



گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیائی
سیستماتیک در محدوده برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰
«کاشان»

مجری طرح
سازمان زمین شناسی کشور

مشاور
شرکت توسعه علوم زمین

توسط
دکتر علی اصغر حسنی پاک

آبان ماه ۷۴

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
(۱-۲۱)	فصل اول - کلیات
۱	۱- مقدمه
۲	۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه ای
۳	۳- جمع آوری اطلاعات
۳	۴- موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی منطقه
۴	۵- زمین شناسی ناحیه ای
۱۰	۵-۱- روند پتانسیل های معدنی در منطقه
۱۴	۶- بررسی رسوبات رودخانه ای در مناطق خشک
۱۸	۷- بررسی حوضه های آبریز
۱۸	۷-۱- مشخص کردن محدوده هر یک از حوضه ها
۱۸	۷-۲- محاسبه چگالی آبراهه ها در محدوده برگه $\frac{۱}{۱۰۰,۰۰۰}$ کاشان
۱۹	۷-۳- شناخت الگوهای توسعه حوضه های آبریز در منطقه
(۲۲-۲۸)	فصل دوم - نمونه برداری
۲۲	۱- مقدمه

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۴	۲- طراحی نمونه برداری
۲۶	۳- عملیات نمونه برداری
(۲۹-۳۵)	فصل سوم - نقش سنگ بستر
۲۹	۱- جدایش جوامع سنگی
۳۱	۲- نقش سنگ بستر در ارزیابی مقدار زمینه و حد آستانه ای
۳۱	۱-۲- نقش سنگ بستر در ایجاد آنومالیهای کاذب
۳۲	۲-۲- تغییرپذیری سنگ بستر
۳۳	۳-۲- بررسی مقادیر کلارک سنگهای رخنموندار در منطقه
(۳۶-۴۰)	فصل چهارم - پردازش داده‌ها
۳۶	۱- مقدمه
۳۷	۲- پردازش داده های سنسورد
۳۸	۳- پردازش داده های جوامع تک سنگی
۳۹	۴- پردازش داده های جوامع دو سنگی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
(۴۱-۴۶)	فصل پنجم - تخمین مقدار زمینه
۴۱	۱- تحلیل ناهمگنی ها
۴۲	۲- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف بر اساس سنگ بستر بالادست
۴۳	۳- آنالیز ویژگی برای تحلیل اثر ناهمگنی ها
۴۵	۴- تخمین مقدار زمینه
(۴۷-۵۵)	فصل ششم - تخمین شبکه‌ای شاخص‌های غنی شدگی
۴۷	۱- تخمین شبکه‌ای
۵۰	۲- شاخص غنی شدگی
۵۲	۳- محاسبه احتمالات وابسته به شاخص‌های غنی شدگی
۵۵	۴- معرفی متغیرهای تک عنصری و چند عنصری
(۵۶-۶۲)	فصل هفتم - رسم نقشه‌ها و تحلیل آنومالی‌های ژئوشیمیایی
۵۶	۱- تفسیرهای چند متغیره
۵۶	۱-۱- آنالیز فاکتوری

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۷	۲-۱- نتایج آنالیز فاکتوری
۶۰	۲- محاسبه آنومالی و رسم نقشه ژئوشیمیایی
(۶۳-۱۲۷)	فصل هشتم - کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی
۶۳	۱- مقدمه
۶۴	۲- ردیابهای کانی سنگین
۶۶	۳- بزرگی هاله های کانی سنگین
۶۷	۴- نمونه برداری کانی سنگین و زونهای مینرالیزه و آلترة احتمالی
۶۸	۴-۱- نکاتی در مورد محل، چگالی و وزن نمونه های کانی سنگین
۶۹	۵- شرح نمونه ها
۸۹	۶- پردازش داده های کانی سنگین
۸۹	۶-۱- رسم هیستوگرامها
۹۱	۶-۲- دیاگرامهای پراکندگی
	۷- تخمین شبکه ای، رسم نقشه کانی سنگین و مقایسه آن با
۹۳	آنومالیهای ژئوشیمیایی مقدماتی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

	۸- مقایسه نتایج حاصل از نمونه های مینرالیزه با نتایج نمونه های
۱۰۴	ژئوشیمیایی و کانی سنگین
۱۰۵	۱-۸- مقدمه
۱۰۶	۲-۸- روش ارزیابی
۱۱۸	۳-۸- نتایج
۱۲۰	۴-۸- آنالیز ویژگی نمونه های مینرالیزه
۱۲۰	۹- مطالعه تغییرپذیری دانسیته گسلها
۱۲۱	۱-۹- مقدمه
۱۲۱	۲-۹- روش مطالعه
۱۲۲	۳-۹- داده های خام
۱۲۲	۴-۹- پارامترهای آماری مجموع طول گسلها
۱۲۳	۵-۹- پارامترهای آماری امتداد گسلها
۱۲۴	۶-۹- رسم نقشه و مدل دانسیته گسلها
	۷-۹- انطباق محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی با محدوده زونهای
۱۲۵	با شکستگی زیاد

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	۸-۹. جامعه شکستگی های توسعه یافته در محدوده آنومالیهای
۱۲۷	ژئوشیمیایی
(۱۲۸-۱۳۷)	فصل نهم - انتخاب مناطق امیدبخش
۱۲۸	۱- روش کار
۱۳۱	۲- نتایج رتبه بندی آنومالیا
(۱۳۸-۱۴۶)	فصل دهم - روشهای آنالیز و محاسبه خطا
۱۳۸	- مقدمه
۱۳۹	۱- تجزیه شیمیایی
۱۳۹	۱-۱- روشهای آنالیز شیمیایی
۱۴۰	۲-۱- محاسبه خطای آنالیز شیمیایی
۱۴۳	۲- اندازه گیری کانیهای سنگین
۱۴۳	۱-۲- روش آنالیز کانی سنگین
۱۴۵	۲-۲- محاسبه خطای اندازه گیری کانی سنگین

فصل اول

کلیات

۱- مقدمه

اکتشافات ناحیه ای در مقیاس ۱/۱۰۰,۰۰۰ در زمره عملیات اکتشافی زیربنایی به حساب می آید که هدف آن شناخت نواحی با پتانسیل معدنی می باشد. به منظور دستیابی به چنین اهدافی، 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 کاشان انجام می پذیرد (باستثناء برگه ۱/۵۰,۰۰۰ جوشقان که قبلاً تحت مطالعه ژئوشیمیایی قرار گرفته است). اجرای این پروژه در دو بخش طراحی شده که بخش اول تا رسم نقشه آنومالیهای ژئوشیمیایی و تعیین مناطق پرتانسیل ادامه می یابد و در بخش دوم مناطق پرتانسیل جهت مطالعات کانی سنگین و در واقع چک کردن آنومالیهای ژئوشیمیایی از طریق مطالعات کانی سنگین تعقیب خواهد شد و در نهایت مناطقی که از هر دو روش به نتایج مثبتی منتهی می شوند معرفی خواهند شد.

۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای

بطور تجربی ثابت شده است که رسوبات آبراهه‌ای (جزء ۸۰- مش) می‌تواند در اکتشافات کوچک مقیاس ناحیه‌ای ($\frac{1}{100,000}$ تا $\frac{1}{250,000}$) بسیار مفید واقع شود. نتایج بدست آمده از این نوع نمونه‌ها می‌تواند در تحلیل ایالات ژئوشیمیایی، الگوهای ژئوشیمیایی ناحیه‌ای و همچنین نواحی‌ای که در آنها احتمال کشف نهشته‌های کانساری بیشتر می‌باشد، مفید واقع شود. علاوه بر کاربردهای مستقیم ذکر شده، نقشه‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند کاربردهایی در زمینه‌های کشاورزی، بهداشت و محیط زیست نیز داشته باشد. بدیهی است اهداف اکتشافی این نوع بررسیها با اهدافی چون تشخیص الگوهای ناحیه‌ای توزیع عناصر متفاوت است و بدین جهت برای هر یک روش تحلیل داده‌ها، خاص خود خواهد بود. در مورد اول که هدف کشف آنومالی در هاله‌های ثانوی است، باید از تکنیکهای آماری‌ای استفاده نمود که اختلاف بین مقادیر آنومالی و روندهای ناحیه‌ای را به حداکثر مقدار خود برساند و در نتیجه از طریق شدت بخشی آنومالیا به شناسایی هر چه دقیق‌تر آنها پی برد. در حالت دوم چون هدف دستیابی به روندهای ناحیه‌ای است، باید از تکنیکهای آماری‌ای استفاده نمود که اثرگذاری آنومالیا را در روندهای ناحیه‌ای به حداقل مقدار خود برساند. چگالی نمونه برداری در این حالت یک نمونه برای چند کیلومتر مربع است.

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 کاشان، نیاسر، کامو، جوشقان^(۱) (برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان).
 - ۲- عکسهای ماهواره ای با مقیاس ۱/۱۰۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه و اطراف آن.
 - ۳- نقشه های زمین شناسی ۱/۲۵۰,۰۰۰ و ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان.
 - ۴- نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰,۰۰۰ کاشان.
 - ۵- نقشه ژئوفیزیک هوایی (مگنتومتری) با مقیاس ۱/۲۵۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه.
- با توجه به اطلاعات حاصل از مدارک فوق الذکر، برنامه عملیات صحرایی جهت نمونه برداری پی ریزی گردید و در هر مورد نقش پارامترهای موثر در برنامه ریزی اکتشافی (بخصوص در نمونه برداری) مورد بررسی قرارگرفت که خلاصه آن در بخشهای بعدی گزارش آورده شده است.

۴- موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی منطقه

محدوده تحت پوشش برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان در طول و عرض جغرافیایی زیر قرار

می گیرند:

۱- برگه ۱/۵۰,۰۰۰ جوشقان قبلاً توسط سازمان زمین شناسی کار شده است و شامل نمونه برداری نمی شود.

51°- 51°,30'

33°,30'- 34°

برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان

محدوده مورد مطالعه در بین دو شاهراه اصلی کاشان - اردستان و دلیجان - میمه - مورچه خورت قرار می گیرد. راههای ارتباطی عمدتاً راههایی است که این دو شاهراه را به یکدیگر متصل می کند، مانند جاده کاشان - دلیجان و نطنز - مورچه خورت. جاده های کاشان - قهرود - میمه و نطنز - ایبانه و ورکان - راوند از دیگر راههای ارتباطی مهم در منطقه می باشند. سایر راههای منطقه شوسه و جیب رو می باشد. کمترین راههای ارتباطی در بخش شمال غرب و جنوب غرب قمصر و در جنوب نیاسر وجود دارد. راه آهن پس از گذشتن از کاشان به اصفهان و نیز یزد و کرمان می رسد.

از لحاظ اقلیمی، منطقه کاشان گرم و خشک و عملاً بدون پوشش گیاهی است. میانگین باران سالیانه ۱۳۸ میلیمتر و میانگین دمای سالیانه ۱۹/۵ درجه سانتیگراد است. بارندگی در دشت های غربی بیشتر و پوشش گیاهی آن نیز زیادتر است. منطقه کوهستانی قهرود بعلت ارتفاع زیاد از آب و هوای معتدل برخوردار است ولی میزان بارندگی نسبتاً کم بوده و از ۳۸۰ میلیمتر در سال تجاوز نمی کند.

۵- زمین شناسی ناحیه ای

بطور کلی ناحیه تحت پوشش سه برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان، نطنز و طرق عمدتاً شامل کمپلکسهای آذرین و رسوبی است. بجز نواحی بسیار محدود از سنگهای دگرگونی مجاورتی

در مجاورت توده های نفوذی، رخساره های دگرگونی دیگری در این ناحیه دیده نمی شود. کمپلکس رسوبی در محدوده این سه برگه از نظر سنی شامل سنگهای پرکامبرین (سازند کهر و سلطانیه)، پالئوزوئیک (سازندهای لالون، میلا، بهرام، جمال و ...)، مزوزوئیک (سازندهای شتری، نایبند، شمشک و ...) و سنوزوئیک (عمدتاً سازند قم) می باشد.

قدیمی ترین سنگها در محدوده مورد مطالعه در بخش غرب و شمال غرب کمپلکس کرکس (عمدتاً ناحیه جنوب ده چیمه - یارند - ابیانه) گسترش یافته است. سن آنها از پرکامبرین تا پرمین را می پوشاند (باستثناء رسوبات کربونیفر که در منطقه رخنمون ندارند). سنگهای پرکامبرین شامل شیل با میان لایه هایی از سنگهای ولکانیک بازیگ است که معادل سازند کهر شناخته شده است و در جنوب غرب دهکده چیمه رخنمون دارد. در بخش غربی این رسوبات، دولومیت خاکستری رنگ (سازند سلطانیه) در سطح ظاهر می شود. این دو سازند مجموعاً رسوبات پرکامبرین را در محدوده مورد مطالعه نشان می دهند.

رسوبات کامبرین که بیشتر آواری است شامل سازند لالون در بخش پایینی و سازند میلا در بخش فوقانی است. سازند میلا علاوه بر شیل و ماسه سنگ که آواری است شامل دولومیت و آهک نیز می باشد. سنگهای سیلورین و دونین بطور تفکیک نشده در دو منطقه نسبتاً وسیع گسترش یافته است. بزرگترین رخنمون آن در بخش غربی کمپلکس کرکس در مجموعه سنگهای قدیمی ظاهر می شود. رخنمون دیگر آن در بخش غربی تا جنوب غربی کمپلکس نفوذی وش رخنمون دارد. این سنگها شامل ماسه سنگهای قرمز و خاکستری و دولومیت با سنگهای آتشفشانی در بخش زیرین می باشند که سن آنها سیلورین تا دونین

تحتانی گزارش شده است. این سنگهای ولکانیک بازیک معرف فعالیتهای ولکانیکی در سیلورین پایینی در این نواحی است. گرچه ضخامت این سنگهای ولکانیکی بازیک کم می باشد (حدود ۵۰ متر) ولی از آنجا که دارای بافت جریانیه بوده و بشدت دگرسان شده اند (آلتراسیونهای سریسیتی، کلریتی، کلسیتی و لیمونیتی) می توانند با اهمیت باشند. در روی این رسوبات سنگهای آهکی و آهک دولومیتی (معادل سازند بهرام) گسترش می یابد. رسوبات کربونیفر در این منطقه دیده نمی شود و در نتیجه سنگهای دولومیتی و آهکهای دولومیتی سازند جمال با سنگهای آهکی و آهک دولومیتی سازند بهرام همبری دارند. بخش فوقانی رسوبات پرمین دولومیت‌های تیره رنگ سیلیسی شده می باشد.

رسوبات تریاس تحتانی شامل دولومیت‌های زردرنگ سازند شتری است که در جنوب دهکده طرق با دیگر رسوبات ژوراسیک و تریاس و در غرب کرکس (ارتفاعات لالیوان و شرق کوه آرشود) و همچنین در جنوب شرقی دهکده برزک گسترش یافته اند. علاوه بر دولومیت‌های زردرنگ شتری، رسوبات تریاس شامل سنگهای متعلق به سازند نایبند نیز می باشد که بطور گسترده ای در برگه ۱/۱۰۰،۰۰۰ طرق در سطح ظاهر می شوند و شامل رسوبات تخریبی شیل و ماسه سنگ و سنگ آهک فسیلدار است. از رسوبات متعلق به ژوراسیک، فقط بخش لیاس آن، شامل سازند شمشک در منطقه رخنمون وسیع دارد. بخش فوقانی آن را رسوبات تخریبی دانه درشت تا دانه ریز با میان لایه های زغال تشکیل می دهد که در مناطق مختلفی زغال آن مورد بهره برداری قرار گرفته است. گسترش لایه های زغال بیشتر در بخش دانه درشت (کنگومرانی) رسوبات آواری است.

رسوبات کرتاسه در بخش جنوبی و غربی برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ طرق و همچنین در بخش مرکزی نقشه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان رخنمون دارد. این سنگها شامل یک واحد تخریبی (ماسه سنگ و کنگلومرای قرمز) در قاعده می باشد که بر روی آن سنگهای آهکی با میان لایه های شیلی، شیل و مارن قرار می گیرد. بخش تخریبی که در قاعده آنها قرار دارد، متعلق به کرتاسه زیرین بوده و ضخامت حدود چندین ده متر دارد که بطور دگرشیب بر روی سازندهای قدیمی تر خود (عمدتاً شمشک و نایبند) قرار می گیرد. از آنجا که ماتریکس این لایه تخریبی قرمز رنگ است، تشخیص آن در روی زمین آسان می باشد.

تفکیک بخش جوان کمپلکس رسوبی (بخش ترسیری آن) از کمپلکسهای آذرین کمی دشوار است و باستثناء رسوبات تخریبی ائوسن زیرین شامل کنگلومرا، مارن (و همچنین رسوبات آهکی وابسته به آنها) و رسوبات الیگومیوسن متعلق به سازند قم، در سایر قسمتها بخش اعظمی از سنگها را واحدهای آذرین تشکیل می دهد که بطور فرعی دارای واحدهای رسوبی است.

قدیمی ترین سنگهای آذرینی که در محدوده این سه برگه دیده می شود، گدازه های بازالتی است که بصورت میان لایه هایی در بین رسوبات پرکامبرین و کامبرین زیرین دیده می شود. علاوه بر آن دایکها و سیلهای اسیدی تا بازیک نیز بعضی از همین واحدهای رسوبی را قطع می نماید. سنگهای آتشفشانی بازیک با بافت جریانیه متعلق به سیلورین پایینی نیز در منطقه گسترش دارند. ولی هیچیک از واحدهای آذرین فوق را نمی توان در مجموع بعنوان یک کمپلکس آذرین قلمداد نمود، زیرا جزئی از یک کمپلکس رسوبی قدیمی هستند.

در محدوده سه برگه مورد بررسی بخش اعظمی از کمپلکس آذرین (شامل سنگهای نفوذی و خروجی) متعلق به ترسیری می باشد که تحت تاثیر پدیده های ناحیه ای جوان، بعنوان بخشی از زون ارومیه - دختر تشکیل گردیده اند. بنابراین از نظر سنی بخش عمده آنها متعلق به ائوسن، الیگومیوسن و حتی پلیوسن می باشند. در محدوده سه برگه مورد بررسی توده های نفوذی کمپلکس آذرین در امتداد شمال غرب - جنوب شرق در چهار منطقه بطور وسیع گسترش می یابند:

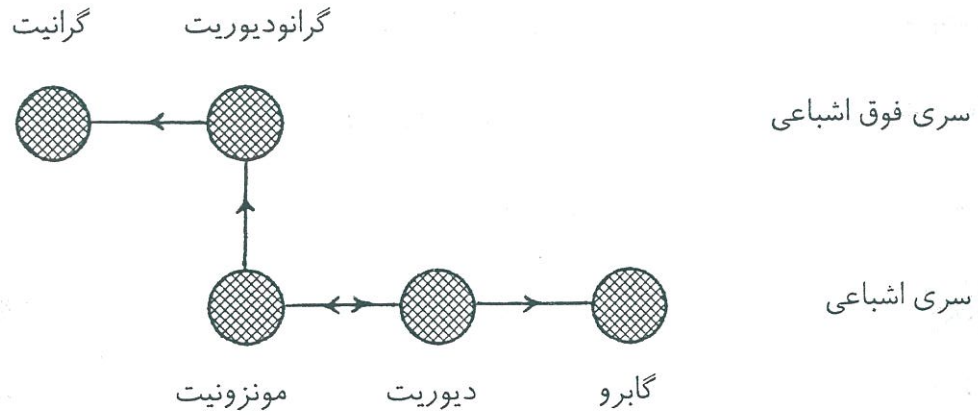
۱- منطقه جنوب غرب نیاسر

۲- منطقه قهرود

۳- منطقه وش

۴- منطقه کرکس

این توده های نفوذی از نظر سنی از بخشی از سنگهای ولکانیکی این کمپلکس جوانتر و از بخشی از آنها قدیمی تر است ولی از آنجا که تعداد زیادی از توده های ولکانیکی ائوسن والیگوسن را قطع میکند، میتوان گفت که از نظر سنی نسبت به بیشتر این ولکانیکها جوانتر است. از نظر ترکیب سنگ شناسی این توده های نفوذی بیشتر شامل سنگهای فوق اشباعی شامل گرانیت، گرانودیوریت و سری اشباعی شامل مونزونیت، دیوریت و کمی گابرو نیز می باشد.



یک قاعده نسبتاً عمومی در مورد توده‌های نفوذی آنستکه معمولاً توده‌های بازیک تا متوسط سری اشباعی بوسیله توده‌های متوسط تا اسیدی سری فوق اشباعی قطع می‌گردند. این توده‌های نفوذی در اطراف خود کم و بیش هاله دگرگونی مجاورتی تولید نموده‌اند. وجود میکروکلین بخصوص در سری فوق اشباعی سنگهای این کمپلکس، معرف تبلور در دمای پائین حداقل بخشی از این توده‌های نفوذی است. این امر دلالت بر کم عمق بودن محیط تبلور بخشی از توده‌های نفوذی است (بخشهای اسیدی) که از نظر پتانسیل کانی سازی می‌تواند عامل مثبتی ارزیابی شود.

بخش ولکانیکی کمپلکس آذرین با ولکانیکهای ائوسن شروع می‌گردد که بخشهای زیرین آن توف همراه با سنگهای آواری و شیمیائی است. سنگهای آتشفشانی ائوسن شامل دو بخش آذرآواری و گدازه‌هاست. بخش آذرآواری آن شامل لاپیلی‌ها، آگلومراها، ایگنمبریت و توفهاست. بیشتر توف‌ها از نوع داسیتی، آندزیتی و برشی است. گدازه‌ها بیشتر از نوع آندزیتی، داسیتی، ریوداسیتی و ریولیتی است. بخش عمده‌ای از سنگهای ولکانیکی

اٲوسن بخصوص گدازه‌های آندزیتی آن، آلتراسیونهای هیدروترمال را بهمراه دگرسانی نوع پروپیلیتی نشان می‌دهند.

بخش الیگومیوسن کمپلکس آذرین بیشتر ولکانیکی است و تفاوت عمده آن با ولکانیکهای میوسن آن است که درصد بیشتری از ولکانیکهای این بخش از سری اشباعی (عمدتاً آندزیتی) می‌باشند و بجز بخش پائینی آنها که اسیدی است، در سایر قسمتهای آن نه فقط سنگهای سری اشباعی دیده نمی‌شود بلکه واحدهای آندزیتی آنالیم‌دار نیز تشکیل گردیده‌اند. جوانترین بخش ولکانیکی کمپلکس آذرین را توده‌های اشباعی از نوع تراکی آندزیت و فوق اشباعی داسیتی و ریوداسیتی تشکیل میدهد که سن آنها می‌تواند میوسن فوقانی تا پلیوسن باشد.

۱-۵- روندیتانسیل‌های معدنی در منطقه

منطقه مورد بررسی در این پروژه شامل برکه‌های ۱/۱۰۰,۰۰۰ طرُق و نطنز و کاشان می‌باشد که مجموعاً بصورت حرف L معکوس (۶) قرار می‌گیرند. این سه برکه نیمی از نقشه ۱/۲۵۰,۰۰۰ کاشان را می‌پوشاند (شکل ۱-۲).

یک رشته کوه اصلی در این چهارگوش (۱/۲۵۰,۰۰۰ کاشان) وجود دارد که امتداد آن از شمال غرب به جنوب شرق است. علاوه بر این رشته کوه اصلی که امتداد مشخصی دارد، ارتفاعات جداگانه و پراکنده‌ای بقیه سطح منطقه را می‌پوشاند. دشتهائی که ارتفاعات را از یکدیگر جدا میکند نسبتاً وسیع بوده و مسطح می‌باشند. دشتهای شمال شرقی کم ارتفاع‌تر از

دشتهای جنوب غربی است (حدود ۵۰۰ متر) و تپه‌های ماسه‌ای در آن یافت می‌شود. اختلاف ارتفاع بین بالاترین قله و پائین ترین نقاط در منطقه حدود ۳۰۰۰ متر است. از این نقطه نظر منطقه را می‌توان به سه بخش نواحی بسیار مرتفع (بالای ۲۵۰۰ متر)، نواحی مرتفع (۱۵۰۰-۲۵۰۰ متر)، و نواحی کم ارتفاع (۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر) تقسیم نمود.

برداشتهای ژئوفیزیکی مغناطیس سنجی هوایی در محدوده چهارگوش ۱/۲۵۰,۰۰۰ کاشان صورت گرفته و نقشه آن مورد تفسیر قرار گرفته است. بر اساس پیوستگی و ناپیوستگی آنومالیهای مغناطیسی و همچنین محاسبه عمق منابع مغناطیسی، گسلها و چین خوردگیها مشخص و تفسیر گردیده‌اند. در بعضی از مناطقی که سنگهای نفوذی و یا خروجی کم عمق گسترش دارند، داده‌های مربوط به عمق با خطا همراه می‌باشد که خود موجب خطا در تشخیص پی‌سنگ می‌گردد. بنابر این در مواردیکه سنگهای نفوذی عمیق نمی‌باشند، تشخیص پی‌سنگ با خطای بیشتری همراه است. ولی تا آنجا که به این گزارش مربوط می‌شود، دانستن محدوده پی‌سنگ آذرین و خروجیهای وابسته به آنها در همین حد از خطا قابل قبول می‌باشد. ولی از آنجا که توده‌های نفوذی نیمه عمیق و کم عمق در پیدایش تیپ خاصی از کانسارها (انواع اپی‌ترمال) نقش مهمی را ایفا می‌کنند، باید در مناطق مرزی محدوده مشخص شده، کمی احتیاط نمود.

رشته کوههای اصلی با امتداد شمال غرب - جنوب شرق را می‌توان به دو بخش تقسیم نمود. بخش مرکزی و بخشهای کناری. بخش مرکزی عمدتاً از سنگهای پالئوزوئیک و مزوزوئیک تشکیل شده ولی بخشهای جانبی را بطور عمده سنگهای ترسیری تشکیل

می‌دهند که در بین آنها سنگهای ولکانیکی و توفهای ائوسن و ولکانیکها و توده‌های نفوذی نئوژن فراوان می‌باشند. ارتفاعات پراکنده‌ای که در بخش شمال شرق و جنوب غرب این رشته کوه اصلی قرار می‌گیرد، کاملاً با یکدیگر متفاوتند. ارتفاعات شمال شرقی بیشتر ولکانیکها و توفهای ائوسن می‌باشند. حال آنکه در بخش جنوب غرب بیشتر سنگهای رسوبی ژوراسیک و کرتاسه حضور دارند. توده‌های مغناطیسی کم عمق موجود در اطراف رشته کوه‌های اصلی با سنگهای نفوذی و ولکانیکهای رخنموندار مطابقت دارند.

تفسیر داده‌های ژئوفیزیک دلالت بر آن دارد که در بخش جنوب غربی رشته کوه اصلی، پی‌سنگ نسبتاً عمیق بوده و بطور متوسط نسبت به سطح فرسایش کنونی حدود ۳۵۰۰ متر پائین‌تر می‌باشد و بانزدیک شدن به رشته کوه اصلی از عمق آن کاسته می‌گردد. در بخش شمال شرق رشته کوه اصلی مانند بخش جنوب غربی آن پی‌سنگ عمیق بوده و بطور متوسط چهار کیلومتر زیر سطح فرسایش کنونی قرار می‌گیرد (در نزدیکی فروافتادگی قم - اردکان). در اینجا هم مانند بخش جنوب غربی هر چه به رشته کوه اصلی نزدیک می‌شویم، پی‌سنگ کم عمق‌تر می‌شود.

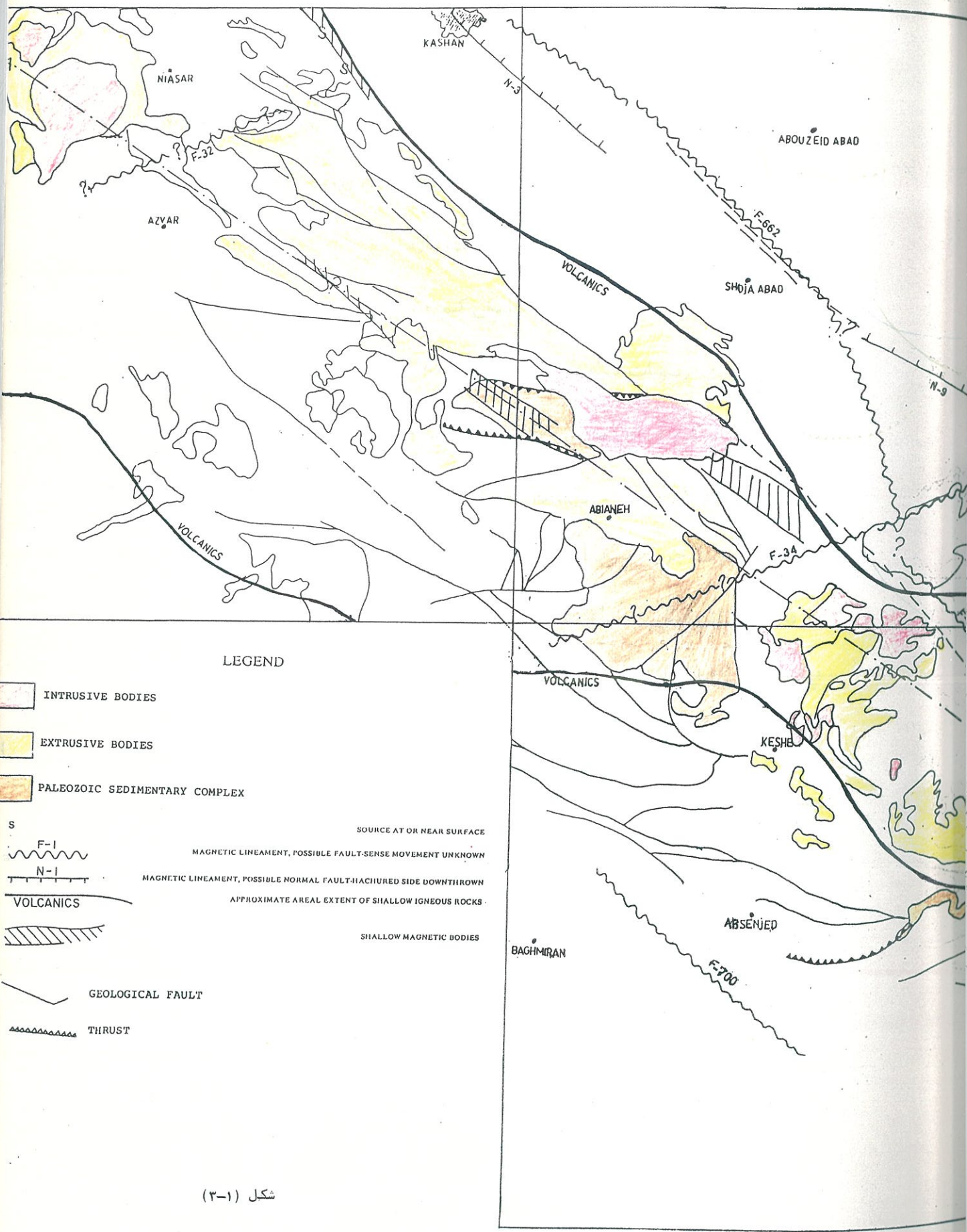
بعنوان بخشی از زون ولکانیکی ارومیه - دختر مناطق تحت پوشش این پروژه می‌تواند جزء مناطق پرتانسیل محسوب شود. اندیسه‌های شناخته شده سرب، روی و مس در سراسر این ناحیه ولکانیکی گزارش شده است.

در سرتاسر این منطقه سنگهای ولکانیکی (خروجی، نیمه عمیق) و سنگهای نفوذی اسیدی با سن ترسیری تشکیل گردیده‌اند. بیشترین شدت آنومالیهای مغناطیسی در این

زون با محل توسعه توده‌های نفوذی انطباق دارد. علاوه بر کانی سازی، منابع مغناطیسی دیگری از قبیل سنگهای ولکانیکی، نفوذی و گسلها وجود دارند، که می‌توانند موجب بروز آنومالیهای مغناطیسی گردند. بنابراین برای بررسی مناطقی با شدت میدان مغناطیسی بالا، بخصوص در زون آذرین و جدا کردن مولفه کانی سازی از سایر متغیرهای تولید کننده آنومالیهای مغناطیسی، برداشتهای از انواع دیگر توصیه شده است.

شکل (۱-۳) آن بخش از سیمای کلی زمین شناسی را که می‌تواند بنحوی در ارزیابی و توجیه پتانسیل معدنی نقشی داشته باشد، نشان می‌دهد.

چنانچه در این نقشه مشاهده می‌شود خط AB محور گسترش توده‌های نفوذی را نشان می‌دهد که در بخش شمالی عمدتاً بوسیله سنگهای ولکانیکی و در بخش جنوبی عمدتاً بوسیله سنگهای ولکانیک و آهکهای کرتاسه و همچنین رسوبات ژوراسیک احاطه می‌گردد (گسترش سنگهای ژوراسیک در نقشه نشان داده نشده است). اکثر توده‌های نفوذی در محور AB تشکیل نواحی بسیار مرتفع و مرتفع را می‌دهند، حال آنکه سنگهای ولکانیک اطراف آنها اکثراً نواحی مرتفع تا کم ارتفاع را شامل می‌شود. در بسیاری از موارد، در کنتاکت سنگهای نفوذی با سنگهای درونگیرشان هاله دگرگونی مجاورتی دیده می‌شود که بعضاً با آلتراسیون و کانی سازی همراه بوده است. بنابراین امکان کانی سازیهای نوع اسکارنی (بانضمام اسکارن سیلیکاتی) در این مناطق وجود دارد. یکی از مشخصات بارز گسلهای بزرگ در این منطقه امتداد آنهاست که عمدتاً در امتداد رشته کوههای مرتفع (امتداد زون اصلی فعالیت‌های آذرین) می‌باشد. در این مورد گسل شماره ۳۲ در بخش شمال غرب منطقه و ۳۴



شکل (۳-۱)

در بخش میانی منطقه که با علامت سوال (?) روی نقشه نشان داده شده است، که از طریق برداشتهای ژئوفیزیک مغناطیسی هوایی مشخص گردیده است، با روند ذکر شده سازگاری ندارد. ولی گسلهای شماره ۶۶۲، $N3$ ، $N9$ و 700 که بهمین روش برداشت گردیده است. با روند گسلهایی که در سطح نمایان است، مطابقت دارد.

قابل ذکر است که در زونهای ولکانیکی کم ارتفاع بخصوص نواحی نزدیکتر به توده های نفوذی، رسوبات تراورتنی گسترش یافته اند، که می توانند معرف فعالیت چشمه های آب گرم در این نواحی باشد. در مواردی که سنگهای ولکانیک اطراف توده های نفوذی در مناطق کم ارتفاع از نوع پیروکلاستیک است. بدلیل بالابودن درصد تخلخل آنها و در نتیجه سهولت جریان سیال، پتانسیل کانی سازی بیشتری می تواند وجود داشته باشد، که در فاز بعدی این قبیل پتانسیلها بطور دقیق تر مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. در بسیاری از این نواحی، سنگهای ولکانیکی بشدت آلتزه شده و پیدایش مجموعه پروپیلیتی وابسته به آنها، موجب افزایش اهمیت این زونها می گردد. مطالعه نقشه های زمین شناسی و ژئوفیزیک بهمراه بازدیدهای گسترده روی زمین معرف آنست که بجز آهکهای کرتاسه که عمدتاً در زیر محور AB گسترش دارند بقیه سنگهای متعلق به مزوزوئیک از نظر پتانسیل معدنی در اولویت پایینتری قرار می گیرند.

۶- بررسی رسوبات رودخانه ای در مناطق خشک

از آنجا که مناطق خشک بخش قابل ملاحظه ای از سطح کره زمین را می پوشاند،

ملاحظات خاص مربوط به اکتشافات ژئوشیمیایی از طریق رسوبات آبراهه ای در این مناطق وجود دارد که باید بدان توجه نمود. این ملاحظات خاص ناشی از شرایط خاص آب وهوایی و ژئومورفولوژیکی این مناطق است.

محیطهای کویری را می توان براساس ویژگیهای ساختمانی - ریخت شناسی به دو دسته تقسیم نمود: ۱- مناطق کویری توسعه یافته در سپرها و سکوها مانند مناطق وسیع آفریقا، عربستان، استرالیا و هندوستان.. از نظر ساختمانی - ریخت شناسی این کویرها سرزمینهای وسیع سطحی هستند که بوسیله حوضه های کم ارتفاع از یکدیگر جدا می شوند. حوضه های آبریز در چنین مناطقی توسعه بسیار کم داشته و فرسایش در آنها بعلت پایین بودن پتانسیل مکانیکی محدود است. ۲- مناطق کویری توسعه یافته در فلاتها (مانند مناطق کویری غرب آمریکا). در پیدایش مناطقی که در آنها مناطق کوهستانی و دشتهای بین آنها متناوباً تکرار می گردد، فعالیتهای تکتونیک (عمدتاً با مولفه های درجهت قائم) نقش موثری را ایفا می نمایند. برخلاف مناطق کویری توسعه یافته در سپرها و سکوها، در این مناطق آب و هوا می تواند تنوع بیشتری داشته باشد. در بعضی مناطق آن ریزشهای جوی اندک و در بعضی مناطق بطور قابل ملاحظه ای زیاد می باشد که می تواند موجب توسعه قابل ملاحظه حوضه های آبگیر شود. در این مناطق نیز مانند کویرهای توسعه یافته در سپرها و سکوها سیستمهای حوضه آبریز ممکن است به محیطهای پلایایی که در آنها آبهای سطحی بسرعت تبخیر می شود، ختم شود.

محدوده پروژه حاضر را می توان در زمره مناطق خشک از نوع دوم تلقی نمود که

در آن توسعه حوضه های آبریز، کاربرد موثر روش بررسی رسوبات رودخانه ای را بعنوان یک روش اکتشاف ناحیه ای امکان پذیر می سازد. زیرا حتی در شرایط خشک آب لازم برای فرسایش شیمیایی در طول یک زمان زمین شناسی وجود دارد. بدون شک فرسایش مکانیکی در چنین مناطقی بخصوص در بخشهای مرتفع آن نقش اول را ایفا می نماید. فرآیندهای هوازدگی شیمیایی در این مناطق عمدتاً شامل اکسیداسیون می باشد که اثر آن در روی یونهای مختلف آهن، منگنز و گوگرد و در نتیجه در روی قابلیت تحرک آنها بسیار مهم است.

یکی از عوامل پیچیده کننده سیمای ژئوشیمیایی این نواحی، ناهمگنی ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای در مقیاس درون یک حوضه آبریز بزرگ می باشد. علت این ناهمگنی ژئوشیمیایی یک ناهمگنی در ریزشهای جوی این مناطق است که خود می تواند منشاء خطای ارزیابی پتانسیل معدنی این نواحی گردد. در این مناطق بخش قابل ملاحظه ای از ریزشهای جوی بصورت رگبارهای پراکنده صورت می پذیرد که ممکن است همه یک حوضه آبریز با شدت یکسان نپوشاند. در اینصورت فوقانی ترین رسوبات کف آبراهه بیشتر منعکس کننده ترکیب شیمیایی آن بخش از حوضه آبریز است که محصولات خاص از فرسایش آن در آخرین فاز بارندگی از طریق چنین رگبارهایی به بخشهای پایین تر حوضه حمل و روی رسوبات قبلی را پوشانده است. بدیهی است اگر چنین بخشی از حوضه آبریز محل توسعه هاله های ژئوشیمیایی اولیه باشد، آنومالیهای ثانوی مشتق شده از آنها قوی خواهد بود (زیرا مواد باطله کمتری با آن مخلوط شده است) ولی اگر چنین بخشی از حوضه آبریز مناطق عقیم

(بدون هاله اولیه) باشند که عموماً چنین است، در اینصورت شدت آنومالیها در رسوبات سطحی حوضه آبریز کاهش یافته و ممکن است مقدار عناصر وابسته به کانی سازی تا حد مقدار آستانه ای و یا مقدار زمینه تنزل داده شوند.

یکی دیگر از عوامل پیچیده کننده سیمای ژئوشیمیایی در چنین مناطقی، ناهمگنی ژئوشیمیایی مرتبط با تغییر اندازه ذرات تخریبی و در نتیجه تغییر مقدار شدت شستشوی شیمیایی (فرسایش شیمیایی) ذرات سازنده رسوب رودخانه از بخشهای مرتفع حوضه آبریز به بخشهای میانی و بخشهای کم ارتفاع نزدیک دشتهاست. نتیجه چنین ناهمگنی احتمال بیشتر ثبت آنومالیهای ژئوشیمیایی در بخشهای مرتفع تر با فرسایش مکانیکی شدیدتر (تحت دیگر شرایط یکسان) می باشد.

علاوه بر دو عامل فوق، اختلاف در احتمال رقیق شدگی رسوبات حاصل از تخریب مناطق کانی سازی شده از طریق اختلاط با رسوبات حاصل از فرسایش مناطق عقیم در دو بخش فوقانی و تحتانی یک حوضه آبریز معین نیز می تواند موجب خطا در ارزیابی مناطق امیدبخش گردد. بدیهی است احتمال چنین اختلاطی در بخشهای فوقانی یک حوضه آبریز کمتر و در بخشهای تحتانی آن بیشتر می باشد.

برای برطرف کردن اثر سوء پدیده های فوق، باید به موازات بررسیهای ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای، از روشهای دیگر مانند برداشت کانی سنگین و برداشت نمونه از قطعات گوسنی آهنگار اقدام نمود. زیرا چنین قطعاتی ممکن است نسبت به بعضی از فلزات کانساری، غنی شدگی نشان دهند. در پروژه حاضر علاوه بر بررسی های ژئوشیمیایی رسوبات

آبراهه ای به برداشت نمونه های کانی سنگین، نمونه های ظاهراً مینرالیزه (بخصوص قطعات غنی از آهن) و توجه به زونهای آلتره در برنامه قرار گرفته است تا از مقایسه نتایج حاصل از آنها بتوان اثر ناهمگنی های فوق را به حداقل رساند. توصیه میشود در پروژه های آینده برای رهایی از رقیق شدگی با شدت مختلف، به آنالیز شیمیایی بخش تغلیظ یافته نمونه های کانی سنگین اقدام گردد.

۷- بررسی حوضه های آبریز

۱-۷- مشخص کردن محدوده هر یک از حوضه ها

به منظور سهولت بخشیدن به طراحی محل نمونه ها و اجرای عملیات مربوطه در هر حوضه آبریز لازم است تا حوضه های آبریز هر یک از برگه های توپوگرافی ۱/۵۰,۰۰۰ منطقه (بجز برگه ۱/۵۰,۰۰۰ جوشقان) 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 آنومالی های احتمالی، که پس از تجزیه و تحلیل داده های حاصل از آنالیز نمونه ها بدست خواهد آمد، حوضه های آبریز در برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ شماره گذاری شده اند.

۲-۷- محاسبه چگالی آبراهه ها در محدوده برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان

هر برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰، که از کنار هم قراردادن چهار برگه ۱/۵۰,۰۰۰ ایجاد میشود،

به تقریباً ۲۵۰۰ سلول، هر یک بمساحت یک کیلومتر مربع، تقسیم گردید. سپس درون هر یک از سلول، مجموع طول آبراهه های موجود در آن اندازه گیری و با مقیاس مربوطه ثبت شد. بدین ترتیب توزیع عددی مجموع طول آبراهه ها در مقیاس معین روی هر برگه مشخص گردید. جهت تخمین نحوه پراکندگی نقاطی با میزان آبراهه های زیاد از مناطقی بامیزان آبراهه متوسط و کم و همچنین جهت تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات فوق، مبدأ مختصات برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ در گوشه پایینی سمت چپ آن اختیار گردید و مختصات مرکز هر یک از سلولهای مورد اندازه گیری تعیین شد و سپس اطلاعات حاصل از اندازه گیری طول آبراهه های هر سلول به مرکز آن سلول نسبت داده شد. اطلاعات فوق در جداول ۱ و ۲ و ۳ در گزارش پیشرفت فازهای صفر و یک و دو آورده شده است.

هیستوگرامهای عددی توزیع فراوانی طول آبراهه های برگه کاشان بترتیب در شکل ۱-۱ آورده شده است. هیستوگرام داده های برگه کاشان توزیعی با چولگی مثبت ۰/۴۷۷ دارد. میانگین مقادیر اندازه گیری شده برابر ۱۵۶۹ متر برکیلومتر مربع در هر سلول با انحراف معیار ۸۹۷/۵ متر می باشد. حداکثر مقدار اندازه گیری شده برابر ۶۳۰۰ متر آبراهه در یک کیلومتر مربع است.

۳-۷- شناخت الگوهای توسعه حوضه های آبریز در منطقه

شناخت الگوهای توسعه حوضه های آبریز در انجام عملیات اکتشافی بهینه موثر خواهد بود، زیرا این الگوها بخش مهمی از تاریخ فرسایش و ویژگیهای لیتولوژی و ساختمانی

منطقه رامنکس می نماید. عوامل موثر در الگوی توسعه حوضه های آبریز عبارتند از:

۱- نوع سنگ بستر در منطقه

۲- شرایط ساختمانی موجود در منطقه مانند چین خوردگیها، گسلها و شیب عمومی طبقات

۳- میزان نسبت فرسایش شیمیایی به فرسایش فیزیکی.

انواع الگوهای توسعه حوضه های آبریز که تابعی از تغییرات لیتولوژی و ساختمانی

هستند، عبارتند از:

الف - الگوی دندریتی (پنجه ای): چنانچه سنگ بستر تا حدودی یکنواخت باشد

حوضه های آبریز از این نوع توسعه می یابند. این نوع آبراهه ها فراوانترین نوع

آبراهه ها در منطقه تحت پوشش می باشد (مانند دره غرب روستای قزان).

ب - الگوی داربستی: وجود تناوب سنگهای با مقاومت فرسایشی متفاوت در یک منطقه

موجب پیدایش و توسعه حوضه های آبریز داربستی می گردد. این نوع آبراهه ها که

کمتر دیده شده اند در مناطقی که سازند شمشک توسعه دارد یافت می شوند.

ج - الگوی راست گوشه: این حوضه ها در اثر وجود سیستم درزه ها و شکافهای توسعه

یافته در سنگهای بستر ایجاد می شود. همچنین وجود چینهای موازی بخصوص در

مناطق که تناوبی از سنگهای سخت بوسیله تناوب دیگری از سنگهای نرم احاطه شده

باشد ایجاد می گردد (آبراهه جنوب شرقی روستای جهق پایین).

د - الگوی شعاعی: شیبهای متحدالمرکز موجود در سنگها و طبقات ممکن است موجب

پیدایش و توسعه حوضه های با الگوی شعاعی گردد. چنین شرایطی در اطراف

توده های نفوذی یافت می شود که در هر بخش ترکیبی از الگوی شعاعی و دندریتی به
طور مرکب تشکیل می گردد.

اسفند

تاریخ

می باشد

مثال

در موارد

چنین

اینست

موارد

شده

کپی

حاضر

نوع

می

آورد



فصل دوم

نمونه برداری

۱- مقدمه

نیاز به تشخیص آنومالیهای واقعی وتمیز انواعی که به نهشته های کانساری مرتبط می باشند، از سایر انواع آن، موجب گردیده است تا جزء معینی از رسوبات آبراهه ای، برای مثال جزء ۸۰- مش و یا کانی سنگین تغلیظ شده، مورد آزمایش ژئوشیمیایی قرارگیرد. 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 اینصورت باید احتیاطهای 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 و یا قطعات پوشیده شده از اکسیدهای آهن و منگنز برای آنالیز یک یا چند کانی خاص می تواند مفید واقع شود. هر یک از محیطهای نمونه برداری فوق، تحت شرایط خاصی می تواند مفید واقع گردد. عواملی که باید در این خصوص در نظر گرفته شوند شامل نوع کانسار مورد انتظار، سنگهای دربرگیرنده آنها و محیط جغرافیایی و ژئومرفولوژی و ... می باشد. از ترکیب نتایج بدست آمده از محیطهای مختلف نمونه برداری در حوضه های آبریز، می توان به نتایج مناسبتری دست یافت. در پروژه حاضر عمدتاً نتایج حاصل از سه

نوع نمونه با یکدیگر ترکیب و بدین دلیل نتایج نهایی بدست آمده می تواند معتبر باشد، زیرا نتایج بدست آمده از مجموعه نمونه های فوق تشکیل یک سیستم اطلاعاتی حذف و انتخاب مکرر مناطق امیدبخش را می دهند که بندرت ممکن است در نتایج نهایی آن خطا وارد گردد. بطور کلی چگالی نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای، تابع دانسیته آبراهه ها در حوضه آبریز است. برای مناطق خشک (که پروژه حاضر در این رده قرار می گیرد) این مقدار می تواند به اندازه یک نمونه برای هر ۱ تا ۱۰ کیلومتر مربع تغییر کند. در پروژه حاضر با توجه به تعداد متوسط ۷۰۰ نمونه برای هر برگه $\frac{1}{100,000}$ (معادل ۱۷۵ نمونه در هر برگه $\frac{1}{50,000}$)، مساحت تحت پوشش یک نمونه بطور متوسط حدود ۳ کیلومتر مربع می باشد. برای استفاده بهینه از داده های حاصل از هر نمونه سعی شده است تا توزیع نمونه ها بیشتر منطبق بر روش مرکز ثقل حوضه های آبریز باشد.

از آنجا که عناصر کانساری مختلف در محیط های ثانوی قابلیت تحرک متفاوتی از خود نشان می دهند، بزرگی هاله های ثانویه 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 هاله های Cu از ۱/۵ کیلومتر تا حدود ۲۵ کیلومتر و هاله های Pb تا ۱/۵ کیلومتر تغییر کند. درچنین شرایطی چنانچه چگالی نمونه ها کم باشد، ممکن است موجب عدم ثبت بعضی از هاله های ثانویه گردد.

در مناطق نیمه خشک، رسوبات آبرفتی معمولاً مساحت های وسیعی از سنگ بستر را

می پوشانند. در مواردیکه این رسوبات محلی باشند و مسافت چندانی را طی نکرده باشند، مشکل تحلیل داده ها در مورد آنها کمتر خواهد بود. ولی در مناطقی که از نظر تکتونیکی فعال می باشند، مانند منطقه تحت پوشش این پروژه، سیلابهای شدید که قادر به حمل چنین موادی می باشند، به وفور رخ می دهد و در نتیجه این رسوبات ممکن است از ناحیه منبع فاصله گیرند. در اینصورت مسئله اصلی تشخیص این دو نوع آبرفت از یکدیگر است.

۲- طراحی نمونه برداری

طراحی نمونه برداری عمدتاً براساس تعیین مرکز ثقل آبراهه از درجات مختلف بوده است. درجه مرکز ثقل را عواملی نظیر چینه شناسی (سازند قم با درجه مرکز ثقل پایین تر) و سنگ شناسی (توده های نفوذی و خروجی و نواحی مجاور آنها و کنتاکت های با پتانسیل آنها و محدوده های آلتزه شده با درجه مرکز ثقل بالاتر) کنترل می کنند. در مواردیکه آلتراسیونهای شدید مشاهده می گردیده است، بخصوص در اطراف سنگهای نفوذی یا خروجی موجود در نواحی کم ارتفاع (این نواحی بیشترین مقدار آلتراسیون را چه از نظر وسعت و چه از نظر شدت نشان می دهد)، درجه مرکز ثقل آبراهه ها بطور محلی افزایش یافته است. این امر بدلیل اهمیت وابسته به آنها بوده است. بدلیل 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، چنین حوضه های آبریزی بخصوص در مواردیکه سطح آبراهه سنگ بستر را قطع نمی کند به حوضه های کوچکتر تقسیم می گردند. این امر

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

از آنجا که محدوده مورد بررسی در چهار گوش کاشان از نظر توپوگرافی می‌تواند به چهار بخش نواحی بسیار مرتفع (*High Land*) با ارتفاع بالای ۲۵۰۰ متر، نواحی مرتفع (*Mid Land*) با ارتفاع ۱۵۰۰-۲۵۰۰ متر، نواحی کم ارتفاع (*Low Land*) با ارتفاع ۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر و دشتهای مسطح و مخروطهای افکنه (آبرفتی) تقسیم نمود و جزء آخر که رسوبات آبرفتی است، که در اکثر قریب به اتفاق آنها آبراهه‌های کم عمق سنگ بستر را قطع نمی‌کنند، روند تغییرات مقدار عناصر را می‌توان غیرخطی فرض نمود و از آنها بدون توجه به مسیر آبراهه‌ها نمونه برداری نمود.

در نواحی بسیار مرتفع در موارد معدودی دلیل وجود گسستگی در ارتفاع (آبشار)

امکان دسترسی به محل نمونه نبوده است. درچنین مواردی حتی الامکان سعی شده است به وسیله روش‌های مختلف برداشت نمونه از نزدیکترین نقطه اقدام گردد. مواردی وجودداشته است که در آن‌ها برداشت نمونه از کنتورهای توپوگرافی با عوارض موجود در زمین مطابقت داشته ولی بدلیل دقت کم در برداشت نقشه‌های توپوگرافی، آبراهه روی آن مشخص نگردیده است. چنانچه چنین مناطقی از نظر اهمیت لیتولوژی و امکان کانی سازی با اهمیت تشخیص داده شده‌اند، این آبراهه‌ها روی نقشه برداشت بطور دستی ترسیم و در تعیین نقاط نمونه برداری موثر واقع گردیده‌اند.

۳- عملیات نمونه برداری

نمونه‌برداری در این منطقه به وسعت فوق العاده زیاد عملیات تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ محیط‌های ثانوی تحت پوشش اکتشافی قرار می‌گیرند. اساس این مطالعات بر نحوه توزیع عناصر در هاله‌های ثانوی سطحی مانند رسوبات رودخانه‌ای، آبرفتها، شیب رفته‌ها، یخرفته‌ها، بادرفته‌ها و خاکها قرار دارد. اصول انجام این عملیات و ملاحظاتی که می‌بایستی در آن مدنظر قرارگیرد، در شرح خدمات ذکر گردیده است. در این بخش تنها به تشریح عملیات صحرائی در این پروژه اشاره می‌گردد. در خلال این عملیات سه اکیپ چهار نفره در دو کمپ مختلف با ۱۲ کارشناس (حداقل دارای مدرک کارشناسی اکتشاف معدن و یا زمین شناسی) شرکت داشته‌اند. در این عملیات هر اکیپ عموماً دارای وسیله نقلیه مخصوص به خود، نقشه توپوگرافی و زمین شناسی محل همراه با عکسهای هوایی بوده است. در محل هر نمونه از رسوبات آبراهه‌ای یا آبرفتی، حداکثر دو نمونه برداشت گردیده

است. این دو نمونه شامل نمونه ژئوشیمیایی اصلی و نمونه ژئوشیمیایی تکراری بوده است. نمونه های تکراری بطور پراکنده در محدوده برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ و به تعداد ۲۰ عدد برای هر برگه برداشت گردیده است. هر نمونه ژئوشیمیایی متشکل از حدود ۱۰۰ گرم جزء ۸۰- مش از رسوبات می باشد که پس از الک کردن رسوب خشک در محل درون کیسه های مخصوص ریخته شده و شماره گذاری گردیده است. در مواردی که رسوبات تر (نم دار) بوده اند حدود ۳ کیلوگرم از آن به محل کمپ آورده شده و پس از خشک کردن در هوا و الک کردن، جزء ۸۰- مش جدا می شده است. در صورتی که نیاز به برداشت نمونه تکراری بوده است، عملیات مشابه در همان محل جهت برداشتن این نمونه ها صورت پذیرفته است. هر اکپ نمونه برداری برای نمونه های برداشت شده شماره مسلسل انتخاب و در کمپ با هماهنگی با اکپهای دیگر شماره نمونه های خود را به یک سیستم شماره گذاری واحد تبدیل می نموده اند که در روی نقشه ۱/۱۰۰,۰۰۰ مشخص گردیده است. محل نمونه های برداشت شده به همراه شماره مسلسل (نهایی) در کمپ، بر روی یک نقشه واحد پیاده می شده است. نقشه ۱ نقاط نمونه برداری را برای برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان نشان می دهند. راهنمای نقشه ها، علائم بکاررفته در هر نقشه را تعریف می کند. نمونه های برداشت شده (محل و شماره آنها) در کمپ دوبار کنترل گردیده است. این عمل از طریق چک کردن با لیستهایی که از قبل تهیه گردیده بود انجام می شده است. این کار یک مرتبه پس از حمل نمونه ها به کمپ و بطور روزانه انجام می شده است و بار دیگر درخاتمه عملیات انجام می شده است. لازم به توضیح است که چگالی ۷۰۰ نمونه برای هر برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰

رعایت گردیده است.

در شماره گذاری نمونه ها از یک کد پنج رقمی استفاده گردیده است. این کد متشکل از دو حرف و یک عدد حداکثر سه رقمی می باشد. اولین حرف از سمت چپ هر کد معرف اولین حرف از برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ مربوطه می باشد (حرف K برای برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان). دومین حرف نمایانگر برگه ۱/۵۰,۰۰۰ در محدوده هر برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ می باشد. هر برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ خود شامل چهاربرگه توپوگرافی ۱/۵۰,۰۰۰ است که در این عملیات از حروف زیر برای مشخص کردن آنها استفاده شده است:

برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان: کاشان (KK)، نیاسر (KN)، کامو (KC) و جوشقان (KJ).

در این برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ از ترکیبات دو حرفی فوق در اول کد پنج رقمی هر نمونه استفاده شده است. در هر برگه ۱/۵۰,۰۰۰ شماره نمونه ها از ۰۰۱ بطور مسلسل تا آخرین نمونه (حداکثر یک عدد سه رقمی) افزایش یافته و در محل خود در کد پنج رقمی نوشته می شود. نمونه های تکراری در این عملیات با حرف D (*Duplicate*) در آخر کد پنج رقمی نمونه مشخص گردیده اند.

دراین گزارش نکته زیر قابل ذکر است:

برگه ۱/۵۰,۰۰۰ جوشقان قبلاً توسط کارشناسان سازمان مورد نمونه برداری و مطالعه قرار گرفته است. از این برگه تنها سه نمونه با کد KJ برداشت گردیده که این نمونه ها خروجی آبراهه های برگه کناری یعنی برگه کامو بوده است. این نمونه ها در جدول مربوط به برگه ۱/۵۰,۰۰۰ کاشان آورده شده اند.

فصل سوم

نقش سنگ بستر

۱- جدایش جوامع سنگی

یکی از اساسی ترین شرایط لازم برای تحلیل صحیح مقدار متغیرها در جوامع سنگی ژئوشیمیایی، همگن بودن آنهاست و هرگونه انحراف در صحت چنین شرایطی می تواند کم و بیش موجب انحرافات در تحلیل داده ها گردد و نهایتاً به نتایج ناصحیحی منجر شود. یکی از مهمترین متغیرهای محیطهای سطحی که می تواند موجب ناهمگنی در جامعه ژئوشیمیایی گردد، نوع سنگ بستر رخنموندار است که نقش منشاء را برای رسوبات حاصل از فرسایش آنها بازی می کند.

از آنجا که تغییرات لیتولوژی در ناحیه منشاء رسوبات زیاد می 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، بنظر 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. تقسیم بندی این جوامع براساس نوع یا انواع سنگ بسترهای رخنمون دار موجود در بخش بالادست محل هر نمونه صورت پذیرفته است. در مجموع، کل جامعه نمونه های مورد

بحث در این برگه به زیر جوامع زیر تقسیم یافته است:

الف - زیر جامعه تک سنگی: ۱۷۴ نمونه

ب - زیر جامعه دو سنگی: ۲۴۵ نمونه

ج - زیر جامعه سه سنگی: ۱۶۳ نمونه

د - زیر جامعه بیش از سه سنگی: ۵۹ نمونه

زیر جامعه تک سنگی شامل آندسته از نمونه های ژئوشیمیایی است که در بالادست محل برداشت نمونه در حوضه آبریز مربوطه فقط یک نوع سنگ بستر رخنمون داشته است. بعبارت دیگر در ناحیه منشاء این رسوبات فقط یک نوع سنگ بستر وجود دارد.

زیر جامعه دو سنگی از مجموع نمونه های ژئوشیمیایی تشکیل یافته است که در بالادست محل برداشت آنها دو نوع سنگ بستر در حوضه آبریز مربوطه رخنمون داشته است. در زیر جامعه بیش از سه سنگی تعداد سنگ بسترهای رخنمون دار در بالادست محل یک نمونه حداکثر به عدد ۷ می رسد، آنها فقط در سه مورد. این تقسیم بندی در پردازش داده ها از آن جهت اهمیت دارد که به ما اجازه می دهد در هنگام محاسبه مقدار زمینه و حد آستانه ای برای هر محیط همگن خاص بطور جداگانه عمل نمائیم. بعبارت دیگر محیط های تا حد امکان همگن، از یکدیگر تفکیک گردند. علائم اختصاری بکار برده شده برای جنس سنگها در جدول (۱-۳) آورده شده است.

شکل ۱-۳ هیستوگرام توزیع فراوانی تعداد نمونه های ژئوشیمیایی را براساس تعداد

سنگ بالادست آنها برای برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان نشان می دهد. همچنین شکل شماره

(۲-۳) هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه های تک سنگی را با نمایش نوع سنگ بالادست آنها برای برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان نشان می دهد. شکل (۳-۳) هیستوگرام توزیع فراوانی نمونه های وابسته به محیطهای دو سنگی 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

۱-۲- نقش سنگ بستر در ایجاد آنومالیهای کاذب

بعضی از آنومالیهای ژئوشیمیایی با کانی سازی در ارتباط نبوده بلکه تغییرات لیتولوژی موجب ایجاد آنها می گردد. عناصری که معمولاً با سنگهای مافیک (Mg, Fe) دار) همبستگی نشان می دهند، شامل Mn, Cr, V, Ni, Co و Cu است که معمولاً در کانه هایی با وزن مخصوص بالاتر ظاهر می شوند. در مناطق خشک که هوازدگی شیمیایی فعال نمی باشد، این مجموعه بیشتر در ذرات درشت تر ظاهر می شود. بنابراین برداشت نمونه های دانه ریزتر برای رهایی از آنومالیهای دروغین این عناصر مناسبتر می باشد.

عناصری که با سنگهای فلسیک بیشتر همراه می باشند و ممکن است آنومالیهایی ایجاد نمایند که بیشتر معرف تغییرات لیتولوژی باشد تا نهشته های کانساری، شامل دو گروه اول عناصر U, Th, Nb, Zr و Be وجود دارند که ممکن است در کانیهای مستقلی چون زیرکون، توریت یا مونازیت و یا در کانیهای فرعی دیگری چون اسفن، آپاتیت، گارنت و یاروتیل تمرکز یابند. بیشتر این کانیها در مقابل فرسایش مقاوم می باشند. بعضی از

آنها بسیار دانه ریز بوده و بصورت ذرات دانه ریز در جزء ۸۰- مش ممکن است ظاهر شوند. گروه دوم شامل عناصری است چون *Sr, Pb, Ba* و *Rb* که به صورت محلول جامد در کانه های سازنده سنگ مانند فلدسپاتها و میکاها جای می گیرند. این گروه در ذرات با ابعاد ماسه بیشتر یافت 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، سلسترین و آپاتیت غنی باشند 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 عناصر *Cu, Zn, As, V* بالاست و ممکن است تولید آنومالیهای دروغین نماید.

۲-۲- تغییرپذیری سنگ بستر

از آنجا که طبق شرح خدمات می بایستی سنگ بستر رخنموندار واقع در بالادست نمونه های برداشت شده از رسوبات آبراهه ای در محدوده هر یک از نقشه های $\frac{1}{100,000}$ مورد بررسی قرار گیرد، به تفکیک نوع سنگها در مسیر آبراهه های بالادست درحوضه آبریز، مطابق آنچه که در نقشه زمین شناسی $1/100,000$ کاشان 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.

۲-۳- بررسی مقادیر کلارک سنگهای رخنموندار در منطقه

سنگهای موجود در منطقه ابتدا تحت دو مرحله مورد خلاصه سازی قرار گرفته اند. در مرحله اول عمدتاً عامل زمانی موثر نمی باشد. بدین معنی که اگر سنگ بالادست رخنموندار در آبراهه از جنس آهک است، چه این آهک متعلق به تریاس و یا کربونیفر باشد اثری در طبقه بندی نداشته و هر دو تحت یک جامعه مورد بررسی قرار می گیرند. علت آنکه نمی توان تفکیکهای زمانی روی سنگهای مشابه انجام داد، آنستکه 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 تخمین های بعدی خواهد شد.

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

جدول ۳-۲. خلاصه شده سنگهای رخنمون دار در حوضه های آبریز در محدوده برگه

$$\frac{۱}{۱۰۰,۰۰۰} \text{ کاشان}$$

آهک		رسوبی
مارن		
شیل		
ماسه سنگ + کنگلومرا		
اسیدی	گرانیت - گرانودیوریت - ریولیت - داسیت	آذرین
متوسط	دیوریت - آندزیت	
بازیک	بازالت - گابرو	

جدول ۳-۳ مقدار فراوانی عناصر مورد بررسی را در سه تیپ رسوبی فراوان در منطقه و در سه تیپ سنگ آذرین با گسترش نسبتاً زیاد در منطقه نشان می دهد. ستون آخر این جدول برای هر عنصر معین نسبت مقدار حداکثر به حداقل مقادیر کلارک را نشان می دهد. از این نقطه نظر اکثر عناصر نسبت به سنگ بستر رخنموندار در حوضه آبریز حساسیت نشان می دهند. بیشترین حساسیت از آن کبالت با ضریب ۴۸۰ (ماکزیمم مقدار آن در سنگهای بازیک و حداقل آن در سنگهای آهکی است) و بترتیب از آن مس (۸۷)، باریم (۸۴)، نیکل (۶۵)، بر (۲۰)، کرم (۱۷) و مولیبدن (۱۳) و آرسنیک (۱۳ مرتبه) می باشد. مینیمم تغییر پذیری را برای این متغیر عنصر جیوه نشان می دهد (ضریب ۱/۷). این ارقام

نشان می دهند که مقدار یک عنصر در حوضه آبریز تا آنجاییکه به لیتولوژی حوضه آبریز مربوط می شود، بشدت تغییرپذیر بوده و بدون نرمالایز کردن مقدار عناصر نسبت به جنس سنگهای بالادست در حوضه آبریز، امکان دستیابی به یک جامعه همگن که بتوان براساس آن مقادیر زمینه، حد آستانه ای و آنومالی را در آنها مشخص نمود، غیر ممکن می باشد.



فصل چهارم

پردازش داده‌ها

۱- مقدمه

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

۱- داده‌های خام به دو صورت در دسترس قرار گرفتند: الف) داده‌های مربوط به آنالیز شیمیایی از طریق فلورسانس اشعه ایکس که روی دیسکت تحول گردیده‌اند. ب) داده‌های حاصل از آنالیز اسپکتروگراف تابشی که بصورت دست‌نویس روی فرمهای آزمایشگاهی تحویل گردیده‌اند. داده‌های نوع دوم پس از اخذ از کارفرما از طریق قرائت دوبل و تایپ کامپیوتری در بانک اطلاعاتی وارد گردیده است. علاوه بر داده‌های ژئوشیمیایی، مختصات نمونه‌های برداشت شده و شماره آن نیز ثبت گردیده است. از آنجائیکه بیش از ۹۹/۵٪ داده‌های مربوط به عنصر نقره سنسورد بوده است، از جریان پردازش حذف گردیده است. علاوه بر داده‌های ژئوشیمیایی، اطلاعات لیتولوژی مربوط به سنگهای بالادست نیز در همان فایل ذخیره شده است. داده‌های خام مربوطه در جدول ۱ مجلد داده‌های خام آورده شده است.

۲- پردازش داده‌های سنسورد

پس از فایل بندی داده‌ها، عناصری که بخشی از آنها بصورت اعدادی کمتر از حد حساسیت دستگاه گزارش شده است، مورد پردازش مجدد قرار گرفته تا بتوان برای مقادیر کمتر از حد حساسیت میانگین قابل قبولی را تخمین زد. چنین تخمینی برای محاسبه دقیق‌تر مقدار زمینه و حد آستانه‌ای و آنومالی سایر نمونه‌ها، الزامی است. در محدوده این برگه عناصری که داده‌های سنسورد داشته‌اند عبارتند از: *Pb, V, Be, B, Cu, Ba, W, Sn, Zn* و *Mo, Cd, Au*. روش بکار برده شده برای تعیین مقادیر سنسورد مطابق روشی است که در شرح خدمات ذکر شده است:

۱- رسم منحنی تجمعی کلیه داده‌ها.

۲- اکستراپولیشن بخش غیر سنسورد.

۳- تخمین مقادیر غلظت نظیر ۵۰٪ فراوانی مقادیر سنسورد.

جدول ۴-۱ مقادیر تخمین زده شده برای میانگین مقادیر سنسورد را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱

میانگین مقادیر سنسورد	حداقل قابل ثبت	عنصر
0.4	<0.6	طلا
0.2	<0.6	کادمیوم
0.3	<0.6	مولیبدن
0.5	<1	قلع
0.3	<0.5	تنگستن
5	<10	باریم
3.5	<10	مس
2.5	<5	بر
1.5	<3	برلیوم
0.5	<1	آنتی موآن
2.5	<5	نیکل
2.5	<5	وانادیوم
2.5	<5	سرب
2.5	<5	روی

۳- پردازش داده‌های جوامع تک سنگی

در محدوده برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان از مجموع حدود ۶۹۰ نمونه رسوب آبراهه‌ای، حدود ۱۷۴ نمونه آن (حدود $\frac{1}{4}$ آن) را نمونه‌هایی که در بالادست آنها فقط یک نوع سنگ رخنمون دارد، تشکیل می‌دهند. در بین این تیپ سنگهای بالادست، سنگهای رسوبی تخریبی (شیلی) از نظر فراوانی مقام اول را دارا می‌باشند و بترتیب از زیاد تا کم شامل شیل،

توفهای ریولیتی، سنگ آهک، سنگهای ولکانیک متوسط و گرانیت - گرانودیوریت می باشد. برای هر یک از دسته های فوق که تعداد نمونه های مربوط به آنها بیشتر از ۱۰ نمونه می باشد، بعنوان یک جامعه مقادیر پارامترهای آماری محاسبه گردیده تا بتوان از طریق تقسیم مقادیر هر جامعه به مقدار میانه آن، ضریب غنی شدگی هر عنصر را در هر جامعه محاسبه نمود (جدول ۴-۲). در مواردی که تعداد نمونه ها در یک جامعه کمتر از ۱۰ نمونه بوده است این جوامع در مجموع به صورت یک جامعه درآمده و سپس از طریق آنالیز کلاستر به تعدادی مجموعه همگن تقسیم شده اند و سپس از طریق محاسبات مشابه ضریب غنی شدگی آنها محاسبه شده است. این امر در مورد جوامع بیش از یک سنگ بستر بالادست نیز اعمال گردیده است.

۴- پردازش داده های جوامع دوسنگی

در محدوده این برگه تعداد ۲۴۵ نمونه برداشت گردیده است که در بالادست آنها دو نوع سنگ بستر در حوضه آبریز آن رخنمون دارند. در بین این تیپ سنگهای بالادست، فراوانی گروه سنگ آهک - شیل بطور برجسته ای بیش از گروههای دیگر است. گروههای با اهمیت بترتیب فراوانی نزولی آنها عبارتند از: دیوریت - گابرو با ریولیت، ماسه سنگ - سنگ آهک، گرانیت - گرانودیوریت با ریولیت. بنابراین می توان گفت که در بین این گروه، سنگهای ولکانیک و نفوذی (اسیدی تا بازیک) و سنگهای رسوبی تخریبی و شیمیائی گسترش وسیعتری داشته اند. بعلاوه تنوع شدید لیتولوژیکی در محدوده این برگه (جدول ۴-۲ را ببینید) در

طبقه‌بندی نمونه‌ها بر اساس سنگ بالا دست مجبور به کاهش سقف ۱۰ نمونه در هر خانواده به ۵ نمونه شده‌ایم. البته درصد کل جوامعی که کمتر از ۱۰ نمونه در آنها موجود است حدود ۱۰٪ است. در این مورد هم برای هر یک از دسته سنگهای فوق که تعداد نمونه‌های مربوط به آن بیش از ۵ بوده است، مقادیر پارامترهای آماری نیز برای هر یک از جوامع محاسبه شده است تا از طریق مقدار میانه بتوان مقدار ضریب غنی‌شدگی هر عنصر در هر جامعه را محاسبه نمود.

برای جوامعی که تعداد سنگهای بالادست در آنها سه و یا بیش از سه سنگ می‌باشد، در صورتیکه بیش از ۵ نمونه را شامل شود، عملیات مشابهی برای در نظر گرفتن آنها بعنوان یک جامعه انجام پذیرفته است. در صورتی که تعداد نمونه‌های هر یک از جوامع کمتر از ۵ نمونه بوده است، طبقه‌بندی آنها در گروههای مختلف بر اساس آنالیز کلاستر صورت گرفته است.

فصل پنجم

تخمین مقدار زمینه

۱- تحلیل ناهمگنی‌ها

همانطور که قبلاً گفته شد، یکی از عوامل مهم در ایجاد ناهمگنی در جوامع ژئوشیمیایی ناهمگنی‌هاست. ناهمگنی‌ها در نمونه‌های برداشت شده از رسوبات آبراهه‌ای، تنوع و تغییرات لیتولوژی در سنگهای بالادست است. برای از بین بردن این عوامل ناهمگن سازی و دستیابی به جوامع همگنی که بتوان از طریق آنها به مقدار زمینه واقعی تری دست یافت، اقدام به جداسازی نمونه‌ها 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. داده‌های جدول ۴-۲ نشان می‌دهد که سنگهای بالادست شامل هفت گروه تک سنگی، شانزده گروه دو سنگی و پانزده گروه سه سنگی است که در هر یک بیش از ۵ نمونه وجود داشته است. گروههایی که تعداد نمونه‌های آنها کمتر از ۵ نمونه بوده است، مجموعاً در سه جامعه از طریق آنالیز کلاستر تقسیم بندی شده‌اند که عمدتاً شامل جوامع سه سنگی و بیش از سه سنگ می‌باشد. داده‌های این جدول معرف آنستکه در مورد بعضی از عناصر نقش تغییرپذیری سنگ بستر بالادست قوی است. مثلاً در مورد Cu می‌نیمم مقدار میانه ($3/5 ppm$) در بسیاری از انواع رسوبات حاصل از

فرسایش سنگها است. در مقابل مقدار میانه در رسوبات حاصل از فرسایش سنگهای ولکانیکی و نفوذی اسیدی بیش از ۱۴ برابر مقدار آن در رسوب حاصل از فرسایش بسیاری از سنگهای دیگر است. تقریباً چنین حالتی برای B, Ni, Pb نیز وجود دارد. برای متغیرهایی نظیر Hg, Sn, Sb, Be چنین تغییراتی چشمگیر نمی باشد.

۲- سیمای ژئوشیمیایی جوامع مختلف براساس سنگ بستر بالادست

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

۱- مقدار میانگین هر عنصر در هر کلاس از سنگهای بالادست (تک سنگی)، محاسبه شده است.

۲- ردیف بندی عناصر در یک سری متوالی براساس کاهش مقدار فراوانی آنها.

۳- 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

$\frac{1}{100,000}$ کاشان که بعنوان ملاک مقایسه برای جوامع دیگر بکار برده شده است همراه با

مقادیر مشابه برای هفت تیپ سنگ بستر بالادست (تک سنگی) نشان می دهد. این جوامع

عبارتند از: RL (ریولیت)، AB (آندزیت - بازالت)، AD (آندزیت - داسیت)، GG (گرانیت -

گرانودیوریت)، CS (ماسه سنگ - کنگلومرا)، LM (سنگ آهک)، SH (شیل).

چنانچه از داده های این جدول برمی آید. میانگین مقادیر رسوبات حاصل از فرسایش شیلها تقریباً نزدیک به میانگین مقادیر کل جوامع است. در این میان فقط اندکی غنی شدگی نسبی از آرسنیک نشان می دهد. در مورد سنگهای نفوذی اسیدی (گرانیت - گرانودیوریت) و سنگهای ولکانیک متوسط تا بازیک تغییرات بیشتر است. عناصری مانند روی، وانادیوم و کبالت در سنگهای ولکانیک متوسط تا بازیک غنی شدگی نسبی و عناصر نیکل، کرم و مس تهی شدگی نسبی نشان می دهند. در سنگهای نفوذی اسیدی غنی شدگی نسبی منگنز، وانادیوم، کرم و مس و تهی شدگی نسبی باریوم، روی و بُر مشهود است. در سنگهای تخریبی دانه درشت (CS) غنی شدگی نسبی کبالت و کرم و تهی شدگی نسبی سرب و بُر دیده می شود. سنگهای کربناتی (LM) به طور مشخصی از سرب، جیوه و قلع غنی شدگی نسبی و از کرم و مس تهی شدگی نسبی نشان می دهند.

۳- آنالیز ویژگی (Characteristic Analysis) برای تحلیل اثر ناهمگنی ها

این آنالیز بمنظور کمی کردن میزان ناهمگنی های موجود در جوامع مختلف نمونه های ژئوشیمیایی (رسوبات آبراهه ای) برداشت شده از محیطهایی با سنگ بالادست متفاوت انجام گرفته است. از طریق این آنالیز مشخص گردیده است که فراوانی کدام عنصر در محیطهای مختلف نسبت به تغییرات سنگ بستر بالادست از حساسیت بیشتر و یا کمتری برخوردار است. این آنالیز بر اساس ضرب یک ماتریس نوع سنگ بالادست - متغیرهای ژئوشیمیایی در ترانهاده آن و سپس جذر حاصل جمع مربعات مقادیر عناصر

عنصر B زیاد و برای Sr و Ba, V, Ni, Zn بسیار زیاد است. نتیجه آنکه در انتخاب آنومالیهای Zn و Ni, V, Sr, Ba باید بسیار محتاط بود. زیرا این عناصر نسبت به تغییرات لیتولوژی بسیار حساس بوده و امکان ایجاد آنومالیهای کاذب برای آنها زیاد می باشد. اگر چه در این پروژه پیش بینی لازم از طریق نرمالایز کردن مقادیر آنها نسبت به لیتولوژیهای مختلف صورت پذیرفته است.

اشکال ۲-۵ و ۳-۵ نتایج آنالیز ویژگی را برای لیتولوژیهای مختلف سنگ بستر بالادست نشان میدهد. این اشکال نشان می دهند که کدامیک از لیتولوژیهای مختلف نقش کنترل کننده بیشتری را بر روی غلظت عناصر اعمال می کنند. در این مورد شکل ۲-۵ معرف آنست که شیل کمترین اثر و ولکانیکهای متوسط تا بازیک بیشترین اثر کنترل کنندگی را در بین جوامع تک سنگی نشان می دهند. شکل ۳-۵ معرف آنستکه رسوبات حاصل از تخریب سنگهای مختلف (دو سنگی) به تفاوت می توانند اثر کنترل کنندگی روی مقدار عناصر کمیاب داشته باشند. داده های این شکل معرف آن است که اثر ولکانیکهای بازیک به مراتب بیشتر از ولکانیکهای اسیدی است. بنابر این اشکال فوق الذکر در مجموع معرف آنند که پیدایش آنومالیهای Zn و Ni, V, Sr, Ba بخصوص در نواحی ولکانیکی متوسط تا بازیک بیشترین پتانسیل را جهت ایجاد آنومالیهای کاذب دارا می باشند.

۴- تخمین مقدار زمینه

پس از همگن سازی جوامع مختلف نمونه های ژئوشیمیایی برداشت شده از رسوبات

آبراهه ای براساس نوع سنگ یا سنگهای بالادست، اقدام به محاسبه مقدار زمینه گردیده است. در این خصوص چون مقدار میانگین خود تابع مقادیر حدی در تابع چگالی احتمال است، و از طرفی داده های ژئوشیمیایی اکثراً چولگی مثبت داشته و مقادیر حد بالایی 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 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 کمتر از واحد باشد تهی شده تلقی می شوند.

جدول ۲-۵ پارامترهای آماری مربوط به لگاریتم توزیع شاخص غنی شدگی نسبی هر یک از متغیرهای ۲۵ گانه را نشان می دهد. در این جدول بدیهی است مقدار میانه صفر خواهد شد $(Ln(Med) = Ln(1) = 0)$. علاوه بر مقدار میانه در این جدول، مقدار میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگی و کشیدگی نشان داده شده است. براساس این داده ها است که آنومالیهای مقدماتی محاسبه و سپس نقشه توزیع آنها رسم گردیده است.

فصل ششم

تخمین شبکه‌ای شاخص‌های غنی شدگی

۱- تخمین شبکه‌ای

با گذشت زمان و افزایش مخارج پروژه‌های اکتشافی، سعی بر آنستکه با بکارگیری تکنیکهای آماری پیچیده‌تر، دامنه تخمین را از نظر بعد مسافت افزایش داد تا از این رهگذر بتوان تعداد نمونه‌های لازم برای تخمین در سطح اعتماد معینی را کاهش داد. این کاهش تعداد نمونه‌ها (البته بدون پایین آوردن سطح اعتماد تخمین) خود موجب کاهش مخارج اکتشافی می‌گردد، زیرا مخارج سایر فازهای اکتشافی (از قبیل آماده‌سازی، آنالیز و پردازش) ارتباط مستقیمی با تعداد نمونه‌ها دارد. معمولاً برگه‌های ۱/۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی در کشور ما مساحتی حدود ۲۵۰۰ کیلومتر مربع را شامل می‌شود که اگر دانسیته یک نمونه برای هر ۲/۵ کیلومتر مربع را در نظر بگیریم، برای هر برگه حدود ۱۰۰۰ نمونه باید برداشت شود. درچنین شرایطی اگر نقشه ۱/۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی را به ۲۵۰۰ سلول با مساحت یک کیلومتر مربع تقسیم نماییم، کل ۱۰۰۰ نمونه برداشت شده حدود ۶۰۰ تا ۸۰۰ سلول را شامل خواهد شد و از بقیه ۱۹۰۰ تا ۱۷۰۰ سلول باقیمانده نمونه‌ای برداشت نخواهد شد. بدین ترتیب هیچ تخمین مستقیمی نمی‌تواند برای حدود ۷۰٪ از مساحت نقشه صورت پذیرد. این تحلیل ساده نشان می‌دهد که تا چه اندازه نیاز به تکنیک آماری است که

بتواند دامنه تخمین مقدار متغیرها را به بخش اعظمی از هر نقشه افزایش دهد. این تکنیک که در این گزارش تحت عنوان تخمین شبکه ای از آن نام برده می شود به ما اجازه می دهد تا با دانستن اطلاعات مستقیم از حدود ۷۰۰ سلول شبکه بتوانیم تخمینهای لازم از فراوانی عناصر و شاخص غنی شدگی مربوط به آنها را به حدود ۱۷۰۰ سلول از ۲۵۰۰ سلول موجود در هر برگه افزایش دهیم. در چنین حالتی افزایش تعداد سلولهایی که در مورد آنها داده ای بدست می آید موجب می گردد تا ارتباط منطقی بین سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی اعتبار مقادیر آنومالی 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 سؤال 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 آنستکه یک شبکه نامنظم نمونه برداری را به یک شبکه منظم تخمین تبدیل می نماید. 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 نماید. 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 به حساب می آورد. این روش اولین باز توسط گروهی از ژئوشیمیستهای اکتشافی امپریال کالج لندن بکارگرفته شد و سپس با تأیید الگوریتم روش در هندبوک ژئوشیمی اکتشافی (جلد دوم) بعنوان روشی برای نقشه برداری ژئوشیمیایی پذیرفته و توسط سایر موسسات بکاربرده شده است.

تکنیک تخمین شبکه ای شامل چند بخش به شرح زیر است:

الف - انتخاب یک شکل هندسی که بتواند حتی الامکان ناحیه حوضه آبریز بالادست هر نمونه را مشخص نماید. این شکل هندسی می تواند به صور مختلفی انتخاب گردد. برای مثال ناحیه بالادست هر نمونه در حوضه آبریز را می توان بصورت مثلث، یک بیضوی، چند ضلعی و یا قطعی از یک دایره در نظر گرفت که محل نمونه در یکی از رئوس این اشکال هندسی قرار خواهد گرفت. بنظر می رسد که انتخاب چند ضلعی تا آنجا که به انطباق فیزیکی بیشتر با حوضه آبریز مربوطه می شود از دیگر اشکال هندسی مناسبتر است. ولی محاسبات و عملیات مربوط به آن بسیار پرحجم می باشد. در مقابل انتخاب قطاع گرچه ممکن است از نظر هندسی انطباق کمتری با طبیعت حوضه آبریز داشته باشد و نتوان صد درصد مساحت تحت پوشش یک حوضه آبریز را در آن محصور نمود ولی بعلت کمی تعداد پارامترهای لازم برای مشخص نمودن آن از امتیاز بالایی نسبت به سایر اشکال برخوردار است. در این مطالعه برای مشخص نمودن محدوده هر حوضه آبریز از این شکل هندسی استفاده شده است.

ب - زاویه مرکزی هر قطاع که بخشی از حوضه آبریز را می پوشاند، در محل نمونه

غنی شدگی یک عنصر خاص در یک نقطه معین نه فقط بستگی به مقدار آن عنصر در آن نقطه دارد 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 یابد 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 روشن می گردد که چرا شاخص غنی شدگی تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی 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 آمفیبولیت و دومی حاصل فرسایش یک دولومیت است. بدیهی است مقدار Ni در آمفیبولیت و رسوب حاصل از فرسایش آن به مراتب بیشتر از مقدار همین عنصر در دولومیت و یا در رسوب حاصل از فرسایش آن است. چنانچه رسوب حاصل از فرسایش دولومیت با رسوب حاصل از فرسایش آمفیبولیت مقایسه شود، ملاحظه می گردد که تا چه اندازه نوع اخیر از Ni غنی تر است. حال آنکه اگر مقدار Ni یک نمونه رسوب حاصل از فرسایش آمفیبولیت به میانگین آن نرمالایز شود و همین عمل در مورد رسوب حاصل از فرسایش دولومیت صورت گیرد و آنگاه دو مقدار نرمالایز شده با هم مقایسه شوند، ملاحظه خواهد شد که در حالت تصادفی این دو عدد نرمالایز شده بسیار به هم نزدیکند. تنها در حالتی که رسوب حاصل از فرسایش آمفیبولیت به دلیل وجود کانی سازی و یا عوامل دیگر دارای مقادیر بسیار بالایی از Ni نسبت به سایر نمونه های همان جامعه باشد، در این صورت ممکن است دو عدد نرمالایز شده اختلاف فاحشی را نشان دهند. این اختلاف از نوع

معنی دار تلقی شده و برخلاف اختلاف بین دو مقدار نرمالایز نشده، باید در جستجوی عامل ایجاد کننده آن بود.

با توجه به آنچه گفته شد و نظر به اینکه شاخص غنی شدگی می تواند داده های ژئوشیمیایی را از تغییرات لیتولوژی 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:

$$ei = \frac{C_i}{(C_{Med})_j}$$

در این رابطه ei شاخص غنی شدگی، C_j مقدار فراوانی عنصر j در یک نمونه معین و $(C_{Med})_j$ 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 بعلا مستقل بودن مقدار میانه از تغییرات حدی، این پارامتر به میانگین ترجیح داده شده است.

۳- محاسبه احتمالات وابسته به شاخص های غنی شدگی

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

۱- ارزیابی پتانسیل معدنی واحدهای تکتونیکی و یا ماگمایی گسترده و نهایتاً تهیه

نقشه متالورژی این نواحی.

۲- ارزیابی آنومالیهای ژئوشیمیایی امیدبخش جهت انجام عملیات اکتشافی

تفصیلی تر.

صورت می‌گیرد، برای آنکه در پروژه حاضر هر دو منظور رعایت شده باشد علاوه بر رسم نقشه ژئوشیمیایی ناحیه ای که در آن منظور اول ملحوظ شده باشد اقدام به محاسبه احتمال پیدایش هر یک از آنومالیه‌ها نیز گردیده است تا بتوان به منظور دوم نیز دست یافت. پس از آنکه مقدار هر عنصر در هر یک از جوامع به میانه همان عنصر در همان جامعه تقسیم شد (نرمالایز کردن اثر لیتولوژیهای مختلف)، حال می‌توان با نتایج حاصل از نمونه‌های متعلق به جوامع مختلف تشکیل یک جامعه کلی داد و سپس روی این جامعه تحلیل آماری نمود. از آنجا که نتایج حاصل از فاز قبل شاخص غنی‌شدگی هر عنصر را نشان می‌دهد، جامعه کلی بدست آمده تحت عنوان جامعه شاخص غنی‌شدگی نامیده می‌شود که تا حدود زیادی مستقل از فاکتور لیتولوژی در ناحیه منشاء رسوبات آبراهه ای است. علاوه بر محاسبه پارامترهای آماری هر یک از این جوامع (شاخص غنی‌شدگی کلی هر عنصر)، احتمال پیدایش متعلق به هر عنصر در هر نمونه نیز محاسبه گردیده است. احتمالات حاصل به عنوان ملاکی جهت ارزیابی آنومالیه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۶-۱ نتیجه عملیات فوق را برای مقادیر میانه بعلاوه دو انحراف معیار نشان می‌دهد. چنانچه ملاحظه می‌گردد، شدت آنومالیه‌ها بطور احتمال پذیر محاسبه گردیده است. این شدت برابر با عکس حاصلضرب احتمال پیدایش در تعداد نمونه‌های مورد بررسی در برگه $\frac{1}{100,000}$ کاشان بوده است. بدین ترتیب برای سیلیس تنها شش آنومالی واقعی، برای اکسید آهن دو آنومالی واقعی و بهمین ترتیب برای فسفر دوازده آنومالی، برای اکسید منگنز یک آنومالی و برای آلومینیوم هشت آنومالی واقعی حاصل گردیده است. این در حالی است

که تعداد مقادیر بالاتر از میانه بعلاوه دو برابر انحراف معیار بمراتب بیشتر از آن است. در مورد عناصر کمیاب تعداد آنومالیها (ضعیف تا قوی) بترتیب به شرح زیر است:

Au چهار آنومالی، *As* ده آنومالی، *Hg* هشت آنومالی، *Mo* دو آنومالی، *Sb* یازده آنومالی، *Cr* چهار آنومالی، *Sr* چهار آنومالی، *Ba* دوازده آنومالی، *V* دو آنومالی، *B* یک آنومالی، *Co* دو آنومالی، *Zn* شش آنومالی، *Pb* پنج آنومالی و *Be* بیست و هفت آنومالی (در مورد *Be* به علت سنسورد بودن داده‌ها تنها هشت آنومالی از تعداد ذکر شده فوق ممکن است با اهمیت باشد).

چنانکه ملاحظه می‌شود از حدود ۹۴ آنومالی تنها پنج مورد آن دارای بیشترین اهمیت می‌باشد که با علامت "Most" در ستون آخر جدول مشخص شده است. چهار مورد آن دارای اهمیت بالایی است (*High*) و بقیه که بیش از ۸۰ مورد را تشکیل می‌دهند اهمیت متوسط تا کمی دارند.

در مورد متغیرهای اصلی تشکیل دهنده سنگ در تعدادی موارد انطباق بین متغیر اصلی و کمیاب مشاهده شده است. این موارد عبارتند از: همبستگی بین آنومالی‌های بریلیم و سیلیس در نمونه *KC-30*؛ بریلیم با فسفر و آلومینیوم در نمونه *KC-246*؛ فسفر و آنتیموان در نمونه‌های *KC-252* و *KC-254*؛ آنتیموان و آلومینیوم در نمونه‌های *KC-274* و *KN-45* و منگنز با آرسنیک در نمونه *KC-160*.

۴- معرفی متغیرهای تک عنصری و چند عنصری

متغیرهای تک عنصری و چند عنصری که بتوانند پتانسیلهای کانساری را بهتر منعکس نمایند، براساس موقعیت آنها در دندروگرام انتخاب گردیده اند. معیار انتخاب بدینصورت بوده است که پس از آنالیز چند متغیره و تعیین ارتباط ژنتیکی متغیرهای ژئوشیمیایی (عناصر)، آندسته از متغیرهایی که در دندروگرام ارتباط ژنتیکی نزدیکی نشان می دهند، دو بدو و یا سه به سه بعنوان یک متغیر جدید مورد بررسی قرار گرفته اند و متغیرهایی که در دندروگرام ارتباط ژنتیکی نزدیکی با متغیره های دیگر نشان نمی دهند. بصورت تک متغیری مورد استفاده قرار گرفته اند. پس از انتخاب متغیره های مرکب چند عنصری و تک عنصری از طریق فوق، اقدام به رسم نقشه مقدماتی آنومالیهای مربوط به ضریب غنی شدگی هر یک از آنها شده است. در انتخاب مناطق امیدبخش جهت برداشت نمونه های کانی سنگین، آلتراسیون و مینرالیزه، مساحت تحت پوشش در هر برگه $\frac{1}{100,000}$ با توجه به سقف تعداد نمونه های کانی سنگین، آلتراسیون و مینرالیزه تعیین گردیده است و سپس بر حسب اولویت به توزیع تعداد نمونه های کانی سنگین، آلتراسیون و مینرالیزه در آنها اقدام شده است. در انتخاب مناطقی که باید مورد نمونه برداری کانی سنگین و آلتراسیون قرار گیرد، انطباق ماهیت آنومالیها با لیتولوژی واحدهای سنگی منطبق بر آنها ضروری بوده است. با توجه به مراتب فوق در مرحله مقدماتی، متغیره های $As+Sb+Cd, Hg, Pb, Zn, Mn, Co, Au, Ba, Cu+Mo$ مورد تحلیل قرار گرفته و نقشه مجموع آنومالیهای مقدماتی آنها ترسیم گردیده است (نقشه های ۲ تا ۷ فصل هفتم نتایج نهایی را نشان می دهد).

فصل هفتم

رسم نقشه‌ها و تحلیل آنومالی‌های ژئوشیمیایی

۱- تفسیرهای چند متغیره

۱-۱- آنالیز فاکتوری

در تفسیر داده‌ها و رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی ناحیه‌ای در مقیاس ۱/۱۰۰,۰۰۰ روشهای گوناگونی پیشنهاد گردیده است که بعضی از آنها تک متغیره و بعضی چند متغیره می‌باشند. در مواردی که نتایج حاصل از نقشه‌های تک متغیره ژئوشیمیایی انطباق خوبی با نتایج حاصل از روشهای دیگر دارد، ممکن است به روشهای چند متغیره نیازی نباشد. البته بدیهی است که نقشه‌های چند عنصری ممکن است موجب شدت بخشی (چه از نظر شدت آنومالی و چه از نظر وسعت آن) هاله‌های ژئوشیمیایی شود. در این مورد انتخاب عناصری که در یک مجموعه باید قرارگیرند، بسیار مهم می‌باشد. در بررسیهای چند متغیره برای مواردی که تعداد قابل توجهی از داده‌ها بصورت سنسورد (مقادیر زیر حد حساسیت دستگاههای اندازه‌گیری) گزارش می‌شوند، باید بسیار محتاط بود، زیرا تعداد کمی از مقادیر بالای حد حساسیت که بصورت عددی گزارش شده‌اند، ممکن است موجب بروز آنومالیهای دروغین شوند. درچنین بررسیهایی همچنین باید در تحلیل داده‌های مربوط به متغیرهایی که ویژگیهای ژئوشیمیایی متفاوتی دارند، احتیاط لازم را بعمل آورد. در اینحالت

ساختار داخلی داده‌ها که معمولاً از طریق ماتریس همبستگی و یا ماتریس کوواریانس مشخص می‌شود، می‌تواند مفید واقع شود. روشهای چند متغیره‌ای چون آنالیز فاکتوری (*R-Mode* و یا *Q-Mode*) و یا آنالیز تطبیقی (*Correspondence Analysis*) بسیار معمول می‌باشد. در آنالیز فاکتوری نوع *R* رابطه بین متغیرها بررسی می‌شود و در نوع *Q* رابطه بین نمونه‌ها مشخص می‌گردد. در آنالیز تطبیقی رابطه همزمان بین متغیرها و نمونه‌ها تشریح خواهد شد. در این پروژه برای دستیابی به ارتباطات زایشی بین متغیرها و نمونه‌ها از آنالیز فاکتوری *R-Mode* استفاده شده است. در این پروژه در کلیه حالات و برای همه متغیرها آنچه که مورد تحلیل تک متغیره و چند متغیره و رسم نقشه قرار می‌گیرد، ضریب غنی‌شدگی است. این ضریب در واقع به نوعی منعکس‌کننده شدت غنی‌شدگی یک متغیر نسبت به میانه جامعه خود می‌باشد (پس از نرمالایز شدن نسبت به مقدار میانه متغیر در رسوب حاصل از فرسایش سنگ رخنموندار خاص در بالادست هر نمونه).

۲-۱- نتایج آنالیز فاکتوری

جدول ۱-۷ نتایج حاصل از این آنالیز را برای متغیرهای مختلف نشان می‌دهد. امتیازات هر یک از دو فاکتور برای هر یک از متغیرها در دو ستون آخر این جدول نشان داده شده است. در یک دستگاه محور مختصات دو فاکتوری، مکان هر یک از متغیرها مطابق آنچه که در شکل ۱-۷ نشان داده شده است، می‌باشد. در مورد برگه کاشان بدلیل یکسان نبودن متغیرها در یکی از برگه‌های $\frac{1}{5,0,0,0}$ (برگه جوشقان که قبلاً توسط سازمان

زمین شناسی برداشت شده است) این آنالیز بطور جداگانه صورت پذیرفته است و چون ساختار زمین شناسی آن با سه برگه دیگر $\frac{1}{50,000}$ کاشان متفاوت است، سیمای متفاوتی از نظر کانی سازی نشان می دهد. البته تشابهاتی نیز بین آنها وجود دارد. بنابراین آنچه در این مبحث تحت عنوان برگه $\frac{1}{100,000}$ کاشان نامیده می شود، منظور مجموع سه برگه $\frac{1}{50,000}$ کاشان، نیاسر و کامواست. در برگه $\frac{1}{100,000}$ کاشان، شکل حاصل از آنالیز فاکتوری معرف ارتباطات پاراژنتیک زیر بین متغیرها می باشد:

۱- ارتباط نزدیک بین Ba ، Sr و W با فازهای کربناتی (CaO).

۲- ارتباط نزدیکتر Zn با CaO نسبت به Pb به CaO . بنابراین برای انتخاب متغیرهایی که باید نقشه آنها ترسیم شود، با توجه به محدودیت تعداد نقشه ها و مشابه بودن نقشه کاشان و جوشقان، $Pb+Zn$ یک متغیر و Ba به تنهایی بعنوان یک متغیر انتخاب گردیده است.

۳- فاصله گرفتن پاراژنتیکی Mo از Cu موجب می گردد تا Cu بعنوان یک متغیر مستقل تحلیل و نقشه آنومالیهای آن ترسیم گردد.

۴- گرچه As بعنوان یک متغیر تا حدودی مستقل عمل می نماید، ولی محدودیت تعداد نقشه ها از یکطرف و نبود داده های مربوط به آن در برگه جوشقان، موجب می گردد تا آنرا در مجموعه عناصر اپی ترمال قرارداد. داده های این دیاگرام معرف آنستکه As می تواند تا حدودی در مجموعه Zn و Pb بعنوان ردیاب آنها تحلیل گردد. ولی از جهت تشابه داده های این برگه با دو برگه $1/100,000$ دیگر نطنز و طرق این عمل

صورت نگرفته است.

۵- مجموعه سایر متغیرهای دیگر در محدوده کوچکی از دستگاه مختصات قرار می گیرند که معرف ارتباط ژنتیکی نزدیک آنها به یکدیگر است. از این مجموعه باقیمانده متغیر *Mn* تا حدودی مشخص تر می باشد و بین دو قطب کربناتی و سیلیکاتی واقع می گردد. از آنجا که در دو برگه دیگر نیز این متغیر بعنوان یک متغیر مورد نقشه برداری قرار گرفته است، در برگه کاشان و جوشقان نیز بعنوان یک متغیر مورد نقشه برداری قرار گرفته است. گرچه *Co* و *Hg* در مجاورت یکدیگر قرار می گیرند ولی باز هم بعلت ایجاد همخوانی بین نقشه کاشان و جوشقان (بعلت نبود داده های *Hg* برای برگه جوشقان) *Co* بعنوان یک متغیر مستقل مورد تحلیل قرار گرفته و آنومالیهای آن ترسیم شده است. بدین ترتیب عناصر *Hg, As, Sb, Cd* و *Au* که داده های مربوط به آنها در برگه جوشقان وجود ندارد، همگی بعنوان یک متغیر مورد تحلیل قرار گرفته اند. بیشترین اثر منفی این متغیر در تحلیل اطلاعات مربوط به *As* و *Cd* است که در دو قطب مخالف یکدیگر قرار می گیرند ولی سه متغیر *Hg, Au* و *Sb* در مجموعه ای با ارتباط پاراژنتیکی خوب قرار می گیرند.

در محدوده برگه $\frac{1}{50,000}$ جوشقان، سیمای پاراژنتیکی عناصر تا حدودی متفاوت است (شکل ۲-۷ و جدول ۲-۷). بیشترین اختلاف را جدایش *P* از کلیه متغیرهای دیگر نشان می دهد که فاکتور دوم در این جدایش بسیار موثر بوده است. در مورد مجموعه مرتبط با فازهای کربناتی، تغییرات عمده ای که روی داده است، نزدیکی بیشتر *Pb* به این فاز

می باشد ولی همچنان مجموعه Ba, Zn, Pb و Sr بعنوان مجموعه مرتبط با فاز کربناتی باقیمانده است، با این اختلاف که Mn نیز به این خانواده پیوسته است. از تغییرات دیگر ارتباطات پاراژنتیکی این برگه نسبت به سه برگه دیگر، قرارگرفتن Cu در بین Si و Fe است که ارتباط پاراژنتیکی نزدیکی را به آنها نشان می دهد. چنین ارتباطی بین Si و Fe, Cu معمولاً وقتی ظاهر می شود که کانی سازیهای تیپ اسکارنی توسعه یافته باشد (در این مورد شواهد زمین شناسی مثبت یا منفی در اختیار نبوده است).

۲- محاسبه آنومالی و رسم نقشه ژئوشیمیایی

اساس محاسبه توزیع عناصر در محدوده هر نقشه تخمین شبکه ای است که الگوریتم آن مطابق آنچه که در شرح خدمات آورده شده است، می باشد.

پس از اجرای این الگوریتم در هر مورد، مقدار هر متغیر در هر سلول از محدوده هر حوضه آبریز محاسبه شده است. این مقادیر برای رسم نقشه ژئوشیمیایی حوضه های آبریز مورد استفاده قرارگرفته است. در محدوده هر برگه پس از تخمین شبکه ای مقادیر میانه (۵۰٪ فراوانی) هر متغیر در محدوده هر برگه بعنوان زمینه ناحیه ای و مقادیر بین میانه و میانه بعلاوه یک واحد انحراف معیار (۸۶٪ فراوانی) بعنوان حد آستانه ای ناحیه ای، مقادیر بین میانه بعلاوه یک واحد انحراف معیار و میانه بعلاوه دو واحد انحراف معیار (۹۷/۵٪ فراوانی) بعنوان مقدار حد آستانه ای محلی، مقادیر بین میانه بعلاوه دو واحد انحراف معیار و میانه بعلاوه سه واحد انحراف معیار (۹۹/۵٪ فراوانی) بعنوان آنومالی درجه دو و مقادیر

بالتر از میانه بعلاوه سه واحد انحراف معیار تا میانه بعلاوه چهار واحد انحراف معیار (۹۹/۹٪ فراوانی) بعنوان آنومالی درجه یک و مقادیر بیش از آن بعنوان آنومالی قطعی طبقه بندی می شوند.

انتخاب متغیر برای رسم نقشه براساس ارتباط پاراژنزی بین آنهاست که می تواند از یک برگه به برگه دیگر متفاوت باشد. در انتخاب این متغیرها برای رسم نقشه، محدودیت تعداد آنها (که طبق شرح خدمات باید شش متغیر باشد) نیز در نظر گرفته شده است. بنابراین در بعضی موارد علیرغم ارتباط ژنتیکی متوسط تا ضعیف، متغیرها با یکدیگر ترکیب و توزیع فراوانی آنها بصورت یک نقشه ترسیم شده اند. گرچه این روش یک روش ایده آل نیست، ولی یکی از روشهای ممکن برای نمایش توزیع فراوانی تعداد زیادی از متغیرها در تعداد محدودی از نقشه هاست. در محدوده این برگه علاوه بر موارد فوق یک محدودیت دیگر در انتخاب متغیرها برای رسم نقشه موثر واقع شده است و آن عدم تجانس متغیرهای مورد اندازه گیری در سه برگه $\frac{1}{50,000}$ کامو، کاشان و نیاسر با متغیرهای اندازه گیری شده در برگه $\frac{1}{50,000}$ جوشقان است. برای مثال هیچیک از عناصر Cd و Hg , Sb , As , Au در برگه جوشقان اندازه گیری نشده است. بنابراین سعی شد تا با ترکیب این پنج متغیر تنها یکی از نقشه ها فاقد داده های مربوط به برگه جوشقان باشد. سایر پنج نقشه ژئوشیمیایی مربوط به این برگه طوری انتخاب شده اند که با داده های برگه جوشقان بتوانند همخوانی داشته باشند. در نهایت متغیرهای انتخاب شده در این برگه عبارتند از:



نقشه های شماره ۲ تا ۷ توزیع فراوانی این متغیرها را همراه با محدوده آنومالیا نشان می دهد. تحلیل این آنومالیاها و رتبه بندی آنها در بند ۲ فصل نهم (انتخاب مناطق امیدبخش) آورده شده است.

مجلس خبرگان
انتخاب

فصل هشتم

کنترل آنومالیهای ژئوشیمیایی

۱- مقدمه

در بررسیهای اکتشافی درمقیاس ناحیه ای که به منظور کشف هاله های ثانویه کانسارها انجام می پذیرد، معمولاً ابتدا منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشاف ژئوشیمیایی قرار می گیرد. این عملیات منجر به کشف آنومالیهای ژئوشیمیایی در محیطهای ثانوی می گردد. از آنجا که در روشهای ژئوشیمیایی هر عنصر مستقیماً مورد اندازه گیری قرار می گیرد، توجهی به فاز پیدایش آن نمی شود. لذا هاله های ثانویه کشف شده همیشه معرف کانی سازی نمی توانند باشند. بنابراین برای تمیز هاله های واقعی که در ارتباط با پدیده های کانی سازی می باشند، از انواع دیگر که معمولاً در ارتباط با پدیده های سنگ زایی هستند، باید به جستجوی فاز پیدایش عناصر پرداخت. برای این منظور مطالعات کانی سنگین بعنوان روشی که در آن فاز پیدایش یک عنصر مورد مطالعه قرار می گیرد، می تواند مفید واقع شود. بدیهی است پیدایش یک عنصر در فازهای مختلف ارزش متفاوتی دارد و برای پی بردن به ارزشهای متفاوت پیدایش یک عنصر، نیاز به تمیز فاز پیدایش آن است. با توجه به نتایجی که از آنالیز کانیهای سنگین بدست می آید، می توان هاله های ثانوی را به دو قسمت تقسیم

نمود:

۱- هاله های ثانویه مرتبط با کانی سازی

۲- هاله های ثانویه مرتبط با تغییرات لیتولوژی

در حالت اول کانیهای مستقل یک عنصر معمولاً در جزء سنگین (بصورت فاز مستقل) یافت می شود. حال آنکه در حالت دوم پیدایش یک عنصر عموماً بصورت ترکیب محلول جامد در ساختمان شبکه همراه با عناصر دیگر است. البته این حالت ممکن است استثناء نیز داشته باشد. البته بدیهی است تحرک یک ذره کانی سنگین نسبت به تحرک یک یون بسیار کمتر است. لذا هاله های ژئوشیمیایی ثانوی می توانند بمراتب بزرگتر از هاله کانی سنگین مربوط به همان عنصر باشد. بدین لحاظ برداشت نمونه های کانی سنگین در محدوده هاله های ژئوشیمیایی، همواره می تواند مفیدتر واقع شود. لذا در این پروژه برداشت نمونه های کانی سنگین بعنوان روشی برای کنترل آنومالیها و جداکردن انواع مرتبط با کانی سازی از سایر انواع، فقط در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی صورت پذیرفته است. این امر موجب شده است تا برای هر برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ به برداشت حدود ۱۰۰ نمونه کانی سنگین اکتفا شود.

۲- ردیاب های 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 کانی سازی شده نیز یافت شوند، به اندازه عناصر ردیاب نمی باشد. ولی می توانند بعنوان معرفی برای حضور

محیط و سنگ مناسب که احتمال وقوع کانی سازی در آن وجود دارد، بکار روند. بعنوان مثال:

۱- Au: حضور طلا در بخش تغلیظ یافته کانی سنگین می تواند دلالت بر وجود مناطق

امیدبخش باشد ولی نبود آن بعلت خطای زیاد وابسته به نمونه برداری ممکن

است نتیجه عکس نداشته باشد. ارتباط طلا با آرسنوپیریت و تعدادی از کانیهای

سولفوسالت دیگر می تواند در تعیین مناطق امیدبخش موثر واقع شود.

در نهشته های اپی ترمال دانه ریز بندرت ممکن است طلا در نمونه تغلیظ

شده کانی سنگین معمولی یافت شود. در صورت پیدایش و همراهی آن با

سینابرواستینیت، اهمیت منطقه اکتشافی دو چندان می شود.

۲- باریت : باریت بصورت گانگ در بسیاری از کانسارهای فلزات پایه وجود دارد.

وجود آن در بخش تغلیظ یافته نمونه کانی سنگین، دلالت بر وجود احتمالی چنین

نهشته هایی است. از آنجا که هاله های آن نسبتاً بزرگ است، می تواند بسیار مفید

واقع شود. این کانی در کانسارهای تیپ ماسیوسولفاید با میزبان شیلی، به وفور

یافت می شود و ممکن است معرف وجود کانی سازی باریت لایه ای باشد.

پیشنهاد شده است که اندازه گیری مقدار طلای باریت می تواند بعنوان معرفی

برای باریتهای مرتبط با نهشته های طلا باشد.

۳- تورمالین: این کانی ممکن است در سنگهای مختلفی شامل سنگهای ماگمایی،

متامورفیک، رسوبی تخریبی و بصورت محصولات و آلتراسیون هیدروترمال یافت

شود. پیدایش تورمالین در بعضی از مجموعه های پاراژنری مانند مولیبدنیت -

آرسنوپیریت و فلوئورین می تواند به تعیین دقیق تر مناطق امیدبخش کمک نماید. شواهد چندی نشان داده است که تورمالینهای غنی از Mg بعنوان ردیاب کانسارهای تیپ ماسیوسولفایدی است.

۳- بزرگی هاله‌های کانی سنگین

عوامل موثر در توسعه هاله‌های کانی سنگین (بطرف پایین دست) تابع عوامل

زیر است:

۱- ترکیب و بزرگی رخنمون منبع

۲- تغییرات شیمیایی که در ناحیه منبع رخ می دهد: بعضی از کانیها در مقابل

فرسایش شیمیایی مقاوم و بعضی نامقاوم اند. این امر در خرد شدن کانیها و

مسافت حمل و نقل آنها بسیار موثر است.

۳- خواص مکانیکی کانیها و تغییرات مکانیکی در محیط انتقال و رسوبگذاری: بعضی از

کانیها در مقابل فرسایش مکانیکی مقاوم و بعضی نامقاوم بوده و خرد می شوند.

تعدادی از این عوامل بستگی به شرایط آب و هوایی و ژئومرفولوژی محیط دارد.

بدین جهت مسافتهای حمل و نقل گزارش شده برای کانه های مختلف متفاوت می باشد.

برای مثال در مورد طلا و ولفرامیت هاله های بطول چند ده کیلومتر ثبت گردیده است. در

مواردیکه رخنمون منبع کوچک باشد، این فواصل ممکن است تا چند کیلومتر کاهش یابد. در

چنین مواردی ممکن است کاهش مقدار بعضی از کانیهای سنگین در رسوبات به میزان ۹۰٪

در یک کیلومتر اول باشد. بنابراین بهتر است محل نمونه های کانی سنگین نسبت به منبع احتمالی آن چندان دور نباشد. در این پروژه انتخاب محل نمونه های کانی سنگین برطبق شرح خدمات می بایستی در محدوده گسترش آنومالیهای ژئوشیمیایی باشد. لذا بطور اتوماتیک نمی تواند از منبع احتمالی آن چندان دور انتخاب شده باشد. این ملاحظات بخصوص در مورد سولفورها که در فاصله کوتاهی از منبع تمرکز می یابند، بسیار با اهمیت است.

۴- نمونه برداری کانی سنگین و زونهای مینرالیزه و آلتره احتمالی

در محدوده برگه $\frac{1}{100,000}$ کاشان، در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی (مطابق نقشه ۱)، اقدام به برداشت ۶۹ نمونه کانی سنگین و ۷ نمونه تکراری کانی سنگین گردیده است. نقشه شماره ۱ محل نمونه های کانی سنگین را برای برگه $1/100,000$ کاشان نشان می دهد. در محدوده این برگه اقدام به برداشت ۴۵ نمونه از زونهای آلتره و مینرالیزه گردیده است. از این تعداد دو نمونه از محدوده گسترش زونهای آلتره واقع در محل آنومالیهای ژئوشیمیایی (زونهای آلتره خارج از آنومالیهای ژئوشیمیایی مدنظر نبوده است) برداشت گردیده است و ۴۳ نمونه از آثار مینرالیزه جهت شناخت نوع مینرالیزاسیون احتمالی، برداشت شده است. نقشه ۱ محل این نمونه ها را نیز نشان می دهد.

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

برای اکتشافات ناحیه ای (کوچک مقیاس) رودخانه‌های بزرگ با حوضه آبریز وسیع مناسبتر هستند. زیرا محدودیت تعداد نمونه در آنها برطرف می‌گردد. ولی در این پروژه به دلیل برداشتهای نمونه‌های کانی سنگین در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی، نیازی به برداشت نمونه از رودخانه‌های بزرگ نبوده است. زیرا سقف تعداد نمونه‌های هر برگه در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی اجازه برداشت نمونه‌های کانی سنگین را از حوضه‌های آبریز کوچکتر می‌داده است.

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 است، پیدایش چنین محل‌هایی مشکل بوده است و در نتیجه نمونه‌های کانی سنگین با وزن بیشتر از بخش ماسه ای - سیلتی - رسی برداشت گردیده است.

چگالی نمونه برداری کانی سنگین، علاوه بر بودجه، عمدتاً تحت کنترل مساحتی است که باید با استفاده از این روش تحت ارزیابی قرارگیرد. از آنجا که در این پروژه مناطق تحت بررسی کانی سنگین محدود به زونهای آنومالی ژئوشیمیایی بوده است، طول هاله پراکندگی ژئوشیمیایی از قبل مشخص شده و در نتیجه تعداد ۲۵ نمونه کانی سنگین متعلق به هر برگه ۱/۵۰,۰۰۰، 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 مورد فوق، شدت آنومالیهای ژئوشیمیایی نیز در این تقسیم بندی موثر واقع شده است. تحت شرایط یکسان از مساحت حوضه های آبریز، اولویت بیشتر به حوضه های آبریزی داده شده است که شدت آنومالی ژئوشیمیایی آن بیشتر بوده است.

وزن نمونه کانی سنگین بسته به هدف مورد نظر تغییر می کند. در این پروژه آن مقدار بر روی ۲۰ تا +۸۰ مش حاصل گردد، برداشت شده و در محل الک گردیده است. این الک کردن اولیه در روی زمین موجب کاهش وزن نمونه و سهولت حمل و نقل و شستشوی آن می گردد.

۵- شرح نمونه ها

نمونه های KCH-1, KCH-2

این نمونه ها که محل آنها بر روی نقشه مشخص است، از آبراهه شرقی روستای قهرود در محل توسعه آنومالی درجه یک سرب برداشت شده است. سنگهای منطقه بیشتر کربناتوف و آذرآواری است. همچنین کمی آثار نفوذیهای نیمه عمیق متوسط همراه با پروپیلیت و سیلیس دیده می شود. در این محل آثار برش مینرالیزه نیز دیده می شود که از آن نمونه KC-MZ-1 برداشت گردیده است. این نمونه از بخش مینرالیزه یک برش سیلیسی و اکسید آهنی برداشت شده است.

نمونه KCH-3

این نمونه که محل آن بر روی نقشه آورده شده است، از محل آنومالی عناصر اپی‌ترمال و از آبراهه کوچک جنوبی روستای جهق بالا برداشت شده است. در این محل دو سری سنگ دیده می‌شود: بخش فوقانی آن یک سری لایه‌ای از سنگهای رسوبی تخریبی و بخش تحتانی آن سنگهای تخریبی دانه‌ریز. در این بخش یک زون برشی هماتی-لیمونیتی رخمون دارد که در سنگهای آن یک کانی صورتی رنگ تا بنفش (مجهول) بصورت رگه و پراکنده دیده می‌شود (در بخش تخریبی دانه‌ریز) که از آن نمونه *KC-ALT-1* برداشت شده است.

نمونه KCH-4

این نمونه از محل آنومالی اپی‌ترمال در روستای جهق بالا برداشت شده است (محل مطابق نقشه). این نمونه از آبراهه شمالی این محل (روبروی آبراهه نمونه قبلی) گرفته شده است. سنگهای این محل شیلی، آهکی با دایکهای بازیک و به میزان کم نیمه عمیقهای متوسط با آلتراسیون پروبیلیتی و سیلیسی دیده می‌شود. بخش ارتفاعات جنوبی آبراهه را آهکهای ماسیو تشکیل می‌دهند. نمونه *KC-MZ-3* از قطعه مینرالیزه دیده شده در آبراهه برداشت گردیده است.

نمونه KCH-5

این نمونه که محل آن بر روی نقشه آورده شده است، از محل آنومالی درجه دو باریم برداشت گردیده است. در این محل آهکهای کرتاسه و شیلهای ژوراسیک رخنمون دارند.

نمونه KCH-6

این نمونه از محل آنومالی درجه یک کبالت در منتهی‌الیه جنوب شرقی برکه کامو برداشت شده است (مطابق نقشه). سنگهای منطقه آهک و دولومیت‌های تریاس و شیل‌های ژوراسیک است. لازم به ذکر است که مرکز این آنومالی بوسیله گسل بزرگ مراوند قطع می‌شود.

نمونه KCH-7

این نمونه که محل آن بر روی نقشه آورده شده است، از محل آنومالی درجه دو منگنز برداشت گردیده است. سنگهای منطقه مارنی و ماسه سنگی با اکسید آهن فراوان است. نمونه KC-MZ-4 از یک قطعه برش کانی‌سازی شده (احتمالاً کریزوکولا؟) برداشت گردیده است.

نمونه KCH-8

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از شمال شرق روستای کامو

برداشت گردیده است. این منطقه دارای محیط رسوبی - ولکانیکی است. سنگهای رسوبی منطقه ماسه سنگهای قرمز رنگ و بخش ولکانیکی آن آندزیت - داسیت و کمی سنگهای نیمه عمیق متوسط می باشد. این نمونه از محل آنومالی درجه یک جیوه در این منطقه برداشت شده است. آلتراسیون سیلیسی و پروپیلیتی در منطقه گسترش دارد. نمونه KC-MZ-5 از یک قطعه سنگ نیمه عمیق بشدت سیلیسی شده همراه با اکسیدهای آهن برداشت شده است.

نمونه KCH-9

این نمونه از بخش شرقی کوه کمرسفید (مطابق نقشه) برداشت شده است. محیط منطقه رسوبی - ولکانیکی است و در آن آهکهای الیگومیوسن و لاتیت دیده می شود. این نمونه از محل آنومالی درجه یک منگنز برداشت شده است. نمونه KC-MZ-6 نیز از این محل برداشت گردیده است.

نمونه های KCH-10 , KCH-11

این نمونه ها از محل آنومالی درجه دو بدست آمده در بخش جنوب روستای قهرود و در محل توسعه اسکارنها در کنتاکت توده نفوذی گرانودیوریتی قهرود برداشت شده است (مطابق نقشه). در این محل آثار کانی سازی منیتیت، کالکوپیریت و پیریت دیده می شود. از محل نمونه KCH-10 دو نمونه مینرالیزه KC-MZ-7 و KC-MZ-8 بترتیب از کانی سازی های

منیتیتی و کالکوبیریتی برداشت گردیده است.

نمونه KCH-12

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از آبراهه شمال غرب روستای قهرود و از محل آنومالی درجه یک مس و مولیبدن و کبالت برداشت گردیده است. جنس سنگها در این منطقه توده نفوذی آلتره آرژیلیتی و پروپیلیتی است.

نمونه های KCH-13 , KCH-14

این نمونه ها از بخش شمال شرقی روستای جوینان (مطابق نقشه) برداشت شده اند. سنگهای منطقه ولکانیکهای سیلورین بوده و آلتراسیونهای پروپیلیتی و آرژیلیتی در این محل دیده می شوند. این نمونه ها از محل آنومالی درجه یک روی برداشت شده اند.

نمونه KCH-15

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از آبراهه شمال غرب روستای جوینان برداشت شده است. سنگهای منطقه آذرین نفوذی و شیلهای ژوراسیک است و هاله دگرگونی در آنها دیده می شود. این نمونه از محل آنومالی درجه یک منگنز برداشت شده است.

نمونه KCH-16

این نمونه از آبراهه شمال غرب روستای جوینان (مطابق نقشه) برداشت شده است. در بر روی آن یک لایه از سنگ گرانیت دیده می‌شود. محیط این منطقه ولکانیکهای بازیک، آذرین نفوذی متوسط همراه با سنگهای نیمه عمیق (به همراه کانیستون) و اسکارن است. آلتراسیون در این منطقه از نوع سیلیسی و کمی آلکالی است. این نمونه همراه اکسید آهن است. این نمونه از محل آنومالی درجه یک مس و مولیبدن در منطقه برداشت شده است. نمونه KC-MZ-9 از قطعات مینرالیزه اکسید آهنی برداشت شده است.

نمونه KCH-17

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از محل تقاطع رودخانه آب شاه (بندشاه صفی) با جاده کاشان - قهرود برداشت گردیده است. محیط این منطقه ولکانیکی و نفوذی نیمه عمیق است. آلتراسیون مشاهده شده پروپیلیتی و آرژیلیتی به همراه اکسید آهن است. این نمونه از محل آنومالی درجه دو روی برداشت شده است. نمونه KC-MZ-10 از قطعات منیتیتی - هماتیتی که به مقدار زیاد در این آبراهه یافت می‌شود، برداشت گردیده است.

نمونه KCH-18

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از بخش منتهی الیه شمال شرق برگه کامو برداشت گردیده است. محیط این منطقه ولکانیکی و آلتراسیونهای سیلیسی و

پروپیلیتی در آن دیده می‌شود. این نمونه از محل آنومالی درجه دوم باریم برداشت شده است.

نمونه KCH-19

این نمونه که محل آن روی نقشه مشخص گردیده است، از بخش جنوب شرق توده نفوذی قهرود در نزدیکی گردنه (در نزدیکی محل معدن متروکه) برداشت گردیده است. در این محل سنگهای آذرین عمیق، نیمه عمیق و ولکانیکی (عمدتاً توفی) و نیز سنگهای رسوبی رخنمون دارند. همچنین در این محل آلتراسیونهای پروپیلیتی، سیلیسی و کمی آرژیلیتی دیده می‌شود. در این محل آنومالی دیده نشده است و بدین جهت نمونه تکراری ژئوشیمیائی KCG-1000 جهت بررسی مجدد برداشت شده است.

نمونه KCH-20

محل این نمونه که بر روی نقشه مشخص شده است، آغاز آبراهه روستای قزان از طرف جاده قهرود - کامو است. محیط این منطقه آذرین (نفوذی، نیمه عمیق و ولکانیکی) و در آن آلتراسیون آرژیلیتی، سیلیسی و اکسید آهنی دیده می‌شود. این نمونه از محل آنومالی درجه یک طلا برداشت گردیده است. نمونه KC-MZ-11 جهت آنالیز عناصر خصوصاً طلا و نمونه KC-MZ-24 از قطعه بظاهر مینرالیزه برداشت گردیده است.

نمونه KCH-21

محل این نمونه مطابق نقشه بوده و از آنومالی درجه یک طلا در این منطقه برداشت شده است. محیط آذرین (نفوذی) و ولکانیک (توفی) می باشد. همچنین در این محل سنگهای آهکی رخنمون دارند. در این منطقه آلتراسیون پروپیلیتی و آرژیلیتی دیده می شود.

نمونه KCH-22

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از آبراهه مزرعه کبودر واقع در جنوب روستای قزان برداشت شده است. محیط منطقه رسوبی (آهکی) و آذرین نفوذی است. آلتراسیون در این منطقه لیمونیتی و آرژیلیتی است. این نمونه از محل آنومالی درجه یک منگنز برداشت گردیده است. در این محل نمونه های مینرالیزه KC-MZ-12, KC-MZ-13 به ترتیب از بخشهای لیمونیتی و توده نفوذی با آغستگی ملاکیت برداشت گردیده اند که نمونه آغشته به مس بشدت سیلیسی شده است.

نمونه های KCH-23 تا KCH-26

این نمونه ها که محل آنها بر روی نقشه مشخص شده است، از آبراهه بزرگ جنوب غرب مزرعه حسنگون با امتداد شرقی - غربی برداشت شده اند. محیط نفوذی و ولکانیکی ائوسن و یا ولکانیکهای جوان پلیوسن (پایان نامه کارشناسی ارشد حسن زاده) همراه با رسوبات آهکی است. در منطقه بعضاً دایکهای بازیک رخنمون دارند. این نمونه ها از محل

آنومالی درجه یک طلا در این منطقه برداشت شده‌اند. آلتراسیون مشاهده شده در این منطقه پروپیلیتی و لیمونیتی است.

نمونه *KC-MZ-14* از محل نمونه *KCH-23* جهت آنالیز طلا برداشت شده است. همچنین نمونه مینرالیزه *KC-MZ-15* از همین محل با آغستگی به مس برداشت شده است. همچنین نمونه‌های *KC-MZ-16* و *KC-MZ-17* بترتیب از سنگهای لیمونیتی و بازیک سولفیددار و در محل نمونه *KCH-24* برداشت گردیده است. نمونه *KC-MZ-18* از محل نمونه *KCH-26* برداشت گردیده و جرم مخصوص بالائی دارد. برغم نبود کانه‌های فلزات پایه (سولفوری) این نمونه باید برای طلا و سایر عناصر آنالیز شود.

نمونه‌های *KCH-27* تا *KCH-29*

این نمونه‌ها از دره کامو برداشت گردیده‌اند (محل مطابق نقشه). این منطقه دارای محیط ولکانیک - رسوبی و آلتراسیون سیلیسی، اکسید آهنی و پروپیلیتی است. این نمونه‌ها بجز نمونه *KCH-27*، از محل آنومالی درجه یک کبالت برداشت گردیده‌اند. نمونه *KC-MZ-19* از قطعه اکسید آهن آغشته به اکسید کبالت (احتمالی) برداشت گردیده است. نمونه *KC-MZ-23* از رخنمون لیمونیتی - منیتیتی روبروی آبراهه با آنومالی کبالت (در دره کامو) برداشت شده است.

نمونه KCH-30

این نمونه که محل آن بر روی نقشه آورده شده است، از دامنه غربی ارتفاعات غرب روستای کهنه پشت مزرعه حسنگون برداشت شده است. در این منطقه بعلت برفگیر بودن و هوازدگی سرب و آهن شدید، سایز مناسب برای کانی سنگین وجود ندارد. آلتراسیون در این منطقه از نوع سیلیسی است. پروپیلیتی و اکسید آهنی است. محیط در این منطقه ولکانوسدیمتری می باشد (احتمال وجود ماسیو سولفاید). در این محل ظاهراً کلاهکهای آهنی در دو منطقه شمالی و میانی دیده می شود که بر روی نقشه مشخص گردیده اند. جنس سنگها ولکانیک (عمدتاً توف) و نفوذی و نیمه عمیق عمدتاً اسیدی می باشد. نمونه KC-MZ-20 از قطعه سنگ با بلورهای درشت گوگرد و نمونه KC-MZ-21 از قطعه با پرشدگی فضاهای خالی (Cavity Filling). معرف فعالیت های اپی ترمال، برای آنالیز عناصر کمیاب بخصوص جیوه برداشت شده است. نمونه KC-MZ-22 از یک قطعه منیتیتی که ظاهراً با گروسولار همراه است برداشت شده است. این نمونه ممکن است سولفور نیز به همراه داشته باشد.

نمونه KKH-1

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از منتهی الیه جنوب شرق برگه کاشان برداشت شده است. محیط منطقه ولکانیکی و در آن آلتراسیونهای پروپیلیتی، سیلیسی و اکسید آهنی دیده می شود. این نمونه از محل آنومالی درجه دو سرب برداشت گردیده است. نمونه های KC-MZ-1 و KC-MZ-2 بترتیب از آثار ملاکیت و آثار ژاسپ در

این منطقه برداشت شده است.

نمونه KKH-2

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از دهانه ورودی آبراهه فرعی واقع در شمال غرب روستای فرفهان، و از آنومالی درجه دو کبالت برداشت شده است. در این منطقه سنگهای ولکانیک، رسوبی و نیمه عمیق رخنمون دارند. در این منطقه آلتراسیون پروپیلیتی بطور گسترده و نیز اکسید آهن مشاهده می‌گردد. نمونه‌های *KK-MZ-3* و *KK-MZ-4* از قطعات منییتی و هماتیتهی آغشته به اریتریت برداشت شده است.

نمونه KKH-3

این نمونه در آبراهه جنوب غرب فین (مطابق نقشه) برداشت شده است. در این منطقه سنگهای ولکانیکی، رسوبی (آهکی) و آبرفت دیده می‌شود. آلتراسیون مشاهده شده از نوع پروپیلیتی، سیلیسی و اکسید آهنی می‌باشد. این نمونه از محل آنومالی درجه دو باریم برداشت گردیده است.

نمونه KKH-4

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص گردیده است، در جنوب فین برداشت شده است. جنس سنگها عمدتاً آهکی است و منطقه پوشیده از آبرفت است. این نمونه از

محل آنومالی درجه یک باریم برداشت شده است و آلتراسیون خاصی در این منطقه مشاهده نمی‌گردد.

نمونه های KKH-5 تا KKH-9

این نمونه‌ها که محل آنها بر روی نقشه مشخص شده است، دریال جنوبی روستای درّه (شمال غرب و شرق معدن) برداشت گردیده‌اند. محیط این منطقه ولکانیک - رسوبی است. این نمونه‌ها از محل آنومالی درجه یک باریم، سرب، روی و مس برداشت گردیده‌اند. نمونه KKH-MZ-6 از قطعه مینرالیزه کف آبراهه برداشت گردیده است. سنگهای ولکانیک در این منطقه متوسط تا اسیدی و رسوبی‌ها آهکی و شیلی هستند. در این منطقه آلتراسیون کلریتی، پروپیلیتی و سیلیسی مشاهده می‌گردد.

نمونه های KKH-10 و KKH-11

محل این نمونه‌ها مطابق نقشه بوده و محیط آنها ولکانیک - رسوبی است. این نمونه‌ها از محل آنومالیهای درجه یک باریم و مجموعه ای ترمال برداشت گردیده است.

نمونه های KKH-12 تا KKH-14

این نمونه‌ها از آبراهه شمال شرق روستای سعدآباد برداشت گردیده است (مطابق نقشه). محیط ولکانیک - رسوبی و آلتراسیونهای پروپیلیتی و آرژیلیتی در منطقه مشاهده

می‌گردد. این نمونه‌ها از محل آنومالی درجهٔ دو مجموعه عناصر اپی ترمال برداشت گردیده‌اند. نمونهٔ مینرالیزه *KK-MZ-5* از قطعهٔ مینرالیزه داخل آبراهه برداشت شده است.

نمونه های KNH-1 و KNH-2

این نمونه‌ها که محل آنها روی نقشه مشخص شده است، در جنوب روستای نشلج برداشت گردیده‌اند. محیط ولکانوسدیمتری (توف، سنگهای نفوذی و آهکی) بوده و آلتراسیونهای پروپیلیتی و اکسید آهنی در منطقه دیده می‌شود. در منطقه توفها عمدتاً سیلیسی و آغشته به اکسیدهای آهن هستند. همچنین گاهی اثر منیتیت با پروپیلیت دیده می‌شود. این نمونه‌ها از محل آنومالیهای درجهٔ یک باریم و کبالت برداشت شده‌اند.

نمونهٔ *KN-MZ-1* از بخش بظاهر مینرالیزه در این آبراهه برداشت گردیده است. نمونه *KN-ALT-1* از یک قطعه توف بشدت سیلیسی شده با کانی مجهول قهوه‌ای روشن برداشت گردیده است.

نمونهٔ KNH-3

این نمونه در شمال شرق روستای نشلج برداشت گردیده است (مطابق نقشه). محیط ولکانوسدیمتری با کمی نفوذی و نیمه عمیق‌های بازیک می‌باشد. این نمونه از محل آنومالی درجهٔ دو باریم برداشت گردیده است. همچنین در منطقه آلتراسیونهای پروپیلیتی و سیلیسی مشاهده می‌گردد. نمونه بظاهر مینرالیزهٔ *KN-MZ-2* از این محل از یک قطعه سنگ بظاهر

مینرالیزه برداشت گردیده است.

نمونه KNH-4

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص گردیده است، از ارتفاعات شرق نیاسر برداشت گردیده است. محیط در این منطقه رسوبی (سازند قم)، ولکانیک (توفی) و نیمه عمیق متوسط است. در منطقه آلتراسیونهای پروپیلیتی و آرژیلیتی در ولکانیکها دیده می‌شود. این نمونه از محل آنومالی درجه یک جیوه برداشت گردیده است. نمونه‌های KN-MZ-4 و KN-MZ-5 بترتیب از قطعات بظاهر مینرالیزه ژاسپی و سیلیسی شده اکسید آهنی برداشت شده‌اند. در نمونه ژاسپ آثار سولفور نمایان است.

نمونه KNH-5

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، در شمال شرق روستای خنجه برداشت گردیده است. محیط رسوبی و متشکل از واحدهای سازنده قم است. آلتراسیون خاصی در این محل مشهود نیست. این نمونه از محل آنومالی درجه دو روی برداشت گردیده است.

نمونه‌های KNH-6 و KNH-7

این نمونه‌ها که محل آنها بر روی نقشه مشخص شده است، از آبراهه غرب باباافضل

در روستای مرق برداشت گردیده است. محیط منطقه متشکل از سنگهای ولکانیک، نفوذی، نیمه عمیق و اسکارنی همراه با دایکهای بازیک است. این نمونه‌ها از محل آنومالی درجه دو طلا برداشت گردیده‌اند. آلتراسیون مشاهده شده در منطقه از نوع سیلیسی و پروپیلیتی است. نمونه مینرالیزه KN-MZ-6 از بیرون زدگی لیمونیتی مشاهده شده در این محل برداشت گردیده است.

نمونه KNH-8

این نمونه از دره شمال باباافضل برداشت گردیده است (محل مطابق نقشه). در این منطقه آلتراسیون لیمونیتی شدید مشاهده می‌شود. این نمونه از محل آنومالی درجه یک طلا (اندیس Fe) برداشت گردیده است. سنگهای منطقه عمدتاً ولکانیک (توف) و نیمه عمیق هستند. نمونه KN-MZ-7 از قطعه هماتیتی بظاهر مینرالیزه و نمونه KN-MZ-3 از زون لیمونیتی مشاهده شده برداشت گردیده است.

نمونه KNH-9

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص است، از آبراهه شمال تراورتنهای روستای نابر برداشت گردیده است. در منطقه آثار آلتراسیونهای پروپیلیتی و اکسید آهنی دیده می‌شود. سنگهای منطقه رسوبی (آهکی) و ولکانیک (توفی) است. این نمونه از محل آنومالی درجه دو مجموعه عناصر اپی ترمال برداشت گردیده است. نمونه KN-MZ-8 از

قطعات بظاهر مینرالیزه در این آبراهه برداشت شده است.

نمونه KNH-10

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، در آبراهه کوه دربند در شمال روستای نابر برداشت شده است. محیط این نمونه نفوذی، نیمه عمیق، ولکانیک و رسوبی (آهکی - مارنی) است. این نمونه از محل آنومالی درجه دو روی برداشت شده است. آلتراسیون در این منطقه عمدتاً کلریتی، کمی پروپیلیتی و آثار منیتیتی نیز در آن یافت می شود. نمونه KN-MZ-9 از قطعه سرباره قدیمی برداشت شده است.

نمونه KNH-11

این نمونه از آبراهه شرق اشگف ورکان (مطابق نقشه) برداشت گردیده است. سنگهای منطقه رسوبی - ولکانیک و آلتراسیون لیمونیتی در این محل مشاهده می گردد. این نمونه از محل آنومالی درجه یک کبالت برداشت شده است. نمونه های KN-MZ-10 و KN-MZ-11 از قطعات بزرگ برش آهکی بشدت لیمونیتی و هماتیتی برداشت شده است.

نمونه KNH-12

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از آبراهه شمال روستای قالهر برداشت شده است. سنگهای منطقه نفوذی، اسکارنی و ولکانیکی است. این نمونه از

محل آنومالی درجه یک مجموعه عناصر اپی‌ترمال برداشت گردیده است. آلتراسیون در این منطقه عمدتاً سیلیسی و کمی اکسید آهنی است.

نمونه KNH-13

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص است، از آبراهه شمال شرق روستای قالهر برداشت گردیده است. محیط این منطقه ولکانیک، نفوذی و اسکارنی است. این نمونه از محل آنومالی درجه یک جیوه برداشت شده است و آلتراسیون سیلیسی در منطقه مشاهده می‌گردد.

نمونه KNH-14

این نمونه از آبراهه شمال غرب مزرعه غرقاب برداشت شده است (مطابق نقشه). محیط رسوبی - نفوذی و آلتراسیون خاصی مشاهده نگردید.

نمونه KNH-15

این نمونه که محل آن روی نقشه مشخص است، در آبراهه شمال کوه کمردولا آب در پنج کیلومتری روستای ازوار برداشت گردیده است. سنگهای منطقه ولکانیکهای ائوسن و رسوبهای کرتاسه هستند. بعلت هوازدگی شدید در منطقه تشخیص آلتراسیون مشکل است. این نمونه از محل آنومالی درجه یک باریم برداشت گردیده است.

نمونه KNH-16

این نمونه از آبراهه شمال ارتفاعات جنوب روستای ازوار (مطابق نقشه) برداشت شده است. محیط رسوبی (شیل‌های ژوراسیک و کمی آهک‌های کرتاسه) است و آلتراسیونی در منطقه مشهود نیست. این نمونه از محل آنومالی درجه دو کبالت در منطقه برداشت گردیده است.

نمونه KNH-17

این نمونه از محل اندیس آهن گزارش شده در جنوب روستای ازوار برداشت گردیده است (مطابق نقشه). سنگ‌های منطقه آهک‌های کرتاسه است و آلتراسیون اکسید آهنی در آن مشاهده می‌گردد. از این آبراهه بعلت کوچکی در فاز نمونه‌برداری ژئوشیمیائی، نمونه ژئوشیمیائی برداشت نشده است.

نمونه KNH-18

این نمونه از محل آبراهه‌های جنوب شرق روستای ازوار برداشت گردیده است. (مطابق نقشه). محیط رسوبی (آهک‌های کرتاسه و شیل‌های ژوراسیک) بوده و دایک‌های بازیک فراوانی در منطقه دیده می‌شود. این نمونه از محل آنومالی درجه یک مجموعه عناصر اپی‌ترمال برداشت گردیده است. در این منطقه آلتراسیون مشهود نیست ولی برش آهکی با رگه‌های اکسید آهنی یافت می‌شود. نمونه KN-MZ-12 از یک قطعه لیمونیتی - هماتیتی آلتره

برداشت شده است.

نمونه‌های KNH-19 تا KNH-21

این نمونه‌ها که محل آنها بروی نقشه مشخص گردیده است، از آبراهه جنوب شرق روستای ازوار برداشت شده است. محیط رسوبی (آهکهای کرتاسه و شیل‌های ژوراسیک) بهمراه دایکهای بازیک می‌باشد. این نمونه‌ها از محل آنومالیهای درجه یک و دو منگنز برداشت گردیده‌اند. آلتراسیون مشاهده شده اکسید آهنی بوده و نمونه KN-MZ-13 از قطعه مینرالیزه آهن‌دار برداشت شده است. نمونه مینرالیزه KN-MZ-14 از محل نمونه KNH-21 برداشت شده است. این نمونه از قطعه بزرگ مینرالیزه‌ای برداشت شده که در آن رگه‌های حدود چند سانتی متر از کانی احتمالاً منگنزدار دیده شده است (جهت آنالیز منگنز). چنین قطعات بزرگی در کف آبراهه زیاد یافت می‌شود.

نمونه KNH-22

این نمونه که محل آن بر روی نقشه مشخص شده است، از آبراهه غرب امامزاده سراج‌الدره برداشت شده است. محیط رسوبی (آهکی کرتاسه و شیل‌های ژوراسیک) بادایکهای دیابازی آلتره می‌باشد. این نمونه از محل آنومالی درجه یک عناصر اپی ترمال برداشت گردیده است. آلتراسیون پروپیلیتی در دایکهای دیابازی منطقه دیده می‌شود. نمونه KN-MZ-15 از قطعه بظاهر مینرالیزه در این آبراهه برداشت گردیده است.

نمونه KNH-23

این نمونه از آبراهه شرق باغستان در شمال برزک برداشت گردیده است (محل مطابق نقشه). سنگهای منطقه عمدتاً آهکهای کرتاسه هستند. بعلت بزرگی آبراهه (بیش از ۵ کیلومتر) و تنوع لیتولوژی، انواع آلتراسیونها دیده می شود که پروبیلیت یکی از آنهاست. این نمونه از محل آنومالی درجه دو باریم برداشت گردیده است.

نمونه های KNH-24 و KNH-25

این دو نمونه که محل آنها بر روی نقشه مشخص شده است، از بخش ارتفاعات شرقی روستای نابر برداشت شده است. سنگهای منطقه رسوبی، ولکانیکی، نیمه عمیق تا عمیق اسیدی به همراه دایکهای بازیک می باشد. در منطقه آلتراسیون پروبیلیتی، سیلیسی و آرژیلیتی دیده می شود. نمونه های ژئوشیمیائی برداشت شده در این بخش آنومالی نشان نداده است ولی بعلت وجود اندیس ارسنیک در این بخش کنترل از طریق نمونه کانی سنگین در دستور کار قرار گرفت.

هفت نمونه کانی سنگین تکراری نیز برداشت گردیده است که بعلت کد خاص آنها محل های مربوطه در این گزارش ذکر نشده است.

۶- پردازش داده‌های کانی سنگین

۱-۶- رسم هیستوگرام‌ها

هیستوگرام فراوانی سیزده متغیر شامل منیتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، باریت، پیریت، مالاکیت، سروزیت، اکسید منگنز، گالن، اپیدوت، کلریت و سیلیکاتهای آلتره در اشکال ۸-۱ تا ۸-۱۳ نشان داده شده است (داده‌های خام در جدول ۲ مجلد داده‌های خام آورده شده است). ارزش هیستوگرامها یکسان نمی‌باشد زیرا در بعضی تعداد نمونه‌ها در جامعه به حد کافی زیاد است بطوری که می‌توان روند تغییرات را پیش بینی نمود، ولی در بعضی به علت کمی تعداد موارد اندازه‌گیری شده روند تغییرات در هیستوگرام چندان مشخص نیست. در بین متغیرهای فوق لیمونیت، اکسید منگنز، سروزیت، مالاکیت، باریت، گالن و کلریت نیز تا حدودی هیستوگرام معنی دار ارائه نمی‌دهند ولی بدلیل اهمیت آنها هیستوگرام آنها نشان داده شده است (اهمیت کلریت بیشتر از نظر توسعه بعضی از زونهای آلتره است).

دو کانی سنگین آهن‌دار یعنی منیتیت و هماتیت هیستوگرام‌های مشابهی را نشان می‌دهند. گرچه این دو کانی توزیع "L" دارند ولی تا حد کمی خصلت دو مدی نشان می‌دهند. این اندازه‌گیریها نشان داده است که در مجموع چهار کانی آهن‌دار منیتیت، هماتیت، لیمونیت و گوتیت بطور میانگین حدود ۱/۴ درصد از رسوب آبراهه‌ای را تشکیل می‌دهند. این مقدار نسبت به مقدار مشابه در دو برگه دیگر به وضوح بیشتر می‌باشد.

باریت و بخصوص پیریت هر دو تابع توزیع از نوع "L" نشان می‌دهند و معرف آنست که تعداد زیادی از نمونه‌های برداشت شده یا فاقد این کانی‌ها هستند و یا عیار آنها

بسیار پائین است. هیستوگرام فراوانی اپیدوت تا حدودی معرف تابع توزیع "L" می باشد. با توجه به مشاهدات صحرایی و توسعه زونهای آلتره پروپیلیتی در منطقه، بخصوص در نزدیکی واحدهای آذرین درونی و بیرونی موجود در امتداد قطر این برکه (به استثنای یک مورد واقع در جنوب غرب شهر کاشان)، وجود اپیدوت بعنوان مناسبترین ردياب این نوع آلتراسیون از اهمیت خاصی برخوردار است. این اهمیت وقتی آشکار می گردد که بخواهیم سهم مولفه های آلتراسیون را از هوازدگی تا حدودی تفکیک کنیم. بدیهی است محصولاتی چون آرژیلیت (کائولینیت، مونتوریلونیت و ایلیت)، کلریت و ... می توانند هم در شرایط دگرسانی گرمابی (آلتراسیون) و هم در شرایط هوازدگی در محیط اسیدی حاصل شوند. تمیز اینکه کدامیک از دو فرآیند فوق بطور عمده نقش اساسی در تشکیل این محصولات داشته است، فقط از طریق اندازه گیریهای دقیق ایزوتوپی امکان پذیر است. ولی حضور اپیدوت در مجموعه پروپیلیتی می تواند دلالت بر فعالیتهای گرمابی داشته باشد. بنابراین لاقبل برای آندسته از آلتراسیونهای آرژیلیتی و کلریتی که در ارتباط با پروپیلیت می باشند، می توان مولفه دگرسانی را در تشکیل آنها موثر دانست. ولی برای مواردی که این نوع آلتراسیونها با پروپیلیت همراه نمی باشند، برای تمیز آلتراسیون از هوازدگی نیاز به اطلاعات بیشتری است. بدیهی است در نواحی ای که رخساره های دگرگونی دما و فشار پایین (شیستهای سبز) توسعه داشته باشند چنین کاربردی برای اپیدوت نابجا خواهد بود ولی در منطقه مورد مطالعه این پروژه چنین رخساره ای گزارش نشده است.

کلریت می تواند بعنوان محصول آلتراسیون کانی های فرومنیزین مانند پیروکسن ها،

آمفیبول ها و بیوتیت مورد توجه قرار گیرد. در این پروژه در حدود ۳۰٪ از نمونه ها کلریت به مقدار ثابتی گزارش گردیده است. مجموع سیلیکاتهای آلتره توزیعی تقریباً دو مدی نشان می دهد که در همه نمونه ها به مقدار متفاوت گزارش گردیده است. اکسید منگنز در حدود ۱۳٪ نمونه ها به مقدار ثابتی گزارش گردیده است. دو کانه سروزیت و مالاکیت در تعداد کمی از نمونه ها (حدود ۱۰٪ نمونه ها) گزارش گردیده است.

خلاصه نتایج پارامترهای آماری این متغیرها در جدول ۱ نشان داده شده است. ضریب تغییرات اکثر این متغیرها بالا است که معرف توزیع ناهمگن آنها می باشد. کمترین ضریب تغییرات مربوط به سیلیکاتهای آلتره و سپس هماتیت نشان می دهد و معرف آنست که این کانی ها به طور تقریباً یکنواختی در اکثر نمونه ها وجود دارد.

۲-۶- دیاگرامهای پراکندگی

این نوع دیاگرامها می توانند در بررسی ارتباط بین متغیرهای مختلف مفید واقع شوند، زیرا نحوه تغییرات یک متغیر را برحسب متغیر دیگر نشان می دهند. در اشکال ۸-۱۴ تا ۸-۱۹ دیاگرام پراکندگی جفتی با ضریب همبستگی متوسط تا بالا نشان داده شده است. اشکال ۸-۱۴، ۸-۱۵ و ۸-۱۶ دیاگرام پراکندگی هماتیت را به ترتیب با گوتیت، منیتیت و سیلیکاتهای آلتره نشان می دهد. این دیاگرامها معرف آن است که گوتیت و هماتیت همبستگی مثبت متوسط دارند ولی هماتیت با سیلیکاتهای آلتره همبستگی منفی قوی دارد. همبستگی هماتیت با منیتیت چندان معنی دار نیست و تا حدودی وجود دو

کلاستر را نشان می‌دهد. دیاگرام ۸-۱۷ معرف آنست که فاز اکسیدی مس و باریت همبستگی مثبت قوی دارند. این امر ممکن است دلالت بر وجود گانگ باریتی در کانسارهای احتمالی مس در این منطقه داشته باشد. دیاگرام ۸-۱۸ نشان می‌دهد که عیار بالای باریت در نمونه‌هایی است که منیتیت در آنها یا وجود ندارد و یا کم عیار است. دیاگرام ۸-۱۹ نشان می‌دهد که تغییرات مقدار سرب و باریت خصلت دوگانه دارد. اگر مقدار باریت بالا باشد مقدار سرب می‌تواند از کم تا زیاد تغییر کند که در این صورت یا باریت بعنوان گانگ مطرح می‌شود و یا بصورت ماده معدنی اصلی و برعکس اگر مقدار سرب بالا باشد باریت ممکن است از عیار کم تا عیار بالا یافت شود. در واقع تغییرات این دو متغیر تا حدودی مستقل از یکدیگر است گرچه ضریب همبستگی آنها منفی متوسط می‌باشد.

جدول ۸-۲ ماتریس ضریب همبستگی اسپیرمن بین متغیرهای کانی سنگین با اهمیت را نشان می‌دهد. داده‌های این جدول معرف آن است که کلریت حداکثر ضریب همبستگی را با اپیدوت نشان می‌دهد و در نتیجه از نظر ژنتیکی پیدایش یکی متناسب با دیگری است. ارتباط ژنتیکی اپیدوت با منیتیت بسیار ضعیف است ولی به علت محدودیت در ساخت متغیرهای جدید در این برگه همان مجموعه اپیدوت + منیتیت + کلریت بعنوان معرف زونهای آلتره مجموعه پروپیلیتی - کلریتی انتخاب گردید. هماتیت بیشترین ضریب همبستگی را با گوتیت نشان می‌دهد که از نظر ژئوشیمیایی معنی دار است. ضریب همبستگی اکسید منگنز با هماتیت نیز قابل توجه است. ضریب همبستگی اکسید منگنز با پیریت نیز متوسط است. در شرایط وجود زون بافر در محیط می‌توان این ضریب همبستگی

را توجیه نمود. ضریب همبستگی باریت و مالاکیت نیز متوسط است و تا حدودی دلالت بر احتمال وجود گانگ باریتی در کانی سازی مس احتمالی در منطقه دارد. ضریب همبستگی اپیدوت با مالاکیت گرچه متوسط است ولی در خور توجه می‌باشد و تا حدودی دلالت بر پیدایش احتمالی کانی سازی مس در اطراف زونهای پروپیلیتی دارد. ضریب همبستگی مثبت متوسط پیریت و هماتیت معرف ارتباط این دو در زونهای بافر احتمالی است.

برای تعیین ارتباط پاراژنزی بین متغیرهای فوق و انتخاب مناسبترین متغیرها برای رسم نقشه توزیع کانی سنگین، اقدام به آنالیز چند متغیره به روش کلاستر شده است. نتیجه این آنالیز در دندروگرام شکل ۸-۲۰ نشان داده شده است. چنانکه ملاحظه می‌شود در این دندروگرام متغیرها به دو گروه اصلی شامل گروه اول: سروزیت، گوتیت، هماتیت، باریت، گالن، مالاکیت، لیمونیت، اکسید منگنز، کلریت و پیریت و گروه دوم شامل: سیلیکاتهای آلتره و منیتیت می‌باشد. از گروه اول مجموعه گوتیت، لیمونیت و هماتیت (کانی‌های آهن‌دار) بعنوان یک متغیر و مجموعه کانیهای باریت، گالن، پیریت، سروزیت، مالاکیت و غیره تشکیل یک متغیر را می‌دهند که می‌توان مجموعه فراوانی هر یک از آنها را روی نقشه ترسیم نمود. مجموعه اپیدوت، کلریت و منیتیت نیز بعنوان یک متغیر که تا حدودی معرف زونهای پروپیلیتی - کلریتی شده است، انتخاب گردیده است (در انتخاب این متغیر تنها موقعیت این کانه‌ها در دندروگرام مد نظر نبوده است بلکه محدودیت ساخت متغیرهای جدید نیز در نظر گرفته شده است). در مجموع داده‌های این دندروگرام معرف وجود همبستگی متوسط بین متغیرها است.

۷- تخمین شبکه‌ای، رسم نقشه کانی سنگین و مقایسه آن با آنومالی‌های

ژئوشیمیایی مقدماتی

تکنیک تخمین شبکه‌ای که بر طبق شرح خدمات اساس رسم نقشه ژئوشیمیایی و کانی سنگین می‌باشد، در شرح خدمات مفصلاً تشریح گردیده است. با استفاده از این تکنیک، برای سه متغیر زیر در محدوده مناطق نمونه برداری شده اقدام به رسم نقشه گردیده است:

۱- گوتیت + هماتیت + لیمونیت .

۲- باریت + پیریت + گالن + مجموع کانه‌های با ارزش دیگر.

۳- منیتیت + اپیدوت + کلریت.

نقشه شماره ۸ توزیع فراوانی متغیر شماره ۲ (کانه‌های با ارزش) را که برای هر چارک از صفر تا ۱۰۰ درصد رنگ آمیزی شده است، نشان می‌دهد. همچنین نقشه شماره ۹ مقادیر فراوانی بالای ۷۵٪ را برای متغیر شماره ۱ و کلیه مقادیر را برای متغیر ۳ نشان می‌دهد. در زیر شرح هر یک برحسب مکان و موقعیت جغرافیایی و میزان انطباق آنها با آنومالی‌های ژئوشیمیایی مقدماتی تشریح خواهد شد. موارد تشریح شده و انطباق‌های موجود بین آنها در مرحله نهایی ممکن است تغییر یابد.

۱- منطقه شرق تخت نیاز مرغ

محل این تمرکز کانی سنگین به مساحت بیش از یک کیلومتر مربع، منطبق بر آنومالی درجه یک کبالت است که در منتهی‌الیه شرق برگه کامو توسعه یافته است. سنگهای منطقه

آهک و دولومیت‌های تریاس و شیل‌های ژوراسیک است. از مرکز این آنومالی گسل بزرگ مراوند عبور می‌کند. متغیر شماره ۱ کانی سنگین، شامل مجموعه کانیهای آهن‌دار، در اینجا تمرکز نشان می‌دهند. ممکن است آنومالی کبالت با این تمرکز کانیهای آهن‌دار بی‌ارتباط نباشد. در مجموع این منطقه از اولویت بالائی برخوردار نیست (با توجه به عدم تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین).

۲- منطقه شمال غرب نیاز مرغ

در این محل گرچه آنومالی درجه دو منگنز در منطقه‌ای به وسعت کمتر از دو کیلومتر مربع گسترش دارد، ولی تمرکز متغیرهای شماره ۱ و ۲ کانی سنگین به اهمیت آن می‌افزاید. محیط این منطقه عمدتاً رسوبی تخریبی است. ارزیابی این منطقه پس از اخذ نتیجه نمونه مینرالیزه KC-MZ-4 معتبرتر خواهد بود.

۳- منطقه قهق بالا

در این منطقه آنومالی درجه دو مجموعه اپی ترمال در مساحت کوچکی ثبت گردیده که منطق بر محل تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین (مجموعه کانه‌های با ارزش) می‌باشد. محیط این منطقه رسوبی تخریبی است که یک زون برشی هماتی - لیمونیتی در آن رخنمون دارد. دایکهای دیابازی با آلتراسیونهای پروپیلیتی - سیلیسی در نزدیکی آن رخنمون دارد. وسعت کم این منطقه تا حدودی از اولویت آن می‌کاهد ولی ارزیابی نهائی موکول به اخذ

نتایج نمونه‌های *KC-ALT-1*، *KC-MZ-2* و *KC-MZ-3* خواهد بود.

۴- منطقه قهرود

در اطراف قهرود، بخصوص در بخش شمالی آن، تعدادی آنومالیهای درجه یک و دو متغیرهای ژئوشیمیائی توسعه یافته‌اند. دو آنومالی درجه یک و دو سرب که در جنوب قهرود و در دو طرف جاده توسعه یافته است، منطبق بر تمرکز متغیر شماره ۳ کانی سنگین است که دلالت بر گسترش زونهای آلتره پروپیلیتی - کلریتی دارد. گرچه در آبراهه بخش شرقی جاده در این منطقه آنومالی درجه یک سرب ثبت گردیده است، ولی تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین بر آن منطبق نشده است که ممکن است بعلت وجود کانی سازی پنهانی باشد. در بخش جنوبی آنومالی درجه دو سرب و روی و باریت، در دره اشنیک، گرچه اثر معدنکاری قدیمی دیده می‌شود ولی آنومالی ژئوشیمیائی در آن ثبت نشده است. یک نمونه تکراری ژئوشیمیائی با شماره *KCG-1000* نیز از آن برداشت شده است. در نمونه کانی سنگین برداشت شده از محل همین آبراهه اثر کانه‌های گالن و سروزیت ثبت گردیده است. در مجموع داده‌های بدست آمده معرف آن است که آنومالیهای بخش جنوبی دهکده قهرود از اولویت اول برخوردار نیستند.

۵- منطقه شرق جوینان

در جنوب و شرق جوینان گسترش آنومالیهای درجه یک روی در منطقه‌ای به وسعت

چند کیلومتر مربع چشمگیر می‌باشد. بعلاوه یک آنومالی درجه یک منگنز نیز در این منطقه گسترش دارد. از بین این آنومالیها تنها بخش شرقی آنومالی روی بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین منطبق می‌باشد که محدوده‌ای در حدود یک کیلومتر مربع را می‌پوشاند. محیط این منطقه ولکانیکی سیلورین - دوونین گزارش شده است و آلتراسیونهای پروپلیتی و آرژیلیتی در آن کم و بیش گسترش دارد. در مجموع بخش شرقی این منطقه می‌تواند از اولویت برخوردار باشد.

۶- منطقه شمال غرب جوینان

در منطقه غرب جوینان یک آنومالی درجه یک $Cu+Mo$ با مساحت کم ثبت گردیده است که بخشی از آن بر آنومالی درجه یک منگنز منطبق و همبری دارد. گرچه محدوده این آنومالی کوچک است (حدود یک کیلومتر مربع) ولی در بررسی کانی سنگین وجود یک ذره طلا در آن گزارش گردیده است و از این نقطه نظر می‌تواند با اهمیت باشد. بخصوص آنکه در بخش جنوب غرب آن یک آنومالی درجه دو جیوه با مساحت بیش از یک کیلومتر مربع نیز ثبت شده است.

۷- منطقه شمال سد شیخ بهائی

در این منطقه گرچه همه آنومالیهای ژئوشیمیائی متغیرهای روی، کبالت و سرب از درجه دو می‌باشند ولی گسترش منطقه تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین و همچنین امتداد

آن تا آنومالی شرق جوینان بر اهمیت آن می‌افزاید. محیط ولکانیکی این منطقه و وجود کانی‌های نفوذیهای نیمه عمیق، همراه با آلتراسیونهای پروبیلیتی - آرژیلیتی و بخصوص اکسید آهنی بر اهمیت آن می‌افزاید. وجود قطعات هماتی - منیتیتی فراوان در یکی از آبراهه‌ها، موجب برداشت نمونه *KC-MZ-10* گردیده است. در مجموع می‌توان این زون را منطقه‌ای با اولویت درجه دوم تلقی کرد.

۸- منطقه دره قرآن

در منتهی‌الیه جنوبی این دره یک آنومالی درجه یک طلا به مساحت حدود یک کیلومتر مربع وجود دارد که بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین منطبق است. در جنوب غرب مزرعه حسنگون نیز یک آنومالی درجه یک طلا با مساحت قابل ملاحظه ثبت گردیده است. این آنومالی در بخش غربی با آنومالیهای درجه یک و دو جیوه همبری دارد. در یکی از آبراهه‌های جنوبی این آنومالی نه فقط متغیر شماره ۲ کانی سنگین تمرکز بالائی نشان می‌دهد بلکه وجود ذرات طلای آزاد در نمونه کانی سنگین آن گزارش گردیده است. مشاهدات فوق همراه با وجود محیط ولکانیکی تا نفوذی و حتی ولکانیکهای جوان پلیوسن به همراه دایکهای بازیک و آلتراسیونهای پروبیلیتی و لیمونیتی، همگی معرف پتانسیل کانی سازی در این منطقه می‌باشند و در مجموع این منطقه دارای اولویت اول می‌باشد.

۹- منطقه شمال مزرعه مرغابی

در این منطقه یک آنومالی درجه یک و دو جیوه به مساحت حدود دو کیلومتر مربع گسترش دارد. محیط این منطقه رسوبی - ولکانیکی است و آلتراسیونهای سیلیسی و پروپیلیتی در آن دیده می‌شود. تمرکز متغیرهای شماره ۱ و ۲ کانی سنگین در این منطقه به ارزش آن افزوده است. با توجه به مساحت کم این آنومالی بهتر است آن را در اولویت دوم قرار داد.

۱۰- منطقه دره کامو

در بخش شمال شرق این دره یک آنومالی درجه یک کبالت با مساحت بیش از دو کیلومتر مربع گسترش دارد که بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین نیز منطبق شده است. در بخش غربی آن، تمرکز متغیر شماره ۱ کانی سنگین نیز گسترش نشان می‌دهد. با توجه به محیط ولکانیکی - رسوبی و گسترش آلتراسیونهای پروپیلیتی، سیلیسی و اکسید آهنی در این منطقه، می‌توان آن را با اهمیت تلقی نمود.

۱۱- منطقه ویشنگ

بخش شمالی دره کامو به منطقه مسطح مرتفعی ختم می‌شود که ویشنگ نامیده می‌شود که حوضه آبریز آن، بر خلاف کامو، به سمت شمال می‌باشد. این منطقه برفگیر و هوازگی در آن شدید می‌باشد. یک آنومالی درجه یک و دو جیوه با مساحت تقریبی ۳ کیلومتر مربع که در بخش شرقی با آنومالی طلای غرب مزرعه حسنگون همبری دارد،

گسترش یافته است. این آنومالی جیوه بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین انطباق خوبی با کانی شماره ۱ دارد. وجود آلتراسیونهای سیلیسی، پروپیلیتی و اکسید آهنی در محیط ولکانو سدیمنتاری به جیوه اهمیت آن افزوده است. وجود پرشدگی فضاهای خالی در سنگ (Cavity filling) می‌تواند دلالت بر فعالیت‌های آپی ترمال در این منطقه داشته باشد. شواهد فوق دلالت بر اولویت این منطقه برای کارهای اکتشافی بعدی دارد.

۱۲- منطقه شرق سعدآباد

در این منطقه آنومالی عناصر زیادی مانند باریم، طلا و مجموعه آپی ترمال در کانی شماره ۱ دیده می‌شود. آنومالیهای درجه دو گسترده و جیوه آنومالی درجه یک با مساحت کمتر در کانی شماره ۲ نشان می‌دهند. بخش غربی این آنومالیها که نزدیک به روستای سعدآباد است و تقریباً درجه یک منتهی‌الیه جنوب غرب برگه $\frac{1}{50,000}$ کاشان قرار می‌گیرد، بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی شماره ۱ سنگین و بخش شرقی آن بر متغیر شماره ۳ کانی سنگین منطبق می‌باشد. گسترش بسیار زیاد، تنوع عناصر و انطباق آن با متغیرهای شماره ۲ و ۳ کانی سنگین، این منطقه را با اهمیت زیاد می‌سازد.

۱۳- منطقه درّه

در این منطقه آنومالیهای ژئوشیمیائی درجه یک بسیاری از عناصر بر یکدیگر منطبق بوده و بخش جنوبی آن بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین منطبق می‌باشد. آنچه که در

این مورد با اهمیت است پیدایش یک ذره طلای آزاد در آبراهه جنوب شرق معدن باریت روستای درّه است. از آنجا که جهت جریان آب در این حوضه آبریز به سمت شمال می‌باشد و آنومالیهای ژئوشیمیائی به سمت شمال کم وسعت می‌شوند، در مورد استقلال ناحیه منشأ آنومالیهای بخش شمالی مشکل می‌توان قضاوت نمود ولی ممکن است اولین آبراهه بخش شمالی درّه روستای درّه خود بطور مستقل بعنوان منبع آنومالی بتواند در نظر گرفته شود.

۱۴- منطقه جنوب شرق ازوار

در این منطقه یک آنومالی درجه یک و دو منگنز به وسعت چند کیلومتر مربع و آنومالیهای مجموعه ایی ترمال با مساحت اندک گسترش دارند که همگی بر متغیرهای شماره ۱ و ۲ کانی سنگین منطبق می‌باشند. پیدایش قطعات منگنز دار از یکطرف و گسترش آنومالیهای ژئوشیمیائی و انطباق آنها با متغیرهای کانی سنگین ، این منطقه را در زمره مناطق با اهمیت قرار می‌دهد. محیط این منطقه رسوبی آهکی و شیلی و بعضاً به همراه دایکهای بازیک می‌باشد.

۱۵- منطقه جنوب غرب ازوار

در این منطقه گرچه آنومالی درجه دو کبالت گسترش دارد، ولی انطباق این منطقه با تمرکز متغیرهای شماره ۱ و ۳ کانی سنگین بر اهمیت آن می‌افزاید. در مجموع می‌توان این

منطقه را از اولویت درجه دوم به حساب آورد.

۱۶- منطقه شرق اشکف ورکان

این منطقه در شرق اشکف ورکان واقع شده و به سمت شرق گسترش دارد. در این منطقه دو کانی شماره ۱ و ۲ وجود دارد. منطقه آنومالی درجه یک و دو کبالت وسعت قابل توجهی دارد. محیط این منطقه رسوبی - آهکی است و کانیکی است که به تمرکز متغیر شماره ۱ کانی سنگین (کانیهای آهن دار) انطباق یافته است. این داده‌ها اهمیت درجه دوم دارد ولی پیدایش یک ذره طلای آزاد در نمونه کانی سنگین آن به ارزش آن افزوده است.

۱۷- منطقه شمال غرب مزرعه غرقاب

در این منطقه یک آنومالی درجه دو طلا ثبت گردیده است که منطبق بر متغیرهای شماره ۱ و ۲ کانی سنگین می‌باشد. محیط این منطقه رسوبی - نفوذی است. در بخش شمالی این زون در نزدیکی روستای قالهر آنومالی درجه دو طلای دیگری با وسعت بیشتر ثبت گردیده است که در منتهی‌الیه شمالی آن به آنومالی درجه یک اپی ترمال ختم می‌شود ولی برداشت دو نمونه کانی سنگین از این منطقه فقط موجب بروز تمرکز متغیر شماره ۳ کانی سنگین گردیده است (مجموعه اپیدوت + کلریت + منیتیت). این زون پروپیلیتی - کلریتی به سمت شرق تا منطقه بابا افضل ادامه می‌یابد. در این منطقه هم (منطقه بابا افضل) آنومالی درجه یک طلا ثبت گردیده است. هر سه مورد آنومالی طلا در اطراف توده نفوذی مارفیون

ثبت گردیده‌اند. با توجه به گسترش آلتراسیونهای سیلیسی و کمی اکسید آهنی و محیط نفوذی - ولکانیکی در این منطقه، بعلت عدم انطباق نتایج ژئوشیمیائی با متغیر شماره ۲ کانی سنگین، در مجموع این منطقه را می‌توان در زمره مناطقی با اولویت درجه دوم قرار داد.

۱۸- منطقه جنوب شرق نیاسر

در این منطقه یک آنومالی جیوه درجه یک با گسترش مطلوب توسعه دارد. بخش شرقی آن در رسوبات آبرفتی و بخش غربی آن در سنگ بستر مربوطه قرار می‌گیرد. این بخش بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین منطبق می‌باشد. محیط این منطقه رسوبی - ولکانیکی است و برونزدهائی از نفوذیهای نیمه عمیق دیده می‌شود. گسترش آلتراسیونهای پروپیلیتی و آرژیلیتی تاحدی قابل توجه است. با توجه به مراتب فوق این منطقه می‌تواند از اولویت بالائی برخوردار باشد.

۱۹- منطقه دره نسلج

در این منطقه آنومالیهای درجه یک و دو کبالت در بخش جنوبی و آنومالیهای درجه یک و دو باریم در بخش جنوبی و شرقی (نزدیک معدن آهن) گسترش دارند. تنها آنومالیهای باریم بخش جنوبی بر تمرکز متغیر شماره ۱ کانی سنگین منطبق می‌باشد. از آنجائی که این آنومالی درجه یک باریم تا منطقه مرز شمالی نقشه گسترش یافته است، برای ارزیابی پتانسیل کانی سازی آن نیاز به برداشت ژئوشیمیائی در برگه شمال آن است.

یکی از عوامل ایجاد کننده اختلاف بین آنومالیهای کانی سنگین و ژئوشیمیایی، در ارتباط با اختلاف در قطر ذرات مربوط به آنهاست (۸۰- مش برای نمونه های ژئوشیمیایی و بین ۸۰+ و ۲۰- مش برای نمونه های کانی سنگین). از آنجا که توسعه هاله های کانی سنگین بوسیله قطر ذرات آنها کنترل می شود، بنابراین بزرگی و کوچکی هاله های کانی سنگین ممکن است موجب عدم انطباق آنها با آنومالیهای ژئوشیمیایی گردد. همچنین اختلاف فاصله این دو نوع نمونه از منبع احتمالی آنها نیز می تواند احتمال انطباق بین آنها را کاهش دهد. در این خصوص نقش رقیق کننده مواد باطله بعنوان تابعی از فاصله نسبت به منبع را باید در نظر گرفت.

گاهی اثر قطر ذرات کانی سنگین در عملیات اکتشافی بسیار بحرانی است. وقتی قطر ذرات اولیه در ناحیه منبع زیاد باشد موجب می گردد تا اختلاف بین نتایج کانی سنگین و نمونه های ژئوشیمیایی افزایش پیدا کند.

۸- مقایسه نتایج حاصل از نمونه های مینرالیزه با نتایج نمونه های

ژئوشیمیایی و کانی سنگین

۱-۸- مقدمه

در بررسیهای اکتشافی ژئوشیمیایی ناحیه ای بدلیل بروز خطای ناشی از تغییرات سنگ بستر، تغییرپذیری مقدار مواد آلی و عناصر جذب کننده مانند آهن و منگنز کلوئیدی و... کنترل آنومالیها می تواند مفید واقع گردد. در این پروژه از طریق برداشت نمونه های کانی

سنگین، نمونه های مینرالیزه احتمالی و آلتراسیون در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی به کنترل آنومالیا اقدام گردیده است. در اینصورت می توان نتایج حاصل از روشهای مختلف را با یکدیگر مقایسه و به ارزیابی نهایی آنومالیهای ژئوشیمیایی پرداخت.

در این پروژه در محدوده هر برگه $\frac{1}{100,000}$ بطور متوسط به برداشت ۵۰ نمونه سنگی مینرالیزه و یا آلتره اقدام گردیده است. این نمونه ها در محدوده زونهای آنومالی ژئوشیمیایی و یا در اطراف آنها از رگه ها، زونهای برشی، زونهای اکسید آهنی برجها و یا از قطعات مینرالیزه موجود در کف بعضی آبراهه ها برداشت گردیده است. داده های خام حاصل از آنالیز نمونه های مینرالیزه و آلتره بترتیب در جداول ۳ و ۴ مجلد داده های خام آورده شده است.

۲-۸- روش ارزیابی

برای ارزیابی نمونه های کانی سازی شده احتمالی از روش تقسیم بندی ژینزبرگ استفاده گردیده است. در این روش یک نمونه ممکن است برحسب غلظت عنصر مورد نظر به یکی از چهار کلاس شدتی زیر شامل: عقیم، کانی سازی پراکنده، کانی سازی غنی شده و یا کانی سازی کانساری تعلق داشته باشد. محدوده غلظتها برحسب درصد در جدول ۸-۳ نشان داده شده است. پس از اخذ نتایج نمونه های با کانی سازی احتمالی، غلظت هر عنصر در آنها با جدول فوق تطبیق داده شده و سپس براین اساس برای هر عنصر شدت کانی سازی مشخص گردیده است. جدول ۸-۴ نتایج کلاس بندی شده را نشان می دهد. برای

ارزیابی شدت کانی سازی، به هر مورد با کانی سازی کانساری معادل چهار امتیاز، به هر مورد با کانی سازی غنی شده دو امتیاز و به هر مورد با کانی سازی پراکنده یک امتیاز نسبت داده می شود.

۳-۸- نتایج

۱- منطقه شمال غرب نیازمرغ

در این منطقه آنومالی درجه دو منگنز با وسعت کمتر از دو کیلومتر مربع گسترش دارد و تمرکز متغیرهای شماره ۱ و ۲ کانی سنگین دیده می شود. نمونه *KC-MZ-4* کانی سازی غنی شده منگنز و کانی سازی پراکنده متغیرهای نیکل، مس، روی، سرب، باریم و استرانسیوم را نشان می دهد. برطبق روش ارزیابی ذکر شده، این نمونه هشت امتیاز از نمونه کانی سازی شده خواهد داشت.

۲- منطقه تهق بالا

در این منطقه آنومالی درجه دو مجموعه ایی ترمال و همچنین تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین (کانیهای با ارزش) دیده شده است. نمونه *KC-MZ-2,3* و *KC-ALT-1* از این منطقه برداشت شده است که در مجموع در این منطقه کانی سازی کانساری عناصر *Mn* و *Ba*، کانی سازی غنی شده *Pb* و کانی سازی پراکنده *Ni*، *Cu*، *Zn*، *Sr* و *Bi* دیده شده است.

۳- منطقه قهرود

الف - جنوب شرق قهرود: در این منطقه یک آنومالی درجه یک سرب توسعه یافته است که منطبق بر تمرکز متغیر شماره ۳ کانی سنگین است که دلالت بر گسترش زونهای آلتره پروپیلیتی و کلریتی دارد. گرچه متغیر شماره ۲ کانی سنگین بر آن منطبق نیست، ولی وجود ۲/۶۴ درصد SO_3 و کانی سازی کانساری Pb, Zn, Mn و Ba و کانی سازی غنی شده Cd و کانی سازی پراکنده Sr, Cu, Ni و Mo به ارزش آن به شدت می افزاید. امتیاز این نمونه از نمونه های مینرالیزه ۲۲ می باشد.

ب - جنوب غرب قهرود: در این محل یک آنومالی درجه دو سرب و روی و باریت در نزدیکی اسکارنها مشخص گردیده است. نمونه های مینرالیزه $KC-MZ-7$ و $KC-MZ-8$ از این محل برداشت گردیده اند. در این دو نمونه کانی سازی کانساری منگنز، روی، ارسنیک، سرب و باریم و کانی سازی پراکنده مس، استرانسیوم و آنتیموان دیده می شود. امتیاز این دو نمونه به ترتیب ۲۱ و ۱۱ می باشد. لازم به تذکر است که در نمونه مینرالیزه شماره هشت، ۱/۱ درصد SO_3 و ۰/۹ درصد P_2O_5 گزارش شده است.

۴- منطقه شمال غرب جوینان

در منطقه شمال غرب جوینان یک آنومالی درجه یک مس و مولیبدن گسترش دارد. نمونه $KC-MZ-9$ با کانی سازی کانساری منگنز و کانی سازی پراکنده نیکل، مس و آنتیموان و نیز $129PPM$ جیوه به اهمیت این آنومالی افزوده است. پیدایش یک ذره طلا در نمونه

کانی سنگین آن با در نظر گرفتن مجاورت این آنومالی با یک آنومالی درجه دو جیوه، به اهمیت آن بیشتر می افزاید.

۵- منطقه شمال سد شیخ بهایی

در این منطقه گرچه آنومالیهای ژئوشیمیایی از درجه دو هستند، ولی بر تمرکز متغیر دوم کانی سنگین منطبق می باشند. نمونه $KC-MZ-10$ با کانی سازی کانساری کبالت و کانی سازی غنی شده منگنز و روی و کانی سازی پراکنده مس از این محل برداشت گردیده است. این نمونه ۰/۹۷ درصد P_2O_5 نیز نشان داده است.

۶- منطقه دره قرآن

الف - مزرعه کبود: در این منطقه آنومالی درجه یک منگنز با گسترش خوبی وجود دارد. نمونه های $KC-MZ-12$ و $KC-MZ-13$ با کانی سازی کانساری مس، آرسنیک، مولیبدن و باریم و کانی سازی غنی شده منگنز و کانی سازی پراکنده وانادیم، نیکل، روی، استرانسیوم و سرب از این منطقه برداشت گردیده است. امتیاز آنها به ترتیب ۱۳ و ۱۷ می باشد.

ب - دره جنوب غرب حسنگون (اولین آبراهه جنوبی): در این محل توسعه آنومالی طلا همراه با آلتراسیونهای لیمونیتی و پروبیلیتی که در محل دیده شده است و متغیر شماره ۲ کانی سنگین، مشاهده می شود. دو نمونه مینرالیزه $KC-MZ-14,15$ با کانی سازی کانساری منگنز، مس، سرب و روی و کانی سازی غنی شده آرسنیک و کانی سازی پراکنده نیکل،

مولیبدن و کادمیم از این محل برداشت شده است. امتیاز این دو نمونه به ترتیب ۱۸ و ۹ می باشد.

ج - دره جنوب غرب حسنگون (دومین آبراهه جنوبی): در این محل توسعه آنومالی طلا همراه با آلتراسیونهای لیمونیتی و پروپیلیتی که در محل دیده شده است به همراه متغیر شماره ۲ کانی سنگین دیده می شود. در نمونه کانی سنگین آن یک ذره طلای آزاد گزارش گردیده است. دو نمونه *KC-MZ-16* و *KC-MZ-17* با کانی سازی کانساری ارسنیک و باریم و کانی سازی غنی شده منگنز، سرب، روی، مس و آنتیموان و کانی سازی پراکنده وانادیم، نیکل و استرانسیوم از این محل برداشت گردیده است. امتیاز این دو نمونه به ترتیب ۱۳ و ۱۲ می باشد.

د - دره جنوب غرب حسنگون (دره ورندون): در بخش شمالی این منطقه معدن متروکه واقع گردیده است. مقدار عناصر کانساری در جزء ۸۰ - مش برای *Au* و *W* در هر دو نمونه ژئوشیمیایی و برای *Zn* برای یکی از دو نمونه ژئوشیمیایی بالاست ولی فقط *Au* در حدی بوده که آنومالی ایجاد کرده است. نمونه *KC-MZ-18* که برای کنترل آنومالی برداشت گردیده است معرف کانی سازی کانساری روی، ارسنیک و کانی سازی غنی شده منگنز، سرب و کانی سازی پراکنده مس می باشد. با توجه به وجود معدن متروکه در بخش شمالی آن، نیازی به ارزیابی این آنومالی نمی باشد ولی وجود کانی سازی کانساری ارسنیک و انطباق آن با گسترش آنومالی طلا در این منطقه ممکن است منطقه را برای کانی سازی عناصر گرانبها (بغیر از فلزات پایه) با اهمیت سازد. امتیاز این نمونه مینرالیزه ۱۳ می باشد.

۵- منطقه ابتدای دره قزان (از طرف جاده کامو): در این محل یک آنومالی درجه یک
 طلا ثبت گردیده است که از آن نمونه های مینرالیزه *KC-MZ-11* و *KC-MZ-24*، برداشت
 گردیده است. نمونه شماره یازده، دارای کانی سازی کانساری منگنز و روی و کانی سازی غنی
 شده باریم و کانی سازی پراکنده مس، ارسنیک و سرب می باشد. همچنین در این نمونه
 ۰/۸۴ درصد P_2O_5 ثبت شده است.

در نمونه شماره ۲۴ کانی سازی کانساری کبالت، و کانی سازی غنی شده منگنز و روی و
 کانی سازی پراکنده نیکل، مس و سرب ثبت گردیده است. همچنین در این نمونه ۲۹PPM سلنیم
 و ۷۳PPM جیوه اندازه گیری شده است. امتیاز این نمونه ها بترتیب ۱۳ و ۱۱ می باشد.

۷- منطقه شمال مزرعه مرغابی

در این منطقه آنومالی درجه یک جیوه گسترش داشته و آلتراسیون سیلیسی و
 پروبیلیتی در روی زمین مشاهده می شود. متغیرهای شماره ۱ و ۲ کانی سنگین در آن تمرکز
 نشان می دهند. نمونه *KC-MZ-5* برای ارزیابی دقیق تر آن برداشت شده و در آن
 کانی سازی کانساری دیده نشده ولی کانی سازی غنی شده *Mn* و *Sr* و کانی سازی پراکنده
Ni, Cu, Zn و *Ba* دیده شده است. این نمونه مینرالیزه دارای امتیاز ۸ می باشد.

۸- منطقه شرق کوه کمرسفید

در این محل آنومالی درجه یک منگنز دیده شده و نمونه *KC-MZ-6* برای ارزیابی

دقیق تر آن برداشت شده است که فاقد کانی سازی کانساری است ولی منگنز کانی سازی غنی شده و مس و روی و سرب و استرانسیوم کانی سازی پراکنده نشان می دهند. امتیاز این نمونه ۶ می باشد.

۹- منطقه دره کامو

در بخش شمال شرقی این دره یک آنومالی درجه یک کبالت با مساحت بیش از دو کیلومتر مربع گسترش دارد که بر تمرکز متغیر شماره دو کانی سنگین نیز منطبق شده است. همچنین در این منطقه گسترش زونهای آلتراسیون پروپیلیتی، سیلیسی و اکسید آهنی مشاهده گردیده است. نمونه مینرالیزه *KC-MZ-19* با کانی سازی کانساری مس، روی و آرسنیک و کانی سازی غنی شده منگنز و مولیبدن و کانی سازی پراکنده سرب از آبراهه شرقی دره و نمونه *KC-MZ-23* با کانی سازی کانساری روی و کانی سازی غنی شده مس و سرب و کانی سازی پراکنده منگنز، نیکل و آرسنیک از رخنمون لیمونیتی - منیتیتی روبروی آبراهه ذکر شده در بالا برداشت گردیده است. امتیاز این نمونه ها به ترتیب ۱۷، ۱۱ می باشد.

۱۰- منطقه ویشنگ

در این بخش که قسمت شمالی دره کامو به آن ختم می شود یک آنومالی درجه یک و دو جیوه با مساحت تقریبی سه کیلومتر مربع، ثبت گردیده است. این آنومالی جیوه بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین انطباق خوبی داشته و آثار آلتراسیونهای سیلیسی، پروپیلیتی و

اکسید آهنی در آن مشاهده می‌گردد. نمونه‌های مینرالیزه شماره KC-MZ-20,21,22 در این منطقه به ترتیب از قطعه سنگ با بلورهای درشت گوگرد، از قطعه با پرشدگی فضاهای خالی و از یک قطعه منیتیتی برداشت گردیده است. نمونه ۲۰ دارای کانی سازی غنی شده منگنز و کانی سازی پراکنده نیکل، مس، روی و سرب می‌باشد. نمونه شماره ۲۱ دارای کانی سازی غنی شده منگنز و کانی سازی پراکنده نیکل، مس، روی، سرب، استرانسیم و باریم و نمونه شماره ۲۲ دارای کانی سازی کانساری روی و کانی سازی غنی شده منگنز و سرب و کانی سازی پراکنده نیکل و مس می‌باشد. امتیاز این نمونه‌های مینرالیزه بترتیب، ۶، ۸ و ۱۰ می‌باشد.

۱۱- منطقه دره نسلج:

الف - جنوب نسلج: در این منطقه آنومالیهای ژئوشیمیایی درجه یک و دو کبالت ثبت گردیده‌اند و آلتراسیونهای پروپیلیتی و اکسید آهنی مشاهده می‌گردد. نمونه مینرالیزه KN-MZ-1 از قطعه بظاهر مینرالیزه در این آبراهه برداشت شده و دارای کانی سازی غنی شده منگنز و باریم و کانی سازی پراکنده نیکل، مس و استرانسیم می‌باشد. امتیاز این نمونه هفت می‌باشد.

ب - بخش شمال شرق نسلج: در این بخش آنومالیهای درجه یک و دو باریم گسترش دارند و نمونه KN-MZ-2 از یک قطعه سنگ بظاهر مینرالیزه برداشت گردیده است. در این نمونه کانی سازی غنی شده منگنز و آرسنیک و کانی سازی پراکنده نیکل و مس مشاهده

می‌گردد. همچنین در این نمونه ۱/۲۷ درصد P_2O_5 ثبت گردیده است. امتیاز این نمونه ۶۰ می‌باشد.

۱۲- منطقه شمال باباافضل

در این منطقه آنومالی درجه یک طلا ثبت گردیده و آلتراسیون لیمونیتی در این منطقه شدید است. نمونه های $KN-MZ-3$ و $KN-MZ-7$ از این منطقه برداشت گردیده است. در نمونه اول که از زون لیمونیتی برداشت شده است کانی سازی کانساری استرانسیوم و کانی سازی غنی شده منگنز و باریم و کانی سازی پراکنده نیکل، مس و روی مشاهده شده است. در نمونه شماره ۷ که هماتیستی بوده است کانی سازی کانساری باریم و کانی سازی غنی شده منگنز و آرسنیک و کانی سازی پراکنده نیکل، مس، سرب و روی و استرانسیوم دیده می‌شود. امتیاز این نمونه ها بترتیب ۱۱ و ۱۲ می‌باشد.

۱۳- منطقه جنوب شرق نیاسر

در ارتفاعات شرق نیاسر آنومالی درجه یک جیوه گسترش دارد و آلتراسیونهای آرژیلیتی و پروپیلیتی در آن گسترش دارد که تا آبرفت‌های بخش شرقی ادامه می‌یابد. این منطقه بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین منطبق است. نمونه های $KN-MZ-4$ و $KN-MZ-5$ از قطعات ژاسپی و اکسید آهنی برداشت شده است. نمونه اول نسبت به منگنز، مس و مولیبدن کانی سازی غنی شده و نسبت به روی و سرب کانی سازی پراکنده نشان

می دهند. نمونه دوم نسبت به منگنز کانی سازی غنی شده و نسبت به نیکل، مس، سرب، روی، باریم و استرانسیوم کانی سازی پراکنده نشان می دهد. امتیاز هر دو نمونه ۸ می باشد.

۱۴- منطقه غرب بابا افضل

در این محل آنومالی درجه دو طلا ثبت شده است و آلتراسیونهای سیلیسی و پروپیلیتی در محل دیده می شود. نمونه KN-MZ-6 از بیرون زدگی لیمونیتی برداشت شده است که فاقد کانی سازی کانساری است ولی نسبت به منگنز کانی سازی غنی شده و نسبت به نیکل، مس، روی، استرانسیوم و باریم کانی سازی پراکنده نشان می دهد. امتیاز این نمونه ۷ می باشد. با توجه به جمیع جهات این منطقه از پتانسیل بالایی برخوردار نیست.

۱۵- منطقه شمال نابر

در این منطقه آنومالی درجه دو روی ثبت شده که آلتراسیونهای کلریتی و کمی پروپیلیتی در آن مشاهده می شود. نمونه KN-MZ-9 از قطعه سرباره قدیمی برداشت شده که در آن اثر منگنز، روی، مس، استرانسیوم، باریم، سرب و بیسموت گزارش شده است.

۱۶- منطقه شرق اشکف ورکان

در این منطقه آنومالی درجه یک و دو کبالت گسترش قابل توجهی دارد و آلتراسیون لیمونیتی در آنجا مشاهده می گردد. همچنین این منطقه به لحاظ پیدایش یک ذره طلای

آزاد در نمونه کانی سنگین آن دارای ارزش است. لذا نمونه های مینرالیزه KN-MZ-10 و KN-MZ-11 از قطعات برش آهکی بشدت لیمونیتی و هماتیتی برداشت گردیده است. این نمونه ها دارای کانی سازی غنی شده منگنز و کانی سازی پراکنده مس، روی، استرانسیوم و سرب می باشند. امتیاز این نمونه ها به ترتیب ۵ و ۶ می باشد.

۱۷- منطقه جنوب غرب ازوار

در این منطقه آنومالیهای درجه یک مجموعه ای ترمال گسترش دارند. در این بخش آلتراسیون مشهود نبوده و تنها برش های آهکی با رگه های اکسید آهنی یافت می شود. نمونه KN-MZ-12 از یک قطعه لیمونیتی - هماتیتی برداشت شده و در آن کانی سازی کانساری ارسنیک و کانی سازی غنی شده کبالت و کانی سازی پراکنده منگنز، نیکل، مس، روی و سرب مشاهده می گردد. امتیاز این نمونه یازده می باشد.

۱۸- منطقه جنوب شرق ازوار

در این محل آنومالیهای درجه یک و دو منگنز گسترش داشته و آلتراسیون اکسید آهنی مشاهده می گردد. نمونه های مینرالیزه KN-MZ-13 و KN-MZ-14 بترتیب از قطعات مینرالیزه آهن دار و منگنز دار برداشت گردیده اند. نمونه اول دارای کانی سازی کانساری منگنز و کانی سازی غنی شده مس و مولیبدن و کانی سازی پراکنده روی و باریم می باشد. نمونه دوم کانی سازی کانساری منگنز و کانی سازی پراکنده مس دارد. امتیازات

این دو نمونه بترتیب ۱۰ و ۵ می باشد. این منطقه به لحاظ وجود رخنمونهای فرسایش یافته با عیار بالای منگنز با اهمیت تلقی می شود. لازم به ذکر است که این منطقه برتمرکز متغیرهای شماره ۱ و ۲ کانی سنگین منطبق است.

۱۹- منطقه برزک (آبراهه غرب امامزاده سراج الدره)

در این منطقه آنومالی کوچک درجه یک عناصر اپی ترمال دیده شده است و آلتراسیون پروپیلیتی و دایکهای دیابازی در منطقه دیده می شود. نمونه KN-MZ-15 از این منطقه برداشت شده است که کانی سازی غنی شده منگنز و کانی سازی پراکنده نیکل، مس، مولیبدن و روی در آن دیده شده است. امتیاز این نمونه ۶ می باشد. از آنجا که این منطقه در امتداد آنومالیهای اپی ترمال بخش غربی همین ارتفاعات است (جنوب ازوار) کمی اهمیت دارد ولی بدون در نظر گرفتن این مطلب، این آنومالی اهمیت چندانی ندارد.

۲۰- منطقه جنوب شرق گلستانه

در این منطقه آنومالی درجه دو سرب ثبت شده است و آلتراسیونهای پروپیلیتی، سیلیسی و اکسید آهنی نیز دیده می شود. نمونه KK-MZ-1 و KK-MZ-2 از این محل برداشت شده است. نمونه اول کانی سازی کانساری Cu و کانی سازی غنی شده Mo, Mn و Bi نشان می دهد. نمونه دوم کانی سازی غنی شده منگنز و مس و کانی سازی پراکنده نیکل و باریم دارد. امتیاز آنها بترتیب ۱۱ و ۶ می باشد.

۲۱- منطقه شمال غرب فرفهان

در این منطقه آنومالی ضعیف کبالت گسترش وسیعی داشته (ضعیف بودن آن ممکن است بعلت فاصله زیاد از ناحیه منشاء آنومالی باشد) و آلتراسیونهای پروپیلیتی و اکسید آهنی گسترش دارد. دو نمونه *KK-MZ-3* و *KK-MZ-4* از قطعات مینرالیزه برداشت شده که در نمونه اول کانی سازی کانساری کبالت و ارسنیک و کانی سازی غنی شده منگنز و روی و کانی سازی پراکنده مس و باریم دیده می شود. در نمونه دوم گر چه کانی سازی کانساری دیده نشده ولی کانی سازی غنی شده کبالت، منگنز، ارسنیک، روی و سرب و کانی سازی پراکنده نیکل و مس دیده شده است. امتیاز این نمونه ها بترتیب ۱۴ و ۱۲ می باشد.

۲۲- منطقه شرق سعدآباد

در این منطقه آنومالی درجه دو عناصر زیادی مانند باریم، طلا، مجموعه ایپی ترمال و جیوه گسترش وسیعی نشان می دهند. بخش غربی آنها (نزدیک به سعدآباد) بر تمرکز متغیر شماره ۲ کانی سنگین و بخش شرقی آن بر متغیر شماره ۳ کانی سنگین منطبق است. نمونه مینرالیزه شماره *KK-MZ-5* از بخش میانی این آنومالیها برداشت شده که در آن کانی سازی بسیاری از عناصر دیده می شود. در این نمونه عناصر مس و باریم کانی سازی کانساری، منگنز، وانادیم، سرب و بیسموت کانی سازی غنی شده و نیکل و روی و استرانسیوم کانی سازی پراکنده نشان می دهند. گسترش بسیار زیاد آنومالیهای ژئوشیمیایی این منطقه و تنوع آنها و انطباق آنها بر متغیرهای شماره ۲ و ۳ کانی سنگین و پیدایش نمونه مینرالیزه فوق با

۱۹ امتیاز، همگی معرف پتانسیل بالای این منطقه می باشد.

۲۳- منطقه درّه

دریال جنوبی درّه روستای درّه (شمال غرب و شمال شرق معدن) آنومالیهای درجه یک و دو بسیاری از عناصر دیده می شوند که با وجود معدن باریت درین قابل توجیه است. آنچه اهمیت دارد پیدایش یک ذره طلای آزاد در نمونه کانی سنگین آبراهه فرعی واقع در جنوب شرق معدن است. از آنجا که جهت جریان آب در رودخانه به سمت شمال ادامه می یابد، طبیعی است که از شدت آنومالیهای ژئوشیمیایی در بخش شمالی کاسته می شود. ولی این امر در مورد بعضی از متغیرهای ژئوشیمیایی صادق نیست و حتی در فواصل نزدیک به ۱۰ کیلومتر از معدن هنوز شدتهای بالایی نشان می دهند. این امر ممکن است دلالت بر وجود منابع آنومالی ساز دیگر شمال منطقه داشته باشد. نمونه مینرالیزه برداشت شده از این منطقه (KK-MZ-6) نشان داده است که نه فقط باریت بلکه کانی سازی کانساری برای عناصر مس، استرانسیوم، سرب و بخصوص نقره رخ داده است. باید به پیدایش ذره طلا در کانی سنگین و کانی سازی کانساری نقره در این منطقه توجه خاص نمود.

۴-۸- آنالیز ویژگی نمونه های مینرالیزه

این آنالیز جهت رتبه بندی نمونه های مینرالیزه صورت می پذیرد. علاوه بر آن می توان با استفاده از این آنالیز عناصر کانساری را از جهت پتانسیل کانی سازی آنها

رتبه بندی نمود. جدول ۵-۸ رتبه بندی نمونه ها را برحسب پتانسیل نزولی آنها نشان می دهد. اعداد مربوط به رتبه هر یک از نمونه ها براساس رتبه های معادل ۴ و ۲ و ۱ بترتیب برای کانی سازی کانساری، کانی سازی غنی شده و کانی سازی پراکنده هر یک از عناصر در نمونه محاسبه گردیده است. بدینصورت که در ماتریس نمونه - عنصر مقدار فراوانی یک عنصر یا در حد کانی سازی کانساری، یا در حد کانی سازی غنی شده و یا در حد کانی سازی پراکنده بوده است. در اینصورت برای هر یک بترتیب اعداد ۴، ۲ و ۱ در ماتریس ذکر شده قرار داده می شود. ماتریس حاصل یکبار برای متغیرهای عنصری و یکبار برای نمونه ها آنالیز ویژگی می شود. داده های این جدول معرف آنستکه بیشترین امتیاز کسب شده برای کانی سازی در نمونه *KC-MZ-7* با $208/7$ امتیاز خام و می نیم آن متعلق به نمونه *KN-ALT-1* با $46/6$ امتیاز می باشد. میانه رتبه های خام در محدوده این برگه $96/2$ است. اگر امتیازات رتبه بندی را به صورت نسبی (درصدی) محاسبه نماییم. اعداد ستون آخر جدول حاصل می گردد که درواقع پتانسیل نسبی هر یک از نمونه ها را نشان می دهد. برای نسبی سازی رتبه ها ابتدا از رابطه عمومی $100 \times \frac{X-X_{min}}{X_{MAX}-X_{min}}$ استفاده کرده و مقدار حداکثر رتبه را به عدد ۱۰۰ تبدیل می کنیم. سپس رتبه های جدید را نسبت به مجموع صد درصد آنها تعدیل می نماییم.

بمنظور تعیین پتانسیل کانی سازی نسبت به عناصر کانساری در محدوده هر برگه

آنالیز ویژگی برای عناصر انجام شده که نتیجه آن در جدول ۸-۶ آمده است.

اگر محاسبات مشابهی برای تبدیل رتبه بندی خام به رتبه بندی درصدی صورت

پذیرد، تصویر پتانسیل کانی سازی در برگه کاشان در نمونه های مینرالیزه بدینصورت است که Mn با ۱۷٪، Zn با ۱۴٪، Cu با ۱۲٪، Ba با ۱۱٪، Pb با ۱۰٪ و As با ۹٪ در مجموع نزدیک به $\frac{3}{4}$ پتانسیل کانی سازی این برگه را شامل می شوند.

۹- مطالعه تغییرپذیری دانسیته گسلها

۹-۱- مقدمه

ارتباط کانی سازی با توسعه زونهای شکسته شده در شرح خدمات آمده است. از آنجا که در تشکیل بسیاری از کانسارها سیالات کانه ساز نقش اساسی دارند و برای حرکت آنها نیاز به کانالهائی در ابعاد مختلف (از چندین سانتی متر تا میکروسکوپی) می باشد (*Plumbing System*) و از طرفی توسعه چنین سیستمهائی از مجاری در زونهای شکسته شده (چه در مناطق کششی 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 آنومالیها 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 شکستگیهائی که قبل از فعال شدن پدیده کانی سازی توسعه یافته باشند می توانند در ایجاد کانالها و تسهیلات لازم جهت حرکت سیالات مؤثر باشند. بنابر این شکستگی هائی که بعد از کانی سازی توسعه می یابند ممکن است فقط بتوانند در توسعه هاله های ثانوی آنها (زون غنی شدگی اکسیدی و یا احیائی) مؤثر واقع شوند. البته توسعه شکستگی های نوع اخیر موجب تسهیل در فرآیند

اکسیداسیون عناصر کانساری و در نتیجه افزایش قابلیت تحرک آنها و نهایتاً توسعه هاله‌های ثانویه آنها خواهد شد.

از آنجا که در بررسیهای اکتشافی ناحیه‌ای در مقیاس ۱/۱۰۰,۰۰۰ اندازه‌گیری شکستگی‌ها امکان پذیر نیست، لذا توصیه شده است تا از طریق مطالعه دانسیته گسلها به محدوده زونهای بیشتر شکسته شده دست یافت. بدیهی است در زونهای کششی ممکن است شکستگی‌های توسعه‌یابند که همراه با گسلش نباشند.

۲-۹- روش مطالعه

در این پروژه روش مطالعه دانسیته گسلها، که می‌توان آن را تا حدودی منعکس کننده دانسیته شکستگی‌ها فرض کرد، به شرح زیر بوده است:

- ۱- انتخاب مبدأ مختصات در گوشه جنوب غرب هر برگه زمین‌شناسی مربوطه.
- ۲- رسم شبکه مربعی به مساحت یک کیلومتر مربع برای هر نقشه زمین‌شناسی. بدین ترتیب برای هر برگه زمین‌شناسی حدود ۲۵۰۰ سلول به مساحت یک کیلومتر مربع مشخص می‌گردد.

- ۳- اندازه‌گیری طول گسلهای موجود در هر واحد شبکه و سپس محاسبه حاصل جمع آنها بازاء واحد سطح. در این مورد گسلهایی که دارای امتداد مختلف هستند، طول آنها بدون در نظر گرفتن امتدادشان در نظر گرفته می‌شود، زیرا اثر آنها در ایجاد شکستگی‌ها مشابه فرض می‌شود. این حاصل جمع طول گسلها به مرکز همان واحد

شبکه نسبت داده می‌شود.

۴- اندازه‌گیری آزمون گسلهای مختلف موجود در هر واحد شبکه و سپس رسم دیاگرام

رز آنها و تحلیل نتایج حاصل.

۵- مطالعه آماری مجموع طول گسلها و سپس رسم نقشه توزیع آن در هر برگه.

۳-۹- داده‌های خام

پس از انجام مراحل مشروح در بندهای ۱، ۲، ۳، ۴ فوق، نتایج مربوط به مجموع

طول گسلها همراه با مختصات هر سلول و آزمون آنها در جدول داده‌های خام خلاصه

می‌شود (جدول ۵ مجلد داده‌های خام). در این جدول در هر واحد شبکه یک عدد بعنوان

مجموع طول گسلها ثبت گردیده است ولی ممکن است یک یا چندین آزمون اندازه‌گیری

شده باشد که بستگی به تعداد گسلها و تنوع امتداد آنها در هر واحد شبکه دارد.

۴-۹- پارامترهای آماری مجموع طول گسلها

در محدوده برگه ۱/۱۰۰,۰۰۰ کاشان از حدود ۲۵۰۰ واحد شبکه، در ۱۳۱۱ واحد

مجموع طول گسلها اندازه‌گیری شده است که کمی بیش از ۵۰٪ مساحت را تشکیل می‌دهند.

شکل ۸-۲۱ هیستوگرام توزیع دانسیته گسلها را بر حسب متر بر کیلومتر مربع نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود این کمیت توزیع فراوانی نزدیک به لاگ نرمال با چولگی مثبت

دارد. متوسط طول گسلهای موجود در هر واحد شبکه ۱۳۲۲ متر می‌باشد. حداقل طول گسل

موجود در یک واحد شبکه ۵۰ متر و حداکثر آن ۴۵۰۰ متر بوده است. مع الوصف با چنین تغییرات شدید دامنه اندازه‌گیریها، ضریب تغییرات این متغیر حدود ۶۴٪ است. رقم معادل ۷۵٪ فراوانی، حدود ۱۸۰۰ متر می‌باشد. این رقم برای رسم نقشه‌ها و تعیین محدوده‌هایی با شکستگی نسبی بالا ملاک قرار گرفته است. از آنجا که این هیستوگرام تنها یک تابع توزیع را نشان می‌دهد، نمی‌توان واحدهای مختلف لیتولوژیکی را بر اساس میزان شکستگی‌های آنها طبقه‌بندی نمود.

۵-۹- پارامترهای آماری امتداد گسلها

شکل ۸-۲۲ هیستوگرام توزیع امتداد شکستگی‌ها را در واحد شبکه نشان می‌دهد. این هیستوگرام بوضوح نشان می‌دهد که امتدادهای غالب در محدوده این برگه بیشتر بین ۴۰ تا ۶۰ درجه و ۱۱۰ تا ۱۵۰ درجه می‌باشد (دومد غالب) که در واقع دو امتداد شناخته شده تقریباً عمود بر هم در کل منطقه می‌باشد. امتداد ۱۱۰ تا ۱۵۰ درجه، با میانگین ۱۳۰ درجه، تقریباً بر روند کلی زون سنندج - سیرجان (مریوان - اسفندقه) و ارومیه - دختر منطبق می‌باشد. بنابر این می‌توان گفت تا آنجا که به این امتداد مربوط می‌شود در محدوده این برگه، توسعه گسلها از روندهای تکتونیکی ناحیه‌ای تبعیت می‌کند. چنانچه در این شکل دیده می‌شود، مد بین ۴۰ تا ۶۰ درجه پهن شدگی نشان می‌دهد و حتی می‌توان آن را به ۲۰ تا ۷۰ درجه توسعه داد. شاید بتوان توسعه توده‌های نفوذی بزرگ در محدوده این برگه و ایجاد سیستمهای دینامیکی همه جانبه (ایزوتروپ) در اطراف آنها را تا حدودی مسئول این پهن

شدگی دانست. شکل ۸-۲۳ دیاگرام رز داده‌های امتدادی مربوط به گسلها را نشان می‌دهد که تا حدودی منعکس کننده ایزوتروپی نسبی آنها می‌باشد. داده‌های این شکل معرف آن است که در امتداد شمال - جنوب (± 20 درجه) کمی تعداد گسلها چشمگیر است. قابل توجه است که این دیاگرام رز بر اساس ۲۶۹۲ امتداد مختلف اندازه‌گیری شده ترسیم یافته است بنابر این بنحوی اثر طول گسل در امتدادهای اندازه‌گیری شده وزن داده شده است.

۹-۶- رسم نقشه و مدل دانسیته گسلها

برای رسم نقشه توزیع دانسیته گسلها ابتدا سعی شده از روش ژئواستاتستیک استفاده گردد. در این مورد پس از رسم واریوگرام داده‌ها مشخص گردید که ساختار فضائی لازم برای تخمین ژئواستاتستیکی در بین داده‌ها وجود ندارد. شکل ۸-۲۴ واریوگرام دانسیته گسلها را برای بیش از دو میلیون جفت نشان می‌دهد. داده‌های موجود در این شکل معرف آن است که سقف واریوگرام حدود $700,000$ می‌باشد که مطابقت خوبی با مقدار واریانس در شکل ۸-۲۱ دارد. بر طبق این دیاگرام می‌توان دامنه حدود $3/5$ کیلومتر را برای واریوگرام مشخص نمود (با مقدار اثر قطعه‌ای حدود $500,000$). با توجه به نسبت سقف واریوگرام به مقدار اثر قطعه‌ای، می‌توان دریافت که ساختار فضائی بین این داده‌ها بسیار ضعیف است و نمی‌تواند ما را در تخمینهای معتبرتری از توزیع دانسیته گسلها یاری دهد. عبارت دیگر توزیع فضائی دانسیته گسلها دارای مولفه تصادفی بالائی است و بدین لحاظ روشهای ژئواستاتستیکی در تخمین چگالی گسلها چندان مؤثر واقع نمی‌شود.

با توجه به مراتب فوق مدل عکس فاصله برای کاهش دانسیته گسلها انتخاب گردید و تخمینهای مربوطه و رسم نقشه‌ها بر همین اساس صورت پذیرفت. در این خصوص دامنه جستجو معادل ۲ کیلومتر انتخاب گردیده است. بنابر این در تخمین مقدار دانسیته گسلها در هر واحد شبکه حداکثر از ۱۶ داده مربوط به سلولهای مجاور به نسبت عکس فاصله آنها استفاده شده است. نقشه شماره ۱ گزارش مطالعه تغییرپذیری دانسیته گسلها و رسم نقشه‌ها این توزیع را در محدوده برگه $\frac{1}{100,000}$ کاشان نشان می‌دهد. برای رنگ آمیزی نقشه مقادیر نظیر ۰.۲۵٪، ۰.۵۰٪ و ۰.۷۵٪ ملاک قرار گرفته‌اند.

۹-۷- انطباق محدوده آنومالیهای ژئوشیمیائی با محدوده زونهای باشکستگی زیاد

همانطوری که در نقشه شماره ۱ گزارش مطالعه تغییرپذیری و دانسیته گسلها دیده می‌شود در محدوده برگه کاشان علاوه بر محدوده‌های کوچک باشکستگی بالا، پنج زون گسترده باشکستگی بالا دیده می‌شود. یک زون گسترش یافته نیمه حلقوی در برگه جوشقان توسعه دارد. در برگه کامو دو زون باشکستگی بالا یکی در بخش جنوب شرق و دیگری در بخش شمال غرب نقشه گسترش یافته است. زون شکستگی جنوب شرقی بر تعدادی آنومالیهای درجه اول و دوم ژئوشیمیائی منطبق می‌باشد. ولی این آنومالیها از مساحتهاى بالائی برخوردار نیستند. زون شکستگی شمال غربی برگه کامو یا منطبق بر آنومالیهای ژئوشیمیائی درجه یک و دو با گسترش زیاد بوده و یا چنین آنومالیهائی در کنار آن قرار می‌گیرند. امتداد این زون باشکستگی بالا در برگه $\frac{1}{50,000}$ کاشان ادامه می‌یابد و در مجموع

منطقه‌ای بطول تقریبی ۳۰ کیلومتر را می‌پوشاند. بخش منتهی‌الیه شمالی آن به برگه

$\frac{۱}{۵۰,۰۰۰}$ نیاسر منتهی می‌شود. تقریباً به موازات بخش شمالی این زون در محدوده برگه

$\frac{۱}{۵۰,۰۰۰}$ کاشان، یک زون با شکستگی بالا بطول بیش از ۲۰ کیلومتر و عرض چند کیلومتر،

فاصله بین جنوب غرب کاشان تا شمال قمصر را می‌پوشاند. این محدوده بر آنومالیهای

درجه اول بسیاری از عناصر منطبق می‌باشد و از طریق زون با شکستگی بالا در محدوده

روستای دره به زون قبلی متصل می‌شود. معدن کبالت فرفهان در بخش جنوب غرب این

زون قرار می‌گیرد. در منتهی‌الیه جنوب شرق برگه نیاسر یک زون با شکستگی بالا وجود دارد

که آنومالی درجه دوم باریت در شرق آن و سه آنومالی کوچک مجموعه‌ای ترمال در شمال

آن دیده می‌شود. در غرب همین زون منطقه با شکستگی بالای دیگری وجود دارد که بر

آنومالیهای درجه دوم روی و کبالت منطبق است. در منتهی‌الیه جنوب غرب همین نقشه

آنومالیهای درجه اول باریت، منگنز و کبالت درون و یا در کنار بزرگترین زون شکسته شده

برگه نیاسر قرار می‌گیرند. علاوه بر این آنومالیها، تعدادی آنومالی درجه یک و دو عناصر

مختلف در کنار همین زون بشدت خرد شده توسعه یافته‌اند.

در تعدادی از موارد توسعه آنومالیهای ژئوشیمیایی درجه یک در زونهای با دانسیته

گسلهای کم توسعه یافته‌اند. موارد زیر از این دسته می‌باشند:

آنومالی درجه یک باریت نسلج، آنومالی درجه یک منگنز ازوار، آنومالیهای درجه یک

سرب منطقه قهرود.

۸-۹. جامعه شکستگی‌های توسعه یافته در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی

پس از رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی و تعیین محدوده‌های آنومالی، آندسته از گسلهایی که در محدوده این آنومالیا قرار می‌گیرند مشخص شده و سپس از کل جامعه جدا می‌گردند. در محدوده برگه کاشان از ۲۶۹۲ آزمون گسل اندازه‌گیری شده متعلق به ۱۳۱۱ سلول شبکه، ۲۲۰ آزمون گسل اندازه‌گیری شده متعلق به ۴۳ سلول شبکه مربوط به گسلهای توسعه یافته در محدوده آنومالیهای ژئوشیمیایی می‌باشد. چنانچه میانگین مجموع طول گسلهای موجود در سلولهای شبکه این جامعه (شکل ۸-۲۵) با میانگین کل طول گسلها در واحد شبکه در این برگه مقایسه شود، معلوم می‌گردد که جامعه آنومالی در زون پرگسل گسترش یافته است. جدول ۸-۷ مقایسه بین آماره‌های دو جامعه کل و آنومالی را همراه با نتایج آزمون t انجام شده برای دو جامعه، نشان می‌دهد.

مقایسه آزمونهای جامعه شکستگی مربوط به مناطق آنومالی (اشکال ۸-۲۶ و ۸-۲۷) نسبت به کل، نشان میدهد که شکستگیهای توسعه یافته در محل آنومالیهای ژئوشیمیایی دارای دو مد کاملاً مشخص $N 40^{\circ} W$ و $N 30^{\circ} W$ می‌باشد. مد اول بر روند تکتونیکی غالب منطقه منطبق می‌باشد که نیازی به توضیح ندارد ولی مد دوم با زاویه حدود 60° - 70° نسبت به مد اول با چرخش به سمت شرق قرار می‌گیرد. آنچه جالب توجه است عدم توسعه آنومالیهای ژئوشیمیایی در محل گسلهای شمالی-جنوبی و یا شرقی-غربی در محدوده این برگه می‌باشد. این مشاهده با مشاهدات در برگه طرق کاملاً مغایرت دارد، زیرا در آن برگه بخش قابل توجهی از آنومالیهای ژئوشیمیایی برگسلهایی باروندهای شرقی-غربی منطبق می‌باشد.

فصل نهم

انتخاب مناطق امیدبخش

۱- روش کار

پس از اخذ نتایج برداشتهای ژئوشیمیایی و رسم نقشه توزیع عناصر و تعیین محدوده های آنومالی آنها، براساس فراوانی نسبی ضریب غنی شدگی (۹۷/۵، ۹۹/۵، ۹۹/۹ درصد)، نتایج نهایی بررسیهای ژئوشیمیایی مورد کنترل قرارگرفت. این عمل از طریق انطباق متغیرهای مختلف کانی سنگین شامل سه متغیر مجموع کانیهای آهندار (هماتیت، گوتیت، لیمونیت، سیدریت)، مجموع کانه ها (شامل کانه های سولفور، کربناتی و ...) و مجموع کانیهای اپیدوت، کلریت و منیتیت و همچنین انطباق با نتایج حاصل از نمونه های مینرالیزه و دانسیته گسلها در محدوده گسترش آنومالیاها انجام پذیرفته است. علاوه بر معیارهای یاد شده فوق برای کنترل یک آنومالی، شدت احتمال پذیر نمونه های ژئوشیمیایی برداشت شده در محدوده آنها نیز مورد توجه قرارگرفته است. بدین منظور همه آنومالیهای با مقادیر بیش از ۹۹/۵ درصد فراوانی، مورد ارزیابی قرارگرفته اند. آندسته از آنومالیهایی که فراوانی متغیر مربوط به آنها بین ۹۷/۵ تا ۹۹/۵ درصد بوده است، در صورتی مورد ارزیابی قرارگرفته اند که نتایج حاصل از روش کانی سنگین و یانمونه های مینرالیزه احتمالی و یا شدت احتمال پذیر نمونه های موجود در محدوده آنها برای یک یا چند مورد مثبت بوده است. در مواردیکه

تعدادی از آنومالیهای متغیرهای مختلف در مجاورت و یا نزدیکی یکدیگر در یک حوضه آبریز توسعه یافته باشند، اصطلاح 'مجموعه آنومالی' بکاربرده شده و در مجموع مورد ارزیابی قرار گرفته اند.

الگوریتم رتبه بندی جهت ارزیابی آنومالیاها بدین قرار بوده است که مجموع اختصاصات مثبت یک آنومالی ژئوشیمیایی ۱۰ امتیاز و کلیه شواهد کنترل کننده آن نیز ۱۰ امتیاز داشته اند (در مجموع ۲۰ امتیاز). عوامل ژئوشیمیایی شامل درجه آنومالی، تعداد متغیرهای آنومال، مساحت آنومالی و شدت احتمال پذیر آنومالی بوده اند که بترتیب حداکثر دارای ۲، ۳، ۲ و ۳ امتیاز می باشند. برای آنومالیهایی با بیش از ۹۹/۵٪ فراوانی دو امتیاز و برای آنومالیهایی بین ۹۷/۵ تا ۹۹/۵ درصد یک امتیاز در نظر گرفته شده است. برای تعداد متغیرهای آنومال به ازاء هر یک متغیر از نوع اول (بالای ۹۹/۵ درصد فراوانی) یک امتیاز در نظر گرفته شده است.

برای احتساب مساحت برای آنومالیهای نوع یک، آنومالیهای با مساحت کمتر از ۳ کیلومتر مربع یک امتیاز و برای آنومالیهایی با مساحت بیش از ۳ کیلومتر مربع دو امتیاز در نظر گرفته شده است. در این مورد مساحت آنومالیهای نوع دوم، نصف بحساب آمده است. شدت احتمال پذیر نمونه های آنومال موجود در محدوده یک آنومالی، قبلاً برحسب شدت به چهار بخش *Low* و *Moderate*، *High*، *Most* تقسیم شده است (جدول ۹ گزارش فازهای سوم تا هشتم). در این خصوص برای حالت *Most* سه امتیاز، برای *High* دو امتیاز، برای *Moderate* یک امتیاز در نظر گرفته شده است. در مورد حالت "*Low*" چنانچه با

آنومالی های Mn همراه بوده باشد یک امتیاز در نظر گرفته شده است.

همانطور که قبلاً ذکر شد، جمع امتیازات عوامل کنترل کننده یک آنومالی ۱۰ امتیاز در نظر گرفته شده است که بین سه روش کانی سنگین، نمونه های مینرالیزه و دانسیته شکستگی ها تقسیم شده است. روش محاسبه بدینصورت است که برای متغیر اول کانی سنگین که مجموع کانیهای اکسیدی و هیدروکسیدی آهن است یک امتیاز، برای متغیر دوم کانی سنگین که مجموع کانه های مهم می باشد ۳ امتیاز و برای متغیر سوم کانی سنگین که مجموع کانیهای کلریت، اپیدوت و منیتیت است نیز یک امتیاز در نظر گرفته شده است. علاوه بر آن برای پیدایش کانه های خاص (مانند طلا، سینابرو...) بطور انفرادی درمحل برداشت یک نمونه در محدوده آنومالی، نیز یک امتیاز در نظر گرفته شده است و بدینصورت از ۱۰ امتیاز مربوط به روشهای کنترل آنومالی جمعاً شش امتیاز متعلق به کانی سنگین است. چهار امتیاز باقیمانده شامل سه امتیاز برای کانیهای مینرالیزه احتمالی و یک امتیاز برای توسعه آنومالی در محدوده هایی با دانسیته گسلهای بالاست (بیش از ۷۵٪ فراوانی). برای تقسیم سه امتیاز مربوط به نمونه های مینرالیزه، ابتدا یک ماتریس شامل ستون نمونه و سطر عناصر اندازه گیری شده در نمونه های مینرالیزه ساخته شده است. سپس با کاربرد حدود معرفی شده توسط زینزبرگ (جدول ۸-۳) شدت کانی سازی عناصر مختلف تعیین گردیده است. این شدتها شامل کانی سازی کانساری، کانی سازی غنی شده و کانی سازی پراکنده می باشد. سپس در ماتریس اولیه به کانی سازی کانساری ۴ امتیاز، به کانی سازی غنی شده ۲ امتیاز و به کانی سازی پراکنده یک امتیاز نسبت داده شده است. سپس از طریق بکارگیری

آنالیز چند متغیره (آنالیز ویژگی)، این ماتریس یکبار برای شدت کل کانی سازی در یک نمونه و یکبار برای شدت کانی سازی یک عنصر در نمونه های مختلف حل گردیده است. نتایج حاصل در جداول ۵-۸ و ۶-۸ آورده شده است. چنانچه جمع امتیازات نمونه های کانی سازی در یک برگه را معادل ۱۰۰ قرار دهیم و آنها را به نسبت امتیازشان تقسیم نماییم، رتبه نمونه های کانی سازی شده بدست می آید (حداکثر عدد بدست آمده، حداکثر رتبه را نشان می دهد). دامنه رتبه های بدست آمده را به سه قسمت تقسیم و برای بیشترین آن ۳ امتیاز، برای کمترین آن ۱ امتیاز و برای بخش میانی ۲ امتیاز در نظر گرفته شده است.

۲- نتایج رتبه بندی آنومالیاها

پس از محاسبه رتبه هر آنومالی، مطابق بند ۱ این فصل، اقدام به تهیه جدول ۹-۱ گردیده است. در این جدول موقعیت جغرافیایی آنومالی از روی نزدیکترین محل موجود بر روی نقشه توپوگرافی $\frac{1}{50,000}$ معرفی گردیده است. علاوه بر آن پارازنهای ژئوشیمیایی توسعه یافته در محدوده آنومالی در ستون دوم نمایش داده شده است. امتیازات ملاکهای ژئوشیمیایی، کانی سنگین، نمونه های مینرالیزه و دانسیته گسلها بترتیب تعیین و نشان داده شده است. جمع این امتیازات نسبت به ۲۰ نیز آورده شده است. در ستون آخر نسبت درصد این امتیازات که می تواند معرف امیدبخشی آنومالی باشد محاسبه و براساس آن آنومالیاها می توانند رتبه بندی شوند.

در مورد آنومالیهای توسعه یافته در محدوده برگه $\frac{1}{50,000}$ جوشقان، بدلیل نبود

بعضی از داده ها، رتبه بندی فوق صورت نگرفته است (لازم به تذکر است که برداشتها و داده های این برگه قبلا توسط سازمان زمین شناسی تهیه شده است). آنومالیهای این برگه با ذکر موقعیت مکانی آنها و مساحت مربوط به هر یک در جدول ۹-۲ آورده شده است.

در این جداول از حروف مخفف زیر استفاده شده است:

مجموعه ایی ترمال : $(Au+As+Hg+Cd+Sb) EPI.$

نمونه های مینرالیزه : MZS

دانسیتة گسلها : FD

جمع امتیازات : ΣS

کانیهای خاص : $SP.min$

جدول ۹-۱ : خلاصه هر یک از امتیازات مربوط به مناطق آنومالی در محدوده برگه ۱ ۱۰۰,۰۰۰ کاشان

نام برگه	امیدبخشی نسبتی (%)	ΣS	FD	MZS	ملاکهای کانی سنگین				ملاکهای ژئوشیمیایی				پارازنز ژئوشیمیایی	موقعیت جغرافیایی آنومالی
					SP.min	Var3	Var2	Var1	شدت احتمال پذیر	مساحت	تعداد متغیرها	امتیاز شدت آنومالی		
۱	۳۵	۷	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۲	Co	آنومالی شرق تخت نیاز مرغ
	۴۵	۹	۰	۱	۱	۰	۳	۱	۰	۱	۱	۱	Mn	آنومالی غرب تخت نیاز مرغ
	۵۰	۱۰	۰	۲	۱	۰	۳	۱	۰	۱	۱	۱	EPL	آنومالی قهق بالا
	۵۵	۱۱	۰	۳	۱	۰	۰	۱	۰	۲	۲	۲	Pb+Zn Mn	مجموعه آنومالی جنوب قهرود
	۵۵	۱۱	۰	۰	۱	۰	۳	۱	۱	۲	۲	۲	Pb+Zn	آنومالی شرق جوینان
	۴۵	۹	۰	۱	۱	۰	۰	۲	۲	۲	۲	۲	Mn Co Pb+Zn Cu	مجموعه آنومالی شمال و غرب جوینان
	۵۵	۱۱	۰	۳	۱	۰	۳	۱	۰	۱	۱	۱	Pb+Zn Co Mn	مجموعه آنومالی شرق گلستانه
	۴۵	۹	۰	۳	۰	۱	۰	۱	۱	۲	۲	۲	Mn	آنومالی جنوب قرآن
	۵۵	۱۱	۰	۳	۱	۰	۳	۰	۱	۱	۱	۱	EPL	آنومالی مزرعه حسنگون

جدول ۹-۱: ادامه

نام برگه	امیدبخشی نسبی (%)	ΣS	FD	MZS	ملاکهای کانی سنگین				ملاکهای ژئوشیمیایی				پارازئوژئوشیمیایی	موقعیت جغرافیایی آنومالی
					SP.min	Var3	Var2	Var1	شدت احتمال پذیر	مساحت	تعداد متغیرها	اهمیت‌شدت آنومالی		
کاشان	۵۵	۱۱	۱	۱	۱	۰	۳	۱	۱	۱	۱	۱	Cu	آنومالی مرزعه مرغابی
	۶۵	۱۳	۱	۲	۱	۰	۳	۱	۱	۱	۲	Co Mn	آنومالی شمال شرق کامو	
	۴۵	۹	۱	۱	۰	۰	۳	۰	۱	۱	۱	EPI.	آنومالی ویشنگ	
	۶۵	۱۳	۱	۲	۱	۰	۳	۱	۲	۱	۱	Ba EPI.	مجموعه آنومالی‌های جنوب شرق تا شمال شرق بزرگ	
	۸۵	۱۷	۱	۳	۱	۰	۳	۰	۲	۲	۲	Pb+Zn Ba Cu Mn	مجموعه آنومالی‌های جنوب دره	
	۵۵	۱۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۳	۲	Pb+Zn Cu Ba EPI.	مجموعه آنومالی‌های شمال دره	
	۴۵	۷	۱	۲	۰	۰	۰	۰	۲	۱	۱	Co	آنومالی شمال غرب فرقهان	

مهر و امضاء

جدول ۹-۱: ادامه

نام بزرگه	امیدبخشی نسبی (%)	ΣS	FD	MZS	ملاکهای کانی سنگین				ملاکهای ژئوشیمیایی				پاراژئوشیمیایی	موقعیت جغرافیایی آنومالی
					SP.min	Var3	Var2	Var1	شدت احتمال پذیر	مساحت	تعداد متغیرها	امتیاز شدت آنومالی		
نیاسر	۵۰	۱۰	۰	۱	۰	۳	۱	۱	۰	۲	۱	۲	Mn EPL.	آنومالی جنوب شرق ازوار
	۴۵	۹	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۲	۱	۱	Co	آنومالی شرق اشکف ورکان
	۳۵	۷	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۲	Ba Mn	آنومالی جنوب غرب قلعه ترشاب
	۲۵	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۲	EPL.	آنومالی شمال غرب گدار سرخ
	۴۵	۹	۰	۱	۱	۱	۳	۰	۱	۱	۱	۱	EPL.	آنومالی شرق نیاسر
	۵۵	۱۱	۰	۱	۱	۳	۱	۱	۱	۲	۱	۱	Ba	آنومالی تشلج

جدول ۹-۲: درجه بندی آنومالیاها و مساحت آنها در برگه ۱/۵۰,۰۰۰ جوشقان

نام برگه	امیدبیشی نسبی (%)	ΣS	FD	MZS	ملاکهای کانی سنگین				ملاکهای ژئوشیمیایی			بار آنیزوژئوشیمیایی	موقعیت جغرافیایی آنومالی	
					SP.min	Var3	Var2	Var1	شدت احتمال پذیر	مساحت	تعداد متغیرها			امتیاز شدت آنومالی
جوشقان										۴/۵	۲	درجه ۲	Mn	آنومالی شرق ورکان
										۳	۲	درجه ۲	Mn Co Cu	مجموعه آنومالی شمال آزران
										۱/۵	۲ و ۱	درجه ۱ و ۲	Cu	آنومالی شمال شرق آزران
										۱/۵	۱	درجه ۱	Pb+Zn	آنومالی جنوب شرق آرنجن
										۱/۵	۲ و ۱	درجه ۱ و ۲	Cu	آنومالی شمال شرق مزرعه راونج
										۴	۲	درجه ۲	Pb+Zn	آنومالی شمال شرق مزرعه راونج
										۰/۷۵	۱	درجه ۱	Cu	آنومالی غرب کامو
										۰/۷۵	۲	درجه ۲	Ba	آنومالی غرب کامو
										۰/۷۵	۲ و ۱	درجه ۱ و ۲	Mn	آنومالی شمال غرب جوشقان

فصل دهم

روشهای آنالیز و محاسبه خطا

مقدمه

در بررسیهای ژئوشیمیایی اکتشافی تعیین دقت آنالیز و تحلیل آنها با اهمیت می باشد. از آنجا که تعیین محدوده های آنومالی ماهیت نسبی دارد، لذا تعیین دقت هر یک از روشهای آنالیز الزامی است ولی تعیین صحت آن در درجه بعد قرار می گیرد. در پروژه حاضر دونوع روش آنالیز بطور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است: یکی آنالیزهای شیمیایی و دیگری آنالیزهای کانی سنگین.

در این پروژه روشهای تجزیه دستگاهی بکار برده شده در سازمان زمین شناسی کشور برای آنالیز شیمیایی این نمونه ها روش XRF و اسپکترومتری تابشی بوده است. روش بکار برده شده برای آنالیز کانی سنگین روش معمول مطالعه بخش سنگین نمونه ها از طریق میکروسکوپ بینوکولار و تشخیص چشمی بوده است. در زیر هر یک از این روشها و نحوه انجام آنها در این پروژه تشریح خواهد شد.

۱- تجزیه شیمیایی

۱-۱- روشهای آنالیز شیمیایی

از مجموع ۲۵ عنصر و اکسید اندازه گیری شده (شامل عناصر اصلی سازنده سنگ، عناصر فرعی سازنده سنگ و عناصر کمیاب موجود در سنگ) در این پروژه، تعداد ۱۹ عنصر به روش *XRF* و تعداد ۶ عنصر به روش اسپکترومتری اندازه گیری شده است. عناصری که به روش *XRF* آنالیز گردیده اند عبارتند از:

اکسیدهای اصلی و فرعی سازنده سنگ: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , P_2O_5 , MnO

عناصر: As , Au , Ba , Bi , Cd , Cr , Cu , Ni , Sn , Sr , V , W , Mo

عناصری که به روش اسپکترومتری مورد آنالیز قرار گرفته اند عبارتند از شش عنصر:

Zn و Pb , Co , Be , B , Ag . حد حساسیت اعلام شده از طرف معاونت آزمایشگاهی سازمان

زمین شناسی کشور برای آنالیز عناصر فوق به شرح زیر بوده است (مقادیر برحسب *PPM* می باشند):

الف) *XRF* :

$As=2$, $Au=0.6$, $Ba=10$, $Cd=0.6$, $Cr=6$, $Cu=10$, $Ni=6$, $Sn=1$, $Sr=10$, $V=6$

$W=0.5$, $Mo=0.6$

ب) اسپکترومتری:

$Ag=1$, $B=5$, $Be=3$, $Co=5$, $Pb=5$, $Zn=5$

در آنالیز به روش *XRF*، نمونه ها پس از بودر شدن تا ۲۰۰- مش از طریق اختلاط با

چسب مناسب (WAX-C) که یک پلیمر آلی می باشد، پرس شده و بصورت قرص همگن در می آید. در آنالیز نمونه ها، کالیبراسیون از طریق بکارگیری استانداردهای خارجی انجام گرفته است. دو فایل جداگانه تحت عناوین *MIX* و *Maj* بترتیب برای اندازه گیری عناصر *Trace* و عناصر اصلی تنظیم گردیده و برای هر عنصر منحنی کالیبراسیون رسم شده است. انتخاب استانداردهایی که بتواند اثر ماتریکس را حداقل نماید، در مدنظر بوده است. زمان اندازه گیری برای عناصر بین ۴۰ تا ۶۰ ثانیه تغییر می کرده است. دستگاه اندازه گیری مدل *SRS-303* ساخت زیمنس می باشد.

در روش اسپکتروگراف نمونه پس از پودر شدن تا ۲۰۰- مش، به نسبت ۳ : ۲ با بافر پودر گرافیت مخلوط و همگن گردیده است. سپس ۵۰ میلی گرم آن درون الکتروود با ابعاد ۳۰×۴/۵×۴/۵ میلی متر فشرده شده و بوسیله دستگاه اسپکتروگراف تابشی مدل *750 Atmocomp* مورد اندازه گیری قرار گرفته است. دستگاه قبل از آزمایش بوسیله استانداردهای خارجی کالیبره شده است.

۲-۱- محاسبه خطای آنالیز شیمیایی

برای تخمین خطای اندازه گیری متغیرهای فوق طبق شرح خدمات در محدوده هر برگه تعداد ۲۰ نمونه تکراری از رسوبات آبراهه ای، تحت دیگر شرایط یکسان، برداشت گردیده است. این نمونه ها پس از پودر کردن تا حد ۲۰۰- مش مورد آنالیز تکراری قرار گرفته اند. در مواردیکه عنصری داده های سنسورد شده (کمتر از حد حساسیت) بدست

می دهد، ممکن است در هر برگه تعداد نمونه های مربوط به آنها کمتر از ۲۰ باشد. بدیهی است چنانچه تمام مقادیر بدست آمده در نمونه های تکراری سنسورد باشد، امکان محاسبه خطا برای آن عنصر وجود نخواهد داشت. در این مورد می توان به عنصر Ag اشاره نمود. برای محاسبه خطا لازم است تا داده های حاصل از دو بار آزمایش برای عناصر مختلف موجود باشد. همچنین میانگین دو آزمایش و اختلاف آنها برای محاسبه خطا لازم است که بدست آورده شده است. همانطور که قبلاً اشاره شد در بررسیهای اکتشافی ناحیه ای آنچه حائز اهمیت است تعیین دقت عملیات است که در واقع قابلیت تکرار آزمایش با نتایج مشابه می باشد ولی صحت اندازه گیریها که مقدار تطابق آنها را با واقعیت نشان می دهد و از طریق بکارگیری نمونه های استاندارد با غلظت معین تعیین می شود، در این پروژه منظور نبوده است.

روش بکاربرده شده در تخمین سطح خطای آنالیز در این پروژه روشی است که در صفحه ۵۴ جلد دوم هندبوک ژئوشیمی اکتشافی تشریح گردیده است. از آنجا که لازم است در این روش برای تخمین سطح خطا تعداد نمونه های تکراری ۵۰ عدد باشد، لذا نمونه های تکراری هر سه برگه مورد استفاده قرار گرفته است. زیرا روش آنالیز برای یک عنصر خاص در هر سه برگه ثابت بوده است. در این روش در یک دستگاه محور مختصات روی محور افقی میانگین دو اندازه گیری و روی محور عمودی اختلاف دو مقدار اندازه گیری شده در مقیاس لگاریتمی ترسیم می شود. در این دیاگرام خطوط مایلی دیده می شود که می توانند سطح دقت دلخواه را (که در این پروژه معادل ۱۰٪ انتخاب گردیده است) نشان دهند. نحوه

کار بدینصورت است که بوسیله دو کمیت تشریح شده قبلی، هر جفت نمونه تکراری بصورت یک میانگین از دو نقطه ای نشان داده می شود. حال اگر مجموعه جفتهای تکراری طوری در صفحه مختصات قرار گیرد که توزیع شوند که ۹۰٪ آنها زیر خط پایینی (خط ۱۰٪ خطا) و ۹۹٪ آنها زیر خط بالایی (خط ۱٪ خطا) قرارگیرند، دراینصورت خطای کل این مجموعه نمونه تکراری برای یک عنصر خاص ۱۰٪ خاص ۱۰٪ ارزیابی می گردد. بنابراین برای هر عنصر خاص باید دیاگرام جداگانه ای رسم گردد. اشکال ۱-۱۰ تا ۱۰-۲۴ بدین منظور رسم گردیده اند. این اشکال معرف آنستکه در اشکال ۱-۱۰ تا ۱۰-۲۴ بین عناصریکه به روش XRF آنالیز شده اند دقت اندازه گیری عناصر *Fe, Mn, Al, As, Mo* و *Cd, P, Ca* بیشتر و دقت اندازه گیری عناصر *Sn, W, Sb, Cr, Ni, V, Cu, Ba, Sr* کمتر بوده است. دو عنصر *Hg* و *Au* از نظر دقت اندازه گیری در حد قابل قبول بوده ولی در روش اسپکترومتری و روش خطاهای سیستماتیک، ناشی از عدم کالیبراسیون صحیح، موجب گردیده تا مقادیر اندازه گیری واقعی چندین برابر گزارش شوند (به توضیح زیر هم مراجعه کنید). برای عناصری که به روش اسپکترومتری اندازه گیری شده اند، داده های این اشکال معرف آنستکه دقت اندازه گیری *Co* بیش از عناصر دیگر بوده است. برای دو عنصر *Be* و *Ag* به علت سنسوردهی کم بودن بیش از ۹۹٪ داده ها محاسبه دقت انجام پذیر نبوده است.

در اینجا ذکر یک نکته بسیار اساسی است و آن اینکه در ارزیابی محدوده های

آنومالی در این پروژه برای رهایی از بخشی از خطاهای آنالیز بجای تحلیل داده ها براساس مقادیر مطلق آنها، مقادیر ضریب غنی شدگی هر عنصر در هر نمونه مورد ارزیابی واقع شده است. از آنجا که برای محاسبه چنین ضریبی لازم است تا مقدار مطلق فراوانی به میانه

جامعه‌مربوطه نرمالایز شود، اثر خطاهای نسبی تا حدود زیادی خنثی شده و در نتیجه گیری اثر گمراه‌کننده کمتری از خود باقی می‌گذارد. برای مثال در مورد Au داده‌های اعلام شده از طریق آزمایشگاه می‌تواند چندین برابر مقدار واقعی آنها باشد. ولی از آنجا که این مقادیر ابتدا نسبت به میانه آنها (که آنهم چندین برابر مقدار واقعی است) نرمالایز گردیده است، رسم نقشه‌های معرف توزیع نسبی فراوانی Au و معرفی مناطق آنومالی نسبت به نقشه مقادیر مطلق آنها، دارای خطای کمتری است.

۲- اندازه‌گیری کانی‌های سنگین

۲-۱- روش آنالیز کانی سنگین

آنالیز نمونه‌های کانی سنگین شامل دو مرحله می‌باشد:

الف) آماده‌سازی نمونه کانی سنگین جهت آنالیز.

ب) آنالیز اجزاء مختلف آن.

آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین شامل گل شویی و لاوک شویی است. قبل از انجام این مراحل، اندازه‌گیری حجم کل نمونه الزامی است. در مرحله گل شویی با شستشوی کامل نمونه، گل و لای آن که عمدتاً شامل ذرات دانه ریز رسی است از آن جدا شده و نمونه آماده لاوک شویی می‌شود. در مرحله لاوک شویی، نمونه به درون ظروف مخصوص (لاوک) ریخته شده و پس از غوطه‌ورکردن نمونه در آب و تکان دادن آن مواد سبک شستشو و از آن خارج و جزء سنگین تر باقی می‌ماند. این نمونه که نسبت به نمونه اولیه حجم کمتری

دارد، خشک شده و مورد حجم سنجی قرار می‌گیرد و اعداد حاصل در فرم مربوطه ثبت می‌شود. مرحله بعدی شامل کاهش وزن نمونه از طریق تقسیم کن شانه ای است. بخشی از این جزء از طریق برموفرم به دو قسمت جزء سبک و جزء سنگین تقسیم می‌گردد (در بعضی از مراجع جزء بین جرم مخصوص ۲/۹ تا ۴/۲ را جزء نیمه سنگین تلقی می‌کنند). در اینجا حجم هر یک از دو بخش سنجیده شده است و سپس از طریق بکارگیری آهنربای دستی با بار معین، جزء سنگین به سه بخش تقسیم و حجم هر یک تعیین می‌شود. جزء فرومغناطیسی (AA) دارای خاصیت مغناطیسی شدید بوده و بطور عمده شامل منیتیت و گاهی ایلمنیت می‌باشد. جزء پارامغناطیسی (AV) که دارای خاصیت مغناطیسی متوسطی است و بیشتر شامل کانیهای مافیک مانند پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت می‌باشد. جزء غیرمغناطیسی (NM) که خاصیت مغناطیسی نداشته و اغلب کانیهای فرعی، مانند آپاتیت و زیرکون، در آن متمرکز می‌شود. در این پروژه هر سه بخش با استفاده از میکروسکوپ بینوکولار مورد مطالعه چشمی قرار گرفته است. از این روش مشخصات فیزیکی کانیها مانند رنگ، سیستم تبلور، جلا، سختی، شفافیت و ... اساس تشخیص می‌باشد. از این طریق نسبت درصد هر کانی در نمونه به طریق حجمی برآورد می‌گردد. برای محاسبه فراوانی نسبی کانیهای سنگین در نمونه اصلی از فرمول زیر استفاده گردیده است:

$$\text{فراوانی کانی سنگین (گرم در تن)} = \frac{X \times Y \times B \times D \times 10000}{A \times C \times D}$$

در این رابطه مقادیر X, Y, A, B, C, D و D^- که بترتیب عبارتند از: درصد فراوانی کانی مورد نظر ضربدر جرم فراکسیون پس از جدایش مغناطیسی، حجم نمونه پس از برموفرم گیری، حجم کل نمونه برداشت شده در صحرا، حجم نمونه پس از شستشو، حجم نمونه انتخابی برای جدایش بابر موفرم و وزن مخصوص کانی مورد مطالعه می باشد. D^- وزن مخصوص مخصوص رسوب برداشت شده در صحرا است. در این پروژه این مقدار بطور ثابت معادل $2/5$ فرض شده است.

۲-۲- محاسبه خطای اندازه گیری کانی سنگین

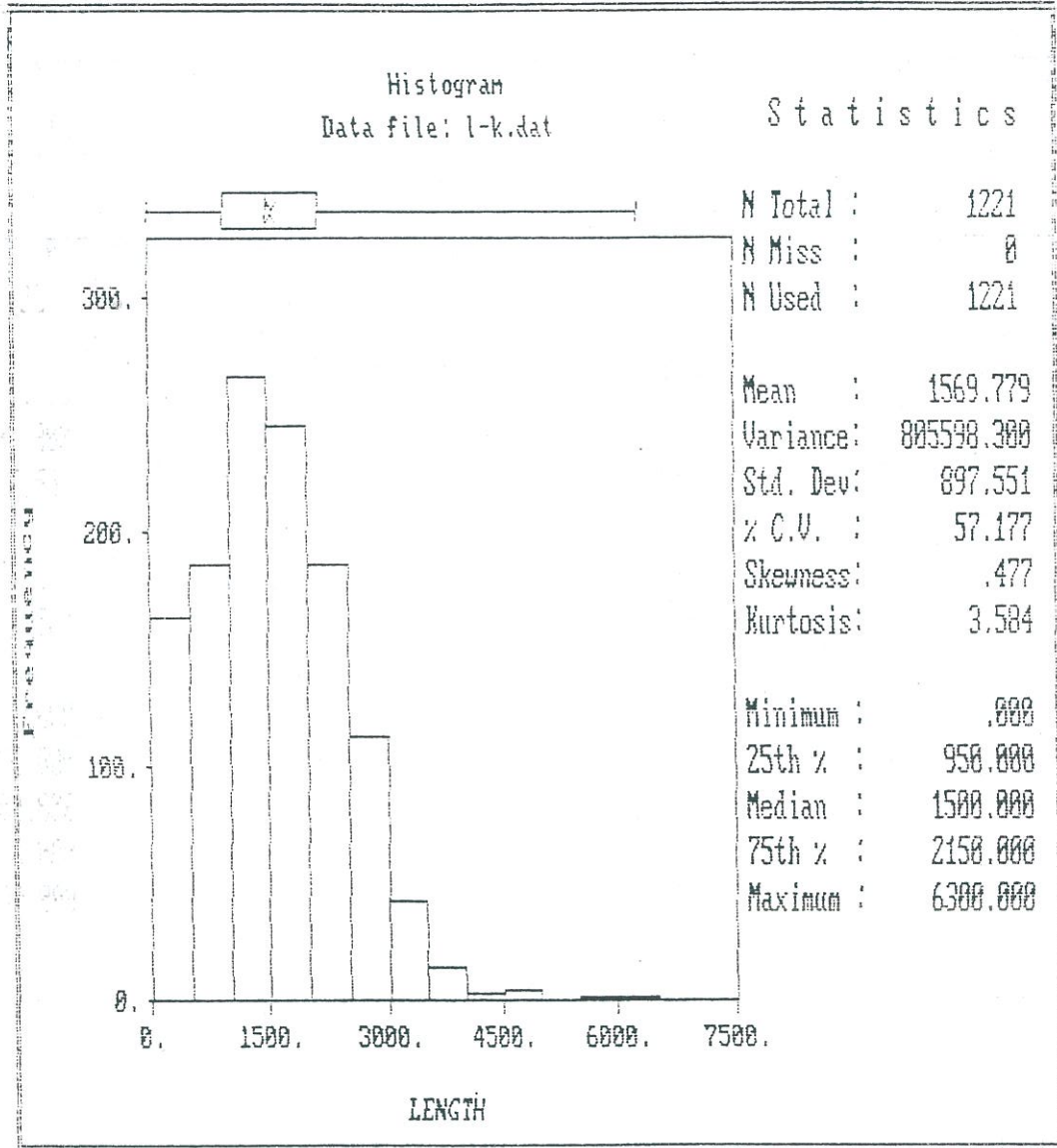
برای تخمین خطای اندازه گیری متغیرهای کانی سنگین در محدوده هر برگه به روش برداشت چندین نمونه تکراری از رسوب آبراهه ای، تحت دیگر شرایط یکسان، اقدام گردیده است. این نمونه ها پس از انجام مراحل آماده سازی در شرایط مشابه، مورد آزمایش قرار گرفته اند و سپس نتایج حاصل از نمونه های تکراری به روش مذکور در بند قبل به صورت فراوانی کانیهای سنگین درآمده است. سپس نتایج حاصل از هر دو جفت نمونه تکراری به روش مشابه در بند ۲-۱ همین فصل مورد خطاسنجی قرار گرفته است. برای این عمل ابتدا کارهای لازم انجام و سپس اشکال مورد نظر برای دقت 10% ترسیم گردیده است (اشکال ۱۰-۲۵ تا ۱۰-۳۲). این اشکال برای چند متغیر مهم کانی سنگین که عمدتاً در نقشه برداری کانی سنگین مورد استفاده قرار گرفته اند، تهیه شده است. نتایج حاصل از این اشکال معرف آنستکه خطای اندازه گیری کانیهای سنگین بالاتر از 10% بوده ولی مقادیر آن

بترتیب از می نیمم به ماکزیمم بشرح زیر تغییر می کنند:

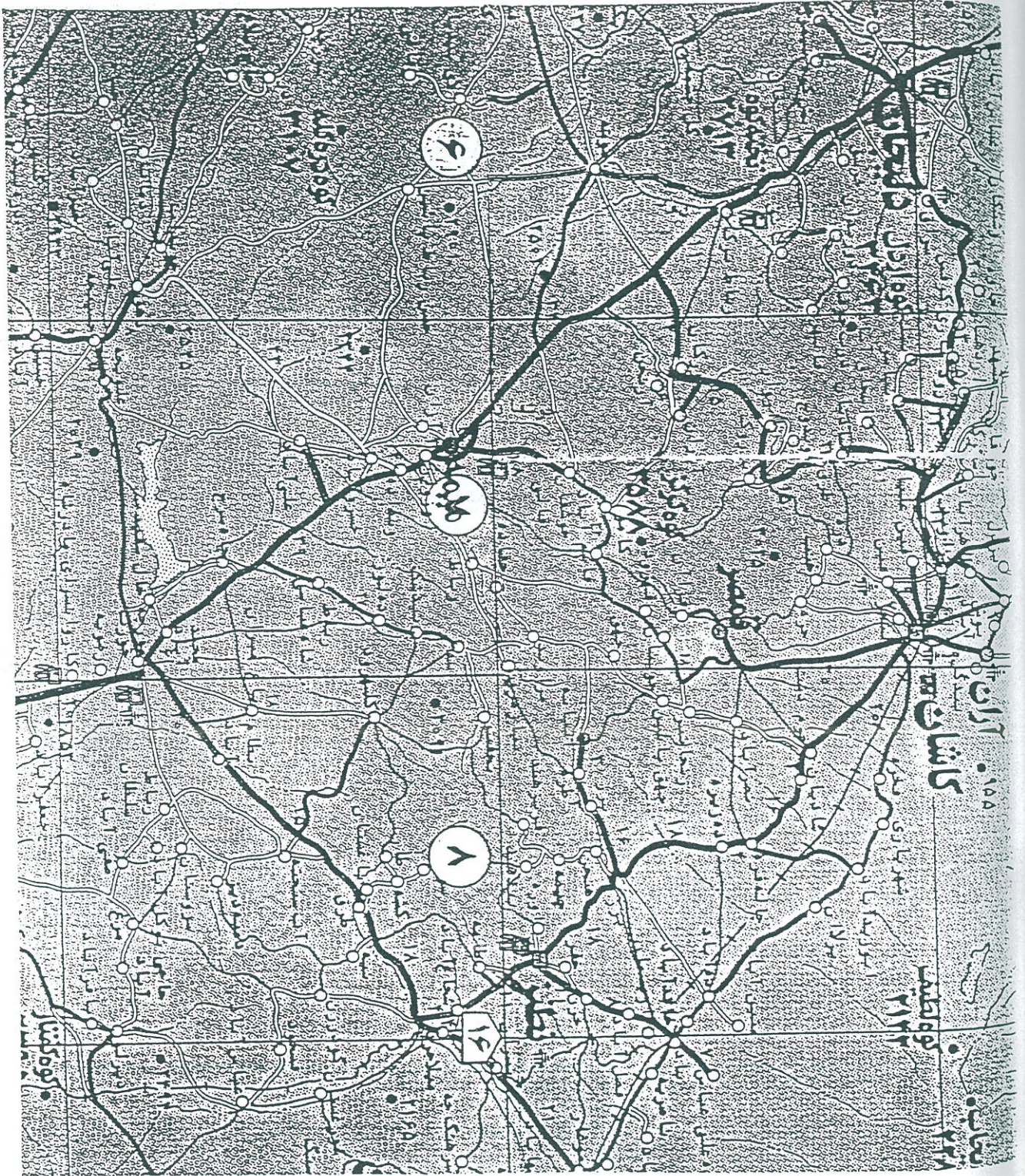
هماتیت، منیتیت، اکسید منگنز، سیلیکاتهای آلتره، مجموع پیریت، اپیدوت، گوتیت و

باریت. برای کانه های سولفوری و اکسیدی بدلیل کمی تعداد موارد اندازه گیری شده در کل

۲۰ نمونه تکراری، امکان تعیین خطا وجود نداشته است.

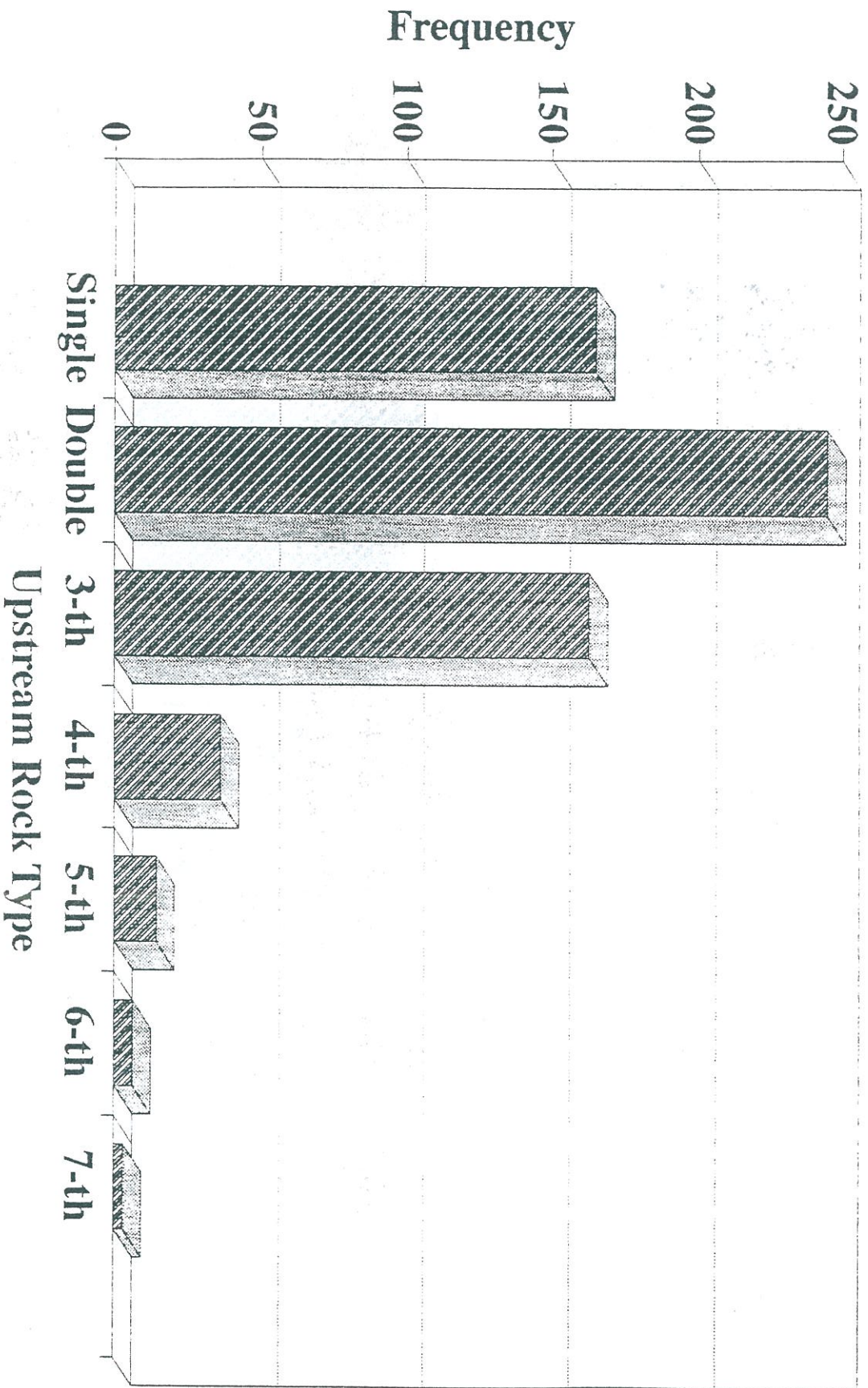


شکل ۱-۱: هیستوگرام عددی توزیع فراوانی آبراهه‌ها درشیت $\frac{1}{100000}$ کا شان.

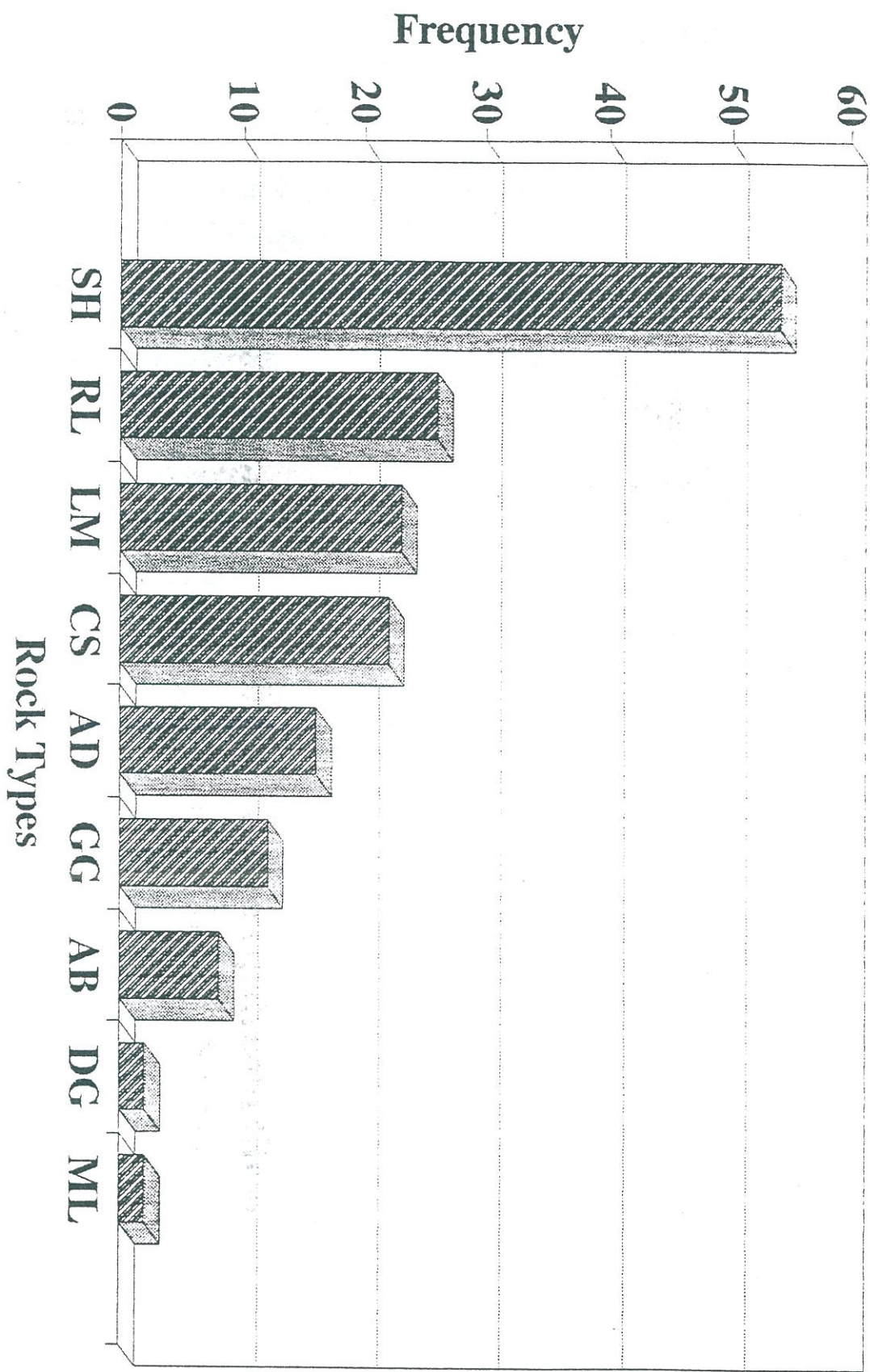


شکل ۱-۲: وضعیت بزرگراه‌های ۱۰۰۰۰۰۰ کانس، نظیر و طرق و راه‌های دسترسی آنها.

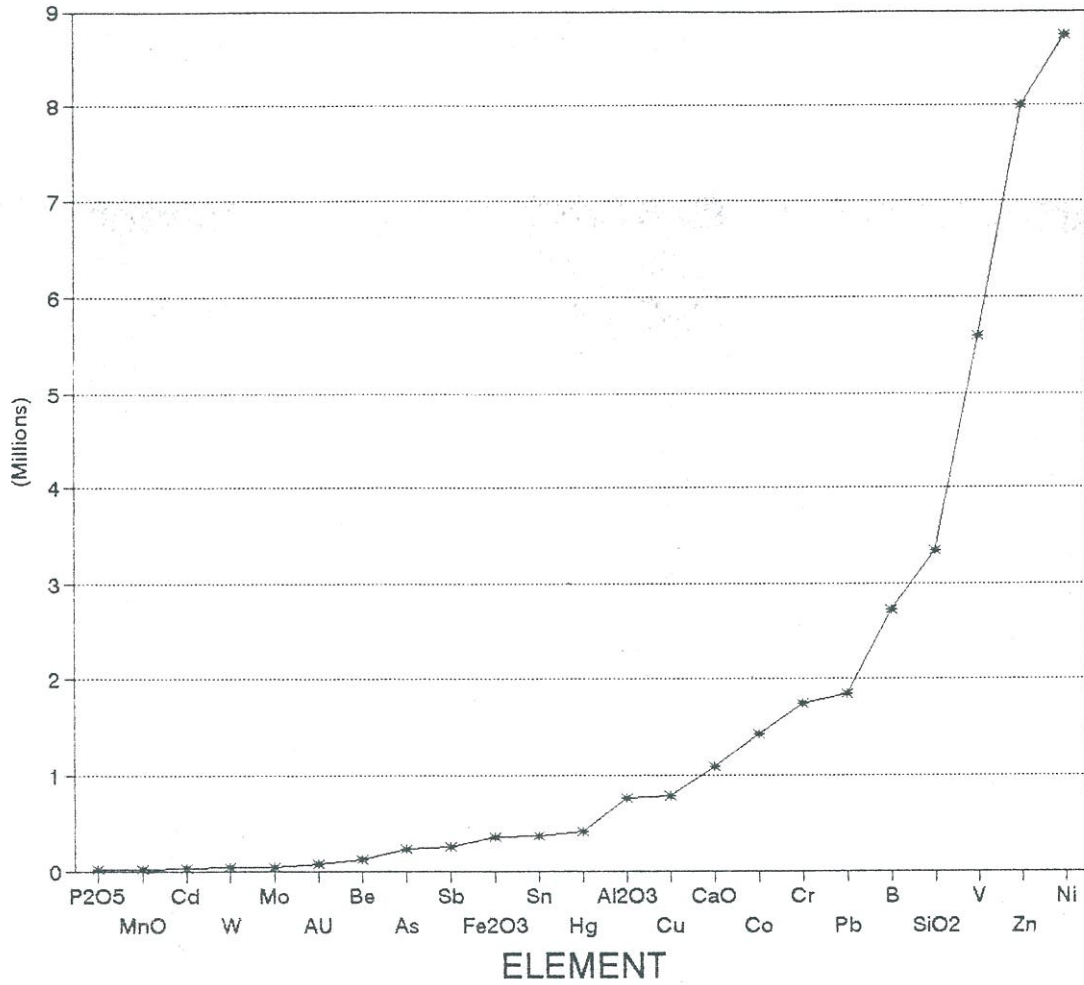
**Histogram of Distribution of the Upstream Total
Rock Types for the Stream Sediment Samples
in Kashan 1/100,000 Sheet .**



**Histogram of Distribution of the Upstream Single
Rock Type for the Stream Sediment Samples
in Kashan 1/100,000 Sheet .**

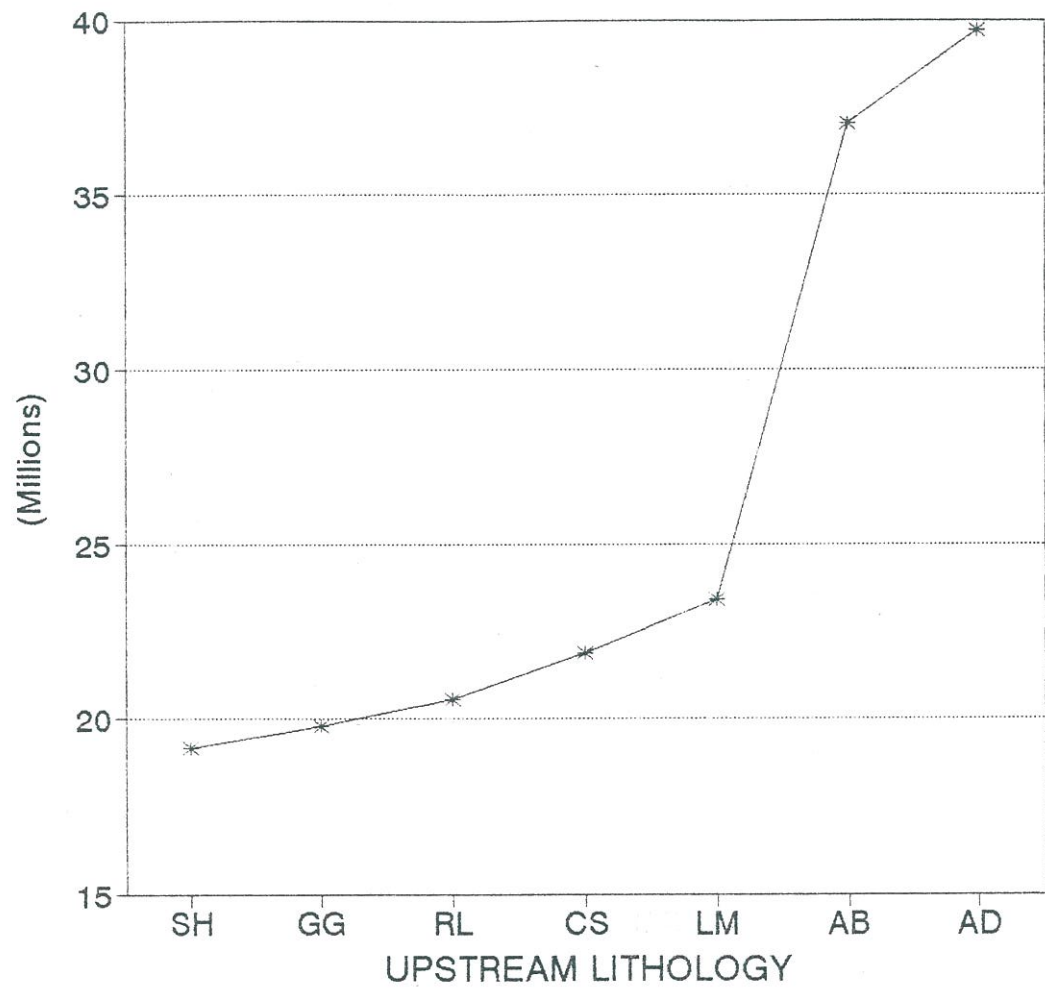


RELATIVE SENSITIVITY TO LITHOLOGY



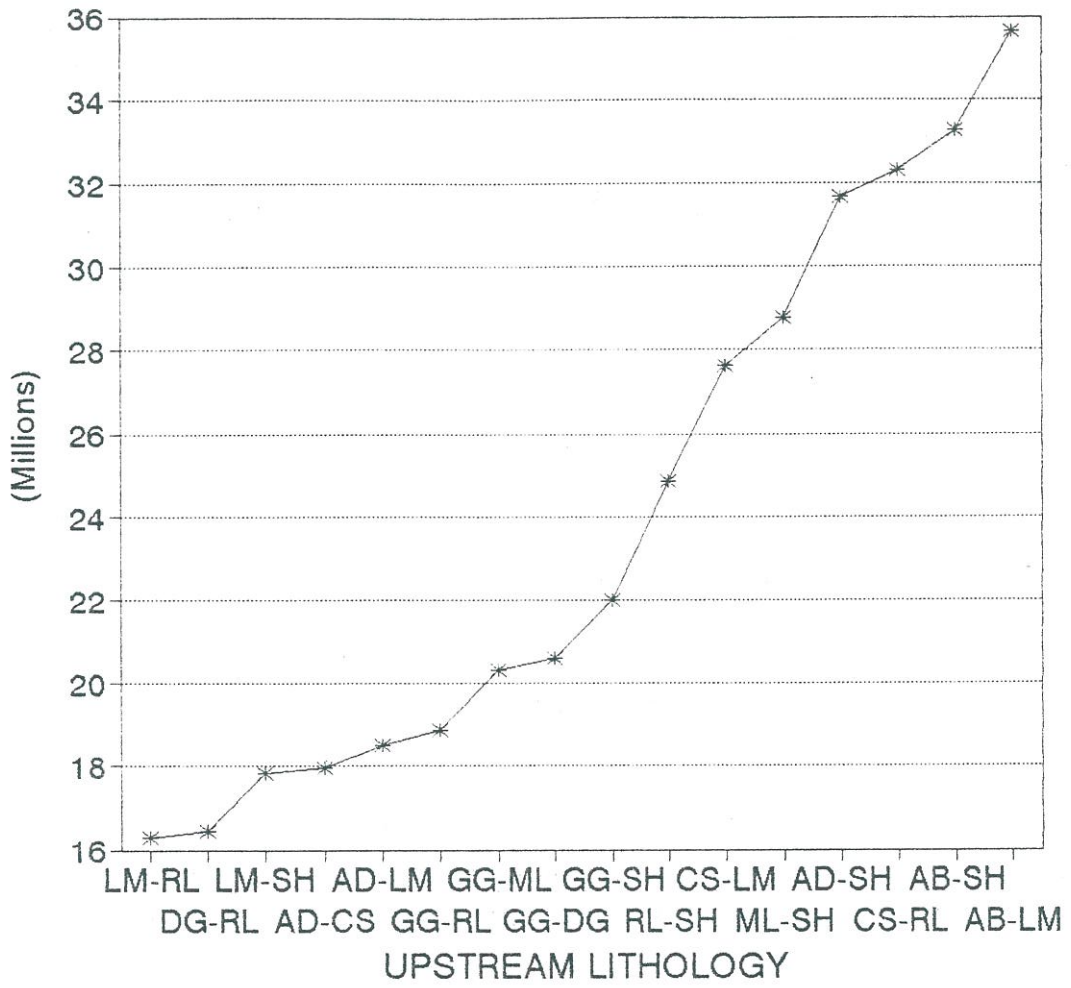
(شکل ۵ - ۱)

RELATIVE CONTROLLING ROLE OF LITHOLOGY



(شکل ۵-۲)

RELATIVE CONTROLLING ROLE OF LITHOLOGY



(شکل ۵-۳)

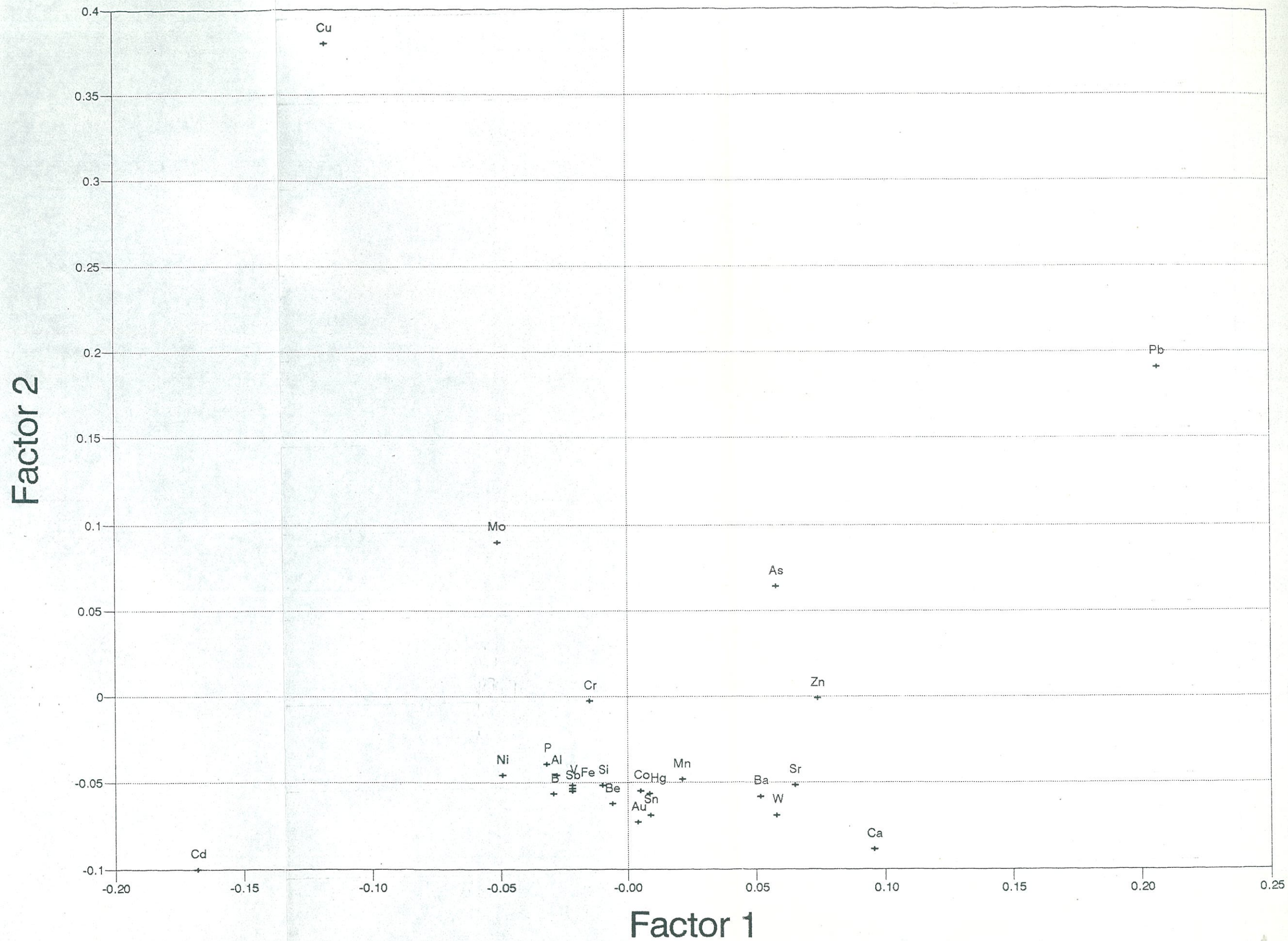


Fig 7-1. Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables of Anomalous Samples in Keshan 1/100,000 Sheet

Factor 2

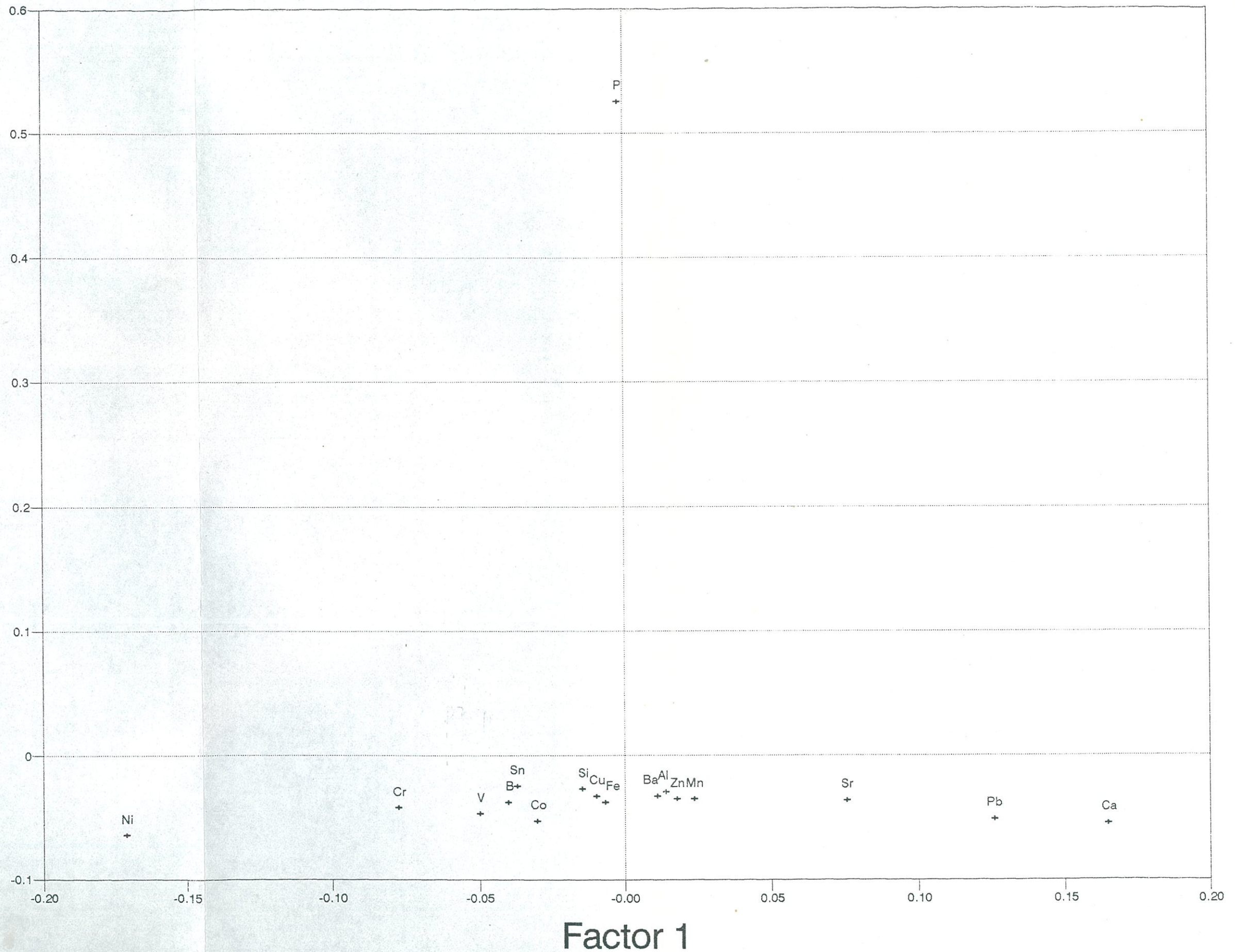
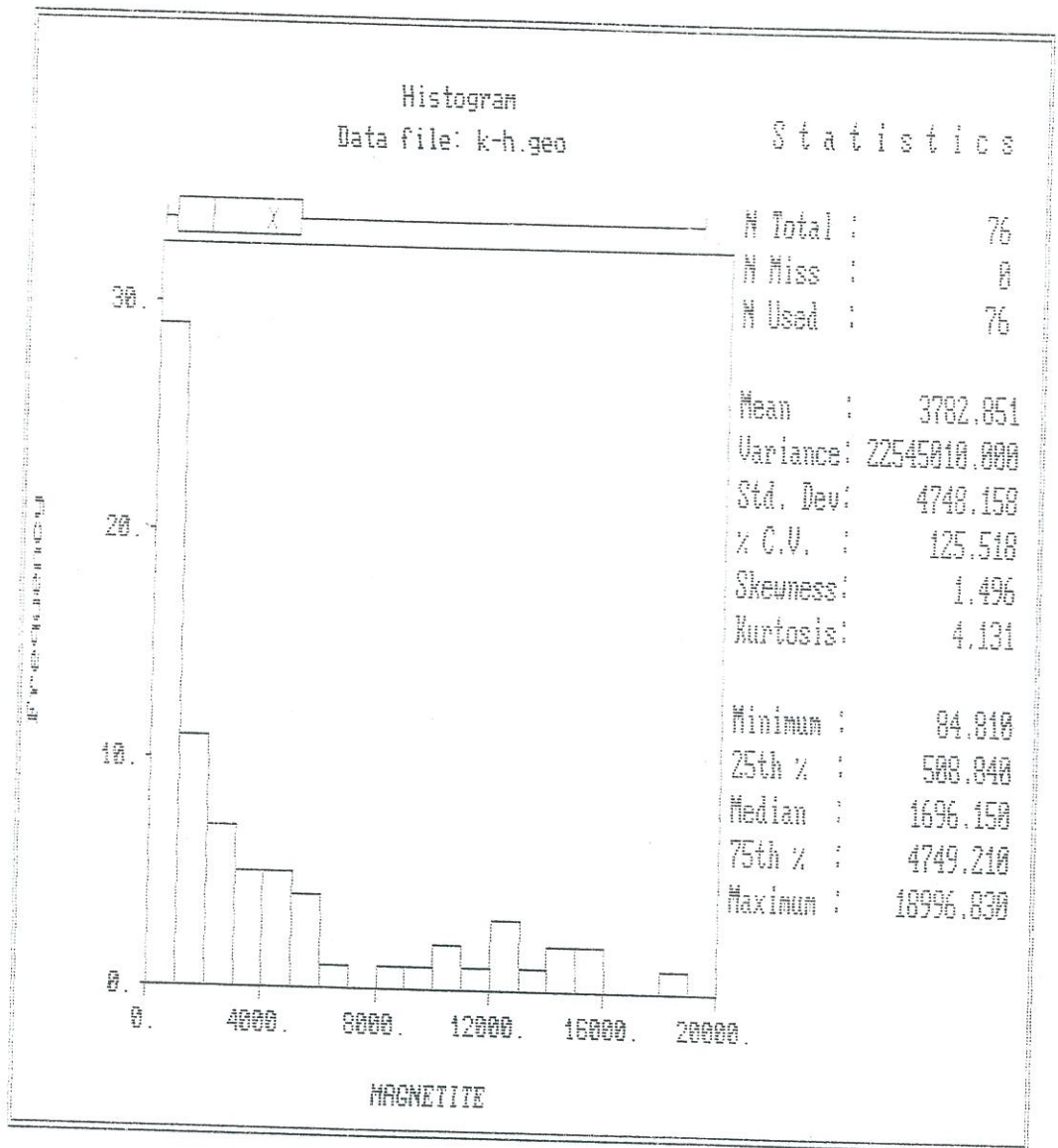
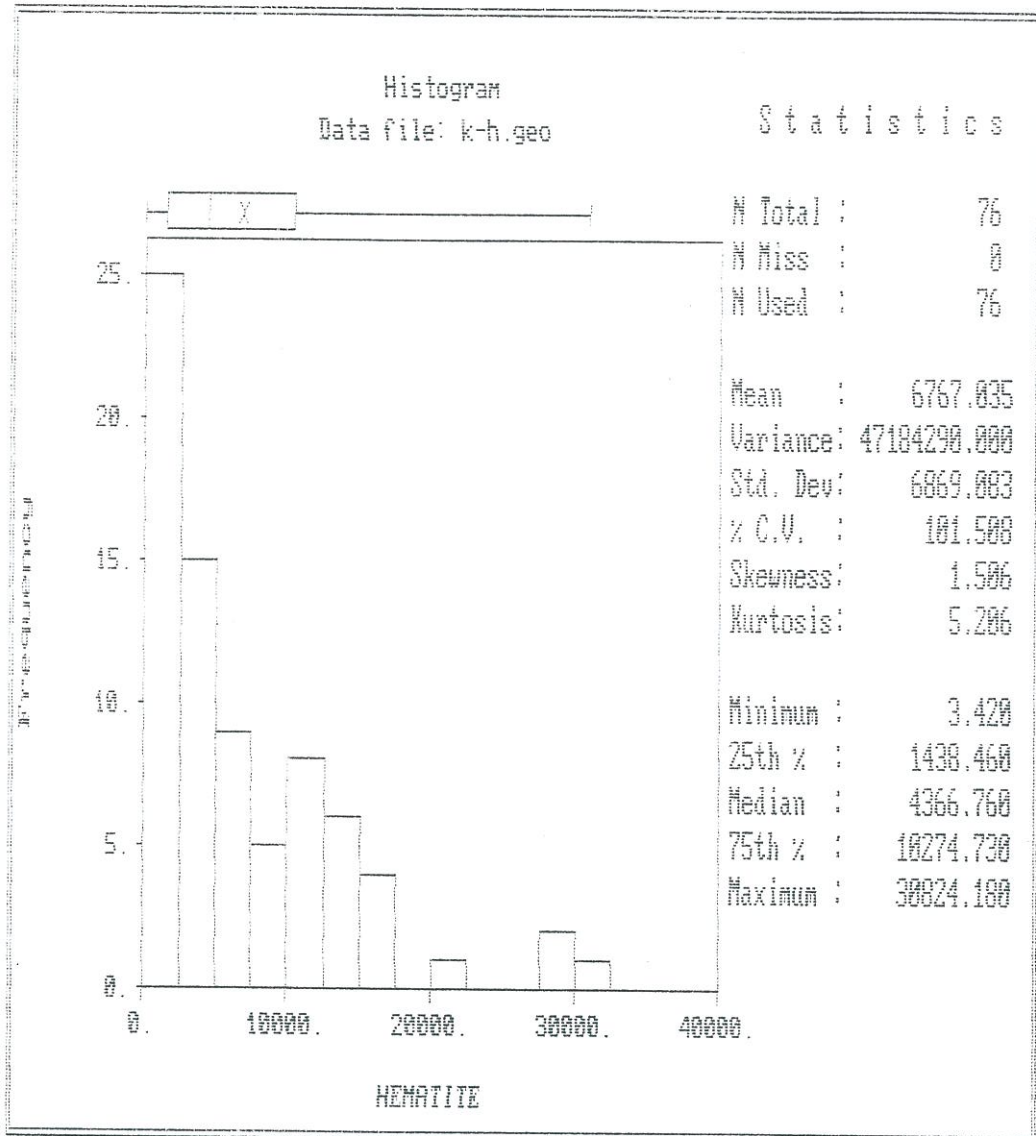


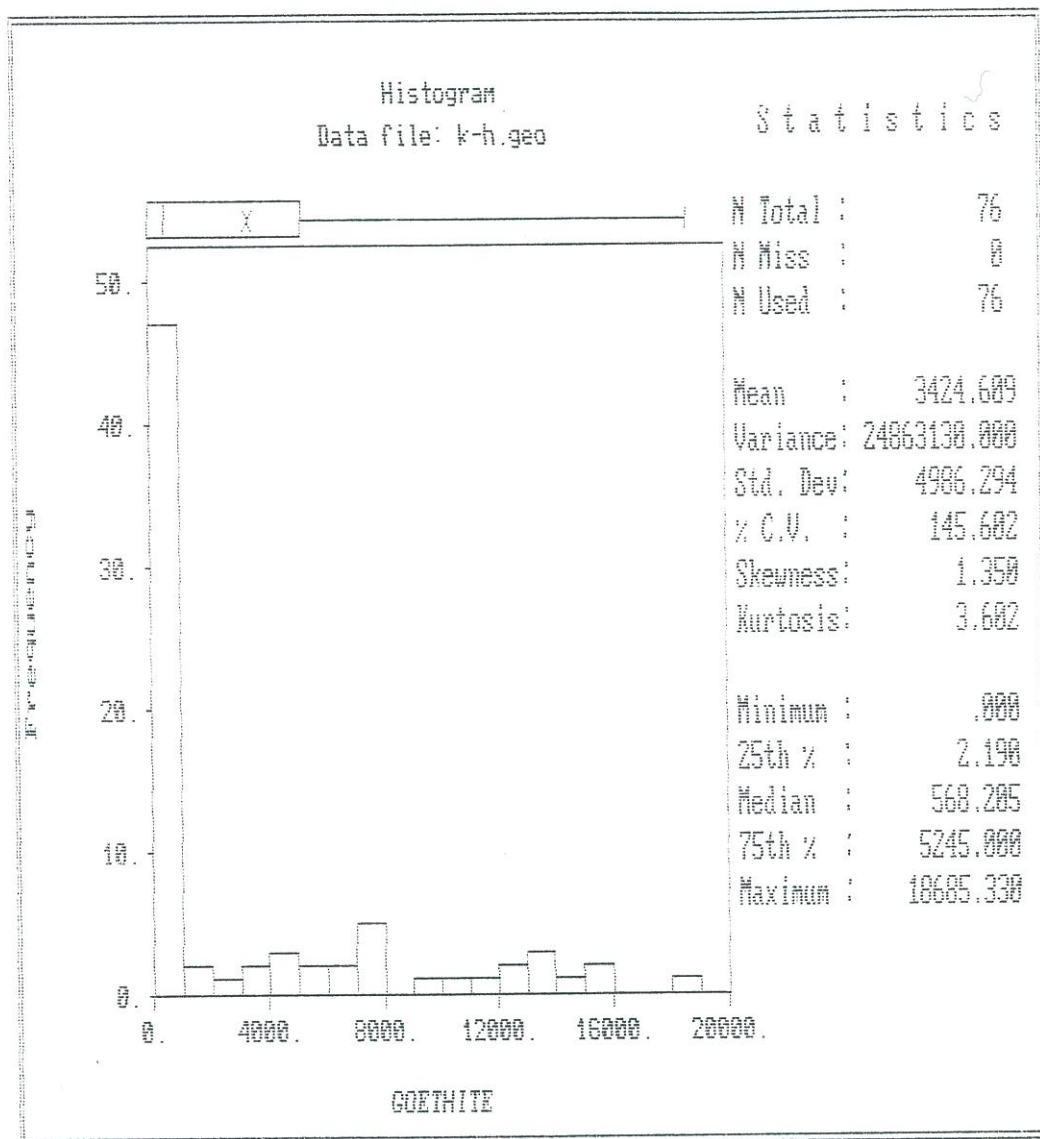
Fig 7-2 Graphical Representation of Factor Analysis for Geochemical Variables of Anomalous Samples in Joshaghan 1/50,000 Sheet .



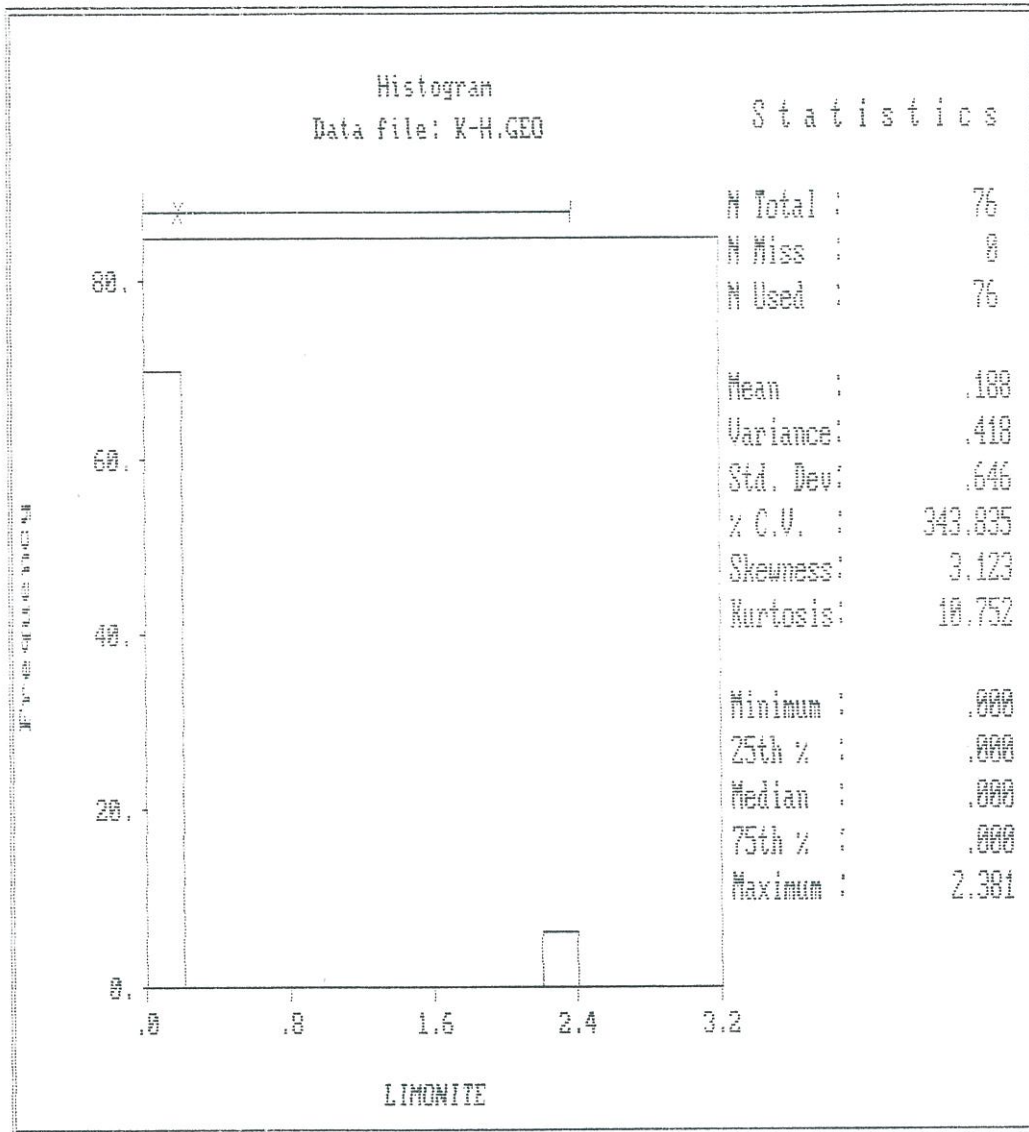
شکل ۸-۱



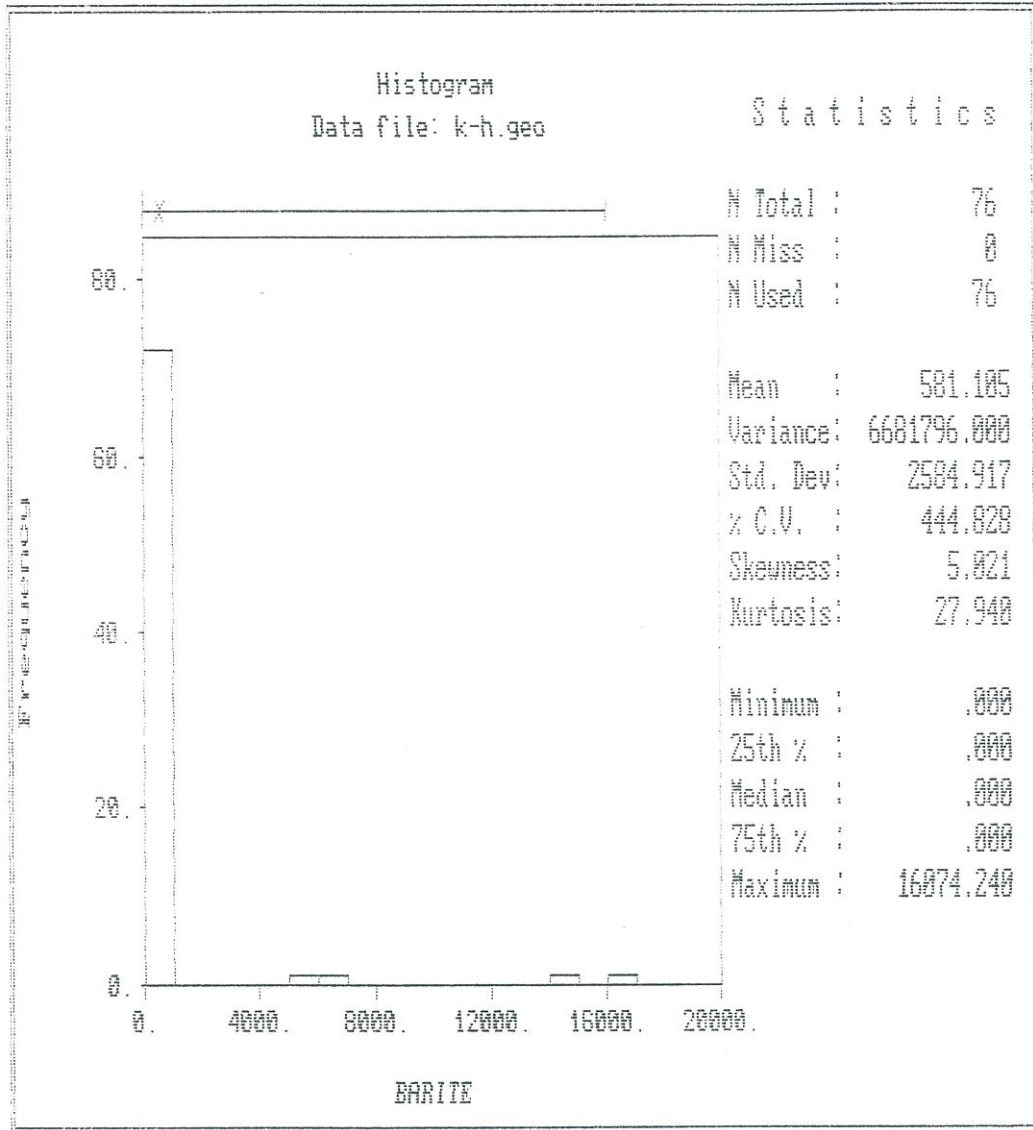
شکل ۸- ۲



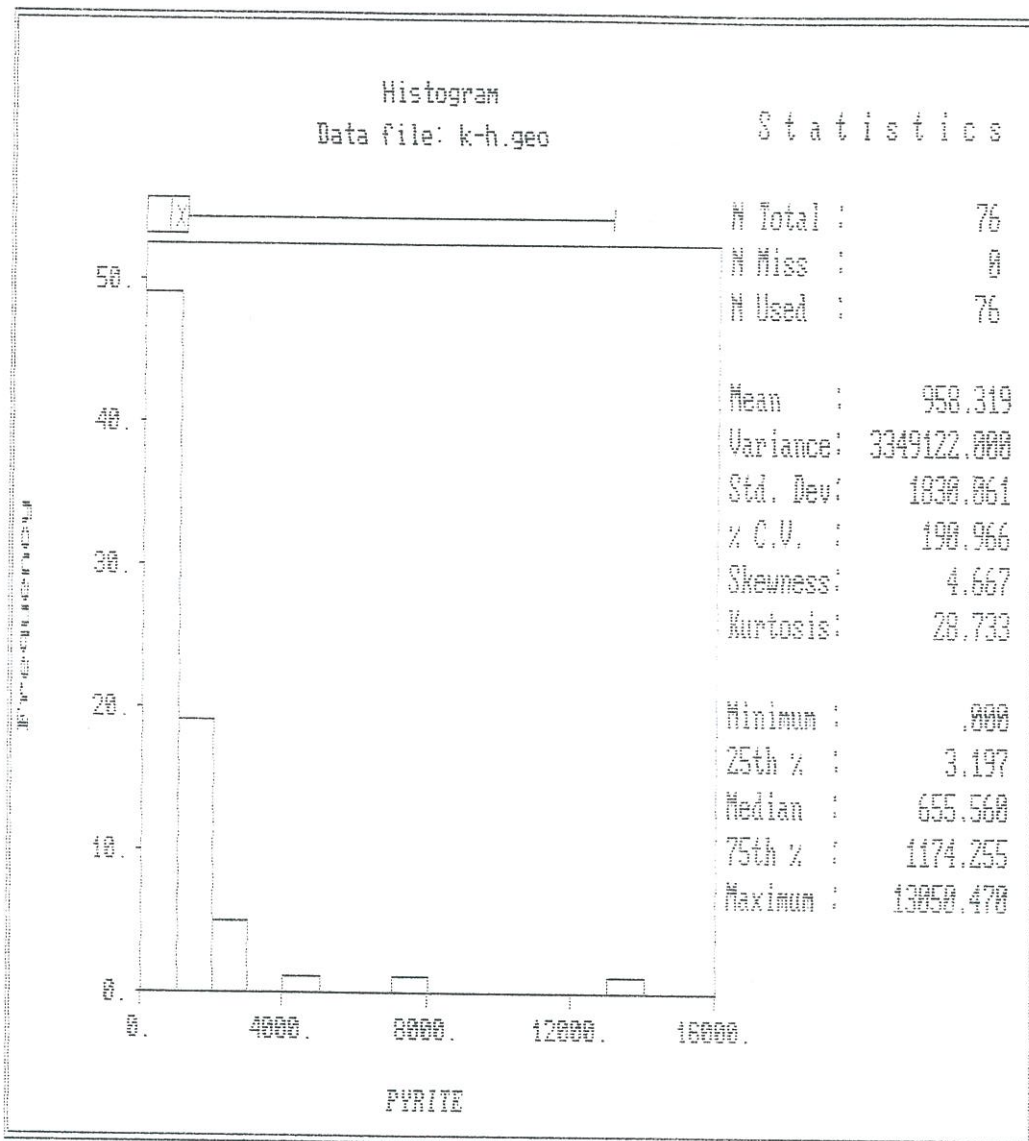
شکل ۸-۳



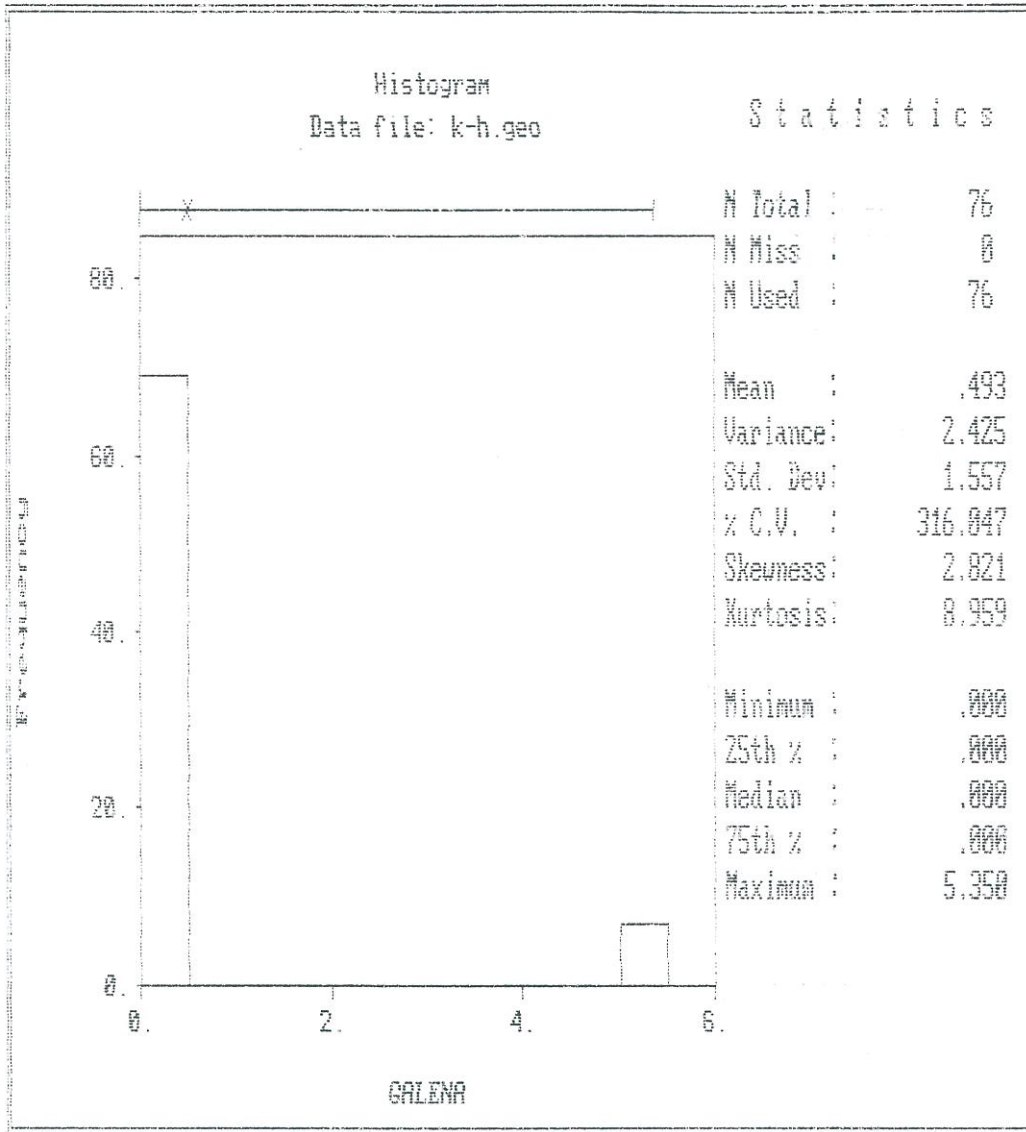
شکل ۸ - ۴



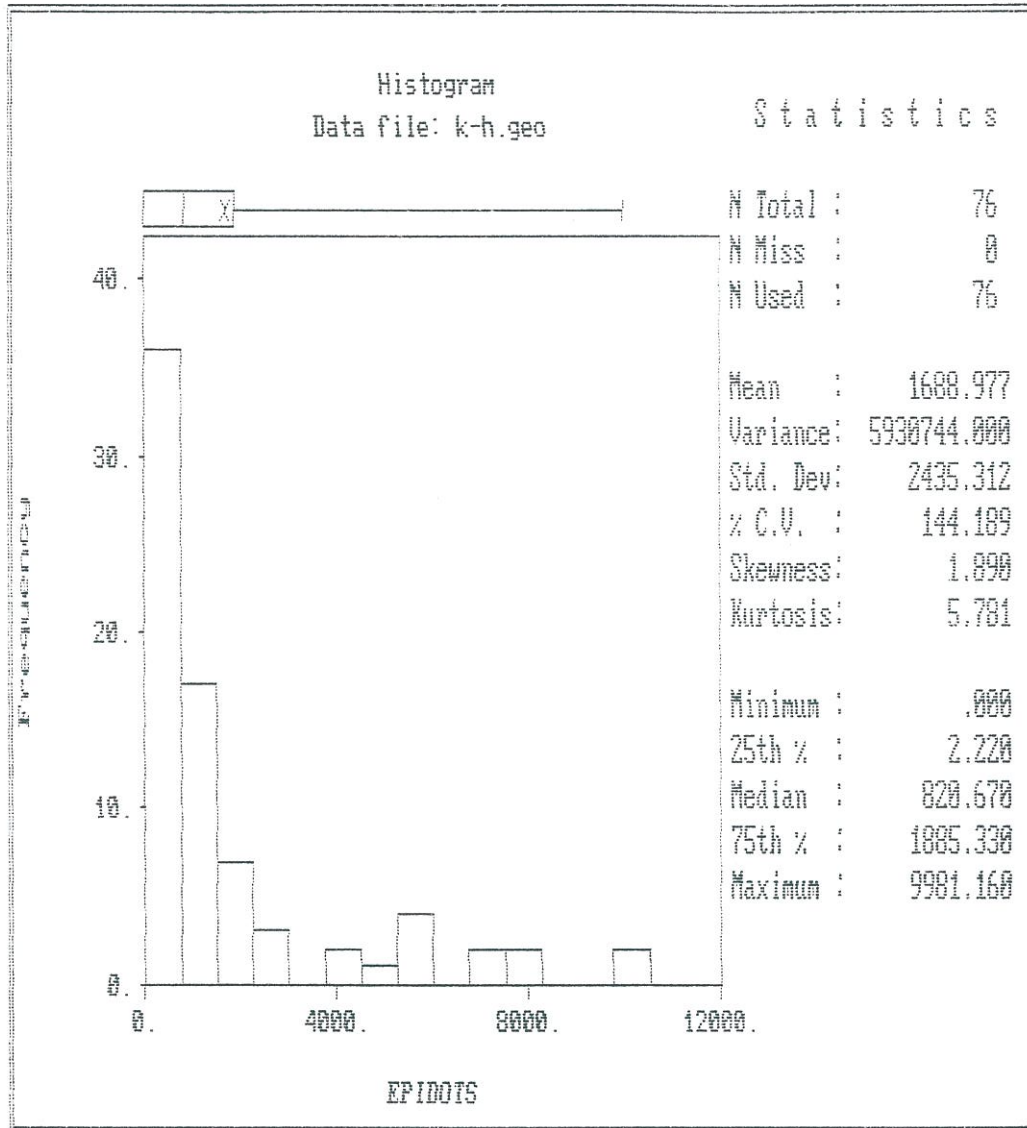
شکل ۸-۵



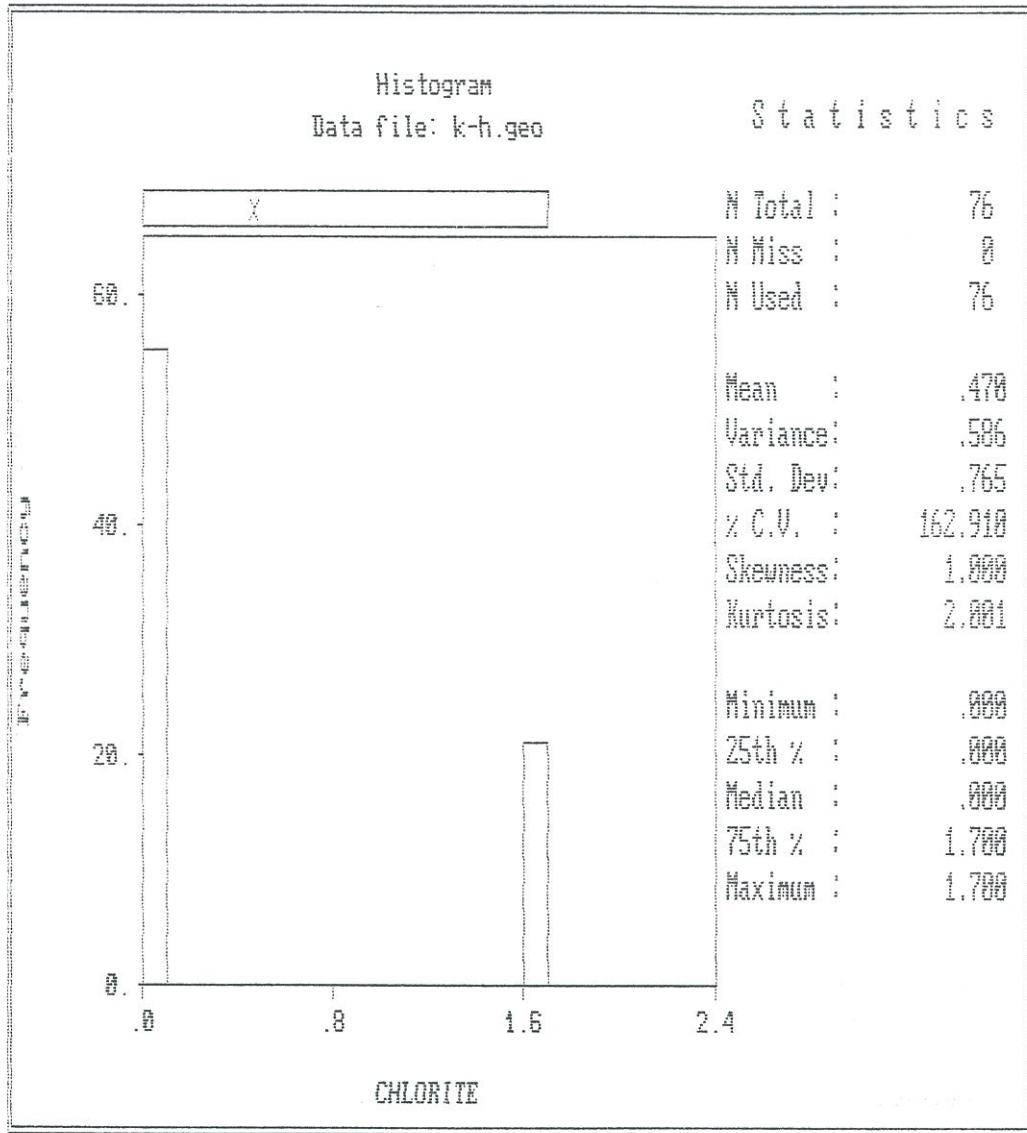
شکل ۸- ۶



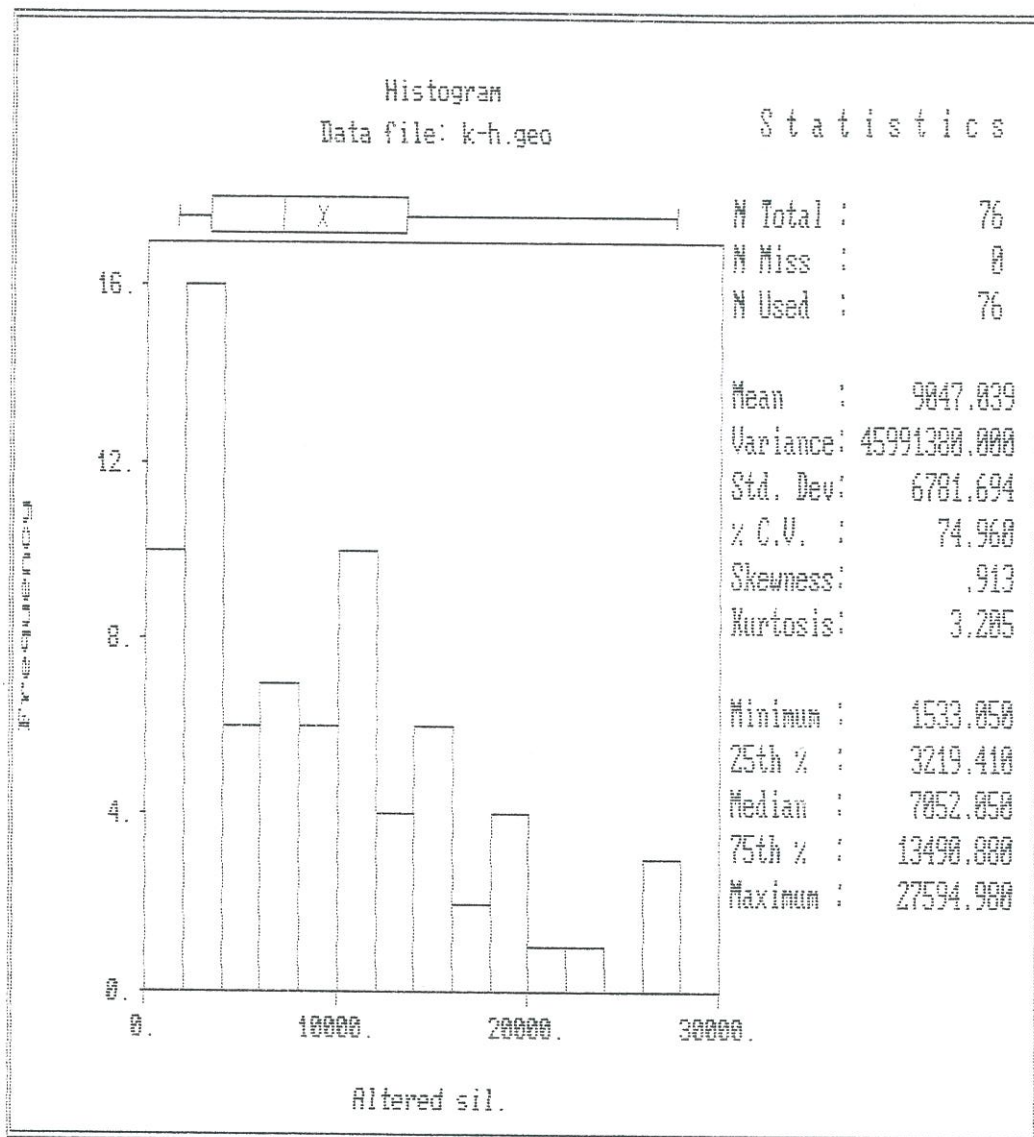
شکل ۸- ۷



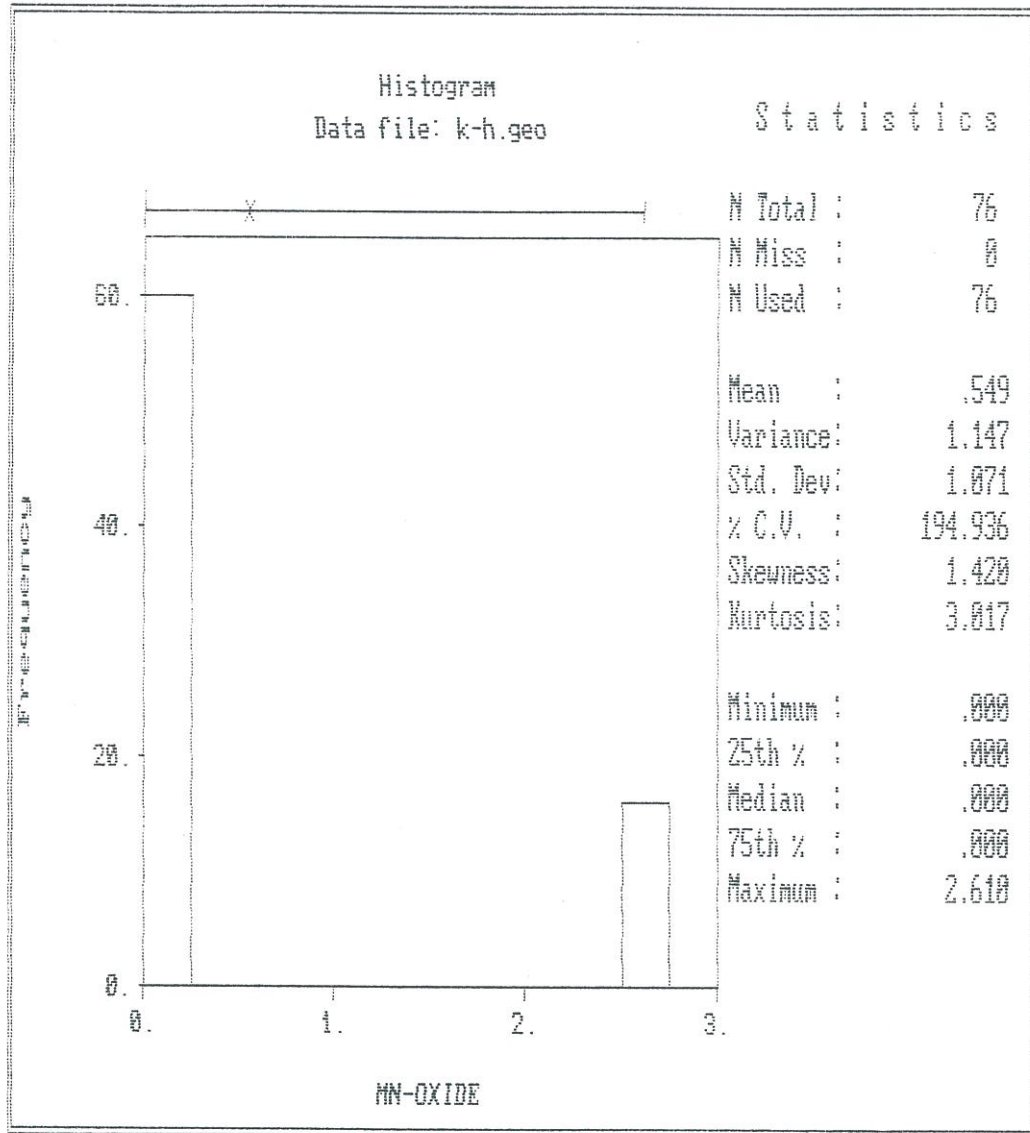
شكل ٨ - ٨

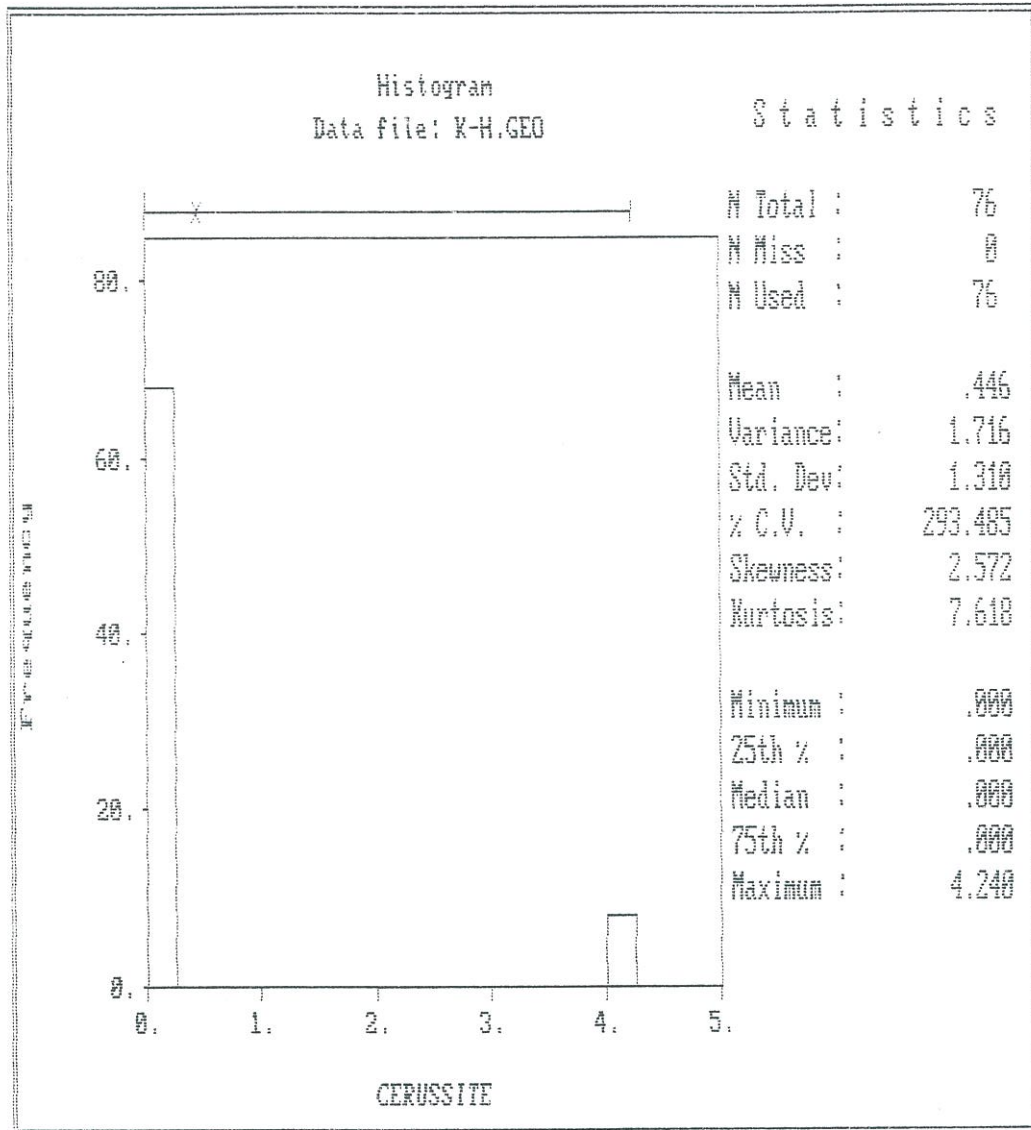


شکل ۸ - ۹

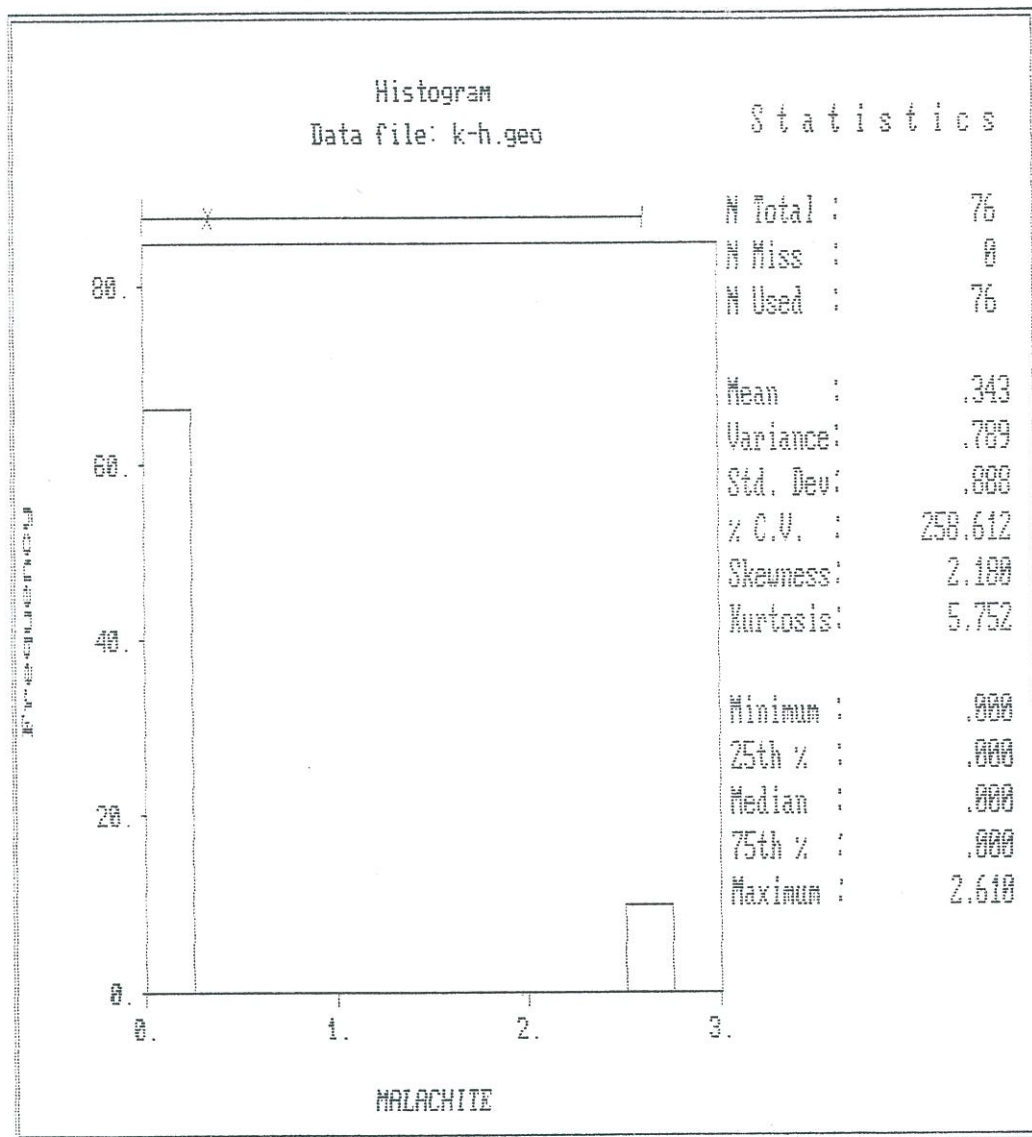


شکل ۸-۱۰



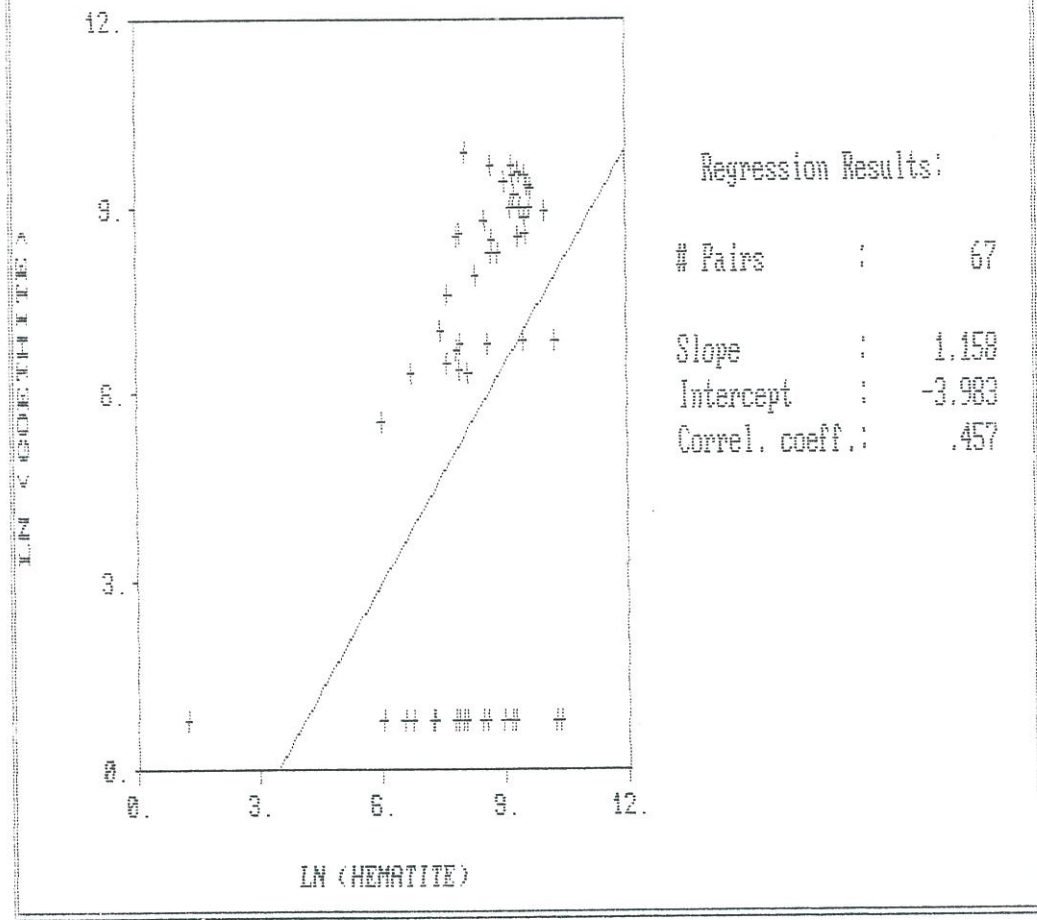


شکل ۸ - ۱۲

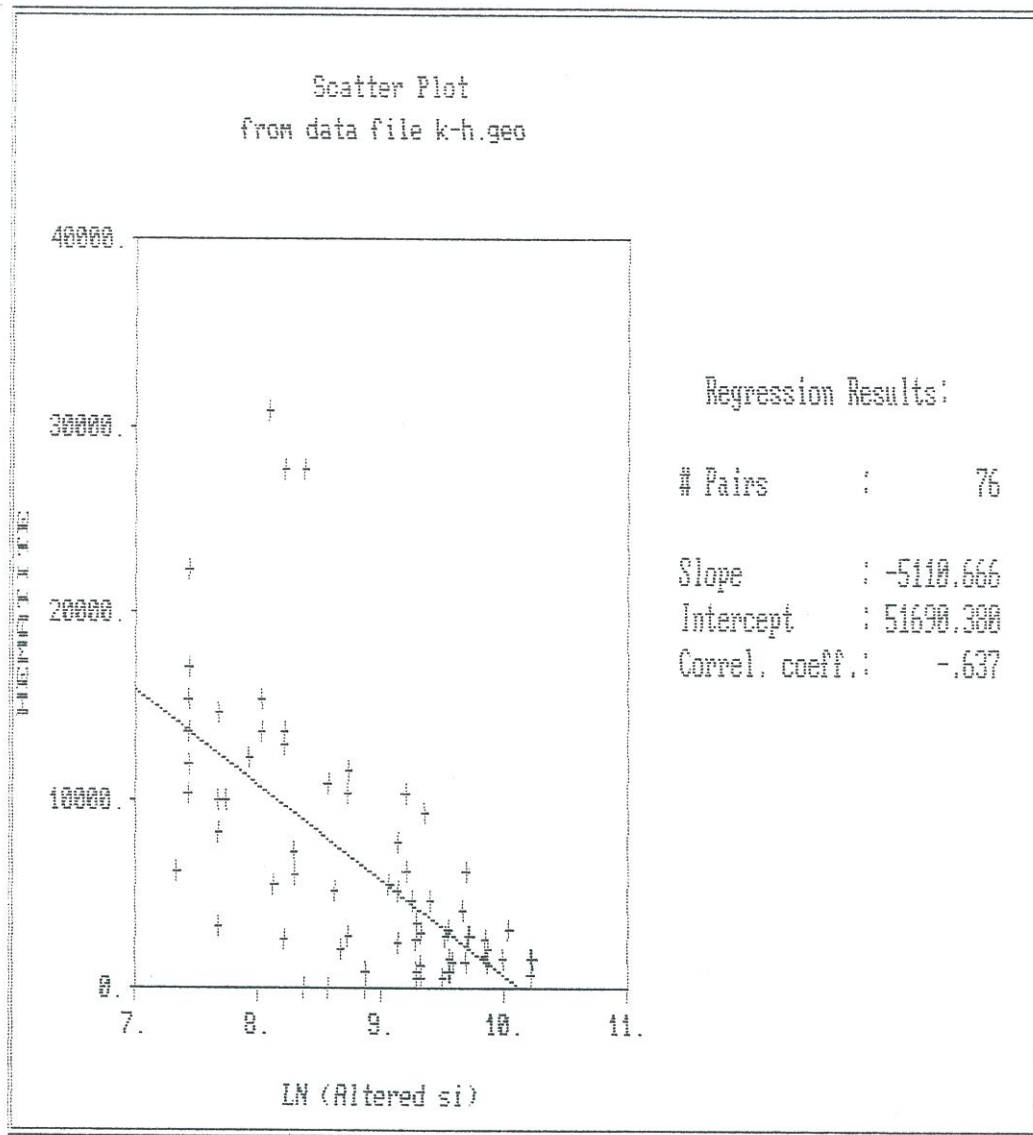


شکل ۸-۱۳

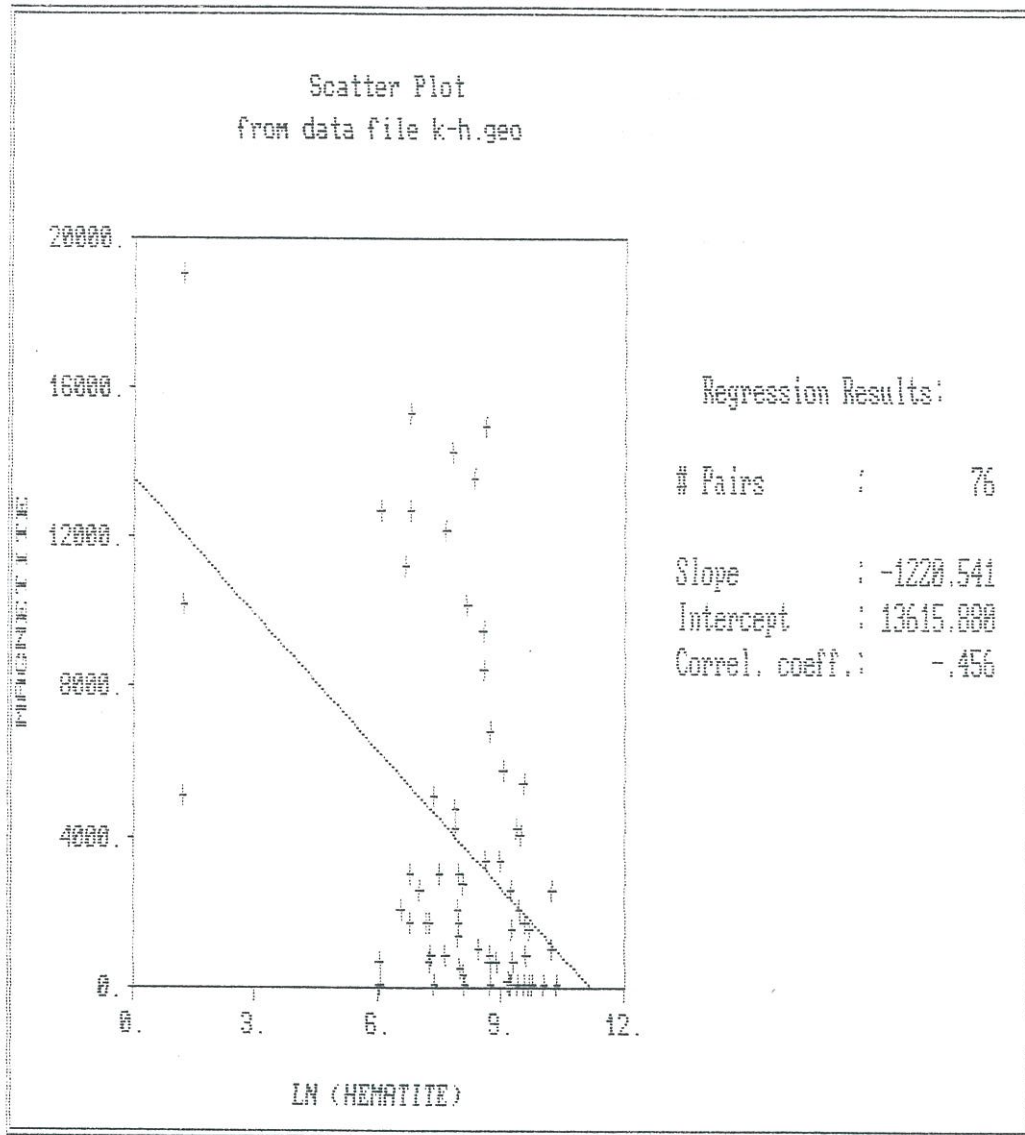
Scatter Plot
from data file k-h.geo



شکل ۸-۱۴

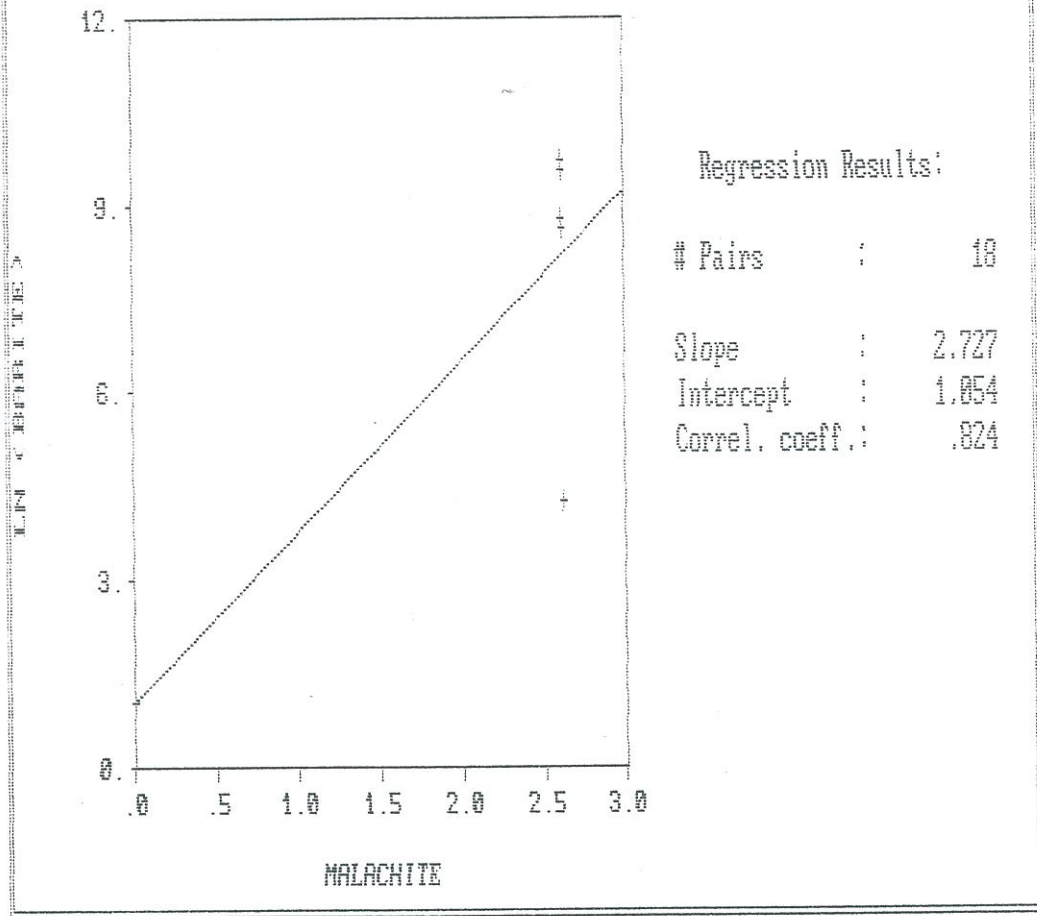


شکل ۸- ۱۵

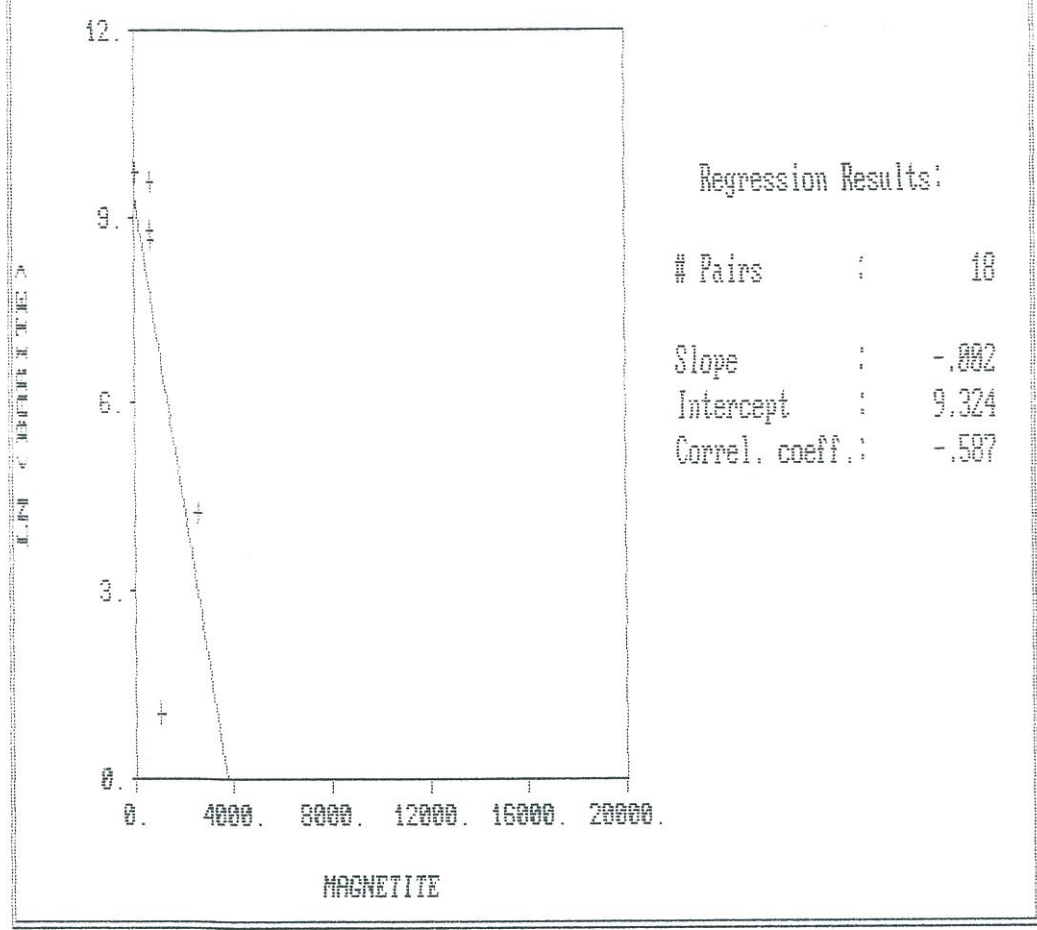


شکل ۸ - ۱۶

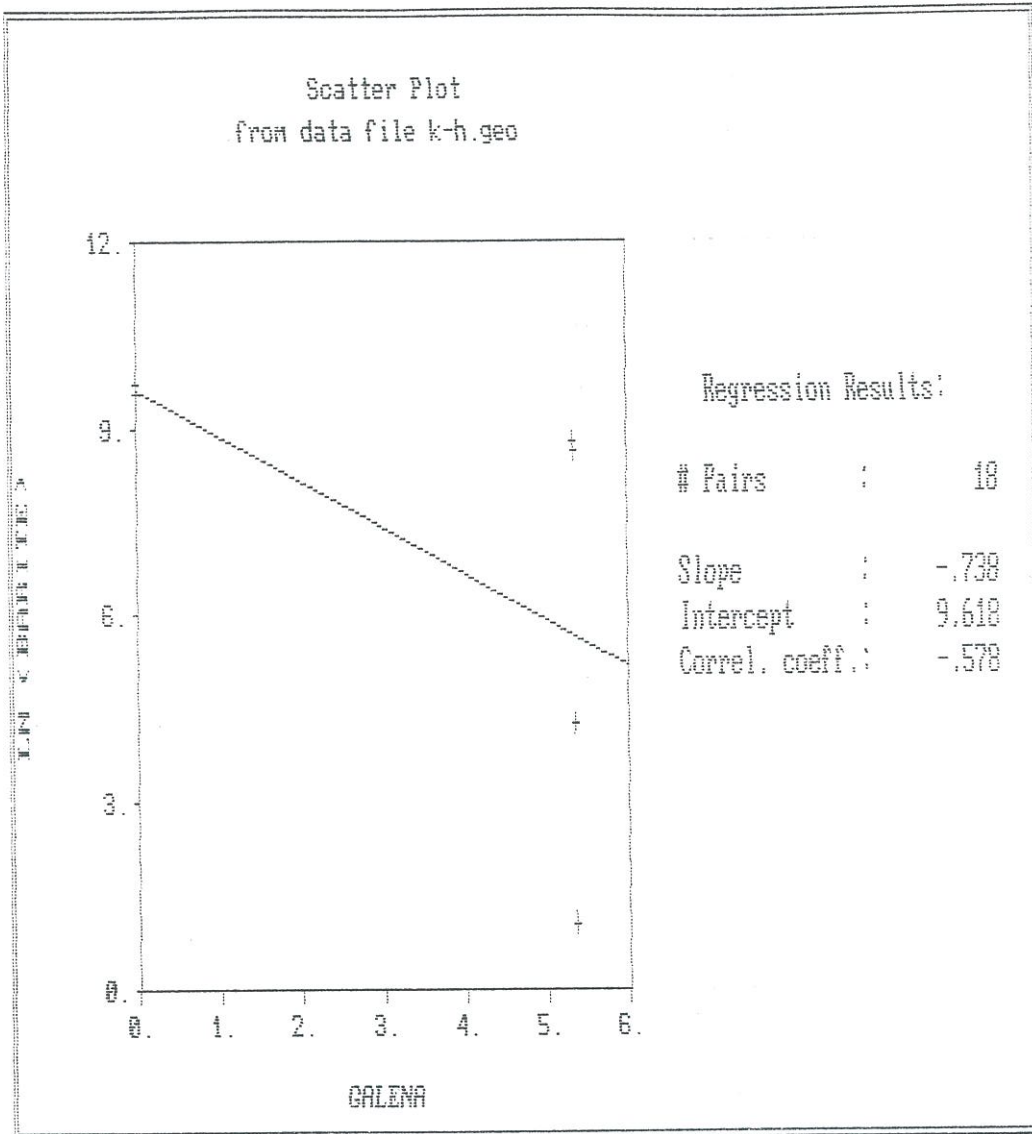
Scatter Plot
from data file k-h.geo



Scatter Plot
from data file k-h.geo



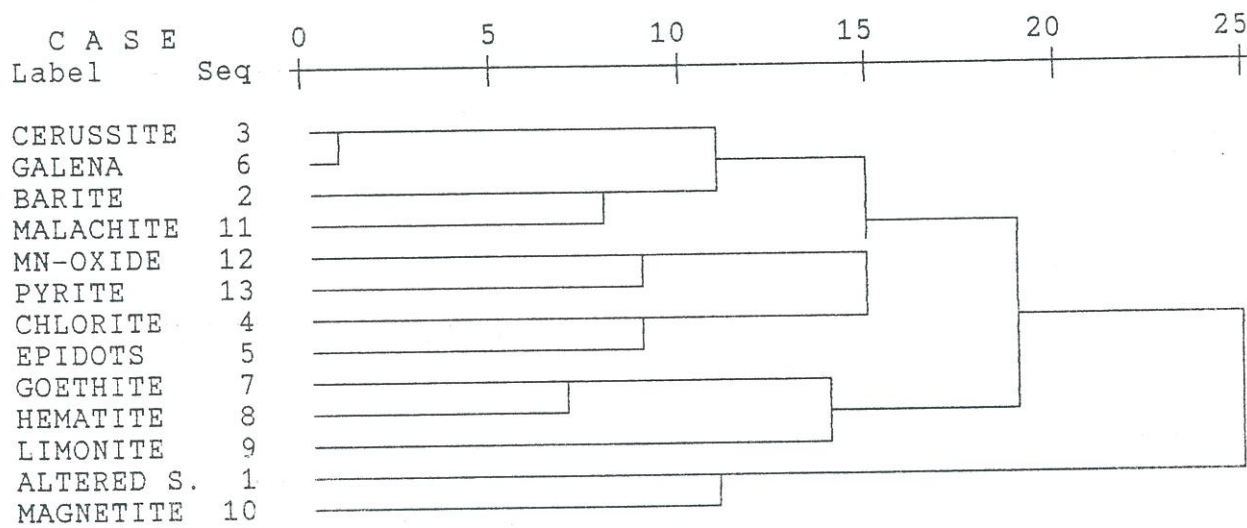
شکل ۸-۱۸

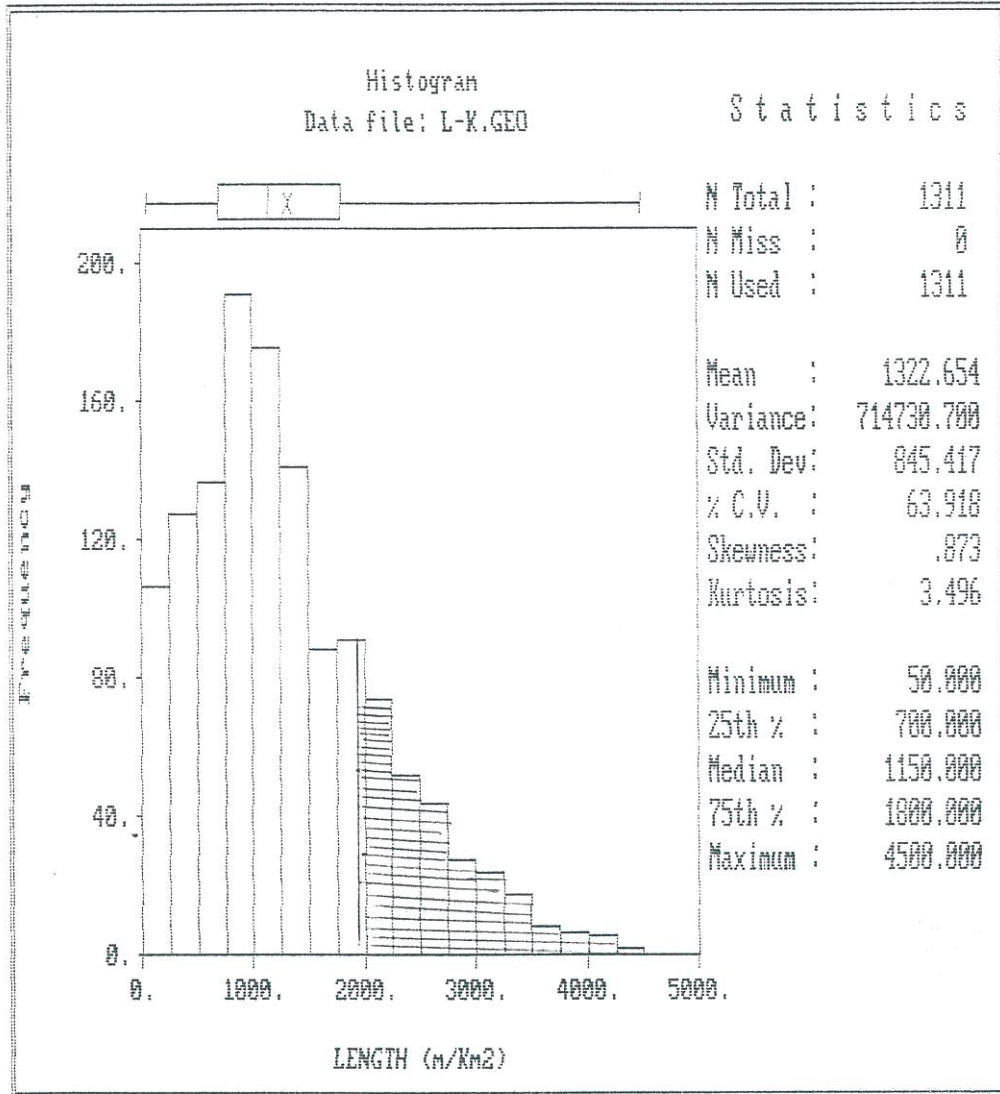


شکل ۸ - ۱۹

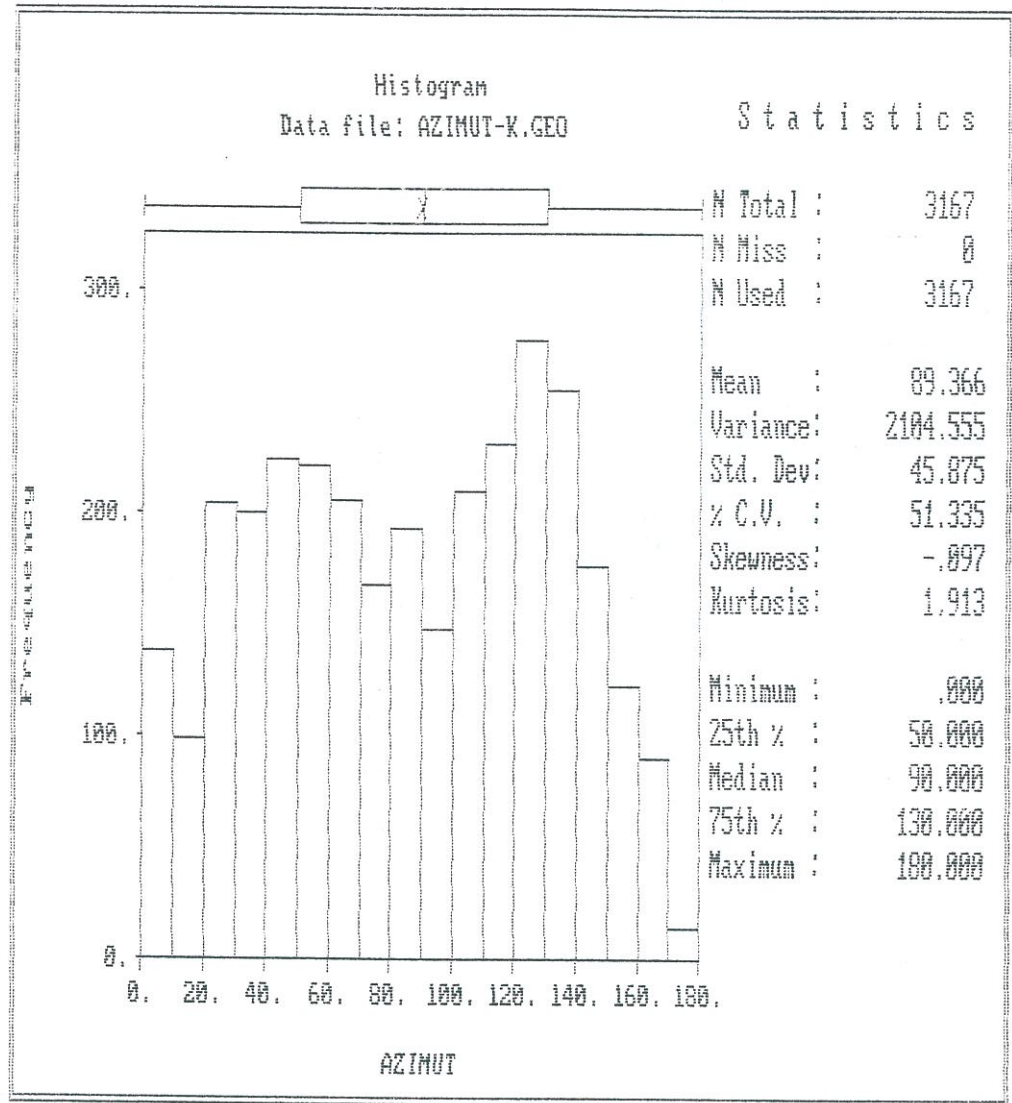
Dendrogram using Complete Linkage

Rescaled Distance Cluster Combine





شکل ۸ - ۲۱



شکل ۸ - ۲۲

FRACTURE AZIMUTH FREQUENCY DIAGRAM (* ROSE DIAGRAM *)

EXPLANATION

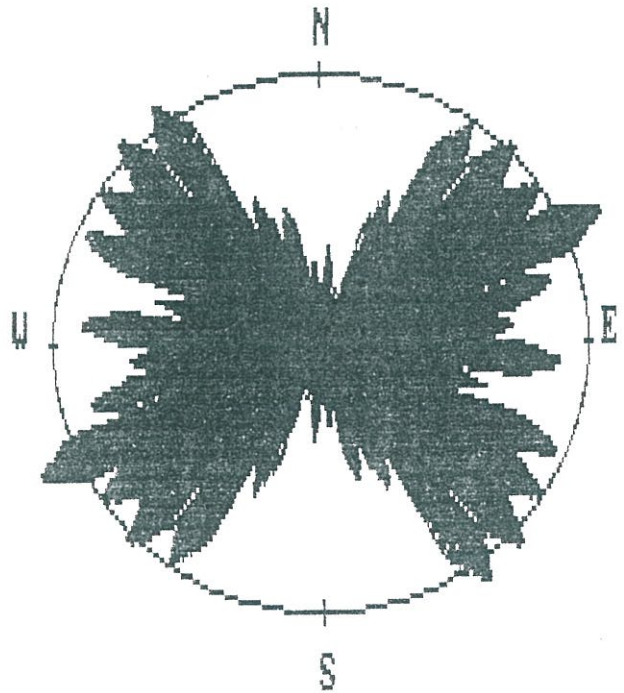
AREA: KASHAN 1/100,000 SHEET

NUMBER OF DATA: 2692

EACH INTERVAL 10 DEGREE

BY:

DATE:



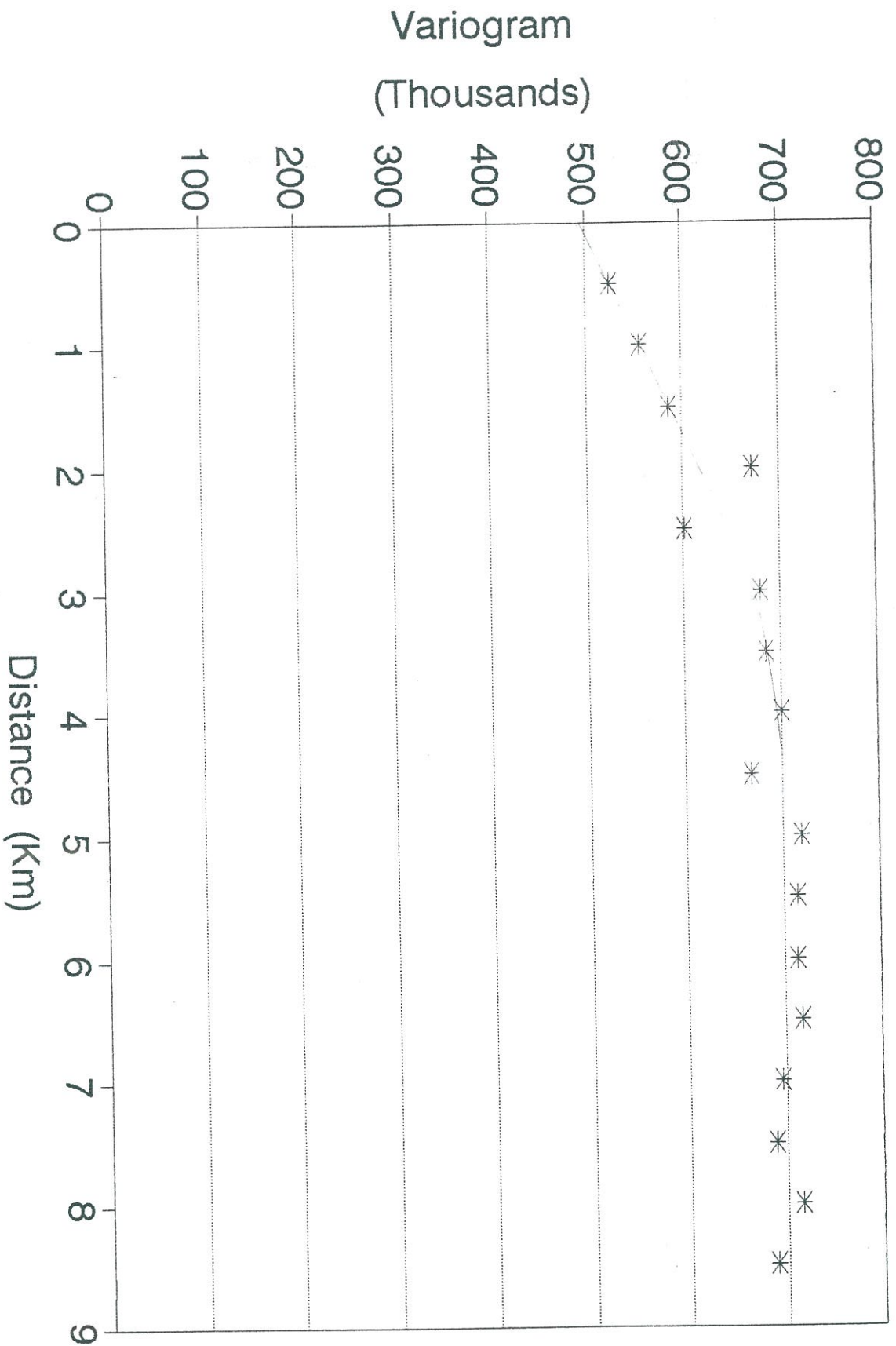
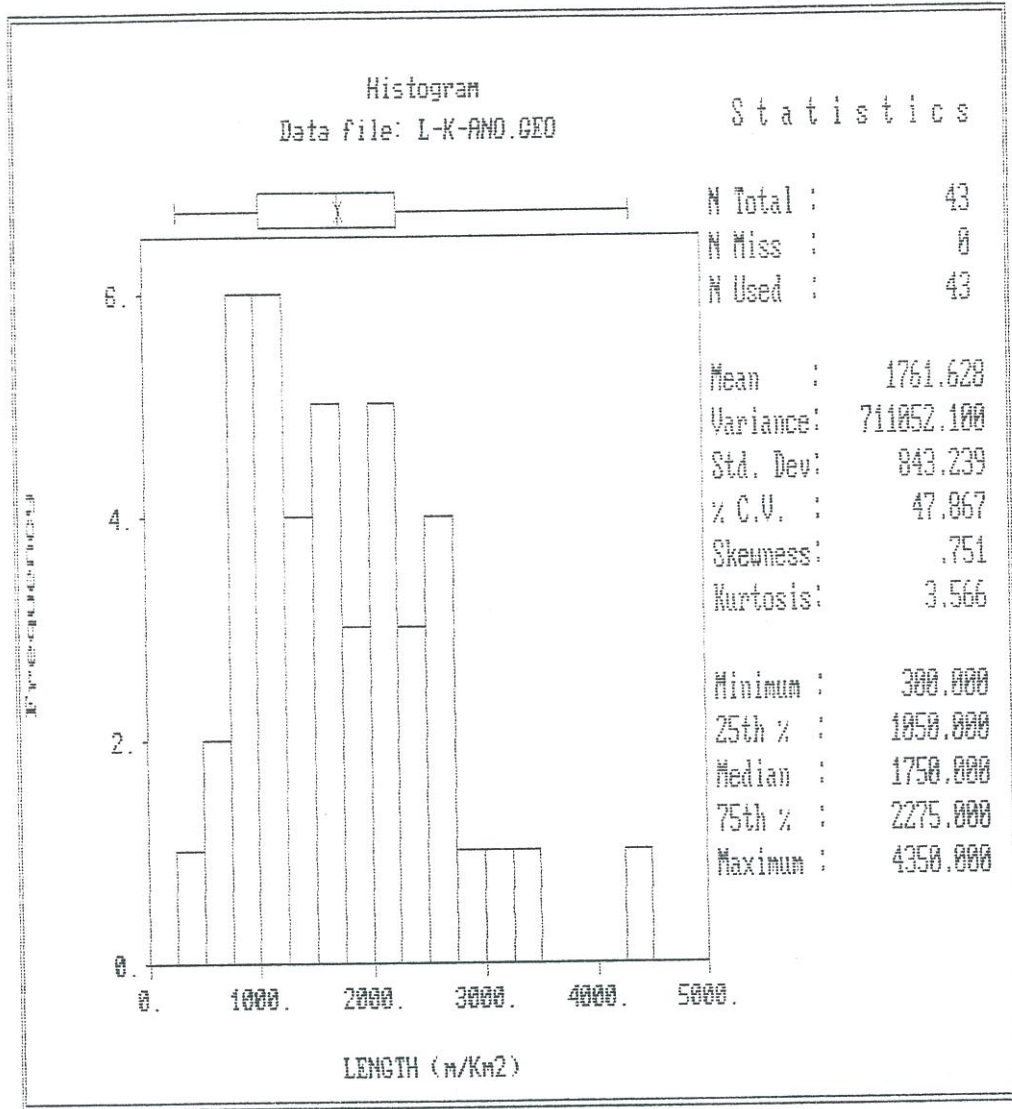
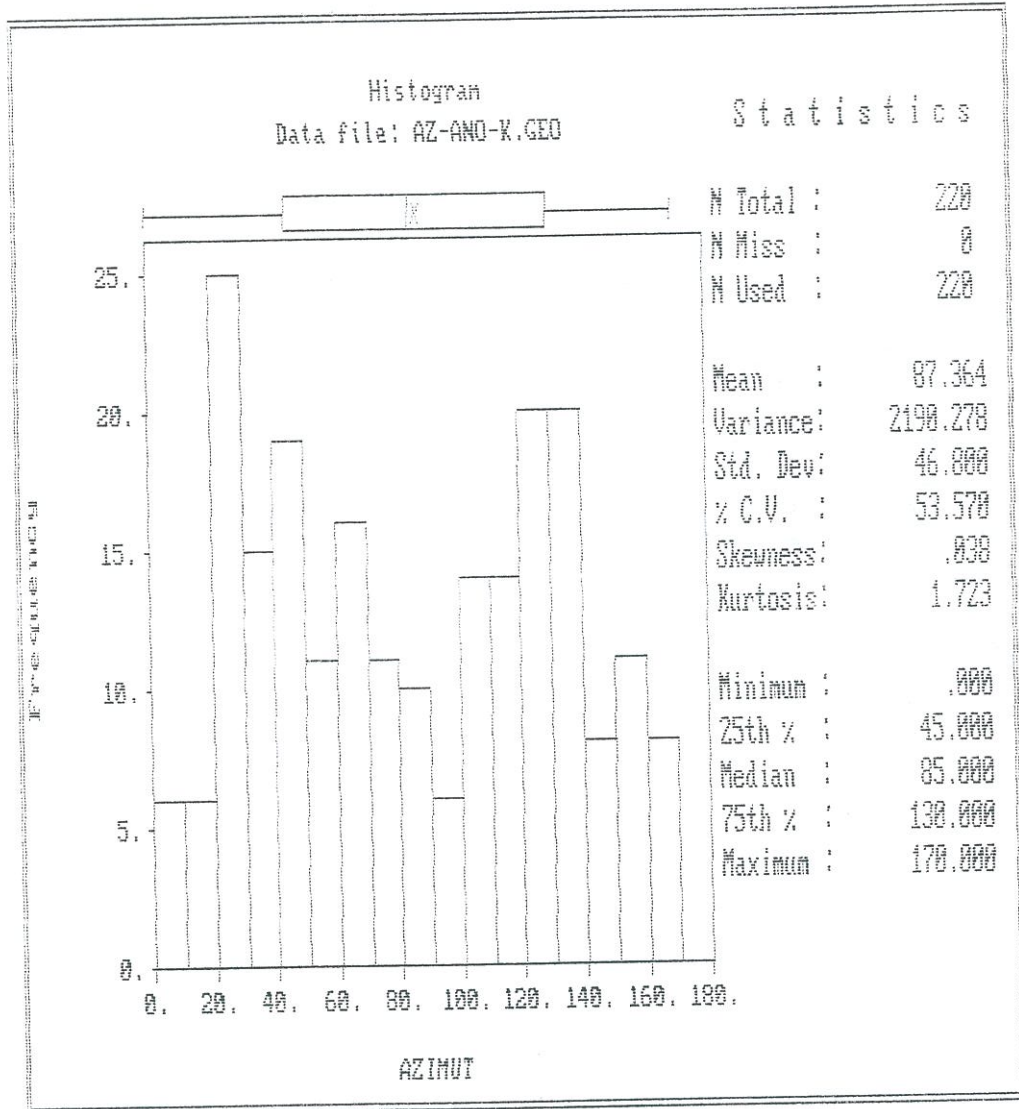


Fig . VARIOGRAM OF FAULT DENSITY (m/Km2) IN KASHAN 1/100,000 SHEET .

۲۶-۸ ج ۵۰





شکل ۸ - ۲۶

FRACTURE AZIMUTH FREQUENCY DIAGRAM (* ROSE DIAGRAM *)

EXPLANATION

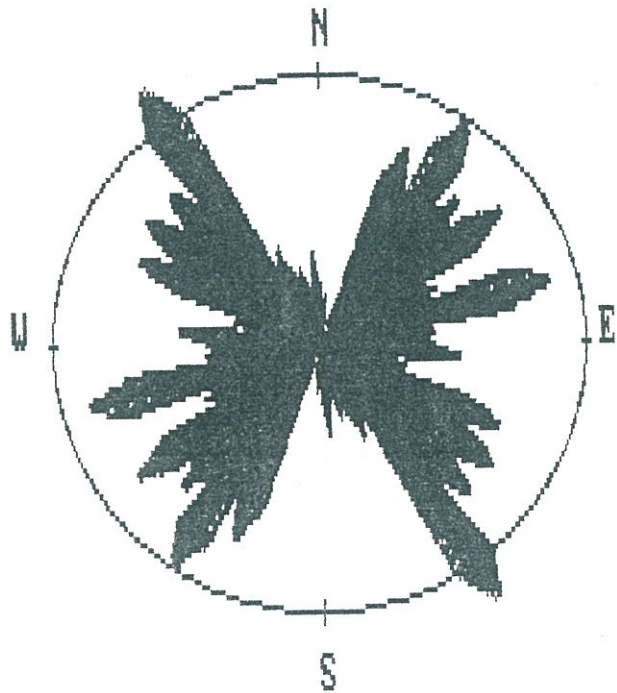
AREA: KASHAN 1/100,000 SHEET

NUMBER OF DATA: 220

EACH INTERVAL 10 DEGREE

BY:

DATE:



Difference of Values

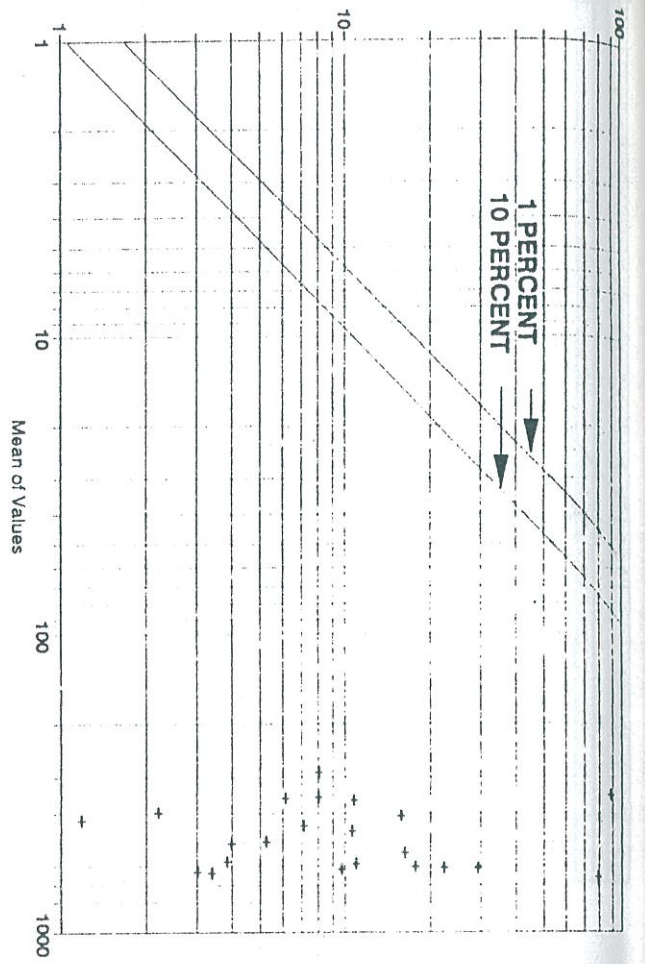


Fig. (10-1) - (Si x 10)

Difference of Values

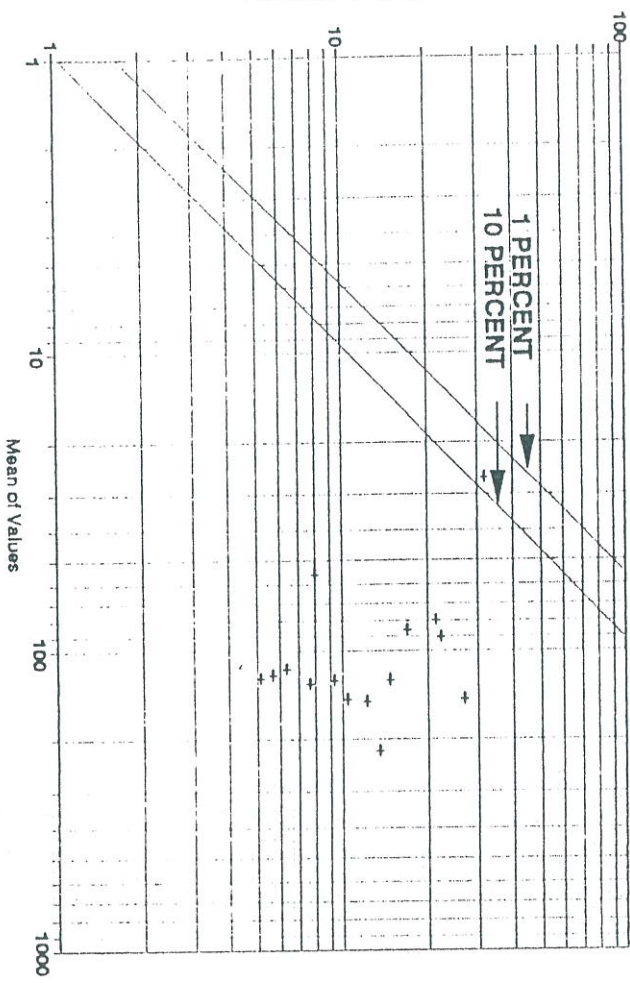


Fig. (10-3) - (P x 1000)

Difference of Values

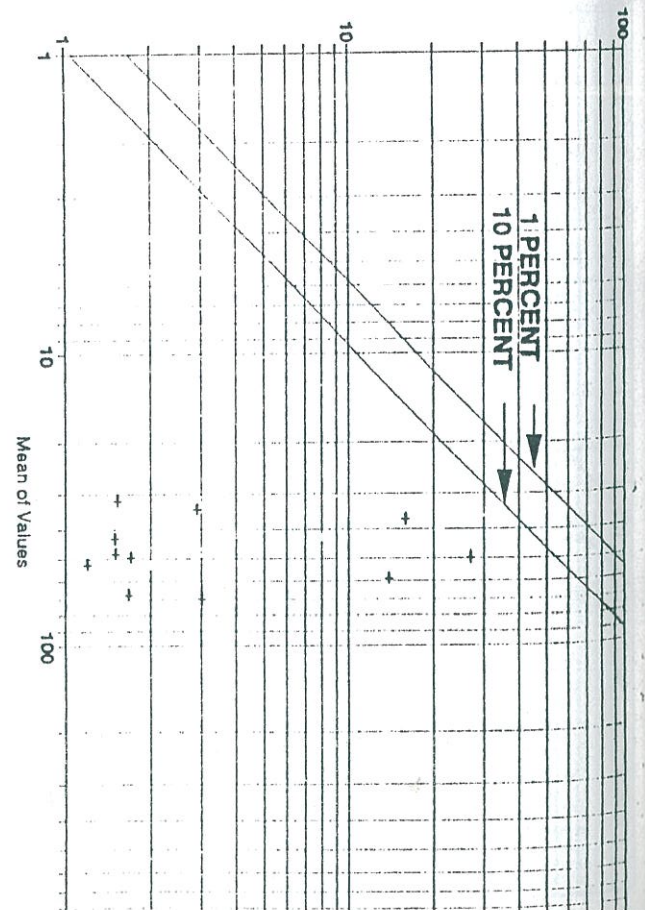


Fig. (10-2) - (Fe x 10)

Difference of Values

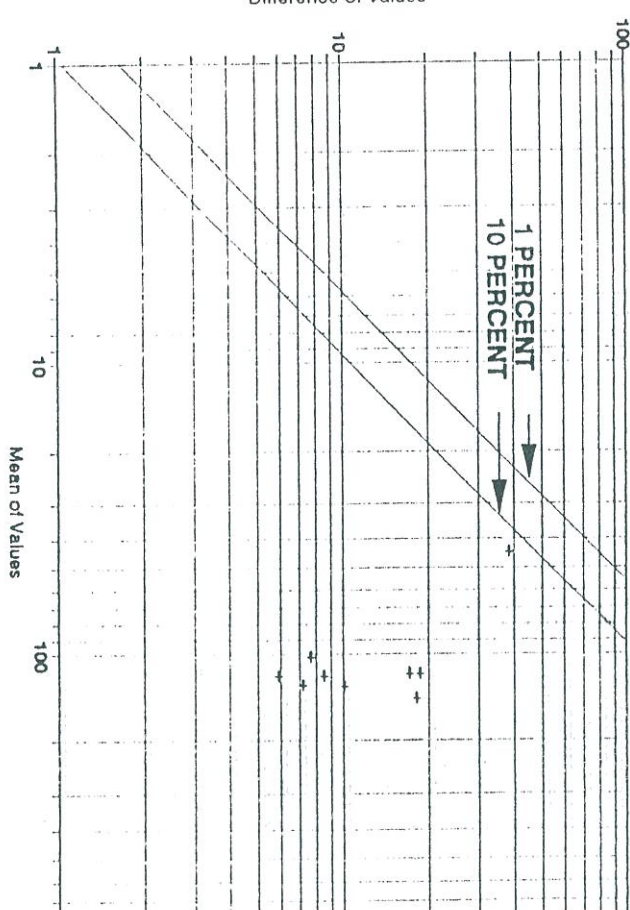


Fig. (10-4) - (Mn x 1000)

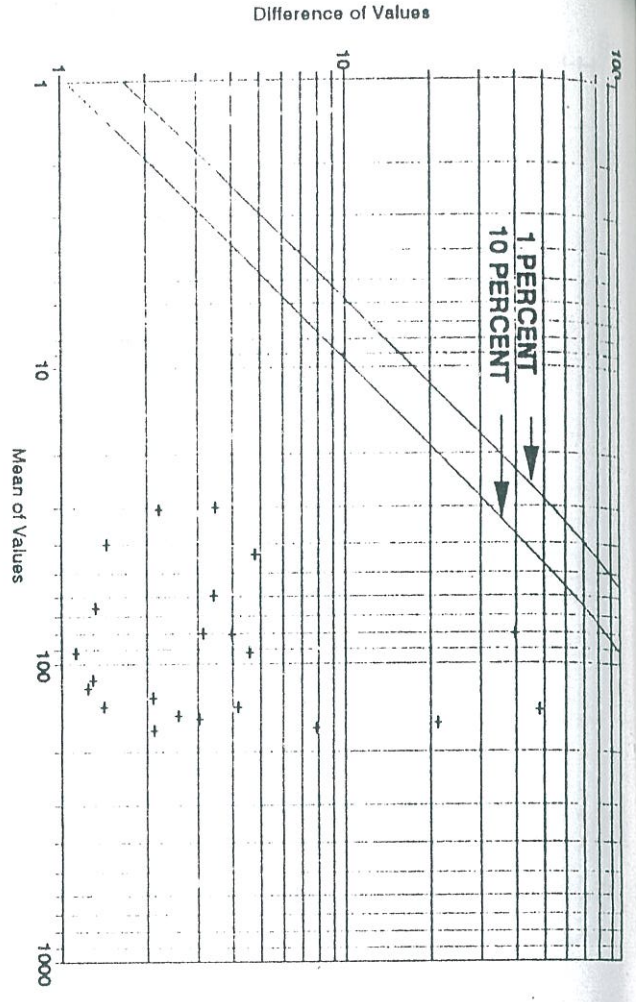


Fig. (10-5) - (AI x 10)

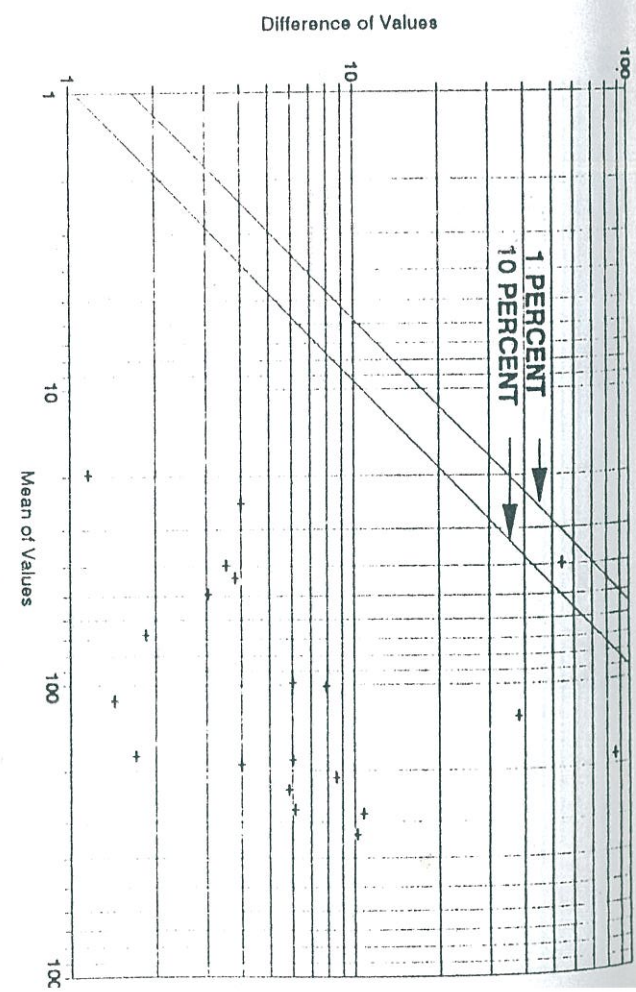


Fig. (10-6) - (Ca x 10)

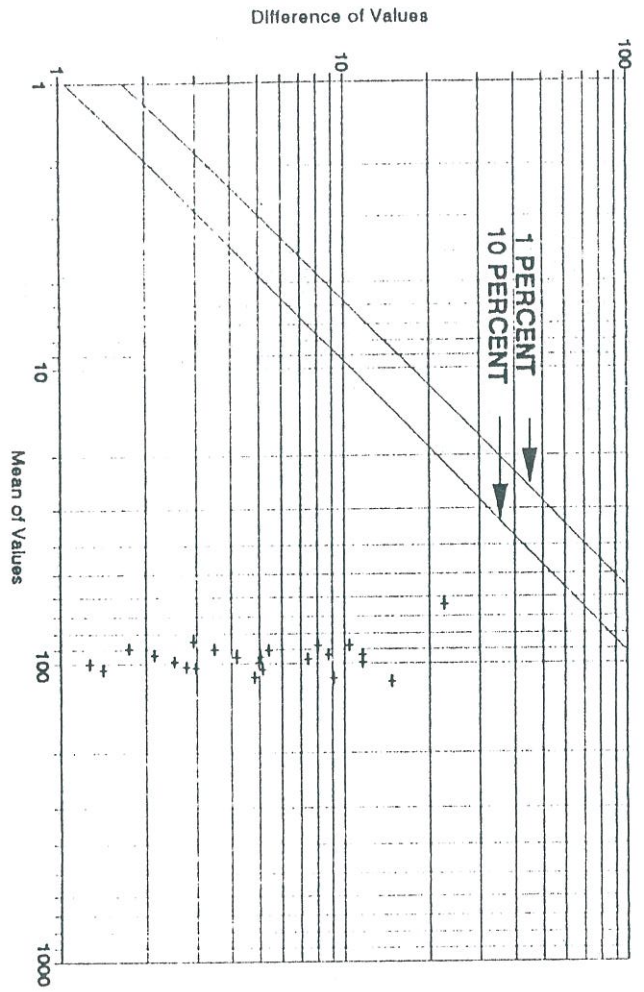


Fig. (10-7) - (Au x 100)

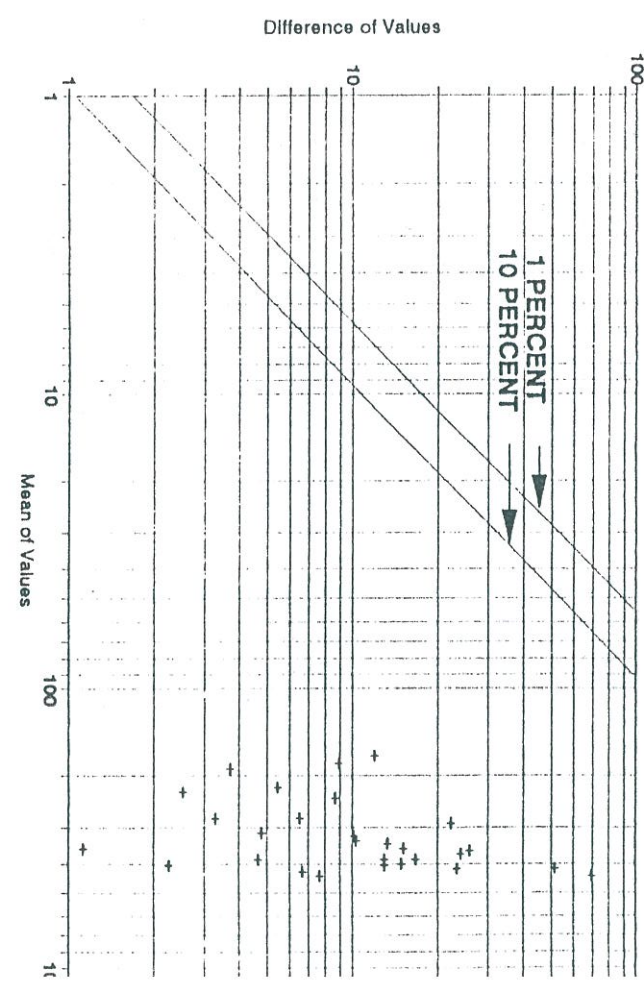


Fig. (10-8) - (As x 100)

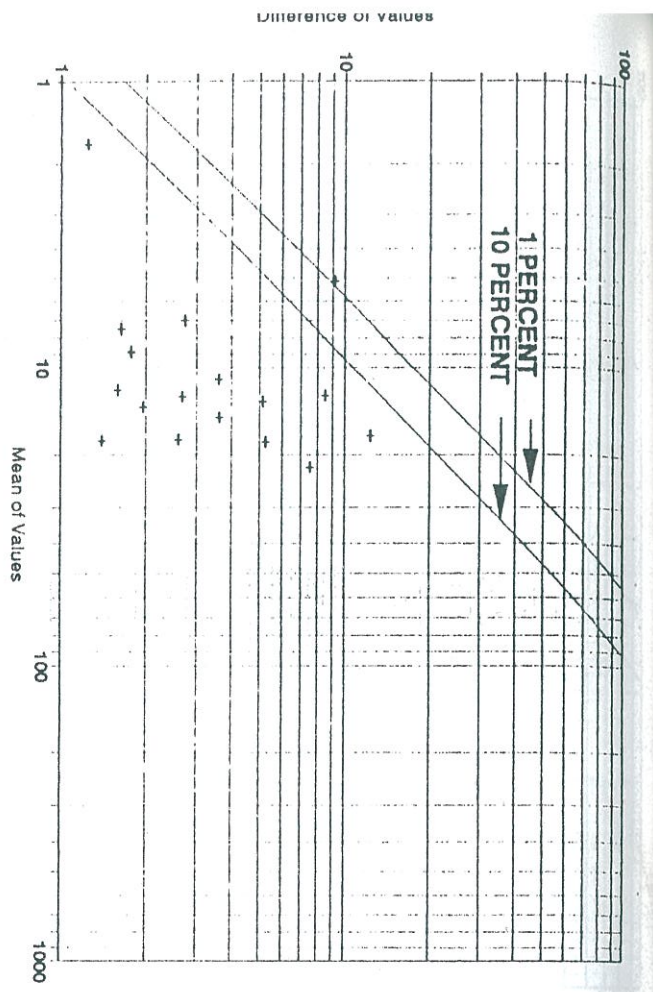


Fig. (10-9) - (Cd x 10)

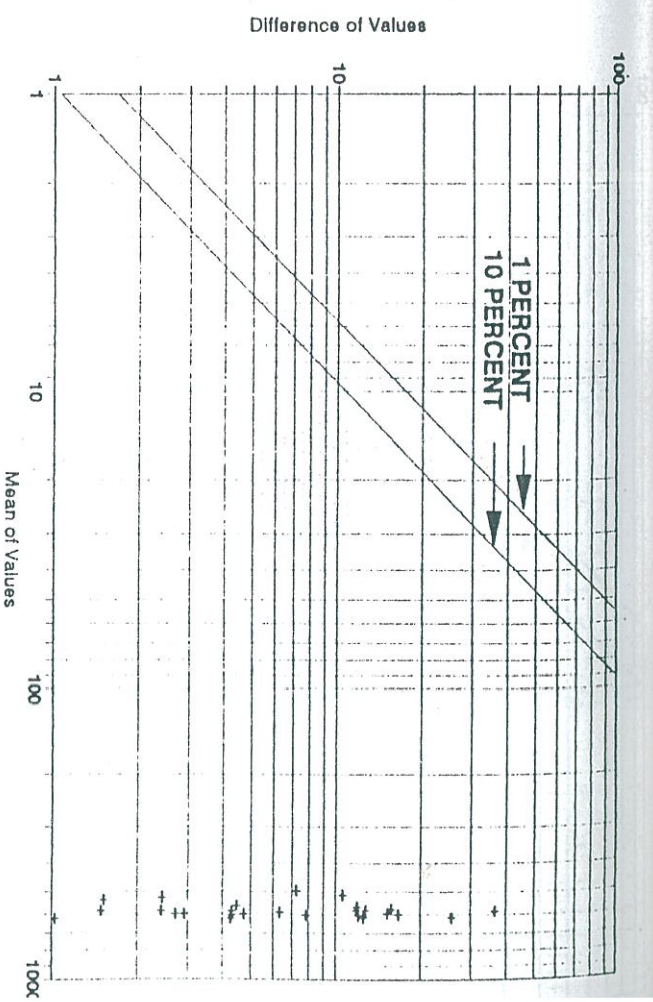


Fig. (10-10) - (Hg x 100)

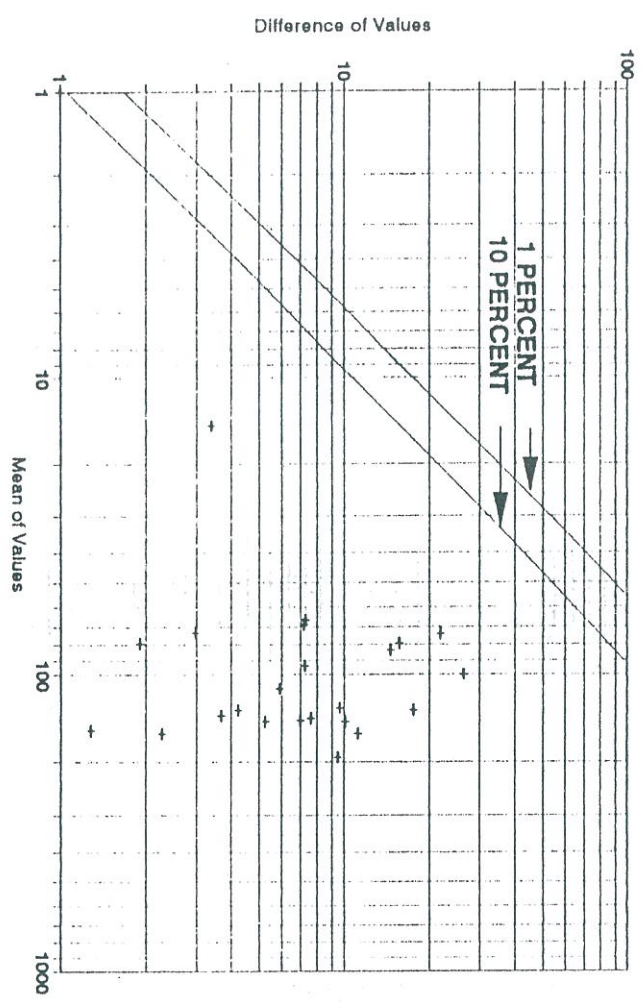


Fig. (10-11) - (Mo x 100)

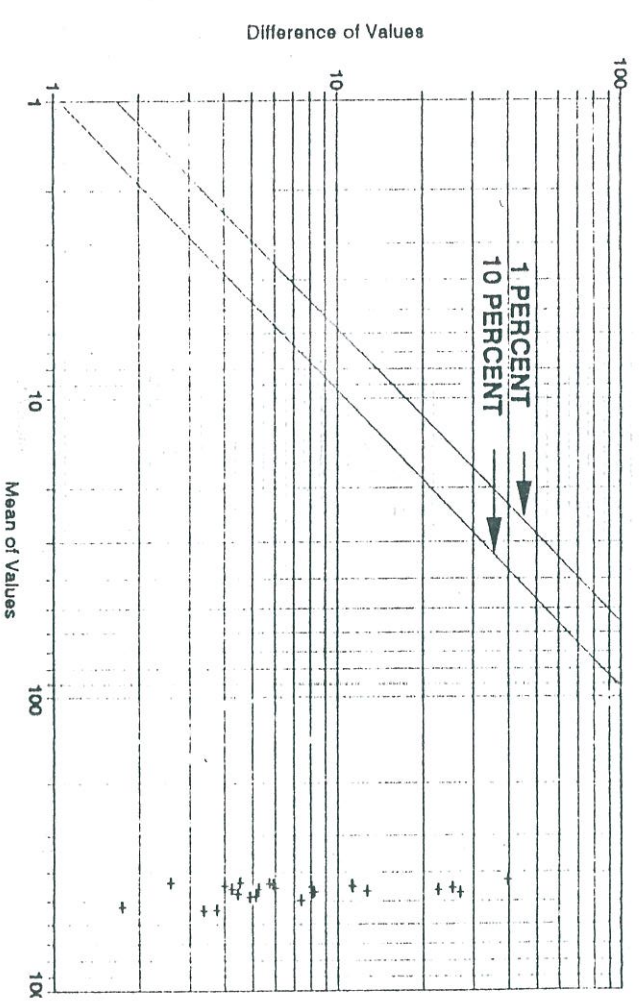


Fig. (10-12) - (Sn x 100)

Difference of Values

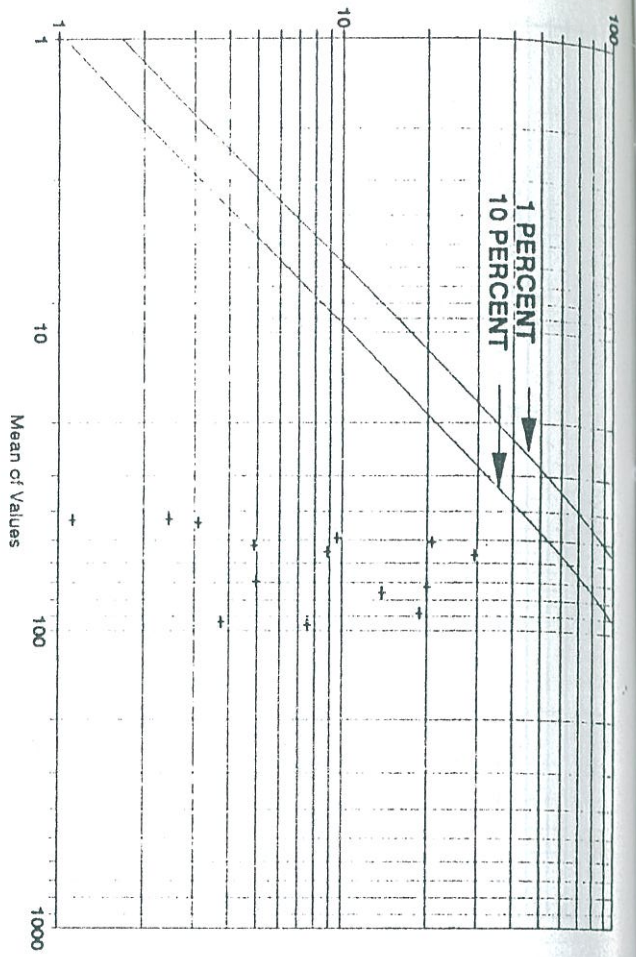


Fig. (10-13) - (W x 100)

Difference of Values

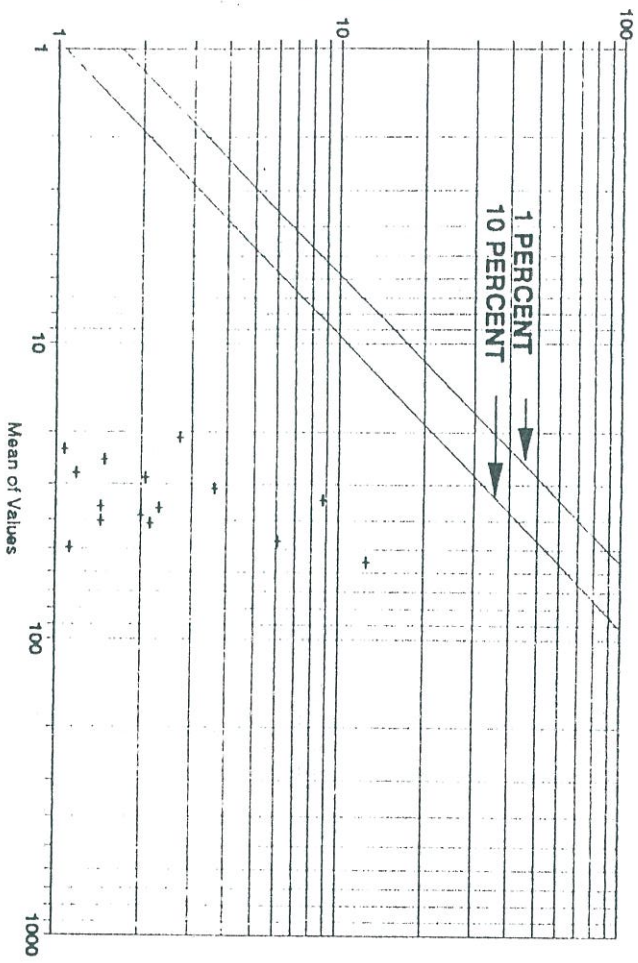


Fig. (10-15) - (Cr)

Difference of Values

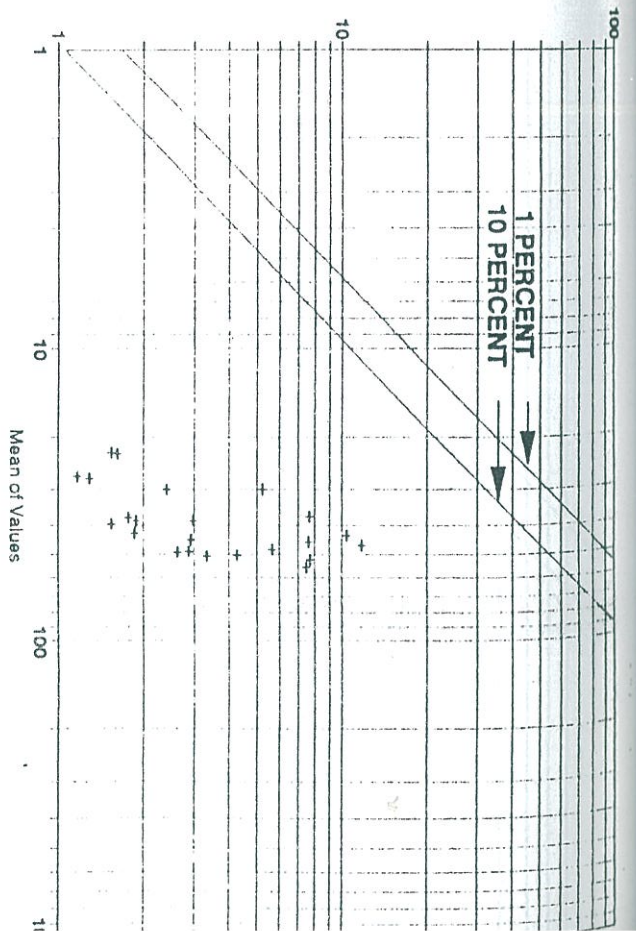


Fig. (10-14) - (Sb x 10)

Difference of Values

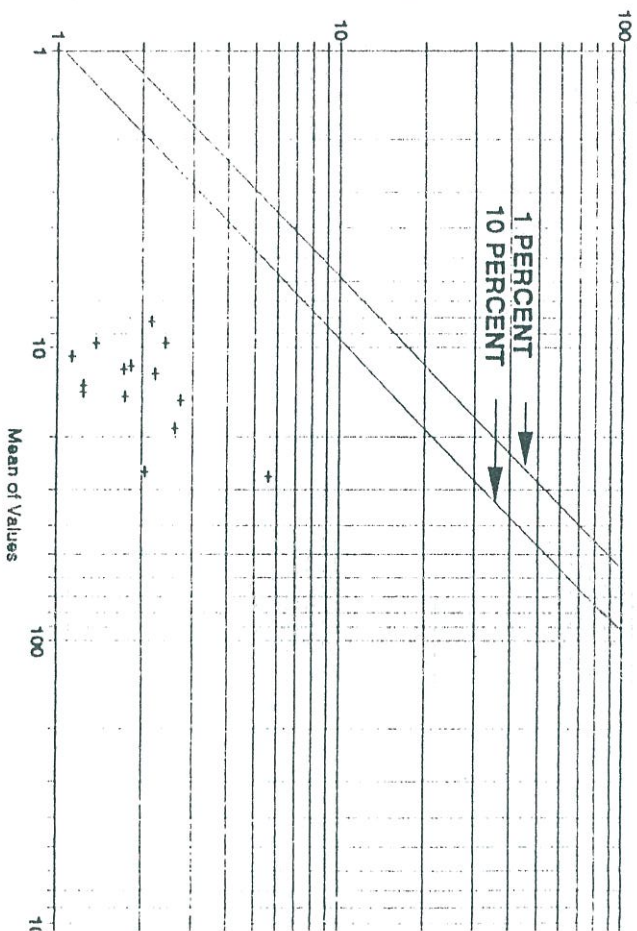


Fig. (10-16) - (Ni / 10)

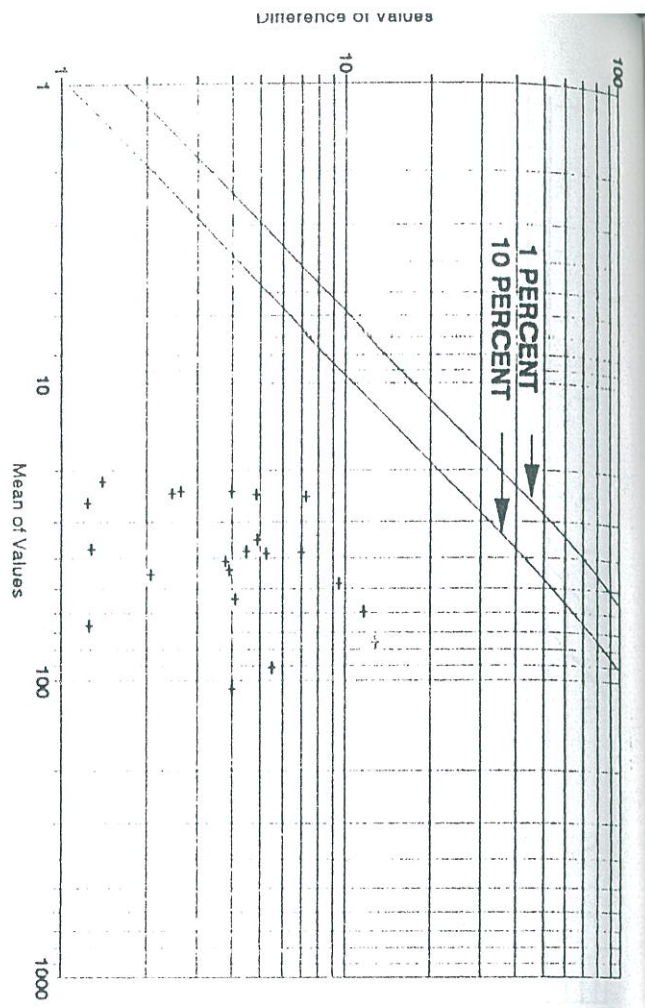


Fig. (10-17) - (Sr / 10)

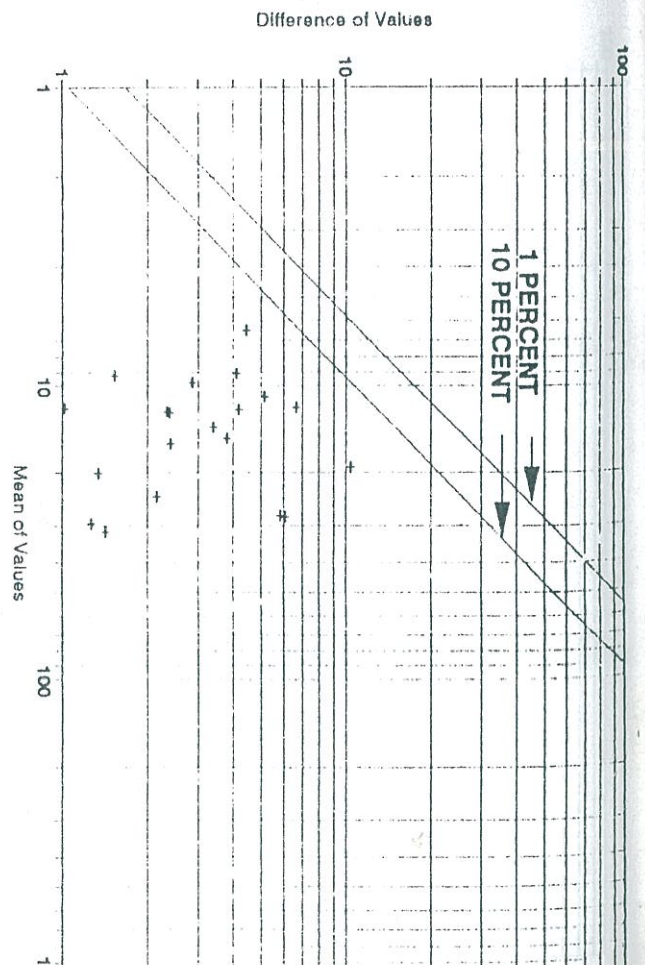


Fig. (10-18) - (Ba / 100)

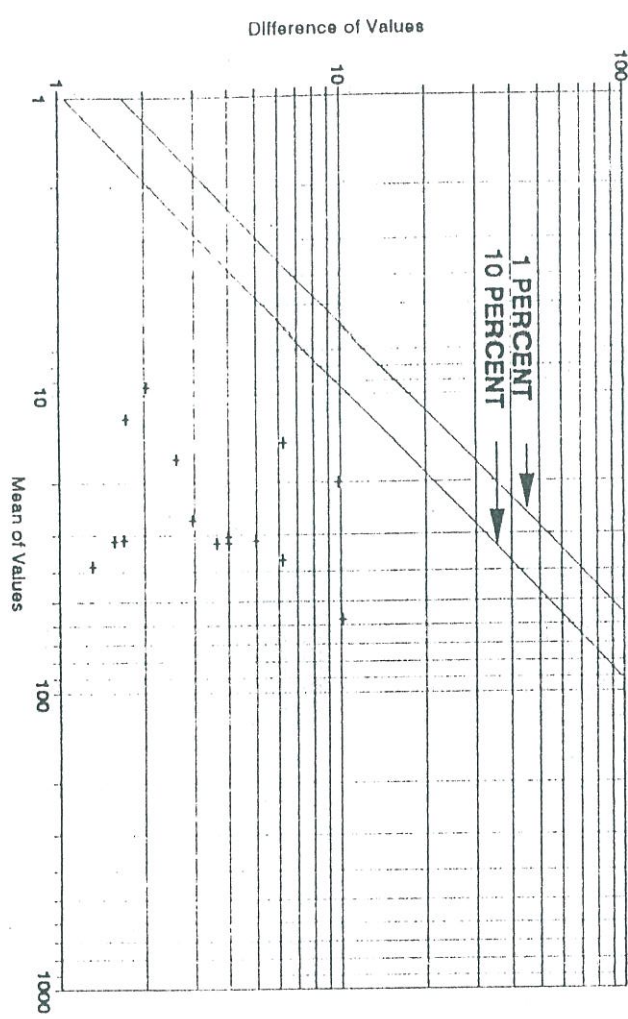


Fig. (10-19) - (Cu)

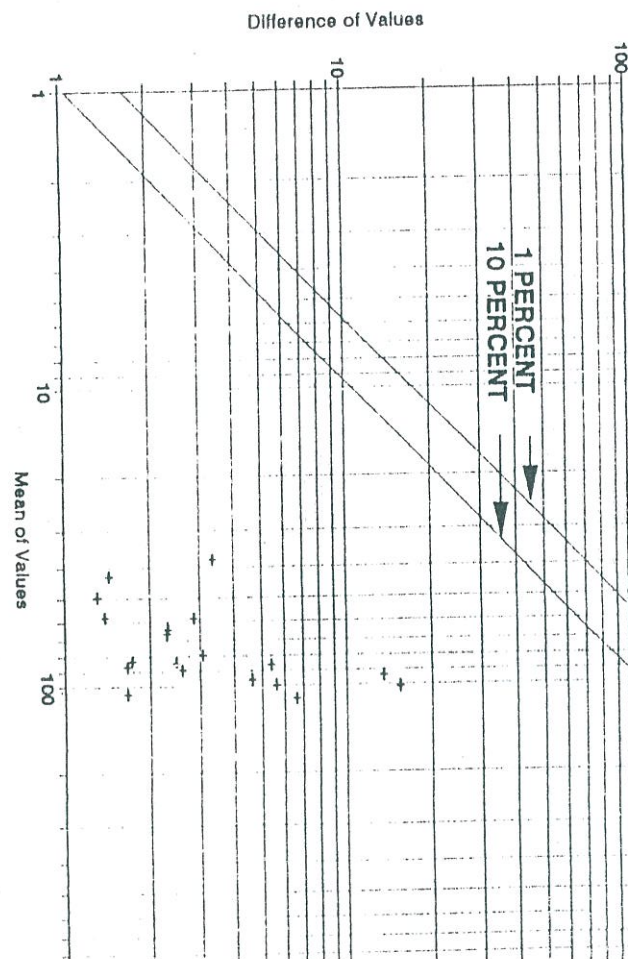


Fig. (10-20) - (V)

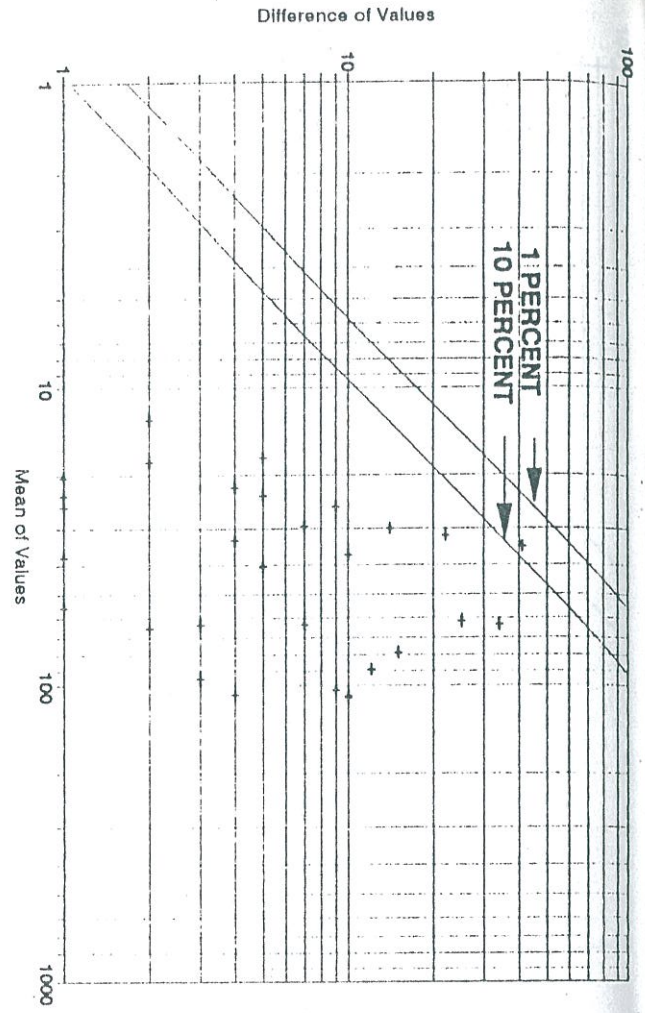


Fig. (10-21) - (B)

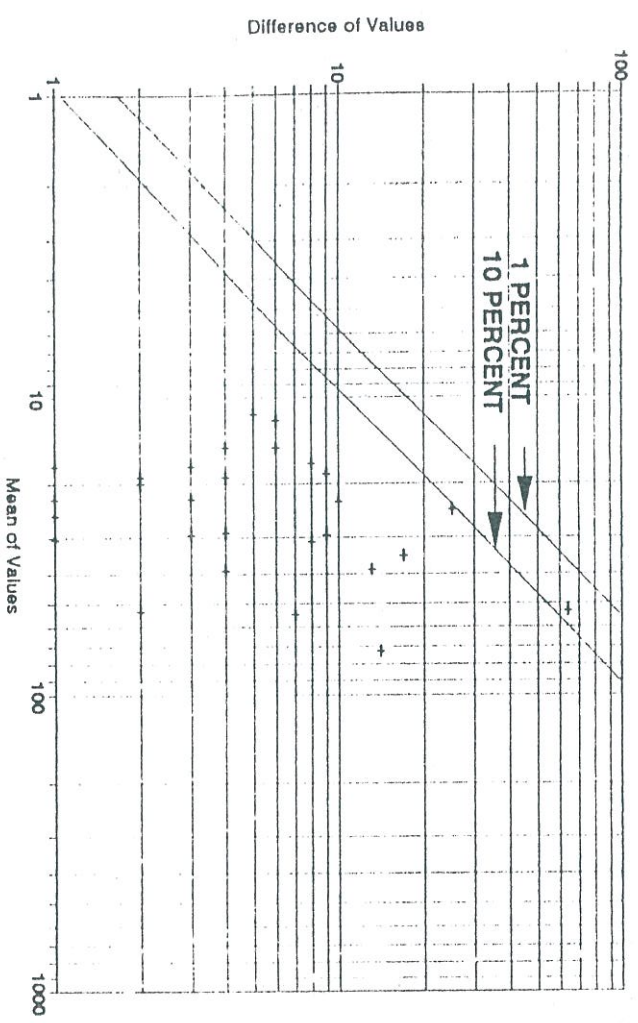


Fig. (10-23) - (Pb)

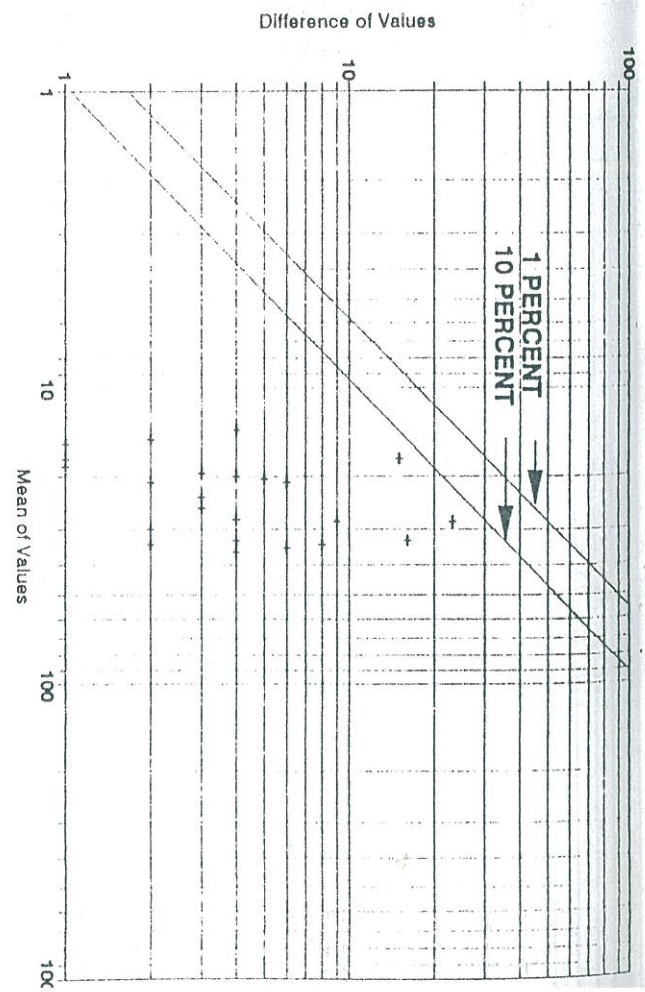


Fig. (10-22) - (Co)

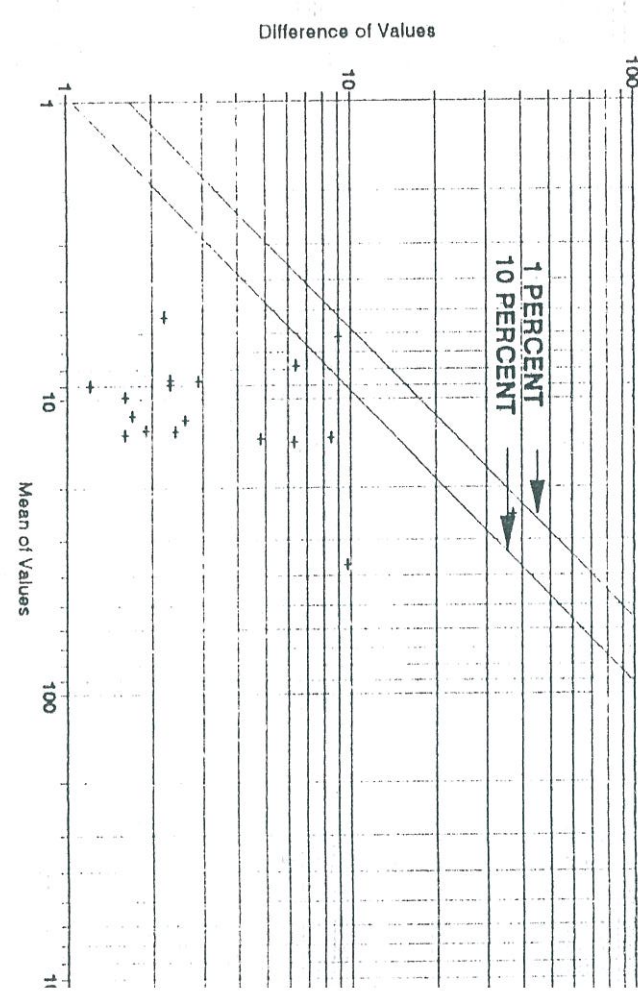


Fig. (10-24) - (Zn / 10)

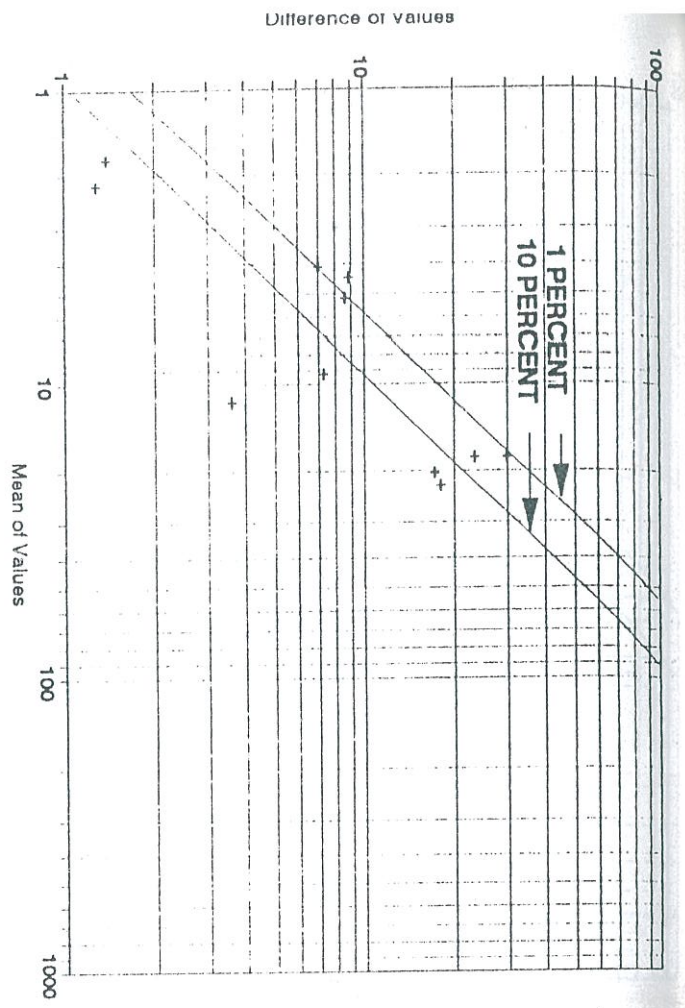


Fig. (10-25) - (Magnetite/10)

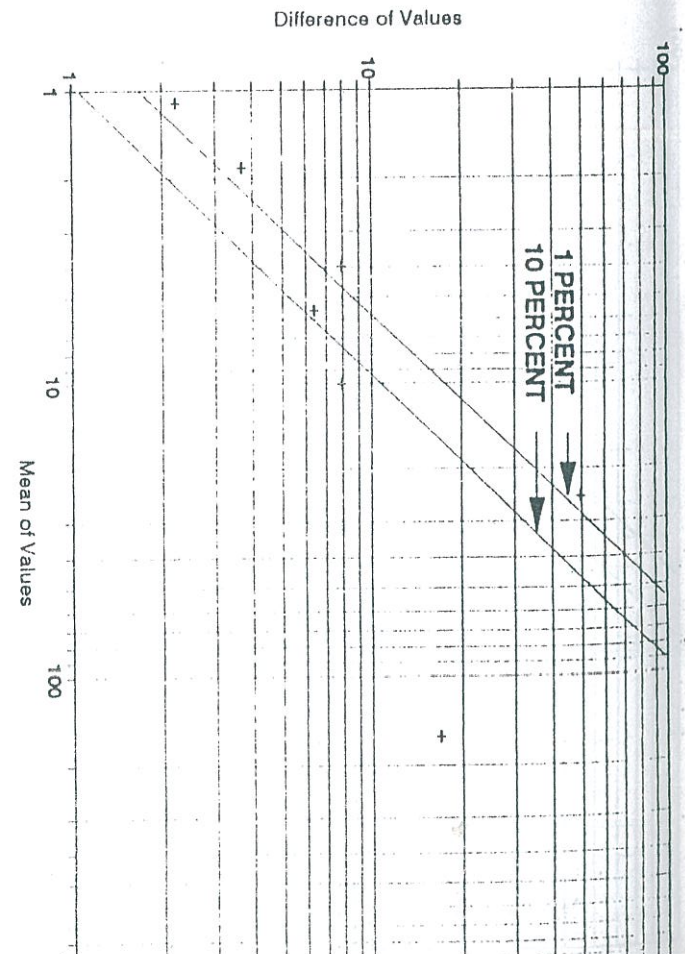


Fig. (10-26) - (Barite / 10)

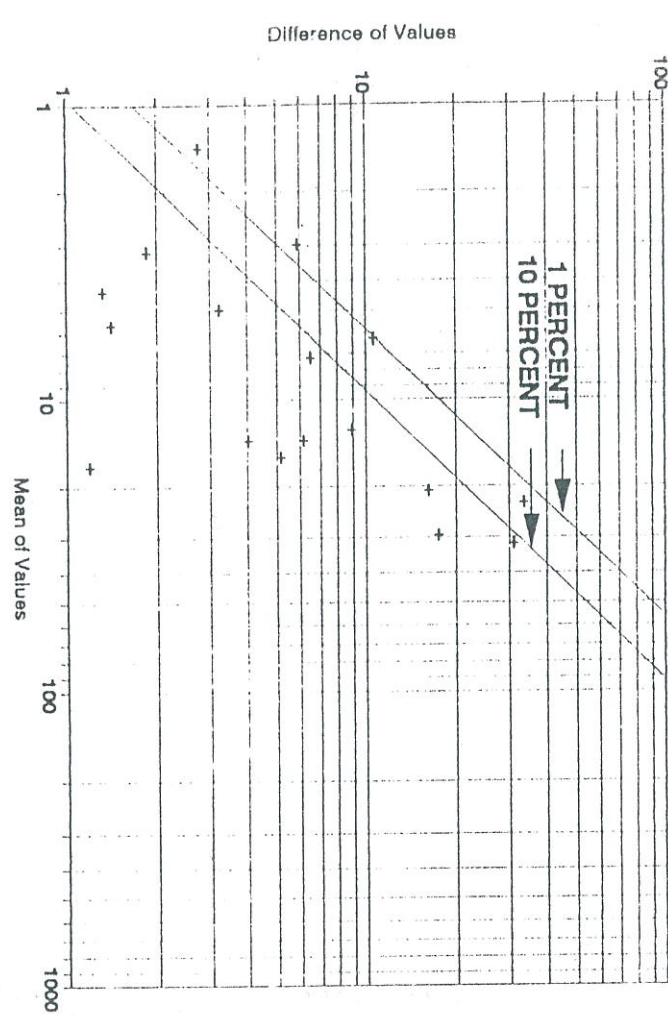


Fig. (10-27) - (Hematite / 100)

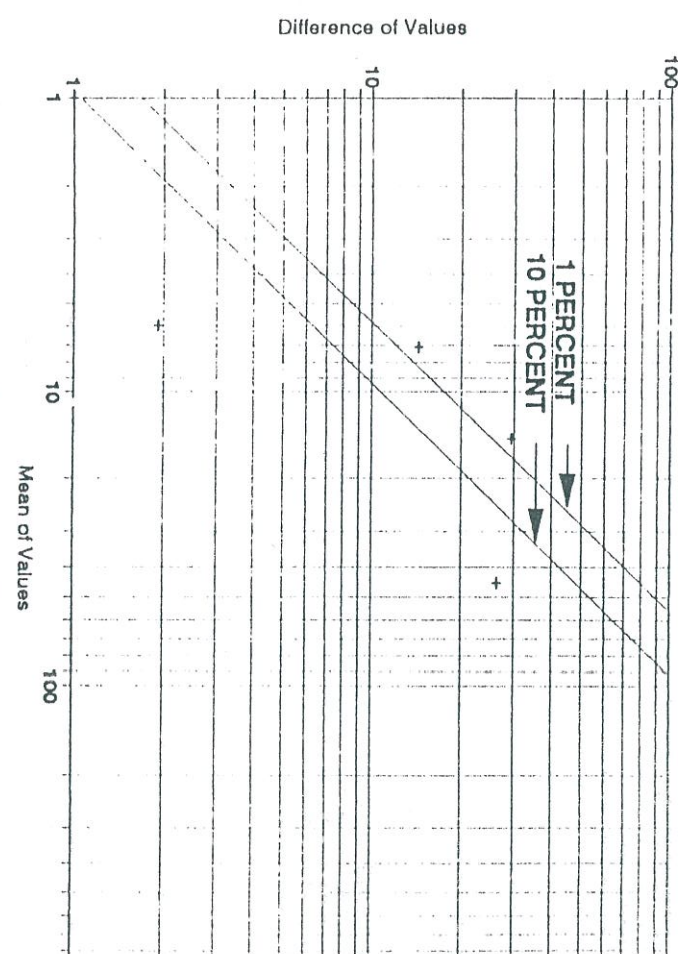


Fig. (10-28) - (Mn-Oxide x 100)

Difference of Values

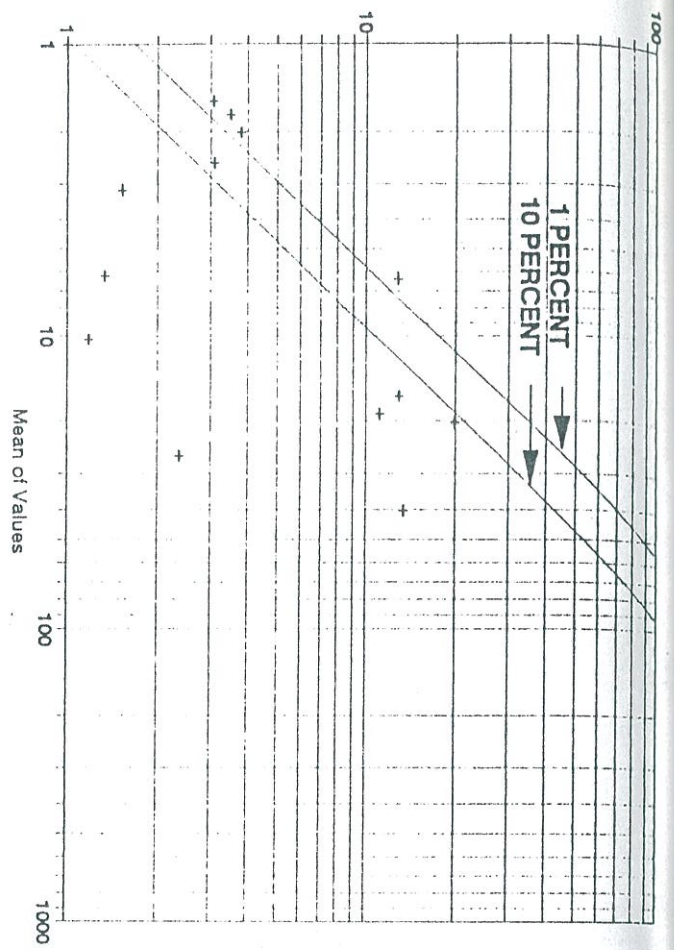


Fig. (10-29) - (Goethite / 100)

Difference of Values

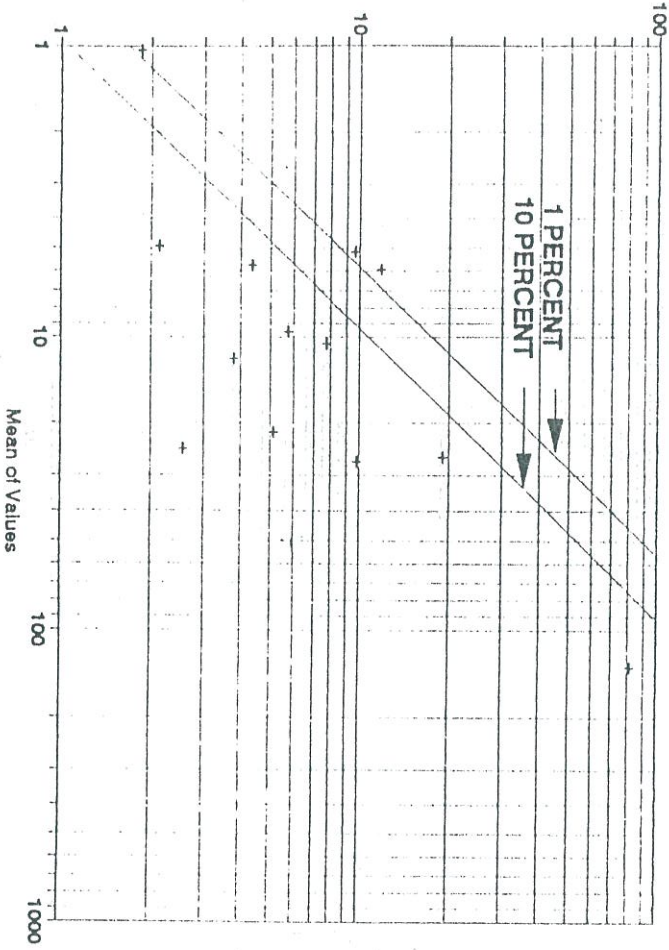


Fig. (10-31) - (Altered Silicate / 10)

Difference of Values

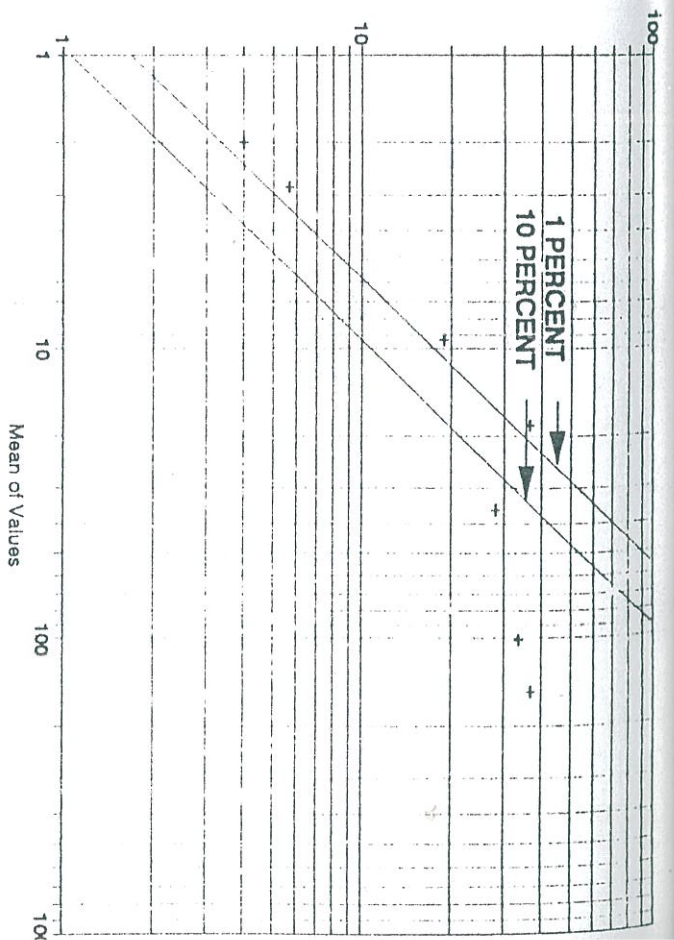


Fig. (10-30) - (Epidote / 10)

Difference of Values

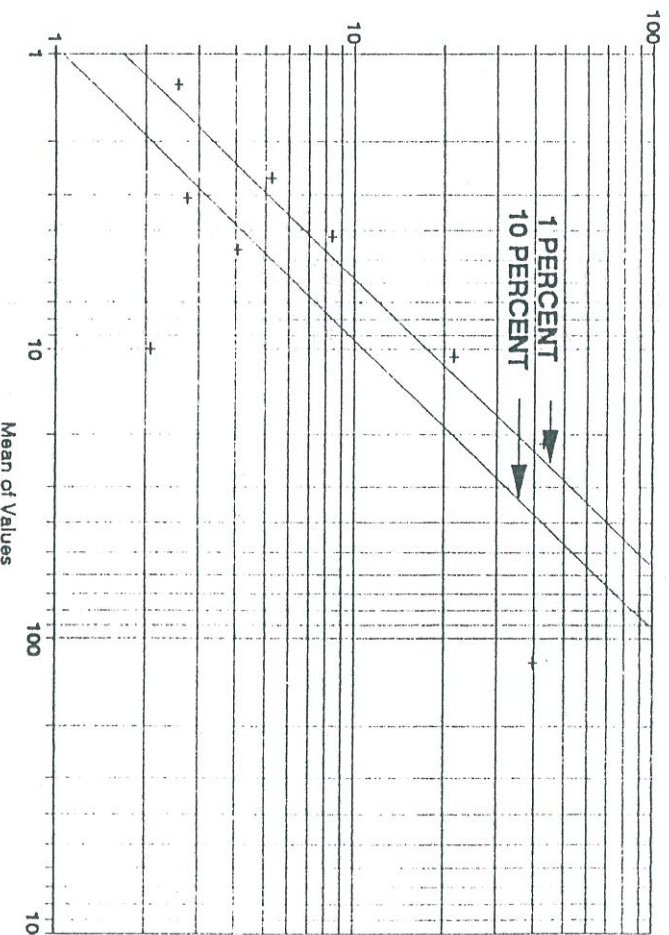


Fig. (10-32) - (Pyrite + Pyrite-Ox / 10)

جدول ۳-۱: خلاصه سازی مرحله اول جنس سنگها

AL	$Q^{al} - Q^s - Q^c - Q_2^t - Q_{tv} - Q_1^t$
CS	$Pl^{cv} - Pl^c$
	$Mu - M^{cl}$
	$OM_q^c - O_l$
	$E_1^c - K_1^c$
	$J_s^s - TR_1$
	D_p^s
LM	$OM_q^l - OM_q^{ml}$
	$E_6^k - E_5^l$
	$E_4^L - E_4^t$
	$K_2^{Ls} - K_2^l$
	$K_1^{Lm} - K_1^l$
	$TRn_2 - TRsh$
	$P_g^l - D_b^l$
ML	$Pl^m - OM_q^{sh}$
	$E_5^m - E_2^m - K_1^m$

sh	$OM_q - O^s$ $E_3^{sh} - K_1^{sh}$ $J_s^{sh} - TRn_1$
AD	$Nq^a - Ng^v$ $E_2^a - E_2^{vt}$ a-da OM^{da}
AB	$E_6^v - S_n^v$
RL	$P1^8 - E_5^t - E_5^{tb}$ $E_3^c - E_2^t$
GG	gd- gr
DG	gb- di- di ^m $OM^{md} - an$

MZ m

Al= Alluvium

LM= mainly Limestone

CS= mainly conglomerate & Sandstone

ML= mainly Marl

Sh= mainly Shale

AD= mainly Andesite - Dacite

AB= mainly Andesite - Basalt

RL= Rhyolite

GG= Granite - Granodiorite

DG= Diorite - Gabbro

MZ= Monzonite

TABLE : CLARK VALUES AND MAX/MIN RATIO OF THE CLARK VALUES IN SIMILAR LITHOLOGY OF KASHAN 1/100,000 SHEET .

VARIABLE	SEDIMENTARY ROCK			IGNEOUS ROCK				MAX/MIN
	LM	SH	CS	ACIDIC	INTERMEDIATE	BASIC		
Be	0.n	3	0.n	3.5	1.8	0.4	8.8	
B	20	100	35	15	9	5	20.0	
P	500	700	400	600	1500	1500	3.8	
V	20	130	20	44	150	250	12.5	
Cr	11	90	35	10	55	170	17.0	
Mn	400	800	400	400	1200	1200	3.0	
Co	0.1	19	0.3	1	9	48	480.0	
Ni	2	6.8	2	4.5	50	130	65.0	
Cu	4	45	1	10	40	87	87.0	
Zn	20	95	16	39	75	105	6.6	
As	1	13	1	1.5	2	2	13.0	
Sr	610	300	200	110	450	470	5.5	
Mo	0.4	2.6	0.2	1.3	1.1	1.5	13.0	
Cd	4	30	-	13	18	22	7.5	
Sn	0.n	6	0.n	3	1.6	1.5	4.0	
Sb	20	150	0.n	20	20	20	7.5	
Ba	10	580	-	840	380	330	84.0	
W	0.6	1.8	1.6	2.2	1.2	0.7	3.7	
Au(ppb)	-	-	-	0.8	2.8	3.6	4.5	
Hg(ppb)	45	66	74	67	75	65	1.7	
Pb	9	20	7	19	12	6	3.3	

LM : LIMESTONE
 SH : SHALE
 CS : CLASTICAL SED.

4-2
 TABLE . MATRIX OF MEDIAN VALUE OF ELEMENTAL CONCENTRATIONS AS A FUNCTION OF UPSTREAM LITHOLOGY POPULATIONS.

	AB	AD	CS	GG	LM	RL	SH	AB-LM	AB-SH	AD-CS	AD-LM	AD-SH
SiO2	47.34	49.974	42.667	51.434	39.498	51.607	39.931	41.628	42.606	44.916	40.98	40.898
Fe2O3	6.864	6.767	4.427	7.128	3.174	5.316	3.423	4.824	5.148	3.085	3.042	3.92
P2O5	0.116	0.097	0.098	0.16	0.075	0.138	0.073	0.069	0.101	0.079	0.101	0.056
MnO	0.129	0.134	0.134	0.175	0.156	0.145	0.124	0.1	0.126	0.142	0.14	0.083
Al2O3	13.163	14.321	9.58	14.813	7.33	12.829	7.587	10.001	10.302	7.68	6.444	8.874
CaO	9.995	7.273	16.243	7.233	21.571	9.399	19.597	12.015	12.616	19.339	22.64	15.018
AU	0.956	0.985	0.907	0.701	0.974	0.837	0.94	0.976	0.898	0.945	0.979	1.035
As	2.616	2.533	3.216	3.95	3.125	3.491	3.597	2.413	2.731	3.486	3.105	2.47
Cd	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Hg	5.385	5.32	5.746	5.85	5.606	5.908	5.832	5.311	5.477	5.88	5.746	5.346
Mo	0.3	0.3	0.853	1.291	0.3	1.157	0.749	0.3	0.3	0.748	0.3	0.3
Sn	5.11	5.129	4.904	4.623	4.964	4.76	4.704	5.176	5.069	4.735	4.922	5.185
W	0.941	0.973	0.3	0.456	0.3	0.3	0.3	0.864	0.831	0.3	0.3	0.735
Sb	2.98	2.972	3.147	3.571	3.141	3.509	3.324	2.852	2.982	3.586	3.388	3.139
Cr	15.706	12.925	26.698	35.211	21.965	32.409	28.016	16.45	21.661	28.126	23.968	14.273
NI	42.171	26.596	146.347	179.923	134.594	185.421	153.622	66.935	88.361	150.5	139.109	59.133
Sr	618.81	520.00	691.10	481.25	503.49	462.99	526.36	642.49	654.10	600.63	504.79	648.73
Ba	2893.37	3142.51	1614.69	1492.16	1791.18	1560.34	1434.94	2774.27	2569.17	1312.35	1383.60	2440.62
Cu	3.5	3.5	15.003	33.474	3.5	27.338	11.335	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
V	96.551	84.443	86.12	118.98	64.878	94.357	61.707	79.318	84.241	61.79	60.991	60.578
B	45.5	29	25	31	34	55.5	39.5	26	33.5	30	44	30
Be	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Co	20	19	18	20	16	21	20.5	17	18.5	17	17.5	17
Pb	20	20	18	27.5	24.5	29	21	16	26	24	22.5	22
Zn	94	91.5	112	107	113.5	122.5	89	72	102.5	129	131	102

4-2
TABLE . MATRIX OF MEDIAN VALUE OF ELEMENTAL CONCENTRATIONS AS A FUNCTION OF UPSTREAM LITHOLOGY POPULATIONS.

	CS-LM	CS-RL	DG-RL	GG-DG	GG-ML	GG-RL	GG-SH	LM-RL	LM-SH	ML-SH	RL-SH	AB-CS-LM	AB-DG-SH
SiO2	40.483	42.677	52.509	55.071	43.017	51.827	40.987	47.059	54.504	37.343	50.172	44.94	40.712
Fe2O3	3.488	3.748	6.081	9.323	4.457	6.088	4.21	4.776	4.523	3.295	5.65	4.259	4.399
P2O5	0.057	0.049	0.133	0.187	0.078	0.141	0.061	0.121	0.109	0.05	0.124	0.101	0.063
MnO	0.119	0.109	0.12	0.164	0.134	0.144	0.103	0.167	0.116	0.087	0.124	0.138	0.106
Al2O3	8.088	8.242	13.358	16.051	9.465	13.897	8.474	10.936	12.507	7.103	12.455	10.096	9.405
CaO	18.546	16.486	8.333	4.98	15.336	7.776	15.829	12.632	9.122	18.771	10.34	12.514	14.136
AU	1	1.06	0.859	1.002	0.953	0.62	0.951	0.837	0.984	0.99	0.893	0.929	0.914
As	2.522	2.179	3.431	3.074	2.799	4.106	2.483	4.408	3.811	2.736	3.306	3.939	2.798
Cd	0.2	0.2	0.2	1.077	0.2	0.4	0.2	0.729	1.148	0.2	0.2	0.2	0.2
Hg	5.415	5.314	5.905	5.887	5.743	5.975	5.446	5.883	5.936	5.368	2.835	5.847	5.421
Mo	0.3	0.3	1.339	1.003	0.636	1.55	0.3	1.253	1.12	0.3	0.906	0.651	0.3
Sn	5.137	5.249	4.784	4.852	5.031	4.514	5.152	4.443	4.564	5.082	4.842	4.606	5.055
W	0.666	0.779	0.3	0.3	0.3	0.3	0.622	0.3	0.3	0.66	0.715	0.656	0.859
Sb	2.982	2.738	3.851	4.693	3.29	3.721	2.97	3.906	4.312	2.853	3.393	3.459	2.896
Cr	15.98	10.379	32.866	32.464	27.901	40.314	11.616	40.063	35.229	22.8	27.599	31.936	17.817
NI	91.102	83.742	170.591	47.813	165.784	169.045	46.205	143.814	181.903	110.531	143.367	106.096	85.182
Sr	591.44	410.82	430.83	350.82	670.39	454.03	626.27	337.71	284.00	780.28	415.69	416.06	627.61
Ba	2118.89	2552.30	1227.30	1602.07	1489.04	1424.46	1645.57	1239.28	1381.32	2163.64	1931.15	1915.17	2640.19
Cu	3.5	3.5	30.6	20.807	3.5	43.156	3.5	29.06	23.165	3.5	18.187	11.814	3.5
V	52.48	45.116	99.537	121.074	68.315	90.022	43.806	84.999	81.662	49.002	91.208	75.447	72.376
B	30	50	57	10.5	13.5	45	25	45.5	73.5	24.5	71	53.5	20
Be	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.25	1.5
Co	20	30	19	16	23	20.5	20	21.5	21	20	25	18	17
Pb	18	23	18.5	11	15	34.5	29	58.5	22	18.5	18.5	33.5	23.5
Zn	111	166	65	57	91.5	93.5	109	134.5	117	101	108.5	99	106.5

4-2
TABLE . MATRIX OF MEDIAN VALUE OF ELEMENTAL CONCENTRATIONS AS A FUNCTION OF UPSTREAM LITHOLOGY POPULATIONS.

	AB-LM-SH	AD-CS-LM	AD-CS-SH	AD-LM-SH	AD-ML-SH	AD-RL-SH	CS-LM-RL	CS-LM-SH	DG-GG-RL	GG-LM-RL	LM-ML-RL	LM-RL-SH	DG-CS-RL-SH
SiO2	41.251	40.593	37.686	35.385	37.524	51.487	35.427	42.564	52.133	51.535	45.343	51.549	49.624
Fe2O3	4.247	3.881	3.272	2.853	3.432	4.734	2.78	3.717	7.427	5.296	2.7	4.579	5.197
P2O5	0.07	0.98	0.08	0.073	0.058	0.11	0.043	0.061	0.146	0.155	0.102	0.105	0.078
MnO	0.109	0.144	0.14	0.137	0.123	0.14	0.134	0.081	0.147	0.208	0.121	0.157	0.095
Al2O3	9.428	8.323	6.6	4.807	6.816	10.851	5.076	9.353	14.388	14.148	6.617	12.577	12.15
CaO	15.135	20.427	24.498	28.198	22.096	11.932	26.201	15.514	7.365	9.278	20.591	8.898	9.139
AU	0.968	0.921	0.951	0.988	0.979	0.888	1.044	1.071	0.804	0.4	1.043	0.853	1.033
As	3.043	3.046	3.077	3.089	2.844	3.831	2.714	3.279	3.364	5.788	2.948	3.986	2.58
Cd	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.696	0.2	0.2	0.65	0.2	0.2
Hg	5.609	5.678	5.738	5.733	5.654	5.884	5.428	5.576	5.845	5.916	5.573	5.827	5.426
Mo	0.3	0.508	0.454	0.3	0.3	0.895	0.3	0.3	1.219	1.65	0.3	1.095	0.3
Sn	4.964	4.972	4.962	4.935	5.013	4.679	5.075	4.776	4.845	3.965	4.977	4.561	5.113
W	0.617	0.454	0.3	0.3	0.3	0.672	0.3	0.803	0.624	0.3	0.75	0.451	0.892
Sb	3.192	3.005	3.184	3.217	3.164	3.463	2.819	3.428	3.538	3.459	3.223	3.382	2.941
Cr	18.846	22.508	22.629	23.192	20.062	31.938	16.468	18.628	30.413	43.365	19.029	35.112	15.199
NI	106.491	153.555	152.473	143.458	119.293	232.888	81.813	92.272	165.996	154.173	162.35	165.126	108.302
Sr	586.42	671.15	626.66	612.92	650.13	399.89	489.60	402.10	492.85	458.65	503.89	329.46	408.16
Ba	1776.70	1631.89	1538.77	1610.22	1404.28	1727.28	1881.25	2718.77	1568.57	1598.53	2171.57	1632.47	2715.86
Cu	3.5	8.429	3.5	3.5	3.5	15.68	3.5	3.5	29.117	43.215	3.5	25.279	3.5
V	72.09	77.838	67.402	62.851	53.976	74.572	34.637	64.029	123.975	87.606	60.409	79.438	82.277
B	19	26.5	25	39	15	61	34	39	32	40	49	56.5	34
Be	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Co	21	15	16.5	20	18	12	23	15	16.5	20	16	19.5	21
Pb	19	20	20	29	13	49	15.5	15.5	19	117	22	37	10
Zn	147	97	115	135	80	131	133.5	86.5	68	149	131	106	89

TABLE . GEOCHEMICAL FEATURES : RANKING OF DIFFERENT ELEMENTS IN DIFFERENT ENVIRONMENTS IN TERMS OF CONCENTRATION OF ELEMENTS (ppm).

TOTAL STD	Ba	Mn	Sr	Ni	Zn	V	B	Cr	Pb	Co	Cu	Hg	Sn	Sb	As	Be	AU	Mo	W	Cd
1633	1300	499.14	136.90	107.00	78.83	38.00	27.09	22.00	20.00	11.73	5.76	4.86	3.32	3.28	1.50	0.93	0.75	0.30	0.20	
AB	Ba	Mn	Sr	V	Zn	B	Ni	Pb	Co	Cr	Hg	Sn	Cu	Sb	As	Be	AU	W	Mo	Cd
2893	1290	618.81	96.55	94.00	45.50	42.17	20.00	20.00	15.71	5.39	5.11	3.50	2.98	2.82	1.50	0.96	0.94	0.30	0.20	
AD	Ba	Mn	Sr	Zn	V	B	Ni	Pb	Co	Cr	Hg	Sn	Cu	Sb	As	Be	AU	W	Mo	Cd
3143	1340	520.00	91.50	84.44	29.00	26.60	20.00	19.00	12.93	5.32	5.13	3.50	2.97	2.53	1.50	0.99	0.97	0.30	0.20	
GG	Mn	Ba	Sr	Ni	V	Zn	Cr	Cu	B	Pb	Co	Hg	Sn	As	Sb	Be	Mo	AU	W	Cd
1750	1492	481.25	179.92	118.98	107.00	35.21	33.47	31.00	27.50	20.00	5.85	4.62	3.95	3.57	1.50	1.29	0.70	0.46	0.20	
RL	Ba	Mn	Sr	Ni	Zn	V	B	Cr	Pb	Cu	Co	Hg	Sn	Sb	As	Be	Mo	AU	W	Cd
1560	1450	462.99	185.42	122.50	94.36	55.50	32.41	29.00	27.34	21.00	5.91	4.76	3.51	3.49	1.50	1.16	0.84	0.30	0.20	
CS	Ba	Mn	Sr	Ni	Zn	V	Cr	B	Co	Pb	Cu	Hg	Sn	As	Sb	Be	AU	Mo	W	Cd
1615	1340	691.10	146.35	112.00	86.12	26.70	25.00	18.00	18.00	15.00	5.75	4.90	3.22	3.15	1.50	0.91	0.85	0.30	0.20	
LM	Ba	Mn	Sr	Ni	Zn	V	B	Pb	Co	Cr	Hg	Sn	Cu	Sb	As	Be	AU	Mo	W	Cd
1791	1560	503.49	134.59	113.50	64.88	34.00	24.50	21.97	16.00	5.61	4.96	3.50	3.14	3.13	1.50	0.97	0.30	0.30	0.20	
SH	Ba	Mn	Sr	Ni	Zn	V	B	Cr	Pb	Co	Cu	Hg	Sn	As	Sb	Be	AU	Mo	W	Cd
1435	1240	526.36	153.62	89.00	61.71	39.50	28.02	21.00	20.50	11.34	5.83	4.70	3.60	3.32	1.50	0.94	0.75	0.30	0.20	

(جدول شماره ۵-۲)

BATCH STATISTICS

(FOR NATURAL LOG OF DATA)

DATA FILE: D:\KASHAN\KASHAN\K-EI.DAT

	SiO2	Fe2O3	P2O5	MnO	AL2O3
N USED :	694	693	694	694	691
N MISSING :	0	1	0	0	3
N .LE. 0 :	0	1	0	0	3
MEAN :	-.005	.002	-.031	-.014	-.034
VARIANCE :	.026	.101	.241	.075	.112
STD. DEV. :	.162	.318	.491	.274	.334
COEF. VAR. :	3212.886	19271.330	1593.026	1937.099	995.854
SKEWNESS :	-.752	-.538	-2.220	-.985	-.872
KURTOSIS :	8.268	5.653	14.424	8.532	5.705
MINIMUM :	-1.162	-1.933	-3.343	-1.776	-1.910
25TH %TILE :	-.081	-.183	-.220	-.137	-.176
MEDIAN :	.000	.000	-.002	.001	.000
75TH %TILE :	.076	.204	.234	.119	.157
MAXIMUM :	.572	.967	1.439	1.088	1.124
	CAO	AU	As	CD	Hg
N USED :	694	694	694	694	694
N MISSING :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0	0	0
MEAN :	-.081	-.069	.037	.269	.007
VARIANCE :	.330	.103	.114	.643	.007
STD. DEV. :	.574	.320	.337	.802	.085
COEF. VAR. :	704.874	462.297	908.639	298.478	1272.142
SKEWNESS :	-.958	-4.179	3.504	.470	6.141
KURTOSIS :	6.392	27.615	28.373	3.884	51.851
MINIMUM :	-3.288	-2.501	-.829	-1.747	-.161
25TH %TILE :	-.323	-.087	-.102	.000	-.017
MEDIAN :	.000	.000	.000	.000	.000
75TH %TILE :	.243	.054	.123	.395	.022
MAXIMUM :	2.182	.793	3.205	2.557	.741

(جدول شماره ۵-۲) (ا د ا مه)

BATCH STATISTICS

(FOR NATURAL LOG OF DATA)

DATA FILE: D:\KASHAN\KASHAN\K-EI.DAT

	Mo	SN	W	SB	CR
N USED :	694	694	694	694	693
N MISSING :	0	0	0	0	1
N .LE. 0 :	0	0	0	0	1
MEAN :	.053	-.035	.090	.003	.008
VARIANCE :	.394	.053	.176	.050	.181
STD. DEV. :	.628	.229	.419	.223	.425
COEF. VAR. :	1182.809	656.039	466.265	7535.482	5625.416
SKEWNESS :	.423	-7.911	.258	-2.764	-.071
KURTOSIS :	5.344	73.716	4.195	28.331	6.065
MINIMUM :	-1.792	-2.319	-1.177	-2.155	-1.950
25TH %TILE :	-.116	-.038	.000	-.083	-.186
MEDIAN :	.000	.000	.000	.000	.000
75TH %TILE :	.268	.025	.094	.094	.213
MAXIMUM :	3.486	.256	1.145	.740	1.749

	NI	SR	BA	CU	V
N USED :	694	694	694	694	694
N MISSING :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0	0	0
MEAN :	-.130	-.011	-.071	.033	-.025
VARIANCE :	.702	.119	.409	.901	.172
STD. DEV. :	.838	.345	.640	.949	.415
COEF. VAR. :	642.091	3170.495	899.496	2890.978	1642.339
SKEWNESS :	-2.358	-.365	-5.915	.411	-2.036
KURTOSIS :	11.782	7.004	49.472	5.346	19.990
MINIMUM :	-4.287	-1.985	-5.698	-2.523	-3.486
25TH %TILE :	-.318	-.177	-.166	-.181	-.192
MEDIAN :	.000	.000	.000	.000	.000
75TH %TILE :	.264	.145	.108	.333	.174
MAXIMUM :	2.069	1.664	1.253	5.370	2.068

(جدول شماره ۵-۲) (ا د ا مه)
 BATCH STATISTICS
 (FOR NATURAL LOG OF DATA)

DATA FILE: D:\KASHAN\KASHAN\K-EI.DAT

	B	BE	Co	PB	ZN
N USED :	694	694	694	694	694
N MISSING :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	0	0	0	0
MEAN :	-.016	.103	.021	.090	.007
VARIANCE :	.293	.077	.098	.516	.207
STD. DEV. :	.542	.277	.313	.719	.455
COEF. VAR. :	3475.417	270.540	1513.657	801.269	6906.208
SKWNESS :	-1.040	2.394	.325	1.206	-.501
KURTOSIS :	8.917	7.543	4.429	7.665	13.870
MINIMUM :	-3.381	-.405	-.941	-2.468	-3.896
25TH %TILE :	-.267	.000	-.154	-.310	-.185
MEDIAN :	.000	.000	.000	.000	.000
75TH %TILE :	.248	.000	.187	.386	.236
MAXIMUM :	1.787	1.204	1.768	3.990	2.293

TABLE . . . PROMISSING SAMPLING POINTS BASED ON THE SUM OF PROBABILISTIC INTENSITY OF ANOMALIES .

	AU	AS	Hg	Mo	Sb	Cr	Sr	Ba	V	B	Be	Co	Pb	Zn	SUM TRACE	DEGREE OF PROMISSING
KC- 1								1.8							1.8	LOW
KC- 2								4.8							4.8	LOW
KC- 21								1.2							1.2	LOW
KC- 23										2.88					2.88	LOW
KC- 27										4.8					4.8	LOW
KC- 28										14.4					14.41	MODERATE
KC- 29										4.8					4.8	LOW
KC- 30										14.4					14.41	MODERATE
KC- 31										14.4					14.41	MODERATE
KC- 32										4.8					4.8	LOW
KC- 47															0	LOW
KC- 51									14.4						14.41	MODERATE
KC- 61									14.4						14.41	MODERATE
KC- 93															0	LOW
KC- 96															0	LOW
KC- 97				14.4											14.41	MODERATE
KC- 138															0	LOW
KC- 157															0	LOW
KC- 160		4.8													4.8	LOW
KC- 163		14.4													14.41	LOW
KC- 174															0	MODERATE
KC- 175		1.44													1.44	LOW
KC- 180															7.2	LOW
KC- 204					7.2										0	LOW
KC- 205															0	LOW
KC- 207		1.8													21.01	LOW
KC- 208														14.4	14.41	HIGH
KC- 221															4.8	MODERATE
KC- 224				7.2											30.01	LOW
KC- 233				14.4											4.8	HIGH

TABLE . PROMISSING SAMPLING POINTS BASED ON THE SUM OF PROBABILISTIC INTENSITY OF ANOMALIES .

	AU	AS	Hg	Mo	Sb	Cr	Sr	Ba	V	B	Be	Co	Pb	Zn	SUM TRACE	DEGREE OF PROMISSING
KC- 234			14.4												14.41	MODERATE
KC- 235			14.4												14.41	MODERATE
KC- 236			14.4												14.41	MODERATE
KC- 244											14.4				14.41	MODERATE
KC- 245											14.4				14.41	MODERATE
KC- 246											14.4				14.41	MODERATE
KC- 248					1.03										1.03	LOW
KC- 250											14.4				14.41	MODERATE
KC- 251					2.4										2.4	LOW
KC- 252					14.4										14.41	MODERATE
KC- 253					4.8										4.8	LOW
KC- 254					14.4	14.4									28.82	HIGH
KC- 265										4.8					4.8	LOW
KC- 270					1.31										1.31	LOW
KC- 271														0	0	LOW
KC- 272												14.4			14.41	MODERATE
KC- 274					3.6										3.6	LOW
KC- 279		14.4													14.41	MODERATE
KC- 283		14.4													14.41	MODERATE
KC- 287		14.4													14.41	MODERATE
KC- 288								7.2							7.2	LOW
KC- 291					14.4										14.41	MODERATE
KC- 295	1.11														1.11	LOW
KK- 1		14.4		14.4		14.4							14.4	14.4	72.05	MOST
KK- 43		14.4					4.8	14.4					14.4	14.4	62.44	MOST
KK- 44		14.4					4.8	14.4					14.4	14.4	62.44	MOST

6-1
 TABLE . PROMISSING SAMPLING POINTS BASED ON THE SUM OF PROBABILISTIC INTENSITY OF ANOMALIES .

	AU	AS	Hg	Mo	Sb	Cr	Sr	Ba	V	B	Be	Co	Pb	Zn	SUM TRACE	DEGREE OF PROMISSING
KK- 45		14.4				14.4	4.8	14.4						14.4	76.85	MOST
KK- 75		14.4													14.41	MODERATE
KK- 95			14.4												14.41	MODERATE
KK- 96								1.03			4.8				1.03	LOW
KK- 143			14.4								4.8				19.21	HIGH
KK- 144											4.8				4.8	LOW
KK- 151		14.4					14.4	14.4					14.4	14.4	72.05	MOST
KK- 152								7.2							7.2	LOW
KK- 163								2.06							2.06	LOW
KN- 14											4.8				4.8	LOW
KN- 16											0				0	LOW
KN- 17											0				0	LOW
KN- 19											0				0	LOW
KN- 20											14.4				14.41	MODERATE
KN- 21											4.8				4.8	LOW
KN- 40							14.4								14.41	MODERATE
KN- 44											0				0	LOW
KN- 45					1.8						1.8				1.8	LOW
KN- 46											4.8				4.8	LOW
KN- 48											0				0	LOW
KN- 103								14.4							14.41	MODERATE
KN- 104											4.8				4.8	LOW
KN- 105											4.8				4.8	LOW
KN- 106											4.8				4.8	LOW
KN- 109											4.8				4.8	LOW
KN- 115											4.8				4.8	LOW

TABLE . PROMISSING SAMPLING POINTS BASED ON THE
SUM OF PROBABILISTIC INTENSITY OF ANOMALIES .

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	SUM MAJOR
KC- 1							0
KC- 2							0
KC- 21							0
KC- 23							0
KC- 27							0
KC- 28							0
KC- 29							0
KC- 30	14.41						14.41
KC- 31							0
KC- 32	2.88						2.88
KC- 47			14.41				14.41
KC- 51							0
KC- 61		1.11					1.11
KC- 93			1.03				1.03
KC- 96					1.11		1.11
KC- 97							0
KC- 138			1.03				1.03
KC- 157			3.6				3.6
KC- 160				14.41			14.41
KC- 163							0
KC- 174			14.41				14.41
KC- 175							0
KC- 180							0
KC- 204			14.41				14.41
KC- 205			14.41				14.41
KC- 207			1.03				1.03
KC- 208							0
KC- 221							0
KC- 224							0
KC- 233							0
KC- 234							0
KC- 235							0
KC- 236							0
KC- 244							0
KC- 245							0
KC- 246	2.88		7.2		14.41		24.49
KC- 248							0

6-1
**TABLE 1. PROMISSING SAMPLING POINTS BASED ON THE
SUM OF PROBABILISTIC INTENSITY OF ANOMALIES .**

	SiO2	Fe2O3	P2O5	MnO	Al2O3	CaO	SUM MAJOR
KC- 250							0
KC- 251							0
KC- 252			14.41				14.41
KC- 253							0
KC- 254			14.41				14.41
KC- 265							0
KC- 270							0
KC- 271						14.41	14.41
KC- 272							0
KC- 274	14.41				14.41		28.82
KC- 279							0
KC- 283							0
KC- 287							0
KC- 288							0
KC- 291							0
KC- 295							0
KK- 1							0
KK- 43							0
KK- 44							0
KK- 45							0
KK- 75							0
KK- 95							0
KK- 96							0
KK- 143							0
KK- 144							0
KK- 151							0
KK- 152							0
KK- 163							0
KN- 14							0
KN- 16	2.4				1.44		3.84
KN- 17					1.11		1.11
KN- 19	1.31						1.31
KN- 20							0

TABLE . PROMISSING SAMPLING POINTS BASED ON THE
SUM OF PROBABILISTIC INTENSITY OF ANOMALIES .

	SiO2	Fe2O3	P2O5	MnO	Al2O3	CaO	SUM MAJOR
KN- 21							0
KN- 40							0
KN- 44					1.44		1.44
KN- 45					14.41		14.41
KN- 46							0
KN- 48					1.11		1.11
KN- 103			1.8				1.8
KN- 104							0
KN- 105							0
KN- 106							0
KN- 109							0
KN- 115							0
KN- 122							0
KN- 133		1.2					1.2
KN- 171							0
KN- 174						2.88	2.88

TABLE 7-1. The Result of Factor Analysis for Geochemical Variables of Anomalous Samples in Kashan 1/100,000 Sheet .

ROW	VARIABLE NAME	LOADING	
		FACTOR 1	FACTOR 2
1	SiO ₂	-0.01	-0.051
2	Fe ₂ O ₃	-0.022	-0.053
3	P ₂ O ₅	-0.032	-0.039
4	MnO	0.021	-0.048
5	Al ₂ O ₃	-0.028	-0.046
6	CaO	0.096	-0.089
7	AU	0.004	-0.073
8	As	0.058	0.064
9	Cd	-0.168	-0.1
10	Hg	0.008	-0.056
11	Mo	-0.051	0.09
12	Sn	0.009	-0.069
13	W	0.058	-0.069
14	Sb	-0.022	-0.055
15	Cr	-0.015	-0.002
16	Ni	-0.049	-0.046
17	Sr	0.065	-0.051
18	Ba	0.052	-0.058
19	Cu	-0.118	0.38
20	V	-0.022	-0.051
21	B	-0.029	-0.056
22	Be	-0.006	-0.062
23	Co	0.005	-0.055
24	Pb	0.207	0.191
25	Zn	0.074	-0.001

TABLE 7-2. The Result of Factore Analysis for Geochemical Variables of Anomalous Samples in Joshaghan 1/50,000 Sheet .

ROW FACTOR	VARIABLE NAME	LOADING	
		FACTOR 1	FACTOR 2
1	SiO2	-0.015	-0.027
2	Fe2O3	-0.007	-0.038
3	P2O5	-0.002	0.525
4	MnO	0.024	-0.036
5	Al2O3	0.014	-0.03
6	CaO	0.165	-0.055
7	Sn	-0.037	-0.025
8	Cr	-0.078	-0.042
9	Ni	-0.171	-0.064
10	Sr	0.076	-0.037
11	Ba	0.011	-0.033
12	Cu	-0.01	-0.033
13	V	-0.05	-0.047
14	B	-0.04	-0.038
15	Co	-0.03	-0.053
16	Pb	0.126	-0.052
17	Zn	0.018	-0.035

BATCH STATISTICS

DATA FILE: D:\KASHAN\KASHAN\HEAVY\K-H.GEO

	MAGNETITE	BARITE	MALACHITE	APATITE	LIGHT MIN.
N USED :	76	76	76	76	76
N MISSING :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	58	66	3	18
MEAN :	3782.851	581.105	.343	19.051	3.568
VARIANCE :	22545010.000	6681796.000	.789	6724.799	92.725
STD. DEV. :	4748.158	2584.917	.888	82.005	9.629
COEF. VAR. :	125.518	444.828	258.612	430.460	269.890
SKEWNESS :	1.496	5.021	2.180	5.614	3.966
KURTOSIS :	4.131	27.940	5.752	33.498	16.854
MINIMUM :	84.810	.000	.000	.000	.000
25TH %TILE :	508.840	.000	.000	2.020	1.760
MEDIAN :	1696.150	.000	.000	2.020	1.760
75TH %TILE :	4749.210	.000	.000	2.020	1.760
MAXIMUM :	18996.830	16074.240	2.610	505.580	44.030
	CALCITE	DOLOMITE	CERUSSITE	PYRITE	GALENA
N USED :	76	76	76	76	76
N MISSING :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	24	50	68	3	69
MEAN :	148.210	42.374	.446	958.319	.493
VARIANCE :	748602.200	87948.040	1.716	3349122.000	2.425
STD. DEV. :	865.218	296.560	1.310	1830.061	1.557
COEF. VAR. :	583.778	699.865	293.485	190.966	316.047
SKEWNESS :	5.909	8.202	2.572	4.667	2.821
KURTOSIS :	35.973	69.893	7.618	28.733	8.959
MINIMUM :	.000	.000	.000	.000	.000
25TH %TILE :	.000	.000	.000	3.197	.000
MEDIAN :	1.760	.000	.000	655.560	.000
75TH %TILE :	1.760	1.830	.000	1174.255	.000
MAXIMUM :	5460.280	2557.270	4.240	13050.470	5.350

BATCH STATISTICS

DATA FILE: D:\KASHAN\KASHAN\HEAVY\K-H.GEO

	HEMATITE	EPIDOTS	MN-OXIDE	GOETHITE	CHLORITE
N USED :	76	76	76	76	76
N MISSING :	0	0	0	0	0
N .LE. 0 :	0	2	60	9	55
MEAN :	6767.035	1688.977	.549	3424.609	.470
VARIANCE :	47184290.000	5930744.000	1.147	24863130.000	.586
STD. DEV. :	6869.083	2435.312	1.071	4986.294	.765
COEF. VAR. :	101.508	144.189	194.936	145.602	162.910
SKEWNESS :	1.506	1.890	1.420	1.350	1.000
KURTOSIS :	5.206	5.781	3.017	3.602	2.001
MINIMUM :	3.420	.000	.000	.000	.000
25TH %TILE :	1438.460	2.220	.000	2.190	.000
MEDIAN :	4366.760	820.670	.000	568.205	.000
75TH %TILE :	10274.730	1885.330	.000	5245.000	1.700
MAXIMUM :	30824.180	9981.160	2.610	18685.330	1.700
	BIOTITE	LIMONITE	ALTERD SIL		
N USED :	76	76	76		
N MISSING :	0	0	0		
N .LE. 0 :	46	70	0		
MEAN :	77.254	.188	9047.039		
VARIANCE :	43051.290	.418	45991380.000		
STD. DEV. :	207.488	.646	6781.694		
COEF. VAR. :	268.578	343.835	74.960		
SKEWNESS :	2.636	3.123	.913		
KURTOSIS :	9.057	10.752	3.205		
MINIMUM :	.000	.000	1533.050		
25TH %TILE :	.000	.000	3219.410		
MEDIAN :	.000	.000	7052.050		
75TH %TILE :	1.960	.000	13490.880		
MAXIMUM :	978.550	2.381	27594.980		

8-2
TABLE . CORRELATION MATRIX OF HEAVY MINERAL VARIABLES IN KASHAN 1/100,000 SHEET .

HEAVY MINERAL VARIABLE	ALTERED SIL.	BARITE	CERUSSITE	CHLORITE	EPIDOTS	GALENA	GOETHITE	HEMATITE	LIMONITE	MAGNETITE	MALACHITE	MN-OXIDE	PYRITE
ALTERED SIL.	1												
BARITE	-.2598*	1											
CERUSSITE	.0646	.3201**	1										
CHLORITE	-.0356	0	0.0757	1									
EPIDOTS	.2671*	0.1066	0.1405	.3966**	1								
GALENA	.0197	.3648**	.9286**	0.0067	0.1418	1							
GOETHITE	-.5484**	0.1698	-0.0189	-0.0164	-.2533*	.0158	1						
HEMATITE	-.6602**	0.203	0.046	-0.0423	-0.0185	.0944	.5284**	1					
LIMONITE	.0468	-0.051	0.0586	0.0373	-0.0439	.0755	0.0962	0.0701	1				
MAGNETITE	.2895*	-.2659*	-0.0737	.2690*	0.0472	-.0771	-.3616**	-.4359**	-0.0861	1			
MALACHITE	-.0195	.4764**	.2470*	0.1077	.3522**	.2798*	-0.0153	0.0861	0.0304	-0.0981	1		
MN-OXIDE	-.2246	0.1699	.2435*	0.0418	0.1699	.2820*	-0.0277	.4225**	0.0882	-0.0067	.2764*	1	
PYRITE	-.2276*	0.0048	0.0639	0.0216	0.0739	.0928	.2502*	.4527**	-0.0559	-0.0783	0.0464	.4048**	1

* - Signif. LE .05 ** - Signif. LE .01 (2-tailed)

TABLE 8-3. ELEMENT CONCENTRATION LIMITS SUGGESTED BY GINSBURG FOR VARIOUS TYPES OF MINERALIZATION (IN PERCENT).

ELEMENTS	BARREN MINERALIZATION	DISPERSED MINERALIZATION	ENRICHED MINERALIZATION	ORE MINERALIZATION
Pb	<0.006	0.007-0.06	0.07-0.3	>0.3
Zn	0.01	0.011-0.06	0.07-0.3	>0.3
Ag	-	0.0001-0.0006	>0.007	-
Cu	0.006	0.007-0.06	0.07-0.3	>0.3
V	0.03	0.04-0.06	0.07-0.1	>0.1
Bi	-	0.006-0.01	0.011-0.06	>0.06
Cd	-	0.01-0.03	0.04-0.06	0.06
Mo	0.0006	0.0007-0.006	0.007-0.06	0.06
W	-	0.01	0.01-0.06	0.06
As	-	0.03-0.06	0.07-0.1	0.1
Sb	-	0.01-0.03	0.04-0.1	0.1
Ni	0.01	0.01-0.1	0.11-0.3	0.3
Co	-	0.01-0.03	0.04-0.06	0.06
Sn	-	0.006-0.06	0.07-0.1	0.1
Cr	0.0n	0.04-0.1	0.11-1.0	1.0
Mn	0.03	0.04-0.1	0.11-1.0	1.0
Ba	0.06	0.07-0.3	0.4-0.6	0.6
Sr	0.06	0.07-0.3	0.4-0.6	0.6

TABLE 8-4 : Summarized Data for Various Degree of Mineralized Samples in Kashan 1/100,000 Sheet , Based on Ginsburg Classification .

Sample No.	P2O5 %	SO3 %	V2O5	MnO	Co3O4	NiO	CuO	ZnO	As2O3	SeO2 ppm	SrO	MoO3	Ag2O	CdO	Sb2O3	BaO	WO3	HgO ppm	PbO	Bi2O3	SnO2	
KG-ALT-1				EM			DM	DM			DM					DM						
KG-MZ-1		2.46		OM		DM	DM	OM			DM	DM		EM		OM				OM		
KG-MZ-2		1.01		EM		DM	DM	DM			DM					OM				EM		
KG-MZ-3				OM			DM	DM								EM					DM	
KG-MZ-4				EM		DM	DM	DM			DM					DM						
KG-MZ-5				EM		DM	DM	DM			EM					DM						
KG-MZ-6				EM		DM	DM	DM			DM					DM						
KG-MZ-7		1.10		OM			DM	OM	EM						DM							
KG-MZ-8	0.90			EM			DM	DM	OM							OM						
KG-MZ-9				OM		DM	DM	DM	OM						DM				129.18	DM		
KG-MZ-10	0.97			EM	OM		DM	EM														
KG-MZ-11	0.84			OM			DM	OM	DM							EM				DM		
KG-MZ-12				EM		DM	DM	DM	OM		DM					DM				DM		
KG-MZ-13				EM		DM	OM	DM	OM		DM	OM				OM						
KG-MZ-14				OM		DM	DM	OM	EM													
KG-MZ-15				EM		DM	DM	DM	OM													
KG-MZ-16				EM		DM	DM	DM	OM						EM							
KG-MZ-17			DM	EM		DM	DM	DM	OM		DM					OM						
KG-MZ-18				EM		DM	DM	OM	OM													
KG-MZ-19				EM			OM	OM	OM			EM										
KG-MZ-20				EM		DM	DM	DM														
KG-MZ-21				EM		DM	DM	DM			DM											
KG-MZ-22				EM		DM	DM	DM	OM													
KG-MZ-23				DM		DM	EM	OM	DM													
KG-MZ-24				EM	OM	DM	DM	EM		29.152									72.881	DM		EM
KK-MZ-1				EM		DM	EM					EM				DM						
KK-MZ-2				EM		DM	DM	EM	OM							DM						
KK-MZ-3				EM		DM	DM	EM	OM													
KK-MZ-4				EM	EM	DM	DM	EM	EM													
KK-MZ-5			EM	EM		DM	OM	DM			DM					OM						
KK-MZ-6				EM		DM	DM	DM														
KN-ALT-1		27.99		EM		DM	OM	EM			OM		OM			OM						
KN-MZ-1				EM		DM	DM				DM					EM						
KN-MZ-2	1.27			EM		DM	DM		EM													
KN-MZ-3				EM		DM	DM				OM					EM						
KN-MZ-4				EM		DM	EM	DM														
KN-MZ-5				EM		DM	DM	DM														
KN-MZ-6				EM		DM	DM	DM			DM					DM						
KN-MZ-7				EM		DM	DM	DM			DM					OM						
KN-MZ-8				EM		DM	DM	EM	EM							DM						
KN-MZ-9				EM		DM	DM	DM			DM					DM						
KN-MZ-10				EM		DM	DM	DM			DM					DM						
KN-MZ-11				EM		DM	DM	DM														
KN-MZ-12				DM	EM	DM	DM	DM		OM												
KN-MZ-13				OM		DM	EM	DM				EM										
KN-MZ-14				OM		DM	DM	DM														
KN-MZ-15				EM		DM	DM	DM			DM											

OM : Ore Mineralization EM : Enriched Mineralization DM : Dispersed Mineralization n : Unclassified

TABLE 8-5. Ranking of Mineralized Samples Based on Characteristic Analysis in Kashan 1/100,000 Sheet.

Sample No.	Rank Score	Relative Potential	
		Normalized	% Rank
KC-MZ- 7	208.7	100	6
KC-MZ- 1	207.8	99	6
KC-MZ- 14	176.4	80	5
KK-MZ- 6	174.5	79	5
KC-MZ- 19	164.7	73	4
KC-MZ- 11	154.6	67	4
KK-MZ- 5	154.1	66	4
KC-MZ- 13	146.0	61	4
KC-MZ- 18	139.2	57	4
KC-MZ- 2	122.6	47	3
KN-MZ- 7	121.0	46	3
KK-MZ- 3	117.6	44	3
KC-MZ- 23	114.4	42	3
KC-MZ- 22	112.1	40	2
KC-MZ- 17	111.1	40	2
KN-MZ- 13	109.9	39	2
KC-MZ- 12	108.7	38	2
KK-MZ- 4	106.2	37	2
KC-MZ- 3	104.1	35	2
KC-MZ- 16	103.3	35	2
KC-MZ- 8	100.9	34	2
KC-MZ- 15	98.4	32	2
KN-MZ- 8	96.3	31	2
KN-MZ- 3	96.2	31	2
KC-MZ- 24	93.6	29	2
KN-MZ- 12	90.3	27	2
KK-MZ- 1	90.2	27	2
KC-MZ- 10	82.2	22	1
KC-MZ- 9	81.1	21	1
KN-MZ- 5	78.8	20	1
KC-MZ- 21	78.8	20	1
KC-MZ- 4	78.8	20	1
KN-MZ- 4	78.3	20	1
KN-MZ- 9	75.9	18	1
KC-MZ- 5	75.2	18	1
KN-MZ- 14	74.9	17	1
KN-MZ- 6	70.4	15	1
KN-MZ- 1	70.1	15	1
KC-ALT- 1	66.4	12	1
KK-MZ- 2	66.1	12	1
KC-MZ- 20	65.7	12	1
KN-MZ- 10	65.6	12	1
KC-MZ- 6	65.6	12	1
KN-MZ- 2	63.3	10	1
KN-MZ- 15	60.4	8	1
KN-MZ- 11	57.3	7	0
KN-ALT- 1	46.6	0	0

TABLE 8-6. Ranking of Ore-Elements Based on Characteristic Analysis in Kashan 1/100,000 Sheet .

Elements	Rank Score	Relative Potential	
		Normalized	% rank
Mn	404.4	100	17
Zn	326.0	81	14
Cu	282.0	70	12
Ba	262.3	65	11
Pb	242.2	60	10
As	202.5	50	9
Ar	123.6	31	5
Ni	108.2	27	5
Co	79.7	20	3
Mo	77.5	19	3
S	48.6	12	2
Ag	37.5	9	2
P	35.3	9	1
Bi	32.1	8	1
Cd	23.9	6	1
V	22.0	5	1
Sb	19.8	5	1
Hg	18.5	5	1
Se	11.8	3	0
W	11.8	3	0
Cr	0.0	0	0
Be	0.0	0	0
B	0.0	0	0



TABLE⁸⁻⁷ . Statistical Comparison of Fault Densities in Kashan 1/100,000 Sheet .

POPULATION	STAT.	KASHAN
TOTAL	N.	1311
	AVG.	1322.65
	STDS.	845.42
ANOMALY	N	43
	AVG.	1761.63
	STDS.	843.24
RESULT	T-CAL	3.36
	T-TABLE	1.96