعه را تشکیل می دهند و سیزده منطقه باقیمانده را تشکیل می دهند.

## ۲-۵- معرفی نهایی مناطق آنومال

در این گزارش جهت معرفی نواحی ناهنجار بر مبنای داده های ژئوشیمیایی حاصل از نمونه های سیلت رسوبات آبراه های 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 ناهنجار نمونه های کانی سنگین برداشت شده است و نیز در زمان برداشت نمونه های کانی سنگین این محدوده ها مورد بررسی های چکشی صحرائی قرار گرفته که البته با توجه به حیظه عملکرد پروژه، بررسی ها و پی جویی های چکشی در حلد بررسی مسیر آبراه 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 ردیاب های کانی سنگین مشخص گردیده است. همانگونه که در ابتدای فصل پنجم گزارش ذکر گردید تمامی اطلاعات موجود شامل زمین شناسی، تکنونیک، ژئوشیمی و ۰۰۰ که در اختیار بوده در نرم افزار مدل سازی کانساری وارد گردیده که بر اساس نتایج این برنامه می توان به جستجوی هدف دار در محدوده ها پرداخته و سیاست ادامه عملیات اکتشافی را مشخص کرد .

قدر مسلم چنانچه اطلاعاتی که در اختیار نرم افزار مدل سازی کانساری 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 ناحیه‌ای همانگونه که در جداول مربوطه مشخص است میزان احتمال وقوع کانسارها (ضریب Score) بسیار کم می‌باشد .

در آخر با توجه به کلیه اطلاعات موجود و نتایج نرم افزار مدل‌سازی کانساری جدولی تهیه شده است (جدول ۸-۵) که در آن علاوه بر اطلاعات ژئوشیمی ، کانی‌سنگین و زمین شناسی هر محدوده ناهنجار، کانی‌زایی که در محدوده ناهنجار احتمال حضور دارد و باید مورد پی‌جویی چکشی قرار بگیرد، آورده شده است که می‌تواند راهنمای خوبی در جهت ادامه عملیات اکتشافی در این محدوده باشد. در این جدول به ترتیب در ستون سوم کانی‌سازی که بیشترین احتمال وقوع را در هر محدوده دارد، ستون چهارم شماره محدوده ( با توجه به نقشه ۱-۸ ) ، ستون پنجم عناصر آنومال که در نمونه‌های سیلت رسوبات آبراه‌ای رخداد داشته‌اند، ستون ششم عناصری که در نمونه‌های سنگ در محدوده آنومال بوده‌اند (که این سنگها ممکن است برجا و یا نا برجا باشند)، ستون هفتم کانی‌های بارزشی که در مطالعه کانی‌سنگین گزارش شده است و در ستون آخر مشخصات زمین شناسی هر محدوده که عمدتاً از نقشه ۱: ۲۵۰,۰۰۰ ساری استخراج شده، آورده شده است.

جدول ۸-۱: موقعیت جغرافیایی و مشخصات محدوده های آنومال در برگه ۱۰۰۰۰۰۰۰: ۱ ساری

موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه کانی سنگین	عنصر آنومال ژئوشیمی	شماره نمونه های آنومال	نام برگه آنومالی	شماره آنومالی
جنوب روستاهای کوهستان و تروجن	40,38,37,36,32	Pb,Co,Au,Mn,Bi,Cu,Hg,Sr	46,41,40,37,36,32	نکاه	۱ آنومالی
جنوب روستای رستم کلا	45,56	W,Sb,Bi,As	56,45,44,43	نکاه	۲ آنومالی
جنوب روستاهای کمیشان و کلت	62,59	Ni,Fe,Cr,Pb,Cu,Co,W	62,60,59	نکاه	۳ آنومالی
محدوده روستای جام خانه	117,122,127,129	Ba,Ag,W,Pb,Ni,Co,Bi	117,129,127,123,122	نکاه	۴ آنومالی
دره روستای قلعه سر	119	Hg,Sb,Fe,Cr,Bi,Ba,Mo,Au	119,121	نکاه	۵ آنومالی
شرق روستای بالاژندین	70,94	Sb	70,94	نکاه	۶ آنومالی
جنوب روستای داراب کلا	134,136,139,140	Pb,Mo,Mn,Fe,Cu,Cr,V,As,W	133,134,136,135,139,140,141	نکاه	۷ آنومالی
جنوب روستای کوهساکنده	104	Ag,Sn,Ni	104	نکاه	۸ آنومالی
شرق آب بندان سر	19	Au,Ag,Mo,Pb,Sn,Zn	19,21	ساری	۹ آنومالی
دره روستای مرمت	15	Sb,Pb,Ni,Cu,Bi,Zn,Mo,Au	15	ساری	۱۰ آنومالی
محدوده روستاهای تلواغ و بلادزا	26	V,Ni,Fe,Cr,Ba,Sb,Sn,Pb,Mn,Co,Zn	25,26,28	ساری	۱۱ آنومالی
جنوب روستای چلمردی	91	آنومال براساس آنالیز فاکتوری	91,124	نکاه	۱۲ آنومالی
محدوده روستای سه کیله	88	آنومال براساس آنالیز فاکتوری	88,89	نکاه	۱۳ آنومالی
دره روستای درویش شیلاک	74	آنومال براساس آنالیز فاکتوری	74	نکاه	۱۴ آنومالی
شمال روستای ملاخیل	84	آنومال براساس آنالیز فاکتوری	34,84	نکاه	۱۵ آنومالی



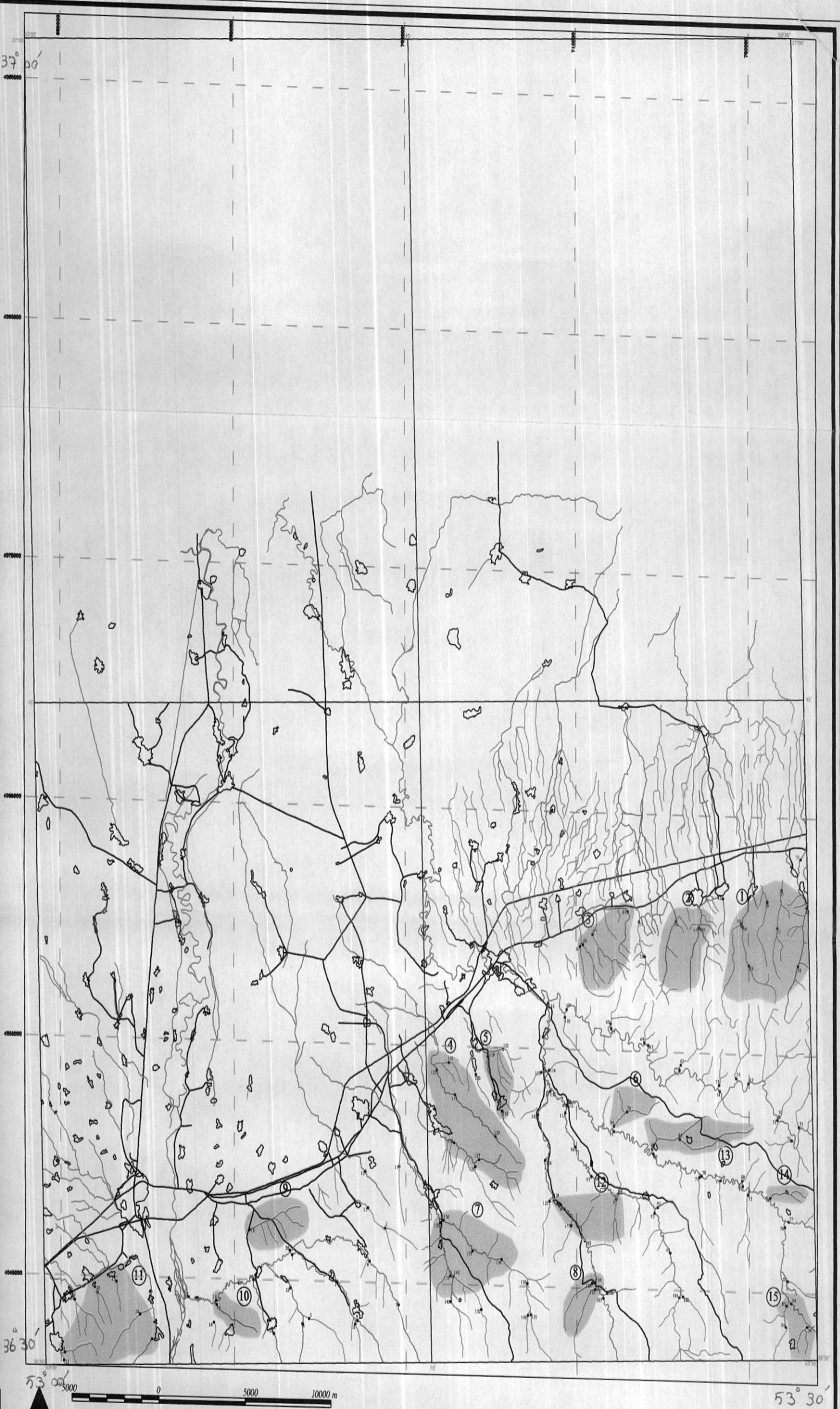


Fig. 8-1 : Total Promising Area in Sari 1:100,000 Sheet



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

Sari-1					Sari-2				
Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S		Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S	
Skarn-Pb-Zn	10	3.2	32		Oolitic Ironstone	10	3	30	
Oolitic Ironstone	8	3	24		Silica Carbonate Hg	8	2.2	17.6	
Blackbird Co-Cu	3	2.9	8.7		Hot Spring Au-Ag	5	1.9	9.5	
Skarn-Fe	15	-0.2	-3		Polymetallic-Replacement	3	1.9	5.7	
Quartz-Conglomerate Au-U	5	-3.6	-18		Carbonite-Hosted Au-Ag	5	-4.3	-21.5	

Sari-3					Sari-4				
Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S		Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S	
Oolitic Ironstone	10	3.5	35		Sedimentary exhalative Zn-Pb	3	2.6	7.8	
Skarn-Pb-Zn	8	3.2	25.6		Appalachian Zn	93	-0.5	-46.5	
Blackbird Co-Cu	5	2.9	14.5		Sandstone Hosted Pb-Zn	78	-6.3	-491.4	
Sandstone Hosted Pb-Zn	3	2.8	8.4		Oolitic Ironstone	25	-7.8	-195	
Missouri Pb-Zn	100	-1.8	-180		Sediment Hosted Cu	8	-8.7	-69.6	

Sari-5					Sari-6				
Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S		Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S	
Hot spring Hg	8	3.1	24.8		Blackbird Co-Cu	10	3.5	35	
Skarn-Fe	3	2.7	8.1		Skarn-Pb-Zn	5	3.1	15.5	
Flat Faults Au	18	-1.1	-19.8		Hot spring Hg	13	-0.3	-3.9	
Carbonite-Hosted Au-Ag	78	-10.1	-787.8		Sandstone Hosted Pb-Zn	8	-2.6	-20.8	
Sandstone Hosted Pb-Zn	55	-10.2	-561		Sedimentary Mn	100	-3.1	-310	

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

**Sari-7**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Blackbird Co-Cu	10	2.9	29
Skarn-Fe	8	2.8	22.4
Skarn-Pb-Zn	5	2.7	13.5
Sedimentary exhalative Zn-Pb	5	2.7	13.5
Sedimentary Mn	5	-1.7	-8.5

**Sari-8**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Fe	13	1.9	24.7
Olympic Dam Cu-U-Au	5	1.7	8.5
Skarn-Cu	13	-4.5	-58.5
Sediment Hosted Cu	18	-9.1	-163.8
Missouri Pb-Zn	15	-10.4	-156

**Sari-9**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Pb-Zn	8	3.4	27.2
Olympic Dam Cu-U-Au	8	-0.3	-2.4
Skarn-Fe	13	-1.2	-15.6
Sandstone Hosted Pb-Zn	100	-2	-200
Carbonite-Hosted Au-Ag	5	-3.5	-17.5

**Sari-10**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Polymetallic-Replacement	8	2.8	22.4
Flat Faults Au	3	2.6	7.8
Missouri Pb-Zn	30	-2.4	-72
Sediment Hosted Cu	3	-4.7	-14.1
Sandstone Hosted Pb-Zn	73	-6.2	-452.6

**Sari-11**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Sandstone Hosted Pb-Zn	100	4.2	420
Skarn-Fe	5	4	20
Polymetallic Veins	10	2.1	21
Skarn-Pb-Zn	13	2	26
Missouri Pb-Zn	48	-1.1	-52.8

**Sari-12**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Skarn-Pb-Zn	3	2.5	7.5
Blackbird Co-Cu	15	-0.1	-1.5
Sedimentary Mn	20	-1	-20
Bedded Barite	23	-3	-69
Homestake Au	3	-4.4	-13.2

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

**Sari-13**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Blackbird Co-Cu	3	4.3	12.9
Skarn-Pb-Zn	48	3.6	172.8
Sandstone Hosted Pb-Zn	78	3.3	257.4
Missouri Pb-Zn	88	3.1	272.8
Skarn-Fe	18	2.4	43.2

**Sari-14**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Missouri Pb-Zn	8	2.1	16.8
Skarn-Pb-Zn	5	1.7	8.5
Sedimentary exhalative Zn-Pb	3	1.6	4.8
Skarn-Fe	28	-6.9	-193.2
Sn Replacement	18	-14.5	-261

**Sari-15**

Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S
Silica Carbonate Hg	10	1.9	19
Blackbird Co-Cu	8	1.9	15.2
Hot spring Hg	5	1.6	8
Sandstone Hosted Pb-Zn	8	-11.2	-89.6
Appalachian Zn	88	-14.3	-1258.4

**Table 8-3-1 : The Most Promising Area Ranked on R.S. in Sari 1:100,000 Sheet.**

Anomaly No.	Probable Type of Ore Deposit	Rank (%)	Score (%)	R.S	Area(km <sup>2</sup> )
Sari-1	Skarn-Pb-Zn	10	3.2	32	19.7
Sari-2	Oolitic Ironstone	10	3	30	8.3
Sari-3	Oolitic Ironstone	10	3.5	35	8.3
Sari-4	Sedimentary exhalative Zn-Pb	3	2.6	7.8	16.4
Sari-5	Hot spring Hg	8	3.1	24.8	3.3
Sari-6	Blackbird Co-Cu	10	3.5	35	3.0
Sari-7	Blackbird Co-Cu	10	2.9	29	13.4
Sari-8	Skarn-Fe	13	1.9	24.7	4.0
Sari-9	Skarn-Pb-Zn	8	3.4	27.2	6.2
Sari-10	Polymetallic-Replacement	8	2.8	22.4	3.2
Sari-11	Sandstone Hosted Pb-Zn	100	4.2	420	9.6
Sari-12	Skarn-Pb-Zn	3	2.5	7.5	1.5
Sari-13	Missouri Pb-Zn	88	3.1	272.8	2.0
Sari-14	Missouri Pb-Zn	8	2.1	16.8	1.4
Sari-15	Silica Carbonate Hg	10	1.9	19	1.5

**Table 8-3-2 : The Most Promising Area Ranked on Score in Sari 1:100,000 Sheet.**

<b>Anomaly No.</b>	<b>Probable Type of Ore Deposit</b>	<b>Rank (%)</b>	<b>Score (%)</b>	<b>R.S</b>	<b>Area(km<sup>2</sup>)</b>
Sari-1	Skarn-Pb-Zn	10	3.2	32	19.7
Sari-2	Oolitic Ironstone	10	3	30	8.3
Sari-3	Oolitic Ironstone	10	3.5	35	8.3
Sari-4	Sedimentary exhalative Zn-Pb	3	2.6	7.8	16.4
Sari-5	Hot spring Hg	8	3.1	24.8	3.3
Sari-6	Blackbird Co-Cu	10	3.5	35	3.0
Sari-7	Blackbird Co-Cu	10	2.9	29	13.4
Sari-8	Skarn-Fe	13	1.9	24.7	4.0
Sari-9	Skarn-Pb-Zn	8	3.4	27.2	6.2
Sari-10	Polymetallic-Replacement	8	2.8	22.4	3.2
Sari-11	Sandstone Hosted Pb-Zn	100	4.2	420	9.6
Sari-12	Skarn-Pb-Zn	3	2.5	7.5	1.5
Sari-13	Blackbird Co-Cu	3	4.3	12.9	2.0
Sari-14	Missouri Pb-Zn	8	2.1	16.8	1.4
Sari-15	Silica Carbonate Hg	10	1.9	19	1.5



**Table 8-4-1 : The Final Promising Area Ranked on R.S. in Sari 1:100,000 Sheet.**

<b>Anomaly No.</b>	<b>Probable Type of Ore Deposit</b>	<b>R.S (%)<sup>2</sup></b>	<b>Area(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Cumulative Area (km<sup>2</sup>)</b>
Sari-11	Sandstone Hosted Pb-Zn	420	9.6	9.6
Sari-13	Missouri Pb-Zn	272.8	2.0	11.6
Sari-3	Oolitic Ironstone	35	8.3	19.8
Sari-6	Blackbird Co-Cu	35	3.0	22.9
Sari-1	Skarn-Pb-Zn	32	19.7	42.6
Sari-2	Oolitic Ironstone	30	8.3	50.8
Sari-7	Blackbird Co-Cu	29	13.4	64.3
Sari-9	Skarn-Pb-Zn	27.2	6.2	70.4
Sari-5	Hot spring Hg	24.8	3.3	73.8
Sari-8	Skarn-Fe	24.7	4.0	77.7
Sari-10	Polymetallic-Replacement	22.4	3.2	81.0
Sari-15	Silica Carbonate Hg	19	1.5	82.5
Sari-14	Missouri Pb-Zn	16.8	1.4	83.9
Sari-4	Sedimentary exhalative Zn-Pb	7.8	16.4	100.3
Sari-12	Skarn-Pb-Zn	7.5	1.5	101.7

**Table 8-4-1 : The Final Promising Area Ranked on R.S. in Sari 1:100,000 Sheet.**

<b>Anomaly No.</b>	<b>Probable Type of Ore Deposit</b>	<b>R.S (%)<sup>2</sup></b>	<b>Area(km<sup>2</sup>)</b>	<b>Cumulative Area (km<sup>2</sup>)</b>
Sari-11	Sandstone Hosted Pb-Zn	420	9.6	9.6
Sari-13	Missouri Pb-Zn	272.8	2.0	11.6
Sari-3	Oolitic Ironstone	35	8.3	19.8
Sari-6	Blackbird Co-Cu	35	3.0	22.9
Sari-1	Skarn-Pb-Zn	32	19.7	42.6
Sari-2	Oolitic Ironstone	30	8.3	50.8
Sari-7	Blackbird Co-Cu	29	13.4	64.3
Sari-9	Skarn-Pb-Zn	27.2	6.2	70.4
Sari-5	Hot spring Hg	24.8	3.3	73.8
Sari-8	Skarn-Fe	24.7	4.0	77.7
Sari-10	Polymetallic-Replacement	22.4	3.2	81.0
Sari-15	Silica Carbonate Hg	19	1.5	82.5
Sari-14	Missouri Pb-Zn	16.8	1.4	83.9
Sari-4	Sedimentary exhalative Zn-Pb	7.8	16.4	100.3
Sari-12	Skarn-Pb-Zn	7.5	1.5	101.7

جدول ۵-۸: مشخصات مناطق آبرمال به همراه نتایج نرم افزار ODMV4، کانی زایی مورد انتظار و اولویت های اکتشافی در برگ ۱۱۰۰۰۰۰۰ ساری

Counter	ODMV4 Results	Expected Mineralization	Anomaly Area	Geochemical Anomaly (Based on Silt Samples)			Minerals (Based on Heavy Mineral Samples)	Geology (Based on Surf 1:250,000 Geology Map)
				Raw Data	EL	EL (PCA)		
1	Hot spring Hg	Gold (Hydro Thermal)	SARI-5	Au,Mo,Ba,Hf,Cr,Fe,Sb	Au	Hg	Pyrite,Barryte,Magnetite,Limonite,Janosite,Hematite,Gold,Oriponat	Marl,Compommarite,Silly Marl
2	Sandstone Hosted Pb-Zn	Gold,Copper	SARI-11	Au,V,Ni,Fe,Cr,Ba,Sb,Ph,Mn,Cu	(Au,Pb,Zn,Cr,Fe,V,Ni,Cu,Mo,Sb,Mn) <sup>+</sup>	Au,Cu,Fe,Zn,Sb,Ni,Mn	Gold,Chalca,Barryte,Oligite,Magnetite,Loxosone,Hematite,Limonite,Amphibole,Diolite,Janosite,Pyrite,Native Lead,Native Copper,Cuprite,Episidite	Marl,Compommarite,Silly Marl
3	Blackbird Co-Cu	Gold (Polymetallic)	SARI-6	Sb	Au,Sb,W,Cr,Fe,V,Ni,Cu,Mn,Ph,Mo,Su <sup>+</sup>		Pyrite,Chalca,Barryte,Coethite,Gold,Native Copper,Hematite,Limonite,Loxosone,Magnetite	Dolomitic Lime St. Lime St.
4	Polymetallic-Replacement	Gold (Polymetallic)	SARI-10	Au,Mo,Zn	Au	Au,Mo,Zn,Bi,Cu,Ni,Sb	Pyrite,Chalca,Native Lead,Barryte,Hematite,Limonite,Loxosone,Magnetite,Amphibole,Beothite	Marl,Compommarite,Silly Marl
5	Skarn-Pb-Zn	Polymetallic - Fluorite	SARI-9	Au,Ag,Mo,Pb,Su,Zn	Ag,Pb,Zn,Au,Hg	Su,Zn,Su,Fe,Cr	Barryte,Hematite,Mercurite,Biethite,Limonite,Janosite,Magnetite,Amphibole	Marl,Compommarite,Silly Marl
6	Oolitic Ironstone	Cu,Pb (Polymetallic)	SARI-3	Co,Cu,Pb,W		Bi,Cr,Fe,Ni	Native Lead,Pyrite,Malachite,Chalca,Brookite,Anthraconite,Aurifer,Native Hematite,Limonite,Loxosone,Magnetite	Dolomitic Lime St. Lime St.
7	Blackbird Co-Cu	Barite,Lead,Copper	SARI-7			Mo,Fe,Cu,Cr,V,Au,W	Pyrite,Malachite,Anthraconite,Cedronite,Limonite,Chalca,Mercurite,Barryte,Coethite,Hematite,Magnetite,Chromite,Garnet	Marl,Chalca,Graywack,Sandy Lime St.,Compommarite,Silly Marl
8	Sedimentary exhalative Zn-Pb	Cu (Polymetallic)	SARI-4	Bi,Cu,W,Pb	(Au) <sup>+</sup> ,Ba,St	Ag,Ba,Bi,Cu,W	Native Copper,Barryte,Pyrite,Malachite,Coethite,Hematite,Limonite,Loxosone,Magnetite,Anthraconite,Aurifer,Mercurite,Chlorite,Oligite	Marl,Chalca,Graywack,Compommarite,Silly Marl
9	Silica Carbonate Hg	Low Temperature Mineralization,Copper	SARI-15		Hg	Co	Pyrite,Coethite,Malachite,Chalca,Ampibole,Limonite,Magnetite,Hematite	Marl,Sandy Lime St.,Chalca,Graywack,Compommarite
10	Skarn-Fe	Cu,Polymetallic	SARI-8	Su,Ni	Su,Mo,Cr,Fe,V,Ni,Co <sup>+</sup>	Ag	Pyrite,Limonite,Malachite,Barryte,Magnetite,Loxosone,Hematite	Marl,Sandy Lime St.,Chalca,Graywack,Compommarite
11	Missouri Pb-Zn	Lead , Polymetallic	SARI-14		Su,Mo <sup>+</sup>		Chalca,Coethite,Hematite,Loxosone,Limonite,Magnetite,Pyrite,Native Lead,Apatite	Marl,Sandy Lime St.,Chalca,Graywack,Compommarite
12	Missouri Pb-Zn	Lead , Polymetallic	SARI-13				Chalca,Coethite,Hematite,Loxosone,Limonite,Magnetite,Pyrite,Amphibole	Marl,Sandy Lime St.,Chalca,Graywack,Compommarite
13	Skarn-Pb-Zn	Skarn-Polymetallic	SARI-1	(Au) <sup>+</sup> ,Cu,Hg	(Hg) <sup>+</sup>	Au,Bi,Cu,Hg,St,Py,Mn	Native Lead,Barryte,Coethite,Hematite,Loxosone,Limonite,Pyrite,Magnetite	Dolomitic Lime St. Lime St.
14	Oolitic Ironstone	Skarn-Polymetallic	SARI-2	(Au) <sup>+</sup> ,Ba,W,Ag,Sb	Hg		Native Lead,Barryte,Pyrite,Coethite,Hematite,Limonite,Loxosone,Magnetite,Mercurite	Dolomitic Lime St. Lime St.
15	Skarn-Pb-Zn	---	SARI-12		W,Bi,Ag,Cu,Mo,Sb,Mn,Cr,Fe,Ni,Co <sup>+</sup>		Pyrite,Barryte,Oligite,Hematite,Limonite,Loxosone,Magnetite	Marl,Sandy Lime St.,Chalca,Graywack,Compommarite

آبرمالی های ژئوشیمیایی درجه ۲ و ۳ از نظر قرار داده شده است (۱۵)