

53500

TN

444

2195

— 2

1383

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسمه تعالی

وزارت صنایع و معادن

سازمان صنایع و معادن استان اردبیل

گزارش پی جوئی مس و سایر عناصر فلزی  
باغروداغ خلخال

مجری: مهندس محمدعلی عزیزمحمدی  
مشاور: شرکت مهندسین مشاور زرآذین گستر

تیر ۱۳۸۳

کتابخانه سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات معدنی کشور  
تاریخ: ۸۴-۱۲  
شماره ثبت:  
۱۸۶۳۳

## تشکر و قدردانی

در طی انجام پروژه اکتشافی اخیر افراد مختلفی دست اندرکار بوده اند که هر یک سهم به سزایی در به انجام رسیدن آن داشته اند.

جناب آقای مهندس عزیز محمدی ریاست محترم سازمان صنایع و معادن استان اردبیل با حسن نیت همواره حامی و مشوق مشاور در به انجام رسیدن پروژه اخیر بوده اند. بدینوسیله کمال سپاسگزاری را نسبت به ایشان داریم.

آقای مهندس بنابی معاونت محترم، همچنین کارشناسان محترم سازمان صنایع و معادن استان اردبیل، جناب آقای مهندس شجاع، مهندس جعفری زمان، مهندس آقازاده و مهندس اقلیمی در به انجام رسیدن این پروژه مساعدتها و راهنمایی های موثری را مبذول داشته اند که بدینوسیله مدیریت شرکت مهندسین مشاور زراذین گستر از نامبردگان تشکر و قدردانی می نماید.

کارشناسان عزیز شرکت مهندسین مشاور و ناظران فنی پروژه زحمات زیادی را در طی انجام پروژه در شرایط سخت آب و هوایی متحمل شده و همچنین کارهای دفتری و اداری پروژه را در اسرع وقت و در کمترین زمان با دقت کامل به انجام رسانیده اند که بدینوسیله از آنها سپاسگزاری می شود.

از مدیریت و کارشناسان و پرسنل محترم شرکت کانساران بینالود به خاطر آماده سازی و آنالیز دقیق نمونه ها تشکر می نمائیم. همچنین از کارشناسان محترم سازمان زمین شناسی کشور که نمونه های مقاطع نازک سنگ شناسی را مطالعه نموده اند سپاسگزاری می شود. درخاتمه از رانندگان و کارگران بومی منطقه نیز بخاطر زحمات زیادشان در طی انجام پروژه تقدیر می گردد.

منوچهر جلالی

مدیر عامل

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول : مقدمه و کلیات
۱	۱-۱- مقدمه
۴	۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی
۹	۱-۳- شرایط آب و هوایی
۱۱	۱-۴- زمین ریخت شناسی Geomorphology
۱۳	۱-۵- کارهای انجام شده قبلی
۱۴	۱-۶- بررسی نقشه مغناطیس هوایی منطقه
۱۶	۱-۷- روش کار
۱۸	فصل دوم : زمین شناسی
۱۸	۲-۱- زمین شناسی ناحیه ای
۱۹	۲-۲- زمین شناسی محدوده مورد بررسی
۱۹	واحد Es.c
۲۱	واحد E <sup>ab</sup>
۲۲	واحد E <sup>an</sup>
۲۳	واحد E <sup>t</sup> , E <sup>bc,t</sup> , E <sup>l,bc</sup>
۲۴	واحد E <sup>v</sup>
۲۵	۲-۳- زمین شناسی ساختمانی
	فصل سوم : بررسیهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین
۲۸	۳-۱- نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها
۲۹	۳-۱-۱- مهاجرت عناصر و کانیهای توسط جریانات سطحی
۳۱	۳-۱-۲- روش بررسی رسوبات رودخانه ای
۳۱	۳-۱-۳- طراحی شبکه نمونه برداری
۳۳	۳-۱-۴- عملیات صحرایی نمونه برداری ژئوشیمیایی
۳۶	۳-۱-۵- عملیات صحرایی نمونه برداری کانیهای سنگین
۳۹	۳-۱-۶- آماده سازی و مطالعه نمونه ها کانیهای سنگین

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۶	۷-۱-۲- آماده سازی و آنالیز شیمیایی نمونه ها
۴۹	۲-۲- پردازش داده های ژئوشیمیایی
۵۰	۱-۲-۲- پردازش داده های سنسورد
۵۵	۲-۲-۲- محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده ها
۵۶	۱-۲-۲-۲- بررسی پارامترهای آماری و نمودارهای آماری عنصر AS
۵۶	۲-۲-۲-۲- بررسی پارامترهای آماری و نمودارهای آماری عنصر Cu
۶۱	۲-۲-۲- تعیین مشاهدات خارج از ردیف
۶۱	۱-۲-۲-۲- روش تک متغیره
۶۵	۲-۲-۲-۲- روش چند متغیره
۶۹	۴-۲-۲- جدایش آنومالیها به روش تک متغیره
۷۳	۵-۲-۲- بررسی ضرائب همبستگی
۷۵	۶-۲-۲- اعتبار ضریب همبستگی
۸۰	۷-۲-۲- روش های چند متغیره
۸۰	۱-۷-۲-۲- آنالیز خوشه ای
۸۹	۲-۷-۲-۲- بررسی توزیع داده ها به روش نمودار پراکنندگی
۹۲	۳-۷-۲-۲- تجزیه عاملی
۱۰۲	۳-۲- ترسیم نقشه ها و معرفی ناهنجاری های ژئوشیمیایی
۱۰۳	۱-۳-۲- شرح نقشه ناهنجاری عنصر طلا
۱۰۵	۲-۳-۲- شرح نقشه ناهنجاری عنصر مس
۱۰۶	۳-۳-۲- شرح نقشه ناهنجاری عنصر سرب
۱۰۸	۴-۳-۲- شرح نقشه ناهنجاری عنصر روی
۱۱۲	۵-۳-۲- شرح نقشه ناهنجاری عنصر آرسنیک
۱۱۲	۶-۳-۲- شرح نقشه ناهنجاری عنصر باریم
۱۱۵	۷-۳-۲- شرح نقشه ناهنجاری عنصر کبالت
۱۱۷	۸-۳-۲- شرح نقشه ناهنجاری فاکتور اول

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۲۰	۲-۳-۹- شرح نقشه ناامنجاری فاکتور دوم
۱۲۲	۲-۴- بررسی کانیهای سنگین در محدوده اکتشافی شمال خلخال
۱۲۴	۳-۴-۱- منیتیت
۱۲۶	۲-۴-۲- آپاتیت
۱۳۴	۲-۴-۳- زیرکن
۱۳۵	۳-۴-۴- گروه اکسیدهای آهن
۱۳۹	۳-۴-۵- پیروکسن
۱۴۰	۲-۴-۶- گروه پیریت
۱۴۴	۳-۴-۷- خانواده مس
۱۴۶	۳-۴-۸- طلا
۱۴۸	۳-۴-۹- تجزیه و تحلیل خوشه ای داده های کانی سنگین
۱۵۲	۳-۵- معرفی مناطق امید بخش ، نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۵۲	۳-۵-۱- معرفی مناطق امید بخش
۱۵۶ :	۳-۵-۲- نتیجه گیری
۱۵۹	۳-۵-۳- پیشنهادات

## فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۶۰	نمودار (۱-۳) - هیستوگرام و نمودارهای چندک - چندک عناصر آرسنیک و مس
	نمودار (۲-۳) - نمودار جعبه ای کل عناصر آنالیز شده در محدوده اکتشافی خلخال
۶۲	به همراه نمونه های خارج از ردیف و خارج از حد
۶۳	نمودار (۳-۳) نمودار جعبه ای عناصر Bi و Hg
۶۳	نمودار (۳-۳) - نمودار جعبه ای عناصر Ag و Sb
۶۳	نمودار (۵-۲) - جعبه ای عناصر W, Sn, Pb, Fe, Mo, Be, Au, As
۶۴	نمودار (۶-۲) - نمودار جعبه ای عناصر Zn و Ni, Cu, Cr, Co
۶۴	نمودار (۷-۳) - نمودار جعبه ای عناصر Sr و Mn, Ba
۶۴	نمودار (۸-۳) - نمودار جعبه ای عنصر Ti
	نمودار (۹-۳) - نمودار چندک - چندک فواصل ماهالانوبیس محاسبه شده برای نمونه های
۶۷	سیلت محدوده اکتشافی خلخال
۸۵	نمودار (۱۰-۳) - دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های مثبت پیرمسون
۸۵	نمودار (۱۱-۳) - دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های منفی پیرمسون
	نمودار (۱۲-۳) - دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های مثبت و منفی
۸۶	پیرمسون
۸۶	نمودار (۱۳-۳) - دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های مثبت اسپیرمن
۸۷	نمودار (۱۴-۳) - دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های منفی اسپیرمن
	نمودار (۱۵-۳) - دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های منفی و مثبت
۸۷	اسپیرمن
۹۰	نمودار (۱۶-۳) - نمودار پراکنندگی عنصر Cu
۹۱	نمودار (۱۷-۳) نمودار پراکنندگی عنصر Mo



## فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۹۱	نمودار (۱۸-۳) نمودار پراکنندگی عنصر CO
۱۰۱	نمودار (۱۹-۳) - نمودار صخره ای و نمودار سه بعدی مؤلفه ها
۱۲۷	نمودار (۲۰-۳) - هیستوگرام و منحنی تجمعی داده های کانی سنگین
۱۵۱	نمودار (۲۱-۳) - نمودار درختی کانیهای سنگین در منطقه شمال خلخال

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۰	جدول (۱-۱) - اطلاعات هواشناسی ایستگاه خلخال
۴۳	جدول (۱-۲) - نتایج کیفی مطالعات کانیهای سنگین
۴۵	جدول (۲-۲) - نتایج کمی مطالعات کانیهای سنگین
۴۷	جدول (۳-۲) - حد حساسیت عناصر مختلف در محدوده شمال خلخال
۴۸	جدول (۴-۲) - نتایج آنالیز شیمیایی عناصر توسط شرکت کانساران بینالود
۵۲	جدول (۵-۲) - اطلاعات مربوط به عناصر سنسورد و مقادیر جایگزینی به روش بیشترین درشتنمایی کوهن
۵۸	جدول (۶-۲) - پارامترهای آماری داده های خام بدون در نظر گرفتن و جایگزین نمودن مقادیر سنسورد
۵۹	جدول (۷-۲) - پارامترهای آماری هر یک از متغیرها پس از اعمال تبدیل لگاریتمی
۶۶	جدول (۸-۲) - نمونه های خارج از ردیف و خارج از حد تک متغیره منطقه شمال خلخال
۶۸	جدول (۹-۲) - نمونه های خارج از ردیف و خارج از حد چند متغیره منطقه شمال خلخال
۷۱	جدول (۱۰-۲) - جدایش آنومالیاها بر اساس حد آستانه ای به علاوه مقادیری از انحراف معیار
۷۸	جدول (۱۱-۲) - ضرائب همبستگی محاسبه شده به روش پیرسون
۷۹	جدول (۱۲-۲) - ضرائب همبستگی محاسبه شده به روش اسپیرمن
۹۵	جدول (۱۳-۲) - مقدار واریانس و درصد مشارکت مؤلفه در منطقه خلخال
۹۷	جدول (۱۴-۲) - مقادیر خام و چرخش یافته مؤلفه های اصلی
۱۰۰	جدول (۱۵-۲) - مقادیر ناهنجاری فاکتوری در منطقه خلخال
۱۰۴	جدول (۱۶-۲) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر طلا در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)
۱۰۷	جدول (۱۷-۲) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر مس در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)
۱۰۹	جدول (۱۸-۲) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر سرب در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)
۱۱۱	جدول (۱۹-۲) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر روی در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)
۱۱۴	جدول (۲۰-۲) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۱۶	جدول (۲۱-۳) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر باریوم در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)
۱۱۸	جدول (۲۲-۳) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر کبالت در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)
۱۲۱	جدول (۲۳-۳) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر فاکتور اول در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)
۱۲۲	جدول (۲۴-۳) - آنومالهای ژئوشیمیایی عنصر فاکتور دوم در محدوده شمال خلخال (باعز و داغ)
۱۳۱	جدول (۲۵-۳) - پارامتر آماری کانیهای سنگین بر اساس داده های خام و در منطقه شمال خلخال
۱۳۱	جدول (۲۶-۳) - ماتریس ضرائب همبستگی داده های کانی سنگین

## فهرست نقشه ها

صفحه	عنوان
ضمیمه	نقشه نمونه برداری محدوده شمال خلخال باعزوداغ
ضمیمه	نقشه ژئوشیمیایی عنصر طلا
ضمیمه	نقشه ژئوشیمیایی عنصر مس
ضمیمه	نقشه ناهنجاری عنصر سرب
ضمیمه	نقشه ناهنجاری عنصر روی
ضمیمه	نقشه ناهنجاری عنصر آرسنیک
ضمیمه	نقشه ناهنجاری عنصر باریم
ضمیمه	نقشه ناهنجاری عنصر کبالت
ضمیمه	نقشه ناهنجاری فاکتور اول
ضمیمه	نقشه ناهنجاری فاکتور دوم
ضمیمه	نقشه نمادین کانی منیتیت
ضمیمه	نقشه نمادین کانی آپاتیت
ضمیمه	نقشه نمادین کانی زیرکن
ضمیمه	نقشه نمادین گروه اکسیدهای آهن
ضمیمه	نقشه نمادین کانی پروکسن
ضمیمه	نقشه نمادین گروه پیریت
ضمیمه	نقشه نمادین خانواده مس
ضمیمه	نقشه نمادین کانی طلا

## فهرست ضmann

صفحه	عنوان
	ضمیمه شماره (۱) - نتایج کیفی مطالعات کانیهای سنگین
	ضمیمه شماره (۲) - نتایج کمی مطالعات کانیهای سنگین
	ضمیمه شماره (۳) - نتایج آنالیز شیمیایی عناصر توسط شرکت امدل
	ضمیمه شماره (۴) - نمودارهای هیستوگرام و چندک - چندک داده ها عناصر مختلف
	ضمیمه شماره (۵) - مقادیر بدست آمده تجزیه عاملی

## فهرست

صفحه	عنوان
۷	شکل شماره (۱-۱) - موقعیت تقریبی محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه سیاسی استان
۸	شکل شماره (۲-۱) - موقعیت محدوده مورد مطالعه و راههای دسترسی به آن
۱۲	شکل شماره (۳-۱) - تصویر ماهواره ای از منطقه کیوی و محدوده مورد مطالعه
۱۵	شکل شماره (۴-۱) - بخشی از نقشه مغناطیس هوایی چهارگوش بندر انزلی و موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی آن
۲۶	شکل شماره (۵-۱) - نمودار گل سرخی درزه های موجود در واحد $E^c$ در جنوب باختر لمبر
۲۶	شکل شماره (۶-۱) - نمودار گل سرخی درزه های موجود در واحد $E^{s,c}$ در موقعیت محدوده
۲۷	شکل شماره (۷-۱) - نمودار گل سرخی درزه های موجود در واحد $E^{s,c}$ در باختر ناواشنق
۲۰	عکس شماره (۱) - نمایی از واحد $E^{s,c}$ در منطقه مورد مطالعه
۲۰	شکل شماره (۲) - رگه های کلسیتی قطع کننده واحد $E^{s,c}$

## فصل اول : مقدمه و کلیات

### ۱-۱- مقدمه

برای تبدیل ذخایر و منابع معدنی به معادن قابل بهره برداری، سه گونه مطالعات ضروری است که عبارتند از مطالعات زمین شناسی (Geological study)، مطالعات فنی (Feasibility study) و مطالعات اقتصادی (Economic study). هر گونه از مطالعات مزبور شامل چند مرحله است. آنچه در مراحل اولیه اهمیت دارد مطالعات زمین شناسی است که شامل ۴ مرحله پی جویی (Reconnaissance)، پتانسیل یابی (Prospecting)، اکتشاف عمومی (General exploration) و اکتشاف تفصیلی (detailed exploration) می باشد. هر یک از مراحل فوق اطلاعات زمین شناسی خاصی را ارائه می دهند، که به ترتیب، دقت آنها افزایش می یابد. در مرحله پی جویی (Reconnaissance) نتیجه مطالعات، شناسایی مناطق با پتانسیل بیشتر در مقیاس ناحیه ای (regional) است که بر اساس مطالعات زمین شناسی ناحیه ای صورت می پذیرد.

مرحله پتانسیل یابی (Prospecting)، یک فرایند سیستماتیک برای جستجو جهت یک نهشته معدنی (mineral deposit) است که با محدودتر کردن مساحت محدوده دارای پتانسیل معدنی صورت می پذیرد. روش هایی که در این مرحله استفاده می شود شامل بررسی رخنمونها، تهیه نقشه زمین شناسی، روشهای غیر مستقیم مثل مطالعات ژئوشیمیایی و یا ژئوفیزیکی هستند. در این مرحله مقادیر اندکی عملیات ترانشه زنی، حفاری و نمونه برداری انجام می پذیرد. نتیجه این مرحله مشخص نمودن نهشته ای است که هدف مطالعات اکتشافی بعدی خواهد بود.

اکتشاف عمومی (General exploration) شامل بررسی های اولیه بر روی یک نهشته مشخص است. روش هایی که در این مرحله استفاده می شود شامل نقشه برداری سطحی، نمونه برداریهای پراکنده، عملیات ترانشه زنی و حفاریها برای ارزیابی های اولیه کمیت و کیفیت ماده معدنی است. نتیجه این مرحله مشخص نمودن سیماهای اصلی زمین شناسی توده معدنی و اطلاعات مناسب در ارتباط با اندازه، شکل، ساختمان و عیار ذخیره است. دقت این مرحله باید در حدی باشد که بتواند ضرورت انجام مطالعات فنی مقدماتی (Prefeasibility) و همچنین مطالعات اکتشافی تفصیلی را مشخص نماید.

اکتشاف تفصیلی (detailed exploration) در برگیرنده مطالعاتی است که یک نهشته معدنی را بصورت سه بعدی مورد بررسی قرار می دهد و ابعاد آن را مشخص می کند. این کار با نمونه برداری از رخنمونها، ترانشه ها، چاههای حفاری شده، شفت ها و تونل ها صورت می پذیرد. شبکه نمونه برداری متراکم تهیه شده و اندازه، شکل، ساختمان، عیار و دیگر خواص ماده معدنی با دقت بالا مشخص می گردد. بر اساس اطلاعات حاصل از این مرحله، مطالعات فنی (Feasibility) انجام می پذیرد.

آنچه شرح داده شد تعریفی است که کمیته تخصصی سازمان ملل متحد در ارتباط با عملیاتهای لازم بر روی منابع معدنی ارائه نموده است و می تواند در تعریف طرحهای اکتشافی مورد توجه قرار گیرد. با مقایسه شرح خدمات قرارداد اخیر با موارد ذکر شده مشخص است که طرح اخیر در زمره عملیات پتانسیل یابی قرار می گیرد، لذا نامگذاری پی جویی برای آن از دقت کار می کاهد.



پروژه اخیر که بررسی یکی از ناهنجاریهای ژئوشیمیایی مشخص شده در مرحله انجام عملیات اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس یکصد هزارم (ورقه یکصد هزارم خلخال - سازمان صنایع و معادن استان گیلان) است، بر اساس قرارداد شماره ۱۲۵/۷۵۳۵/۳۸ مورخ ۸۲/۱۱/۱ به شرکت مهندسین مشاور زرآذرین گستر محول گردید. محدوده انجام عملیات اکتشافی مساحتی حدود ۴۰ کیلومتر مربع تعیین شده و مقرر گردید که در این محدوده ضمن طراحی و برداشت نمونه های ژئوشیمی آبراهه ای و کانی سنگین، نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ نیز تهیه گردد. همچنین پس از آماده شدن نتایج آنالیز نمونه ها و بررسی های آماری و پردازش های لازم، مناطق ناهنجار در این محدوده مورد بررسی صحرایی قرار گرفته و نمونه های لازم جهت انجام مطالعات پتروگرافی، مینرالوگرافی، XRD و آنالیز شیمیایی XRF برداشت گردد. پس از قطعی شدن قرارداد، مشاور اقدام به جمع آوری اطلاعات و تهیه مدارک اولیه لازم نمود و نقشه های توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ و همچنین نقشه های زمین شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه آماده گردید. از آنجایی که عملیات اکتشافی بایستی در مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ انجام می پذیرفت، بنابراین نقشه توپوگرافی ۱:۲۰,۰۰۰ محدوده مورد مطالعه با استفاده از نرم افزارهای مناسب از روی نقشه با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ آماده گردید، بر اساس وضعیت حوضه آبریز، طراحی نمونه برداری ژئوشیمی و کانی سنگین انجام شده و پس از تایید کارفرما آماده انجام گردید. بدلیل شرایط نامساعد جوی در چند مرحله این کار (نمونه برداری) صورت پذیرفت که البته در هر مرحله بدلیل ریزش برف و باران دشواریهای زیادی را به همراه داشته است. بدلیل خیس

بودن نمونه های برداشت شده، آماده سازی آنها با دشواری های زیادی همراه بوده است بنابراین عملیات آماده سازی نمونه ها با صرف وقت و هزینه زیادی صورت پذیرفت.

پس از آنکه نمونه های ژئوشیمی از الک ۸۰ مش و نمونه ها کانی سنگین از الک ۲۰ مش گذرانده شده اند، به آزمایشگاه کانساران بینالود ارسال گردیدند تا مطالعات لازم بر روی آنها صورت پذیرد. نمونه های کانی سنگین در تهران مورد مطالعه قرار گرفته اند اما نمونه های ژئوشیمی به کشور استرالیا ارسال و نتایج آنها در اوایل دهه دوم تیرماه آماده گردید. بنابراین مشاور در مدت زمان کوتاهی موظف بود که بررسی ها و پردازش های لازم را روی این نتایج به انجام برساند که این خود باعث کاهش دقت کار می شود.

آنچه در پی می آید گزارش عملیات اکتشافی مزبور است که شامل مطالعات زمین شناسی، ژئوشیمی و کنترل ناهنجاری است.

#### ۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

محدوده مورد مطالعه بصورت یک چهار ضلعی ABCD با مختصات جغرافیایی زیر بر اساس صورتجلسه مورخ ۸۲/۱۱/۲۸ به مشاور اعلام گردید. این محدوده بخشی از حوضه آبریز رودخانه آریاچای در حد فاصل شهرهای خلخال و گیوی در استان اردبیل است و گوشه های نقشه های توپوگرافی ۵۰،۰۰۰:۱ گیوی پائین (5665II)، خلخال (5765III)، هل آباد (5665I) و آق اولر (5765IV) چاپ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح را شامل می گردد.

موقعیت این محدوده نسبت به شهر خلخال بگونه ای است که از شهر خلخال در مسیر جاده خلخال به اردبیل پس از حدود ۱۰ کیلومتر در محل دوراهی (جنب کارخانه آسفالت) می توان دسترسی پیدا نمود. مهمترین آبادیهای این منطقه روستاهای لمبر، اوجیغاز، مصطفی لو، پیرانی هستند. فاصله هوایی و مستقیم روستای لمبر از مرکز شهر خلخال ۱۴ کیلومتر است.

محدوده ای که در صورتجلسه مورخ ۸۲/۱۲/۲۸ به مشاور اعلام گردید بصورت یک چهار ضلعی نامتقارن با مختصات چهارگوش به شرح زیر است:

A      3 7 , 48 , 00N  
          48 , 29 , 09E

B      37 , 48 , 00N  
          4 8 , 32 , 34E

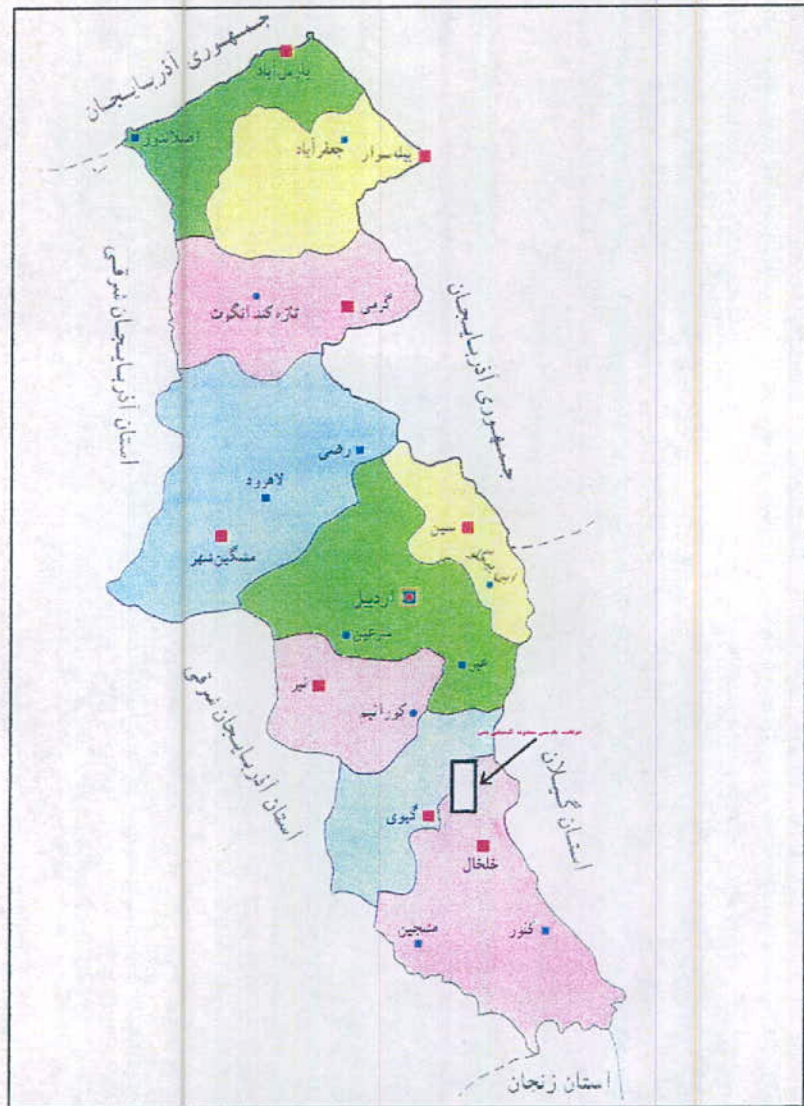
C      3 7 , 42 , 40N  
          48 , 30 , 51E

D      37 , 42 , 40N  
          4 8 , 29 , 09E

این محدوده تماماً در بخش میانی حوضه آبریز آریچای واقع است و طراحی نمونه های ژئوشیمیایی با تبعیت از آن صورت پذیرفته است. به دلیل آنکه بخشی از سرشاخه های آبراهه های فرعی خارج از محدوده مشخص شده، قرار می گیرد لذا مشاور اقدام به افزایش مساحت عملیات نموده تا از حوضه های آبریز بطور کامل نمونه برداری شود. نقشه زمین شناسی نیز از محدوده ای چهار ضلعی متقارن تهیه گردید که محدوده معرفی شده توسط کارفرما را نیز در بر می گیرد.

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات سیاسی متعلق به بخش مرکزی شهرستان خلخال و استان اردبیل است شکل شماره (۱-۱). گویش مردم این منطقه ترکی است. شغل اصلی مردم روستاهای این منطقه کشاورزی، دامداری و پرورش زنبور عسل است. مهمترین محصولات کشاورزی این منطقه شامل گندم، جو، عدس، یونجه، گیلاس، سیب درختی، آلبالو است رستنی های منطقه عبارتند از گیاهان آویشن، بلاغ اوتی، خاکشیر، پونه، گل گاوزبان، گل ختمی و گون. جانوران و پرندگانی که در منطقه دیده می شوند عبارتند از روباه، خرگوش، خرس، گراز و کبک.

راه اصلی دسترسی به منطقه مورد مطالعه در مسیر خلخال به اردبیل و در فاصله ۱۰ کیلومتری شهر خلخال، جاده آسفالتی روستایی لمبر است که تا روستای لمبر آسفالتی است و پس از آن جاده خاکی درجه ۲ روستای لمبر را به روستاهای بالا دست شامل مصطفی لو، اوجیغار و پیرانی وصل می نماید. شکل شماره (۱-۲) مهمترین راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل شماره (1-1) - موقعیت تقریبی محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه سیاسی استان



شکل شماره (۱-۲) - موقعیت محدوده مورد مطالعه و راههای دسترسی به آن

### ۱-۳- شرایط آب و هوایی

منطقه مورد مطالعه که بخشی از شهرستان خلخال است همانند سایر مناطق این شهرستان دارای آب و هوای معتدل کوهستانی است. این منطقه دارای زمستان سرد و پر برف و تابستانهای معتدل با هوای مطبوع است. رودخانه آرپاچای که در حوضه بالا دست رودخانه گیوی چای قرار دارد و خود سرشاخه ای از رود بزرگ قزل اوزن است. این منطقه حتی نسبت به شهر خلخال نیز در ارتفاع بالاتری قرار دارد، بنابراین شرایط کوهستانی تری در آن حاکم است. میزان بارش باران در شهر خلخال سالانه ۴۰۵/۸ میلی متر، دمای میانگین سالانه ۷/۴ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی آن ۶۷ درصد می باشد (سازمان آموزش و پرورش، ۱۳۸۱). شرایط آب و هوایی در منطقه به گونه ای است که حتی در دو ماه اول فصل بهار نیز ممکن است شرایط سردی بر منطقه حاکم باشد به نحویکه در سال ۱۳۸۳ در ۲۹ فروردین ماه بارش برف به ارتفاع حدود ۱۰ سانتی متر در منطقه ایجاد شده است. بنابراین محدودیتهای کارهای اکتشافی در این منطقه قابل توجه است به نحویکه حداقل ۵ ماه از سال دارای شرایط دشوار است. نزدیک ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه در شهر خلخال واقع است که اطلاعات حاصل از آن در جدول شماره (۱-۱) آورده شده است.

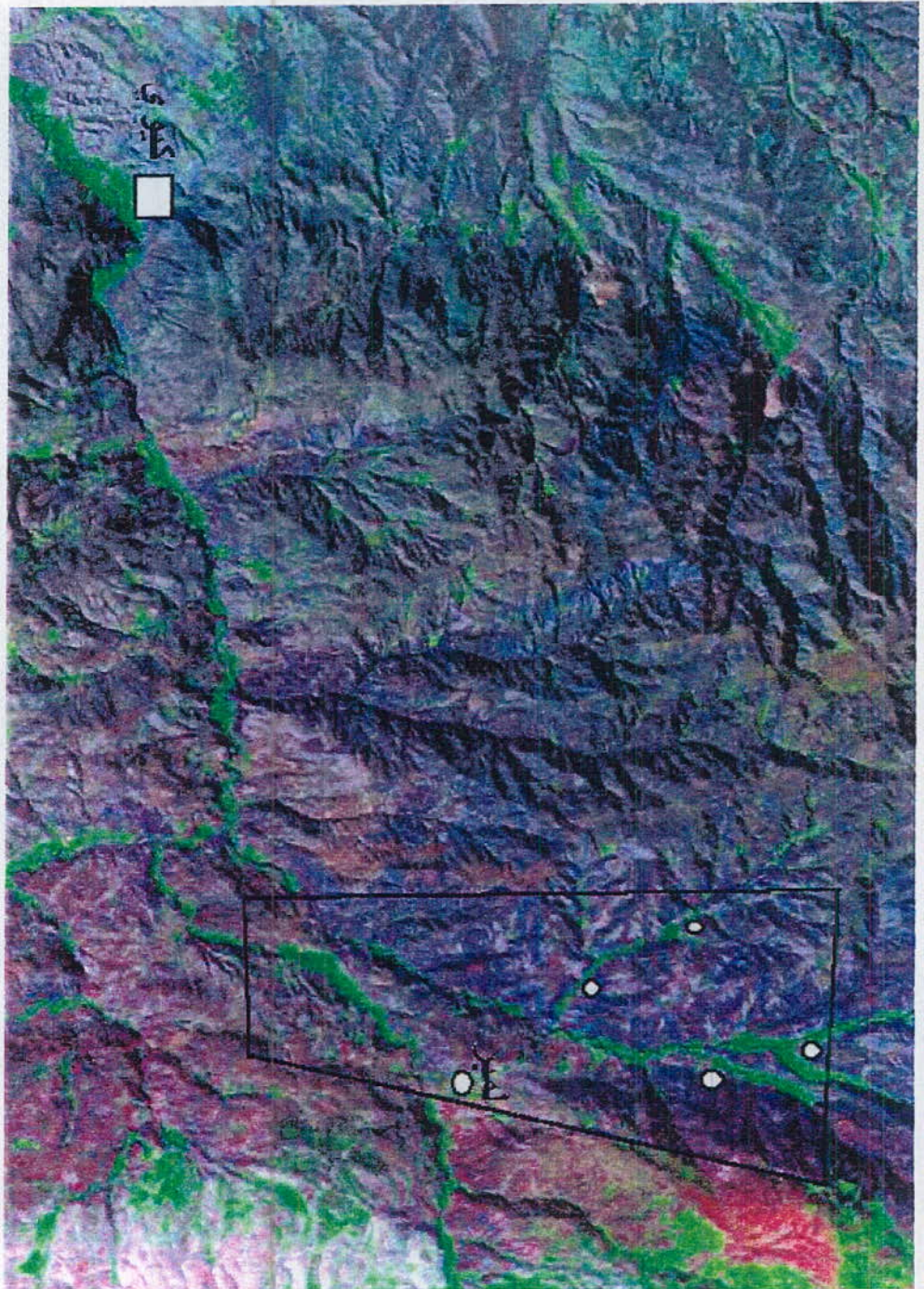
جدول شماره (۱-۱) - اطلاعات هواشناسی ایستگاه خلخال  
(سالنامه های هواشناسی - سازمان هواشناسی کشور)

خلخال ۳۷,۳۸-۴۸,۳۱							نام ایستگاه		
سال									
۱۹۹۹	۱۹۹۸	۱۹۹۷	۱۹۹۶	۱۹۹۵	۱۹۹۴	۱۹۹۳			
۳۴	۳۴,۸	۳۴,۶	۳۳,۸	۳۴,۸	۳۴	۳۱,۴	مقدار	بالاترین	دما سانتیگراد
اگوست	اگوست	جولای	اگوست	اگوست	جولای	جولای	ماه		
-۱۸,۵	-۲۲,۵	-۳۱,۵	-۲۲,۲	-۱۷,۵	-۲۵	-۲۵	مقدار	پائین	ترین
ژانویه	ژانویه	ژانویه	فوریه	دسامبر	دسامبر	ژانویه	ماه		
۲۸۷,۹	۳۱۲,۶	۳۱۳,۸	۳۹۱,۹	۳۱۵,۶	۴۳۰, ۹	۴۳۴,۲	بارندگی (میلیمتر)		
۱۴۹	۱۴۷	۱۵۹	۱۵۳	۱۶۹	۱۵۰	۱۷۵	تعداد روزهای یخبندان		
شرق	شرق	شرق	شرق	شرق	شرق	شرق	بیشترین از سمت		باد
۶۰	۲۷۰	۲۱۰	۷۰	۱۹۰	۹۰	۲۵۰	سمت	سریعترین	
۱۵	۱۴	۱۶	۱۵	۱۶	۱۶	۲۰	سرعت		
۴۱	۵۳	۴۸	۴۵	۵۴	۵۶	۵۵	مقدار		حدافل
اگوست	سپتامبر	اگوست	اگوست	اگوست	سپتامبر بر	اگوست	ماه		
۵۷	۶۶	۶۳	۶۴	۶۵	۶۷	۶۸	میانگین سالانه		رطوبت (درصد)
۷۸	۸۹	۸۳	۸۵	۸۱	۷۸	۸۲	مقدار	حداکثر	
ژانویه	ژانویه	دسامبر	ژانویه	ژانویه	ژانویه	دسامبر	ماه		



#### ۱-۴- زمین ریخت شناسی Geomorphology

منطقه مورد مطالعه بر روی رشته کوههای طالش در فلات بالا آمده آذربایجان واقع است که بخشی از رشته کوه البرز است و در زمره مرتفع ترین مناطق ایران بحساب می آید. روند ارتفاعات در این منطقه شمالی جنوبی است و این روندها نتیجه خمش رشته کوه البرز در منطقه است. رودخانه آریچای با روند غالب شمال خاور - جنوب باختر این ارتفاعات را حفر نموده است و پست ترین نقطه در منطقه مورد مطالعه در کف این رودخانه در گوشه جنوب باختری محدوده دارای فرازای حدود ۱۶۴۰ متر و بلندترین نقطه در گوشه شمال خاوری محدوده دارای فرازای بیش از ۲۴۰۰ متر است. بدلیل گسترش سنگهای ولکانیک ائوسن در منطقه، وضعیت ریخت شناسی بگونه ای است که از جنوب به شمال با شیب نسبتاً یکنواختی ارتفاع افزایش می یابد تنها در مواردی افق های گدازه ای و یا توفی باعث ایجاد پرتگاه در آنها شده است. شکل شماره (۱-۳) تصویر ماهواره ای از منطقه همراه با موقعیت محدوده مورد مطالعه برروی آن است.



شمال →

شکل شماره ( ۱-۳ )-تصویر ماهواره ای از منطقه کیوی و محدوده مورد مطالعه

## ۱-۵- کارهای انجام شده قبلی

از نظر زمین شناسی منطقه مورد مطالعه در مرز دو نقشه یکصدهزارم خلخال و گیوی واقع است. اگر چه نقشه های زمین شناسی ۰،۰۰۰:۲۵۰:۱ (بندر انزلی) و یکصدهزارم (خلخال - رضوانشهر و گیوی) منطقه تهیه گردیده است اما بجز آن ، عملیات اکتشافی محدود به تهیه گزارش اکتشافات ژئوشیمی یکصدهزارم برگه خلخال است که توسط سازمان صنایع و معادن استان گیلان تهیه گردیده است و پروژه اخیر نیز در ادامه بررسی ناهنجاریهای حاصل از این عملیات اکتشافی است.

همچنین پروژه های اکتشافی دیگری توسط اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان و استان اردبیل در نواحی اطراف شهرستان خلخال انجام پذیرفت که در طی آن بازدیدهایی از این مناطق بعمل آمده است این پروژه ها شامل موارد زیر هستند:

گزارش پی جویی آهن خلخال و حومه هروآباد - وزارت معادن و فلزات ، ۱۳۶۳.

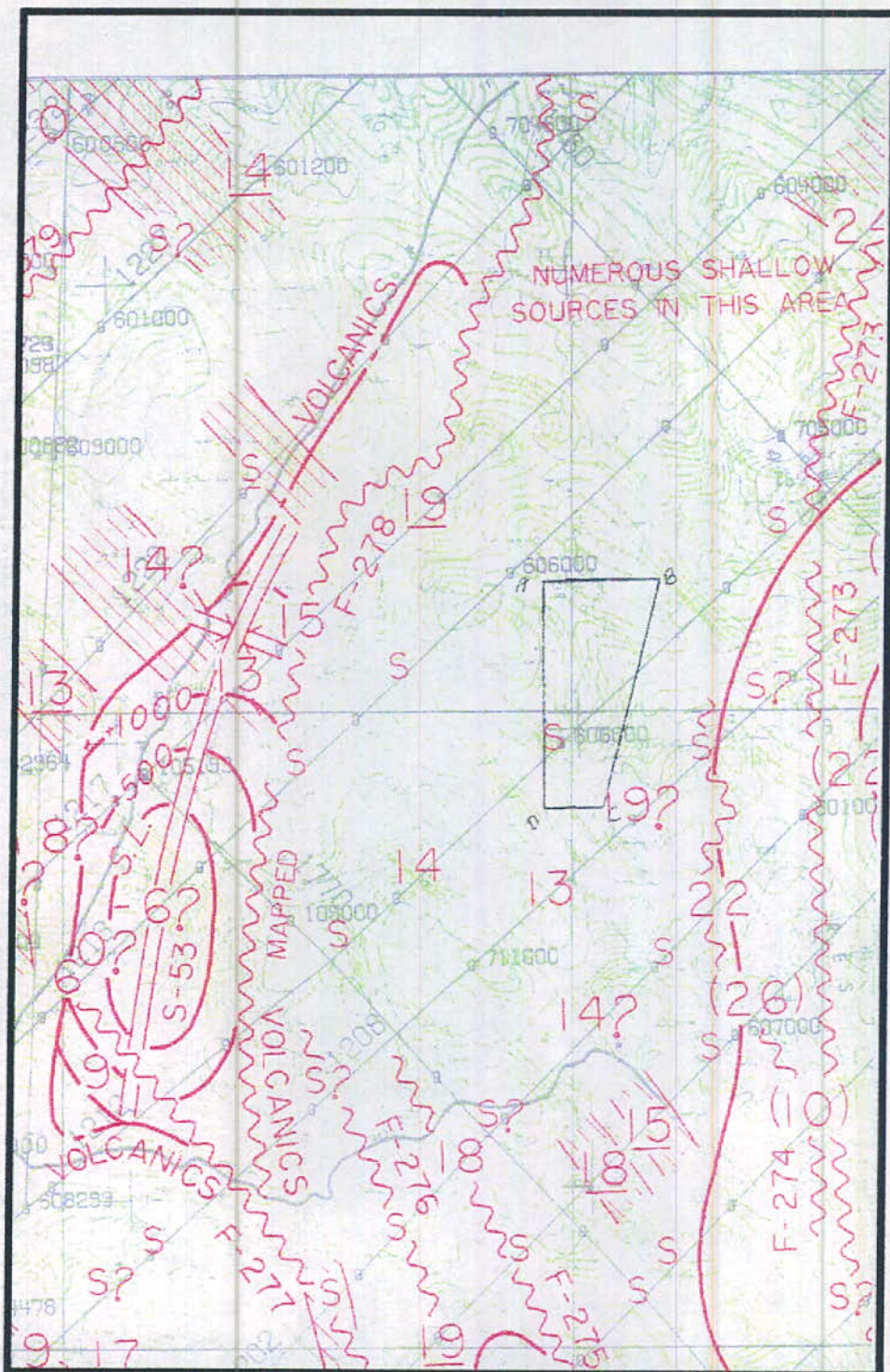
گزارش پتانسیل های معدنی در منطقه خلخال - سازمان صنایع و معادن استان اردبیل سال ۱۳۸۰.

گزارش پی جویی مقدماتی گیوی پائین از منطقه خلخال - اداره کل معادن و فلزات استان اردبیل - سال ۱۳۷۳.

#### ۱-۶- بررسی نقشه مغناطیس هوایی منطقه

منطقه مورد مطالعه در نقشه مغناطیس هوایی ۱:۲۵۰،۰۰۰ بندر انزلی (چهارگوش شماره D3) تلفیق شده توسط یوسفی و همکاران (سازمان زمین شناسی کشور - ۱۹۷۸) واقع است. این نقشه بر اساس داده های حاصل از پروازهایی با شبکه ۷/۵ در ۴۰ کیلومتر آماده گردیده است. این پروازها در بلوکهایی با ارتفاع پرواز ثابت که ارتفاع بارومتريک آنها در رده های ۷۰۰۰ و ۸۰۰۰ پایی بوده است انجام پذیرفت. مقاطع پرواز در حدود ۷/۵ کیلومتر از هم فاصله داشته و جهات پرواز ۴۵ و ۲۲۵ درجه برای پروازهای ۷۰۰۰ پایی و ۱۸۰ و ۳۶۰ درجه برای پروازهای ۸۰۰۰ پایی است. فاصله خطوط شمارش در این نقشه ها دو گاما (برای خطوط فرعی) و ۱۰ گاما (برای خطوط اصلی) است.

موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی این نقشه (شکل شماره ۱-۴) بگونه ای است که هیچگونه ناهنجاری مغناطیسی از نوع توده های ناهنجار کم عمق (Shallow magnetic bodies) بر روی آن مشخص نشده است یعنی انتظار هیچ نوع توده نفوذی و یا عامل ناهنجاری دیگری در منطقه وجود ندارد و حتی توده های ناهنجار مشخص شده نیز دارای فاصله قابل توجه (بیش از ۲۰ کیلومتر) از منطقه هستند. البته با توجه به گسترش سنگهای ولکانیک ائوسن در منطقه میزان مغناطیس مشخص شده در منطقه در مقادیر بالایی قرار دارند و کلمه S که بر روی نقشه مشخص شده است نشان دهنده منشاء سطحی برای این مقادیر بالای مغناطیس هوایی است.



شکل شماره (۴-۱) بخشی از نقشه مغناطیس هوایی چهارگوش بندر انزلی وموقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی آن

## ۱-۷- روش کار

به منظور انجام عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی و زمین شناسی بر اساس شرح خدمات قرار داد، بلافاصله پس از قطعی شدن قرارداد در اول بهمن ماه ۱۳۸۲، مشاور اقدام به تهیه نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی و عکس های هوایی منطقه نمود. از آنجایی که نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰,۰۰۰ منطقه هنوز توسط سازمان نقشه برداری کشور آماده نگردیده است، بنابراین مشاور مجبور به استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ (چاپ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح) نمود. محدوده مشخص شده گوشه های چهار برجه توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ را شامل می شده اند بنابراین پس از اسکن نمودن نقشه ها و چسباندن آنها به همدیگر، با استفاده از تکنیک های کارتوگرافی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ تهیه و رقومی گردید. بر اساس وضعیت حوضه آبریز و اطلاعات اولیه زمین شناسی (نقشه زمین شناسی یکصد هزارم منطقه) مغناطیس محل نمونه های ژئوشیمی آبراهه ای و کانی سنگین طراحی گردید. عملیات فتوژئولوژی اولیه بر روی عکسهای هوایی ۱:۲۰,۰۰۰ منطقه انجام پذیرفت. با نهایی شدن نقشه نمونه برداری و تایید کارفرما، عملیات نمونه برداری در چند مرحله (بدلیل شرایط نامساعد جوی) انجام پذیرفت. بدلیل آنکه تمامی آبراهه های منطقه در فصل کار آبدار بوده اند لذا نیاز به خشک نمودن و آماده سازی نمونه ها وجود داشت بنابراین تمامی نمونه های برداشت شده در فضایی در بسته و فاقد آلودگی خشک و از الک شدن آماده ارسال به آزمایشگاه گردید. این آماده سازی شامل عبور نمونه های ژئوشیمی از الک های ۸۰ مش و نمونه های کانی سنگین از الک ۲۰ مش بوده است. عکس های (۱ تا ۴) تصاویری از مراحل برداشت و آماده سازی نمونه های

ژئوشیمی را نشان می دهد. نمونه های ژئوشیمی در آزمایشگاه مجدداً بسته بندی شده و جهت انجام آنالیز بر اساس شرح خدمات به کشور استرالیا ارسال گردید (توسط شرکت کانساران بینالود). نمونه های کانی سنگین نیز در داخل کشور پس از لاوک شویی و بروموفرم گیری مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج آنها جهت پردازش استفاده گردید. شرح عملیات پردازش ها بر روی داده های ژئوشیمی و کانی سنگین در بخش مربوطه آورده شده است.

همزمان با برداشت نمونه های ژئوشیمی و کانی سنگین، عملیات برداشت زمین شناسی به کمک عکسهای هوایی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ نیز صورت پذیرفت و در نتیجه نقشه زمین شناسی با همین مقیاس تهیه گردید. پس از انجام پردازش های لازم بر روی داده های ژئوشیمیایی و مشخص شدن مناطق ناهنجار، عملیات کنترل ناهنجاری نیز انجام پذیرفت که گزارش آن بصورت یک فصل مجزا آورده شده است.

## فصل دوم : زمین شناسی

### ۱-۲- زمین شناسی ناحیه ای

منطقه مورد بررسی در زون ساختاری البرز (البرز باختری - آذربایجان) واقع گردیده است. این منطقه از کشور، حوادث زیادی را پشت سر گذاشته که آثار آن از زمان پرکامبرین و تا به امروز (ولکانیسم های سهند و سبلان) قابل مشاهده است. با نگاهی بر نقشه زمین شناسی آذربایجان ملاحظه می کنیم که قسمت اعظم آن بوسیله رسوبات و سنگ های آتشفشانی ترشیاری پوشیده شده است.

حرکات کوهزاد آپی در این ناحیه با چین خوردگی شدید و گسل خوردگی در کرتاسه پایانی و یا ترشیاری آغازین شروع می شود. اولین آثار آتشفشانی قابل توجه متعلق به زمان کرتاسه پایانی است (دیدون و ژمن، ۱۹۷۶).

فعالیت آتشفشانی مهم و عمدتاً زیردریایی طی ائوسن به ظهور رسیده است (افتخارنژاد، ۱۹۷۵). این فعالیت در طارم (شمال زنجان) از همه جا شدیدتر بوده به طوری که ۳۰۰۰-۴۰۰۰ متر گدازه های آندزیتی - داسیتی و سنگهای پیروکلاستیک و توف به جا مانده است (هیرایاما و دیگران، ۱۹۶۶).

در آغاز اولیگوسن به واسطه حرکات کوهزایی پیرنه، همانند بسیاری از نقاط البرز مرکزی و ایران مرکزی، توده های نفوذی متعدد بداخل سنگ های آتشفشانی ائوسن نفوذ نموده است که موجب چین خوردگی ها در رسوبات باختر و جنوب باختری آذربایجان شده است. منطقه مورد مطالعه نیز بعنوان بخشی از فلات بالا آمده آذربایجان دارای برونزدهای سنگهای ولکانیک ائوسن است. این سنگها اگر چه به



ظاهر اختلاف فاحشی با همدیگر ندارند و عموماً دارای ترکیب میانه ای هستند اما واحدهای مختلف را می توان در آن تفکیک نمود که در ادامه آورده می شوند.

## ۲-۲- زمین شناسی محدوده مورد بررسی

در محدوده مورد بررسی، سنگ های آتشفشانی متعلق به زمان ائوسن قدیمی ترین و تنها واحدهای سنگی را تشکیل داده و سرانجام به جوان ترین رسوبات که نهشته های کواترنری است پایان می یابد. این سنگ ها از کهن به جوان بشرح زیر قابل تفکیک هستند.

**واحد Es.c:** این واحد در بخش مرکزی منطقه مورد بررسی و در شمال باختری و جنوب روستای لمبر رخنمون دارد و شامل تناوبی از ماسه سنگ، کنگلومرا، توف و توف ماسه ای است (عکس ۱). رنگ هوازده و تازه آنها خاکستری و کرم است. از لحاظ لایه بندی متوسط و ضخیم لایه بوده و در داخل آن رگه های کلسیتی با ضخامت متوسط ۱-۷cm و گاهاً بیشتر که اکثراً عمود بر لایه بندی هستند مشاهده می گردد. (عکس ۲). در روی سطوح ماسه سنگ و توف های ماسه ای آثار گیاهی به رنگ قهوه ای دیده می شود. نمونه ای از توف ها مورد بررسی های پتروگرافی قرار گرفت که نتایج زیر بدست آمد. بافت آن کلاستیک بوده و شامل قطعات کریستالی است، پلاژیوکلاز بصورت نیمه شکل دار بوده و به کانی های

رسی تجزیه گردیده است. پیروکسن بصورت شکل دار تا نیمه شکل دار بوده و  
 اکثراً خرد و شکسته شده هستند.  
 آمفیبول ها غالباً نیمه شکل دار بوده و در حواشی اکسیده شدن آن ها بخوبی  
 مشخص است.



عکس شماره (۱) - نمائی از واحد  $E^{s,c}$  در منطقه مورد مطالعه



عکس شماره (۲) - رگه های کلسیتی قطع کننده واحد  $E^{s,c}$

بیوتیت ها که در مواردی پیچ و تاب خوردگی را نشان می دهند با پراکندگی کمتر نسبت به سایر بلورها مشاهده می گردند. هم چنین قطعات کربناته و ولکانیکی اکسیده و فسیل (مرجان ها) در این سنگ ها مشاهده می گردند.

**واحد E<sup>Ab</sup>:** این واحد در بخش مرکزی و در خاور و جنوب روستای پیرانی رخنمون دارد. شامل تناوبی از سنگ های آندزی بازالت ، توف و پیروکلاستیک است . آندزی بازالت ها دارای رنگ هوازده ارغوانی و خاکستری و رنگ تازه خاکستری روشن و گاهاً سبز هستند. در مطالعات پتروگرافی آندزی بازالت ها حاوی این اختصاصات می باشند.

بافت آن ها پورفیریتیک و آمیگداگوئیدال بوده و حاوی این بلورها می باشند:

الف - پلاژیوکلاز که غالباً نیمه شکل دار بوده و بیشتر آنها زئولیتی شده و یا توسط سودالیت - آنالسیم جانشین گردیده اند. اغلب فاقد ماکل می باشند و به نظر میرسد که ترکیب آن ها در حد آندزین - لابرادوریت است.

ب - پیروکسن ها شکل دار تا نیمه شکل دار با حواشی تحلیل رفته و خورده شده می باشند. گاه گاه بافت تجمعی در آن ها دیده می شود و آغشتگی به اکسید آهن دارند.

ج - غالب کانی های مافیک به طور کامل توسط کلریت - سرپانتین و اکسید آهن جانشین شده و تا حدی هم ایندگزیتی گردیده اند، که با توجه به شکل ظاهری بلورها اولیه احتمالاً اولیوین هستند.

در زمینه مقاطع مطالعه گردیده بلورهای تخته ای شکل پلاژیوکلاز که در حد وسیعی توسط سودالیت - آنالسیم جانشین شده اند و حواشی اکثر آنها را اکسید آهن فراگرفته است. همراه آنها ریز بلورهای پیروکسن و ریز بلورهای مافیک و کلریتی شده بخوبی قابل تشخیص است.

هم چنین حفرات و فضاهای خالی زیادی در سنگ مشاهده می گردد که توسط زئولیت، سودالیت - آنالسیم پر شده است. حواشی این حفرات را کلریت آغشته به اکسید آهن فرا گرفته است.

**واحد  $E^{An}$** : در بخش مرکزی محدوده مورد بررسی و در خاور روستاهای پیرانی و در مجاورت روستای اوجیغاز پایین سنگ های این واحد رخنمون دارند. شامل مجموعه ای از سنگ های آندزیت، توف و پیروکلاستیک است. سنگ های آندزیتی در مطالعات میکروسکوپی حاوی این اختصاصات پتروگرافی اند:

بافت آن ها پورفیری بوده و حاوی بلورهای ذیل می باشند:

الف - پلاژیوکلازها که غالباً نیمه شکل دار با ترکیب در حد آندزین است و تجزیه شدگی به سریسیت و کانیهای رسی در آن بخوبی نمایان می باشد. تجزیه شدگی در برخی از بلورها در حد وسیعی بوده ولی در پاره ای دیگر بصورت جزئی نمایان است. هم چنین آغشتگی به اکسید آهن داشته و ساختمان منطقه ای در برخی بلورها قابل تشخیص است.

ب - پیروکسن ها با بافت تجمعی به صورت شکل دار و نیمه شکل دار و ساختمان منطقه ای نمایان می گردند.

ج - کانی های مافیک با توجه به شکل ظاهری احتمالاً اولیون بوده اند که به طور کامل به کلریت - سرپانتین و ایدنگزیت تجزیه شده اند.

در زمینه پلاک مورد بررسی میکروولیت های بسیار ظریف از پلاژیوکلاز در یک زمینه شیشه ای قرار داشته که شیشه زمینه نیز بصورت جزئی تبلور مجدد به کانی های فلسیک و عمدتاً فلدسپات پیدا کرده است.

حفرات و فضاهای خالی موجود در سنگ غالباً توسط کلریت و سیلیس کریپتوکریستالین پر گردیده است. آپاتیت نیز به میزان بسیار کم در زمینه سنگ مشاهده می شود.

- واحد  $E^t$ ,  $E^{bc,t}$ ,  $E^{t,bc}$ : این واحدها در سرتاسر نقشه و بویژه در بخش های شمالی و مرکزی منطقه مورد بررسی رخنمون دارند (عکس ۳)، عمدتاً شامل تناوبی از توف، توف ماسه ای، گدازه آندزیت، آندزیت - بازالت، برش های ولکانیکی و آگلومرا است که بر اساس نوع برونزد به سه واحد یاد شده بالا تقسیم بندی گردیده اند. دارای رنگ های  $E^t$  تازه و هوازده خاکستری، سبز، ارغوانی، سفید می باشد. تقریباً تمامی قطعات آگلومراها نیمه سخت بوده و گاهی لایه بندی دانه تدریجی هم در آن ها مشاهده می گردد. توف ها نیز غالباً سبز رنگ هستند.

**واحد E<sup>۷</sup>**: تقریباً در بخش های شمالی، مرکزی و جنوبی محدوده مورد بررسی سنگ های این واحد رخنمون داشته و دارای رنگ تازه و هوازده خاکستری تا قهوه ای روشن است (عکس ۴). از مشخصات مهم این واحد داشتن بلورهای درشت پلاژیوکلاز است که درشتی بلورها گاهی تا ۲ سانتی متر هم میرسد. نمونه ای از این سنگ ها در بررسی های میکروسکوپی حاوی این اختصاصات بود:

بافت آن مگاپورفیریتیک با زمینه هولوکریستالین و از جمله کانی های موجود در آن می توانیم به :

الف - پلاژیوکلازها که غالباً شکل دار تا نیمه شکل دار بوده و حاوی ترکیب در حد آندزین - لابرادوریت است. غالباً سالم و بدون دگرسانی است. آغستگی به اکسید آهن و ساختمان منطقه ای به طور ضعیف در آن ها دیده می شود.

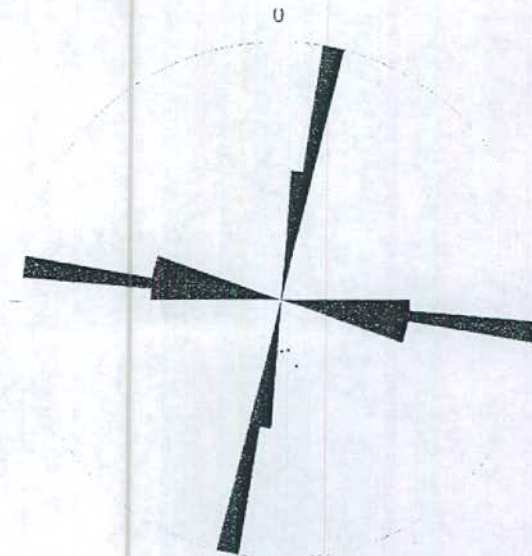
ب - پیروکسن ها شکل دار تا نیمه شکل دار بوده و حداکثر دارای طول تقریبی ۲/۵ میلیمتر هستند.

ج - کانی های مافیک غالباً به صورت کامل توسط کلریت، ایدنگزیت و اکسید آهن جانشین شده اند که با توجه به شکل ظاهری اولیه بلور احتمالاً اولیوین هستند. در زمینه، بلورهای تخته ای شکل دار پلاژیوکلاز با ترکیب در حد آندزیت - لابرادوریت و بلورهای بی شکل آکالی فلدسپات و بلورهای سودالیت - آنالسیم در فضای بین بلورها دیده می شود. هم چنین ریز بلورهای پیروکسن و کانی های مافیک تجزیه شده (احتمالاً اولیوین) از تشکیل دهنده های اصلی سنگ هستند. بلورهای کلریت و بیوتیت نیز به صورت پراکنده در زمینه سنگ مشاهده می گردند.

-واحدهای Qt1 , Qt2 تراس های آبرفتی کهن و جدید و واحد  $Q^{al}$  آبرفت های در حال تشکیل در بستر رودخانه ها و واحد  $Q^s$  واریزه در پای ارتفاعات می باشد. واحد  $Q^c$  نیز به عنوان زمین های کشاورزی در نظر گرفته شده است.

### ۲-۳- زمین شناسی ساختمانی

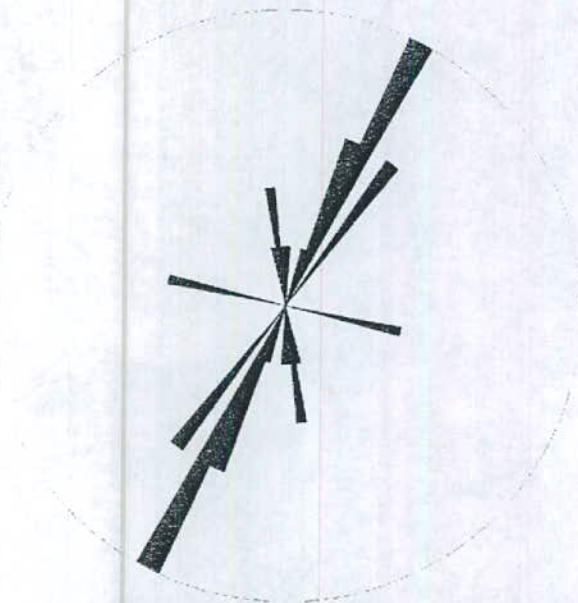
در محدوده مورد بررسی تنها ساختمان شناخته شده وجود یک طاقدیس با روند شمالی، جنوبی است که امروزه در محور آن رودخانه آرپای جریان دارد. هم چنین به علت جوان بودن منطقه ساختمان های گسلی شاخص در آن شناخته نشد و تنها می توان به تعدادی شکستگی گسلی (امتداد لغز و بدون مولفه مشخص) اشاره نمود. هم چنین در واحد  $E^{s,c}$  گسل های نرمال کوچک قابل شناسایی هستند. تنها پارامترهای تکتونیکی که در منطقه فراوان هستند درزه ها می باشند. برای بررسی وضعیت زمین شناسی ساختمانی منطقه در چند نقطه مطالعات درزه نگاری صورت پذیرفت که بر اساس نمودارهای پیوست از امتداد کلی  $N10E$  و  $N25E$  تبعیت می کنند. از آنجا که سن سنگ ها ائوسن است پس کوتاه شدگی در زمان پس از ائوسن اتفاق افتاده است. هم چنین بر اساس منحنی های تراکم، شیب درزه ها بین  $70^{\circ}$  -  $85^{\circ}$  متغیر است. نمودار گل سرخی و شیب درزه های منطقه در شکل های ( ۱-۵ تا ۱-۷ ) مشخص هستند.



Strike Direction: 5.0 ° classes

شکل شماره (۵-۱) نمودار گل سرخی درزه های موجود در واحد  $E^c$  در جنوب باختر لمبر

0

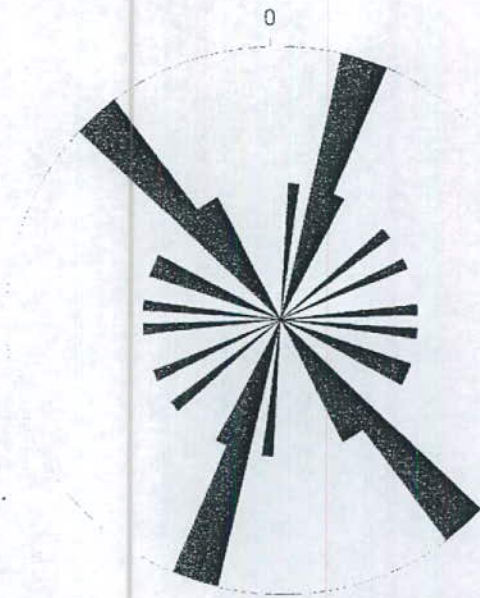


Strike Direction: 5.0 ° classes

شکل شماره (۶-۱) نمودار گل سرخی درزه های موجود در واحد  $E^{s,c}$  در موقعیت

37.45,23N-048,30,43E





Strike Direction: 5.0 ° classes

شکل شماره (۷-۱) نمودار گل سرخی درزه های موجود در واحد  $E^{s,c}$  در باختر ناواشنق

## فصل سوم: بررسی های ژئوشیمیائی و کانی سنگین

### ۱-۳- نمونه برداری

نمونه برداری را به عنوان انتخاب بهینه و برداشت جزء معرف از یک جامعه معرفی کرده اند. طبیعی است که در پروژه های اکتشافی حقیقت یک پدیده کانی سازی را تا برداشت خود نمونه کانی سازی شده نمی توان با قطعیت کامل بیان نمود. بنابراین نمونه برداری نیز به عنوان یک پدیده احتمال پذیر همراه با ضریبی از خطا و سطحی از اعتبار معرفی می شود. تلاش کارشناسان در طراحی نمونه برداری و اجرای آن تا آنجا که می شود در پرهیز از بروز خطاهایی است که چنانچه در مجموعه خطای کل قرار گیرند بطور یقین اعتبار داده پردازی و نتایج نهایی را مورد شک و تردید قرار می دهند.

عملیات نمونه برداری نخستین گام در راه کسب اطلاعات از سطح زمین است و کارشناسان از طرق گوناگون کوشیده اند تا بهترین راه ها را برای کسب این اطلاعات در پیش گیرند. این اطلاعات تا زمان انجام آنالیز شیمیائی به صورت نهان و خام در دل نمونه ها نهفته است. مراحل گوناگون از جمله آماده سازی صحرائی (انتخاب قطر بهینه ذرات، انتخاب وزن بهینه نمونه، خشک کردن احتمالی و ...) و مراحل آماده سازی آزمایشگاهی (آسیاب کردن، پودر کردن، همگن کردن، تقسیم کردن، انتخاب نمونه مورد آزمایش و انتخاب نمونه بایگانی و ..... ) بر روی نمونه ها

انجام می شود تا نمونه از حالت خام در آید و نتایج آن پس از سیر روند آنالیز به صورت کمی یا نیمه کمی در اختیار داده پرداز قرار گیرد.

### ۳-۱-۱- مهاجرت عناصر و کانیها توسط جریانات سطحی

عناصر ممکن است تا فواصل مختلف از اطراف منشاء مهاجرت کنند. این امر می تواند به صورت مهاجرت کانیهای موجود در قطعات حاصل از فرسایش رخنمون های سنگی باشد که حامل عناصر مختلف هستند. طریق دیگر مهاجرت عناصر می تواند به صورت مواد جذب شده در سطح ترکیبات دیگر مانند رسها بوده و نوعی دیگر از مهاجرت عناصر به صورت یونها و مولکولهای محلول در آب است. در فرآیند مهاجرت عناصر، قطعات سنگی و کانیهای حاصل از آنها، پارامترهای فیزیکی از قبیل شیب توپوگرافی، سرعت، حجم جریانات سطحی، تندابهای فصلی آنها، همچنین وزن مخصوص و مقاومت مواد در مقابل فرسایش نقش اساسی دارند. در مناطقی که شیب توپوگرافی نسبتا آرام باشد. مواد سنگین تر و دانه درشت ته نشین شده و تمرکز بیشتری پیدا می کنند. مواد دانه ریز از قبیل رسها و سیلت تا مناطق دورتر حمل شده و در صورتی که عناصری به صورت جذب سطحی در بخش های رسی متمرکز شده باشند، به نوعی از سایر مواد معلق در آبهای سطحی جدا شده و در مناطق پائین دست با توپوگرافی آرام متمرکز می شوند.

الگوی پراکندگی عناصر در رسوبات رودخانه ای، در جهت نقاط مرتفع تر و بالا دست آبراهه ها با آهنگ نسبتا ملایمی افزایش یافته تا به یک مقدار ماکزیمم می رسد و پس از عبور از این حد به سرعت کاهش می یابد. معمولا محل ماکزیمم مقدار، منطبق با موقعیتی است که آبهای زیر زمینی غنی از بعضی عناصر وارد

مسیر آبراهه می شوند. نقش مواد آلی را نباید در الگوی مهاجرت عناصر توسط آبهای سطحی از نظر دور داشت زیرا اغلب به علت ارتباط با پدیده جذب غلظت فلزات در آنها بالا و بی رویه است. مواد آلی همچنین می توانند در بعضی از روشهای تجزیه ای اختلالاتی ایجاد نمایند.

برای اکثریت قریب به اتفاق عناصر کمیابی که غلظت آنها در آبهای مناطق سطحی خیلی کم است. عمل ته نشست از طریق پدیده هم رسوبی، یا مواد جذب کننده آنها صورت می گیرد.

جذب عناصر کمیابی که توسط کلوئیدها و مواد ارگانیک در آبهای سطحی حمل می شوند. بایستی در کلیه بررسیهای ژئوشیمیائی که در آنها الگوی توزیع عناصر کمیاب در رسوبات جوان و یا خاکها انجام می گیرد در نظر گرفته شود. عناصری نظیر آهن و منگنز که در محیط های احیا کننده محلول هستند در سطح رودخانه ها و در مجاورت با اکسیژن رسوب می کنند و به علت توانائی عناصر مذکور در جذب بعضی از عناصر کمیاب تمرکزیابی از این عناصر کمیاب ایجاد می شود. در نواحی که درجه سختی آب یون (Mg, Ca) بالا باشد، قابلیت تحرک بعضی از فلزات سنگین که بصورت کمپلکس توسط آهن و منگنز مهاجرت می کنند کم می شود.

نقش درجه حرارت نیز به لحاظ بررسی میزان و نحوه مهاجرت عناصر قابل توجه است و در نواحی سرد سیر و قطبی مهاجرت مواد عمدتاً به صورت مکانیکی صورت می پذیرد. میزان مهاجرت مواد در این مناطق بسیار کم بوده و ممکن است حداکثر به چند کیلومتر برسد. در مناطق گرم و مرطوب عموماً پدیده های فرسایشی به

صورت شدید تر عمل کرده و لایه های ضخیمی از کانیهای غنی از Al بر روی رخنمون های سنگی تشکیل می شود. در این محیط به علت وجود رسها و مواد آلی، مهاجرت از نوع غیر مکانیکی نیز نقش اساسی پیدا می کند.

### ۳-۱-۲- روش بررسی رسوبات رودخانه ای

این روش یکی از شیوه های اکتشاف ژئوشیمیائی است و به علت عدم امکان نمونه برداری از رخنمون های سنگی در نواحی با وسعت زیاد، نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای به عنوان یکی از پایه های اولیه اکتشاف سیستماتیک نهشته های کانساری محسوب می شود. عملیات ژئوشیمیائی چه در مقیاس بزرگ و چه در مقیاس کوچک قابل انجام است و طی آن نمونه های ژئوشیمیائی و نمونه های کانی سنگین برداشت و مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرند. در مناطقی که دارای حوضه های آبریز و شبکه آبراهه ای توسعه یافته هستند این نوع عملیات اکتشافی می تواند نتایج در خور توجهی را با توجیه اقتصادی خوب و در محدوده زمانی مناسب به بار آورد.

همچنین عدم وجود پوشش گیاهی گسترده و متراکم نقش مؤثری در واقعی تر بودن نتایج حاصل از بررسی رسوبات رودخانه ای دارد.

### ۳-۱-۳- طراحی شبکه نمونه برداری

یکی از مراحل مهم و اساسی هر فاز اکتشافی طراحی نقاط نمونه برداری است که بعنوان پایه و اساس کار بایستی بدون خطا و یا با کمترین خطا صورت گیرد. طراحی یاد شده با بررسی و شناخت حوضه های آبریز، شبکه آبراهه ها و با هدف

نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای انجام می گیرد. در پروژه حاضر نخست با بررسی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ منطقه محدوده حوضه های آبریز بررسی و سیستم آبراهه ها تکمیل گردید و با توجه به نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ مغناطیس هوائی، گسله ها و توده های نفوذی کم عمق مشخص شده، سپس با استفاده از نقشه زمین شناسی منطقه با در نظر گرفتن واحدهای سنگی مستعد کانی سازی، توده های نفوذی، همبریه های مهم، سیستم های گسلی، معادن قدیمی و فعال و ..... همچنین با در نظر گرفتن زمان و بودجه پروژه امر طراحی نمونه ها در ورقه انجام شده است. برای طراحی بهینه نمونه ها و انتخاب مناسب ترین نقاط علاوه بر زمان و بودجه، معیارهای زیر بایستی مد نظر قرار گیرد.

- دستیابی به بیشترین توزیع یکنواخت نمونه ها در کل نقشه
- رعایت چگالی نمونه برداری ژئوشیمیائی و کانی سنگین بر اساس استانداردهای جهانی و ویژگی های هر نقشه
- اولویت دادن به رسوبات رودخانه ای که سنگ بستر خود را قطع می کنند.
- بررسی امکانات جاده ای و در نظر گرفتن شرایط اسکان موقت در مراکز روستائی و نزدیکترین محل به نقشه
- واگذاری اختیار به کارشناسان نمونه بردار درباره حذف یا اضافه کردن نمونه ها در نقاط مورد نظر

تعداد نمونه های طراحی شده برای این محدوده با استاندارد جهانی فاصله دارد اما بنا به رعایت بعضی از موارد و با توجه به مطالب بالا و همچنین با طراحی نمونه های کانی سنگین ، مرحله طراحی نمونه ها به انجام رسید. پس از طراحی

را برداشت نموده و نمونه ها پس از مرحله آماده سازی صحرائی در کیسه های مناسب و دو لایه ریخته و شماره آنها به صورت برچسب و همچنین بصورت اتیکت درون نمونه ها ثبت می شود. لیست نمونه های برداشت شده در پایان هر روز در محل کمپ صحرائی کنترل و با تبدیل شماره ها به شماره های نهائی و انتقال شماره نهایی به نقشه های اصلی پیشرفت، کار ادامه می یابد.

نمونه های ژئوشیمی از بستر آبراهه ها و با استفاده از جزء زیر الک ۸۰ مش برداشت شده است که خود در واقع نوعی آماده سازی مقدماتی نیز تلقی می شود. وزن نمونه برداشت شده حدود ۱۵۰ گرم (۲۰۰-۱۰۰ گرم) است. در صورت خیس بودن محیط نمونه برداری، نمونه ها به صورت الک نشده برداشت شده تا پس از خشک شدن در محل کمپ، آماده سازی شوند. شماره گذاری نمونه های این منطقه بصورت شماره و کد می باشد. بطور مثال در کد KHAL-1 کلمه KHAL مخفف خلخال و عدد 1 شماره نمونه برداشت شده است.

رخدادهای قابل توجه در صحرا، از جمله دگرسانی، کانی سازی، گسله های بزرگ، معادن قدیمی و فعال که در نقشه های زمین شناسی ثبت نشده اند نیز مد نظر گرفته شده و به صورت شرح مختصری یادداشت می گردد. شماره نمونه ها بوسیله رنگ اسپری در محل مشخص می شوند تا در مراحل کنترل آنومالی و بازدیدهای بعدی محل نمونه ها مشخص باشد.

به طور کلی در این پروژه ۱۶۰ نمونه ژئوشیمیائی و ۴۷ نمونه کانی سنگین از محدوده مورد مطالعه جمع آوری شده است. مراحل مختلف عملیات نمونه برداری را می توان بصورت زیر مشاهده کرد.

- ۱- تهیه نقشه توپوگرافی ۱:۲۰,۰۰۰ محدوده مورد مطالعه
  - ۲- پر رنگ نمودن آبراهه های اصلی و فرعی
  - ۳- اسکن نقشه ها
  - ۴- دیجیت نقشه ها
  - ۵- تهیه نقشه مغناطیس هوائی ۱:۲۵۰,۰۰۰ محدوده مورد مطالعه
  - ۶- انتقال Shallow depth و گسل ها بر روی نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰
  - ۷- بررسی نقشه های زمین شناسی هم مقیاس در صورت وجود و استفاده از آن برای طراحی شبکه نمونه برداری
  - ۸- تلفیق نتایج حاصله از نقشه های زمین شناسی، مغناطیس هوائی و توپوگرافی و طراحی شبکه نمونه برداری ژئوشیمی و کانی سنگین
  - ۹- تهیه موقعیت جغرافیائی ایستگاه های نمونه برداری
  - ۱۰- انتقال مختصات نقاط نمونه برداری به دستگاه GPS
  - ۱۱- تهیه ملزومات لازم جهت انجام عملیات نمونه برداری ژئوشیمی و کانی سنگین (چکش - بیلچه - کیسه پلاستیک - GPS - رنگ - اتیکت و غیره)
  - ۱۲- استفاده از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۰,۰۰۰ برای برداشت نمونه ها و مختصات ایستگاه های
- خلاصه نمونه برداری ژئوشیمیائی
- ۱- الف- برداشت نمونه ژئوشیمی با استفاده از الک ۸۰ مش و از سطح آبراهه ها
  - ۲- الف- برداشت حدود ۱۰۰ الی ۲۰۰ گرم از مواد زیر الک ۸۰ مش و ریختن آن در کیسه مخصوص



نمونه ها روی نقشه های توپوگرافی مربوطه، این نقشه ها به منظور رقومی شدن محل نمونه ها و آبراهه ها ، جاده ها، روستاها و ..... اسکن شدند و لیست نمونه ها همراه با مختصات آنها در سیستم UTM(Hayford 1909) تهیه و در اختیار گروه های صحرائی قرار گرفت. مختصات دقیق هر نمونه همراه با نقشه های نمونه برداری و دستگاه GPS کمک شایانی در تسهیل امر نمونه برداری می کنند. بطور کلی چگالی نمونه ها در ورقه سراب با توجه به وضعیت رخنمون های سنگی آن به تقریب یک نمونه ژئوشیمیائی برای هر ۰,۳ کیلومتر مربع ( در کل ۱۶۰ نمونه و یک نمونه کانی سنگین برای هر ۱ کیلومترمربع(در کل ۴۷ نمونه) است(نقشه نمونه برداری).

### ۳-۱-۴- عملیات صحرائی نمونه برداری ژئوشیمیائی

بطور کلی مراحل مختلف اکتشافات ژئوشیمیائی همچون طراحی نمونه ها، نمونه برداری، آنالیز نمونه ها، داده پردازی، بررسی و تدوین گزارش همانند دانه های زنجیر به هم پیوسته می باشند و از آنجا که داده های حاصل از آنالیز نمونه ها در مرحله داده پردازی و تعیین آنومالی نقش اساسی را برعهده دارند لذا دقت در نمونه برداری همچون دیگر مراحل بسیار مهم است.

پس از طراحی محل نمونه ها گروه های کاری به منطقه اعزام می گردند. اهمیت این مرحله را می توان به زیر بنای یک سازه تشبیه کرد که بایستی بر تکیه گاه مستحکم و استوار قرار گیرد. گروه های نمونه بردار با استفاده از نقشه توپوگرافی و مختصات ثبت شده در دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS) نمونه ها

۳- الف- شماره گذاری نمونه برداشت شده

۴- الف- انتقال نمونه به کمپ اصلی

۵- الف- تهیه نقشه پیشرفت از محل برداشت نمونه ها

۶- الف- بسته بندی و تهیه لیست نهائی از نمونه ها

۷- الف- انتقال نمونه ها به نمونه کوبی

### ۳-۱-۵- عملیات صحرائی نمونه برداری کانیهای سنگین

در اجرای پروژه های معدنی اکتشافی، نمونه برداری و آماده سازی صحیح نمونه ها یکی از مهمترین اصول کار است. خطاهای این مرحله از عملیات، بخصوص خطاهای سیستماتیک آن موجب بروز اثرات نامطلوب در سایر مراحل عملیاتی می شود و مارا از دستیابی به نتایج واقعی محروم می سازد.

در یک پروژه اکتشافی به روش کانی سنگین طراحی ایستگاه های نمونه برداری نقشی انکار ناپذیر در هدایت اکتشاف کانسارها با این روش ایفا می کند. توجه به رخنمون رخساره های سنگی، نموده های تکتونیکی، بررسی نقشه های ژئومغناطیس هوائی، گسترش پلاسرها، نوع دگرسانیها و دیگر پدیده های جالب می تواند به نحو بارزی روش اکتشافی فوق را هدفمند نماید.

برای مطالعه فراوانی کانیهای سنگین، میتوان از بستر آبراهه ها یا از کناره رودخانه های فعال و یا حتی از تراسها نمونه برداری کرد. فاصله برداشت نمونه ها در مرحله اکتشافات مقدماتی معمولا چند کیلومتر است ولی گاهی بسته به وضعیت عملیات تا یک کیلومتر نیز کاهش می یابد. در مواردی که سیستم شبکه آبریز گسترش

فراوان دارد بر اساس وضعیت زمین شناسی ناحیه و وسعت عملیات اکتشافی ممکن است چگالی یک تا سه نمونه در هر ده کیلومتر مربع را در نظر گرفت. طرز برداشت نمونه ها بدین صورت است که در هر ایستگاه نمونه برداری جزء بیست مش نمونه به عمق ۱۰ تا ۴۰ سانتی متر از محل هایی که در آنجا:

۱- عیار کانیهای سنگین بهینه باشد.

۲- رسوبات شن و ماسه ای به حد کافی ضخیم باشد.

۳- شرایط به دام انداختن کانیهای سنگین حداکثر باشد.

نمونه برداشت می شود. سرعت پیشرفت این نوع نمونه برداری بسته به شرایط اقلیمی و توپوگرافی ناحیه متفاوت است. در شرایط آب و هوایی معتدل به طور متوسط هر ۴ الی ۸ نمونه در طول یک روز (با هشت ساعت کار) برداشت می شود. البته به شرطی که جاده دسترسی وجود داشته باشد. این نوع نمونه برداری برای مناطقی که در آنجا پوشش جنگلی متراکم وجود دارد به علت مشکلات متعدد معمولاً به دو تا چهار نمونه تقلیل می یابد. تعداد نمونه کانی سنگین در مقایسه با نمونه های ژئوشیمیائی به نسبت ۱ به ۳ است. یعنی به ازاء دو نمونه ژئوشیمیائی یک نمونه کانی سنگین از رسوبات برداشت می شود.

در مواردی که رسوبات ضخیمی سطح فوقانی رسوبات حاوی کانی سنگین را پوشانده باشد. باید برای دسترسی به این رسوبات چاهکها و یا چاله هایی با عمق مناسب حفر کرده و نمونه های کانی سنگین را از رسوبات مورد نظر برداشت نمود.

نمونه برداری کانی های سنگین

نمونه برداری از رسوبات ماسه ای سطح رودخانه (آبراهه) نمی تواند مقدار واقعی کانیهای سنگین را در این رسوبات به دست دهد به این دلیل در بسیاری از موارد برای رسیدن به رسوباتی که مستقیماً روی سنگ بستر قرار دارند باید چاله هایی حفر شود. بهترین نقطه برای حفر چاله ها جاهایی است که کناره رودخانه حالتی محدب دارد. در این قسمت‌ها بعلت شیب کم دیواره می توان به راحتی چاله حفر کرد.

همچنین در صورت توسعه حفره ها و فرورفتگی های اولیه در سنگ بستر به علت تمرکز بیشتر کانیهای سنگین در این قسمت‌ها باید از این بخش ها نیز نمونه برداری نمود. با اینکه این عمل مستلزم یکسری کار اضافی است ولی نمونه برداشت شده از این قسمت ها می توانند وضعیت کمی واحدهای قدیمی تر را از نظر مقدار کانیهای سنگین نشان دهد. از آنجائی که این کار مستلزم دسترسی به قسمت‌های عمیق رسوبات قدیمی است نمونه ای که از قسمت های مقعر کنار رودخانه ( آبراهه) در دیواره های پر شیب آن برداشت می شوند بسیار با اهمیت است زیرا می تواند نشاندهنده وجود ذخائر قدیمی باشد.

البته در مناطقی که سرعت آب رودخانه (یا آبراهه هنگام جریان آب) زیاد است، یا اینکه در مسیر نمونه برداری آبشار وجود دارد، برداشت نمونه از نقاط فرورفته و حفرات احتمالی موجود در روی سنگ بستر کاری بی فایده است. ابعاد چاله های متوسط با قطر ۳۰ الی ۴۰ سانتی متر و با عمق لازم می باشد. ابعاد چاله های بزرگ تا حدود ۴۰ الی ۸۰ سانتی متر قطر با عمق مناسب می تواند افزایش یابد.

فاصله هر یک از چاله ها را متناسب با مقیاس عملیات اکتشافی و سقف بودجه می توان انتخاب نمود این فاصله، حدود ۱ تا ۲ کیلومتر در نظر گرفته شود. در مورد رودخانه یا آبراهه های کوچک در مقیاس نیمه تفصیلی می توان این فاصله را تا نصف کاهش داد.

خلاصه نمونه برداری کانیهای سنگین

- ۱- ب- برداشت نمونه کانی سنگین از عمق ۳۰ تا ۴۰ سانتی متری بستر آبراهه
- ۲- ب- استفاده از الک ۲۰ مش و تهیه ۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم نمونه
- ۳- ب- شماره گذاری و استفاده از اتیکت و ریختن نمونه در کیسه های مخصوص
- ۴- ب- انتقال نمونه به کمپ اصلی و شستشوی نمونه های کانی سنگین
- ۵- ب- خشک نمودن بخش تغلیظ شده
- ۶- ب- اتیکت و شماره گذاری مجدد نمونه و ریختن آن در کیسه مخصوص
- ۷- ب- بسته بندی و تهیه لیست نهائی برای ارسال به آزمایشگاه

### ۳-۱-۶- آماده سازی و مطالعه نمونه ها

در بخش مطالعه نمونه های کانی سنگین نخستین مرحله از این بخش را تغلیظ نمونه های آبرفتی برداشته شده تشکیل می دهد. نمونه ها را می توان در صورت امکان در همان محل برداشت نمونه و یا در یک ایستگاه مرکزی که در محل مناسبی از ناحیه مورد اکتشاف برپا می شود، شستشو و تغلیظ کرد. برای این کار می توان از کناره های رودخانه ها یا جویبارها یا منابع آبی دیگر استفاده کرد. برای جدا کردن گل می توان از یک سرند مناسب که روی سطح آب تکان داده می شود

استفاده کرد. این کار باید بسیار با دقت انجام شود. ذراتی که روی این سرند باقی می مانند را باید فوراً از نظر وجود آثار کانی سازی احتمالی بررسی کرد. در صورتی که چنین قطعاتی وجود داشته باشد. باید نمونه های مربوط به آنها را جداگانه انبار کرد. سپس گل و مواد رسی بخشی کوچکتر از پنج میلیمتر را باید از طریق شستشو در یک طشتک پهن جدا نمود. آنگاه کانیهای سنگین را باید از طریق لاوک شوئی جدا کرد. لاوکهای مخروطی که معمولاً فلزی هستند، به آب زیادی نیاز دارند. زیرا با حرکتهایی که شوینده به لاوک می دهد (اگر در داخل رودخانه قرار داشته باشد) اجزاء سبک در جهت حرکت آب جاری از لاوک خارج می شوند. محصول تغلیظ یافته که معمولاً تمایل به جمع شدن در وسط لاوک دارد را می توان با لرزشهایی که به لاوک داده می شود تا حدود بیشتری از مواد سبک تخلیه نمود.

نمونه ها در ایستگاه های نمونه برداری از عمق ۵ سانتی متر به پائین، با الک ۲۰ مش (کمتر از ۲ میلیمتر) و در حجم ۳ تا ۵ لیتر برداشته می شود. در مواردی که محل نمونه برداری خیس باشد و امکان الک کردن وجود نداشته باشد. نمونه ها بصورت در هم و در حجمی حدود ۷ تا ۱۰ لیتر و از رسوبات درشت دانه برداشت می گردد. توجه به پارامترهایی همچون غیر همگن بودن ذرات محل پیش آبراهه ها و ..... ضروری است.

در مواردی که عرض بستر رودخانه ها عریض می باشند، سعی شده است که در عرض بستر آبراهه و از چندین محل، نمونه برداشت شود. شماره نمونه

برداشت شده پس از ثبت بر روی کارت ویژه درون کیسه های مخصوص قرار داده می شود و در محل نمونه برداری با رنگ ثبت و درج می شود.

یکی از موارد رعایت شده در مرحله اکتشاف ژئوشیمیائی به روش کانی سنگین توجه به رنگ رسوبات آبراهه ها است.

برداشت نمونه ها از محل تجمع رسوبات سیاهرنگ (Black Sand)، قهوه ای و قرمز مایل به قهوه ای نتایج بهتری را بدست می دهد. از جمله مکانهای جالب توجه برای نمونه برداری محلی است که جریان آب به تقریب عمود بر جهت سنگهای مسیر حرکت می کند. در این محل ها بهترین مکان نمونه برداری، گودالها هستند، در مسیر آبراهه ها پیش یا پس از سنگهای بزرگ نیز بطور معمول عمل تغلیظ رسوب به خوبی انجام می گردد. در این نقاط شدت جریان آب در برخورد با موانع طبیعی و یا مصنوعی کاسته شده موجب ته نشین شدن کانیهای سنگین می شود که پس از عمل برداشت و شستشو می توان به کانیهای سنگین قابل توجهی دست یافت.

ابعاد چاله ها برای شستشوی نمونه کانی سنگین می تواند بسیار متغیر باشد. این ابعاد به اندازه لاوک بستگی دارد و مواد سبک را می توان از طریق چرخاندن لاوک تخلیه کرد. افراد خیلی باتجربه این کار را در حین چرخاندن لاوک می توانند انجام دهند برای شستشو با طشتک که معمولا حالتی نیمه مخروطی دارد باید آن را با دو دست روی سطح آب حرکت داد این کار آنقدر ادامه می یابد تا مواد کف لاوک کنسانتره شود.

مرحله بعد استفاده از محلول مایع سنگین (برموفر) برای جدایش کانیهای سنگین با وزن مخصوص بیشتر از برموفر است. پس از خشک کردن نمونه جدایش با آهنربای دستی با بارهای مغناطیسی معین انجام می شود. در پایان این مرحله نمونه ها به سه بخش کانیهای دارای خاصیت مغناطیس شدید (AA) کانیهای دارای خاصیت متوسط (AV) و کانیهای فاقد خاصیت مغناطیسی (NM) تقسیم بندی می شوند. سپس با استفاده از میکروسکوپ دو چشمی مطالعات بخش های سه گانه نمونه های آماده سازی شده انجام می شود. یک صفحه از نتایج فوق در جدول (۱-۳) آورده شده است و مابقی آن در جدول ضمیمه شماره (۱) آورده شده است.

کانیهای مطالعه شده بطور عمده به دو گروه کانیهای سنگ ساز و کانسار ساز تقسیم بندی می شوند. از شاخص ترین کانیهای سنگ ساز می توان کانیهای پیروکسن، آمفیبول، اپیدوت، گارنت، هماتیت و ..... را نام برد و از کانیهای کانسار ساز به جز معدودی از آنها همچون مگنتیت، ایلمنیت، کرومیت، پیریت اکسید و هماتیت همگی در گروه کانیهای غیر مغناطیسی اند و از مهمترین آنها می توان به کانیهای طلا، نقره، سینابر، استینیت، زیرکن، روتیل، رالگار، ارپیمان، باریت، سلسین و کانیهای خانواده عناصر مس، سرب و روی اشاره کرد. در مطالعات کانیهای سنگین اندازه دانه های مطالعه شده و نوع گردشگری نیز می تواند به شناخت کانسارها و موقعیت آنها نسبت به محل نمونه برداری کمک شایان توجهی نماید.



جدول شماره (۱-۳) - یک برگ از نتایج کیفی مطالعات کانی سنگین

**KANSARAN  
BINALOUD**



**کانساران  
بینالود**

Sample	khal-H-1	khal-H-2	khal-H-3	khal-H-7	khal-H-10	khal-H-21	khal-H-27	khal-H-37
A	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
B	19	19	22	21	22	18	20	17
C	19	19	22	21	22	18	20	17
Y	18	18	14	5	21.5	17	19	15
Magnetite	19.25	76.5	64	24.5	85	45	70	52
Apatite	1	1.75	2.5	2.75	1	2.5	2.25	4
Zircon	0.25	0.75	1	1.25	0.25	0.5	0.75	1.5
Rutile		0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01
Anatase								
Sphene	0.1	0.15	0.15	0.1	0.01	0.05	0.1	0.3
Leucoxene								
Barite	0.01	0.01	0.025	0.01			0.01	
Pyrite		0.025	0.15	0.05	0.1	0.01	0.05	0.05
Ca. carbonate	0.75	0.5	0.25	0.25	0.15	1	0.25	1
F.O.	1	0.75	0.5	0.5	0.25	1.5	0.5	1.5
Nigrine								
Brochantite			0.01					
Malachite			0.01	0.025				
Chalcocite			0.01					
Cerussite								
Gold								
Hematite	0.9	6	1.25	34	4.5	1.5	6	5
Goethite	0.01	0.075	0.01	7.5	0.075	0.01	0.01	0.01
Limonite				0.01				
Pyroxenes	64	11	27.5	18.5	11	25	18.5	19.5
Amphiboles	1.35	0.3	1.25	1.5	0.45	0.9	0.6	1.25
Epidots	0.45	0.075	0.5	0.9	0.075	0.6	0.2	0.5
Garnets		0.3	0.01	0.01		0.15	0.01	0.01
Chlorits	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Biotite		0.01	0.01	0.01	0.01			
Pyrite limonite				0.01				
Pyrite oxide			0.01	0.15		0.01	0.01	0.01
Oligiste								
Ilmenite			0.125		0.075	0.01	0.1	
Martite		0.075	0.01		0.3	0.01	0.1	0.01
Sericite				0.01				

تهران - انتهای بلوار شرفی اسمعیلی - منش کوچکه شکوفه - پلاک ۱ - طبقه سوم جنوبی تلفن: ۸۸۱۸۸۸ - همراه: ۰۹۱۲۱۲۸۷۱۲  
e-mail : [rd@binaloud.com](mailto:rd@binaloud.com) <http://www.binaloud.com>

روشهای کمکی نیز برای شناسائی کانپها وجود دارد که از شاخص ترین آنها می توان به لامپ اشعه ماوراء بنفش، میکروسکوپ پلاریزان جهت شناسائی خواص نوری کانپها و روشهای میکروشیمی اشاره نمود. بعد از مطالعه نمونه ها، مقادیر مطالعه شده که بصورت کیفی هستند، تبدیل به داده های کمی شده اند که یک برگ از نتایج آن در جدول (۲-۳) و ماقی در ضمیمه شماره (۲) آورده شده اند.

جدول شماره (۲-۳) - یک برگ از نتایج کمی مطالعات کانی سنگین

Sampid	khal-H-1	khal-H-2	khal-H-3	khal-H-7	khal-H-10	khal-H-21	khal-H-27
Magnetite	897.4	3566.4	2320.6	317.3	4733.2	1981.4	3444.7
Apatite	28.5	49.9	55.5	21.8	34.1	67.4	67.8
Zircon	10.5	31.6	32.8	14.6	12.6	19.9	33.3
Rutile	0.0	0.4	0.3	0.1	0.5	0.0	0.4
Anatase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sphene	3.1	4.7	3.7	0.9	0.4	1.5	3.3
Leucoxene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barite	0.4	0.4	0.8	0.1	0.0	0.0	0.4
Pyrite	0.0	1.1	5.3	0.6	5.4	0.4	2.4
Ca.carbonate	18.3	12.2	4.7	1.7	4.4	23.0	6.4
F..Q.	23.9	17.9	9.3	3.3	7.1	33.8	12.6
Nigrine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brochantite	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Malachite	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
Chalcocite	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Cerussite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hematite	42.6	284.0	46.0	447.1	254.5	67.1	299.8
Goethite	0.4	3.0	0.3	82.5	3.5	0.4	0.4
Limonite	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Pyroxenes	1843.2	316.8	616.0	148.0	378.4	680.0	562.4
Amphiboles	38.9	8.6	28.0	12.0	15.5	24.5	18.2
Epidots	13.8	2.3	11.9	7.7	2.7	17.3	6.5
Garnets	0.0	10.5	0.3	0.1	0.0	5.0	0.4
Chlorite	0.3	0.3	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3
Biotite	0.0	0.3	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0
Pyrite limonite	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Pyrite oxide	0.0	0.0	0.3	1.7	0.0	0.4	0.4
Oligiste	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ilmenite	0.0	0.0	4.1	0.0	3.8	0.4	4.5
Martite	0.0	3.4	0.4	0.0	16.1	0.4	4.8
Sericite	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0

### ۲-۳- آماده سازی و آنالیز شیمیائی نمونه ها

درحقیقت بخشی از مرحله آماده سازی نمونه ها با انتخاب قطر بهینه ذرات بوسیله الک ۸۰ مش در صحرا انجام می گیرد که با توجه به موارد پرشماری که در نمونه برداری مورد نظر است یکی از بهترین اندازه ها برای نمونه ژئوشیمی است. مگر در موارد و اهداف خاصی که از الک های با درجات مختلف و به ویژه ۴۰ مش استفاده می شود. نمونه ها پس از کنترل نهائی شماره همراه با لیست مربوطه برای آنالیز به آزمایشگاه ارسال می شود. سیر آماده سازی نمونه ها با خردایش آغاز و با پودر نمونه ها تا قطر ۲۰۰ مش ادامه می یابد. نمونه ها پس از همگن سازی اولیه در حجمی در حدود ۲۵ سانتی متر مکعب تا حدود ۲۰۰ مش پودر شده و مابقی آنها به صورت بایگانی ذخیره می شود. روش آنالیز به نوع کانی سازی موجود در ناحیه مورد مطالعه و دیگر عوامل بستگی دارد. الگوهای متداول در تجزیه شیمیائی عناصر را امروزه روشهای اسپکترومتری، جذب اتمی، کالریمتری، اسپکتروگراف تابشی و فلوروسانس اشعه X تشکیل می دهند.

در طرح اکتشافات ژئوشیمیائی عمومی در منطقه خلخال، نمونه های ژئوشیمیائی از طریق شرکت کانساران بینالود به آزمایشگاه AMDEL در کشور استرالیا ارسال و مورد تجزیه شیمیائی قرار گرفت. روش آنالیز بکار گرفته شده توسط آنها و همچنین حد حساسیت دستگاه برای عناصر مختلف در جدول شماره ۳-۳ آورده شده است.

نتایج حاصل از آنالیز دستگاهی بصورت فایل و پرینت شده از شرکت کانساران بینالود تحویل گرفته شده است. یک صفحه از آنالیز نمونه ها به عنوان

شاهد در جدول شماره ۳-۴ آورده شده است و نتایج باقیمانده آنالیزها در بخش ضمیمه شماره ۱ آورده شده است.

جدول شماره ۳-۳: روش آنالیز و حد حساسیت دستگاهی برای عناصر مختلف در محدوده خلخال

Element	Units	Detection	Method
Au	ppb	1	ARM2
Hg	ppm	0.05	ARM2
Cr	ppm	2	IC3E
Cu	ppm	2	IC3E
Mn	ppm	5	IC3E
Ni	ppm	2	IC3E
Sr	ppm	2	IC3E
Zn	ppm	2	IC3E
Ba	ppm	2	IC3E
Be	ppm	1	IC3E
Ti	ppm	10	IC3E
Fe	ppm	100	IC3E
Ag	ppm	0.01	IC3M
As	ppm	3	IC3E
Bi	ppm	0.1	IC3M
Co	ppm	2	IC3E
Mo	ppm	0.1	IC3M
Sb	ppm	0.1	IC3M
Sn	ppm	0.2	IC3M
W	ppm	0.1	IC3M

جدول شماره (۳-۴) - یک برگ از نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی

**KANSARAN  
BINALOUD**



**کانساران  
بینالود**

SAMPLE	Au	Cr	Mn	Sr	Ba	Be	Ti	Fe	Hg	Ag	As
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	2	5	0.1	0.2	0.2	10	100	0.05	0.01	0.5
KHAL-001	2	97	2020	715	490	1.8	12000	126000	<	<	3.5
KHAL-009	2	31	1010	908	818	2.3	5550	57600	<	0.01	9.4
KHAL-011	2	54	1480	629	767	2.5	9480	91200	<	0.07	9.8
KHAL-012	2	39	1880	726	462	1.9	9490	111000	<	<	5.5
KHAL-015	2	42	1930	739	552	1.9	9840	111000	<	<	6.1
KHAL-022	2	31	1150	1080	754	2.3	5780	85200	<	0.08	6
KHAL-023	2	62	2090	871	549	2	10600	122000	<	0.05	2.9
KHAL-029	4	35	1400	708	897	2.6	6180	59000	<	0.08	6.7
KHAL-031	2	36	1350	848	499	1.8	6060	78400	<	0.04	4.7
KHAL-033	2	23	765	536	724	1.7	4760	39500	<	0.1	4.6
KHAL-035	2	31	1200	708	434	1.4	5700	69600	<	0.03	3.8
KHAL-039	2	21	1020	509	713	1.6	4790	39400	<	0.08	5.3
KHAL-042	2	34	1290	738	393	1.5	6740	81400	<	<	2.6
KHAL-045	2	141	1220	462	617	1.6	10500	99200	<	0.06	4.7
KHAL-050	2	34	1550	552	366	1.5	8510	103000	<	0.17	4.2
HKAL-057	2	49	923	527	704	1.7	6310	52800	<	0.12	4.4
KHAL-060	2	70	1950	815	414	1.4	10000	121000	<	0.09	2.9
KHAL-061	1	99	2490	494	330	1.3	11500	152000	<	0.03	1.9
KHAL-062	2	37	1520	730	435	1.5	7850	91400	<	0.07	3.3
KHAL-063	3	44	1760	883	486	1.8	9600	109000	0.05	<	3.7
KHAL-064	2	42	1880	604	415	1.6	10600	123000	<	0.14	1.8
KHAL-065	2	32	1450	818	452	1.6	7890	95600	<	0.08	2.6
KHAL-066	1	29	1300	898	538	1.7	5750	72800	<	0.04	3.6
KHAL-067	2	45	2060	816	401	1.4	10300	119000	<	0.16	2.9
KHAL-068	1	37	2180	744	441	1.4	11200	130000	<	<	2.8
KHAL-069	2	28	1190	892	666	1.9	6770	75900	0.06	0.12	6.8
KHAL-070	2	28	1110	858	619	1.8	6520	73100	<	0.08	7.5
KHAL-071	2	115	2670	601	388	1.5	15000	168000	<	0.03	2.4
KHAL-072	2	26	1690	711	481	1.7	9280	107000	<	0.1	2.6
KHAL-073	2	116	1670	655	578	1.7	11300	117000	0.05	0.09	3.8
KHAL-074	1	62	2120	634	428	1.5	11300	131000	<	0.09	3.3
KHAL-075	2	60	2380	696	443	1.6	12400	147000	<	0.05	2.3
KHAL-077	2	44	2590	786	472	1.8	13800	159000	<	0.15	2.5
KHAL-078	2	37	1250	1210	647	2	7050	84800	<	0.12	8.3
KHAL-079	2	42	2260	752	458	1.6	12600	143000	<	0.06	3.2
KHAL-080	1	15	1810	881	545	1.5	8070	94200	<	0.1	1.9
KHAL-081	1	64	2130	690	465	1.6	11700	130000	<	0.06	3
KHAL-082	2	30	1860	596	446	1.6	9610	114000	<	0.14	2.6
KHAL-083	2	108	1840	940	505	1.7	12100	142000	<	0.23	3.8
KHAL-084	1	12	1220	788	532	1.7	5110	69400	<	0.05	2.6
KHAL-087	2	18	1510	842	509	1.6	7720	92700	<	0.05	1.8
KHAL-088	1	33	1160	945	724	1.7	6920	74800	<	0.09	4.3
KHAL-089	1	71	1500	664	687	1.9	12400	113000	<	0.12	3.7
KHAL-090	2	29	1510	756	515	1.7	7370	89300	<	0.07	3.1
KHAL-091	2	36	1260	629	523	1.7	8130	78900	<	<	3.3
KHAL-092	2	51	1980	680	448	1.6	15000	133000	<	0.06	0.6
KHAL-093	2	106	2100	613	399	1.5	15000	133000	<	<	2.2

تهران - انتهای بلوار شرقی اصفهانی - بخش کرجه - منطقه ۱ - پلاک ۱ - ضلع سوم جنوبی  
 تلفن: ۸۰۱۸۸۸ - همراه: ۹۱۲۱۰۷۸۷۱۲  
 e-mail: [xrd@binaloud.com](mailto:xrd@binaloud.com) <http://www.binaloud.com>

### ۲-۳: پردازش داده های ژئوشیمیایی

#### مقدمه

همه مطالعاتی که با استفاده از روشهای مختلف نمونه گیری صورت می گیرند نیاز به آمار و پردازش داده ها دارند که با توجه به نتایج مورد نظر، مطالعه گر می تواند از روشهای ساده یا پیچیده آماری استفاده نماید. لذا اکتشافات ژئوشیمیایی که بر پایه نمونه برداری از جوامع سنگی، رسوبات آبراهه ای، خاک، آب و ... می باشند نیازمند انجام پردازشهای آماری هستند. با توجه به اینکه هیچکدام از روشهای اکتشافی کامل نبوده و با کاستی هایی همراه هستند، معمولا از روشهای اکتشافی مکمل نظیر مطالعات کانی سنگین، ژئوفیزیک، دورسنجی و ... استفاده می شود تا معتبرترین مناطق جهت اکتشافات بعدی انتخاب گردند. در این پروژه روش اکتشافی مکمل، مطالعات کانی سنگین می باشد که جهت تعیین قوت و ضعف پردازشهای ژئوشیمیایی و آنومالیهای بدست آمده مورد استفاده قرار می گیرد.

نحوه پردازش داده ها به این صورت می باشد که نتایج آنالیز ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای به همراه مختصات محل برداشت نمونه ها در یک بانک اطلاعاتی ذخیره گردیده است. این بانک اطلاعاتی در لوح فشرده ضمیمه گزارش در فایل بنام silt samples data.xls موجود می باشد که در صورت لزوم قابل مراجعه است. لازم به توضیح است که از محدوده اکتشافی خلخال، ۱۶۰ نمونه سیلت برداشت گردیده است.

بعد از این مرحله برای بخشی از داده ها که بصورت سنسورد گزارش شده بودند جایگزینی داده های سنسورد انجام گرفت. سپس از این داده ها جهت محاسبه پارامترهای آماری، پردازشهای آماری تک متغیره، تعیین مشاهدات خارج از ردیف، تعیین آنومالیها، پردازشهای آماری چند متغیره، آنالیز خوشه ای، آنالیز فاکتوری، ضرایب همبستگی و ... استفاده شده است که شرح جزئیات آن در بخشهای بعدی خواهد آمد.

### ۳-۲-۱: پردازش داده های سنسورد

نتایج آنالیزهای ژئوشیمیایی عموماً سنسورد هستند یعنی اینکه تمرکز عناصر در برخی نمونه ها بصورت مقادیر « کوچکتر از » یا « بزرگتر از » یک مقدار خاص گزارش می شود. حد سنسورد نتایج آنالیز، همان حد قابل ثبت روش آنالیز شیمیایی می باشد.

داده های سنسورد زمانی ایجاد می شوند که روشهای آنالیز به اندازه کافی جهت ثبت مقادیر کوچک یک عنصر حساس نیستند و یا اینکه روش آنالیز بسیار حساس است و قابلیت ثبت تمرکزهای بالای عناصر را ندارد.

داده های سنسورد در پردازشهای آماری چند متغیره مشکل ساز هستند؛ چرا که روشهای محاسباتی و آماری خاص، نیازمند یک مجموعه کامل و غیرسنسورد از داده ها می باشند. بنابراین ناگزیریم جهت جایگزینی مقادیر سنسورد، آنها را مورد پردازش قرار دهیم.

در جایگزینی داده های سنسورد از روشهای مختلفی استفاده می شود. یکی از این روشها روش «جایگزینی ساده» است. در این روش هنگامی که داده سنسورد بصورت کمتر از حد قابل ثبت گزارش می شود،  $\frac{3}{4}$  (سه چهارم) یا  $\frac{1}{2}$  (یک دوم) حد قابل ثبت را جایگزین آن می کنند و برای داده هایی که بزرگتر از یک مقدار خاص گزارش می شوند  $\frac{4}{3}$  (چهار سوم) یا  $\frac{3}{2}$  (سه دوم) حد قابل ثبت را به جای آن قرار می دهند. روش جایگزینی ساده زمانی نتایج قابل قبولی جهت جایگزینی ارائه می کند که حداکثر ۲۰-۱۰ درصد از داده ها سنسورد باشد.

در شرایطی که درصد بیشتری از داده ها سنسورد باشد معمولاً از روش بیشترین درستنمایی کوهن استفاده می شود. با بهره گرفتن از این روش عدم صحت در تخمین آماره های توصیفی و آنالیز فاکتوری به



حداقل می رسد. هدف اصلی در پردازش داده های سنسورد آن است که مقدار جایگزینی با میانگین مقادیر واقعی مفروض که بصورت سنسورد گزارش شده اند، برابر باشد.

در روش کوهن فرض می شود که دارای متغیری تصادفی با توزیع نرمال هستیم. پارامترهای این جامعه نرمال را با  $\mu$  برای میانگین؛ و  $\sigma$  برای انحراف معیار نمایش می دهیم. لذا روش کوهن، روشی جهت تخمین پارامترهای اصلی جامعه یعنی ( $\mu$  و  $\sigma$ ) می باشد.

فرض اساسی در روش کوهن (۱۹۶۱) آن است که مقدار جایگزینی بایستی با میانگین بخش محذوف جامعه که بصورت سنسورد گزارش شده است، برابر باشد. در این روش، ابتدا میانگین و انحراف معیار کل داده ها (سنسورد و غیر سنسورد) محاسبه شده و سپس از این مقادیر جهت محاسبه میانگین بخش محذوف جامعه بهره گرفته می شود.

جهت محاسبه مقادیر تخمینی میانگین و پراش کل جامعه از روابط زیر استفاده می شود:

$$\hat{\mu} = \bar{x} - \hat{\lambda}(\bar{x} - x_0)$$

$$\hat{\sigma}^2 = s^2 + \hat{\lambda}(\bar{x} - x_0)^2$$

در روابط قبل، وجود علامت ( ^ ) در بالای حروف نشاندهنده این است که این مقادیر تخمینی از پارامترهای واقعی جامعه است. لذا،  $\hat{\mu}$ ، تخمین گر میانگین،  $\hat{\sigma}^2$  تخمین گر واریانس (پراش) کل جامعه (شامل مقادیر سنسورد و غیر سنسورد)،  $\hat{\lambda}$  یک تابع کمکی است که از جدول مربوطه استخراج می شود،  $x_0$  حد قابل ثبت و  $\bar{x}$  و  $s^2$  میانگین و واریانس جامعه غیر سنسورد (با  $n$  عضو) است که توسط روابط زیر محاسبه می شوند:

$$\bar{x} = \sum_i^n \frac{x_i}{n}$$

$$s^2 = \sum_i^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

پس از محاسبه میانگین واقعی کل جامعه با استفاده از روابط زیر مقدار میانگین جامعه سنسورد را تخمین می زنیم:

$$n\hat{\mu} = n_q\hat{\mu}_q + n_u\mu_u$$

رابطه بالا بیان می کند که ،  $\hat{\mu}$  ، میانگین کل داده ها ( که با استفاده از روش کوهن محاسبه می شود) ضرب در  $n$  ، تعداد کل داده ها، برابر است با حاصلضرب  $\hat{\mu}_q$  ، میانگین داده های سنسورد (که نامشخص است)، در  $n_q$  ، تعداد داده های سنسورد به اضافه حاصلضرب  $\mu_u$  ، میانگین داده های غیرسنسورد در  $n_u$  تعداد داده های غیر سنسورد.

حال کافی است که رابطه قبل را نسبت به  $\hat{\mu}_q$  حل کنیم، که خواهیم داشت:

$$\hat{\mu}_q = \frac{n\hat{\mu} - n_u\mu_u}{n_q}$$

$\hat{\mu}_q$  همان مقدار جایگزینی است که برای مقادیر سنسورد در نظر گرفته می شود، یعنی

$$x_r = \hat{\mu}_q$$

با توجه به مطالبی که در مورد روش کوهن آمد، مشاهده می شود که فرض ابتدائی آن بر نرمال بودن جامعه مورد بررسی می باشد. لذا قبل از اینکه داده ها را مورد پردازش قرار دهیم لازم است از نرمال بودن جامعه نمونه (یا نزدیک به نرمال بودن آن) اطمینان حاصل کنیم.

گرایش داده های ژئوشیمیائی به پیروی از توزیع لاگ نرمال بخوبی شناخته شده است و بندرت یک توزیع نرمال از داده های ژئوشیمیائی در اختیار خواهیم داشت. بنابراین قبل از محاسبه تخمین گرهای کوهن ممکن است لازم باشد با اعمال تبدیلاتی جامعه غیر نرمال را به یک جامعه نرمال تبدیل کنیم. برای این منظور می توان از تبدیل لگاریتمی، تبدیل سه پارامتری، «تبدیل نمائی تعمیم یافته» و یا روشهای موجود دیگر یاری جست. اما اغلب بعلت سهولت عملیات از تبدیل لگاریتمی استفاده می شود.

بنابراین، ابتدا داده های غیر نرمال را با استفاده از یکی از تبدیلهای به یک جامعه نرمال تبدیل می نمایم، سپس روش کوهن را در مورد این جامعه تبدیل یافته انجام داده و یک مقدار جایگزینی بدست می آوریم. پس از آن، لازم است با استفاده از تبدیل معکوس، این مقدار جایگزینی را به مقدار اصلی آن در جامعه غیر نرمال (قبل از اعمال تبدیل) برگردانده شود.

حال به بررسی داده های حاصل از آنالیز نمونه های ژئوشیمیائی می پردازیم:

بررسی نتایج آنالیز نشان می دهد که عناصر Ag, As, Au, B, Bi, Cr, Hg دارای داده های سنسورد می باشند که تعداد و درصد این داده ها برای هر یک از عناصر فوق به همراه حد قابل ثبت روش آنالیز در جدول (۳-۵) قابل مراجعه می باشد.

جدول (۳-۵): اطلاعات مربوط به عناصر سنسورد در نمونه های ژئوشیمیائی خلخال به همراه مقدار جایگزینی محاسبه شده برای هر یک از آنها به روش بیشترین درستمانی کوهن

نام عنصر	Ag (ppm)	As (ppm)	Au (ppb)	B (ppm)	Bi (ppm)	Cr (ppm)	Hg (ppm)
حد قابل ثبت	۰/۰۱	۰/۵	۱	۰/۵	۰/۱	۲	۰/۰۵
تعداد داده های غیرسنسورد	۱۱۲	۱۴۵	۱۵۳	۰	۴۷	۱۵۸	۱۳
تعداد داده های سنسورد	۴۸	۱۵	۷	۱۶۰	۱۱۳	۲	۱۴۷
درصد داده های سنسورد	٪۳۰	٪۹/۴	٪۴/۴	٪۱۰۰	٪۷۰/۶	٪۱/۳	٪۹۱/۹
مقدار جایگزینی	-۰/۰۵	-۰/۶۸	۰/۸۳	---	۰/۰۷	-۰/۷۹	۰/۰۲

بالا بودن درصد داده های سنسورد از مفید بودن متغیر مورد بررسی می کاهد. چراکه، در هر حال، جایگزین کردن یک مقدار ثابت (صرف نظر از بزرگ یا کوچک بودن آن و یا قرار دادن میانگین بخش محذوف جامعه) باعث مخفی ماندن تغییرات درونی آن متغیر می گردد که این تغییرات بسیار حائز اهمیت هستند و در بررسیهای چند متغیره نقش مهمی را در تعیین رابطه متغیرها با یکدیگر ایفا می کنند.

لذا، با توجه به جدول (۳-۵) عناصر B, Bi, Hg به علت بالا بودن میزان داده های سنسورد، بطور عملی در روشهای چند متغیره مفید واقع نخواهند شد (چنانچه در بخش آنالیز خوشه ای نیز صحت این مطلب به اثبات خواهد رسید) و لازم است از مجموعه داده ها کنار گذاشته شوند. البته، برای روشهای تک متغیره می توان از Bi و Hg بهره گرفت اما عنصر B که کاملاً سنسورد است، کاربردی نخواهد داشت. از این رو بهتر است که از جریان داده پردازی حذف گردد.

### ۲-۲-۳: محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده ها

هیستوگرام برای اولین بار توسط پیرسون در سال ۱۸۹۵ ابداع و معرفی گردید. در این نوع از نمودارها توزیع فراوانی متغیر مورد نظر با توجه به فواصل مشخصی از دامنه تغییر آن متغیر نمایش داده می شود. بدین ترتیب که ابتدا دامنه تغییر (فاصله حداقل و حداکثر داده ها) به فواصل معینی (بنام دسته) تقسیم می شود. انتخاب تعداد دسته ها دلخواه و در عین حال در نمایش توزیع داده ها نقش اساسی دارد. سپس تعداد مشاهدات داده ها در فاصله هر دسته بعنوان فراوانی آن دسته ثبت، و توسط یک ستون نمایش داده می شود که ارتفاع آن متناسب با فراوانی دسته می باشد.

نمودار چندک- چندک نموداری است که جهت مقایسه دو جامعه تهیه می شود. ابتدا لازم است جامعه ای را که می خواهیم داده های خود را با آن مورد مقایسه قرار دهیم (جامعه مقایسه)، انتخاب نمائیم. پس از آن، داده ها را بصورت صعودی مرتب کرده و با استفاده از تابع معکوس «جامعه مقایسه»، مقدار معادل با هر یک از داده ها را بدست می آوریم. با رسم نمودار پراکندگی این داده ها و برازش خط رگرسیون بر آنها نشان می دهد که تا چه اندازه این دو جامعه بر یکدیگر انطباق دارند. اگر نقاط مشاهده شده بر روی خط رگرسیون قرار گیرند می توان چنین نتیجه گرفت که این داده ها از توزیع جامعه مقایسه تبعیت می نمایند.

نمودار (۱-۳) هیستوگرام و نمودارهای چندک- چندک عناصر As و Cu را بصورت خام و تبدیل یافته لگاریتمی نشان می دهند. نمودارها و هیستوگرامهای مابقی عناصر در بخش ضمیمه (۴) آورده شده است که در صورت نیاز قابل مراجعه می باشد. لازم به ذکر است که جامعه مقایسه در نمودارهای چندک- چندک، یک جامعه نرمال می باشد. جداول (۳-۶) و (۳-۷) نتیجه محاسبه پارامترهای آماری این جوامع را نشان می دهند. نمودارها و جداول مذکور با استفاده از داده های غیر سنسورد تهیه و محاسبه شده اند.

### ۳-۲-۱: بررسی پارامترهای آماری و نمودارهای آماری عنصر AS

تعداد داده های غیر سنسورد این متغیر ۱۴۵، و تعداد داده ها ۱۶۰ می باشد. ۳۴ درصد از داده ها مقادیری بین ۲ و ۴ دارند. مقدار می نیم این عنصر ۰/۵ و ماکزیمم آن ۹/۸ است. میانگین بخش غیر سنسورد مجموعه، ۴/۲۵ و انحراف معیار آن ۲/۰۸ می باشد. میانه داده ها ۴/۱ است که به مقدار میانگین بسیار نزدیک می باشد. چولگی و کشیدگی توزیع این متغیر به ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۳۷- است که نشان می دهد جامعه ای بسیار نزدیک به نرمال در اختیار داریم. نزدیک بودن میانگین و میانه نیز شاهد بر این مدعا است. نمودار چندک- چندک و هیستوگرام داده ها نیز قویا نشان می دهند توزیع داده ها نرمال بوده و خصلت دو مدی نیز در آن دیده نمی شود. تبدیل لگاریتمی داده ها باعث ایجاد چولگی منفی و افزایش کشیدگی گردیده که نشان می دهد استفاده از این تبدیل مناسب نمی باشد. با توجه به تک مدی بودن جامعه احتمال آن می رود که مقادیر بالای این عنصر در ارتباط با محیط های سنگی منطقه است.

### ۳-۲-۲: بررسی پارامترهای آماری و نمودارهای آماری عنصر Cu

در مقادیر آنالیز این متغیر داده سنسورد وجود نداشته و ۴۰ درصد از داده های آن مقادیری بین ۲ و ۴ دارند. این عنصر دارای می نیم ۴۴/۲ و ماکزیمم ۲۲۰ می باشد. میانگین، میانه و انحراف معیار آن بترتیب ۹۴/۸۸، ۸۲ و ۳۵ محاسبه شده است. توزیع داده ها در این متغیر دارای چولگی ۱/۳ و کشیدگی ۱/۲ می باشد. نمودار چندک - چندک و هیستوگرام آن نشان می دهد که با یک جامعه دو مدی روبرو هستیم. تبدیل لگاریتمی داده ها باعث کاهش چولگی تا مقدار ۰/۷ و کشیدگی تا مقدار ۰/۲- گردیده که به

نرمال شدن جامعه کمک کرده است. به نظر می رسد که بخشی از مقادیر جامعه دوم در ارتباط با هاله های آلتراسیون یا زونهای مینرالیزه باشد.

در مورد سایر عناصر نیز بررسی توزیع داده ها بصورت فوق با مراجعه به نمودارها و جداول بخش ضمیمه بسیار ساده است که از ذکر آنها خودداری می شود. با این حال جوامع آماری مورد بررسی را می توان بصورت زیر مورد جمع بندی قرار داده و توصیف نمود:

عناصر  $Ag, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, Sb, W$  دارای خصلت دو-مدی هستند که در نمودارهای چندک-چندک و هیستوگرام توزیع آنها نیز این مسئله قابل مشاهده می باشد.

در مورد عناصر  $Hg$  و  $Bi$  به علت محذوف بودن بخش عمده داده ها نمی توان تحلیلی در مورد نحوه توزیع آنها ارایه نمود.

جوامع آماری  $As, Au, Be, Sr$  توزیعی نرمال با چولگی و کشیدگی در حد قابل قبول از خود نشان می دهند. عناصر  $Ti$  و  $Zn$  را نیز می توان تقریباً نرمال در نظر گرفت ولی نسبت به جوامع قبلی دارای چولگی و کشیدگی بالاتری هستند. در مورد  $Ni$  و  $Sn$  با اینکه یک جامعه نرمال را نشان می دهند اما، دارای کشیدگی بسیار بالایی هستند.

بطورکلی تمامی جوامع دارای چولگی مثبت هستند؛ که به علت وجود جوامع آنومال در بخش مثبت توزیع داده ها مثبت بودن چولگی کاملاً طبیعی است. به استثنای  $Pb$  که تا حدی چولگی منفی و نزدیک به صفر از خود نشان می دهد که علت آن را می توان در دو مدی بودن توزیع آن دانست.

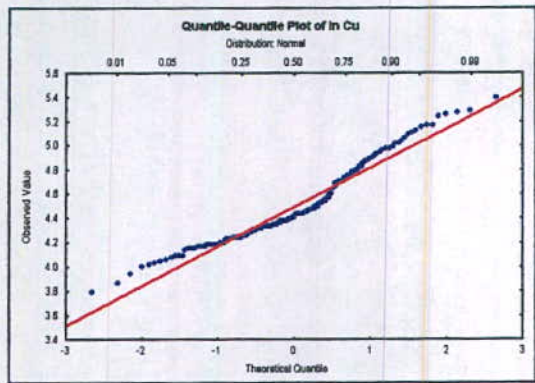
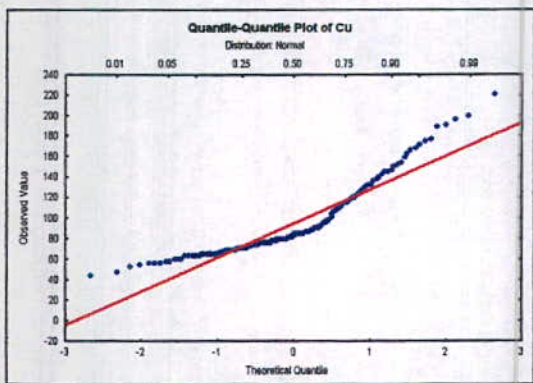
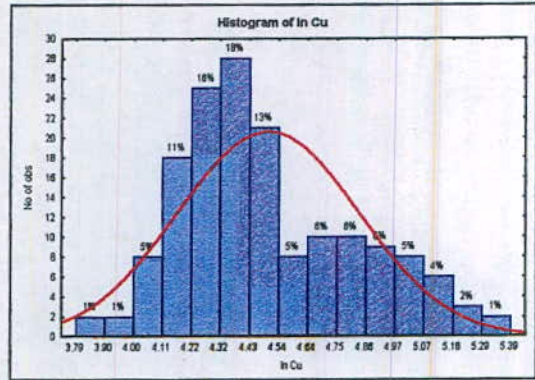
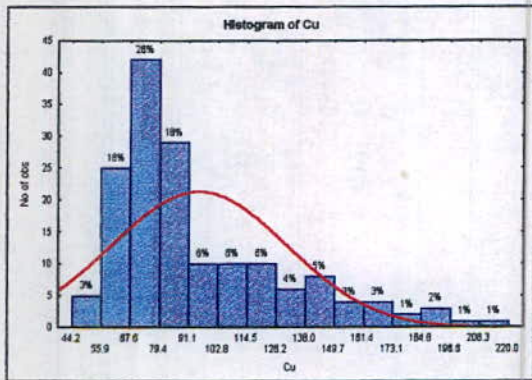
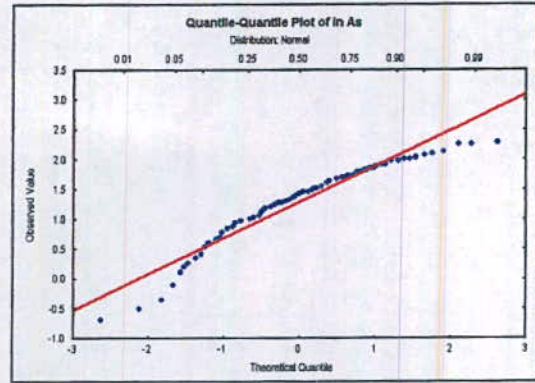
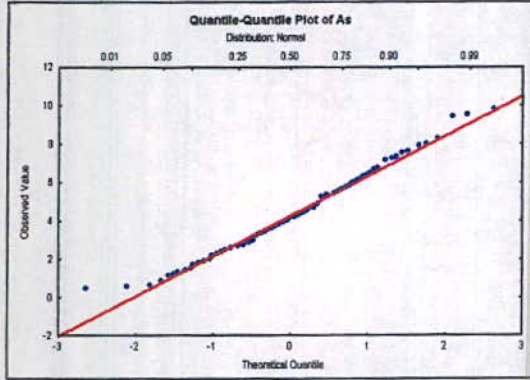
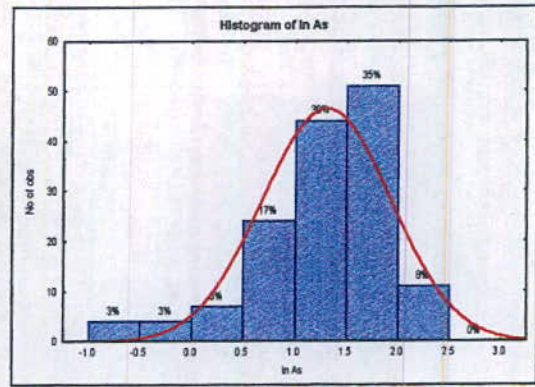
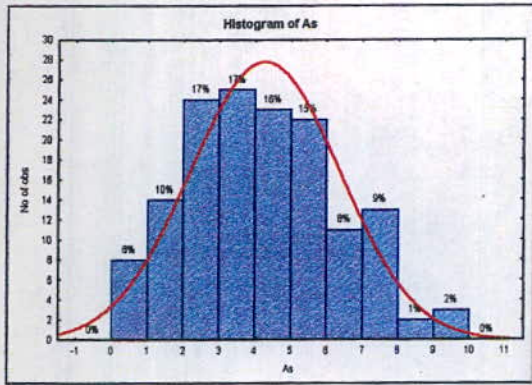
جدول (۳-۱) - پارامترهای آماری داده های خام بدون در نظر گرفتن مقادیر سنسورد.

Variable	Descriptive Statistics (analyses)																
	Valid N	Mean	Median	Mode	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Percentile 10	Percentile 90	Range	Quartile Range	Variance	C.V.	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
Ag	112	0.11	0.09	Multiple	0.01	0.4	0.05	0.1	0.03	0.2	0.3	0.10	0.01	0.05	0.08	1.10	1.06
As	145	4.25	4.10	Multiple	0.50	9.8	2.70	5.6	1.50	7.1	9.3	2.90	4.33	1.02	2.08	0.34	-0.37
Au	153	1.95	2.00	2.00	1.00	5.0	2.00	2.0	1.00	3.0	4.0	0.00	0.49	0.25	0.70	1.11	3.08
Ba	160	611.44	522.50	Multiple	261	1110.0	450	789.5	401.50	923.0	849.0	339.50	41741.39	68.27	204.31	0.72	-0.73
Be	160	1.55	1.60	1.70	0.80	3.4	1.30	1.8	1.10	2.0	2.6	0.45	0.16	0.10	0.40	0.98	2.69
Bi	47	0.12	0.10	0.10	0.10	0.2	0.10	0.1	0.10	0.2	0.1	0.00	0.001	0.01	0.04	1.81	1.34
Co	160	31.56	32.80	Multiple	10.10	62.6	21.85	39.3	17.50	44.8	52.5	17.45	113.92	3.61	10.67	0.04	-0.50
Cr	158	61.59	46.00	Multiple	8.00	241.0	30.00	77.0	18.00	132.0	233.0	47.00	2276.07	36.96	47.71	1.63	2.42
Cu	160	94.88	82.00	84.30	44.20	220.0	69.85	114.0	63.70	146.0	175.8	44.15	1231.76	12.98	35.10	1.30	1.20
Fe	160	92744	93350	59000	34000	253000	59150	119000	46400	139000	219000	59850	1330354426	14344	36474	0.59	1.03
Hg	13	0.06	0.06	0.05	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1	0.0	0.01	0.0001	0.002	0.01	1.03	-0.10
Mn	160	1509.38	1465	1450	654	3990.0	1105	1845.0	900.50	2175.0	3336.0	740.00	277141.26	183.61	526.44	0.99	2.09
Mo	160	2.00	1.50	Multiple	0.60	11.5	1.20	2.5	1.00	3.6	10.9	1.25	1.60	0.80	1.27	3.32	19.57
Ni	160	36.69	33.00	33.00	16.00	176.0	26.00	42.5	20.00	56.0	160.0	16.50	333.04	9.08	18.25	3.40	21.00
Pb	160	14.91	15.75	Multiple	7.30	27.9	12.60	17.3	9.00	18.5	20.6	4.65	13.37	0.90	3.66	-0.24	0.25
Sb	160	0.57	0.50	0.40	0.30	1.2	0.40	0.7	0.40	0.9	0.9	0.30	0.04	0.06	0.19	0.84	0.18
Sn	160	1.61	1.50	1.50	0.90	5.0	1.30	1.8	1.20	2.1	4.1	0.50	0.21	0.13	0.46	3.00	18.44
Sr	160	700.01	682.50	629.00	411	1210	609.50	774.0	537.00	885.0	799.0	164.50	18161.54	25.94	134.76	0.62	0.70
Tl	160	9470.38	9380	Multiple	2770	28700	6455	11350.0	5110.00	14500.0	25930.0	4895.00	14519846	1533.19	3810.49	1.17	3.24
W	160	2.08	1.70	1.30	0.60	5.5	1.35	2.6	1.20	3.5	4.9	1.25	0.88	0.42	0.94	1.11	0.82
Zn	160	119.48	115	111.00	53.10	341.0	87.80	142.0	73.30	179.5	287.9	54.20	1674.00	14.01	40.91	1.26	4.18



جدول (۷-۳) - پارامترهای آماری هر یک از متغیرها پس از اعمال تبدیل لگاریتمی.

Variable	Descriptive Statistics of Khalkhal Silt Samples Transformed by Logarithm															
	Valid N	Mean	Median	Mode	Min	Max	Lower Quartile	Upper Quartile	Percentile 10%	Percentile 90%	Range	Quartile Range	Variance	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
In Ag	112	-2.5	-2.4	Multiple	-4.6	-1.0	-3.0	-1.9	-3.5	-1.6	3.6	1.1	0.7	0.8	-0.7	0.1
In As	145	1.3	1.4	Multiple	-0.7	2.3	1.0	1.7	0.4	2.0	3.0	0.7	0.4	0.6	-1.1	1.2
In Au	153	0.6	0.7	0.7	0.0	1.6	0.7	0.7	0.0	1.1	1.6	0.0	0.1	0.4	-0.3	0.1
In Ba	160	6.4	6.3	Multiple	5.6	7.0	6.1	6.7	6.0	6.8	1.4	0.6	0.1	0.3	0.3	-1.0
In Be	160	0.4	0.5	0.5	-0.2	1.2	0.3	0.6	0.1	0.7	1.4	0.3	0.1	0.3	-0.0	0.4
In Bi	47	-2.2	-2.3	-2.3	-2.3	-1.6	-2.3	-2.3	-2.3	-1.6	0.7	0.0	0.1	0.3	1.8	1.3
In Co	160	3.4	3.5	Multiple	2.3	4.1	3.1	3.7	2.9	3.8	1.8	0.6	0.1	0.4	-0.6	-0.4
In Cr	158	3.9	3.8	Multiple	2.1	5.5	3.4	4.3	2.9	4.9	3.4	0.9	0.5	0.7	0.1	-0.4
In Cu	160	4.5	4.4	4.4	3.8	5.4	4.2	4.7	4.2	5.0	1.6	0.5	0.1	0.3	0.7	-0.2
In Fe	160	11.4	11.4	11.0	10.4	12.4	11.0	11.7	10.7	11.8	2.0	0.7	0.2	0.4	-0.3	-0.7
In Hg	13	-2.8	-2.8	-3.0	-3.0	-2.5	-3.0	-2.8	-3.0	-2.5	0.5	0.2	0.0	0.2	0.8	-0.5
In Mn	160	7.3	7.3	7.3	6.5	8.3	7.0	7.5	6.8	7.7	1.8	0.5	0.1	0.3	0.0	-0.5
In Mo	160	0.6	0.4	Multiple	-0.5	2.4	0.2	0.9	0.0	1.3	3.0	0.7	0.2	0.5	0.7	0.4
In Ni	160	3.5	3.5	3.5	2.8	5.2	3.3	3.7	3.0	4.0	2.4	0.5	0.2	0.4	0.6	1.2
In Pb	160	2.7	2.8	Multiple	2.0	3.3	2.5	2.8	2.2	2.9	1.3	0.3	0.1	0.3	-0.9	0.0
In Sb	160	-0.6	-0.7	-0.9	-1.2	0.2	-0.9	-0.4	-0.9	-0.2	1.4	0.6	0.1	0.3	0.2	-0.7
In Sn	160	0.4	0.4	0.4	-0.1	1.6	0.3	0.6	0.2	0.7	1.7	0.3	0.1	0.2	0.8	2.7
In Sr	160	6.5	6.5	6.4	6.0	7.1	6.4	6.7	6.3	6.8	1.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1
In Ti	160	9.1	9.1	Multiple	7.9	10.3	8.8	9.3	8.5	9.6	2.3	0.6	0.2	0.4	-0.1	-0.2
In W	160	0.6	0.5	0.3	-0.5	1.7	0.3	1.0	0.2	1.3	2.2	0.7	0.2	0.4	0.3	-0.6
In Zn	160	4.7	4.7	4.7	4.0	5.8	4.5	5.0	4.3	5.2	1.9	0.5	0.1	0.3	0.1	-0.2



نمودار (۱-۳): هیستوگرام و نمودارهای چندک-چندک عناصر As و Cu.

### ۳-۲-۳: تعیین مشاهدات خارج از ردیف

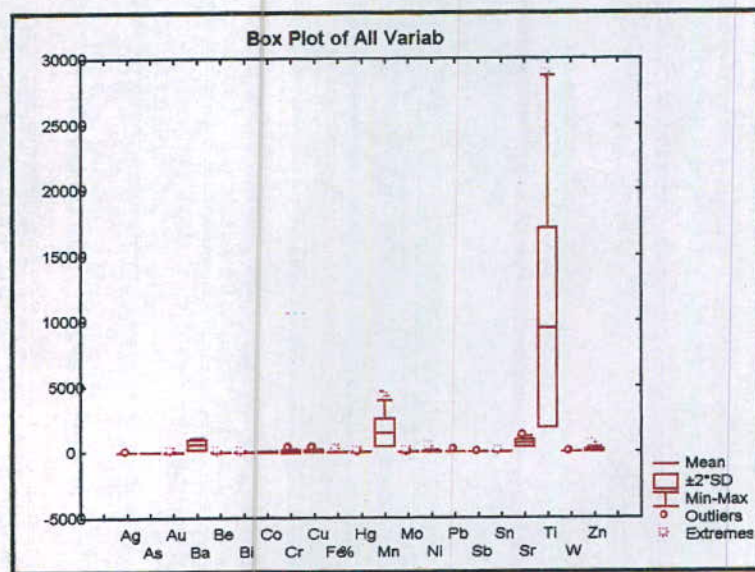
موارد خارج از ردیف مشاهداتی هستند که خصوصیات منحصر به فردی دارند و به همین دلیل از دیگر مشاهدات مجزا می شوند. بنابراین بر اساس همین خواص منحصر به فرد قابل شناسایی و تشخیص هستند. موارد خارج از ردیف را می توان به روشهای مختلف تک متغیره یا چند متغیره تعیین نمود. اما بنظر می رسد که جهت شناسایی موارد خارج از ردیف بهتر است در روشهای آماری تک متغیره، از روشهای تک متغیره و در روشهای آماری چند متغیره از روشهای چند متغیره بهره گرفت.

### ۳-۲-۲-۱: روش تک متغیره

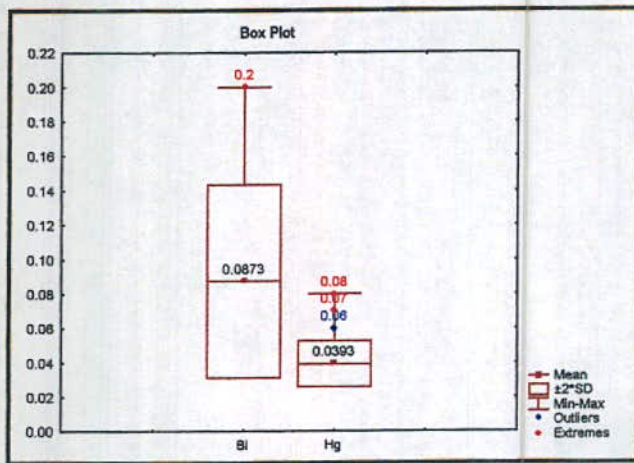
در این روش توزیع مشاهدات بررسی می شود و مواردی که در دامنه انتهائی توزیع قرار گرفته باشند بعنوان خارج از ردیف تعیین و شناسائی می گردند. اولین مشکل، تعیین مرز تشخیص و جدایش این نوع داده ها می باشد. روش عمومی این است که ابتدا مقادیر استاندارد شده داده ها محاسبه شوند. در اینصورت مقایسه بین داده ها به آسانی صورت می گیرد. در جوامع کوچک (کمتر از ۸۰ نمونه) روش کلی چنین پیشنهاد می کند که مشاهداتی را که دارای مقادیر استاندارد ۲/۵ یا بزرگتر باشند بعنوان خارج از ردیف انتخاب شوند. زمانی که جامعه بزرگ شود این مرز عددی بین ۳ و ۴ خواهد بود. باید توجه داشت که تعداد اندکی از نمونه ها بطور طبیعی می توانند خارج از ردیف باشند. لذا از انتخاب تعداد زیادی از نمونه ها بعنوان خارج از ردیف بایستی اجتناب شود.

روش دیگر در شناسائی موارد خارج از ردیف ترسیم نمودار چندک-چندک توزیع داده ها است. با ترسیم این نمودار می توان محل جدایش توزیع را بعنوان مرز جدایش نمونه های خارج از ردیف تعیین نمود. روش دیگر، استفاده از «نمودارهای جعبه ای» (Box Plot) است. در این نوع از نمودارها حد

بالای جعبه، میانگین به اضافه دو برابر انحراف استاندارد و حد پائین جعبه میانگین منهای دو برابر انحراف استاندارد را نمایش می دهد و خط وسط جعبه معادل با میانگین داده ها است. علاوه بر این دو خط بالا و پائین نشاندهنده ماکزیمم و می نیمم مجموعه داده ها می باشد. بدین ترتیب در فاصله بین حدود جعبه و ماکزیمم و می نیمم، مجموعه ای از نقاط مشخص می شود که می توان آنها را معادل با موارد «خارج از ردیف» و «خارج از حد» (extreme) در نظر گرفت. نمودارهای (۲-۳) تا (۸-۳) نمودارهای جعبه ای مجموعه داده های خلخال را نمایش می دهند. این نمودارها یکبار برای تمامی عناصر رسم شده تا دامنه تغییرات آنها با یکدیگر قابل مقایسه باشد. سپس جهت واضح بودن نمونه های خارج از ردیف، عناصری که دامنه تغییرات آنها نزدیک به هم بوده در نمودارهای مجزایی رسم شده اند.

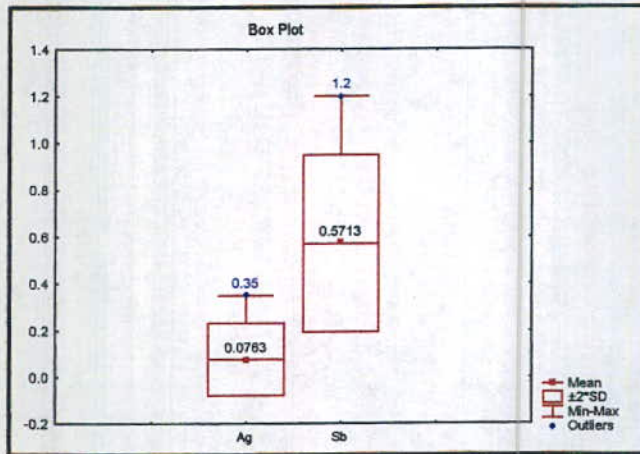


نمودار (۲-۳) - نمودار جعبه ای کل عناصر آنالیز شده در محدوده اکتشافی خلخال به همراه نمونه های خارج از ردیف و خارج از حد.



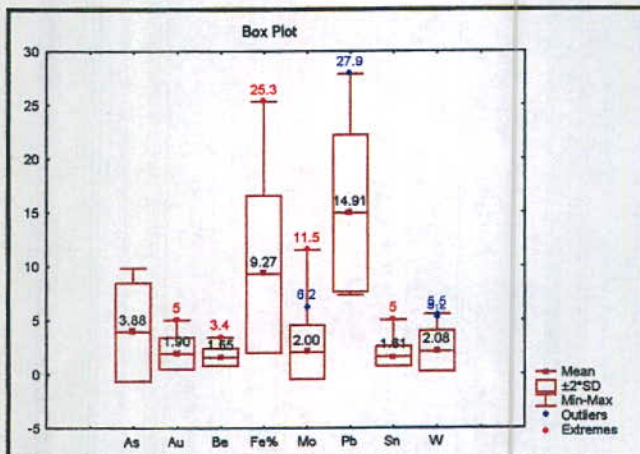
نمودار (۳-۳)

نمودار جعبه ای عناصر Bi و Hg .  
 غلظت نمونه های خارج از ردیف با رنگ  
 آبی و غلظت نمونه های خارج از حد  
 با رنگ قرمز مشخص شده اند.



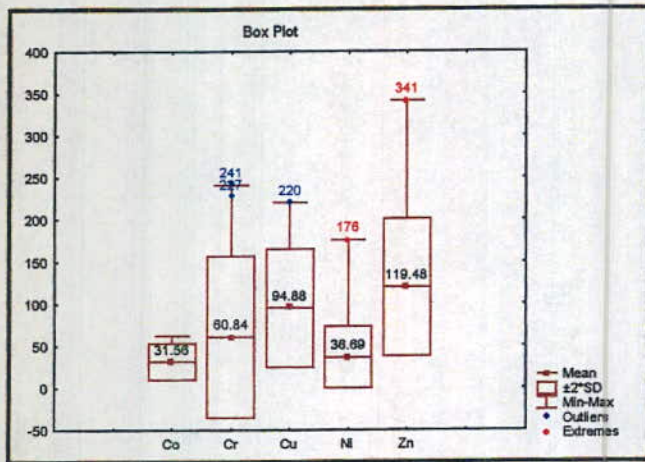
نمودار (۴-۳)

نمودار جعبه ای عناصر Ag و Sb .  
 غلظت نمونه های خارج از ردیف با رنگ  
 آبی و غلظت نمونه های خارج از حد  
 با رنگ قرمز مشخص شده اند.



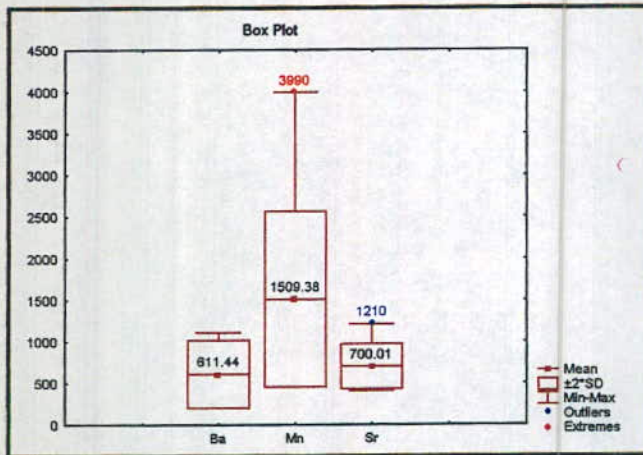
نمودار (۵-۳)

نمودار جعبه ای عناصر Be ، Au ، As ،  
 W و Sn ، Pb ، Fe ، Mo  
 غلظت نمونه های خارج از ردیف با رنگ  
 آبی و غلظت نمونه های خارج از حد  
 با رنگ قرمز مشخص شده اند.



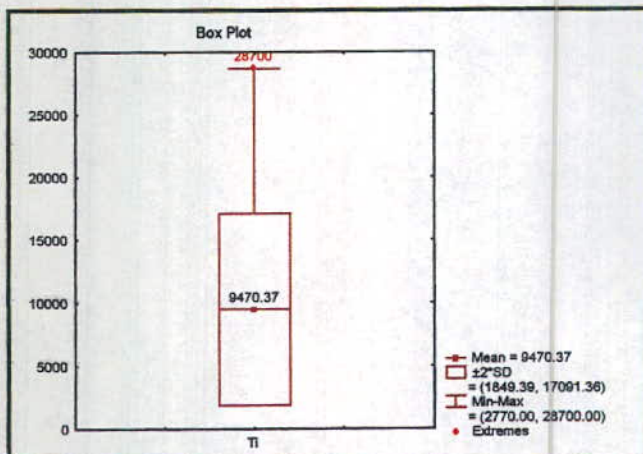
نمودار (۳-۶)

نمودار جعبه ای عناصر Cu ، Cr ، Co ، Zn و Ni . غلظت نمونه های خارج از ردیف با رنگ آبی و غلظت نمونه های خارج از حد با رنگ قرمز مشخص شده اند.



نمودار (۳-۷)

نمودار جعبه ای عناصر Ba ، Mn ، Sr . غلظت نمونه های خارج از ردیف با رنگ آبی و غلظت نمونه های خارج از حد با رنگ قرمز مشخص شده اند.



نمودار (۳-۸)

نمودار جعبه ای عنصر Ti . غلظت نمونه های خارج از ردیف با رنگ آبی و غلظت نمونه های خارج از حد با رنگ قرمز مشخص شده اند.

با توجه به نمودارهای جعبه ای و همچنین نمودارهای چندک- چندک اقدام به جدایش نمونه های خارج از ردیف شده است که نتیجه آن در جدول (۳-۸) مشاهده می شود. در این جدول نمونه هایی که طبق نمودارهای جعبه ای بعنوان خارج از ردیف و خارج از حد شناسایی شده اند، بترتیب، با رنگهای آبی و قرمز مشخص شده اند.

۲-۳-۲-۳ : روش چند متغیره

یکی از روشهای چند متغیره محاسبه فاصله ماهالانویس داده ها می باشد. فاصله ماهالانویس فاصله هر مشاهده را نسبت به نقطه مرکزی جامعه (یعنی بردار میانگین) محاسبه می نماید. محاسبه فاصله ماهالانویس توسط رابطه زیر امکان پذیر است:

$$D^2 = (X - \bar{X})S^{-1}(X - \bar{X})'$$

در رابطه بالا،  $D^2$  فاصله ماهالانویس،  $S^{-1}$  معکوس ماتریس کوواریانس،  $\bar{X}$  بردار میانگین و  $X$  بردار مشاهده می باشد. اگر جامعه مورد بررسی دارای توزیع نرمال چند متغیره باشد، در آنصورت مقادیر  $D^2$  دارای توزیع کای دو با  $p$  درجه آزادی (به تعداد تغییرهای اندازه گیری شده) خواهد بود. لذا یک مقدار بزرگ و معنی دار  $D^2$  این مفهوم را دارد که با یک نمونه خارج از ردیف روبرو هستیم.

برای تعیین نمونه های خارج از ردیف می توان از احتمال پیدایش مقادیر محاسبه شده ماهالانویس نسبت به توزیع کای دو با سطح اعتبار معین و یا ترسیم نمودار چندک- چندک این مقادیر نسبت به توزیع کای دو با درجات آزادی ذکر شده در بالا بهره گرفت. در صورتیکه فضای چند متغیره مورد بررسی نرمال چند متغیره نباشد استفاده از نمودار چندک- چندک داده ها مناسب تر به نظر می رسد.

جدول (۳-۸) : لیست نمونه های خارج از ردیف و خارج از حد با رنگ سبز و نمونه های خارج از ردیف با رنگ زرد مشخص شده اند.

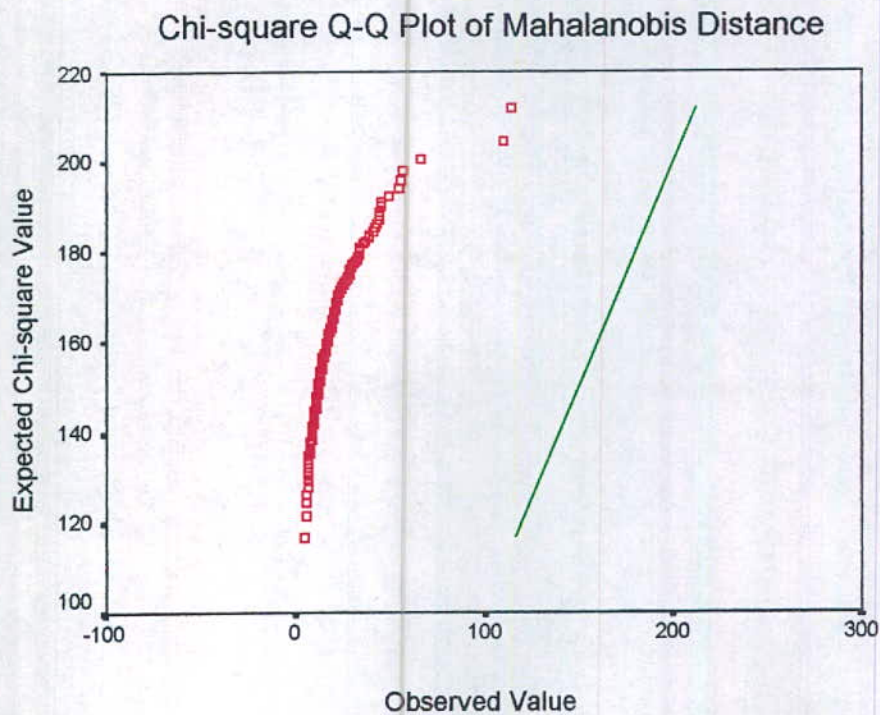
Ag		As		Au		Ba		Be		Bi		Co	
Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value
KHAL-049	0.35	KHAL-011	9.8	KHAL-133	5			KHAL-124	3.4	KHAL-107	0.2	KHAL-119	62.6
KHAL-014	0.35	KHAL-040	9.5	KHAL-029	4			KHAL-147	2.7	KHAL-113	0.2	KHAL-104	62
KHAL-008	0.3	KHAL-009	9.4	KHAL-103	4			KHAL-029	2.6	KHAL-119	0.2		
KHAL-147	0.29			KHAL-107	4			KHAL-148	2.6	KHAL-126	0.2		
KHAL-048	0.28			KHAL-019	4			KHAL-011	2.5	KHAL-132	0.2	KHAL-076	0.2
				KHAL-019A	4			KHAL-149	2.5	KHAL-106	0.2	KHAL-106	0.2
										KHAL-120	0.2		

Cr		Cu		Fe		Hg		Mn		Mo		Ni	
Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value
KHAL-097	241	KHAL-007	220	KHAL-104	253000	KHAL-153	0.08	KHAL-104	3990	KHAL-124	11.5	KHAL-155	176
KHAL-140	227					KHAL-004	0.08					KHAL-122	6.2
KHAL-038	227.					KHAL-156	0.07						
						KHAL-069	0.06						
						KHAL-134	0.06						
						KHAL-006	0.06						
						KHAL-085	0.06						

Pb		Sb		Sn		Sr		Ti		W		Zn	
Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value	Samp. No.	Value
KHAL-045	27.9	KHAL-147	1.2	KHAL-124	5	KHAL-078	1210	KHAL-104	28700	KHAL-124	5.5	KHAL-104	341
										KHAL-124	20100	KHAL-147	5.2
										KHAL-129	19200		



نمودار (۹-۳) و جدول (۹-۳) بترتیب نمودار چندک-چندک فواصل ماهالانویس و لیست نمونه های خارج از ردیف چند متغیره که از نمودار چندک-چندک استخراج شده اند را نمایش می دهند. همانطور که مشاهده می شود توزیع داده ها با خط برازش دو جامعه فاصله داشته و تقریبا به موازات آن قرار گرفته است که علت آن می تواند در نرمال چند متغیره نبودن داده ها باشد. در جدول ( ) علاوه بر مشخص شدن نمونه های خارج از ردیف، وضعیت این نمونه ها با توجه به خارج از ردیف بودن آنها در حالت تک متغیره نیز بررسی شده است.



نمودار (۹-۳): نمودار چندک-چندک فواصل ماهالانویس محاسبه شده برای نمونه های سیلت محدوده اکتشافی خلخال. جامعه مقایسه در نمودار فوق یک توزیع کای دو با ۱۶۰ درجه آزادی می باشد.

جدول (۳-۹) : لیست نمونه های خارج از ردیف بر اساس فواصل ماکلاوینس. مواردی که بر اساس روشهای تک متغیره خارج از حد تشخیص داده شده اند با رنگ سبز خارج از ردیف با رنگ زرد و نمونه هایی که بر اساس نمودارهای چندک-چندک خارج از ردیف تشخیص داده شده اند با رنگ آبی مشخص شده اند.

Samp. No.	Mahalanobis Distance	Ag	As	Au	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	Ti	W	Zn
KHAL-155	114.3589	0.02	2.3	3	454	1	0.075	44.5	172	93.1	70300	0.0375	1310	1	176	14.3	0.4	1.3	529	5650	2.5	79
KHAL-124	110.243	0.0075	6.1	1	706	3.4	0.075	30	124	126	109000	0.0375	1720	11.5	33	16.3	1	5	466		5.5	199
KHAL-104	66.71296	0.06	2.3	2	261	1.1	0.1		63	62.9	253000	0.0375	3990	2.4	45	16.4	0.5	2.8	411	28700	1.3	341
KHAL-153	57.03768	0.07	4.4	2	437	1.9	0.075	35	26	96.7	56700	0.08	1060	1.1	39	13.8	0.5	1.2	702	5110	1.9	81
KHAL-119	56.22719	0.0075	4.2	3	401	1.3	0.2		60	110	119000	0.0375	1540	1.9	76	16.5	0.7	2.3	570	12200	2.1	184
KHAL-133	54.37581	0.24	7.9	5	821	1.7	0.075	24.4	132	114	72400	0.0375	1130	3.6	32	15.6	1	2.3	571	9730	3.7	100
KHAL-068	49.69931	0.0075	2.8	1	441	1.4	0.1	39.2	37	65	130000	0.0375	2180	2.1	29	17.4	0.5	2.7	744	11200	1.2	190

### ۳-۲-۴: جدایش آنومالیاها به روش تک متغیره

روشهای آماری مختلفی برای تعیین مقادیر زمینه، حد آستانه ای و آنومالی وجود دارد که هر کدام دارای محاسن و معایبی هستند. در بعضی از روشها افزایش یا کاهش غلظت عنصر ملاک اصلی و در بعضی احتمال پیدایش غلظت عنصر مد نظر قرار می گیرد. در این پروژه از روش میانگین و مقادیری از انحراف استاندارد ( $X+nS$ ) استفاده شده است.

یکی از روشهای آماری جهت تعیین مقدار حد آستانه ای برابر قرار دادن آن با مقدار میانگین یا میانه و یا لگاریتم آنها به اضافه یک، دو و سه برابر انحراف معیار در یک جامعه نرمال است. در اینجا مقدار حد آستانه ای را برابر مقدار میانگین به اضافه دو برابر انحراف معیار هر متغیر در نظر گرفته ایم. جهت تمایز بین آنومالیهای ممکن، احتمالی و قطعی از حد آستانه ای به اضافه ضریبی از انحراف استاندارد هر متغیر استفاده می شود. لذا خواهیم داشت:

$x < (X+S)$	مقدار زمینه	منطبق بر ۸۴٫۱٪ فراوانی جامعه نرمال
$(X+2S)$	حد آستانه ای	منطبق بر ۹۷٫۷٪ فراوانی جامعه نرمال
$(X+2S)$ الی $(X+3S)$	آنومالی ممکن	$97.7\% < X < 99.86\%$ فراوانی
$(X+3S)$ الی $(X+4S)$	آنومالی احتمالی	$99.86\% < X < 99.99\%$ فراوانی
$x > (X+4S)$	آنومالی قطعی	$X > 99.99\%$ فراوانی جامعه نرمال

بر اساس تجزیه و تحلیل های آماری در یک توزیع نرمال، ۲/۱۵ درصد از داده ها بین  $X+2S$  و  $X+3S$

، ۰/۱۳ درصد از داده ها بین  $X+3S$  و  $X+4S$  و فقط ۰/۱ درصد بزرگتر از  $X+4S$  قرار دارند.

شرط استفاده از این روش برای بدست آوردن آنومالی ها، نرمال بودن توزیع غلظت عناصر می باشد. با توجه به پارامترهای آماری هر عنصر و حدود آنومالی ها، نمونه های آنومال در جدول (۳-۱۰) محاسبه شده است. در این جدول شماره نمونه و مقدار خام آن به همراه حدود مقادیر  $X+S$  ،  $X+2S$  ،  $X+3S$  و مقادیر بالاتر (در صورت لزوم) ذکر شده است.



ادامه جدول (۳-۱۰): جدایش آنومالی ها بر اساس حد آستانه ای بهلاوه مقادیری از انحراف معیار

Mn	Mo	Mi	P2	S1	S2	S3	T	W	Zn
Sample No.	Sample No.	Sample No.	Sample No.	Sample No.	Sample No.	Sample No.	Sample No.	Sample No.	Sample No.
Value	Value	Value	Value	Value	Value	Value	Value	Value	Value
KHAL-118	KHAL-033	KHAL-086	KHAL-064	KHAL-011	KHAL-011	KHAL-006	KHAL-118	KHAL-121A	KHAL-064
1990	2.9	51	18.2	0.8	2	830	13900	3	156
KHAL-140	KHAL-002	KHAL-110	KHAL-156	KHAL-039	KHAL-039	KHAL-132	KHAL-085	KHAL-011	KHAL-140
1990	2.9	53	18.2	0.8	2	840	13900	3.1	157
KHAL-001	KHAL-146	KHAL-059	KHAL-055	KHAL-021	KHAL-096	KHAL-014	KHAL-139	KHAL-027	KHAL-097
2020	3	54	18.2	0.8	2.1	840	14100	3.1	158
KHAL-097	KHAL-135	KHAL-152	KHAL-011	KHAL-026	KHAL-107	KHAL-087	KHAL-161	KHAL-004	KHAL-145
2030	3	55	18.3	0.8	2.1	842	14400	3.1	158
KHAL-067	KHAL-134	KHAL-130	KHAL-023	KHAL-027	KHAL-146	KHAL-055	KHAL-116	KHAL-014	KHAL-152
2060	3.1	56	18.4	0.8	2.1	848	14500	3.1	160
KHAL-023	KHAL-030	KHAL-158	KHAL-147	KHAL-030	KHAL-021	KHAL-031	KHAL-142	KHAL-156	KHAL-060
2090	3.3	57	18.4	0.8	2.1	854	14500	3.2	167
KHAL-100	KHAL-027	KHAL-093	KHAL-107	KHAL-105	KHAL-024	KHAL-117	KHAL-086	KHAL-105	KHAL-142
2090	3.4	58	18.6	0.8	2.1	858	14800	3.3	169
KHAL-093	KHAL-019	KHAL-102	KHAL-161	KHAL-121	KHAL-123	KHAL-070	KHAL-071	KHAL-003	KHAL-085
2100	3.5	59	18.6	0.8	2.1	867	15000	3.3	171
KHAL-074	KHAL-105	KHAL-129	KHAL-122	KHAL-121A	KHAL-088	KHAL-128	KHAL-071	KHAL-019A	KHAL-079
2120	3.5	60	18.7	0.8	2.1	871	15000	3.4	172
KHAL-081	KHAL-011	KHAL-118	KHAL-014	KHAL-149	KHAL-085	KHAL-023	KHAL-092	KHAL-026	KHAL-075
2130	3.6	60	18.7	0.8	2.1	874	15000	3.4	177
KHAL-143	KHAL-021	KHAL-154	KHAL-078	KHAL-003	KHAL-063	KHAL-048	KHAL-093	KHAL-096	KHAL-045
2170	3.6	64	19	0.8	2.2	876	15000	3.4	182
KHAL-068	KHAL-133	KHAL-145	KHAL-009	KHAL-038	KHAL-089	KHAL-047	KHAL-114	KHAL-135	KHAL-100
2180	3.6	66	19.1	0.8	2.3	881	15200	3.4	184
KHAL-102	KHAL-038	KHAL-145	KHAL-033	KHAL-009	KHAL-112	KHAL-080	KHAL-102	KHAL-028	KHAL-061
2240	3.6	68	19.2	0.9	2.3	883	16500	3.5	184
KHAL-145	KHAL-039	KHAL-067	KHAL-123	KHAL-033	KHAL-119	KHAL-063	KHAL-097	KHAL-029	KHAL-093
2250	3.7	68	19.7	0.9	2.3	887	16500	3.6	184
KHAL-079	HKAL-057	KHAL-107	KHAL-083	KHAL-045	KHAL-133	KHAL-041	KHAL-140	KHAL-025	KHAL-114
2260	3.7	72	19.9	0.9	2.3	888	16600	3.6	184
KHAL-152	KHAL-156	KHAL-140	KHAL-069	KHAL-019	KHAL-147	KHAL-066	KHAL-145	KHAL-150	KHAL-119
2270	3.8	76	20.1	0.9	2.3	892	16900	3.7	188
KHAL-142	KHAL-008	KHAL-118	KHAL-128	KHAL-024	KHAL-097	KHAL-069	KHAL-145	KHAL-121	KHAL-068
2370	3.8	79	20.3	0.9	2.4	895	16900	3.7	190
KHAL-075	KHAL-008	KHAL-150	KHAL-077	KHAL-034	KHAL-121	KHAL-009	KHAL-108	KHAL-133	KHAL-116
2380	3.8	79	20.5	0.9	2.4	908	17100	3.7	190
KHAL-114	KHAL-148	KHAL-160	KHAL-029	KHAL-098	KHAL-046	KHAL-048	KHAL-129	KHAL-149	
2380	3.9	85	21	0.9	2.6	913	19200	3.7	195
KHAL-061	KHAL-089	KHAL-161	KHAL-098	KHAL-156	KHAL-068	KHAL-036	KHAL-124	KHAL-030	KHAL-102
2490	4	85	21.8	0.9	2.7	913	20100	3.9	195
KHAL-108	KHAL-147	KHAL-159	KHAL-063	KHAL-150	KHAL-104	KHAL-083	KHAL-083	KHAL-034	KHAL-129
2560	4	86	23.7	1	2.8	940	20100	4	196
KHAL-077	KHAL-096		KHAL-045	KHAL-123	KHAL-122	KHAL-025	KHAL-104	KHAL-019	KHAL-108
2590	4.1		27.9	1	2.8	945	28700	4.1	198
KHAL-144	KHAL-123	KHAL-155		KHAL-133	KHAL-124	KHAL-005	KHAL-104	KHAL-122	KHAL-124
2670	4.3	176		1	5	945		4.1	199
KHAL-116	KHAL-121			KHAL-148		KHAL-141		KHAL-148	KHAL-071
2700	4.8			1		952		4.1	200
KHAL-129	KHAL-045			KHAL-124				KHAL-024	KHAL-144
2790	4.9			1.1				4.2	200
KHAL-104	KHAL-122			KHAL-147		KHAL-026		KHAL-123	
3980	6.2			1.2		995		4.3	
KHAL-124	11.5					1030			KHAL-104
						1080			341
						1210			

### ۳-۲-۵: بررسی ضرایب همبستگی

در مطالعه و بررسی احتمال وجود یک رابطه خطی بین  $X$  و  $Y$ ، با داشتن  $n$  زوج از داده ها، ترسیم نمودار پراکنندگی (scatter) داده ها در حدس زدن وجود چنین رابطه ای می تواند مفید باشد. اگر در چنین نموداری مبدا مختصات را به نقطه  $O(\bar{X}, \bar{Y})$  منتقل کنیم ( $\bar{X}$  میانگین متغیر  $X$  و  $\bar{Y}$  میانگین متغیر  $Y$  می باشند)؛ در اینصورت نقاط بطور نسبی یکسان در اطراف مبدا مختصات جدید پراکنده خواهند شد. بدین ترتیب مختصات جدید نقاط بصورت زیر خواهد بود:

$$x = X - \bar{X}$$

$$y = Y - \bar{Y}$$

در چنین مختصات جدیدی علامت حاصلضرب  $xy$  در نواحی ۱ و ۳ سیستم مختصات، مثبت، و در نواحی ۲ و ۴، منفی خواهد بود. اگر در هر یک از چهار ناحیه سیستم مختصات تعداد نقاط تقریباً برابر باشد، هیچ رابطه خطی بین دو متغیر  $X$  و  $Y$  وجود نخواهد داشت و  $\sum xy$  دارای مقدار کوچکی خواهد بود. بطور کلی اگر نقاط دارای روند خطی باشند و غالب آنها در نواحی ۱ و ۳ پراکنده باشند، حاصلضرب  $\sum xy$  مثبت؛ و اگر غالب نقاط در نواحی ۲ و ۴ قرار داشته باشند،  $\sum xy$  منفی خواهد شد. واضح است که  $\sum xy$  و همچنین میانگین مجموع حاصلضربها؛  $\frac{1}{n} \sum xy$ ، بیانگر وجود رابطه خطی بین مقادیر  $X$  و  $Y$  می باشد و هر چه قدر مطلق  $\sum xy$  بزرگتر باشد، نقاط به یک خط راست نزدیکتر هستند و وجود یک رابطه خطی بین آنها قوت می گیرد.

مقادیر  $\sum xy$  و  $\frac{1}{n} \sum xy$  دارای واحد هستند و بزرگی آنها بستگی به واحدی دارد که متغیرهای  $X$  و  $Y$  نسبت به آنها اندازه گیری شده اند. اگر بخواهیم از این مقادیر برای مقایسه بین متغیرهای دیگر بهره بگیریم،

لازم است آماره ای مستقل از واحد اندازه گیری بدست آوریم. لذا دارای بودن واحد، برای  $\sum xy$  و  $\frac{1}{n} \sum xy$  یک نقیصه محسوب می شود.

جهت مستقل کردن مقادیر محاسبه شده از واحد اندازه گیری متغیرها، همان روشی را بکار می بریم که هنگام استاندارد کردن داده ها انجام می دهیم. لذا عبارتی بصورت زیر خواهیم داشت:

$$\frac{1}{n} \sum \frac{x}{\hat{s}_x} \cdot \frac{y}{\hat{s}_y} = \frac{\sum xy}{n \hat{s}_x \hat{s}_y} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

عبارت فوق همان ضریب همبستگی پیرسون است که جهت تعیین وجود رابطه خطی بین دو متغیر از آن

استفاده می شود. معمولاً به منظور تسهیل در انجام محاسبات از روابط زیر استفاده می شود:

$$r = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sqrt{\left[ \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right] \left[ \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right]}}$$

$$r = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{(\sum X^2 - n\bar{X}^2)(\sum Y^2 - n\bar{Y}^2)}}$$

لازم است به خاطر داشته باشیم که ضریب همبستگی بین دو متغیر معیاری جهت بررسی ارتباط خطی بین دو متغیر است و مقدار  $r=0$  دلیل بر عدم ارتباط خطی است؛ نه عدم ارتباط. چراکه ممکن است یک ارتباط درجه دوم قوی بین دو متغیر وجود داشته باشد؛ اما در عین حال ضریب همبستگی بین آنها صفر خواهد بود.



### ۲-۳ : اعتبار (significance) ضریب همبستگی

می دانیم که بین متغیرهایی با ضریب همبستگی نزدیک به صفر، هیچ رابطه خطی وجود ندارد؛ و بین متغیرهایی با ضریب همبستگی نزدیک به  $\pm 1$  یک رابطه شدید مثبت یا منفی وجود دارد. در اینجا لازم است برای مقادیر حد وسط ضریب همبستگی رابطه ای بدست آوریم که از آن بتوان در مورد دقت محاسبات اظهار نظر نمود.

این کار را با در نظر گرفتن یک جمعیت دو متغیره که از آن  $n$  زوج نمونه (بعنوان جامعه نمونه) گرفته شده است، انجام می دهیم. ضریب همبستگی جمعیت مورد نظر را با  $\rho$  نشان داده و توزیع آن را نرمال در نظر می گیریم. اگر تمام جوامع نمونه ای ممکن  $n$  جفتی را از این جمعیت بدست آورده و ضرایب همبستگی آنها را محاسبه نماییم، متوجه می شویم که برای یک  $n$  مشخص و ضریب همبستگی معین (مربوط به جمعیت مادر) توزیع خاصی ایجاد خواهد گردید. یعنی جوامع نمونه ای مختلف ضرایب همبستگی متفاوتی را نتیجه می دهند که لزوماً با ضریب همبستگی جمعیت مادر برابر نمی باشد. ترسیم توزیع ضرایب همبستگی نشان می دهد که توزیع آنها شکلهای کاملاً مختلفی ایجاد خواهد نمود. مطالعه حالتی که در آن  $\rho = 0$  است مهمترین حالت در موارد عملی می باشد. لذا آزمودن اعتبار ضریب همبستگی محاسبه شده نسبت به این حالت صورت می گیرد.

بطور مثال، برای حالتی که  $n = 3$  باشد، یک توزیع  $U$  شکل خواهیم داشت. لذا اگر یک جامعه سه جفتی از یک جمعیت نرمال استخراج کنیم که در آن هیچ بستگی خطی وجود ندارد، احتمال بدست آوردن یک ضریب همبستگی بالا بیشتر از احتمال بدست آوردن یک ضریب همبستگی پائین می باشد.

با در نظر گرفتن حالت خاص  $\rho = 0$ ، می توان نشان داد در حالیکه خود  $r$  (ضریب همبستگی محاسبه

شده از جوامع نمونه) از هیچ توزیع مشخصی پیروی نمی کند، اما آماره  $\frac{r}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$  از توزیع  $t$  تبعیت می

نماید. درجه آزادی چنین توزیعی  $n-2$  می باشد. چون در خط رگرسیون مقادیر  $a$  و  $b$  ثابت هستند.

به منظور تعیین اینکه آیا برای یک جامعه به بزرگی  $n$ ، یک ضریب همبستگی معلوم نشاندهنده وجود

یک رابطه خطی قابل قبول هست یا خیر؟؛ این فرضیه را می آزمائیم که اگر از یک جمعیت با  $\rho = 0$  جامعه

نمونه ای به بزرگی  $n$  استخراج کنیم، احتمال بدست آوردن ضریب همبستگی برابر یا بزرگتر از قدر مطلق

$r$  (محاسبه شده) چقدر می باشد. در اینجا یک آزمون دو طرفه انجام می دهیم. اگر احتمال کوچکتر از ۵

درصد باشد (یا هر سطح اعتبار دیگری که مد نظر شخص آزمایش کننده باشد)، فرضیه متعلق بودن جامعه

نمونه به یک جمعیت مادر با  $\rho = 0$  را رد می کنیم. لذا می توان فرض کرد که متغیرهای مورد بررسی با

یکدیگر رابطه خطی دارند.

ضرایب همبستگی متغیرها به دو روش پیرسون و اسپیرمن محاسبه گردیده است که به ترتیب در

جداول (۱۱-۳) و (۱۲-۳) قابل مراجعه می باشد.

همانطور که می دانید ضرایب همبستگی پیرسون با فرض نرمال بودن توزیع داده ها محاسبه می شود

ولی روش اسپیرمن بصورت غیر پارامتری و مستقل از تابع توزیع است.

بر اساس جدول پیرسون در حدود ۷۱ درصد از ضرایب همبستگی محاسبه شده در سطح اعتماد ۹۵

درصد دارای اعتبار هستند که نشاندهنده وجود همبستگی بسیار خوبی بین داده ها می باشد. بیشترین

همبستگی مثبت متعلق به  $Mn$  و  $Fe$  با مقدار ۰/۹۴ و بیشترین همبستگی منفی مربوط به  $Co$  و  $Ba$  (

۰/۸۷-) می باشد. محاسبه ضرایب همبستگی به روش اسپیرمن نیز بیشترین همبستگی مثبت را به  $Mn$

و  $Fe$  نسبت داده است که مقدار آن ۰/۹۴ می باشد. بیشترین همبستگی منفی با (۰/۸۵-) متعلق به  $Co$  و

Ba می داند که بدین ترتیب اختلاف چندانی بین این دو روش در محاسبه ضرایب همبستگی دیده نمی شود. لذا می توان چنین نتیجه گرفت انحراف داده ها از حالت نرمال قابل صرف نظر کردن است.

Au با هیچ عنصری همبستگی خوبی نشان نمی دهد و فقط با دو عنصر Bi و Cu دارای همبستگی معتبر است که مقدار آنها به ترتیب، ۰/۱۶ و ۰/۲۳ می باشد. Cu با اکثر عناصر دارای همبستگی معتبر است و بیشترین همبستگی را با عناصر Ba(۰/۷۸) ، W(۰/۷۷) ، Sb(۰/۶۸) ، Fe (۰/۶۴) و Cr(۰/۶۴) نشان می دهد.

به منظور بررسی بیشتر همبستگی های موجود بین متغیرها و گروه بندی آنها اقدام به انجام آنالیز خوشه ای گردیده است که نتایج آن در بخش مربوط به آنالیز خوشه ای خواهد آمد.

جدول (۳-۱۱) - ضرایب همبستگی متاسبه شده به روش پیرسون. مقادیری که در سطح اعتبار ۰/۰۵ دارای اهمیت هستند با رنگ قرمز مشخص شده اند.

Correlations  
 Marked correlations are significant at  $p < .05000$   
 N=160 (Casewise deletion of missing data)

Variable	Ag	As	Au	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	Ti	W	Zn				
Ag	1.0000	.2616	-.0165	.4416	.2849	-.2017	-.3975	-.1339	.3472	-.2960	.1733	-.2805	.0943	-.3124	.1427	.1910	-.1499	.1733	-.2805	.0943	-.3124	.1427	.1910	-.1499	
As	.2616	1.0000	.0582	.6799	.5040	-.1406	-.5855	-.1131	.5646	-.5859	.1606	-.5700	.4764	-.3089	.4865	.6470	.0776	.2532	.0935	.1958	.1292	.0568	-.2807	-.4517	-.0493
Au	-.0165	.0582	1.0000	.0236	-.0161	.1580	-.0648	-.1480	.2340	-.1476	-.0101	-.1258	-.1433	.0265	-.0954	.0809	.1470	.0935	.1958	.1292	.0568	-.2807	-.4517	-.0493	-.2964
Ba	.4416	.6799	.0236	1.0000	.5467	-.2688	-.8684	-.1295	.7863	-.7689	.2246	-.7496	.5862	-.4718	.3052	.7396	.0612	.1958	.1292	.0568	-.2807	-.4517	-.0493	-.2964	-.0963
Be	.2849	.5040	-.0161	.5467	1.0000	-.1165	-.5080	-.1634	.5244	-.3763	.1939	-.3789	.5709	-.2650	.4147	.5862	.2228	.3853	.1595	.0568	-.2807	-.4517	-.0493	-.2964	-.0963
Bi	-.2017	-.1406	.1580	-.2688	-.1165	1.0000	.3067	-.0472	.1895	-.0875	.1112	-.2032	.1254	.0515	-.0880	.2914	.0497	.1139	.3399	.0963	.2228	.0568	-.2807	-.4517	-.0493
Co	-.3975	-.5855	-.0648	-.8684	-.5080	.3067	1.0000	.3046	.8614	-.1721	.2098	-.4524	.6254	.6381	.2914	.6819	.0963	.2228	.0568	-.2807	-.4517	-.0493	-.2964	-.0963	-.2964
Cr	-.1339	-.1131	-.1480	-.1295	-.1634	-.0472	.3046	1.0000	.3985	-.0771	.2098	-.4524	.6254	.6381	.2914	.6819	.0963	.2228	.0568	-.2807	-.4517	-.0493	-.2964	-.0963	-.2964
Cu	.3472	.5646	.2340	.7863	.5244	-.2237	-.6359	-.1083	1.0000	-.1935	.0000	-.3224	.4147	-.1941	.5015	.5015	.2228	.3853	.1595	.0568	-.2807	-.4517	-.0493	-.2964	-.0963
Fe	-.2960	-.5859	-.1476	-.7689	-.3763	.1895	.8614	.3985	-.6401	1.0000	-.1935	.9429	-.3224	.4147	-.1941	.5015	.2228	.3853	.1595	.0568	-.2807	-.4517	-.0493	-.2964	-.0963
Hg	.1733	.1606	-.0101	.2246	.1939	-.0875	-.1721	.2237	.1935	-.1935	1.0000	.0834	-.3413	.3275	.1433	.1433	.1598	.7503	.2602	.0975	.2445	.0928	-.2811	.3468	-.1064
Mn	-.2805	-.5700	-.1258	-.7496	-.3789	.1112	.8236	.2098	.9429	-.1995	.0000	1.0000	-.3413	.3275	.1433	.1433	.1598	.7503	.2602	.0975	.2445	.0928	-.2811	.3468	-.1064
Mo	.0943	.4764	-.1433	.5862	.5709	-.2032	-.4524	.1254	.5015	.0834	-.3413	.3275	1.0000	-.2384	.3719	.7282	.5045	.0975	.2445	.0928	.2445	.0928	-.2811	.3468	-.1064
Ni	-.3124	-.3089	.0265	-.4718	-.3853	.1595	.6254	.6381	.2914	.6819	.0963	.2228	.3853	1.0000	-.0871	.0000	.5045	.0975	.2445	.0928	.2445	.0928	-.2811	.3468	-.1064
Pb	.1427	.4865	-.0954	.3052	.4777	-.0880	-.2062	.0309	.2914	.6819	.0963	.2228	.3853	.6381	1.0000	.0000	.5045	.0975	.2445	.0928	.2445	.0928	-.2811	.3468	-.1064
Sb	.1910	.6470	.0809	.7396	.5631	-.1580	-.5921	.0082	.6819	.0963	.2228	.3853	.6381	.0000	.5045	1.0000	.5045	.0975	.2445	.0928	.2445	.0928	-.2811	.3468	-.1064
Sn	-.1499	.0776	-.1470	.0612	.3149	.0497	.1139	.3399	.0963	.2228	.0110	.1598	.7503	.2602	.0975	.0000	1.0000	.5045	.0975	.2445	.0928	.2445	.0928	-.2811	.3468
Sr	0.17	.2532	.0935	.1958	.1292	.0568	-.2807	.4517	-.0493	-.2964	.0363	-.2638	-.2602	-.3812	.0928	.0928	.5045	1.0000	.5045	.0928	.2445	.0928	-.2811	.3468	-.1064
Ti	-.3178	-.5192	-.1457	.6015	-.3232	.1569	.7475	.4924	-.5049	.9110	-.1831	.8511	-.0416	.3984	-.2811	-.3469	.4732	.4486	1.0000	.5045	.0928	.2445	.0928	-.2811	.3468
W	.1938	.6058	.0767	.7881	.5178	-.2129	-.6064	-.0118	.7675	-.6406	.1605	-.6200	.7750	.1810	.3468	.8912	.4038	.1287	.3857	1.0000	.5045	.0928	.2445	.0928	-.2811
Zn	-.2838	-.4679	-.1489	-.6508	-.2920	.1215	.7914	.3198	-.4919	.9106	-.1407	.8926	-.0797	.3153	-.1064	-.3814	.4383	.3829	.8988	.4511	1.0000	.5045	.0928	.2445	.0928

جدول (۱۲-۳) - ضرایب همبستگی محاسبه شده به روش اسپیرمن. مقداری که در سطح اعتبار ۰/۰۵ دارای اهمیت هستند با رنگ قرمز مشخص شده ان

Spearman Rank Order Correlations

MD pairwise deleted  
Marked correlations are significant at  $p < .05000$

Variable	Ag	As	Au	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	Ti	W	Zn
Ag	1.00	0.24	-0.05	0.37	0.34	-0.19	-0.37	-0.20	0.27	-0.27	0.20	-0.27	0.19	-0.35	0.10	0.12	-0.17	0.14	-0.33	0.12	-0.27
As	0.24	1.00	-0.00	0.72	0.53	-0.27	-0.63	-0.11	0.59	-0.64	0.18	-0.64	0.63	-0.42	0.43	0.69	0.05	0.21	-0.58	0.67	-0.54
Au	-0.05	-0.00	1.00	-0.07	-0.03	0.13	-0.05	-0.19	0.14	-0.13	0.01	-0.11	-0.13	-0.08	0.06	1.00	-0.17	0.00	-0.14	0.06	-0.18
Ba	0.37	0.72	-0.07	1.00	0.59	-0.40	-0.85	-0.17	0.71	-0.78	0.23	-0.79	0.68	-0.62	0.76	-0.62	0.68	1.00	-0.65	0.76	-0.70
Be	0.34	0.53	-0.03	0.59	1.00	-0.16	-0.57	-0.11	0.53	-0.41	0.24	-0.43	0.49	-0.45	0.54	0.52	0.11	0.06	-0.44	0.43	-0.38
Bi	-0.19	-0.27	0.13	-0.40	-0.16	1.00	0.40	0.05	-0.37	0.35	-0.10	0.30	-0.32	0.29	-0.10	-0.29	0.06	0.08	0.29	-0.35	0.27
Co	-0.37	-0.63	-0.05	-0.85	-0.57	0.40	1.00	0.35	-0.59	0.87	-0.17	0.86	-0.54	0.76	-0.19	-0.60	0.14	0.04	-0.62	0.81	0.81
Cr	-0.20	-0.11	-0.19	-0.17	-0.11	0.05	0.35	1.00	0.03	0.44	-0.04	0.26	0.17	0.70	0.09	0.04	0.44	-0.46	0.54	0.04	0.41
Cu	0.27	0.59	0.14	0.71	0.53	-0.37	-0.59	0.03	1.00	-0.63	0.28	-0.68	0.66	-0.32	0.35	0.72	0.15	-0.09	-0.52	0.81	-0.50
Fe	-0.27	-0.64	-0.13	-0.78	-0.41	0.35	0.87	0.44	-0.63	1.00	-0.18	0.94	-0.41	0.64	-0.17	-0.59	0.24	-0.26	0.93	-0.70	0.92
Hg	0.20	0.18	0.01	0.23	0.24	-0.10	-0.17	-0.04	0.28	-0.18	1.00	-0.20	0.20	-0.10	0.21	0.17	0.06	0.09	-0.18	0.22	-0.13
Mn	-0.27	-0.64	-0.11	-0.79	-0.43	0.30	0.86	0.26	-0.68	0.94	-0.20	1.00	-0.48	0.55	-0.19	-0.66	0.14	-0.19	0.84	-0.74	0.88
Mo	0.19	0.63	-0.13	0.68	0.49	-0.32	-0.54	0.17	0.66	-0.41	0.20	-0.48	1.00	-0.33	0.46	0.82	0.55	-0.14	0.84	0.74	-0.23
Ni	-0.35	-0.42	-0.08	-0.62	-0.45	0.29	0.76	0.70	-0.32	0.64	-0.10	0.55	-0.33	1.00	-0.14	-0.34	0.25	-0.42	0.65	-0.30	0.59
Pb	0.10	0.43	-0.15	0.32	0.54	-0.10	-0.19	0.09	0.35	-0.17	0.21	-0.19	0.46	-0.14	1.00	0.50	0.24	0.08	-0.25	0.32	-0.11
Sb	0.12	0.69	0.03	0.72	0.52	-0.29	-0.60	0.04	0.72	-0.59	0.17	-0.66	0.82	-0.34	0.50	1.00	0.39	-0.06	-0.42	0.86	-0.46
Sn	-0.17	0.05	-0.17	0.00	0.11	0.06	0.14	0.44	0.15	0.24	0.06	0.14	0.55	0.25	0.24	0.39	1.00	-0.52	0.45	0.26	0.41
Sr	0.14	0.21	0.11	0.28	0.21	0.08	-0.26	-0.46	-0.09	-0.26	0.09	-0.19	-0.14	-0.42	0.08	-0.06	-0.52	1.00	-0.41	-0.08	-0.34
Ti	-0.33	-0.58	-0.14	-0.65	-0.44	0.29	0.78	0.54	-0.52	0.93	-0.18	0.84	-0.24	0.65	-0.25	-0.42	0.45	-0.41	1.00	-0.50	0.90
W	0.12	0.67	0.06	0.76	0.43	-0.35	-0.62	0.04	0.81	-0.70	0.22	-0.74	0.74	-0.30	0.32	0.86	0.26	-0.08	-0.50	1.00	-0.57
Zn	-0.27	-0.54	-0.18	-0.70	-0.38	0.27	0.81	0.41	-0.50	0.92	-0.13	0.88	-0.23	0.59	-0.11	-0.46	0.41	-0.34	0.90	-0.57	1.00

۳-۲-۷: روش های چند متغیره

۳-۲-۷-۱: آنالیز خوشه ای

آنالیز خوشه ای نام گروهی از روشهای چند متغیره است که هدف اصلی آن دسته بندی افراد بگونه ای است که شبیه ترین افراد درون یک گروه قرار گیرند؛ یا به بیان دیگر، تعیین گروههایی همگن با حداقل پراش «درون گروهی» و حداکثر پراش «بین گروهی» می باشد. این روش برای حل مسائلی ابداع شده که در آن با در دست داشتن جامعه ای از  $n$  فرد و اندازه گیری  $p$  متغیر بر روی هر فرد، می توان افراد را در داخل یک گروه قرار داد. این روش باید کاملاً عددی باشد و تعداد گروههای آن مشخص نباشد واضح است که این عمل مشکل تر از مسئله آنالیز تابع تشخیص است، زیرا در تجزیه تابع تشخیص، گروهها از ابتدا مشخص هستند. آنالیز خوشه ای را می توان جهت گروه بندی افراد یا متغیرها به کار گرفت. به منظور گروه بندی افراد لازم است متغیرهایی را در اختیار این روش قرار داد. انتخاب این متغیرها از مسائل اساسی است؛ چون اگر متغیرها درست انتخاب شوند می توان به ساختمان صحیح بین داده ها دست یافت و در غیر این صورت نتایج ضعیفی خواهیم گرفت.

پس از انجام آنالیز خوشه ای ممکن است تعداد اندکی از مشاهدات (نمونه ها) نسبت به هیچکدام از گروهها وابستگی نشان ندهند (داخل هیچکدام از گروهها قرار نگیرند). به مجموعه این مشاهدات «گروه آنتروپی» می گویند. این مشاهدات را می توان «موارد خارج از ردیف» نیز نامید. نمونه هایی که دارای چنین شرایطی هستند، می توانند نتایج حاصل از گروه بندی را تضعیف کنند.

قبل از انجام آنالیز خوشه ای بایستی در مورد مسائل زیر تصمیم گرفت:

۱) تعداد گروهها

۲) اثر مشاهدات خارج از ردیف

۳) روش اندازه گیری مشابهت بین نمونه ها

۴) روش ادغام گروهها

در صورتیکه قبل از انجام آنالیز اطلاعاتی در مورد تعداد گروهها نداشته باشیم بایستی از روش گروه بندی رتبه ای که نام دیگر آن نمودار درختی است، استفاده شود.

مشاهدات خارج از ردیف در اینگونه نمودارها خود را بصورت مشاهداتی نشان می دهند که تا مراحل بالای گروه بندی داخل هیچ یک از گروهها قرار نمی گیرند و بایستی قبلا آنها را شناسایی نمود و کنار گذاشت؛ چراکه ساختمان گروه بندی را تحت تاثیر شدید قرار می دهند.

روشهای مختلفی برای اندازه گیری مشابهت (فاصله) بین مشاهدات وجود دارد. رایج ترین روش اندازه گیری مشابهت، فاصله اقلیدسی یا مربع آن، می باشد.

فاصله اقلیدسی و مربع آن بین دو نمونه ۱ و ۲ با دو متغیر  $X$  و  $Y$ ، از روابط زیر محاسبه می شود:

$$\text{فاصله اقلیدسی ساده} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

$$\text{مربع فاصله اقلیدسی} = (X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2$$

در انتخاب روش ادغام گروهها روشهای مختلفی وجود دارد که می توان به روش ادغام «نزدیکترین همسایه ها»، «دورترین همسایه ها»، «ادغام بر حسب متوسط گروهها»، «فاصله بین مرکز گروهها»، روش «وارد» و ... اشاره نمود.

در روش «وارد» فاصله بین دو گروه، «مجموع مربعات اختلاف از میانگین بین گروهی» می باشد. این مجموع مربعات با استفاده از تمامی متغیرها محاسبه می شود. گروهها طوری در هم ادغام می شوند که

مجموع مربعات درونی، حداقل باشد. به عبارت بهتر، روش «وارد»، جهت تعیین شبیه ترین گروهها از آنالیز واریانس استفاده می نماید و در آنالیز خوشه ای موارد مشاهده شده، موثرترین روش به نظر می رسد.

در این بخش از آنالیز خوشه ای جهت گروه بندی متغیرها استفاده شده است. جهت انجام این آنالیز از ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن بهره گرفته ایم که در ابتدا ضرایب همبستگی پیرسون از نظر همبستگی های مثبت، منفی و کلی (مثبت و منفی) مورد بررسی قرار گرفته و پس از آن از ضرایب اسپیرمن به همان ترتیب استفاده شده است.

بر اساس دندروگرام (۳-۱۰) از لحاظ همبستگی های مثبت پیرسون می توان متغیرها را به سه گروه:

Co, Zn, Ti, Fe, Mn

Pb, Be, As, Sn, Mo, Cu, Ba, Sb, W

Ni, Cr

تقسیم نمود که هر چه بسمت انتهای رشته برویم از همبستگی متغیرها با سایر متغیرهای همان مجموعه کاسته می شود. بطور مثال، کمترین همبستگی مثبت در گروه دوم متعلق به Pb می باشد. لازم به ذکر است که عناصر Be و Pb دارای حالت مرزی هستند و می توان آنها را جزو گروه دوم در نظر نگرفت. سایر عناصر (Bi, Sr, Au, Hg, Ag) با مابقی عناصر همبستگی مثبت خوبی ندارند که در مورد Bi و Hg به علت سنسورد بودن بخش عمده داده های این دو متغیر بروز چنین وضعیتی قابل پیش بینی بود.

دندروگرام شکل (۳-۱۱) متغیرها را از لحاظ وجود همبستگی های منفی پیرسون با یکدیگر بصورت زیر

گروه بندی می نماید:

Cr, Sn, Sr

( Mo, Ni, Be ), As, Sb, Ti, Cu, W, Zn, Mn, Fe, Co, Ba

گروه دوم ترکیبی از متغیرهای گروه اول و دوم در همبستگی های مثبت می باشد که این امر نشان می

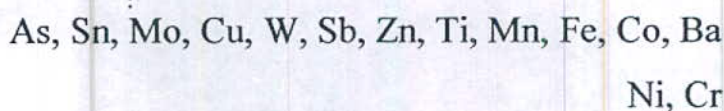
دهد گروههای اول و دوم همبستگی های مثبت با اینکه دارای ضرایب همبستگی مثبت در درون خود



می باشند، بین یکدیگر همبستگی منفی دارند. البته بطور کلی ضرایب همبستگی منفی بسیار ضعیف تر از همبستگی های مثبت هستند. عناصر Au, Hg, Bi, Ag, Pb همبستگی منفی خوبی با هیچیک از متغیرهای دیگر ندارند.

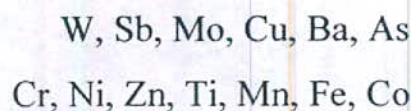
دندروگرام (۳-۱۲) متغیرهای موجود را بر اساس قویترین همبستگی ها ( مثبت و منفی ) گروه بندی نموده است. طبق این نمودار عناصر Hg, Au, Bi, Ag, Sr, Pb, Be همبستگی مثبت یا منفی قابل توجهی با عناصر دیگر ندارند و لازم است از بررسیهای چند متغیره که نیازمند وجود همبستگی بین متغیرها هستند کنار گذاشته شوند. البته عناصر Pb و Be حالت مرزی دارند و بسته به شرایط ممکن است جزء متغیرهای همبسته در نظر گرفته شوند.

بر اساس دندروگرام فوق بیشترین همبستگی ها مربوط به (۱ Co, Ba (۲ Zn, Ti, Mn, Fe (۳ W, Sb می باشد که هسته تشکیل دهنده گروه اول از متغیرهای همبسته هستند. گروه های همبسته بشرح ذیل می باشند



Cr و Ni با یکدیگر دارای همبستگی ضعیفی هستند اما بطور مشخصی از مابقی متغیرها جدایش دارند.

بر اساس ضرایب همبستگی اسپیرمن می توان دو گروه عمده از متغیرها با همبستگی مثبت را مشاهده نمود (شکل (۳-۱۳)).



عناصر Pb, Sn, Be حالت مرزی دارند و می توانند جزء گروه اول منظور گردند اما سایر متغیرها همبستگی مناسبی نشان می دهند.

شکل (۳-۱۴) دسته بندی متغیرها را از لحاظ همبستگی منفی اسپیرمن نشان می دهند. طبق این شکل که بیانگر همبستگی بسیار ضعیف منفی بین متغیرها است می توان دو گروه زیر را شناسائی نمود:

Ni, As, Sb, Cu, Zn, W, Fe, Mn, Co, Ba

.Cr, Sn, Sr

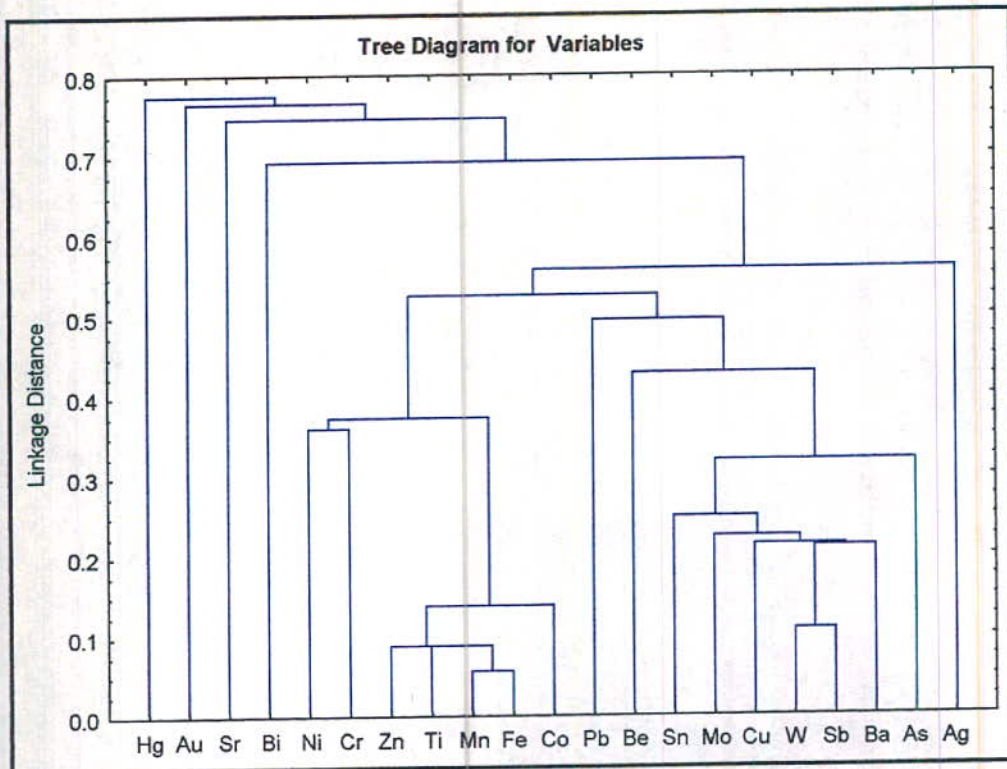
عناصر Mo و Be حالت مرزی دارند و بسته به نیاز می توانند جزء گروه اول قرار گیرند. در ضمن، گروه دوم دارای همبستگی منفی بسیار ضعیفی هستند؛ اما از گروه اول کاملاً متمایز می باشند. گروه اول ترکیبی از دو گروه اول و دوم از همبستگی های مثبت اسپیرمن می باشند که نشاندهنده وجود همبستگی منفی بین این دو گروه است.

بطور کلی می توان بر اساس دندروگرام شکل (۳-۱۵) متغیرها را از نظر همبستگی ( مثبت و منفی )

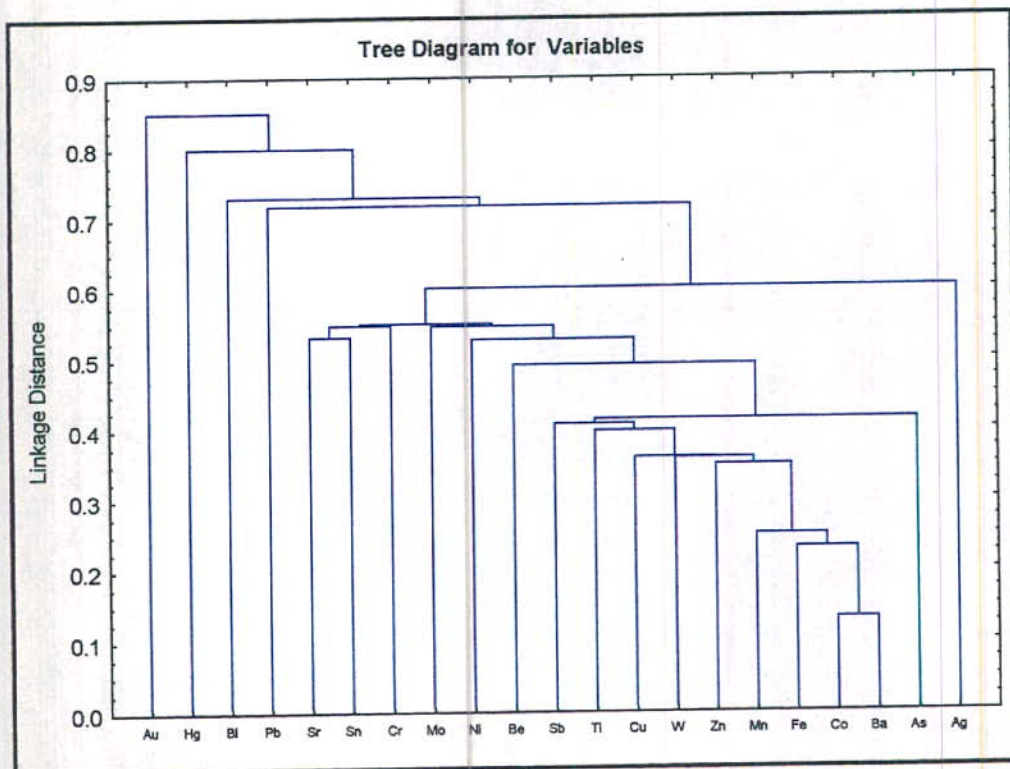
بصورت گروه های زیر نمود:

Zn, Ti, Mn, Fe, Co, Ba

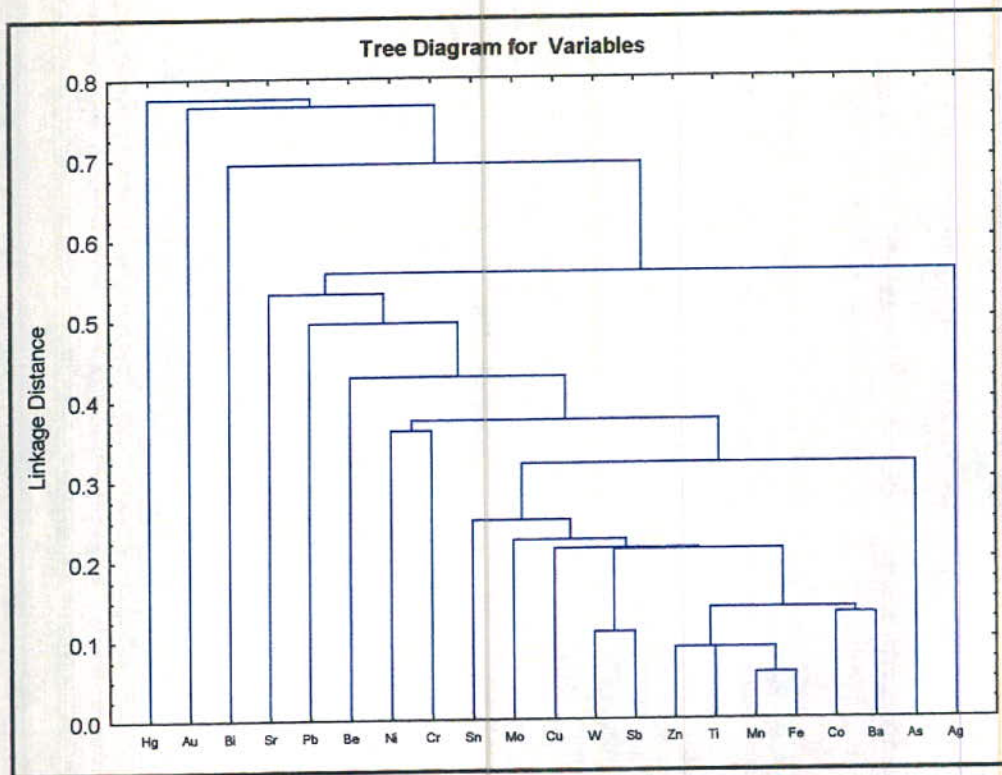
Cu, Mo, Sb, W



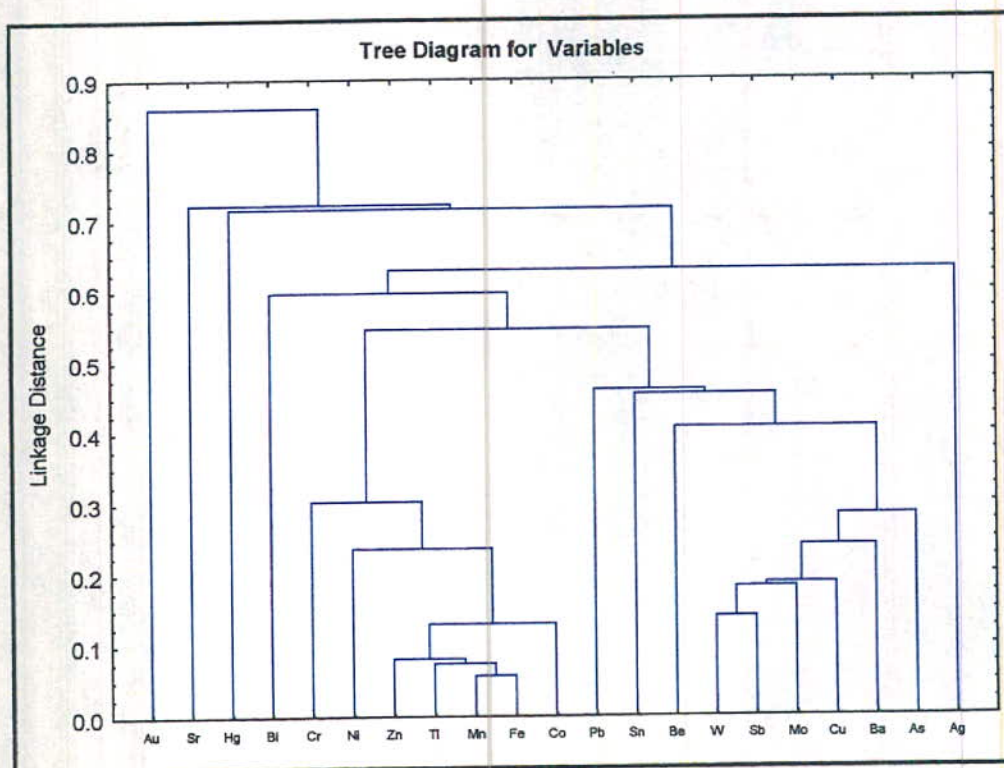
نمودار (۳-۱۰): دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های مثبت پیرسون.



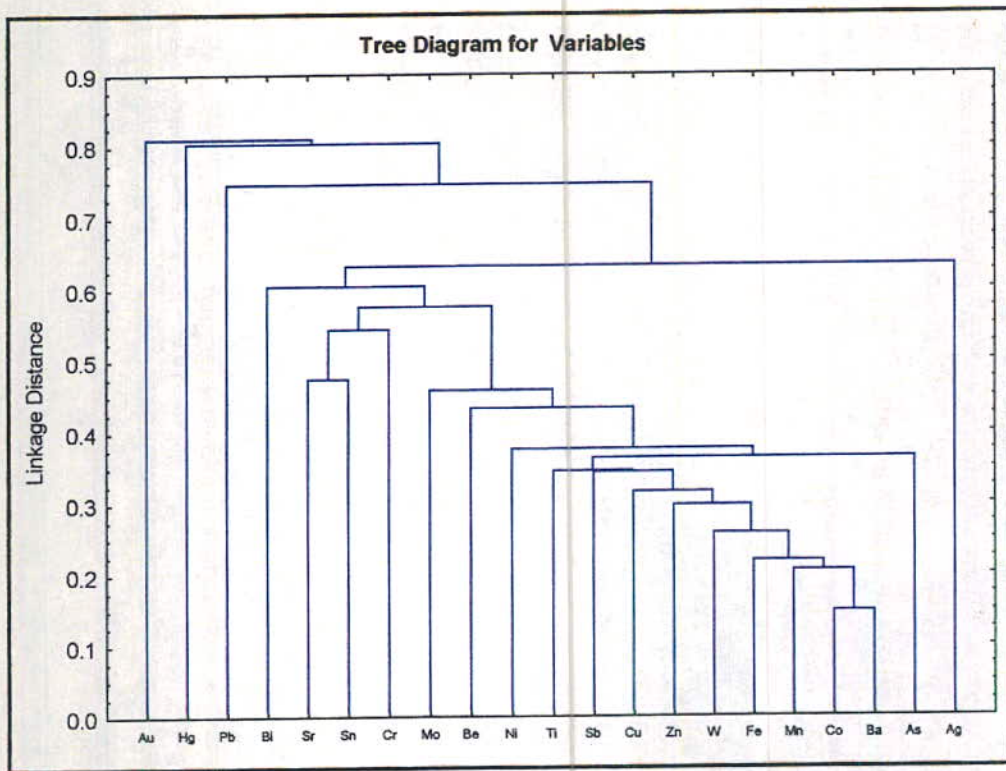
نمودار (۳-۱۱): دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های منفی پیرسون.



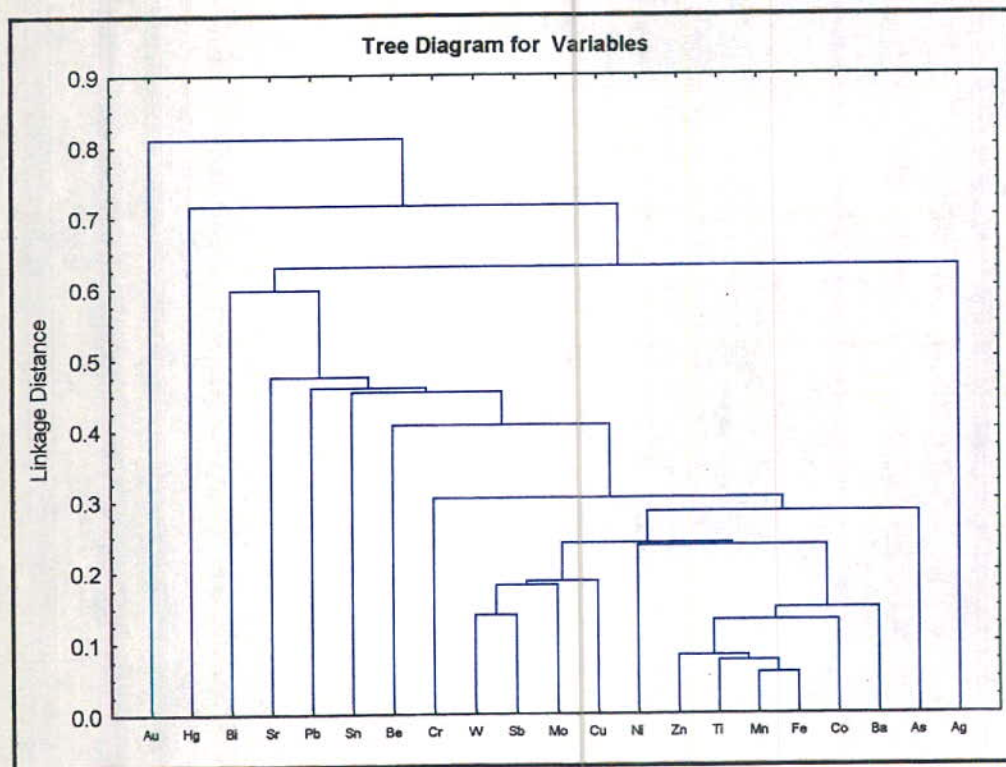
نمودار (۳-۱۲): دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های مثبت و منفی پیرسون.



نمودار (۳-۱۳): دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های مثبت اسپیرمن.



نمودار (۳-۱۴): دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های منفی اسپیرمن.



نمودار (۳-۱۵): دندروگرام آنالیز خوشه ای متغیرها بر اساس همبستگی های مثبت و منفی اسپیرمن.

Ni حالت کرانه ای داشته و می توان آن را جزء گروه اول دانست.

با توجه به نتایج آنالیز خوشه ای ضرایب پیرسون و اسپیرمن می توان در مورد ضرایب همبستگی مثبت چنین نتیجه گرفت که حاصل هردو روش تقریباً یکسان است فقط آنکه استفاده از ضرایب اسپیرمن باعث تلفیق گروه های اول و سوم ضرایب پیرسون گردیده است.

در مورد ضرایب همبستگی منفی تا حدود زیادی نتایج یکسان است. تنها تفاوت عمده بین ضرایب اسپیرمن و پیرسون در آنالیز خوشه ای کلی ( همبستگی های مثبت و منفی ) است. بطوریکه ضرایب اسپیرمن باعث از بین رفتن گروه Ni و Cr شده و در عوض گروه اول را به دو گروه مستقل تقسیم نموده است.

بدین ترتیب، با حذف متغیرهای کرانه ای می توان دو گروه عمده را مورد جدایش قرار داد:

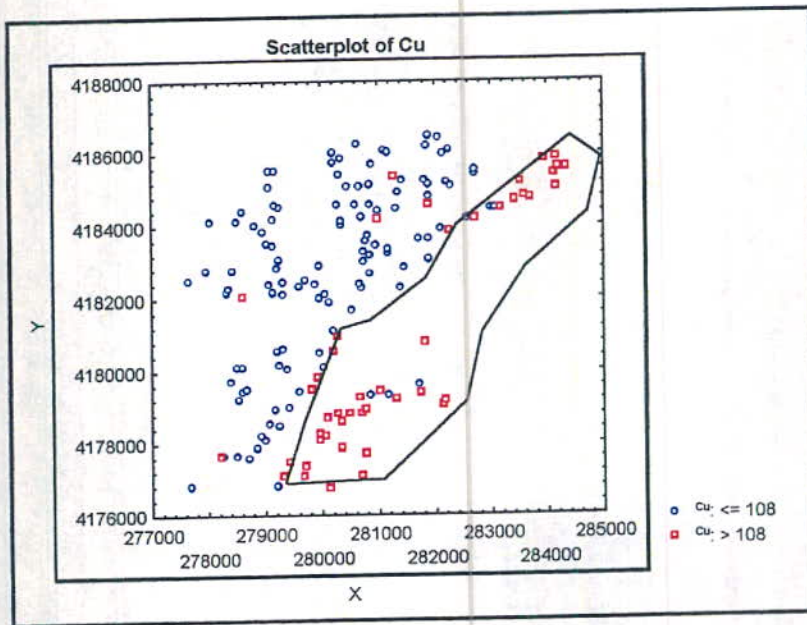
Zn, Ti, Mn, Fe, Co, Ba

Cu, Mo, W, Sb

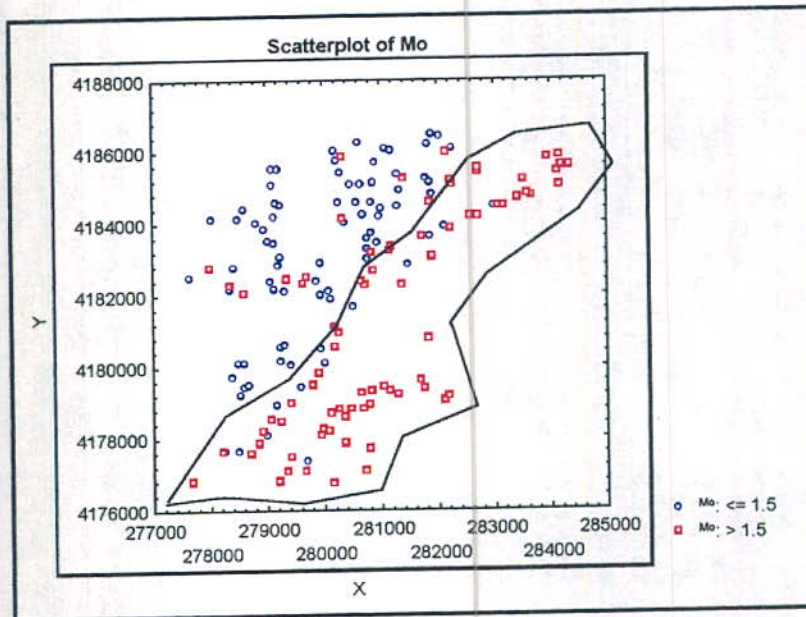
### ۳-۲-۷-۲: بررسی توزیع داده ها به روش نمودار پراکندگی

هیستوگرام و نمودار چندک- چندک برخی از عناصر دلالت بر وجود جوامع دو مدی دارد. جهت بررسی وجود یا عدم وجود چنین جوامعی می توان از نمودارهای پراکندگی استفاده کرد (شکلهای ۳-۱۶ الی ۳-۱۸). بدین ترتیب که پس از تعیین محل انفصال احتمالی دو یا چند جامعه (بر اساس نمودارهای چندک- چندک و هیستوگرام) با ترسیم نمودار پراکندگی آن عناصر وجود یا عدم وجود یک الگوی خاص در داده ها قابل تحقیق می باشد. پس از رسم نمودارهای فوق در منطقه اکتشافی خلخال مشخص می شود که توزیع خاصی در سطح منطقه موجود می باشد. بطور مثال در مورد سه عنصر Cu ، Co و Mo نمودارهای پراکندگی زیر قابل ارائه می باشد.

بدین ترتیب، با توجه به موارد مشابه با موارد فوق می توان با انجام آنالیز خوشه ای محدوده مورد بررسی را به دو ناحیه تقسیم نمود. لذا می توان بخش شرقی و غربی منطقه را از لحاظ سیمای ژئوشیمیائی متفاوت دانست.

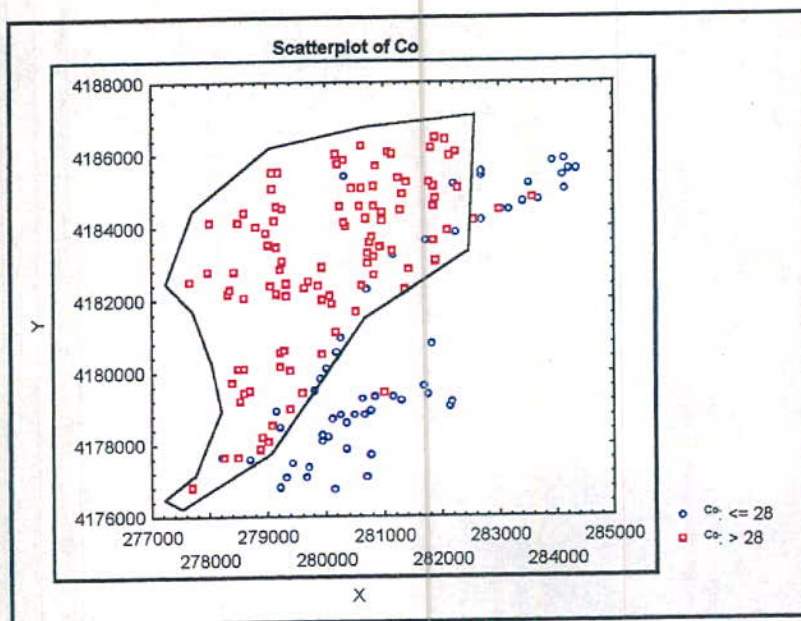


نمودار (۳-۱۶): نمودار پراکندگی عنصر Cu.



نمودار (۳-۱۷): نمودار پراکندگی عنصر Mo.





نمودار (۳-۱۸): نمودار پراکنندگی عنصر Co.

### ۳-۲-۷-۳- تجزیه عاملی (Factor Analysis)

تجزیه عاملی، نامی عمومی است که به گروهی از متدهای آماری چند متغیره اطلاق می شود و هدف اولیه آن تفسیر ساختار ماتریس واریانس - کوواریانس مجموعه ای از داده های چند متغیره است. تجزیه عاملی بین مجموعه ای متشکل از متغیرهای گوناگون که به ظاهر بی ارتباط هستند، رابطه خاصی را تحت یک مدل فرضی برقرار می کند. فرق میان این تکنیک و رگرسیون چند گانه در این است که

۱- متغیرها بطور مستقیم در ساختار مدل ارتباطی ظاهر نمی شوند.

۲- شمار و تعداد عاملها ( ترکیبی خطی از متغیرهای اصلی که ویژگی خاصی از

ارتباط بین متغیرها را بیان می نماید) به مراتب کمتر از شمار و تعداد متغیرهای اصلی هستند.

بنابراین از اهداف اصلی تکنیک تجزیه عاملی، کاهش ابعاد داده ها است. فرض

اساسی در بکارگیری این تکنیک، وجود الگویی زیر بنائی یا مدلی خطی در تعیین مفاهیم پیچیده ارتباطی بین متغیرها است. این ارتباط در قالب یک عامل در این مدل فرضی ظاهر می شود.

بطور کلی هدف از تجزیه عاملی عبارت است از

۱- تعیین متغیرهای کنترل کننده اصلی در بین یک سری داده ژئوشیمیائی است.

یا به عبارت دیگر یافتن کمترین تعداد متغیرهایی که بیشتر مشاهدات را در بین سری داده ها نشان بدهند.

۲- تعیین سهم نسبی هر یک از متغیرها در بوجود آمدن تغییرات توزیع عناصر

بطور کلی در داده پردازیهای ژئوشیمیائی و تجزیه عاملی دو روش کلی

محاسباتی وجود دارد.

- تجزیه و تحلیل نوع R-Mode: هدف از این تجزیه و تحلیل، مقایسه روابط و تعیین بستگی بین پارامترهای متغیرها (غلظت عناصر) در نمونه های مورد نظر است از این رو روش مذکور نمی تواند در تشخیص عناصر اصلی موجود در یک مجموعه ژئوشیمیائی بکار برده شود.

- تجزیه و تحلیل نوع Q: هدف از این تجزیه و تحلیل تعیین و ارزیابی همبستگی های موجود میان نمونه های گوناگون بر حسب تغییر متغیرهایی چون ترکیب شیمیائی سنگها است.

در این مرحله از داده پردازی پس از نرمال سازی داده ها، فایل داده ها به نرم افزارهای SPSS و Statistica منتقل شده است. روش تجزیه عاملی بر روی داده های نرمال اجرا و نتایج آن در ذیل آورده شده است.

#### مراحل مختلف تجزیه عاملی

الف- برای مشخص نمودن صحت و تأیید تجزیه عاملی، ضریب KMO همراه با آزمون مربع کای (خی) محاسبه گردیده است. مقادیر بزرگ KMO دلالت بر تأیید تجزیه عاملی و مقادیر کوچک آن دلالت بر عدم تأیید تجزیه عاملی دارد. مقادیر حدود ۰/۹ این کمیت تجزیه عاملی را بسیار مناسب، مقادیر حدود ۰/۸ تجزیه عاملی را مناسب، مقادیر حدود ۰/۷ تجزیه عاملی را در حد مناسب، مقادیر حدود ۰/۶ تجزیه عاملی را حد متوسط و مقادیر حدود ۰/۵ تجزیه عاملی را نامناسب جلوه می دهد، تمامی این مقادیر در صورتیکه آزمون مربع کای (خی) در سطح اعتماد ۹۵ درصد معتبر باشد، صحیح تلقی می گردند. با توجه به جدول شماره (۲-۱۳) مقادیر محاسبه شده، مقدار KMO برابر ۰/۸۲۴ می باشند. با توجه به اعتبار آزمون مربع کای (خی) که سطح اعتماد آن کاملاً معتبر و درجه آزادی آن برابر ۱۷۱ است. تجزیه عاملی را دارای رده در حد مناسب قرار می دهد.

ب- درصد مشارکت (Communalities) برای هر عنصر بطور جداگانه محاسبه شده است. با توجه به جدول شماره بیشترین درصد مشارکت با ضریب ۰/۹ به بالا در ارتباط با عناصر Mn, Ti, Fe, Co, Mo, W, Zn است، سپس درصد مشارکت با ضریب ۰/۸ به بالا در ارتباط با عناصر Au, Ba, Ni, Pb, Sb, Sn است. در مراحل بعدی مقادیر ۰/۷ به بالا در ارتباط با عناصر Cr, As, Sr, Cu است. سپس مقادیر بالای ۰/۶ در ارتباط با عنصر Be است.

باید به این نکته توجه داشت که هرچه درصد مشارکت یک عنصر بالا باشد. دلالت بر مشارکت بالای این عنصر در تحلیل واریانس عمومی داده ها است و هر چه این مقدار کم شود، متغیر مورد نظر کمتر در تجزیه عاملی و واریانس عمومی دخالت داشته و تأثیر کمتری بر روی این تجزیه و تحلیل داشته است. بعضی از داده پردازان متغیرهایی که دارای درصد مشارکت پائینی هستند را از داده پردازی خارج می سازند.

ج- مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس هر مؤلفه بطور جداگانه محاسبه شده است. با توجه به جدول شماره (۳-۱۳) و نمودار صخره ای شکل شماره (۳-۱۹) که پنج مؤلفه را می توان انتخاب نمود. علت انتخاب این پنج مؤلفه به دو پارامتر بستگی دارد.

- پارامتر اول: با بررسی های انجام شده در زمینه اکتشافات ژئوشیمیائی این نتیجه حاصل شده است که درصد تجمعی واریانس بالای ۵۰ درصد از یک جامعه ژئوشیمیائی می تواند معرف تقریبی یک جامعه باشد. حال با در نظر گرفتن پنج مؤلفه به تقریب ۸۱/۴۱ درصد واریانس تجمعی جامعه پوشش داده می شود که برای تجزیه و تحلیل مؤلفه ها مناسب به نظر می رسد.

- پارامتر دوم: در بررسی های آماری ژئوشیمیائی از نمودار صخره ای (Screeplot) استفاده می شود که مقادیر ویژه بر حسب اهمیت آنها از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ردیف شده اند با توجه به نمودار شکل شماره (۳-۱۹) مقادیر ویژه

Tables-13 : Total Variance Explained and Communalities of Component in KHALKHAL Area

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings			Elements	Communalities
	Total	% of Var	Cum %	Total	% of Var	Cum %	Total	% of Var	Cum %		
1	8.38	44.13	44.13	8.38	44.13	44.13	6.34	33.36	33.36	Au	0.86
2	3.50	18.43	62.57	3.50	18.43	62.57	3.95	20.80	54.16	Cr	0.79
3	1.49	7.82	70.38	1.49	7.82	70.38	2.27	11.95	66.12	Mn	0.90
4	1.08	5.67	76.06	1.08	5.67	76.06	1.78	9.35	75.46	Sr	0.70
5	1.02	5.36	81.41	1.02	5.36	81.41	1.13	5.95	81.41	Ba	0.88
6	0.91	4.80	86.21							Be	0.67
7	0.56	2.95	89.17							Tl	0.92
8	0.46	2.42	91.58							Fe	0.94
9	0.38	1.99	93.58							Ag	0.34
10	0.35	1.84	95.42							As	0.70
11	0.30	1.59	97.01							Co	0.90
12	0.20	1.05	98.06							Cu	0.73
13	0.11	0.60	98.66							Mo	0.90
14	0.07	0.36	99.02							Ni	0.88
15	0.06	0.30	99.32							Pb	0.84
16	0.05	0.27	99.59							Sb	0.85
17	0.04	0.20	99.80							Zn	0.92
18	0.03	0.14	99.93							Sn	0.87
19	0.01	0.07	100.00							W	0.90

<b>KMO</b>	<b>0.824</b>
<b>Bartlett's Test</b>	<b>3696.1</b>
<b>df</b>	<b>171</b>
<b>Sig.</b>	<b>0</b>

بالای دومین شکست معتبر (مقادیر ویژه بالای یک) برای انتخاب مؤلفه ها مورد استفاده قرار می گیرد. حال با توجه به جدول شماره (۳-۱۳) مقادیر ویژه خام مؤلفه اول ۸/۳۸ مؤلفه دوم ۳/۵ ، مؤلفه سوم ۱/۴۹ ، مؤلفه چهارم ۱/۰۸ ، مؤلفه پنجم ۱/۰۲ است. از طرفی با توجه به جدول شماره ۳-۱۳) مقادیر ویژه چرخش یافته مؤلفه اول ۶/۳۴ ، مؤلفه دوم ۳/۹۵ ، مؤلفه سوم ۲/۲۷ ، مؤلفه چهارم ۱/۷۸ ، مؤلفه پنجم ۱/۱۳ است. بعد از این پنج مؤلفه مقادیر ویژه به زیر یک نزول پیدا نموده است. از این رو پنج مؤلفه برای تجزیه عاملی انتخاب شده است.

د- پس از اینکه مؤلفه ها انتخاب شدند باید در نظر داشت که مؤلفه های خام (غیر چرخشی) نمی توانند تمامی تغییر پذیری واقعی جامعه را نشان دهد. چون در بسیاری از موارد تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه، یا حتی به تعدادی از عامل ها بستگی دارند و این تفسیر عوامل را با مشکل روبرو خواهد کرد. از این رو روشهایی بوجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک، باعث تفسیر ساده عوامل می شوند. یکی از این روشها دوران عامل ها است. بنابراین مؤلفه های خام بایستی تحت تابع مشخص چرخش داده شوند تا بهترین واریانس جامعه عمومی بدست آید. در بررسی های ژئوشیمیایی بیشتر از تابع و ریمکس که دورانی متعامد بر روی ضرایب عامل ها است، صورت می گیرد. با این دوران تغییرات مربعات عناصر ستونی، برآورد ضرایب عامل ها را به حداکثر می رساند، این روش مقادیر نسبتا بزرگ (از نظر قدرمطلق) یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عامل ها اختصاص می دهد، در نتیجه عواملی ایجاد می شود که یا شدیداً به متغیرها وابسته اند و یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده تر شدن تعبیر عامل ها خواهد شد. مؤلفه های چرخش یافته جدیدی که بدین ترتیب بدست می آیند، مؤلفه های اصلی برای محاسبه امتیازات (Score) هستند، مؤلفه های خام و چرخش یافته در جدول شماره (۳-۱۴) آورده شده است.

Table 3-14: Component Matrix and Rotated Component Matrix Values in KHALKHAL Area

Component Matrix					
Component	1	2	3	4	5
Ba	0.916286	0.111138	-0.01878	-0.0198	-0.16399
Co	-0.90786	0.147418	-0.0282	0.092551	0.203708
Fe	-0.90417	0.271864	0.207437	0.02679	0.077036
Mn	-0.87427	0.194363	0.281409	-0.079	0.094078
W	0.792231	0.468808	-0.19014	-0.12454	-0.0041
Ti	-0.78948	0.507002	0.11601	-0.15731	-0.0459
Cu	0.787049	0.205606	-0.20046	-0.16454	0.053578
Zn	-0.78377	0.453179	0.286985	-0.10183	0.099884
Sb	0.769307	0.48922	-0.05736	-0.02263	0.125278
As	0.750543	0.139039	0.070177	0.243335	0.223976
Be	0.632136	0.305602	0.382357	0.033539	0.16534
Ag	0.414153	-0.1339	0.220677	0.113427	-0.2949
Sn	0.003349	0.902264	0.162684	-0.16734	0.020895
Mo	0.557009	0.733495	0.138147	-0.14244	-0.10545
Sr	0.267273	-0.62236	0.358685	0.213023	0.259059
Cr	-0.31055	0.554784	-0.45467	0.386533	-0.15995
Ni	-0.51957	0.260198	-0.63136	0.355777	0.124937
Pb	0.409558	0.330938	0.262619	0.559878	0.424218
Au	0.111995	-0.19448	-0.37212	-0.4765	0.663336

Rotated Component Matrix					
Component	1	2	3	4	5
Zn	0.939958	0.119619	0.135802	-0.07105	-0.03239
Fe	0.930107	-0.13119	0.216913	-0.08918	-0.06164
Mn	0.92417	-0.14168	0.073895	-0.12804	-0.01988
Ti	0.868445	0.177944	0.269389	-0.243	-0.05622
Co	0.81346	-0.28846	0.367021	-0.06829	0.111818
Ba	-0.75452	0.476126	-0.20151	0.167279	-0.12245
Cu	-0.63645	0.525176	-0.06963	0.118741	0.178934
Ag	-0.36105	0.051422	-0.26711	0.071442	-0.35852
Mo	-0.16798	0.906703	-0.02921	0.165358	-0.14228
Sn	0.379276	0.829085	0.157834	0.097346	-0.05813
W	-0.56548	0.738448	0.046612	0.156964	0.084921
Sb	-0.46957	0.712372	0.000875	0.340584	0.081818
Be	-0.23258	0.517326	-0.33768	0.476275	-0.07115
Ni	0.241489	-0.17669	0.874646	-0.00803	0.154433
Cr	0.18064	0.176918	0.830076	0.007957	-0.18144
Sr	-0.24452	-0.47845	-0.50784	0.391143	0.01765
Pb	-0.09051	0.235133	0.047778	0.87647	-0.07542
As	-0.5219	0.320727	-0.1129	0.555625	0.015383
Au	-0.13505	-0.02506	-0.08369	-0.04027	0.910174

با استفاده از جدول عاملی مقادیر چرخش یافته، مقدار ضریب چرخش یافته  $\pm 0/5$  اساس انتخاب هر متغیر در هر عامل است. لازم بذکر است که اعداد مثبت رابطه معکوس با اعداد منفی خواهند داشت.

با توجه به مطالب فوق، پنج عامل برگزیده شامل عناصر ذیل است همچنین مقادیر ناهنجاری فاکتوری در جدول شماره (۳-۱۵) و مقادیر فاکتورها در ضمیمه شماره ۵ آورده شده است.

### بررسی عاملهای بدست آمده از تجزیه عاملی

#### - عامل شماره یک

عامل شماره یک شامل عناصر  $As, W, Cu, Ba$  با علامت منفی و عناصر  $Co, Ti, Mn, Fe, Zn$  با علامت مثبت است این عامل یک عامل سنگ ساز است و بیشتر متأثر از سنگ های منطقه می باشد. در این فاکتور دو گروه عناصر از همدیگر تمایز پیدا نموده اند. گروه اول بیشتر متأثر از عناصری هستند که می تواند در شبکه کانیهای سیلیکاته تمرکز یابند و گروه دوم متأثر از عناصری هستند که در ترکیب کانی های سنگ ساز وجود داشته باشند. این مجموعه عناصر در سنگهای ولکانیکی نیمه قلیائی و سنگهای نفوذی یافت می شوند. در مجموع این عامل از اهمیت کمی برخوردار است.

#### - عامل شماره دو

عامل شماره دو شامل عنصری با علامت منفی نمی باشد و عناصر  $Be, Sb, W, Sn, Mo, Cu$  با علامت مثبت هستند. مجموعه این عناصر به جز عنصر  $Sb$  تا حدود زیادی ارتباط با کانی سازی مس اسکارنی و مس پلی متال است بنابراین این عامل در ارتباط با نهشته های معدنی است، در صورتیکه این عامل بر روی یک سری واحدهای سنگی منطبق بشود. حتما یک عامل وابسته به سنگهای منطقه است در غیر اینصورت یک عامل کانسار ساز تلقی می گردد.



- عامل شماره سه

این عامل شامل عناصر Cr, Ni با علامت مثبت و عنصر Sr با علامت منفی است. مدل احتمالی کانی سازی که می توان به عناصر این عامل ارتباط دارد. با توجه به عدم سنگهای اولترامافیک و کانی سازی کرم در این سنگها، احتمالاً در ارتباط با سنگهای قلیائی و مافیک است، بعید به نظر می رسد که این عامل در ارتباط با کانی سازی باشد با این حال وجود عناصر Cr, Ni با هم و عدم وجود سنگهای اولترامافیک قابل تعمق و بررسی بیشتر است.

- عامل شماره چهار

این عامل شامل عناصر Pb, As با علامت مثبت است، همبود این عناصر قابل توجه و معنی دار می باشد این عامل حتماً یک عامل کانسار ساز است و به احتمال زیاد در ارتباط با کانی سازی دمای پائین است

- عامل شماره پنج

این عامل شامل عنصر Au است بنابراین عامل متأثر از یک عنصر بیشتر نمی باشد و نمی تواند عامل مناسبی به لحاظ عامل های چند متغیره مد نظر گرفته شود ولیکن چون خود عنصر Au یکی از ردیابهای خوب نهشته های کانی سازی است، عامل فوق را با ارزش می نماید.

پس از محاسبه و بررسی فاکتورها نمودار سه بعدی سه فاکتور اول در شکل

شماره (۳-۱۹) آورده شده است. در این نمودار عامل ها به خوبی مشخص گردیده اند.

Table 3-15: Measurement of Anomalous Samples Based on Factor Analysis Method

Sample	Fac1	Sample	Fac2	Sample	Fac3	Sample	Fac4	Sample	Fac5
X+3S	>3	X+3S	>3	X+3S	>3	X+3S	>3	X+3S	>3
X+2S	>2	X+2S	>2	X+2S	>2	X+2S	>2	X+2S	>2
X+S	>1	X+S	>1	X+S	>1	X+S	>1	X+S	>1
KHAL-104	4.74	KHAL-124	6.58	KHAL-155	5.74	KHAL-078	2.98	KHAL-107	3.37
KHAL-124	2.31	KHAL-122	2.79	KHAL-161	3.11	KHAL-063	2.65	KHAL-019	3.07
KHAL-077	1.95	KHAL-147	2.42	KHAL-160	3.00	KHAL-009	2.19	KHAL-103	2.83
KHAL-071	1.85	KHAL-104	2.06	KHAL-097	2.74	KHAL-083	1.98	KHAL-133	2.74
KHAL-108	1.80	KHAL-148	1.92	KHAL-140	2.59	KHAL-069	1.94	KHAL-019A	2.68
KHAL-068	1.77	KHAL-121	1.87	KHAL-150	2.35	KHAL-022	1.91	KHAL-029	2.67
KHAL-116	1.76	KHAL-133	1.87	KHAL-159	2.29	KHAL-045	1.91	KHAL-119	2.41
KHAL-144	1.66	KHAL-045	1.79	KHAL-038	1.99	KHAL-159	1.74	KHAL-063	2.11
KHAL-075	1.49	KHAL-024	1.76	KHAL-154	1.93	KHAL-029	1.63	KHAL-155	1.95
KHAL-129	1.46	KHAL-123	1.69	KHAL-145	1.66	KHAL-077	1.63	KHAL-099	1.57
KHAL-063	1.43	KHAL-011	1.51	KHAL-040	1.53	KHAL-023	1.43	KHAL-113	1.49
KHAL-079	1.43	KHAL-019	1.46	KHAL-129	1.44	KHAL-011	1.42	KHAL-047	1.41
KHAL-114	1.36	KHAL-156	1.45	KHAL-059	1.41	KHAL-055	1.38	KHAL-131	1.34
KHAL-102	1.34	KHAL-096	1.33	KHAL-086	1.39	KHAL-070	1.36	KHAL-141	1.32
KHAL-061	1.32	KHAL-029	1.33	KHAL-119	1.37	KHAL-066	1.15	KHAL-054	1.05
KHAL-100	1.22	KHAL-098	1.33	KHAL-118	1.37	KHAL-107	1.15		
KHAL-142	1.14	KHAL-034	1.26	KHAL-021	1.35	KHAL-106	1.14		
KHAL-093	1.12	KHAL-057	1.18	KHAL-027	1.35	KHAL-015	1.09		
KHAL-097	1.12	KHAL-089	1.15	KHAL-008	1.26	KHAL-031	1.02		
KHAL-092	1.08	KHAL-149	1.15	KHAL-045	1.05				
KHAL-119	1.07	KHAL-038	1.09	KHAL-130	1.05				
		KHAL-030	1.08	KHAL-107	1.04				
		KHAL-105	1.04	KHAL-152	1.04				
		KHAL-146	1.02						
		KHAL-008	1.02						
		KHAL-021	1.00						

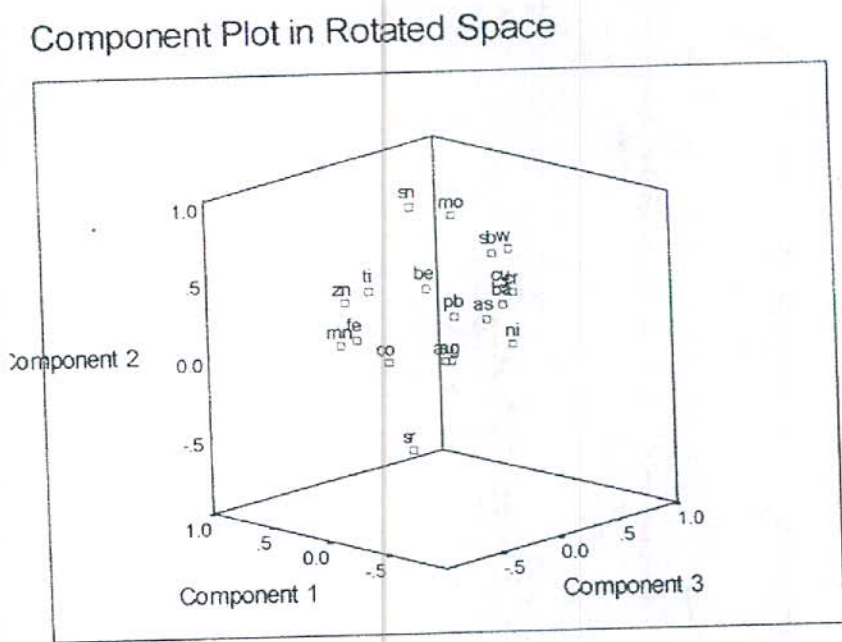
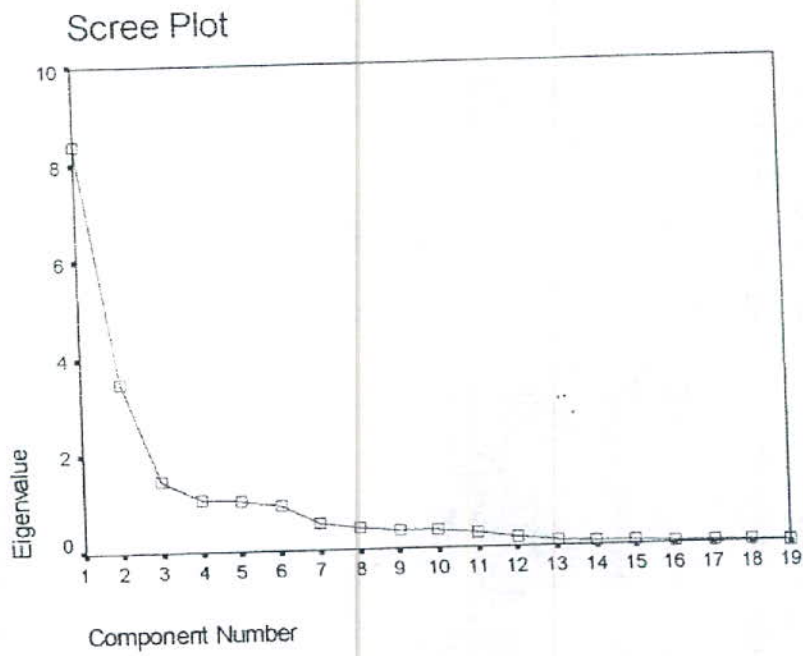


Fig. 3-19 : Scree Plot & Component Plot Used to Determine Number of Optimum Factors

### ۳-۳- ترسیم نقشه هاومعرفی ناهنجاری های ژئوشیمیایی

پس از تجزیه و تحلیل داده ها نقشه ها به عنوان آخرین مرحله از به تصویر در آوردن داده هاست و راهکارهای اجرایی و پیگیری هدفهای اکتشافی با استفاده از آنها و تجزیه و تحلیل آنها به سهولت قابل دسترسی است. تمامی مراحل داده پردازی در نهایت منتهی به معرفی مناطقی می شوند که حاوی بالاترین پتانسیل اکتشافی است. اما این پتانسیل نبایستی به مفهوم تمرکز مواد معدنی به ویژه در نقشه های تک متغیره در مناطق ناهنجار باشد، بلکه قصد نهایی معرفی مناطقی است که در آنها گروهی از نمونه ها بطور مشترک در دسته ای از عناصر ناهنجاری نشان داده اند.

روشهای گوناگونی در مسیر معرفی مناطق ناهنجار وجود داشته و دارد. در این زمینه می توان به روشهای کلاسیک مبنی بر شناخت حدود زمینه، آستانه و ناهنجاری با توجه به میانگین و انحراف معیار توزیع جامعه اشاره کرد. این امر نیازمند جامعه ای نرمال یا بسیار نزدیک به نرمال بوده که با توجه به پرهیز از نرمال سازی کامل شاید در مواردی داده ها تغییر نماید. برای ترسیم نقشه ها از حدود ناهنجاری مثبت و منفی استفاده شده است و تخمین داده ها به روش عکس مجذور فاصله و بصورت طیفی بوده است. در این پروژه نقشه های تک متغیره آرسنیک، طلا، باریم، روی، کبالت، مس، سرب و نقشه های چند متغیره فاکتور اول و فاکتور دوم رسم و مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. برای تشریح نقشه های ژئوشیمیایی از شدت آنومالی، وسعت تقریبی ناهنجاری، روند عمومی ناهنجاریها و واحدهای زمین شناسی منطبق بر مناطق ناهنجار استفاده شده است و در نهایت بصورت جداول خلاصه برای هر عنصر ارائه گردیده است.

### ۳-۳-۱- شرح نقشه ناهنجاری عنصر طلا:

روند مناطق ناهنجار این عنصر به تقریب شمال شرق - جنوب غرب است. این عنصر در دو محدوده شمال و جنوب برگه ناهنجاری نشان داده است. بیشتر ناهنجاری این عنصر منطبق بر واحدهای لیتولوژی آندزیت مگاپرفیری، آگلومرا، توف برشی، توف و آندزیت است. عیار این عنصر از 0.75 تا 5 میلی گرم در تن در نوسان بوده است. بعضی از ناهنجاریها منطبق بر گسله های منطقه است.

**محور اول ناهنجاری طلا:** این ناهنجاری در شمال شرق تا شمال منطقه گسترش دارد و دارای روندی شمال شرق - جنوب غرب است. این محدوده از جنوب غرب روستای مصطفی لو تا شمال غرب روستای مصطفی لوی بیلاق ادامه دارد. بالاترین مقدار ناهنجاری در ارتباط با نمونه ۱۳۳ سپس در ارتباط با نمونه های ۱۰۷ و ۱۰۳ است. وسعت ناهنجاریهای این محدوده در حدود ۱ کیلومتر مربع است.

**محور دوم ناهنجاری طلا:** این ناهنجاری در جنوب منطقه گسترش دارد و دارای روندی شمال شرق - جنوب غرب است. این محدوده از شمال شرق روستای ناواشنق تا جنوب شرق روستای لمبر پائین ادامه دارد. نمونه های ۲۹ و ۱۹ A دارای مقادیر بالا در این محور می باشند. وسعت ناهنجاری این محدوده در حدود ۱/۵ کیلومتر مربع است. تمامی سنگهای این منطقه آندزیت های مگاپرفیری است و یکی از آنومالیها منطبق بر گسلی، شمالی - جنوبی است.

بطور خلاصه ناهنجاریهای عنصر طلا در جدول ( ۳-۱۶ ) آورده شده است.

اولویت بندی آنومالیاها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	شماره های نامتجانس همراه عیار عنصر ppm	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهمجانیهایی ژئوشیمیایی، داده های ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی	وسعت محدود شده مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )
اولویت اول	درجه یک	یک کیلومتری شمالتریب روستای بیلاق ممطفی لو	درجه یک 133(5)	اندزیت مگماوریزی	آنومالی ارستیک، فاکتور دوم و پاریت	نیم کیلومتر مربع
اولویت دوم	درجه دو	یک کیلومتری شمال تا شمال شرق روستای ناواشلق	درجه دو 19(4) 19A(4)	اندزیت مگماوریزی	آنومالی ارستیک، فاکتور دوم، مس و پاریم	یک کیلومتر مربع
اولویت سوم	درجه دو و سه	شمال شرق تاجنوبتریب روستای ممطفی لو	درجه دو 107(4) 103(4) درجه سه 113(3) 119(3)	آندزیتی بازالت توف، توف، ماسه ای آندزیت و تراسهای جوان	آنومالی کیالت و فاکتور اول از محدوده فوق گسلی با امتداد تقریبی شمالی- جنوبی عبور می کند.	یک ونیم کیلومتر مربع
اولویت چهارم	درجه دو	دو کیلومتری جنوب شرق لیسربالین	درجه دو 29(4)	اندزیت مگماوریزی	آنومالی ارستیک، سرب، فاکتور دوم، مس و پاریم	نیم کیلومتر مربع

جدول شماره ۳-۱۶: آنومالیهای ژئوشیمیایی عنصر طلا در محدوده شمال خلیجکال (بافتورداغ)

### ۳-۲-۳- شرح نقشه ناهنجاری عنصر مس :

روند مناطق ناهنجار این عنصر به تقریب شمال شرق - جنوب غرب و شمالی - جنوبی است. این عنصر در دو محدوده شمال شرق و جنوب نقشه که تا مرکز منطقه ادامه دارد از خود ناهنجاری نشان داده است. اکثر ناهنجاریهای این عنصر منطبق بر سنگهای آندزیت مگاپیری است. و به تقریب با هیچ منطقه گسله، ناهنجاریها منطبق نمی باشد.

**محور اول ناهنجاری مس :** این ناهنجاری از جنوب تا مرکز نقشه گسترش دارد و دارای روندی به تقریب شمال شرق - جنوب غرب است. این محدوده از شمال شرق روستای نواشنق شروع و تا غرب روستای لمبر بالا ادامه دارد. بیشترین عیار مس در ارتباط با نمونه شماره ۷ و سپس در ارتباط با نمونه های A ۱۹ ، ۳۶ و ۵۴ است. وسعت ناهنجاری ها در حدود ۲/۵ کیلومتر مربع است. به نظر می آید شمال شرق روستای نواشنق از اهمیت بالایی برخوردار باشد. در این محدوده سه نمونه دارای ناهنجاری درجه یک و درجه دو می باشند و سنگهای این منطقه عموماً آندزیت مگاپیری است. در این محدوده رانش زمین نیز صورت گرفته است.

**محور دوم ناهنجاری مس :** این محور در شمال روستای مصطفی لوی ییلاق و در شمال شرق نقشه گسترش دارد. در این محدوده نمونه های ۱۴۷، ۱۴۸ و ۱۵۶ از خود ناهنجاری نشان داده اند. تمرکز ناهنجاریها در این محدوده نشان از وجود

کانی سازی یا هاله های آلتراسیون است. سنگهای این منطقه آندزیت مگاپرفیری است. وسعت این ناهنجاری در حدود ۱/۵ کیلومتری مربع است . بطور خلاصه ناهنجاریهای عنصر مس در جدول ( ۳-۱۷) آورده شده است.

### ۳-۳-۳- شرح نقشه ناهنجاری عنصر سرب :

روند مناطق ناهنجاری این عنصر به تقریب شمال غرب - جنوب شرق است. این عنصر در سه محدوده ناهنجاری نشان داده است. سنگهای بالا دست ناهنجاریها عموماً آندزیت مگاپرفیری، آندزی بازالت، توف و آگلومرا است. در حوضه های بالا دست این ناهنجاریهای گسل و راندگی مشاهده شده است . محدوده اول ناهنجاری سرب : این ناهنجاری در جنوب روستای های لمبر بالا و پائین قرار گرفته است و به تقریب روندی شمالی - جنوبی دارد. وسعت این ناهنجاری در حدود ۳ کیلومتر مربع است که بیشترین مقدار این عنصر در ارتباط با نمونه ۴۵ و سپس در ارتباط با نمونه های ۳۳ و ۲۹ است. از این منطقه ناهنجار گسلی با امتداد به تقریب شمالی - جنوبی عبور کرده است. با توجه به این مطلب که نمونه های ۳۳ و ۲۹ ناهنجاری داده اند بعید به نظر می رسد که ناهنجاری شماره ۴۵ در ارتباط با آلودگی محیط زیستی باشد و این منطقه برای پی جویی از اهمیت نسبی برخوردار است.

محدوده دوم ناهنجاری سرب : این ناهنجاری در غرب روستای اوجیقاز واقع شده است و روندی به تقریب شمالی - جنوبی دارد. سنگهای این منطقه آگلومرا، توف



اولویت بندی آنحالیها	درجه آزوماي	موقعیت جغرافیایی	نمونه های نانفشار همراه عبار صنصر ppm	سنگهای بالادست	اطلاق آزوماي با نامهای ریهای ژئوشیمیایی، داده های ژئو مغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی	رسعت محدوده مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )
اولویت اول	درجه یک دو و سه	شمال شرق روستای ناوشنق	درجه یک 7(220) درجه دو 19(175) درجه سه 19A(191) 14(151) درجه سه 13(138) 5(150)	اندریت مغناطیسی	آزوماي باریم، طلا و فاکتور دوم	چهار کیلومتر مربع
اولویت دوم	درجه دو و سه	شمال روستای بیلاقی مصطفی لو	درجه دو 147(176) 148(189) درجه سه 149(140) ..	اندریت مغناطیسی	آزوماي باریم، ارسنیک و فاکتور دوم	دو و نیم کیلومتر مربع
اولویت سوم	درجه دو و سه	یک کیلومتری غرب لمبر بالا	درجه دو 54(199) درجه سه 58(158)	اندریت مغناطیسی و تراسهایی چوان	آزوماي باریم، طلا، ارسنیک در این محل لتاسلاید رخ داده است	یک کیلومتر مربع

جدول شماره ۳-۱۷ : آنومالیهای ژئوشیمیایی عنصر مس در محدوده شمال خلخال (باغرو داغ)

برشی، توف و آندزیت است. در این محدوده فقط نمونه ۶۳ دارای ناهنجاری است همچنین در این منطقه رانش زمین صورت گرفته است. گسترش آنومالی در این منطقه در حدود نیم کیلومتر مربع است که احتمالاً در ارتباط با یک پدیده به تقریب کوچک مانند رگه یا رگچه های کانی سازی می توان آن را در نظر گرفت.

محدوده سوم ناهنجاری سرب: این ناهنجاری در شرق روستای اوجیقاز واقع شده است و دارای روندی شمالی - جنوبی است. گسترش این ناهنجاری در حدود یک کیلومتر مربع است. در این منطقه نمونه های شماره ۸۳ و ۶۹ و ۷۸ ناهنجاری نشان داده اند. البته در این منطقه ناهنجاری قوی مشاهده نمی گردد. از این منطقه گسلی با امتداد به تقریب شمالی - جنوبی عبور کرده است. بطور خلاصه ناهنجاری های عنصر سرب در جدول ( ۲-۱۸ ) آورده شده است.

### ۳-۳-۴- شرح نقشه ناهنجاری روی:

روند مناطق ناهنجار این عنصر به تقریب دارای دو روند شرقی - غربی و شمالی - جنوبی است. اکثر ناهنجاریها در نیمه شمال شرقی منطقه مورد مطالعه واقع شده است. سنگهای منطقه عموماً آندزی بازالیت، توف، توف ماسه ای، بازالیت، آگلومرا و تراسهای جوان هستند. در محدوده ناهنجاریها گسلی مشخص نگردیده است ولیکن رانش زمین مشخص شده است.

اولویت بندی آیومالییا	درجه آئومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های لانهتار همراه عیار ppm	سنگهای بالادست	الطایق آئومالی با نانهتار ریپای ژئوشیمیایی، داده های ژئومناطیسی و ساختارهای زمین شناسی	وسعت محدوده مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )
اولویت اول	درجه یک و سه	جنوب لسیربانین	درجه یک 45(27.9) درجه سه 33(19.2) 29(21)	اندریت، کابورومری	آئومالی روی، فاکتور دوم، مس، طلا و آرسنیک	سه کیلومتر مربع
اولویت دوم	درجه دو	یک کیلومتری غرب اوجیقاز بانین	درجه دو 63(23.7)	اکسیرای بریش، توب، زبول، مینه ای	آئومالی روی، فاکتور اول، کربالت، و طلا در جنوب منطقه گسلی عبور کرده است	نیم کیلومتر مربع
اولویت سوم	درجه سه	دو کیلومتری شرق اوجیقاز بانین	درجه سه 83(19.9) 69(20.1)	اندری بانالت، توب، اکسیرای و اندریت	آئومالی آرسنیک از منطقه گسلی، با امتداد شمالی - جنوبی عبور کرده است	یک کیلومتر مربع

جدول شماره ۲-۱۸ : آیومالییای ژئوشیمیایی عنصر سرب در محله رده شمال خلخال (باغ و داغ)

محدوده اول ناهنجاری روی : این ناهنجاری بزرگترین ناهنجاری منطقه است و از روستای پیرنای تا روستای مصطفی لو ادامه دارد و دارای روندی به تقریب شرقی - غربی است. گسترش این ناهنجاری در حدود ۴ کیلومتر مربع است. در این منطقه بیشترین مقدار ناهنجاری در ارتباط با نمونه ۱۰۴ است. و نمونه های ۱۰۸، ۱۱۶، ۱۱۴، ۱۰۲، ۱۰۰ و ۹۳ ناهنجاری نشان داده اند. با توجه به مقادیر ناهنجاری این منطقه ناهنجاری در ارتباط با کانی سازی می باشد ولیکن عدم ناهنجاری سرب در این منطقه احتمال کانی سازی را کمی کمرنگ می نماید.

سنگهای این منطقه ناهنجان عموماً آندزی بازالت، توف، توف ماسه ای، بازالت و تراسهای جوان است. این منطقه ناهنجان از اهمیت خاصی برخوردار است.

محدوده دوم ناهنجاری روی : این ناهنجاری به دو قسمت تقسیم شده و روند عمومی ناهنجاری شرقی - غربی است. این ناهنجاری در شرق روستای اوجیقاز پائین قرار گرفته است. در این منطقه هیچ گسلی عبور نکرده است ولیکن رانش زمین در این منطقه رخ داده است. نمونه های ۷۷، ۷۵، ۷۱، ۷۹، ۶۸ و ۶۳ ناهنجاری نشان داده اند. سنگهای رخنمون یافته این منطقه آندزیت، آندزی بازالت، توف، توف ماسه ای بازالت و آگلومرا است. احتمالاً این ناهنجاری در ارتباط با ناهنجاری اول است و به نظر می آید رگه یا رگچه های خاصی در این منطقه گسترش یافته باشند که این دو ناهنجاری از همدیگر جدا شده است. بطور خلاصه ناهنجاری های این عنصر در جدول (۳-۱۹) آورده شده است.

اولویت بندی آبمالیها	درجه آبمالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه های نامحدود همراه غبار ppm عنصر	سنگهای بالادست	انطباق آبمالی با نامحدود زمینهای ژئو شیمیایی، داده های ژئو مفناطیسی و ساختارهای زمین شناسی	رسمت محدود مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )
اولویت اول	درجه یک و سه	نیم کیلومتری غرب روستای روستای مصطفی لوتا روستای پیر نای	درجه یک 104(391) درجه سه 108(198) 116(190) 100(182)	اندزی پازانت، بوف، بوف، سده ای پازانت ورسهای جوان	آبمالی فاکتور اول و کبات	چهار کیلومتر مربع
اولویت دوم	درجه سه	غرب روستای اوجیتاز پائین	درجه سه 77(196) 75(172) 71(200)	اندزی بوف	آبمالی فاکتور اول و کبات	یک کیلومتر مربع
اولویت سوم	درجه سه	یک کیلومتری غرب روستای اوجیتاز پائین	درجه سه 79(171) 68(190) 63(188)	اندزی پازانت، بوف، بوف، سده ای پازانت واقیرا	آبمالی فاکتور اول، کبات و سرب،	نیم کیلومتر مربع

جدول شماره ۳-۱۹ : آبمالیهای ژئوشیمیایی عنصر روی در محدوده شمال خلیج (باتغرو داغ)

### ۳-۳-۵- شرح نقشه ناهنجاری عنصر آرسنیک :

روند عمومی ناهنجاریهای عنصر آرسنیک عموماً شمال شرق - جنوب غرب است و با توجه به نقشه زمین شناسی با همبندی دو گروه اصلی سنگهای منطقه منطبق است. حال اگر در همبندی سنگهای منطقه کانی سازی خاصی رخ داده باشد یا رگه و رگچه های خاصی رخنمون داشته باشد. ناهنجاریهای این عنصر از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. در بعضی از مناطق ناهنجان، گسل هایی مشخص گردیده است. سه منطقه ناهنجان برای این عنصر می توان مشخص نمود که به شرح ذیل بیان می گردد.

**محدوده اول ناهنجاری آرسنیک :** این ناهنجاری با روند شمال شرق - جنوب غرب در زیر روستای لمبر بالا قرار گرفته است. ناهنجاری فوق به دو قسمت تقسیم شده است که بیشترین مقدار این عنصر در ارتباط با نمونه شماره ۴۰ است در این منطقه نمونه های ۲۸ ، ۲۴ ، ۲۵ ، ۱۹ و ۲۱ نیز ناهنجاری نشان داده اند. این ناهنجان منطبق به همبندی آندزیت مگاپرفیری با توف و آندزیت بازالت است وسعت این ناهنجاری در حدود ۳ کیلومتر مربع است که از اهمیت نسبی برخوردار است.

**محدوده دوم ناهنجاری آرسنیک :** این ناهنجاری با روند شرقی - غربی در غرب روستای ناواشنق قرار گرفته است. ناهنجاری این منطقه در ارتباط با نمونه های ۹ و ۱۱ است که هر دو دارای ناهنجاری نسبتاً قوی می باشند. سنگهای این منطقه عموماً آندزیت بازالت ، بازالت ، توف ، توف برشی و آگلومرا است وسعت این ناهنجاری در

حدود یک کیلومتر مربع است. به نظر می آید هیچگونه پدیده تکتونیکی خاصی در این منطقه رخ نداده است. این منطقه به نظر می رسد از اهمیت نسبی برخوردار باشد.

**محدوده سوم ناهنجاری آرسنیک :** این ناهنجاری دارای روندی به تقریب شمالی - جنوبی است و در غرب روستای مصطفی لوی ییلاق قرار گرفته است. وسعت این آنومالی در حدود نیم کیلومتر مربع و نمونه های ۱۳۳ و ۱۲۳ دارای ناهنجاری هستند در این منطقه سنگهای آندزیت مگاپرفیری گسترش یافته اند. بطور خلاصه ناهنجاری این عنصر در جدول (۲-۲۰) آورده شده است.

### ۳-۳-۶- شرح نقشه ناهنجاری عنصر باریم :

روند عمومی ناهنجاری عنصر باریم منطبق بر روند عمومی سنگهای آندزیت مگاپرفیری است . گسترش ناهنجاری این عنصر عموماً در دو منطقه رخ داده است که گسترش ناهنجاری جنوبی بیشتر از ناهنجاری شمال شرقی منطقه است. در بعضی از مناطق ناهنجار این عنصر، رانش زمین رخ داده است ، با توجه به مقادیر این عنصر در مناطق ناهنجار به نظر می رسد که این ناهنجاریها در ارتباط با هاله های آلتراسیون یا پدیده های کانی سازی است . در این محدوده اکتشافی دو منطقه ناهنجاری مشخص شده است . که شرح این ناهنجاریها در ذیل آورده شده است .

**محدوده اول ناهنجاری باریم :** این ناهنجاری دارای روند شمال شرق تا شرق است که در شرق تا شمال روستای ناواشنق گسترش یافته است. هاله ژئوشیمیایی این

وسعت محدوده مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )	انطاق آبرومالی با اکتشافات زئوشیمیایی، داده های زئومفناطیسی و ساختارهای زمین شناسی	سنگهای پالادست پودینوف، برین، منس، سنک و ککپورا	غیر به های نامحدود همراه عیار ppm عنصر	موقعیت جغرافیایی	درجه آبرومالی	اولویت بندی آب عالیبا
یک کیلومتر مربع	آبرومالی سرب و فاکتور دوم		درجه دو 9(9.4) 11(9.8)	یک کیلومتری غرب روستای ناواشنگ	درجه دو	اولویت اول
دو کیلومتر مربع	آبرومالی، فاکتور دوم، مس و پاریم	انزیت، مگنزیفری	درجه دو 40(9.5) درجه سه 27(7.6) 25(7.9) 24(7.1) 21(7.3)	یک کیلومتری جنوب لیسر پالانا دو کیلومتری شمال روستای ناواشنگ	درجه دو وسه	اولویت دوم
نیم کیلومتر مربع	آبرومالی، فاکتور دوم، مس و پاریم.	انزیت، مگنزیفری	درجه سه 123(8) 133(7.9)	نیم کیلومتری غرب بیلاق مصطفی لو	درجه سه	اولویت سوم

جدول شماره ۳-۲۰ : آبرومالیهای زئوشیمیایی عنصرارسنیک در محدوده شمال جلیخان (باغشورداغ)



عنصر در این منطقه بسیار گسترش یافته ولیکن ناهنجاریهای مهم این عنصر در شرق روستای ناواشنق و در ارتباط با نمونه های ۱۳، ۱۴، ۴ و ۵ است. در بالا دست این ناهنجاری و در شرق منطقه رانش زمین صورت گرفته است. سنگهای این منطقه آندزیت مگاپرفیری است. با توجه به عیارهای عنصر باریم و گسترش آن در این منطقه احتمال آن می رود که در این منطقه کانی سازی یا هاله آلتراسیون گسترش یافته است. بنابراین منطقه فوق از اهمیت به سزایی برخوردار است.

محدوده دوم ناهنجاری باریم : این ناهنجاری دارای روندی به تقریب شمال شرق - جنوب غرب است، که در شمال روستای مصطفی لوی ییلاق گسترش یافته است. سنگهای این منطقه عموماً آندزیت مگاپرفیری است و نمونه های ۱۴۷ دارای بیشترین مقدار ناهنجاری است و نمونه های ۱۴۸، ۱۵۶، ۱۴۹، ۱۳۵، ۱۳۴ و ۱۳۳ نیز ناهنجاری از خود نشان داده اند. گسترش این ناهنجاری در حدود ۲ کیلومتر مربع است. این منطقه نیز به لحاظ اکتشافی مهم تلقی می گردد. هیچگونه گسل یا راندگی در این منطقه مشاهده نشده است، بطور خلاصه ناهنجاری این عنصر در جدول ( ۳-۲۱ ) آورده شده است .

### ۳-۳-۷- شرح نقشه ناهنجاری عنصر کبالت:

روند عمومی ناهنجاری این عنصر عموماً شمالی و جنوبی است و گسترش ناهنجاریها عموماً در شمال منطقه است. ناهنجاری های این عنصر بصورت پراکنده می باشد نکته قابل توجه معکوس بودن ناهنجاریهای عنصر باریم با کبالت است.

اولویت بندی آبمالیها	درجه آبمالی	موقعیت جغرافیایی	ظرفه های نامشمار کسره عیار عصر ppm	سنگهای بالا دست	انطق آبمالی با نامشمارهای ژئوشیمیایی، داده های ژئومفاتیسی و ساختارهای زمین شناسی	رسمت عبورده مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )
اولویت اول	درجه دو و سه	یک کیلومتری شمالشرق روستای ناواشقی	درجه دو 14(1110) 13(1050) 5(1090) 4(1050) درجه سه 8(963) 6(917) 15(1050) 3(1010)	اندریت مگابری	آبمالی طلا، مس، سرب در شرق آبمالی لنداسلاید اتفاق افتاده است	چهار کیلومتر مربع
اولویت دوم	درجه دو سه	شمال بیلاق مصطفی لو	درجه دو 147(1080) 148(968) 149(900) 135(898) 134(951)	اندریت مگابری	آبمالی آرسنیک، فلوئور، کربنوم و مس	سه کیلومتر مربع

جدول شماره ۳-۲۱ : آبمالیهای ژئوشیمیایی عنصر باریم در عبورده شمال جلالعل (باغرو داغ)

سنگهای عمومی در مناطق ناهنجار توف، توف ماسه ای، آندزیت و آندزی بازالت است در بعضی از مناطق ناهنجار گسل های شمال غرب - جنوب شرق گسترش یافته اند. دو محدوده ناهنجار مهم این عناصر به شرح ذیل توضیح داده شده است.

**محدوده اول ناهنجاری کبالت :** این ناهنجاری دارای روندی به تقریب شرقی - غربی و گسترش در حدود یک و نیم کیلومتر مربع است و عموماً بر سنگهای آندزی بازالت، توف، توف ماسه ای و آندزیت منطبق است. نمونه های ۶۲ و ۴۶ در این منطقه ناهنجاری از خود نشان داده اند. این محدوده در غرب روستای مصطفی لو قرار گرفته است. در این محدوده رانش زمین نیز صورت گرفته و از اهمیت نسبی برخوردار است.

**محدوده دوم ناهنجاری کبالت :** این ناهنجاری در شرق روستای مصطفی لو گسترش دارد. سنگهای آندزیت، توف، آندزی بازالت و آگلومرای برشی در این منطقه رخنمون دارند. نمونه شماره ۱۱۹ در این منطقه ناهنجاری نشان داده و گسترش آن در حدود نیم کیلومتر مربع است. این ناهنجاری از درجه اهمیت کمتری برخوردار است. بطور خلاصه ناهنجاریهای این عنصر در جدول ( ۳-۲۲ ) آورده شده است.

### ۳-۳-۸- شرح نقشه ناهنجاری فاکتور اول :

روند عمومی ناهنجاریهای این عنصر بطور عمومی شمال شرق - جنوب غرب است. عموماً ناهنجاریهای این فاکتور (عامل) با ناهنجاریهای روی و کبالت منطبق

رسمت محدوده مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )	انطق آنومالی با نامحدودهای ژئوشیمیایی، داده های ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی	سنگهای پالادیست	غریزه های نامحدود همراه غبار عنصر ppm	موقعیت جغرافیایی	درجه آنومالی	اولویت بندی آنومالیها
دو کیلومتر مربع	آنومالی روی، فاکتور اول و فاکتور دوم	اندریت پارت، بوف، بوم، ماسه ای و اندریت	درجه دو 104(62) درجه سه 107(46)	نیم کیلومتری غرب روستای روستای مصطفی	درجه دو و سه	اولویت اول
نیم کیلومتر مربع	آنومالی فاکتور اول و ککالت	اندریت بوف، اندریت پارت و انوریت برشی	درجه دو 119(62.6)	نیم کیلومتری شرق روستای روستای مصطفی	درجه دو	اولویت دوم
یک کیلومتر مربع	آنومالی آرسنیک روی و فاکتور اول	اندریت بوف، ماسه ای و اندریت	درجه سه 155(44.5) 152(47.4) 144(45.2)	شمالغرب تا غرب روستای اوچیناز بالا	درجه سه	اولویت سوم
یک کیلومتر مربع	با هیچکدام از آنومالیها منطبق نمی باشد، از منطقه فوق دو گسل با امتدادهای شمالی-جنوبی و شمال شرق-جنوبغرب عبور می کند	اندریت بوف، اندریت پارت و انوریت برشی	درجه سه 160(50.2) 161(49.2) 155(44.5)	یک کیلومتری شمالشرق روستای اوچیناز بالا	درجه سه	اولویت چهارم

جدول شماره ۳-۲۲: آنومالیهای ژئوشیمیایی عنصر ککالت در محدوده شمال حلالان (انگروداغ)

است این انطباق به خاطر تأثیر گذاری این عناصر در فاکتور اول است زیرا بیشترین تأثیر گذاری را در این فاکتور عناصر  $Ti, Mn, Co, Zn$  با امتیاز مثبت و عناصر  $As, Cu, Ba$  و  $w$  با امتیاز منفی دارند. سنگها منطبق بر ناهنجاریهای این فاکتور آندزیت، آندزی بازالت، توف، توف ماسه ای، آگلومرا و بازالت است. در اطراف ناهنجاریهای این فاکتور رانش های زمین صورت گرفته است. بطور عمومی دو منطقه ناهنجر می توان جدا نمود که شرح آن بصورت ذیل آورده شده است.

**محدوده اول ناهنجاری فاکتور اول:** این ناهنجاری در غرب روستای مصطفی لو قرار گرفته است و به تقریب دارای روندی شرقی - غربی است. وسعت این ناهنجاری در حدود  $1/5$  کیلومتر مربع است. بیشترین مقدار ناهنجاری در ارتباط با نمونه ۱۰۴ است در همین محدوده نمونه های ۱۰۸ و ۱۱۶ نیز ناهنجاری نشان داده اند. سنگهای این منطقه عموماً آندزیت، آندزی بازالت، توف، آگلومرا و تراسهای جوان هستند در همین منطقه رانش زمین نیز صورت گرفته است. همچنین در جنوب این ناهنجاری گسلی با امتداد شمال غرب - جنوب شرق عبور کرده است، منطقه فوق از اهمیت نسبی برخوردار است.

**محدوده دوم ناهنجاری فاکتور اول:** این ناهنجاری در غرب روستای اوجیقاز پائین گسترش یافته است و دارای روندی به تقریب شرقی - غربی است. وسعت این ناهنجاری در حدود  $1/5$  کیلومتر مربع است. نمونه های ناهنجر به ترتیب ۷۷، ۷۱، ۷۵، ۷۹، ۶۸ و ۶۳ است. سنگهای این منطقه آندزیت، توف، آندزی بازالت و تراسهای جوان هستند. در این منطقه نیز رانش زمین صورت گرفته است به لحاظ اهمیت این منطقه از مراتب کمتری برخوردار است. بطور خلاصه ناهنجاریهای این عنصر در جدول ( ۲۳-۳ ) آورده شده است.

### ۳-۳-۹- شرح نقشه ناهنجاری فاکتور دوم :

روند عمومی ناهنجاریهای این عنصر بطور عمومی شمال شرق - جنوب غرب است. عموماً ناهنجاریهای این فاکتور (عامل) با ناهنجاریهای عناصر  $Sb, W, Sn, Mo$  و  $Be$  منطبق است. سنگهای منطبق بر ناهنجاریهای این فاکتور آندزیت مگاپرفیری و آندزیت است. در بخشهایی از مناطق ناهنجر گسله های با روند شمالی - جنوبی عبور کرده است. بطور عمومی دو منطقه ناهنجر مشخص شده است.

**محدوده اول ناهنجاری فاکتور دوم :** این ناهنجاری از جنوب غرب تا شمال روستای مصطفی لوی بیلاق ادامه دارد و به تقریب دارای روندی شمال غرب - جنوب شرق است. وسعت این ناهنجاری در حدود ۳ کیلومتر مربع است. بیشترین مقدار ناهنجاری این فاکتور در ارتباط به نمونه ۱۲۴ است. در همین محدوده نمونه های ۱۲۲، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۳۵، ۱۳۳ و ۱۲۱ ناهنجاری نشان داده اند. سنگهای منطقه عموماً آندزیت مگاپرفیری است. این محدوده به لحاظ اکتشافی به تقریب از اهمیت برخوردار است. به تقریب هیچ گسل یا راندگی در منطقه مذکور مشاهده نشده است.

**محدوده دوم ناهنجاری فاکتور دوم :** این ناهنجاری به تقریب از شمال روستای لمبر بالا شروع و تا جنوب روستای لمبر پائین ادامه دارد. در این منطقه نمونه های ۴۵، ۵۷، ۲۹ و ۳۴ ناهنجاری نشان داده اند. روند عمومی این ناهنجاری شمالی - جنوبی است. و گسترش این محدوده در حدود ۳ کیلومتر مربع است. سنگهای منطقه عموماً آندزیت مگاپرفیری است. این محدوده به لحاظ اکتشافی نسبت به محدوده اول از اهمیت کمتری برخوردار است. از این منطقه گسلی با امتداد به تقریب شمالی - جنوبی عبور کرده است که با امتداد ناهنجاری به تقریب یکسان است. بطور خلاصه ناهنجاریهای این عنصر در جدول (۳-۲۴) آورده شده است.

اولویت بندی آبشارها	درجه آبشاری	موقعیت جغرافیایی	شماره های نامشمار همراه مقدار لاگور	سنگهای بالادست	انواع آبشارهای زیست‌شناسی	مساحت محدوده مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )
اولویت اول	درجه یک وسه	یک کیلومتری غرب بیلاق مصلی لو	درجه یک 104(4.74) درجه دو 108(1.8)	اندریت اندری پارک بوف بوف ماسه ای، الهومرا و پارک اندریت بوف اندری پارک	آبشاری کالت روی و منگیز	۱.۵ کیلومتر مربع
اولویت دوم	درجه سه	غرب روستای اوجقاز پالین	درجه سه 77(1.95) 71(1.85) 75(1.49) 68(1.76)	اندریت بوف اندری پارک	آبشاری کالت روی و منگیز	۱.۵ کیلومتر مربع

جدول شماره ۳-۲۳ : آبشارهای زیست‌شناسی عنصر فاکتور اول در محدوده شمال خلخال (ناشر و ناشر)

اولویت بندی آبمالیها	درجه آبرسانی	موقعیت جغرافیایی	شوره های ناشناخته همراه عصار عمصر ppm	سنگهای بالادست	انطق آبرسانی با ناهمجنریهای ژئوشیمیایی، داده های ژئومورفولوژی و ساختارهای زمین شناسی	وسعت محدوده مورد مطالعه (Km <sup>2</sup> )
اولویت اول	درجه یک و دو	یک کیلومتری شرق بیلاق مصطفی لو	درجه یک 124(6.57) درجه دو 122(2.79)	اندریت مکارزوری	آبرسانی باریم و روی	دو کیلومتر مربع
اولویت دوم	درجه دو و سه	یک کیلومتری شمال بیلاق مصطفی	درجه دو 147(2.42) 149(1.14) 148(1.91) 156(1.44)	اندریت مکارزوری	آبرسانی مس، باریم و آرسنیک	۳ کیلومتر مربع
اولویت سوم	درجه سه	مرز شمالی تا دو کیلومتری جنوب روستای لمر	درجه سه 57(1.17) 45(1.79) 29(1.32) 34(1.26)	اندریت مکارزوری	آبرسانی مس، باریم، سرب از منطقه فوق گسلی با روند شمالی-جنوبی عبور کرده است.	۴ کیلومتر مربع

جدول شماره ۳-۲۴ : آبرسانیهای ژئوشیمیایی عنصر فاکتور دوم در محدوده شمال خلخال (باقروداغ)



### ۳-۴- بررسی کانی های سنگین در محدوده اکتشافی شمال خلخال

به موازات بررسی های ژئوشیمیایی در محدوده اکتشافی شمال خلخال، به برداشت نمونه های کانی سنگین نیز مبادرت شده است. در این پروژه تعداد ۷۴ نمونه کانی سنگین از آبرفت های بستر آبراهه ها برداشت گردیده است. این نمونه ها از رسوبات باجورشدگی ضعیف، و از مکانهایی که برای تمرکز کانی های سنگین مناسب بوده، انتخاب شده اند. نمونه ها پس از حجم سنجی (۱۰ لیتر) به ترتیب مراحل سرند با الک ۲ میلی متر، گل شویی، لاوک شویی، جدایش با مایع سنگین و آهن ربا های با بار معین را پشت سر گذاشته و آماده مطالعه می گردند.

بر پایه مطالعه کانیهای سنگین، اجزای سنگین نمونه ها به دو دسته سنگ ساز و کانسار ساز تقسیم می گردد:

۱- کانی های سنگ ساز عبارت از آپاتیت، زیرکن، روتیل، اسفن، کربنات کلسیم، کوارتز، فلدسپات، پیروکسن، آمفیبول، اپیدوت، گارنت و سیلیکات های دگرسان شده است، که در این میان آپاتیت، زیرکن و پیروکسن از درصد قابل ملاحظه ای در بخش سنگین نمونه ها برخوردار هستند.

۲- کانی های کانسار ساز شامل مالاکیت، بروشانتیت و کالکوزیت (گروه مس)، سروسیت، نقره + طلا، منیتیت، گروه اکسیدهای آهن (عمدتاً هماتیت) و گروه پیریت است، که کانه های مالاکیت، منیتیت و پیریت شاخص هستند.

در محدوده اکتشافی شمال خلخال، جهت بررسی توزیع کانی های سنگین، تعیین بستگی میان آنها و ثبت مناطق امید بخش معدنی، به تحلیل های آماری تک

متغیره ، دو متغیره ، تجزیه خوشه ای و رسم نقشه های نمادین اقدام شده است . این تحلیل ها بر مبنای داده های خام کانیهای منیتیت، آپاتیت ، زیرکن ، روتیل ، اسفن ، باریت، کربنات کلسیم، کوارتز ، فلدسپات ، گروه مس ، طلا، گروه اکسیدهای آهن، پیروکسن ، آمفیبول ، اپیدوت، گارنت ، ایلمنیت و گروه پیریت صورت گرفته است، نتیجه این بررسی ها ، رسم منحنی های هیستوگرام توزیع فراوانی، منحنی های P-P نرمال، ماتریس همبستگی اسپیرمن و دیاگرام ساختار درختی کانیهای فوق بوده است، از آنجا که در محدوده مورد بررسی کانی های منیتیت، آپاتیت ، زیرکن ، گروه مس، گروه اکسیدهای آهن ، پیروکسن و گروه پیریت از مقدار و توزیع قابل ملاحظه ای برخوردار هستند، از اینرو در ادامه گزارش به شرح ویژگی هر کدام از این کانی ها پرداخته شده است:

### ۳-۴-۱- منیتیت : ت

کانی منیتیت به فرمول شیمیایی  $Fe_3O_4$  ، دارای سختی ۶، وزن مخصوص ۵/۱۸ ، جلالی فلزی، خاصیت مغناطیسی شدید ، رنگ سیاه آهنی و خاکه سیاه می باشد.

منیتیت به مثابه یک کانی فرعی در بسیاری از سنگ های آذرین یافت می شود. در طول فرآیندهای تفکیک ماگمایی، این کانی بر اثر تجمع توده های بزرگ معدنی را بوجود آورده ، که این توده ها اغلب تیتانیوم و آپاتیت دار هستند. منیتیت بصورت عدسی و لایه ای در سنگهای دگرگونی کریستالین نیز دیده می شود.

در سازندهای آهن نواری پرکامبرین از سازنده های اصلی به حساب می آید. آن در ماسه سیاه ساحلی به همراه کانیهای سنگین دیگر (ایلمنیت ، روتیل، گارنت، سیلیمانیت، مونازیت و غیره) یافت می شود.

بر پایه داده های جدول پارامترهای آماری جدول شماره (۲-۲۵) ، میانگین وزنی منیتیت در محدوده مورد مطالعه  $2271/4$  ppm، مقدار بیشینه  $4722/2$  ppm و مقدار کمینه آن  $217/2$  ppm است. مقادیر چولگی و کشیدگی این کانی به ترتیب  $0/1$  و  $0/6$  - بوده که نزدیک به حالت نرمال یک توزیع می باشد.

منحنی هیستوگرام توزیع فراوانی این کانی به تقریب نرمال بوده و چولگی مثبت خیلی ضعیفی از خود نشان می دهد. در منحنی P-P نرمال در سطح صفر نیز تمامی نمونه ها در امتداد خط  $45^\circ$  قرار گرفته اند که دلالت بر تقارن توزیع می باشد. این شکل توزیع نشان می دهد که پراکندگی داده ، حول مقدار مرکزی به تقریب همگن بوده و احتمال وجود نمونه های عیار بالا و پائین و با فراوانی کم در توزیع خیلی اندک است. (اشکال شماره ۳-۲۰).

بر پایه جدول ماتریس همبستگی متغیرها (جدول شماره ۳-۲۶)، کانی منیتیت در سطح اعتماد ۹۵ درصد با روتیل ( $r=0/4$ ) همبستگی مثبت و متوسط، با پیروکسن ( $r=0/8$ ) همبستگی منفی و بالا و با کانی های آمفیبول و ایلمنیت ( $r=-0/4$ ) همبستگی منفی و متوسط نشان می دهد.

منیتیت به همراه کانی های روتیل و ایلمنیت بیشترین انطباق را با واحد مگا پرفیرآندزیت ( $E^v$ ) نشان می دهد. علاوه بر این منیتیت به همراه آپاتیت و طلا تا حدودی با توف ، توف ماسه ای، آندزیت و آندزیت - بازالتی نیز انطباق

(E<sup>t.bc</sup>) نشان می دهد.

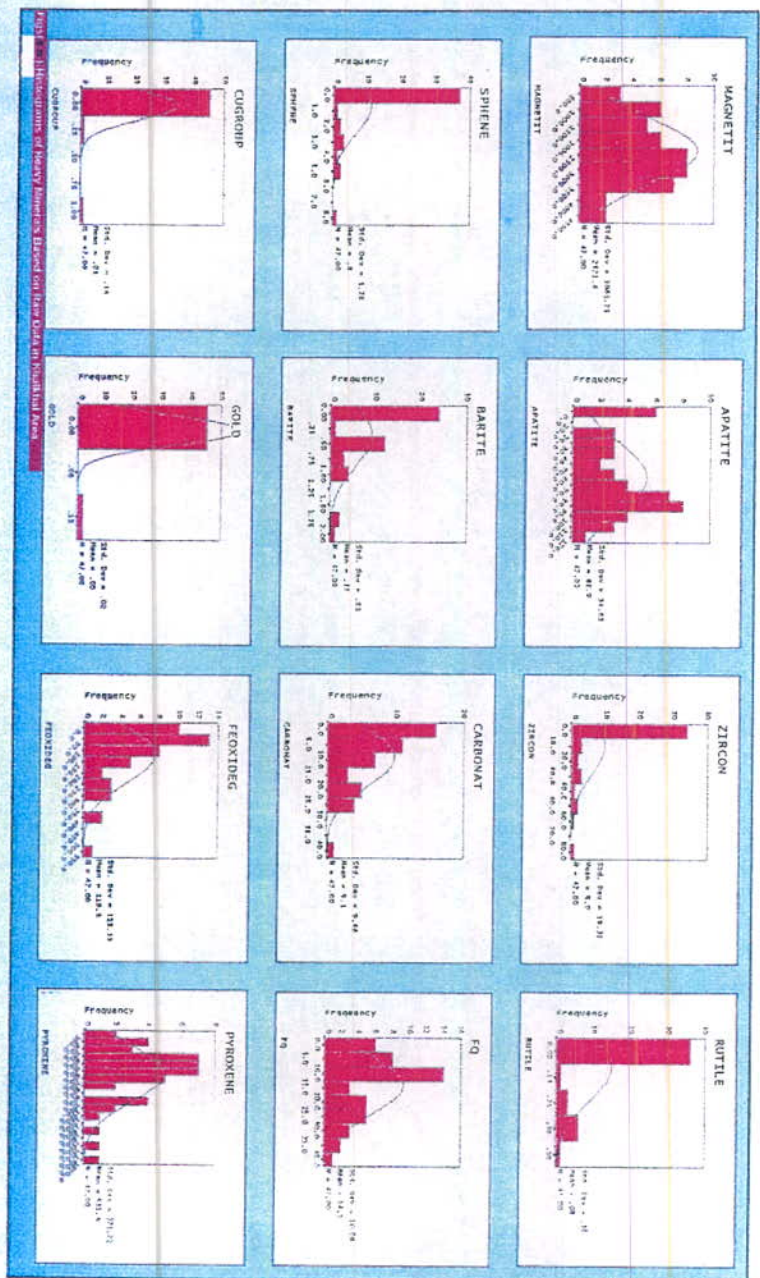
### ۳-۴-۲-آپاتیت:

آپاتیت به فرمول شیمیایی (OH و d و F)  $Ca_5(PO_4)_3$ ، دارای سختی ۵، وزن مخصوص ۳/۲-۳/۱۵ جلائی شیشه ای تا نیمه صمغی و برنگ های آبی، بنفش، سبز، قهوه ای و بی رنگ است.

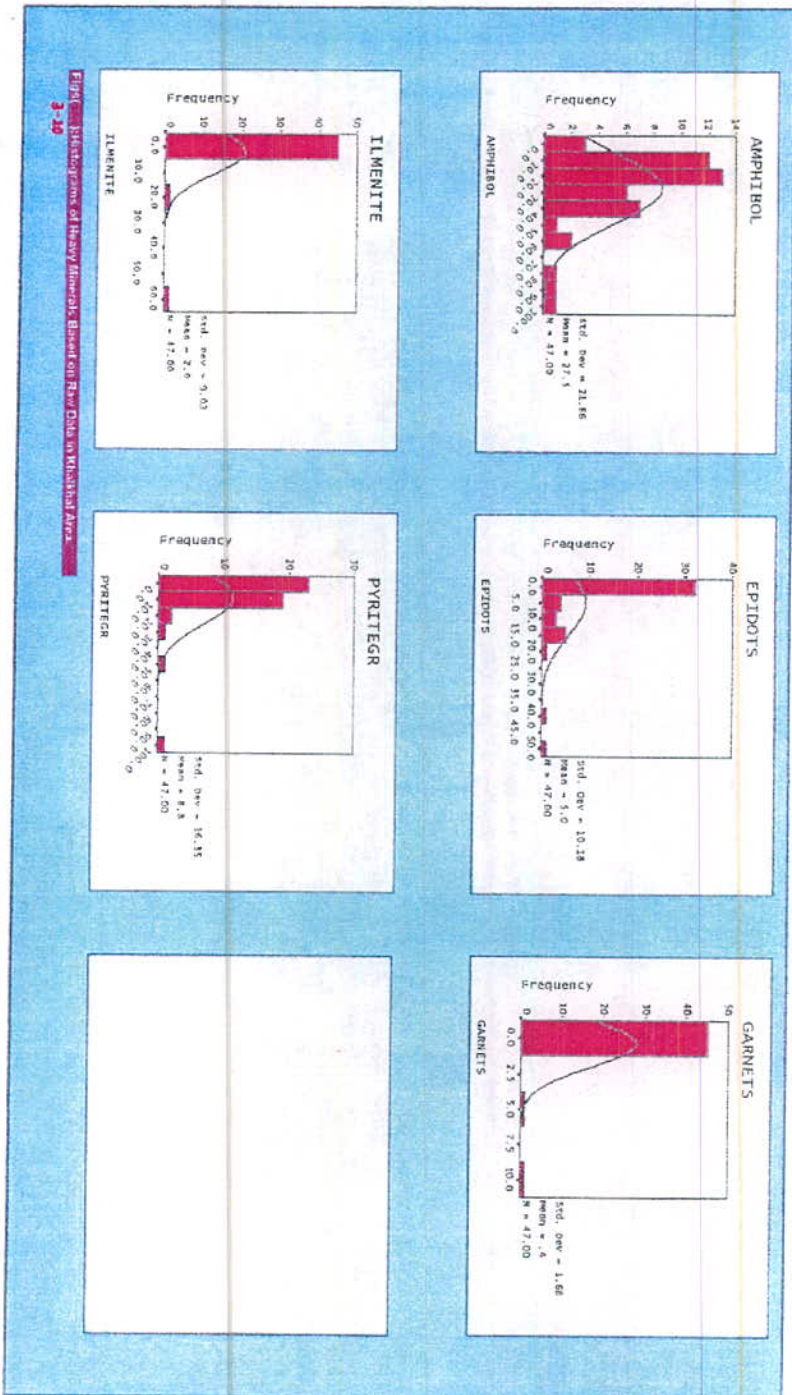
آپاتیت بعنوان یک سازنده فرعی در بسیاری از سنگهای آذرین، دگرگونی و رسوبی یافت می شود. آپاتیت های موجود در پگماتیت ها و سایر رگه ها به احتمال منشاء گرمابی دارند. این کانی در توده های منیتیت تیتان دار نیز پیدا می شود. آپاتیت گاهاً به شکل عدسی های بزرگ و یا رگه ای سنگهای آلکان راهمراهی می کند.

بر پایه جدول پارامترهای آماری (شماره ۳-۲۵) آپاتیت دارای میانگین ۶۲/۹ppm، مقدار بیشینه ۱۲۰/۵ مقدار کمیته ۰/۰۱ppm است. مقادیر چولگی و کشیدگی این کانی به ترتیب ۰/۵- و ۰/۸- است، که نزدیک به حالت نرمال یک توزیع می باشد.

در منحنی هیستوگرام توزیع فراوانی این کانی دو جامعه مشاهده می شود که یکی مربوط به جامعه نمونه های فاقد آپاتیت و دیگر نمونه های آپاتیت دار است. منحنی مذکور به تقریب نرمال بوده و به سمت راست چولگی خیلی ضعیفی نشان می دهد. (شکل شماره ۳-۲۰).



شکل شماره (۲-۳) -هیستوگرام ونمودارهای تجمعی داده های خام کانی سنگین



ادامه شکل شماره (۲-۳) - هیستوگرام و نمودارهای تجمعی داده های خام کانی سنگین

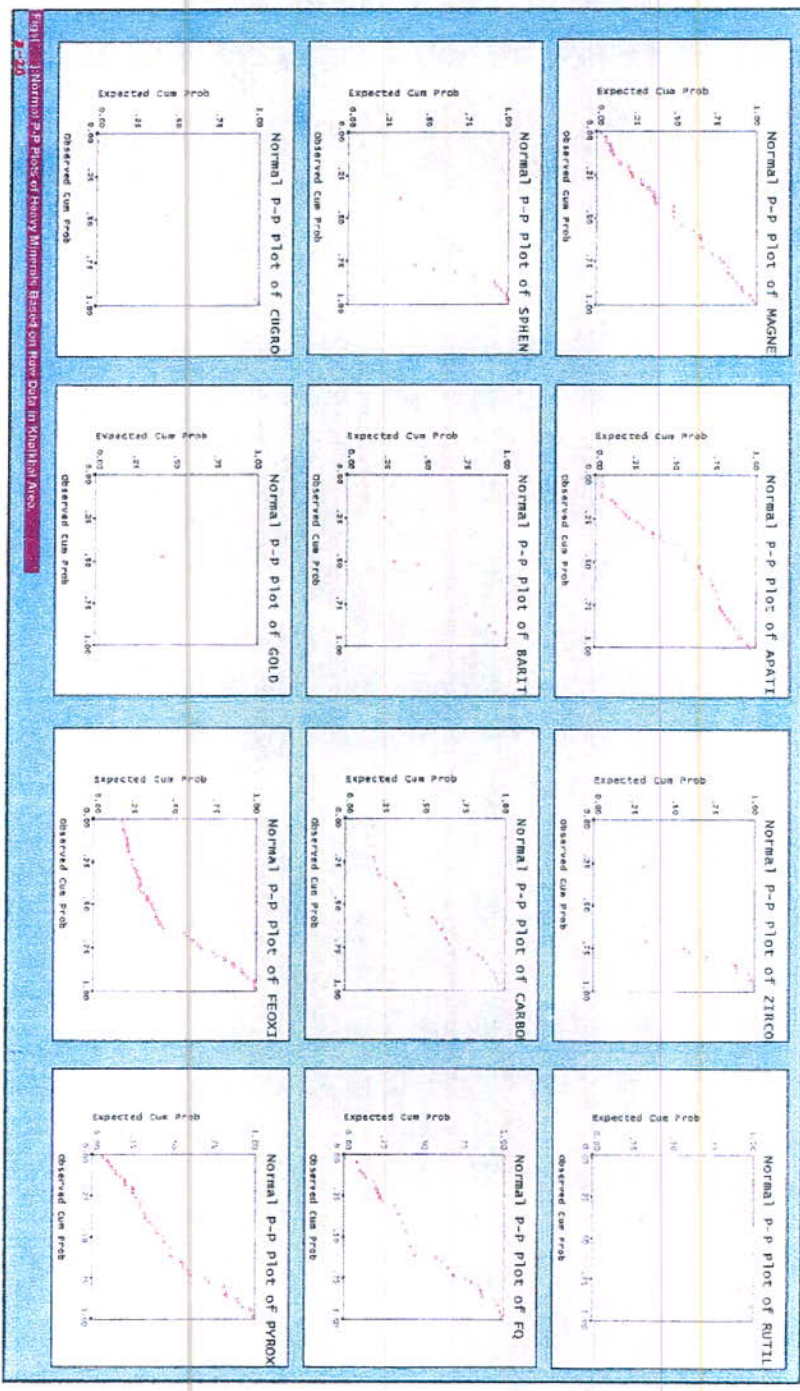


Figure 1: Normal P-P plots of Heavy Minerals Based on raw Data in Khablaik Area.

ادامه شکل شماره (۲-۲۰) - هیستوگرام و نمودارهای تجمعی داده های خام کانی سنگین

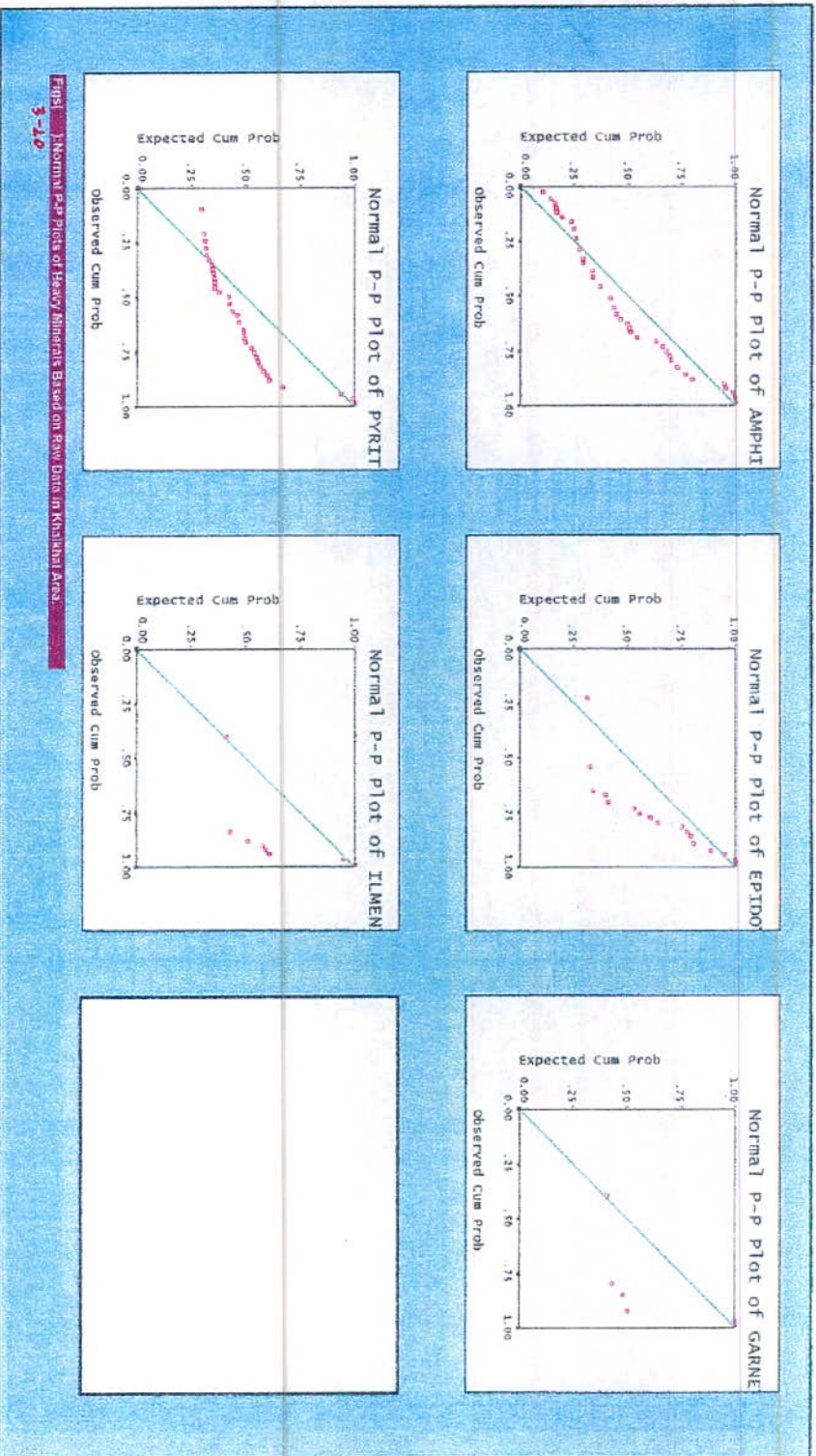


Figure 3-10 Normal P-P Plots of Heavy Minerals Based on Raw Data in Kishikani Area.

ادامه شکل شماره (۳-۲۰) هیستوگرام و نمودارهای تجمعی داده های خام کانی سنگین ۱۳۰





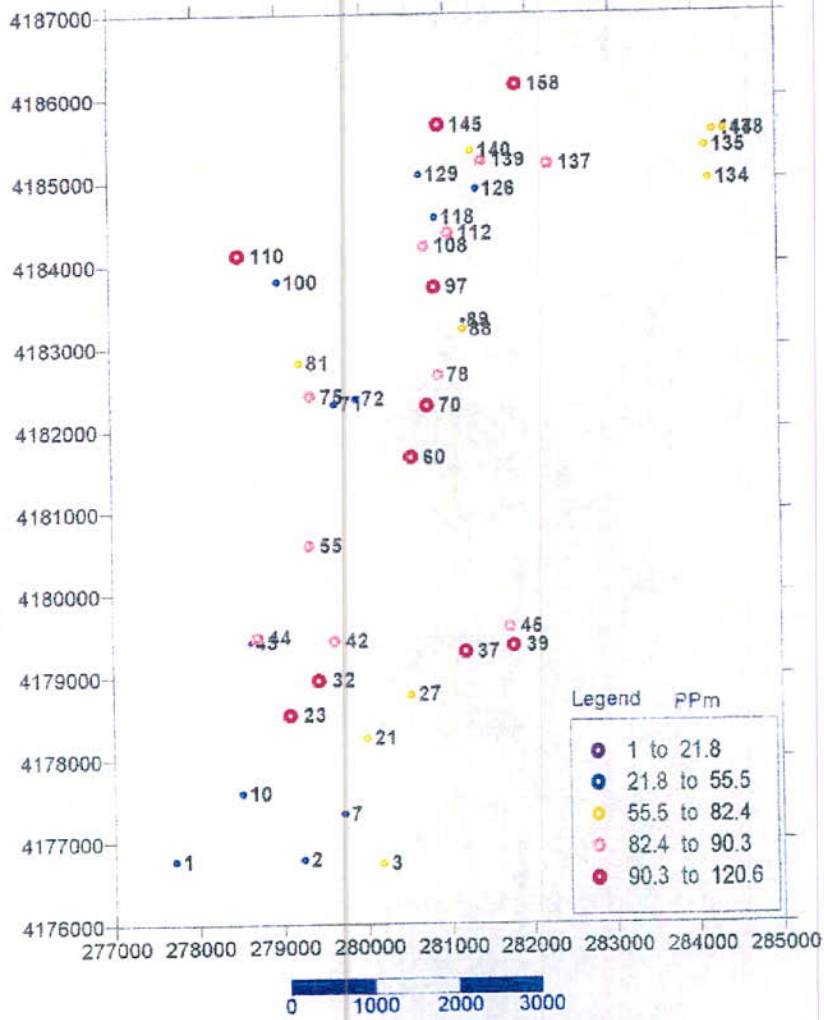
در منحنی P-P نرمال در سطح صفر پاره از نمونه ها از خط  $45^\circ$  به سمت بالای خط منحرف شده است که نشان از وجود نمونه های عیار بالا و با فراوانی کم در جامعه مورد بررسی است (شکل شماره ۳-۲۰).

بر پایه جدول ماتریس همبستگی (شماره ۳-۲۶)، آپاتیت در سطح اعتماد ۹۵ درصد با کانی طلا ( $r=0/3$ ) همبستگی مثبت و متوسط و با اپیدوت ( $r=-0/4$ ) همبستگی منفی و متوسط نشان می دهد.

توزیع کانی آپاتیت در نمونه های کانی سنگین محدوده اکتشافی شمال خلخال بصورت نقشه نمادین شماره (۲) نشان داده شده است.

بر پایه نتایج بدست آمده از مطالعه کانی های سنگین ، آپاتیت بیشترین همیافتی را با کانی های طلا، ایلمنیت ، روتیل و منیتیت نشان می دهد. بر پایه نقشه های نمادین توزیع کانی های سنگین آپاتیت به همراه طلا بیشترین تمرکز را در واحد توف ، توف ماسه ای، آندزیت و آندزیت - بازالتی ( $E^{t.bc}$ ) دارا می باشد، علاوه بر این در نمونه های برداشت شده از محدوده ( $E^v$ ) نیز آپاتیت تمرکز نشان می دهد.

### BAGHRODAGH AREA (North of Khalkhal)



Map( 2 ):Distribution of Apatite Based on Heavy Mineral Raw Data in Baghrodagh Area(North of Khalkhal).

### ۳-۴-۳- زیرکون :

زیرکن به فرمول شیمیایی  $ZrSiO_4$  دارای سختی ۷/۵، وزن مخصوص ۴/۶۸، جلای الماسی و برنگ های قهوه ای، بی رنگ، خاکستری و سبز است. زیرکن در همه انواع سنگهای آذرین یافت می شود. این کانی بویژه در سنگ های آذرین غنی از سیلیس نظیر گرانیت، گرانودیوریت، سینیت، مونزونیت و نفلین سینیت ها یافت می شود. زیرکن در آهکهای متبلور، گنیس ها و شیست ها نیز نمود پیدا می کند. آن بدلیل پایداری شیمیایی بالا در رسوبات بستر آبراهه ها و ماسه های ساحلی تمرکز یافته، و اغلب بصورت دانه های گرد شده با کانی های طلا، گارنت، ایلمنیت، روتیل، سیلیمانیت و موناژیت همراه می باشد.

بر پایه جدول پارامترهای آماری (شماره ۳-۲۵)، زیرکن دارای میانگین ppm ۹/۹، مقدار بیشینه ppm ۸۴/۲ و مقدار کمینه ppm ۰/۰۱ است. مقادیر چولگی و کشیدگی این کانی به ترتیب ۲/۲ و ۴/۶ بوده، که حکایت از عدم تقارن توزیع دارد، بعبارتی وجود نمونه های عیار بالا و با فراوانی کم سبب چولگی مثبت توزیع شده است.

شکل منحنی هیستوگرام توزیع فراوانی این کانی به سمت راست منحرف شده و بیان از چولگی مثبت توزیع می باشد. از روی این شکل سه جامعه قابل جدایش است، وجود عیارهای با فراوانی متفاوت سبب چند جامعه ای شدن توزیع می گردد، که می تواند حکایت از سنگهای آذرین با ترکیب شیمیایی متفاوت در محدوده مورد مطالعه باشد (شکل شماره ۳-۲۰).

در منحنی P-P نرمال در سطح صفر (شکل شماره ۳-۲۰) نیز بسیاری از نمونه ها از خط ۴۵ درجه به سمت پائین منحرف شده اند. از روی این منحنی نیز سه جامعه قابل جدایش است.

بر پایه جدول ماتریس همبستگی (شماره ۳-۲۶)، زیرکن با کانیهای روتیل ( $r=0/4$ ) همبستگی مثبت و متوسط، با اسفن و اپیدوت ( $r=0/8$ ) همبستگی مثبت و بالا، با گروه مس ( $r=0/3$ ) همبستگی مثبت و متوسط، و با گارنت ( $r=0/6$ ) همبستگی مثبت و خوب و با گروه پیریت ( $r=0/5$ ) همبستگی منفی و متوسط نشان می دهد.

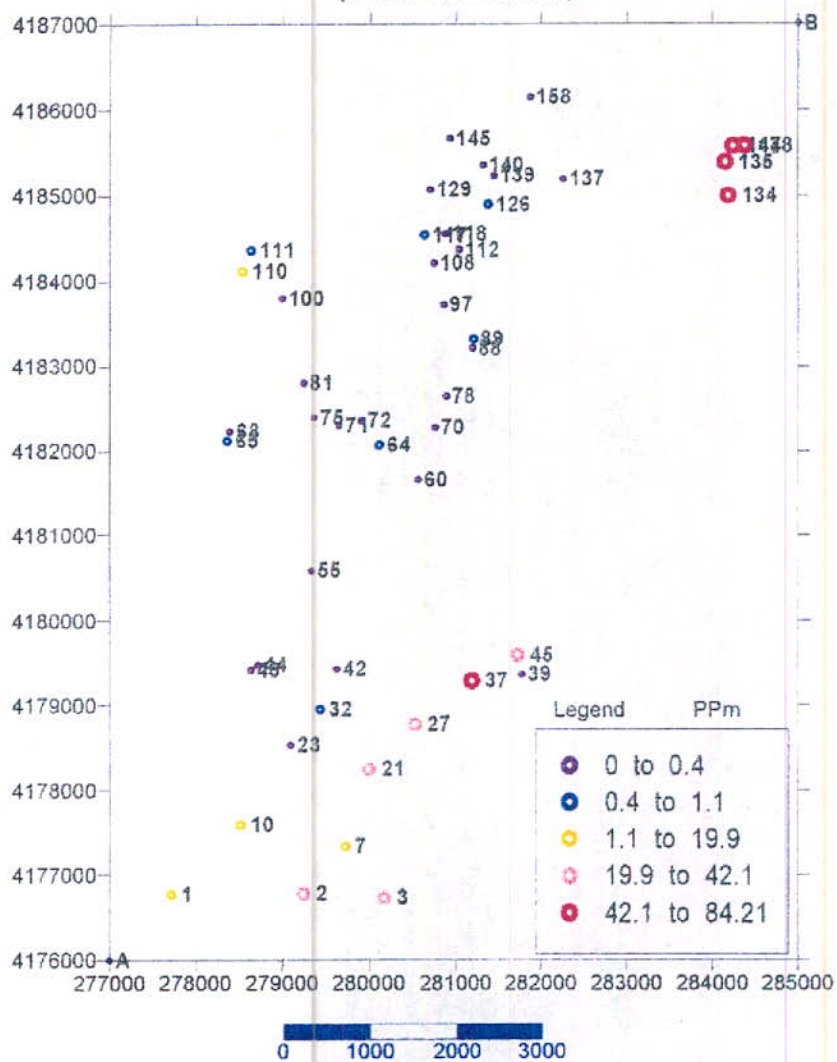
توزیع کانی زیرکن در نمونه های کانی سنگین محدوده شمال خلخال بصورت نقشه نمادین شماره (۳) نشان داده شده است.

بر پایه نتایج بدست آمده، زیرکن بیشترین همیافتی را با کانیهای اسفن، خانواده اکسیدهای آهن، گارنت و خانواده مس دارا است، و مجموعه این کانیها بیشترین انطباق را با واحد مگاپرفیرآندزیت ( $E^v$ ) نشان می دهند.

#### ۳-۴-۴- گروه اکسیدهای آهن:

اکسیدهای آهن در سنگ های با سن مختلف و در کانسنگ های آهن یافت می شود. این کانی ها محصول فعالیت های آتشفشانی نیز هستند. اکسیدهای آهن در کانسارهای اسکارن، رگه ای و بعنوان کانی فرعی در سنگ های آذرین فلدسپات دار نظیر گرانیت ظاهر می شوند. در فرآیندهای دگرگونی ناحیه ای این کانی ها از اکسیداسیون کانی های دیگر نظیر منیتیت و سیدریت نیز بوجود می آیند. در ماسه سنگ های قرمز اکسیدهای آهن به همراه کانی کوارتز به مثابه سیمان عمل می کنند.

**BAGHRODAGH AREA**  
(North of Khalkhal)



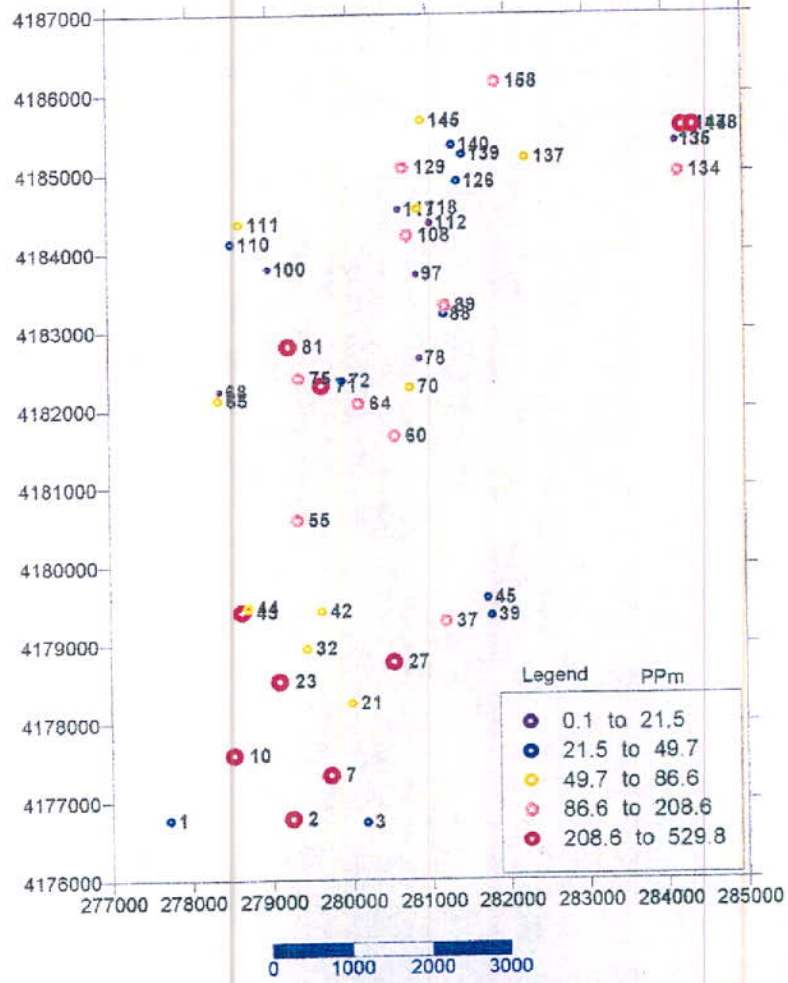
**Map( 3 ):Distribution of Zircon Based on Heavy Mineral Raw Data in Baghrodagh Area(North of Khalkhal).**

کانسنگ های آهن در صورت داشتن ذخیره کافی و عیار بیش از ۵۰ درصد آهن، ارزش اقتصادی پیدا می کنند، از آنجا که زایش برخی از کانه ها در طبیعت با پدیده های اکسیداسیون (لیمونیتی و گوتیتی شدن) همراهی می شوند، لذا زون های حاوی کانه های اکسید آهن می تواند بعنوان یک شاخص در شناسایی مکان های تمرکز مواد معدنی بکار برده شوند.

در محدوده اکتشافی شمال خلخال، مجموع مقادیر کانی های هماتیت، گوتیت و لیمونیت تحت متغیر گروه اکسیدهای آهن نامگذاری شده است (کانی هماتیت غالب می باشد). بر پایه جدول پارامترهای آماری (شماره ۳-۲۵)، گروه اکسید های آهن دارای میانگین  $119/8$  ppm، مقدار بیشینه  $529/7$  ppm و مقدار کمینه  $0/4$  ppm و انحراف معیار  $122/3$  ppm است. مقادیر چولگی و کشیدگی این کانی بترتیب برابر اعداد  $1/5$  و  $2$  بوده که بیان از عدم تقارن توزیع و چولگی مثبت آن است. وجود عیارهای بالا و با فراوانی کم سبب تمایل شکل توزیع به سمت راست شده اند. بر پایه شکل هیستوگرام چهار جامعه جدا مشاهده می شود عیارهای با فراوانی مختلف، سبب چند جامعه ای شدن توزیع گشته است. (شکل شماره ۳-۲۰).

در منحنی P-P نرمال در سطح صفر (شکل شماره ۳-۲۰) نیز اکثریت نمونه ها از خط  $45^\circ$  به سمت های بالا و پائین آن منحرف شده اند. در این منحنی نیز چهار جامعه می توان جدا کرد، و انحراف نمونه ها از خط  $45^\circ$  درجه حکایت از عدم تقارن توزیع دارد.

**BAGHRODAGH AREA**  
(North of Khalkhal)



**Map( 6 ):Distribution of Feoxide Group Based on Heavy Mineral Raw Data in Baghrodagh Area(North of Khalkhal).**



بر پایه جدول ماتریس همبستگی (۳-۲۶)، گروه اکسیدهای آهن با کانیهای روتیل ( $\Gamma=0/3$ ) و اسفن ( $\Gamma=0/3$ ) همبستگی مثبت و متوسطی نشان می دهد. این متغیر با کانیهای دیگر فاقد همبستگی و یا دارای همبستگی بسیار ضعیف است.

توزیع متغیر گروه اکسیدهای آهن در نمونه های کانی سنگین محدوده شمال خلخال بصورت نقشه نمادین شماره (۶) نشان داده شده است.

خانواده اکسیدهای آهن دارای بیشترین همیافتی با کانی های اسفن، زیرکن، گارنت و خانواده مس است. و مجموعه این کانیها نیز به لحاظ محیط سنگ شناسی دارای بیشترین تمرکز در واحد مگاپرفیر آندزیت ( $E^V$ ) می باشد.

#### ۳-۴-۵- پیروکسن:

پیروکسن سیلیکات آهن، منیزیم، آلومینیوم، سدیم دار و ۰۰۰ است. این کانی از سازنده های اصلی سنگ های آذرین فرابازی، بازی و تا حدودی حد واسط می باشد. علاوه بر این، پیروکسن در سنگهای دگرگونی و زونهای اسکانی نیز یافت می شود.

بر پایه جدول پارامترهای آماری (شماره ۳-۲۵)، پیروکسن دارای میانگین ppm ۶۳۱/۴، مقدار بیشینه ppm ۱۸۴۳/۲ و مقدار کمینه ppm ۶۴/۸ است. مقادیر چولگی و کشیدگی آن به ترتیب ۱/۲ و ۱/۹ است. هیستوگرام توزیع فراوانی (شکل شماره ۳-۲۰) این کانی نرمال نبوده، بلکه به سمت راست چولگی نشان می دهد. و از روی شکل هیستوگرام سه جامعه ای بودن توزیع مشخص است. در منحنی P-P نرمال نیز حدود ۵۰ درصد نمونه ها از خط  $45^\circ$  به سمت پائین آن جابجا شده اند، و از روی این منحنی نیز می توان سه جامعه جدا نمود. به نظر می آید وجود

سنگ های آذرین با ترکیب شیمیایی متفاوت سبب این حالت شده است (شکل شماره ۳-۲۰).

جدول ماتریس همبستگی (شماره ۳-۲۶) نشان می دهد که پیروکسن در سطح اعتماد ۹۵ درصد با کانی های آمفیبول ( $r=0/5$ ) و ایلمنیت ( $r=0/3$ ) همبستگی مثبت و متوسط، و با منیتیت ( $r=0/8$ ) همبستگی منفی بالا، و با روتیل ( $r=0/4$ ) همبستگی منفی و متوسط نشان می دهد. وجود چنین همبستگی هایی به احتمال خیلی زیاد بیانگر سنگهای آذرین اسیدی، حد واسط و بازیک در منطقه است. کانی های پیروکسن، آمفیبول و ایلمنیت به احتمال زیاد بیانگر سنگ های آذرین حد واسط و مافیک در منطقه است. و همبستگی مثبت منیتیت با روتیل، آپاتیت به گمان بیانگر تمرکز منیتیت در سنگهای آذرین اسیدی و حد واسط منطقه است.

توزیع متغیر پیروکسن در نمونه های کانی سنگین محدوده شمال خلخال بصورت نقشه نمادین (۷) نشان داده شده است.

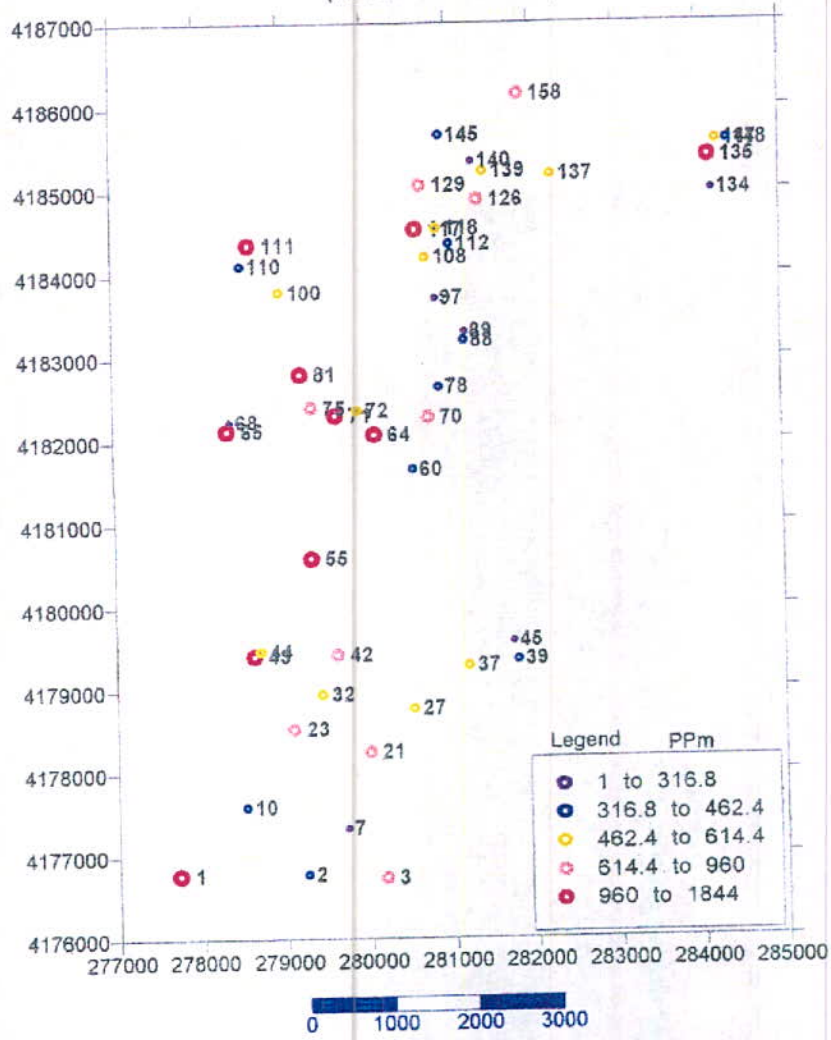
پیروکسن بیشترین همیافتی را با کانی های آمفیبول و اپیدوت دارا است. از آنجا که کانی های مذکور عموماً سنگ سازاند، لذا از توزیع قابل ملاحظه ای در بیشتر واحدهای سنگی منطقه برخوردار هستند، ولی در این میان بیشترین انطباق را با واحدهای سنگی  $E^{bc,t}$  و  $E^{l,bc}$  نشان می دهند.

### ۳-۴-۶- کانی های گروه پیریت :

پیریت در قیاس با سایر کانی های سولفیدی از گسترش قابل ملاحظه ای برخوردار است. این کانی تحت شرایط حرارتی متفاوت شکل می گیرد. اما توده های

### BAGHRODAGH AREA

(North of Khalkhal)

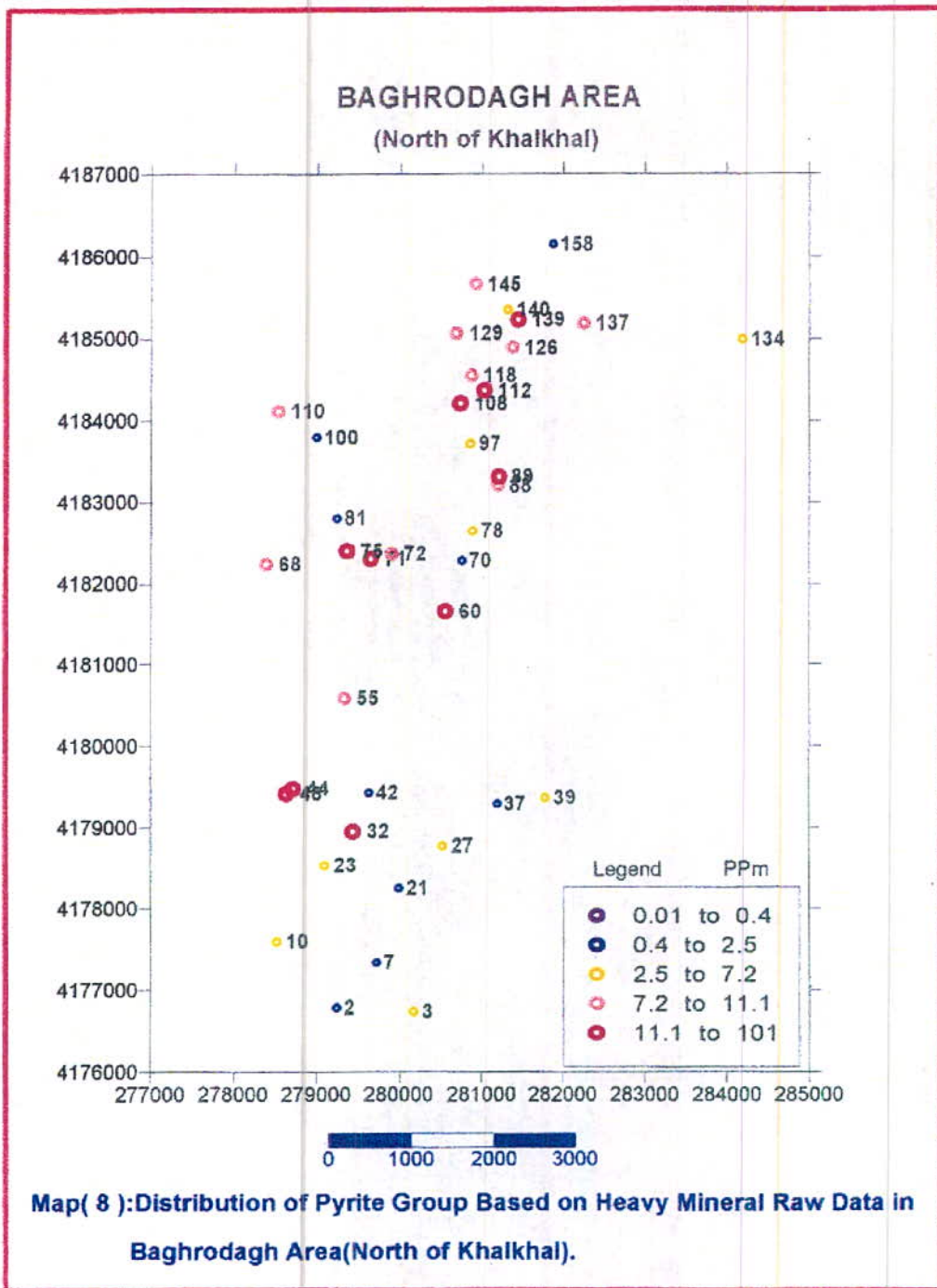


Map ( 7 ):Distribution of Pyroxens Based on Heavy Mineral Raw Data in Baghrodagh Area(North of Khalkhal).

بزرگ آن به احتمال مربوط به حرارت های بالا می باشد. پیریت در طی فرآیندهای تفکیک ماگمایی بعنوان کانی فرعی در سنگ های آذرین، کانسارهای اسکارنی، و رگه های هیدروترمالی ظاهر می گردد. پیریت کانی معمول سنگ های رسوبی است و به صورت های اولیه و ثانویه در این سنگها پیدا می شود. پیریت با کانیهای زیادی همراه است، اما عموماً با کانی های کالکوپیریت، اسفالریت و گالن یافت می شود.

در محدوده اکتشافی شمال خلخال، مجموع مقادیر کانی های پیریت، پیریت لیمونیت و پیریت اکسید تحت متغیر گروه پیریت نامگذاری شده است. کانی های گروه پیریت دارای میانگین  $8/8 \text{ ppm}$  مقدار بیشینه  $100/9 \text{ ppm}$  و مقدار کمینه  $0/1 \text{ ppm}$  است. مقادیر چولگی و کشیدگی آن به ترتیب  $4/4$  و  $22/8$  است (جدول شماره ۲-۵). شکل هیستوگرام توزیع فراوانی و مقادیر چولگی و کشیدگی بیان از عدم تقارن توزیع و چولگی مثبت آن است. به نظر می آید که فراوانی زیاد نمونه های فاقد کانی های این گروه سبب این چولگی شده است. (شکل شماره ۲-۲۰). در هیستوگرام توزیع فراوانی این کانی سه جامعه مشاهده می شود. در منحنی P-P نرمال نیز بیشتر نمونه ها از خط  $45^\circ$  به سمت پائین آن منحرف شده است، از روی این منحنی نیز چند جامعه ای بودن توزیع و عدم تقارن آن مشخص است (شکل شماره ۲-۲۰).

بر پایه جدول ماتریس همبستگی (۲-۲۶)، گروه پیریت با کانی های زیرکن ( $r = -0/5$ ) اسفن ( $r = -0/4$ )، اپیدوت ( $r = -0/6$ ) و گارنت ( $r = -0/3$ ) همبستگی منفی و متوسط و با کانی های باریت ( $r = 0/3$ ) و طلا ( $r = 0/3$ ) همبستگی مثبت و متوسط نشان می دهد.

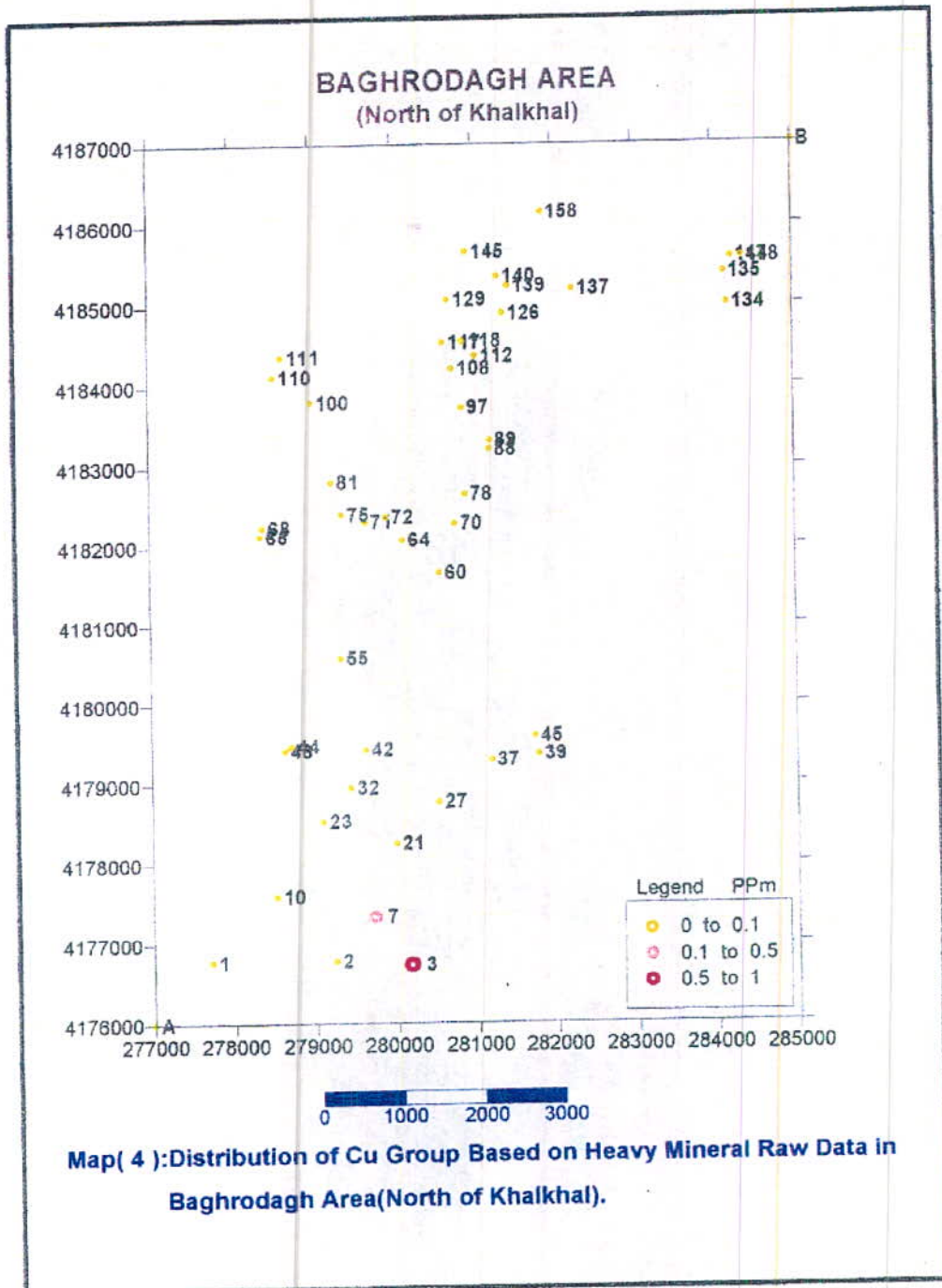


توزیع متغیر گروه پیریت در نمونه های کانی سنگین محدوده شمال خلخال بصورت نقشه نمادین (۸) نشان داده شده است .

خانواده پیریت بیشترین همیافتی را با کانی های باریت، کربنات کلسیم و فلدسپات - کوارتز از خود نشان می دهند. به لحاظ محیط سنگی نیز این کانیها انطباق خوبی با واحدهای آگومرء، توف برش، توف و آندزیت ( $E^{bc,t}$ ) و توف، توف ماسه ای، آندزیت و آندزیت - بازالتی ( $E^{t,bc}$ ) دارا هستند.

### ۳-۴-۷- خانواده مس :

از بین ۴۷ نمونه کانی سنگین در محدوده اکتشافی شمال خلخال تنها نمونه های کانی سنگین ۳ و ۷ حاوی اثراتی از کانیهای مالاکیت، بروکانتیت و کالکوزیت بوده است. در این بررسی مجموعه مقادیر این کانیها تحت متغیر خانواده مس تحلیل گردیده است. مقدار این متغیر در نمونه های ۳ و ۷ به ترتیب ۰/۹ و ۰/۳ گرم در تن محاسبه شده است (تعداد ذرات مالاکیت در نمونه شماره ۲ به ۸ عدد می رسد). در این محل ناهنجاری های کانی سنگین انطباق بسیار خوبی با ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مس نشان میدهد. به لحاظ محیط سنگی نیز این ناهنجاری با واحد مگاپرفیر آندزیت انطباق دارد. کانی سازی مس به احتمال از نوع رگه ای است که در سنگ میزبان مگاپرفیر آندزیت صورت گرفته است، گسترش محدود کانی سازی مس در این منطقه تأییدی بر این گفته می باشد. خانواده مس در محدوده اکتشافی شمال خلخال دارای بیشترین همیافتی با کانی های گارنت، خانواده اکسید آهن، اسفن و زیرکن است.



انتشار کانی های مس در محدوده شمال خلخال بصورت نقشه نمادین شماره (۴) نمایش داده شده است .

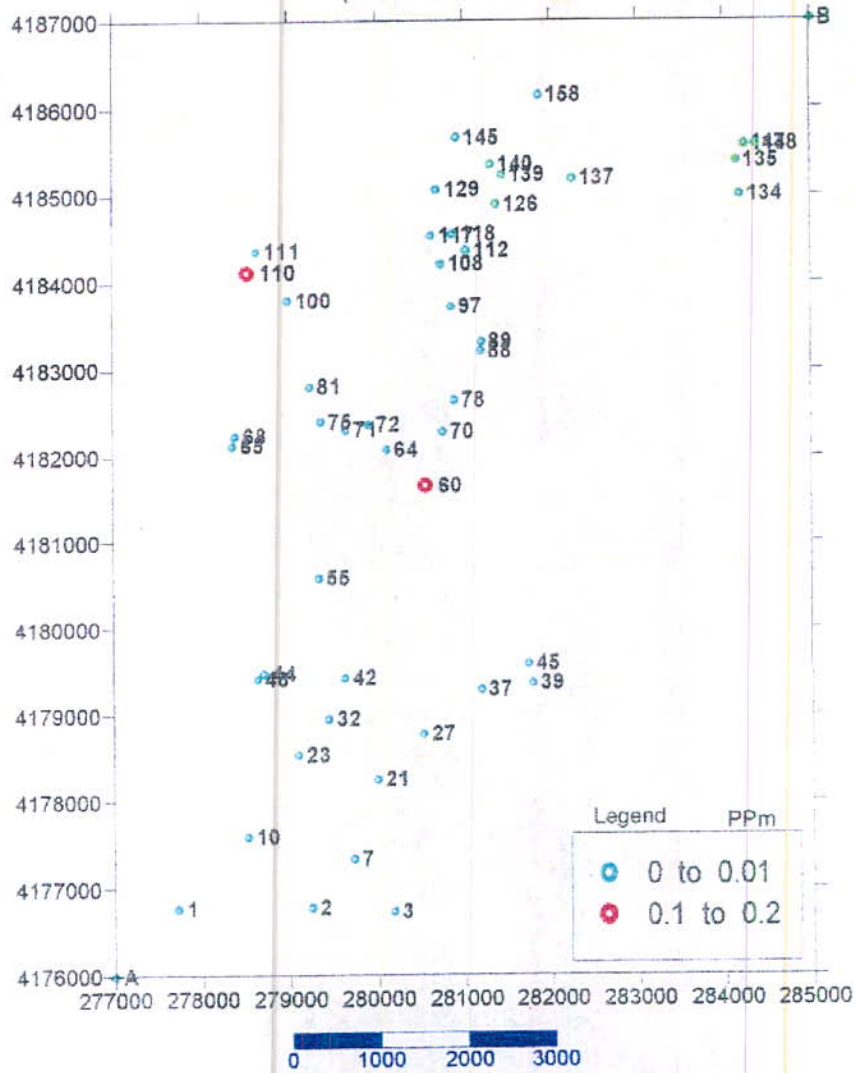
۳-۴-۸-طلا :

در محدوده اکتشافی شمال خلخال از ۴۷ نمونه کانی سنگین، ۲ نمونه حاوی ذراتی از کانه های طلا+ نقره بوده است (نمونه های ۶۰ و ۱۱۰) . تعداد ذرات این کانه ها در هر نمونه یک دانه بوده است . و اندازه این ذرات به تقریب ۱۰۰ میکرون می باشد، مقدار طلای آزاد این نمونه ها حدود ۱۰ ppb برآورد می شود. در بین نمونه های کانی سنگین طلا همیافتی خوبی با کانی های آپاتیت ، ایلمنیت، روتیل و منیتیت نشان می دهد. به لحاظ محیط سنگی نیز این کانی ها بیشترین انطباق را با واحد توف ، توف ماسه ای ، آندزیت و آندزیت - بازالتی ( $E^{t.bc}$ ) نشان می دهند. کانی سازی طلا در این منطقه به احتمال با دگرسانی های موجود در واحدهای توفی در ارتباط می باشد. از آنجا که تعداد و ابعاد ذرات طلا در این نمونه ها قابل توجه نبوده و کانی های ارزشمند دیگری کانه طلا را در این نمونه ها همراهی نمی کند، لذا ناهنجاری های طلای ثبت شده در این محدوده چندان امید بخش نمی باشد.

انتشار کانه طلا در محدوده شمال خلخال بصورت نقشه نمادین شماره (۵) نمایش داده شده است.



**BAGHRODAGH AREA**  
(North of Khalkhal)



**Map( 5 ):Distribution of Gold+Silver Based on Heavy Mineral Raw Data in Baghrodagh Area(North of Khalkhal).**

### ۳-۴-۹- تجزیه و تحلیل خوشه ای داده های کانی سنگین :

فرآیند های زمین شناسی ، ژئوشیمیایی و پاراژنز کانیها به دلیل پیچیدگی ، تا اندازه ای ناشناخته هستند و با توجه به عدم دسترسی به همه اطلاعات نمی توان فرآیند های بالا را به آسانی با روش های تک متغیره ، تجزیه و تحلیل نمود. روش تجزیه و تحلیل خوشه ای برای حل مسائلی طرح شده ، که در آن با در دست داشتن مجموعه ای متشکل از N نمونه (نمونه های ژئوشیمیایی یا کانی سنگین ) و اندازه گیری P متغیر (عناصر یا کانی های مطالعه شده ) می توان نمونه ها یا متغیر ها را در کلاس هایی گروه بندی نمود که متغیرها یا نمونه های مشابه در داخل یک گروه قرار گیرند.

در محدوده اکتشافی شمال خلخال ساختار درختی بر پایه نتایج کانی سنگین ۴۷ نمونه ترسیم شده است (شکل شماره ۳-۲۱). در نمودار درختی ، کانی های سنگین در گروه های جداگانه A و B قرار گرفته اند ، این گروه ها به نوبه خود به زیرگروه های  $A_1$  ،  $A_2$  ،  $B_1$  و  $B_2$  قابل تقسیم هستند ، زیر گروه های  $A_1$  و  $B_1$  نیز به رده های  $A_{1-1}$  ،  $A_{1-2}$  و  $B_{1-1}$  و  $B_{1-2}$  گروه بندی می شوند .

گروه A : این گروه شامل زیر گروه های  $A_1$  (منیتیت ، روتیل ، ایلمنیت ، آپاتیت و طلا) و  $A_2$  (زیرکن ، اسفن ، گروه اکسیدهای آهن ، گارنت و گروه مس) می باشد. زیر گروه  $A_1$  نیز رده های  $A_{1-1}$  (منیتیت ، روتیل و ایلمنیت) و  $A_{1-2}$  (آپاتیت و طلا) را در بر می گیرد. در رده  $A_{1-1}$  کانیهای منیتیت ، روتیل ، ایلمنیت همبود بسیار خوبی با همدیگر نشان می دهند، و با همبود خوب به کانیهای رده  $A_{1-2}$  (آپاتیت و طلا)

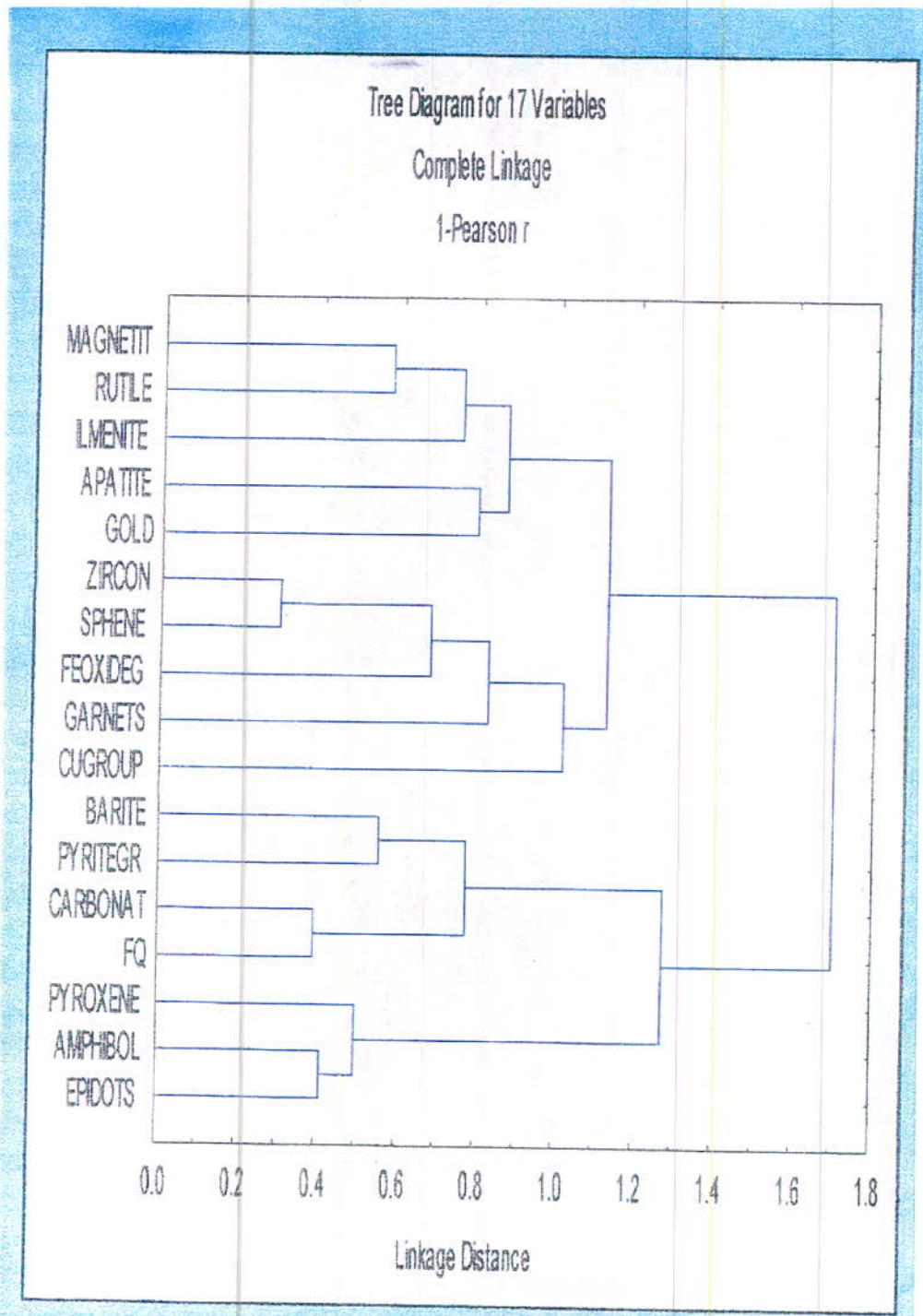
متصل شده اند. مجموعه کانی های زیر گروه  $A_1$  با همبود نسبی در کنار کانیهای زیر گروه  $A_2$  قرار گرفته اند. کانی های منیتیت، روتیل و ایلمنیت انطباق خوبی با مگاپرفیر آندزیت ها ( $E^v$ ) و تاحدودی با توف، توف ماسه ای، آندزیت و آندزیت - بازالتی ( $E^{t.bc}$ ) نشان می دهند، در صورتیکه کانی های آپاتیت و طلا دارای بیشترین انطباق با واحد توف، توف ماسه ای، آندزیت و آندزیت بازالتی ( $E^{t.bc}$ ) و انطباق متوسطی با واحد مگاپرفیر آندزیت دارند.

در زیر گروه  $A_2$  کانی های زیرکن، اسفن، گروه اکسیدهای آهن، گارنت و خانواده مس همبود بسیار خوبی با همدیگر داشته و با همبود نسبی به کانیهای زیر گروه  $A_1$  وصل شده اند. در بین اعضای این زیر گروه نیز بیشترین همیافتی مربوط به کانی های زیرکن، اسفن، اکسیدهای آهن و گارنت است. مجموعه این کانیها بیشترین انطباق را با واحد مگاپرفیر آندزیت ( $E^v$ ) نشان می دهند. کانی سازی مس که بصورت ملاکیت، بروکانتیت و کالکوزیت در این منطقه تظاهر دارد، به احتمال از نوع رگه ای که در سنگ میزبان مگاپرفیر آندزیت جای گرفته است، گسترش محدود کانی سازی مس نیز تا حدودی مؤید این گفته است.

گروه B: این گروه شامل زیر گروه های  $B_1$  (باریت، خانواده پیریت، کربنات کلسیم و فلدسپات - کوارتز) و  $B_2$  (پیروکسن، آمفیبول و اپیدوت) می باشد. زیر گروه  $B_1$  نیز رده های  $B_{1-1}$  (باریت و خانواده پیریت) و  $B_{1-2}$  (کربنات کلسیم و فلدسپات - کوارتز) را در بر می گیرد. در رده  $B_{1-1}$  کانی های باریت و خانواده پیریت همبود بسیار خوبی با همدیگر داشته، و با همبود خوب به رده  $B_{1-2}$  (کربنات کلسیم

و فلسپات - کوارتز) متصل شده اند. مجموعه کانی های زیر گروه  $B_1$  انطباق خوبی با واحدهای آگلومرا، توف برش، توف و آندزیت ( $E^{bc,t}$ ) و توف، توف ماسه ای، آندزیت و آندزیت بازالتی ( $E^{t,bc}$ ) منطقه نشان می دهند.

در زیرگروه  $B_2$  کانی های پیروکسن، آمفیبول و اپیدوت همبند بسیار خوبی با همدیگر نشان می دهند و در این میان بیشترین همبند مربوط به کانی های آمفیبول و اپیدوت می باشد. کانی های زیر گروه  $B_2$  با همبند نسبی به مجموعه زیرگروه  $B_1$  وصل شده اند. کانی های زیر گروه  $B_2$  (بویژه پیروکسن) از توزیع قابل ملاحظه در بیشتر رخنمون های سنگی منطقه نشان می دهد، ولی در این بین بیشترین انطباق را با واحدهای  $E^{t,bc}$  و  $E^{bc,t}$  دارا هستند.



شکل شماره (۳-۲۱) نمودار درختی داده های خام کانیهای سنگین (روش آنالیز خوشه ای)

۳-۵- معرفی مناطق امید بخش ، نتیجه گیری و پیشنهادات :

۳-۵-۱- معرفی مناطق امید بخش

با جمع بندی اطلاعات و با توجه به نتایج کلیه داده های ژئوشیمیایی (تک متغیره و چند متغیره) ، کانیهای سنگین ، نقشه زمین شناسی ، بررسی های زمین شناسی اقتصادی ، مناطق خاصی که دارای نتایج قابل قبول و تجمع این متغیرها هستند، انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. این مناطق خاص می تواند هم در ارتباط با پدیده های کانی سازی و آلتراسیون باشند و هم در ارتباط با هاله های ژئوشیمیایی کاذب ، آلودگیهای معدنی و محیط زیستی است که با کنترل نهایی می توان نتایج را مورد بررسی قرار داد.

با توجه به مطالعات انجام شده به تقریب دو منطقه را که احتمال کانی سازی یا پدیده هایی مرتبط با کانی سازی هستند را می توان در اولویت قرار داد (با توجه به نتایج، مناطق دیگری نیز وجود دارند که از گسترش یا شدت ناهنجاری خوبی برخوردار نمی باشند). این مناطق عموماً از انطباق چندین آنومالی ژئوشیمیایی و نتایج خوب کانیهای سنگین در آن مناطق است. مناطق مذکور از گسترش و شدت مناسبی نیز برخوردار هستند. شرح مختصری در ارتباط با این مناطق بصورت ذیل ارائه می گردد.

منطقه امید بخش شماره (۱):

این منطقه از جنوب روستای ناواشنق شروع شده و تا ۲ کیلومتری شمال شرق روستای فوق ادامه دارد در این منطقه سنگهای آندزیت مگاپرفیری گسترش

یافته اند. در این منطقه هیچگونه گسلی عبور نکرده است و فقط رانش زمین در دو منطقه صورت گرفته است. روند عمومی این منطقه به تقریب شمال شرق - جنوب غرب است. ناهنجاریهایی که در این منطقه رخ داده است ناهنجاری درجه ۱ و ۲ تفره، ناهنجاری درجه ۲ آرسنیک، ناهنجاری درجه ۲ و ۳ طلا، ناهنجاری درجه ۲ و ۳ باریم، ناهنجاری درجه ۱ و ۲ مس و ناهنجاری عناصر جیوه، مولیبدن، آنتیموان، استرانسیم و تنگستن هستند. در روش چند متغیره و محاسبه ناهنجاریهای فاکتوری مناطق ناهنجاری بدست آمده است که بیشتر در ارتباط با ناهنجاریهای فاکتور چهارم و پنجم هستند. فاکتور چهارم در ارتباط با عناصر سرب و آرسنیک و فاکتور پنجم در ارتباط با عنصر طلا است. مهمترین نمونه ها در ارتباط با عناصر و فاکتور ها به ترتیب نمونه های ۷، ۱۹ A، ۱۹، ۲۱، ۱۴، ۱۳، ۵ و ۴ است. از همین منطقه نمونه های کانی سنگین به شماره ۳، ۷، ۲۷ برداشت شده است. نکته قابل توجه وجود نرات مالاکیت، بروشانیت، کالکوزیت به همراه اکسیدهای آهن، پیریت، پیریت اکسیدو ایلمنیت در نمونه های ۳ و ۷ است. بنابراین وجود کانی سازی مس به همراه طلا در منطقه بسیار محتمل است. در همین منطقه مقدار زیرکن نیز بالا می باشد که با توجه به نقشه زمین شناسی هیچگونه رخنمونهایی از سنگهای آذرین نفوذی و نیمه نفوذی مشخص شده است. احتمالاً در زیر ولکانیکهای این منطقه چنین سنگهایی نفوذ کرده باشند که در سطح رخنمون نداشته ولیکن آبراهه های موجود در این منطقه سنگهای فوق را قطع نموده اند.

## منطقه امید بخش شماره (۲):

این منطقه از جنوب غرب بیلاق مصطفی لو شروع شده و تا یک کیلومتری شمال روستای فوق ادامه دارد. در این منطقه سنگهای آندزیت مگاپرفیری گسترش یافته اند. از این منطقه هیچگونه گسلی عبور نکرده است و هیچ پدیده تکتونیکی نیز ثبت نگردیده است. روند عمومی این منطقه به تقریب شمالی - جنوبی است. ناهنجاریهایی که در این منطقه رخ داده است. ناهنجاری درجه ۲ و ۳ نقره، ناهنجاری درجه ۳ آرسنیک، ناهنجاری درجه ۱ طلا، ناهنجاری ۱ و ۲ باریم، ناهنجاری درجه ۲ و ۳ مس و ناهنجاری عناصر جیوه، منگنز، مولیبدن، آنتیموان، تنگستن و روی هستند. در روش چند متغیره و محاسبه ناهنجاریهای فاکتوری مناطق ناهنجاری بدست آمده است که بیشتر در ارتباط با ناهنجاریهای فاکتور دوم و سوم است. فاکتور دوم در ارتباط با عناصر مولیبدن، قلع، تنگستن، آنتیموان و بریلیم است و فاکتور سوم در ارتباط با عناصر نیکل، کرم با ضریب مثبت و استرانسیم با ضریب منفی است. مهمترین نمونه های مرتبط با ناهنجاریهای فاکتوری به ترتیب ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۵۹، ۱۵۶، ۱۳۳ و ۱۲۴ است از همین منطقه نمونه های کانی سنگین به شماره ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۳۵ و ۱۳۴ برداشت گردیده است در نمونه ۱۳۴ مقدار اکسیدهای آهن، پیریت اکسید قابل توجه است. در نمونه های ۱۳۴، ۱۴۷ و ۱۴۸ مقدار هماتیت و اپیدوت قابل توجه است. کانی مهم در ارتباط با کانی سازی طلا یا مس در نمونه های کانی سنگین مشاهده نشده است ولیکن مقدار زیرکن و آپاتیت بسیار قابل توجه است. با توجه به نقشه زمین شناسی، توده های نفوذی در سطح وجود ندارند و یا از



گسترش قابل توجهی برخوردار نمی باشد. با توجه به منطقه امید بخش اول و احتمال حضور توده های نفوذی در عمق در منطقه دوم نیز کانی سازی محتمل است.

### ۳-۵-۲- نتیجه گیری :

مطالعات ژئوشیمیایی، زمین شناسی و کانی های سنگین انجام گرفته در محدوده شمال خلخال (با غروداغ) منجر به نتایجی گردیده است که بطور خلاصه به شرح ذیل آورده شده است .

۱- در تهیه نقشه زمین شناسی آثار معدنی خاصی مشاهده نگردیده است فقط در مواردی تکه های سیلیسی آمورف و رگه های کلسیتی مشاهده شده است که بزرگترین رگه کلسیتی در حدود ۵۰ متر طول و ضخامتی در حدود نیم الی ۲ متر را دارا است . واحدهای زمین شناسی منطقه تماماً شامل رخساره های مختلف سنگهای آذرین زمان ائوسن است .

۲- در داده پردازی تک متغیره و ضرائب همبستگی نشان از دو جامعه ای بودن بعضی از عناصر وجود دارد که بیشتر درارتباط با تنوع لیتولوژی منطقه است تا مرتبط با پدیده های کانی سازی ، البته در مورد عناصر مس ، طلا، باریم و احتمالاً سرب و روی جامعه دوم که شامل تعداد نمونه های کمی نیز می باشند، مرتبط با زونهای کانی سازی یا هاله های آلتراسیون هستند.

۳- در داده پردازی چند متغیره همبود عناصر به روش آنالیز خوشه ای وتجزیه عاملی مشخص گردیده است که همبود بعضی از عناصر در ارتباط با تنوع لیتولوژی منطقه و همبود بعضی از عناصر دیگر در ارتباط با زونهای مینرالیزه یا هاله های آلتراسیون است. نکته قابل توجه در آنالیز خوشه ای جداسازی ضرائب همبستگی مثبت و منفی و بررسی روابط ژئوشیمیایی عناصر است .

انطباق خوب ناهنجاریهای چند متغیره با ناهنجاریهای تک متغیره نشان از پروسس مناسب داده ها و تفکیک مناطق ناهنجا است.

۴- با ترسیم نقشه های ناهنجاری عناصر تک متغیره  $Pb, Co, Ba, As, Ag$  و  $Zn$  و  $Au$  و نقشه های چند متغیره فاکتور اول و دوم زونهای ناهنجاری مشخص شده است که از تلفیق این زونها چند محدوده به تقریب با اهمیت معرفی گردیده است.

۵- با توجه به مطالعات کانی سنگین و مشاهده دو ذره مشکوک به طلا و نقره، چند ذره ملاکیت و کالکوزیت مقدار قابل توجهی پیریت، زیرکن، آپاتیت، پیریت اکسید و انطباق این ذرات با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی نشان از پدیده های کانی سازی یا هاله های آلتراسیون است ولیکن این پدیده های دارای گسترش کم در منطقه مورد مطالعه می باشند.

۶- تلفیق داده های کانی سنگین و داده های ژئوشیمیایی به همراه نقشه های زمین شناسی و فیلتره نمودن داده ها منجر به جدا سازی دو منطقه امید بخش گردیده است که احتمالاً در آنها کانی سازی مس به همراه باریت و به احتمال ضعیف تر طلا رخ داده است.

۷- احتمال وجود مناطق مستعد دیگر در این منطقه کم می باشد ولیکن به نظر می رسد به سمت شرق محدوده فوق علی الخصوص به سمت شهرستان خلخال مناطق مستعدی وجود داشته باشد..

۸- با توجه به ناهنجاریها و نقشه زمین شناسی ، سنگهای آندزیت مگاپرفیری که در آنها توده های نفوذی عمل کرده باشند، کانی سازی یا هاله های آلتراسیون بسیار محتمل می باشند.

۹- در مجموع سمت شرقی منطقه به لحاظ ناهنجاریهای ژئوشیمیائی و کانی سنگین با اهمیت تراز سمت غربی منطقه تلقی می گردد.

### ۳-۵-۳- پیشنهادات :

- ۱- سنگهای آندزیت مگاپرفیری به لحاظ کانی سازی مستعدتر می باشند بنابراین در طرحهای اکتشافی مناطق مشابه به این نکته باید توجه نمود علی الخصوص در مناطقی که در مطالعات کانیهای سنگین، کانیهای زیرکن و آپاتیت با همدیگر باشند که همبود آنها نشان از وجود احتمالی توده های نفوذی است.
- ۲- در منطقه امید بخش اول با توجه به مشاهده کانیهای مالاکتی و کالکوزیت در کانیهای سنگین و ناهنجاریهای مس ، طلا و باریم در همین منطقه، احتمال رخنمون کانی سازی در سطح زمین بسیار بالا می باشد . بنابراین پی جویی های چکشی و تهیه نقشه زمین شناسی بزرگ مقیاس در منطقه مفید می باشد. پس از مشاهده زونهای کانی سازی لازم است که بصورت سیستماتیک و بصورت تکه ای یا کانالی نمونه برداری از رگه یا زونهای کانی سازی صورت بگیرد نمونه های برداشت شده برای آنالیز عناصر با ارزش همچون طلا، مس ، سرب روی ، نقره مورد تجزیه قرار گرفته و در صورت مناسب بودن نتایج حفر ترانشه و چاهک الزامی به نظر می رسد. مطالعات مقاطع صیقلی و نازک برای بررسی های سنگ شناسی و مینرالوژیکی الزامی به نظر می رسد. در صورت وجود هاله های آلتراسیون بررسی زونهای آلتراسیون و تشخیص نوع آن لازم می باشد، بنابراین انجام آنالیزهای XRF و XRD برای تشخیص موارد فوق لازم است.

۳- در منطقه امید بخش دوم با توجه به عدم مشاهده کانیهای با ارزش در صورت مثبت بودن نتایج منطقه امید بخش شماره یک این منطقه همانند منطقه اول مورد اکتشاف نیمه تفصیلی قرار گیرد.

۴- به نظر می آید با توجه به نتایج بدست آمده محدوده های شرقی منطقه که خارج از محدوده اکتشافی هستند علی الخصوص در مسیر جاده شهرستان خلخال به محدوده فوق اکتشافی مقدماتی لازم یا حتی المقدور مورد بررسی قرار گیرد.

۵- بررسی تصاویر ماهواره ای مناطق مجاور به لحاظ کشف هاله های آلتراسیون می تواند در اکتشاف مناطق دیگر مؤثر واقع گردد.

۶- با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه اکتشاف چنین مناطقی در فصل های مناسب طراحی و اجرا گردد.

۷- با توجه به شرایط توپوگرافی چنین مناطقی و عدم دسترسی به چنین مناطقی بصورت آسان ، روش اکتشافی ژئوشیمیایی و کانیهای سنگین توام با هم دیگر مناسب و مفید می باشد که برای مناطق مشابه اکتشافی آتی الزامی به نظر می رسد.

# ضمیمہ ۱

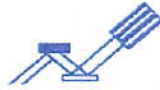


Sample	khal-H-1	khal-H-2	khal-H-3	khal-H-7	khal-H-10	khal-H-21	khal-H-27	khal-H-37
A	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
B	19	19	22	21	22	18	20	17
C	19	19	22	21	22	18	20	17
Y	18	18	14	5	21.5	17	19	15
Magnetite	19.25	76.5	64	24.5	85	45	70	52
Apatite	1	1.75	2.5	2.75	1	2.5	2.25	4
Zircon	0.25	0.75	1	1.25	0.25	0.5	0.75	1.5
Rutile		0.01	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01
Anatase								
Sphene	0.1	0.15	0.15	0.1	0.01	0.05	0.1	0.3
Leucosene								
Barite	0.01	0.01	0.025	0.01			0.01	
Pyrite		0.025	0.15	0.05	0.1	0.01	0.05	0.05
Ca.carbonate	0.75	0.5	0.25	0.25	0.15	1	0.25	1
F.,Q.	1	0.75	0.5	0.5	0.25	1.5	0.5	1.5
Nigrine								
Brochantite			0.01					
Malachite			0.01	0.025				
Chalcocite			0.01					
Cerussite								
Gold								
Hematite	0.9	6	1.25	34	4.5	1.5	6	5
Goethite	0.01	0.075	0.01	7.5	0.075	0.01	0.01	0.01
Limonite				0.01				
Pyroxenes	64	11	27.5	18.5	11	25	18.5	19.5
Amphiboles	1.35	0.3	1.25	1.5	0.45	0.9	0.6	1.25
Epidots	0.45	0.075	0.5	0.9	0.075	0.6	0.2	0.5
Garnets		0.3	0.01	0.01		0.15	0.01	0.01
Chlorits	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Biotite		0.01	0.01	0.01	0.01			
Pyrite limonite				0.01				
Pyrite oxide			0.01	0.15		0.01	0.01	0.01
Oligiste								
Ilmenite			0.125		0.075	0.01	0.1	
Martite		0.075	0.01		0.3	0.01	0.1	0.01
Sericite				0.01				





Sample	khal-H-64	khal-H-65	khal-H-89	khal-H-111	khal-H-117	khal-H-134	khal-H-135
A	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
B	18	17	19	17	17	18	23
C	18	17	19	17	17	18	23
Y	17	16	18	16	16	17	16
Magnetite	56	30	95	16	48	85	17.5
Apatite	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	2.5	3
Zircon	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	1.5	2.25
Rutile							
Anatase							
Sphene							0.075
Leucosene							.
Barite			0.01				
Pyrite			0.05				
Ca. carbonate	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.25	0.01
F.,Q.	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	1.5
Nigrine							
Brochantite							
Malachite							
Chalcocite							
Cerussite							
Gold							
Hematite	2	2	2	1.2	0.2	3.75	0.01
Goethite	0.01		0.025		0.01	0.075	
Limonite							
Pyroxenes	36	54	2.25	62	46	7	44
Amphiboles	1	4	0.15	3	0.6	0.75	2.5
Epidots	0.2	0.8	0.025	1.8	0.1	0.3	1.5
Garnets			0.01	0.01			0.01
Chlorits	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.075	0.01
Biotite						0.01	
Pyrite limonite			0.01				
Pyrite oxite			0.25			0.075	
Oligiste							
Ilmenite			0.01				
Martite	0.01		0.025			0.75	



Sample	khal-H-147	khal-H-148	khal-H-55	khal-H-112	khal-H-60	khal-H-32	khal-H-145
A	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
B	20	20	18	16	19	20	18
C	20	20	18	16	19	20	18
Y	18	19.5	17	15	18	19	17
Magnetite	59.5	64	22.5	72	72	63.7	76.5
Apatite	2.25	2.5	3.25	3.5	3.5	4	4
Zircon	1	1				0.01	
Rutile	0.01			0.01	0.01	0.01	
Anatase							
Sphene	0.1	0.15					
Leucoxene							
Barite					0.01		
Pyrite							
Ca.carbonate	0.01	0.01	0.5	0.25	0.25	0.025	0.25
F.,Q.	0.5	0.25	0.75	0.5	0.75	0.75	0.5
Nigrine							
Brochantite							
Malachite							
Chalcocite							
Cerussite					0.01		
Gold					0.01		
Hematite	8.5	8.2	2.5	0.14	2	1.5	1.2
Goethite	0.01	0.01	0.5	0.1	0.1	0.01	0.07
Limonite			0.25	0.01	0.01	0.01	0.01
Pyroxenes	18.5	12.25	40	17	15	17	12
Amphiboles	1.5	2	0.5	1	3	0.75	0.25
Epidots	0.45	0.4					0.01
Garnets	0.01						
Chlorits	0.08	0.01					
Biotite							
Pyrite limonite			0.01	0.2	0.2	0.125	0.07
Pyrite oxite			0.25	0.2	1	0.25	0.15
Oligiste							
Ilmenite							
Martite							
Sericite							



Sample	khal-H-100	khal-H-97	khal-H-68	khal-H-137	khal-H-139	khal-H-23	khal-H-75
A	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
B	20	20	19	18	16	20	18
C	20	20	19	18	16	20	18
Y	18	19	18	17	15	18	16
Magnetite	60	85.5	72	56	59.5	33	42
Apatite	1.5	3.25		3.25	3.5	3.5	3.25
Zircon							
Rutile							
Anatase							
Sphene							
Leucoxene							
Barite				0.05	0.01	0.01	0.05
Pyrite		0.1	0.15	0.1	0.05	0.025	0.1
Ca.carbonate	1					0.5	0.5
F.,Q.	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.75
Nigrine							
Brochantite							
Malachite							
Chalcocite							
Cerussite							
Gold							
Hematite	0.2	0.1	0.3	0.9	0.6	4.5	2.8
Goethite	0.01		0.01	0.15	0.15	0.025	0.01
Limonite	0.1	0.05	0.1	0.15	0.15	3.15	0.8
Pyroxenes	17	9	8.5	22.5	24	29.2	28
Amphiboles	1.3	1.2	0.5	1.5	0.75	1.2	1
Epidots						0.01	
Garnets							
Chlorits							
Biotite							
Pyrite limonite		0.01	0.05	0.01	0.3	0.01	0.01
Pyrite oxite	0.01	0.01		0.15	0.01	0.025	0.2
Oligiste							
Ilmenite		0.05	0.01				
Martite							
Sericite							



Sample	khal-H-108	khal-H-158	khal-H-81	khal-H-70	khal-H-78	khal-H-44	khal-H-45
A	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
B	17	21	20	18	18	17	18
C	17	21	20	18	18	17	18
Y	16	19	19	16	16	15	17
Magnetite	56	56	30	45.5	64	45.5	85.5
Apatite	3.25	3	2.5	4.25	3.5	3.75	3.25
Zircon							0.5
Rutile							0.01
Anatase							
Sphene							
Leucoxene							
Barite	0.01	0.025	0.01	0.01	0.01		
Pyrite	0.01	0.01	0.01	0.025	0.05	0.025	
Ca.carbonate	0.75	0.5	0.75	0.05	0.75	0.5	0.025
F.,Q.	0.5	1	1.5	0.25	0.25	0.5	0.25
Nigrine							
Brochantite							
Malachite							
Chalcocite							
Cerussite							
Gold							
Hematite	3	1.5	4	1.5	0.4	0.9	0.5
Goethite	0.01	0.15	0.2		0.1	0.3	
Limonite	0.9	0.15	0.01	0.15	0.01	0.15	0.05
Pyroxenes	21	24	32	24	17	24	6
Amphiboles	0.5	0.75	1.5	0.5	0.25	0.75	
Epidots	0.01			0.01			
Garnets							
Chlorits							
Biotite							
Pyrite limonite	0.15		0.01	0.01	0.01	0.3	
Pyrite oxide	0.15	0.01		0.01	0.01	0.15	
Oligiste							0.01
Ilmenite							1.5
Martite							
Sericite							



Sample	khal-H-110	khal-H-126	khal-H-118	khal-H-72	khal-H-88	khal-H-140	khal-H-129
A	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
B	19	17	18	19	19	19	16
C	19	17	18	19	19	19	16
Y	18	16	17	17	15	18	15
Magnetite	60	36	35	56	60	76.5	30
Apatite	3.25	1.75	2	1.5	3	2.25	1
Zircon	0.025	0.01					
Rutile							
Anatase							
Sphene							
Leucosene							
Barite	0.025	0.01	0.025			0.01	0.025
Pyrite	0.15	0.025	0.025	0.01	0.01	0.025	0.01
Ca. carbonate	0.25	1	0.5	0.5	0.25	0.25	1
F.,Q.	0.1	1	1	1.5	0.5	0.75	1.25
Nigrine							
Brochantite							
Malachite							
Chalcocite							
Cerussite						0.01	
Gold	0.01						
Hematite	0.6	0.4	1.5	0.4	0.6	0.7	4
Goethite	0.1	0.01	0.15	0.01	0.1	0.05	0.2
Limonite	0.01	0.2	0.15	0.1	0.2	0.05	0.01
Pyroxenes	16	32	22.5	17	16	8	28
Amphiboles	0.5	1.1	0.75	0.5	0.25		1
Epidots	0.01	0.01	0.01		0.01	0.01	
Garnets							
Chlorits					0.01		
Biotite							
Pyrite limonite	0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Pyrite oxide		0.2	0.15	0.2	0.2	0.05	0.2
Oligiste							
Ilmenite	0.4						
Martite							
Sericite							



Sample	khal-H-43	khal-H-71	khal-H-39	khal-H-42
A	10000	10000	10000	10000
B	16	17	18	20
C	16	17	18	20
Y	15	16	17	18
Magnetite	22.5	25	68	42
Apatite	0.75	1.25	4	3
Zircon				
Rutile				
Anatase				
Sphene				
Leucosene				
Barite	0.025	0.05		0.025
Pyrite		0.05	0.05	
Ca. carbonate	2	1.25	0.125	1
F., Q.	1.25	1.5	0.5	0.5
Nigrine				
Brochantite				
Malachite				
Chalcocite				
Cerussite				
Gold				
Hematite	6	5	1	1.5
Goethite	0.25	0.5	0.1	0.15
Limonite	0.25	0.01	0.01	0.15
Pyroxenes	40	37.5	16	24
Amphiboles	1.7	1.5	0.75	0.5
Epidots				
Garnets				
Chlorits				
Biotite				
Pyrite limonite		0.25	0.01	
Pyrite oxide	1	2.5	0.1	0.01
Oligiste				
Ilmenite				
Martite				
Sericite				

# ضمیمہ ۲

Table ( ):The Results of Heavy Mineral Samples in KHALKHALE Area.(N=47 , unit in Ppm).

Sampid	khal-H-37	khal-H-64	khal-H-65	khal-H-89	khal-H-111	khal-H-112	khal-H-134
Magnetite	2020.2	2465.7	1243.2	4428.9	663.0	1989.1	3742.6
Apatite	95.1	0.3	0.3	1.4	0.3	0.3	67.4
Zircon	52.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	59.7
Rutile	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Anatase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sphene	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Leucosene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barite	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
Pyrite	1.9	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0
Ca carbonate	20.3	0.2	0.2	0.2	1.1	0.2	5.8
F.Q.	29.8	1.1	0.2	0.2	0.2	0.2	11.3
Nigrine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brochantite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Malachite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chalcocite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cerussite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hematite	197.3	89.4	84.2	94.7	50.5	8.4	167.7
Goethite	0.3	0.4	0.0	1.0	0.0	0.4	2.8
Limonite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pyroxenes	468.0	979.2	1382.4	64.8	1587.2	1177.6	190.4
Amphiboles	30.0	27.2	102.4	4.3	76.8	15.4	20.4
Epidots	12.8	5.8	21.8	0.8	49.0	2.7	8.7
Garnets	0.3	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0
Chlorite	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	1.9
Biote	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Pyrite limonite	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
Pyrite oxide	0.3	0.0	0.0	10.1	0.0	0.0	2.9
Oligiste	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ilmenite	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
Marlite	0.4	0.4	0.0	1.1	0.0	0.0	31.9
Sericite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Table( ):The Results of Heavy Mineral Samples in KHALKHALE Area.(N=47 , unit in Ppm).

Samplid	khal-H-138	khal-H-147	khal-H-148	khal-H-55	khal-H-112	khal-H-60	khal-H-32
Magnetite	725.2	2773.9	3232.3	990.7	2797.2	3356.6	3134.7
Apatite	76.1	64.2	77.3	87.6	83.2	99.9	120.5
Zircon	84.2	42.1	45.6	0.0	0.0	0.0	0.4
Rutile	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4
Anafase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sphene	2.1	3.1	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Leucoxene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
Pyrite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ca.carbonate	0.2	0.2	0.3	11.5	5.1	6.1	0.6
F.,Q.	31.8	11.9	6.5	16.9	9.9	17.9	18.9
Nigrine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brochantite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Malachite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chalcocite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cerussite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0
Gold+Silver	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Hematite	0.4	402.4	420.5	111.8	5.5	94.7	75.0
Goethite	0.0	0.4	0.4	18.7	3.3	4.0	0.4
Limonite	0.0	0.0	0.0	8.1	0.3	0.3	0.4
Pyroxenes	1126.4	532.8	382.2	1088.0	408.0	432.0	516.8
Amphiboles	64.0	43.2	62.4	13.6	24.0	86.4	22.8
Epidots	40.8	13.8	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Garnets	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chlorits	0.2	2.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Biotite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pyrite limonite	0.0	0.0	0.0	0.4	6.7	8.0	5.3
Pyrite oxite	0.0	0.0	0.0	9.6	6.8	40.5	10.7
Oligiste	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ilmenite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Martite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sericite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table( ):The Results of Heavy Mineral Samples in KHALKHALE Area.(N=47 , unit in PPM).

Samplid	khal-H-145	khal-H-100	khal-H-97	khal-H-68	khal-H-137	khal-H-139	khal-H-23
Magnetite	3368.3	2797.2	4207.5	3356.6	2465.7	2311.6	1538.5
Apatite	107.8	42.8	97.9	0.0	87.6	83.2	99.9
Zircon	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rutile	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Anatase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sphene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Leucoxene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barite	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.3	0.4
Pyrite	0.0	0.0	4.8	6.8	4.3	1.9	1.1
Ca.carbonate	5.8	24.4	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2
F.,Q.	11.3	11.9	6.3	6.0	11.3	9.9	11.9
Nigrine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brochantite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Malachite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chalcocite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cerussite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hematite	53.7	9.5	5.0	14.2	40.2	23.7	213.0
Goethite	2.6	0.4	0.0	0.4	5.6	5.0	1.0
Limonite	0.3	3.4	1.8	3.4	4.8	4.3	107.7
Pyroxenes	326.4	489.6	273.6	244.8	612.0	576.0	841.0
Amphiboles	6.8	37.4	36.5	14.4	40.8	18.0	34.6
Epidots	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Garnets	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chlorite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biotite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pyrite limonite	2.6	0.0	0.4	2.0	0.4	10.0	0.4
Pyrite oxide	5.7	0.4	0.4	0.0	5.7	0.3	1.0
Oligiste	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ilmenite	0.0	0.0	2.2	0.4	0.0	0.0	0.0
Martite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sericite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table( ):The Results of Heavy Mineral Samples in KHALKHALE Area.(N=47 , unit in Ppm).

Samplid	khal-H-75	khal-H-108	khal-H-158	khal-H-81	khal-H-70	khal-H-78	khal-H-44
Magnetite	1740.5	2320.6	2755.8	1476.3	1885.5	2652.2	1767.7
Apatite	82.4	82.4	90.3	75.3	107.8	88.8	89.2
Zircon	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rutile	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Anatase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sphene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Leucoxene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barite	1.8	0.4	1.1	0.4	0.4	0.4	0.0
Pyrite	4.0	0.4	0.5	0.5	1.0	2.0	0.9
Ca carbonate	10.8	16.3	12.9	19.3	1.1	16.3	10.2
F.O.	15.9	10.6	25.2	37.8	5.3	5.3	9.9
Nigrine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brochantite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Malachite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chalcocite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cerussite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hemalite	117.8	126.2	75.0	199.9	63.1	16.8	35.5
Goethite	0.4	0.4	6.3	8.4	0.0	3.5	9.9
Limonite	24.3	27.4	5.4	0.4	4.6	0.3	4.3
Pyroxenes	718.8	637.6	729.6	972.8	614.4	435.2	576.0
Amphiboles	25.6	12.8	22.8	45.6	12.8	6.4	18.0
Epidots	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
Garnets	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chlorits	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biotite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pyrite limonite	0.4	5.3	0.0	0.4	0.4	0.4	10.0
Pyrite oxide	7.2	5.4	0.4	0.0	0.4	0.4	5.1
Oligiste	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ilmenite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Marlite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sericite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 1: The Results of Heavy Mineral Samples in KHALKHALE Area. (N=47, unit in Ppm).

Sample	khai-H-45	khai-H-110	khai-H-113	khai-H-114	khai-H-72	khai-H-88	khai-H-140
Magnetite	3764.6	2797.2	1491.8	1541.1	2465.7	2331.0	3566.4
Apatite	97.6	92.7	44.4	53.9	40.4	71.3	64.2
Zircon	19.9	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Rutile	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Anatase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sphene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Leucosene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barite	0.0	1.0	0.4	1.0	0.0	0.0	0.4
Pyrite	0.0	6.8	1.0	1.1	0.4	0.4	1.1
Ca carbonate	0.6	8.1	21.7	11.5	11.5	5.1	6.1
F.O.	5.6	2.4	21.2	22.5	33.8	9.9	17.9
Nigrine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brochantite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Malachite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chalcocite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cerussite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
Gold+Silver	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hematite	22.4	28.4	16.8	67.1	17.9	23.7	33.1
Goethite	0.0	4.0	0.4	5.6	0.4	3.3	2.0
Limonite	1.6	0.3	6.1	4.8	3.2	6.7	1.7
Pyroxenes	183.2	460.8	819.2	612.0	462.4	384.0	230.4
Amphiboles	0.0	14.4	28.2	20.4	13.6	8.0	0.0
Epidots	0.0	0.3	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3
Garnets	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chlorite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Biotite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pyrite limonite	0.0	4.0	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4
Pyrite oxide	0.0	0.0	7.2	5.7	7.7	6.8	2.0
Oligite	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ilmenite	59.9	16.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Marite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sericite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table( ) :The Results of Heavy Mineral Samples in KHALKHALE Area.(N=47 , unit in PPM).

Sampid	khal-H-123	khal-H-43	khal-H-71	khal-H-39	khal-H-42
Magnetite	1165.5	874.1	1036.0	2994.0	1958.0
Apatite	23.8	17.8	31.7	107.8	85.6
Zircon	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rutile	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Anatase	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sphene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Leucocoxene	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Barite	0.8	0.8	1.8	0.0	1.0
Pyrite	0.4	0.0	2.0	2.1	0.0
Ca. carbonate	20.3	40.7	27.1	2.9	24.4
F..Q.	24.8	24.8	31.8	11.3	11.9
Nigrine	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brochantite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Malachite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chalcocite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cerussite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gold	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hematite	157.8	236.7	210.4	44.7	71.0
Goethite	6.8	8.3	17.6	3.7	5.9
Limonite	0.3	7.1	0.3	0.3	5.1
Pyroxenes	672.0	960.0	960.0	435.2	691.2
Amphiboles	24.0	40.8	38.4	20.4	14.4
Epidots	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Garnets	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chlorits	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biotite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pyrite limonite	0.3	0.0	8.9	0.4	0.0
Pyrite oxide	6.8	33.8	90.0	3.8	0.4
Oligiste	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ilmenite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Martite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sericite	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

# ضمیمہ ۳



SAMPLE	Au	Cr	Mn	Sr	Ba	Be	Ti	Fe	Hg	Ag	As
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	2	5	0.1	0.2	0.2	10	100	0.05	0.01	0.5
KHAL-001	2	97	2020	715	490	1.8	12000	126000	<	<	3.5
KHAL-009	2	31	1010	908	818	2.3	5550	57600	<	0.01	9.4
KHAL-011	2	54	1480	629	767	2.5	9480	91200	<	0.07	9.8
KHAL-012	2	39	1880	726	462	1.9	9490	111000	<	<	5.5
KHAL-015	2	42	1930	739	552	1.9	9840	111000	<	<	6.1
KHAL-022	2	31	1150	1080	754	2.3	5780	65200	<	0.08	6
KHAL-023	2	62	2090	871	549	2	10600	122000	<	0.05	2.9
KHAL-029	4	35	1400	708	897	2.6	6180	59000	<	0.08	6.7
KHAL-031	2	36	1350	848	499	1.8	6060	78400	<	0.04	4.7
KHAL-033	2	23	765	536	724	1.7	4760	39500	<	0.1	4.6
KHAL-035	2	31	1200	708	434	1.4	5700	69600	<	0.03	3.8
KHAL-039	2	21	1020	509	713	1.6	4790	39400	<	0.08	5.3
KHAL-042	2	34	1290	738	393	1.5	6740	81400	<	<	2.6
KHAL-045	2	141	1220	462	617	1.6	10500	99200	<	0.06	4.7
KHAL-050	2	34	1550	552	366	1.5	8510	103000	<	0.17	4.2
HKAL-057	2	49	923	527	704	1.7	6310	52800	<	0.12	4.4
KHAL-060	2	70	1950	615	414	1.4	10000	121000	<	0.09	2.9
KHAL-061	1	99	2490	494	330	1.3	11500	152000	<	0.03	1.9
KHAL-062	2	37	1520	730	435	1.5	7850	91400	<	0.07	3.3
KHAL-063	3	44	1760	883	486	1.8	9600	109000	0.05	<	3.7
KHAL-064	2	42	1860	604	415	1.6	10600	123000	<	0.14	1.8
KHAL-065	2	32	1450	818	452	1.6	7890	95600	<	0.08	2.6
KHAL-066	1	29	1300	888	538	1.7	5750	72800	<	0.04	3.6
KHAL-067	2	45	2060	616	401	1.4	10300	119000	<	0.16	2.9
KHAL-068	1	37	2180	744	441	1.4	11200	130000	<	<	2.8
KHAL-069	2	28	1190	892	666	1.9	6770	75900	0.06	0.12	6.8
KHAL-070	2	28	1110	858	619	1.8	6520	73100	<	0.08	7.5
KHAL-071	2	115	2670	601	388	1.5	15000	168000	<	0.03	2.4
KHAL-072	2	26	1690	711	481	1.7	9280	107000	<	0.1	2.6
KHAL-073	2	116	1670	655	578	1.7	11300	117000	0.05	0.09	3.8
KHAL-074	1	62	2120	694	428	1.5	11300	131000	<	0.09	3.3
KHAL-075	2	60	2380	696	443	1.6	12400	147000	<	0.05	2.3
KHAL-077	2	44	2590	786	472	1.8	13800	159000	<	0.15	2.5
KHAL-078	2	37	1250	1210	647	2	7050	84800	<	0.12	8.3
KHAL-079	2	42	2260	752	458	1.6	12600	143000	<	0.06	3.2
KHAL-080	1	15	1810	881	545	1.5	8070	94200	<	0.1	1.9
KHAL-081	1	64	2130	690	465	1.6	11700	130000	<	0.06	3
KHAL-082	2	30	1860	596	446	1.6	9610	114000	<	0.14	2.6
KHAL-083	2	108	1840	940	505	1.7	12100	142000	<	0.23	3.8
KHAL-084	1	12	1220	788	532	1.7	5110	69400	<	0.05	2.6
KHAL-087	2	18	1510	842	509	1.6	7720	92700	<	0.05	1.8
KHAL-088	1	33	1160	945	724	1.7	6920	74800	<	0.09	4.3
KHAL-089	1	71	1500	664	687	1.9	12400	113000	<	0.12	3.7
KHAL-090	2	29	1510	756	515	1.7	7370	89300	<	0.07	3.1
KHAL-091	2	36	1260	629	523	1.7	8130	78900	<	<	3.3
KHAL-092	2	51	1980	680	448	1.6	15000	133000	<	0.06	0.6
KHAL-093	2	106	2100	613	399	1.5	15000	133000	<	<	2.2



SAMPLE	B	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	0.5	0.1	0.2	0.2	0.1	2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
KHAL-001	<	<	32.9	76.2	2.1	41	16.4	0.6	135	1.6	1.8
KHAL-009	<	0.1	16.6	80.6	2.4	20	19.1	0.9	74	1.5	2.6
KHAL-011	<	<	24.3	143	3.6	24	18.3	0.8	114	2	3.1
KHAL-012	<	<	30	63.5	1.4	26	15.4	0.4	121	1.5	1.1
KHAL-015	<	<	32.8	77.1	2.2	27	16.6	0.6	142	1.7	1.6
KHAL-022	<	0.1	18.6	84.2	2	21	17.7	0.7	78.3	1.2	1.8
KHAL-023	<	<	34.3	78.2	1.7	35	18.4	0.5	126	1.5	1.5
KHAL-029	<	<	15.5	144	2.8	18	21	1.1	76.2	1.6	3.6
KHAL-031	<	<	27.4	76.5	1.2	33	16.7	0.5	87.9	1.2	1.5
KHAL-033	<	<	13.5	145	2.9	17	19.2	0.9	74.4	1.7	2.9
KHAL-035	<	<	30	77.2	1.3	31	17.2	0.5	112	1.3	1.4
KHAL-039	<	<	14.2	124	3.7	22	15.8	0.8	78.6	1.6	2.8
KHAL-042	<	<	34.8	79.7	1.3	36	15.9	0.5	117	1.5	1.3
KHAL-045	<	<	25.8	104	4.9	32	27.9	0.9	177	2.6	2.4
KHAL-050	<	<	37.1	89.5	1.5	35	16.9	0.5	136	1.5	1.4
KHAL-057	<	<	17.6	138	3.7	21	16.3	0.7	97.5	1.9	2.9
KHAL-060	<	<	38.3	81.6	1.5	38	17.1	0.4	162	1.5	1.3
KHAL-061	<	0.1	47.2	76.3	1.5	48	16.5	0.3	184	1.4	0.9
KHAL-062	<	<	31.8	69.6	1.3	36	15.4	0.4	120	1.3	1.4
KHAL-063	<	0.1	48.2	111	1.9	42	23.7	0.6	188	2.2	2.3
KHAL-064	<	<	38.9	86.2	1.1	33	18.2	0.5	156	1.4	1.1
KHAL-065	<	<	33	75.6	1.1	30	14.9	0.4	125	1.3	1.3
KHAL-066	<	<	29.7	68.9	1.1	33	18.1	0.5	87	1.4	1.7
KHAL-067	<	0.1	37.4	68	1.5	33	15.6	0.4	155	1.6	1.2
KHAL-068	<	0.1	39.2	65	2.1	29	17.4	0.5	190	2.7	1.2
KHAL-069	<	0.1	29	95.9	2.4	31	20.1	0.7	116	1.8	2.1
KHAL-070	<	<	23.5	78.9	2.2	24	17.8	0.6	94.4	1.5	2
KHAL-071	<	0.1	47.8	77.1	1.6	48	16.1	0.4	200	1.8	1.4
KHAL-072	<	<	33.9	81.9	1.3	28	15.7	0.4	133	1.3	1.4
KHAL-073	<	<	30.9	89.3	2.2	41	16.7	0.5	133	1.7	1.7
KHAL-074	<	0.1	40.5	69.8	1.4	39	16.4	0.4	152	1.6	1.4
KHAL-075	<	<	41.8	75.9	1.6	39	17.1	0.4	172	1.7	1.3
KHAL-077	<	0.1	42.6	84.6	1.6	35	20.5	0.5	196	1.7	1.2
KHAL-078	<	0.1	30.6	69.3	1.7	33	19	0.6	103	1.4	1.5
KHAL-079	<	0.1	40.1	71.3	1.5	34	16.2	0.4	171	1.6	1.2
KHAL-080	<	<	28.7	44.2	2	20	15.2	0.4	122	1.4	1.1
KHAL-081	<	<	39.3	73	1.3	48	15.6	0.4	146	1.5	1.4
KHAL-082	<	<	32.6	75.7	1.2	28	14.9	0.4	125	1.3	1.1
KHAL-083	<	0.1	40	64	1.5	40	19.9	0.5	143	1.7	1.2
KHAL-084	<	<	28.2	67.3	0.9	23	16	0.4	80.9	1	1.2
KHAL-087	<	<	30.6	74.6	1.1	23	16.2	0.4	104	1.2	1.3
KHAL-088	<	<	22.5	72	1.9	23	16.4	0.6	85.2	1.5	1.7
KHAL-089	<	<	28.6	94.2	4	29	17.5	0.6	145	2.3	2.1
KHAL-090	<	<	30	70.3	1	30	16.3	0.5	101	1.3	1.4
KHAL-091	<	<	29.3	83.8	1.1	32	9.5	0.6	85.7	1.2	2.1
KHAL-092	<	0.1	40	65.4	1.3	34	10.2	0.5	155	1.6	1.5
KHAL-093	<	0.1	47.2	79.8	1.4	57	9.6	0.5	184	1.8	1.6





SAMPLE	Au	Cr	Mn	Sr	Ba	Be	Ti	Fe	Hg	Ag	As
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	2	5	0.1	0.2	0.2	10	100	0.05	0.01	0.5
KHAL-094	2	78	1800	607	429	1.6	13800	124000	<	0.05	2.8
KHAL-095	2	65	1450	607	436	1.6	11300	108000	<	<	3.6
KHAL-096	1	49	902	625	804	1.6	9550	59300	<	0.04	2.7
KHAL-097	2	241	2030	432	362	1.3	16600	152000	<	<	<
KHAL-100	2	34	2090	661	413	1.3	13800	125000	<	<	<
KHAL-101	2	54	1740	655	433	1.3	11200	103000	<	<	<
KHAL-102	2	98	2240	502	366	1.2	16500	145000	<	<	<
KHAL-103	4	23	1550	749	428	1.4	10200	99500	<	<	<
KHAL-104	2	63	3990	411	261	1.1	28700	253000	<	0.06	2.3
KHAL-107	4	51	1280	629	460	1.5	8800	82500	<	<	5.2
KHAL-108	1	36	2560	619	393	1.2	17100	153000	<	0.04	0.6
KHAL-109	2	14	1940	755	482	1.2	10500	95600	<	0.03	4.6
KHAL-110	2	56	1600	694	444	1.2	10100	97700	<	<	3.4
KHAL-111	2	39	1450	620	441	1.2	8500	81700	<	<	<
KHAL-112	2	98	1310	616	494	1.2	10400	94900	<	0.02	<
KHAL-113	3	56	1500	599	393	1.3	11400	111000	<	<	<
KHAL-114	2	25	2380	713	456	1.2	15200	135000	<	0.1	<
KHAL-115	2	19	1650	638	443	1.1	10000	99100	<	0.06	1.1
KHAL-116	2	30	2700	697	402	1	14500	158000	<	0.04	<
KHAL-117	2	24	1880	854	482	1.2	12000	115000	<	<	0.7
KHAL-118	2	168	1990	676	511	1.4	13900	124000	<	<	1.4
KHAL-119	3	60	1540	570	401	1.3	12200	119000	<	<	4.2
KHAL-125	2	77	1600	614	421	1.2	12700	122000	<	0.01	0.9
KHAL-126	2	88	1760	572	396	1.2	14900	136000	<	<	<
KHAL-127	2	17	1920	647	483	1.1	10700	106000	<	0.08	0.9
KHAL-128	2	15	1530	867	490	1.2	7950	81000	<	<	<
KHAL-129	1	174	2760	538	389	1	19200	170000	<	0.01	1.2
KHAL-130	2	123	1650	646	503	1.2	11600	104000	<	0.07	<
KHAL-131	3	35	1390	693	505	1.4	8510	86500	<	0.04	1.5
KHAL-132	2	63	1510	840	611	1.6	10900	105000	<	0.11	2.3
KHAL-136	2	22	1040	1030	800	1.9	6820	59000	<	0.21	5.4
KHAL-137	2	39	1110	751	721	1.5	8810	70400	<	0.07	3.4
KHAL-138	2	8	1250	739	481	1.2	7290	78500	<	0.13	1.4
KHAL-139	2	111	1640	613	509	1.3	14100	121000	<	0.15	1.4
KHAL-140	2	227	1990	525	464	1.2	16600	158000	<	0.03	0.5
KHAL-141	3	<	1140	952	522	1.1	5690	67500	<	0.03	4.5
KHAL-142	2	15	2370	618	488	1.1	14500	128000	<	0.03	2.7
KHAL-143	2	<	2170	641	502	1	10700	101000	<	0.12	0.7
KHAL-144	2	22	2690	653	423	0.9	16900	147000	<	0.07	2.7
KHAL-145	2	163	2250	526	382	1	16800	150000	<	0.03	<
KHAL-146	2	54	1280	676	695	1.7	10100	78300	<	0.08	4.7
KHAL-150	2	118	1450	603	490	1.3	10400	105000	<	<	1.9
KHAL-151	2	17	1680	762	458	0.8	9840	100000	<	0.12	1.7
KHAL-152	2	79	2270	580	424	0.8	13300	126000	<	<	4.7
KHAL-154	2	144	1980	582	424	0.9	12600	122000	<	<	1.3
KHAL-155	3	172	1310	529	454	1	5650	70300	<	0.02	2.3
KHAL-158	2	61	1400	726	530	1.3	9360	92500	<	<	3.3



SAMPLE	B	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	0.5	0.1	0.2	0.2	0.1	2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
KHAL-094	<	0.1	38.1	70.9	1	49	13	0.5	126	1.7	1.5
KHAL-095	<	0.1	40	66.5	1	43	11.5	0.4	114	1.6	1.5
KHAL-096	<	<	17.4	94.8	4.1	20	10.3	0.7	103	2.1	2.7
KHAL-097	<	<	43.8	64.8	1.2	68	17.4	0.4	158	2.4	1
KHAL-100	<	<	40.6	69.9	1.2	32	9.8	0.4	182	1.6	1.3
KHAL-101	<	<	35.2	60.1	1	43	8.5	0.4	134	1.4	1.4
KHAL-102	<	0.1	45.4	74.8	1.5	58	10.5	0.4	195	1.8	1.4
KHAL-103	<	0.1	40.3	87.9	1.2	34	11.4	0.4	141	1.5	1.6
KHAL-104	<	0.1	62	62.9	2.4	45	16.4	0.5	341	2.8	1.3
KHAL-107	<	0.2	46	120	1.4	68	18.6	0.6	139	2.1	2.5
KHAL-108	<	0.1	45.2	62.6	1.5	35	10.5	0.5	198	1.8	1.3
KHAL-109	<	0.1	33.1	55.7	1	24	9.8	0.4	150	1.4	1.3
KHAL-110	<	0.1	37.1	65.1	1	53	8.9	0.4	124	1.4	1.5
KHAL-111	<	0.1	35.4	65.7	0.9	48	10.1	0.3	114	1.2	1.5
KHAL-112	<	<	32.2	74.4	1.3	50	13.2	0.5	121	2.3	1.5
KHAL-113	<	0.2	38.9	66.5	1	48	8.4	0.4	111	1.5	1.4
KHAL-114	<	<	43.2	64.7	1.1	33	7.5	0.4	184	1.6	1.1
KHAL-115	<	<	36.1	63.9	0.9	30	7.3	0.3	124	1.2	1.2
KHAL-116	<	<	44.5	48	1.2	33	7.6	0.3	190	1.7	0.6
KHAL-117	<	0.1	36.5	56.4	1	31	7.8	0.3	141	1.3	1
KHAL-118	<	<	37.3	80.9	1.2	60	8.3	0.4	142	1.5	1.3
KHAL-119	<	0.2	62.6	110	1.9	76	16.5	0.7	184	2.3	2.1
KHAL-125	<	0.1	39.3	72.6	1.1	49	9.3	0.4	119	1.5	1.3
KHAL-126	<	0.2	40.6	65.4	1	49	8.2	0.4	120	1.6	1.2
KHAL-127	<	<	34.7	63.1	0.9	25	8.5	0.4	111	1.3	1.2
KHAL-128	<	0.1	28.6	51.7	0.8	29	20.3	0.5	96.9	1.1	1
KHAL-129	<	<	45.2	58.1	1.1	59	8.2	0.4	195	1.7	1
KHAL-130	<	<	32.5	79.1	1.2	56	9.7	0.4	130	1.4	1.6
KHAL-131	<	0.1	32.3	80.5	1.1	34	11.2	0.4	95.8	1.4	1.7
KHAL-132	<	0.2	34.4	84.3	1.7	45	13.7	0.5	108	1.7	1.8
KHAL-136	<	0.1	21.7	79.1	1.7	27	12.3	0.6	85.7	1.6	2.3
KHAL-137	<	<	23.9	98.6	2.7	28	10.1	0.6	101	1.8	2.5
KHAL-138	<	0.1	35.4	86.1	0.7	35	9	0.4	90	1.2	1.5
KHAL-139	<	0.1	35.8	92.2	2	42	10.6	0.5	149	1.9	2
KHAL-140	<	0.1	47.8	110	1.3	72	10.6	0.5	157	1.8	1.3
KHAL-141	<	0.1	28	64.3	0.6	24	7.4	0.3	79.8	0.9	1.2
KHAL-142	<	<	42.5	67.9	1.2	32	9	0.3	167	1.4	1.3
KHAL-143	<	<	38.9	84.3	1	27	8.7	0.3	141	1.4	1.6
KHAL-144	<	<	45.2	68.9	1.2	33	8.1	0.4	200	1.6	1.2
KHAL-145	<	0.1	42.2	56.8	1.2	66	8.9	0.4	158	1.8	1.2
KHAL-146	<	<	24.9	108	3	30	11.4	0.7	111	2.1	2.6
KHAL-150	<	<	42.1	87.6	2	79	17.3	1	122	1.6	3.7
KHAL-151	<	<	40.9	54.6	1.6	31	12.7	0.7	136	1.3	2.7
KHAL-152	<	<	47.4	70.8	1.5	55	16.1	0.6	160	1.6	1.7
KHAL-154	<	<	41.8	58.7	1.4	64	17.1	0.5	139	1.6	1.9
KHAL-155	<	<	44.5	93.1	1	176	14.3	0.4	79.1	1.3	2.5
KHAL-158	<	<	38.5	84.3	1.5	56	17.6	0.6	111	1.5	2.3



SAMPLE	Au	Cr	Mn	Sr	Ba	Be	Ti	Fe	Hg	Ag	As
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	2	5	0.1	0.2	0.2	10	100	0.05	0.01	0.5
KHAL-159	2	116	1550	741	537	1.4	9560	93500	<	<	7.3
KHAL-160	1	140	1800	476	399	0.9	11900	117000	<	<	3.9
KHAL-161	1	194	1890	588	470	1.1	14400	139000	<	0.03	2.5
KHAL-016	2	59	1570	751	515	1.1	9510	93200	<	<	3.6
KHAL-019	4	32	972	718	949	1.7	6310	50400	<	<	6.4
KHAL-019A	4	14	962	780	834	1.7	3690	37800	<	0.12	5.6
KHAL-020	2	20	1850	654	479	0.9	10500	108000	<	<	5.7
KHAL-021	2	108	917	635	797	1.1	7970	57000	<	0.02	7.3
KHAL-024	2	21	869	599	953	1.8	6280	43900	<	<	7.1
KHAL-025	2	17	806	940	907	1.3	4690	38300	<	<	7.9
KHAL-026	2	34	834	995	918	1.4	5210	42100	<	0.01	5.7
KHAL-027	1	122	909	653	782	1.2	9210	66000	<	0.01	7.6
KHAL-028	2	16	890	674	886	1.7	4480	39300	<	0.1	4.9
KHAL-030	2	30	889	665	957	1.8	5920	44600	<	0.22	4.3
KHAL-032	1	76	1660	707	531	1.1	10400	99900	<	0.16	4.2
KHAL-034	2	26	1050	590	872	1.8	5880	47700	0.05	0.19	6
KHAL-040	2	166	1230	768	737	1.3	9930	90500	<	<	9.5
KHAL-041	2	41	909	887	757	1.3	5600	50500	<	<	6.5
KHAL-046	2	16	1210	685	495	1.3	5050	59600	<	0.12	6.3
KHAL-047	3	42	1100	876	841	1.4	6740	59000	0.05	0.07	7.6
KHAL-048	1	9	1170	913	677	0.8	4670	50300	<	0.28	3.9
KHAL-049	1	50	1560	874	475	1.4	9400	96700	<	0.35	4.2
KHAL-059	1	133	1820	620	479	1.2	13400	118000	<	<	3.8
KHAL-076	1	36	1540	727	510	1.2	8260	83200	<	<	4.5
KHAL-086	2	158	1760	584	558	1.3	14600	126000	<	<	0.6
KHAL-098	1	38	979	612	888	1.7	7470	57300	<	0.03	5.6
KHAL-099	3	48	1440	663	413	1.2	8970	99400	<	<	<
KHAL-105	2	33	962	637	906	1.9	6190	48100	<	0.17	7.1
KHAL-106	2	40	1380	895	602	1.5	8880	86800	<	<	6.7
KHAL-120	2	23	1170	788	546	1.7	7100	81000	<	<	4.1
KHAL-121	1	52	1110	638	927	1.8	9130	59000	<	<	5.2
KHAL-121A	2	47	1050	824	804	1.8	6960	55200	<	<	5.2
KHAL-122	1	55	1160	455	871	2.2	9410	62600	<	<	3.4
KHAL-123	1	48	891	672	938	1.6	6390	45300	<	<	8
KHAL-124	1	124	1720	466	706	3.4	20100	109000	<	<	6.1
KHAL-133	5	132	1130	571	821	1.7	9730	72400	<	0.24	7.9
KHAL-134	2	69	879	659	951	1.4	7090	48600	0.06	0.15	4.3
KHAL-135	1	42	1130	569	898	1.8	5410	48100	<	<	5.3
KHAL-147	1	41	1140	673	1080	2.7	7060	54400	0.05	0.29	5.4
KHAL-148	2	29	966	625	968	2.6	6090	47500	<	0.18	5.7
KHAL-149	1	48	1120	524	900	2.5	5790	51500	<	0.09	5.3
KHAL-153	2	26	1060	702	437	1.9	5110	56700	0.08	0.07	4.4
KHAL-156	1	21	864	501	888	2.2	4950	38900	0.07	0.14	7.1
KHAL-002	2	98	913	546	749	2	7600	55400	<	0.18	4.9
KHAL-003	2	17	757	798	1010	1.6	3710	34000	<	0.25	5.3
KHAL-004	2	46	899	758	1050	1.9	5220	48500	0.08	0.22	6.5
KHAL-005	3	24	912	945	1090	1.9	4290	42100	<	0.17	6.3



SAMPLE	B	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	0.5	0.1	0.2	0.2	0.1	2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
KHAL-159	<	<	42.9	90.3	1.4	86	18	0.5	110	1.4	2.3
KHAL-160	<	<	50.2	86.3	1.4	85	17.2	0.5	121	1.6	2.3
KHAL-161	<	<	49.2	82.1	1.4	85	18.6	0.5	144	1.6	1.9
KHAL-016	<	<	37.5	74.8	1.4	41	15.6	0.5	108	1.3	2
KHAL-019	<	<	19.6	175	3.5	25	16.9	0.9	77.7	1.8	4.1
KHAL-019A	<	<	18.8	191	1.8	25	12.5	0.7	61.3	1	3.4
KHAL-020	<	<	41.5	69.1	1.8	30	13.8	0.5	148	1.5	1.3
KHAL-021	<	<	24.5	116	3.6	46	15.6	0.8	106	2.1	3.6
KHAL-024	<	<	17.8	130	4.3	17	17.3	0.9	74.9	2.1	4.2
KHAL-025	<	<	17.4	128	2.5	19	14.9	0.7	61.9	1.2	3.6
KHAL-026	<	<	15.8	154	2.2	20	13.8	0.8	66.3	1.1	3.4
KHAL-027	<	<	21.4	111	3.4	42	13.7	0.8	103	1.8	3.1
KHAL-028	<	<	19.5	163	2.1	20	14.2	0.7	67.4	1.4	3.5
KHAL-030	<	<	19.3	145	3.3	20	15	0.8	81.1	1.6	3.9
KHAL-032	<	<	43	75.1	1.7	48	14.4	0.6	128	1.5	1.9
KHAL-034	<	<	18	166	2.7	25	16.8	0.9	81.9	1.8	4
KHAL-040	<	<	32.3	119	2.3	44	15	0.7	132	1.5	2.5
KHAL-041	<	<	19.3	125	2	27	14.7	0.7	72.2	1.2	2.7
KHAL-046	<	<	32.4	87.3	1	31	14.1	0.4	75.8	1	2.1
KHAL-047	<	<	22.6	132	2.5	29	15.2	0.7	78.8	1.4	2.8
KHAL-048	<	<	23.2	68.6	1.1	17	12.4	0.4	71.7	1.3	1.4
KHAL-049	<	<	38.3	74	1.2	44	16.5	0.5	111	1.4	1.7
KHAL-059	<	<	39	76.1	1.8	54	13.9	0.5	134	1.7	1.7
KHAL-076	<	0.2	33.6	69.7	1.2	36	14.6	0.4	104	1.4	1.7
KHAL-086	<	<	37.8	92.1	2.7	51	15.4	0.6	149	2	2.2
KHAL-098	<	<	21.5	132	4	26	21.8	0.9	93.8	2.1	3.4
KHAL-099	<	0.1	36.1	76.9	1.1	45	14.5	0.5	100	1.3	1.6
KHAL-105	<	<	19.2	118	3.5	25	17.5	0.8	78.5	1.9	3.3
KHAL-106	<	0.2	30.8	59.5	2.1	30	16.3	0.6	95.8	1.7	1.8
KHAL-120	<	0.2	30.9	59.9	1.2	24	17.9	0.7	87.9	1.5	1.7
KHAL-121	<	<	19.1	121	4.8	22	16.8	0.8	94.9	2.4	3.7
KHAL-121A	<	<	19.5	99.9	2.7	24	16	0.8	89	1.9	3
KHAL-122	<	<	25.2	135	6.2	28	18.7	0.7	120	2.8	4.1
KHAL-123	<	<	22	168	4.7	33	19.7	1	96.1	2.1	4.3
KHAL-124	<	<	30	126	11.5	33	16.3	1	199	5	5.5
KHAL-133	<	<	24.4	114	3.6	32	15.6	1	100	2.3	3.7
KHAL-134	<	<	16.4	116	3.1	21	18	0.7	84.5	1.7	2.9
KHAL-135	<	<	17.9	115	3	26	16.8	0.9	81.2	1.7	3.4
KHAL-147	<	<	20	176	4	31	18.4	1.2	88.1	2.3	5.2
KHAL-148	<	<	20.4	189	3.9	27	18.1	1	89.5	1.9	4.1
KHAL-149	<	<	26.7	140	2.6	37	17	0.8	89.8	1.8	3.7
KHAL-153	<	<	35	96.7	1.1	39	13.8	0.5	80.8	1.2	1.9
KHAL-156	<	<	19.2	172	3.8	35	18.2	0.9	87.7	1.9	3.2
KHAL-002	<	<	18.5	85.7	2.9	37	12.9	0.7	71.1	1.7	2.5
KHAL-003	<	<	10.1	133	2.5	16	16.9	0.8	57	1.2	3.3
KHAL-004	<	<	13.9	147	2.2	20	17.6	0.7	68.8	1.2	3.1
KHAL-005	<	<	13.1	150	2.4	17	14.9	0.6	61.8	1	2.6



SAMPLE	Au	Cr	Mn	Sr	Ba	Be	Ti	Fe	Hg	Ag	As
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	2	5	0.1	0.2	0.2	10	100	0.05	0.01	0.5
KHAL-006	3	41	654	830	917	1.4	4480	41600	0.06	0.12	2.8
KHAL-007	2	18	659	789	835	1.8	2770	36400	<	0.17	4.1
KHAL-008	<	189	1090	603	963	1.7	10700	92200	<	0.3	5.5
KHAL-010	<	77	1480	756	602	1.6	8450	99000	<	0.14	4.2
KHAL-013	2	30	718	736	1050	1.7	4110	38300	<	0.13	5.3
KHAL-014	2	56	997	840	1110	1.9	5550	50700	<	0.35	5.9
KHAL-058	3	54	1070	757	919	2	5860	61200	<	0.21	8.3
KHAL-085	1	111	1770	690	734	1.9	13900	139000	0.06	0.06	4.7
KHAL-036	3	46	847	913	1010	2	4210	45000	<	0.21	6.2
KHAL-037	<	122	837	589	800	1.5	7040	61600	<	0.2	5.8
KHAL-038	<	227	1040	560	985	1.6	11200	95700	<	0.1	7.1
KHAL-043	1	52	1920	633	482	1.4	9680	120000	<	0.1	4
KHAL-044	<	51	1450	812	633	1.7	7390	91300	<	0.02	2
KHAL-051	<	44	1450	766	623	1.7	7980	99700	0.05	0.06	3.5
KHAL-052	1	49	1630	806	578	1.6	7390	92900	<	0.19	5.4
KHAL-053	2	48	1780	727	518	1.7	10800	131000	<	0.12	4
KHAL-054	3	54	1040	600	821	2.2	4450	53600	<	0.19	7.2
KHAL-055	1	57	1690	842	534	1.9	9880	118000	<	0.1	3.2
KHAL-056	<	77	1660	752	530	1.7	8910	108000	<	0.01	2.7

57  
282  
19  
301

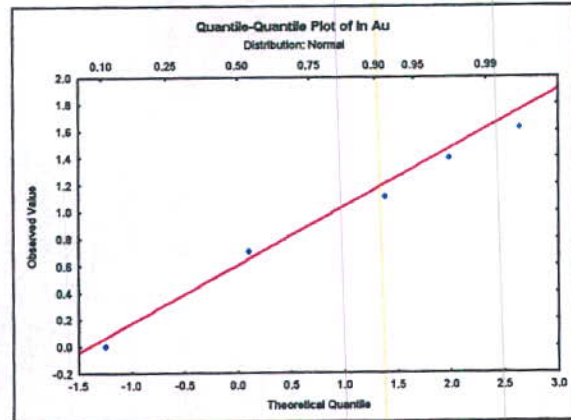
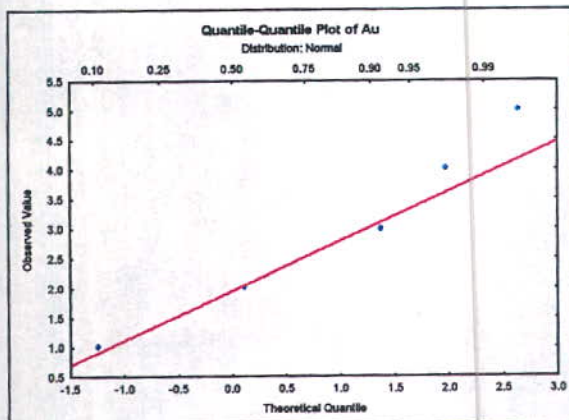
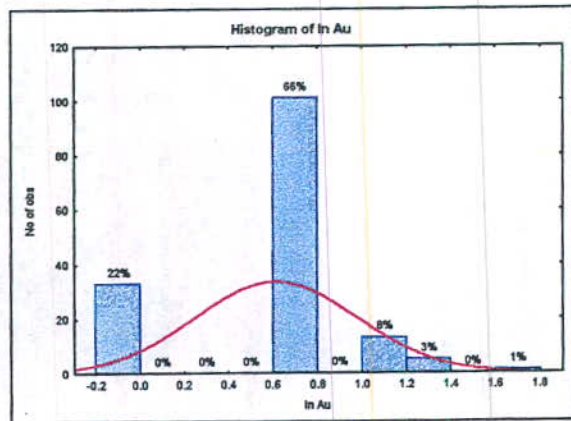
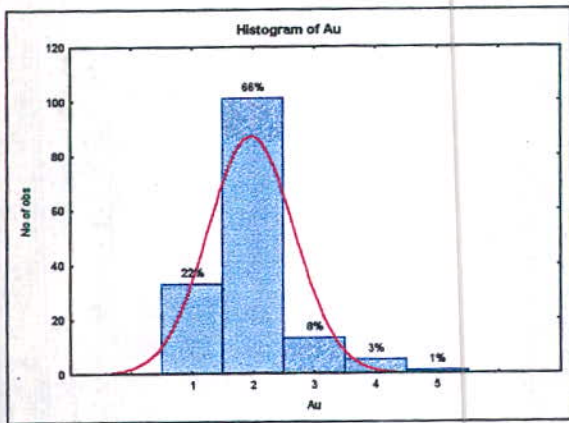
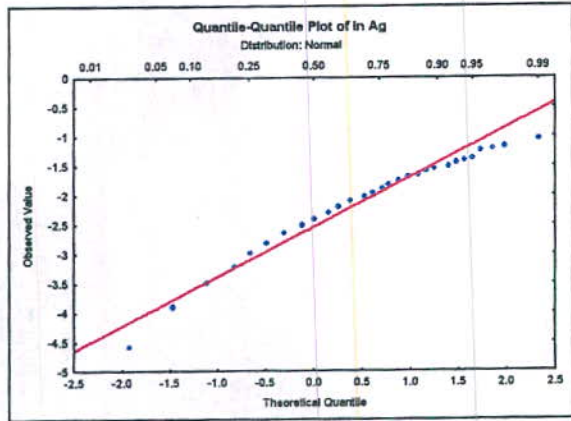
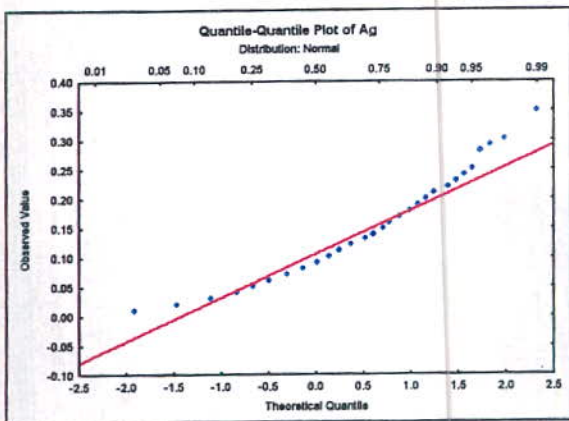
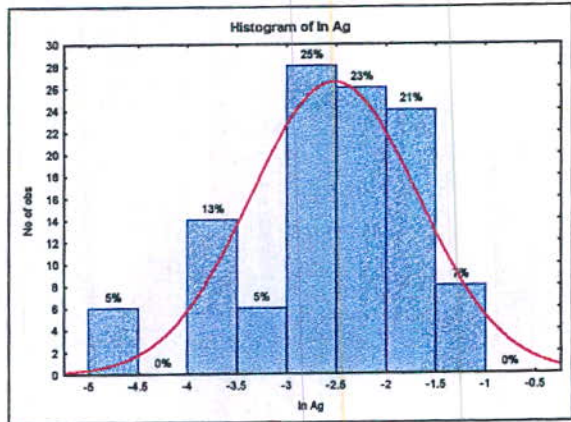
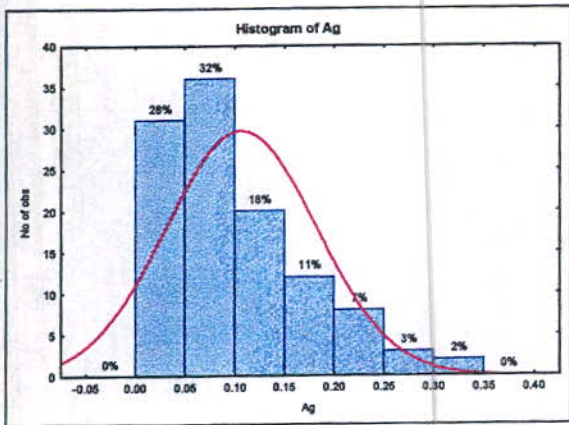


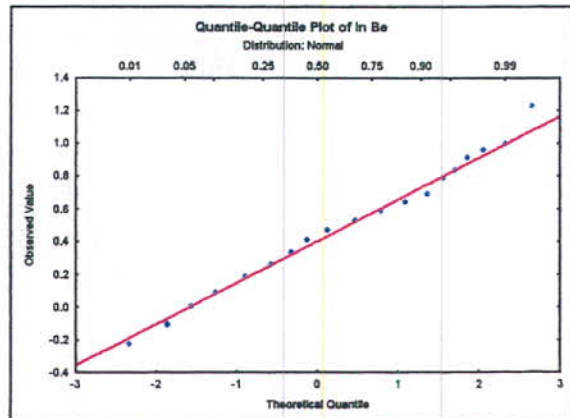
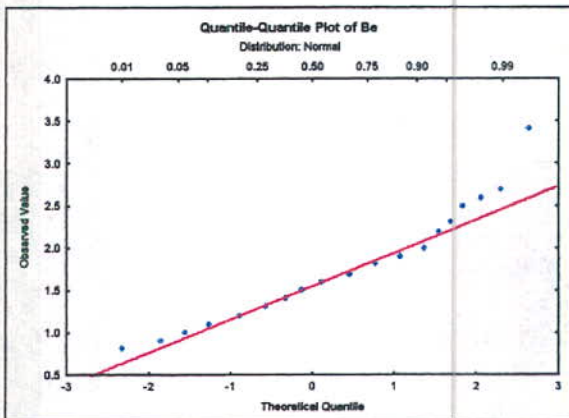
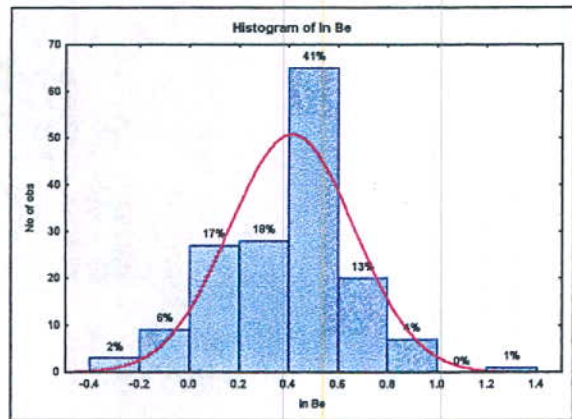
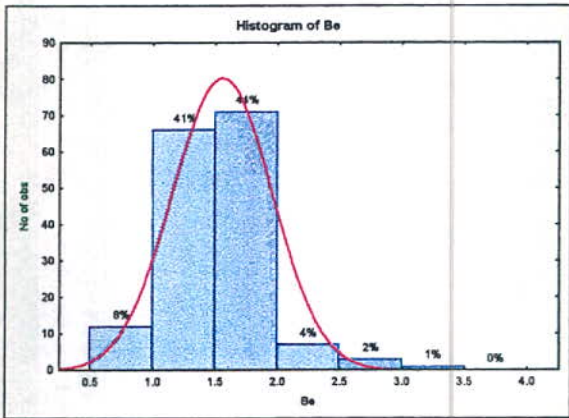
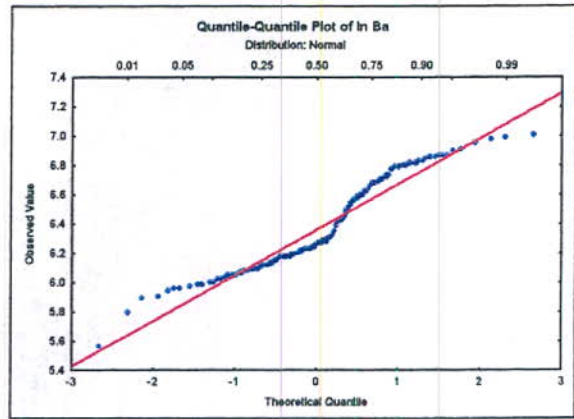
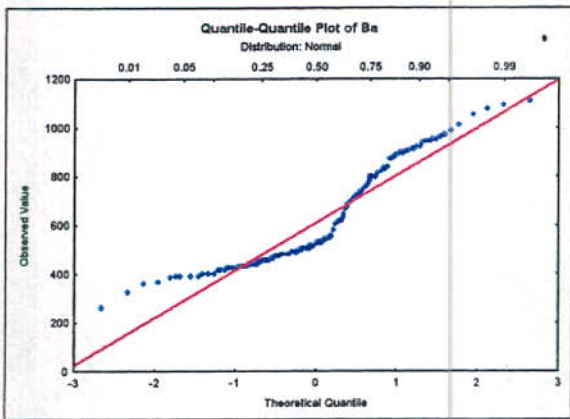
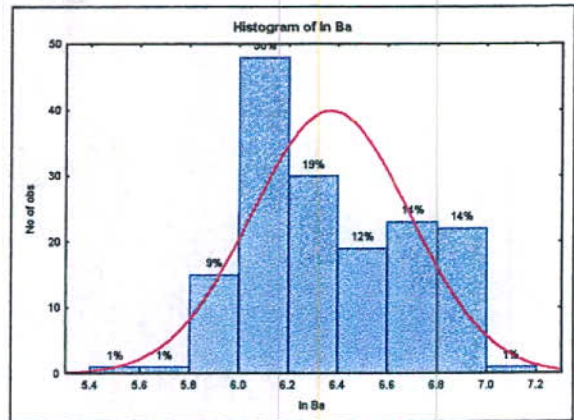
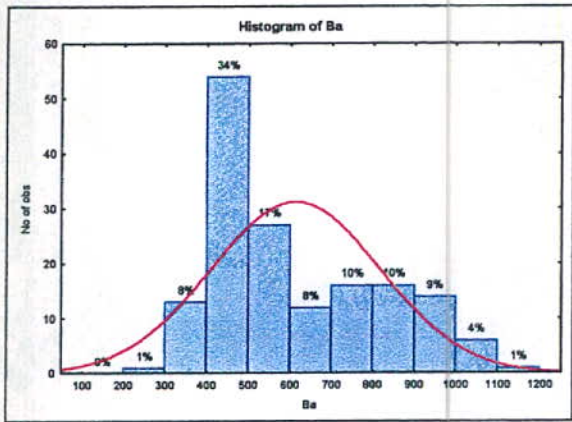
SAMPLE	B	Bi	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Zn	Sn	W
UNITS	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	0.5	0.1	0.2	0.2	0.1	2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1
KHAL-006	<	<	12.3	114	2.2	18	12	0.5	62.3	1.1	2.1
KHAL-007	<	<	13.9	220	1.1	16	9.5	0.5	53.1	0.9	2.3
KHAL-008	<	<	20	109	3.8	39	15.1	0.7	126	1.9	2.7
KHAL-010	<	<	33.1	66.7	1.3	44	14.6	0.3	116	1.2	1.3
KHAL-013	<	<	12.2	138	2.1	18	17.5	0.7	62.4	1.2	2.5
KHAL-014	<	<	13.1	151	2.5	16	18.7	0.7	65.9	1.2	3.1
KHAL-058	<	<	18.8	158	2.4	22	16.4	0.6	86.2	1.2	2.3
KHAL-085	<	<	35.6	106	2.5	35	18.1	0.6	169	2.1	2.3
KHAL-036	<	<	13.9	196	1.9	18	15	0.7	65.7	1.1	2.4
KHAL-037	<	<	18.5	84.7	2.6	32	14.2	0.6	95.5	1.5	2.2
KHAL-038	<	<	23.5	93.5	3.6	38	15.3	0.8	131	1.9	2.8
KHAL-043	<	0.1	38.9	73.1	1.3	35	15.1	0.4	142	1.3	1.2
KHAL-044	<	<	32.8	83.9	1.5	29	15.9	0.4	106	1.2	1.4
KHAL-051	<	<	32.9	85.6	1.5	26	16.9	0.4	126	1.3	1.6
KHAL-052	<	0.1	36.7	76	1.5	39	17	0.4	113	1.3	1.6
KHAL-053	<	<	34.9	78.6	1.2	33	17.2	0.5	143	1.5	1.4
KHAL-054	<	<	19.7	199	1.6	37	16	0.6	72.6	1.1	2.2
KHAL-055	<	0.1	42	89.4	1.1	37	18.2	0.5	134	1.4	1.5
KHAL-056	<	0.1	45.1	79.4	1.1	40	17.5	0.5	123	1.3	1.3

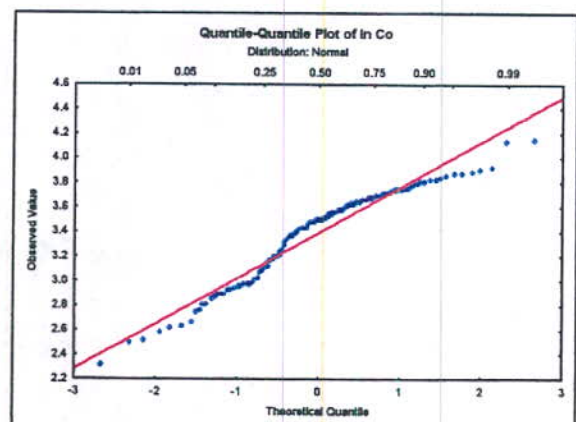
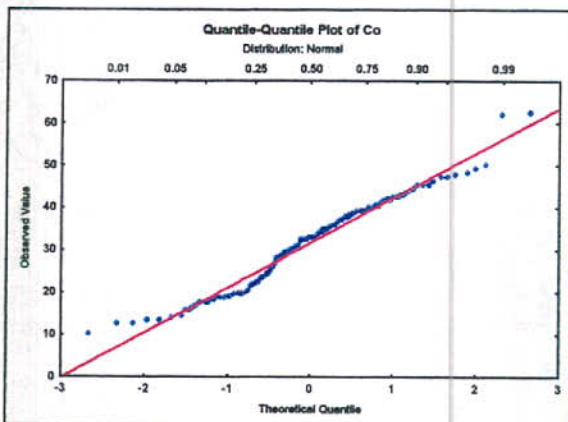
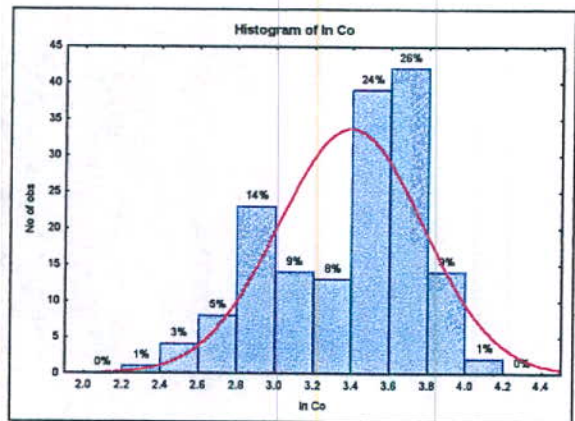
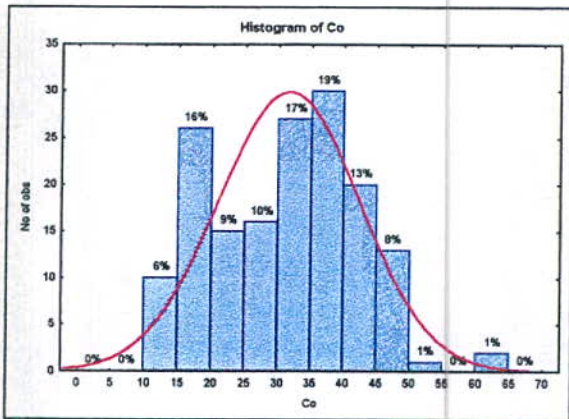
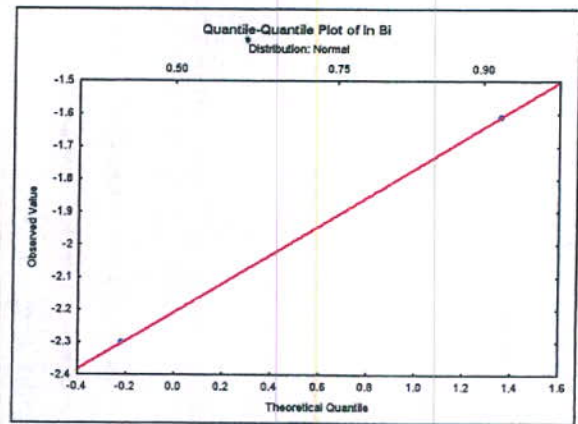
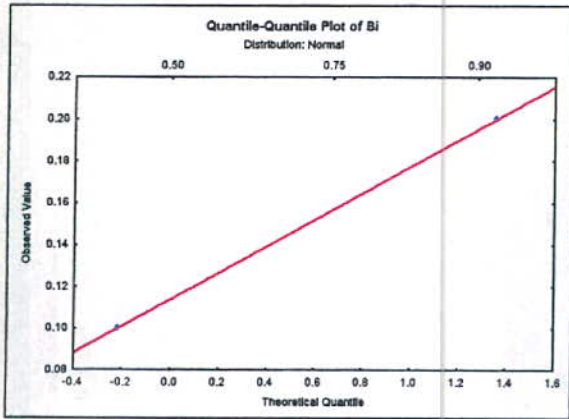
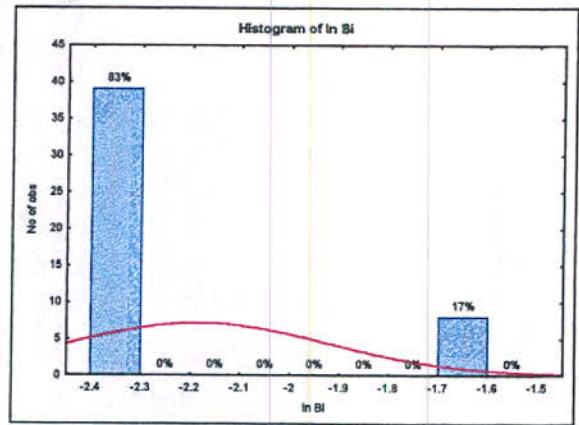
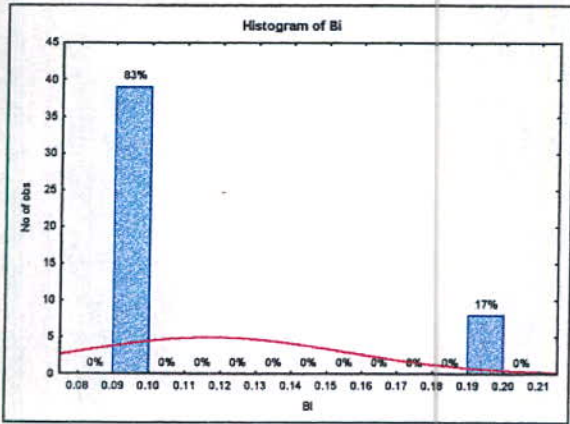
ضمیمہ ۶

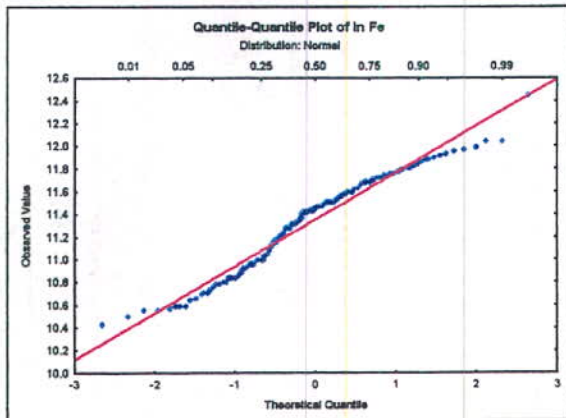
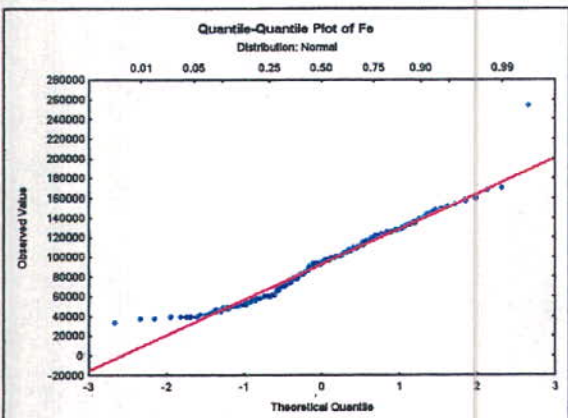
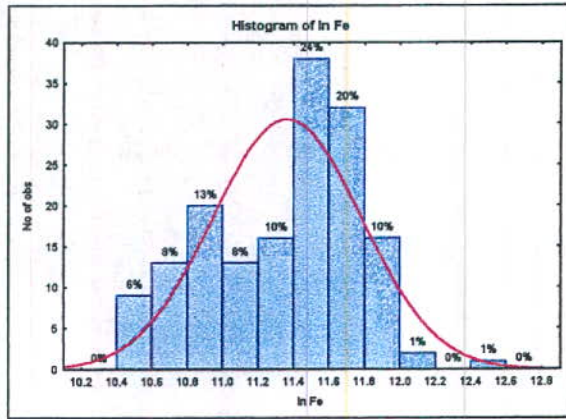
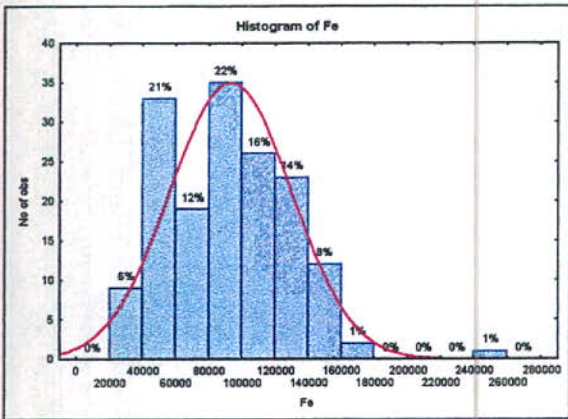
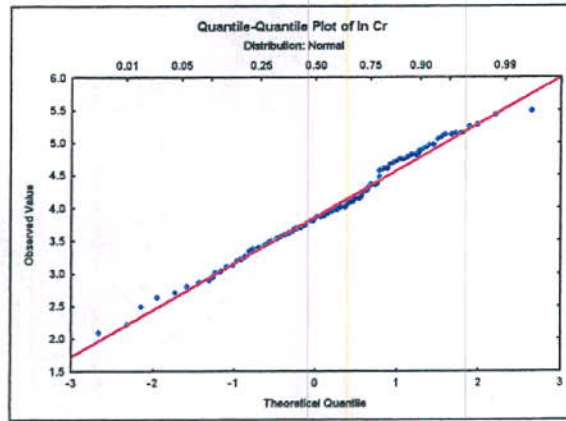
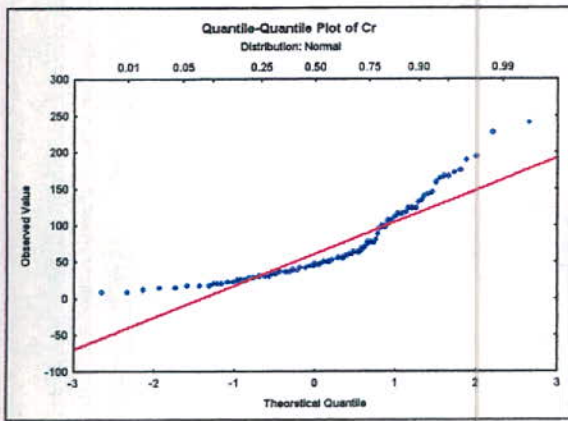
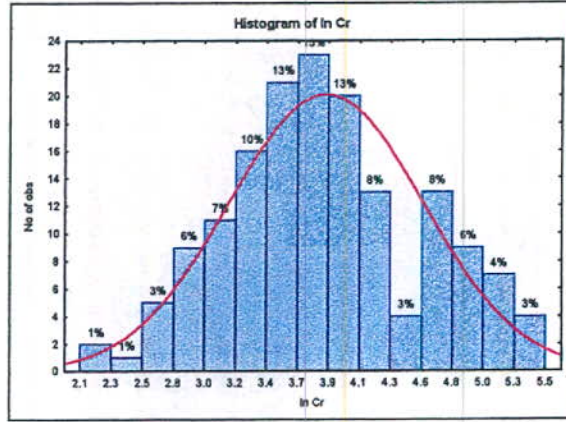
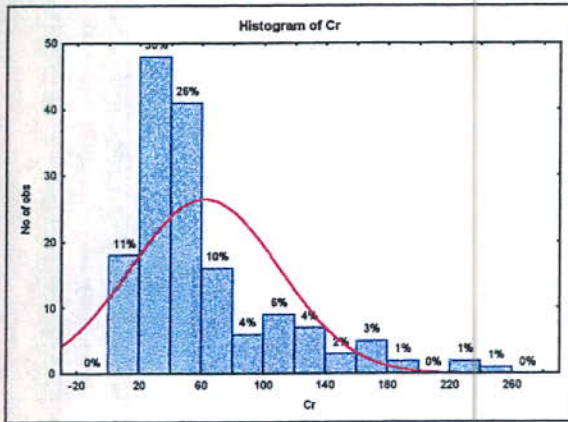
ضمیمہ ۵

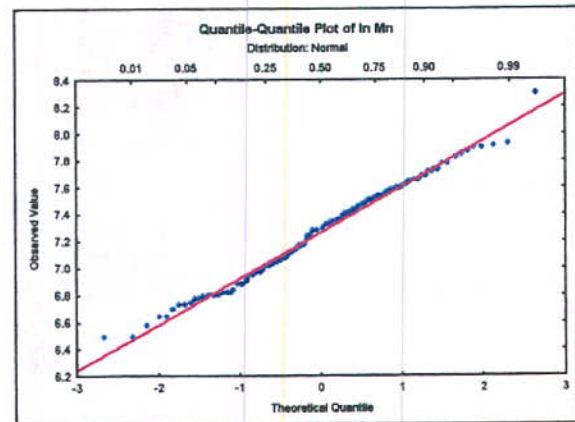
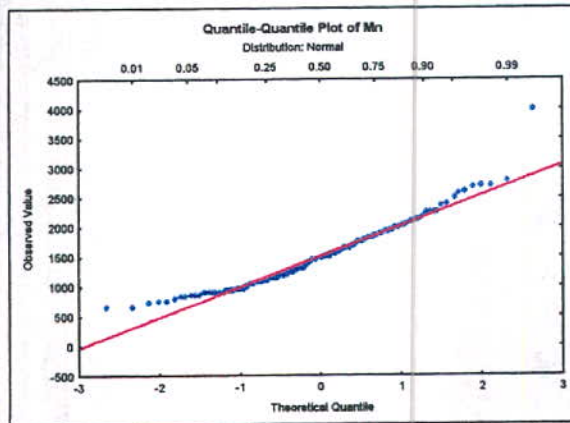
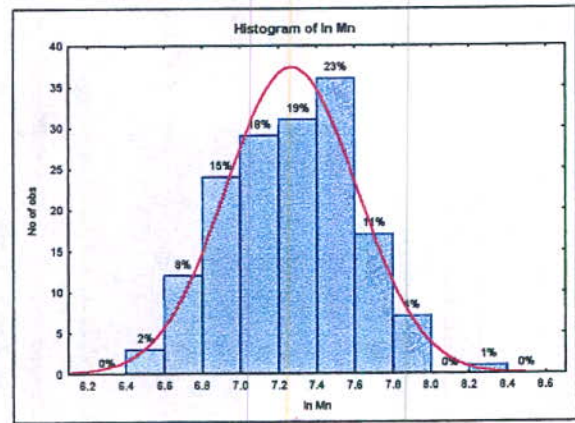
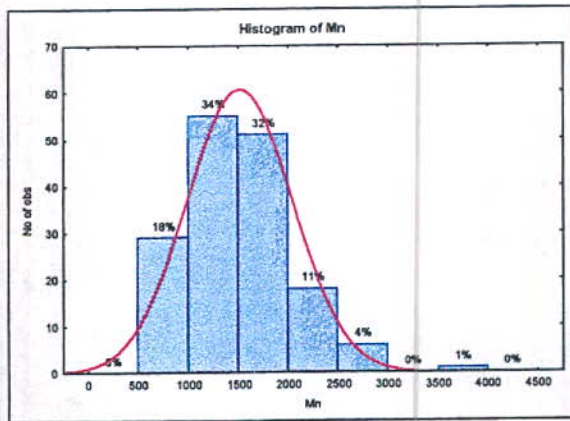
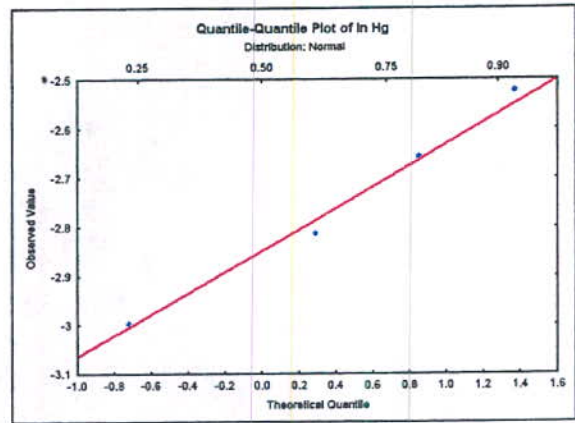
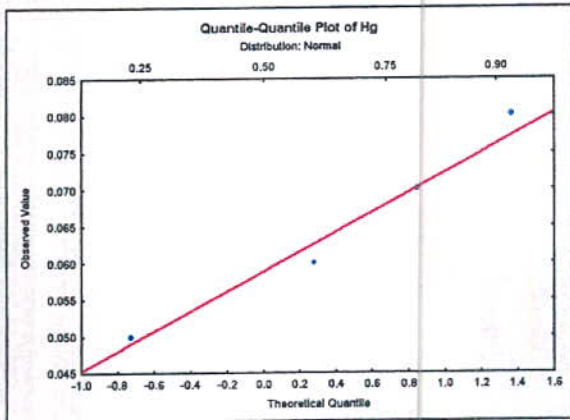
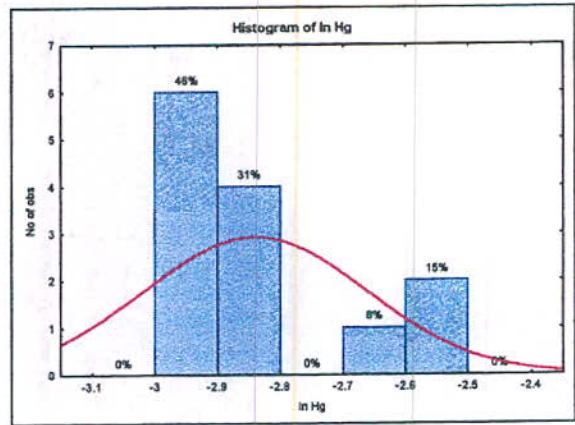
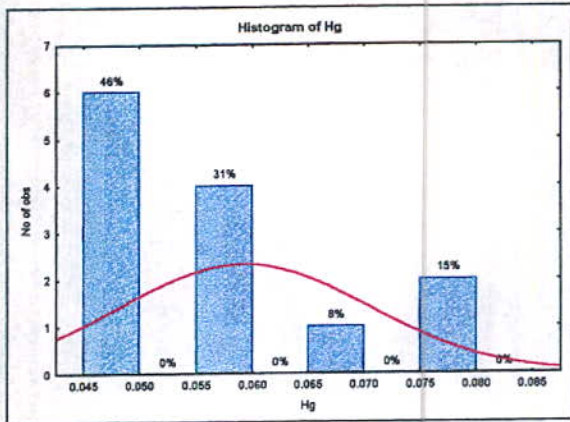


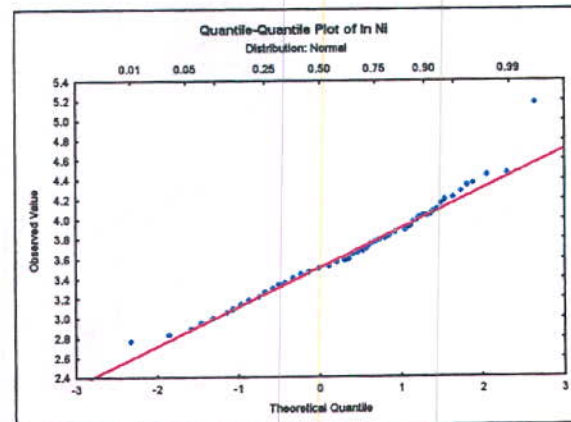
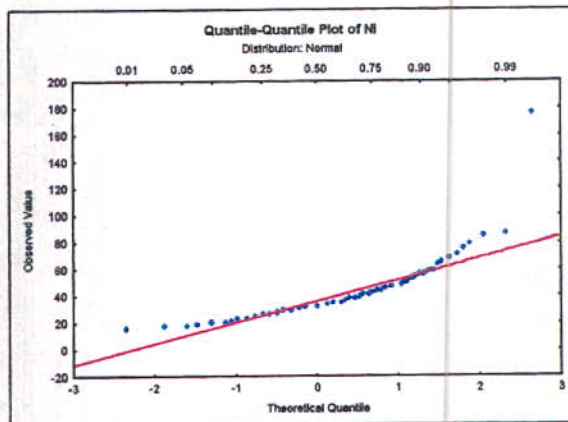
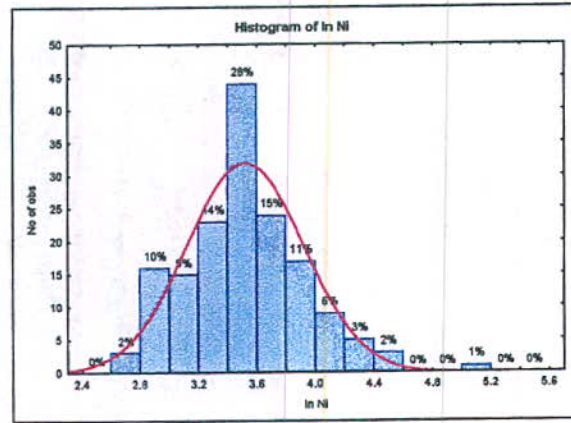
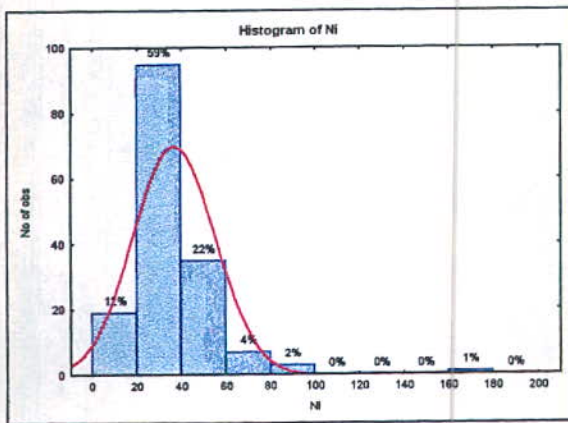
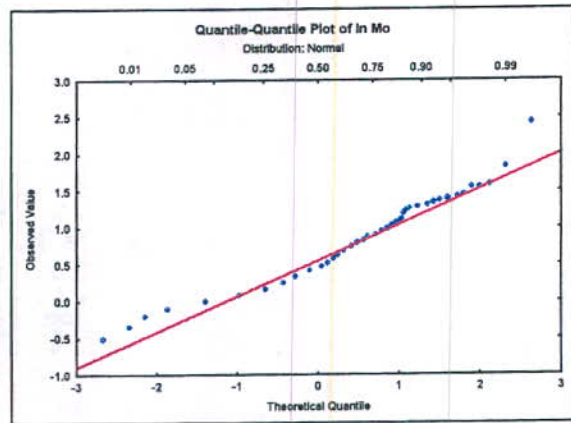
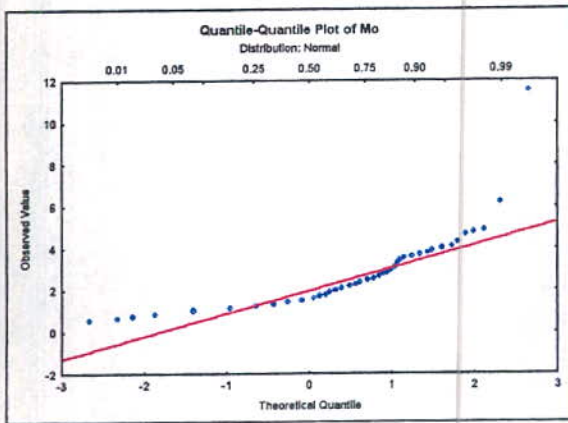
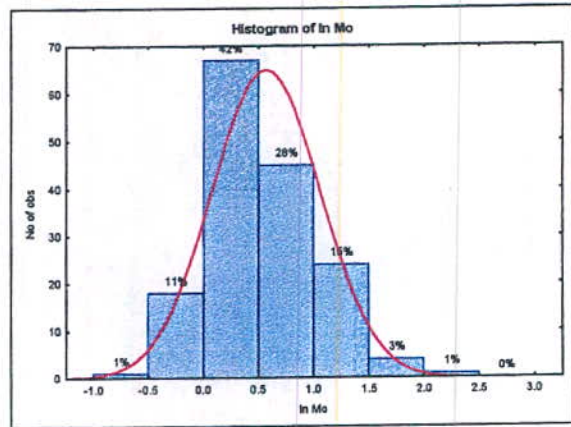
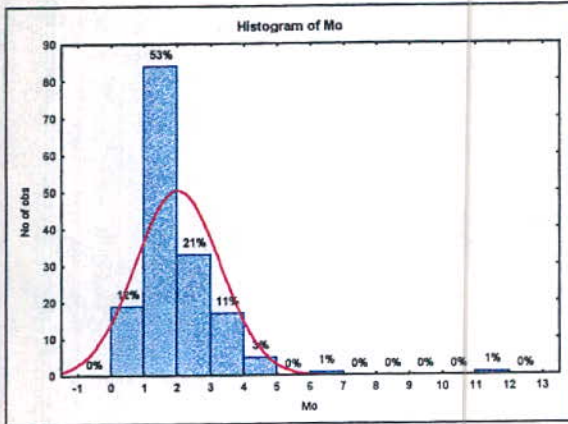


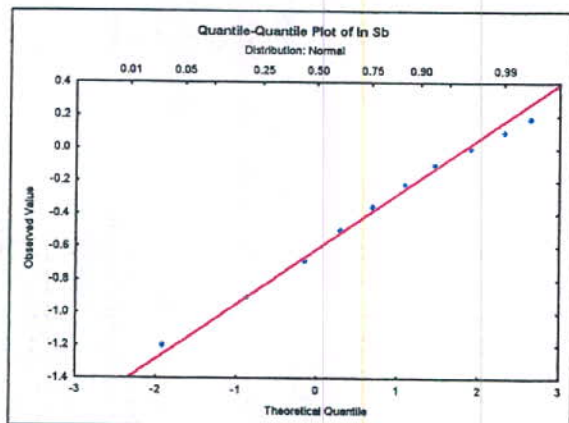
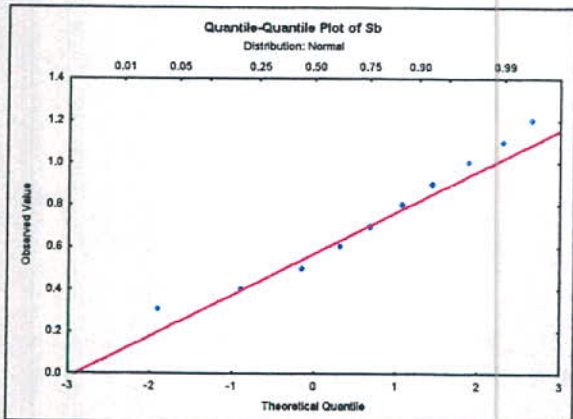
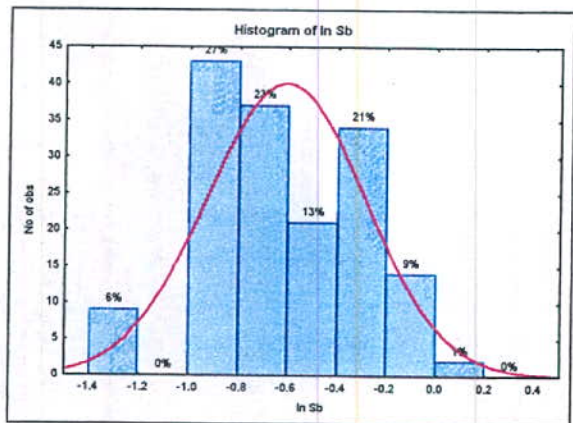
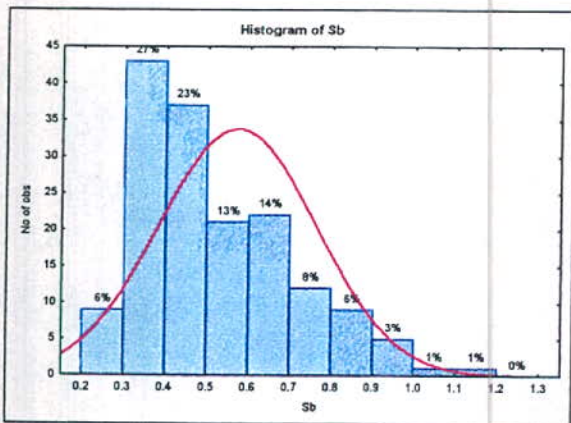
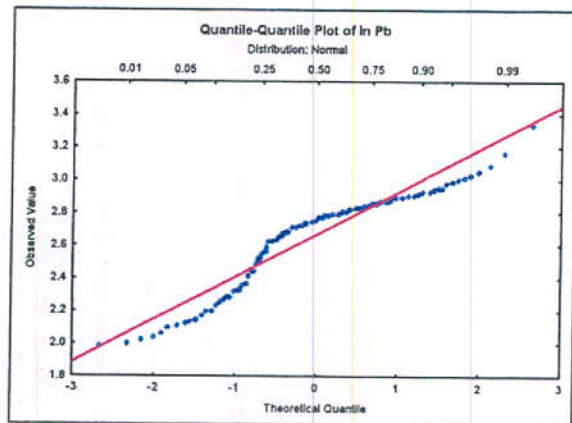
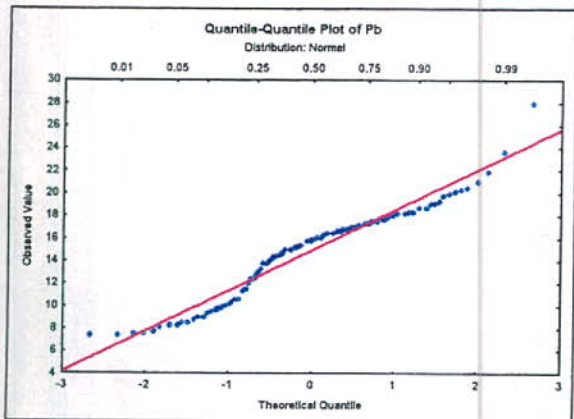
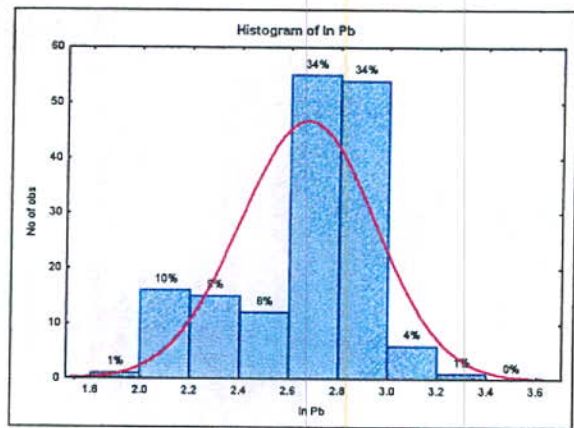
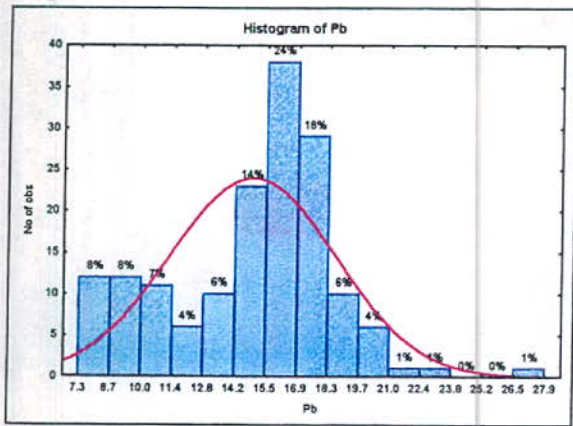


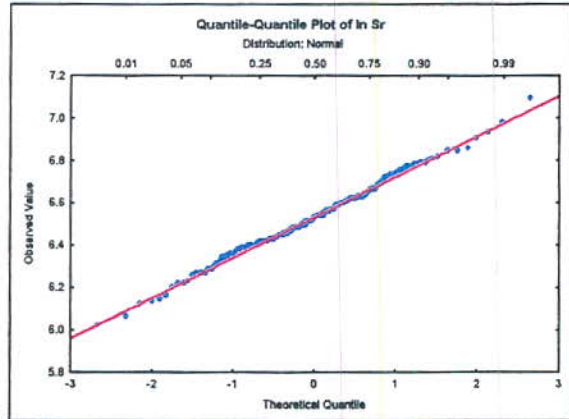
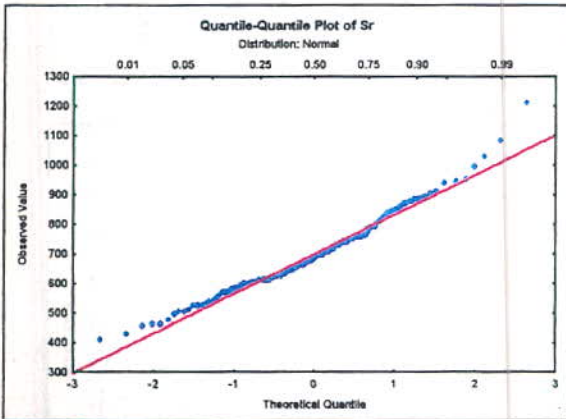
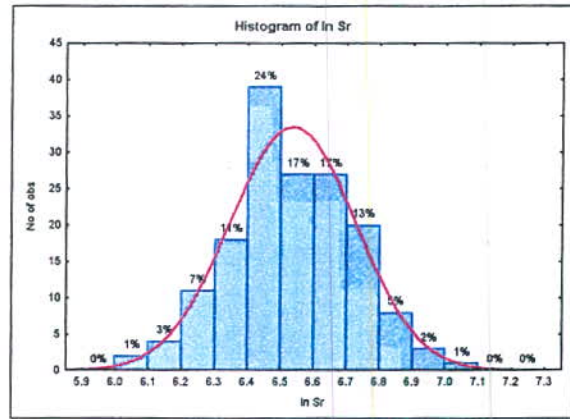
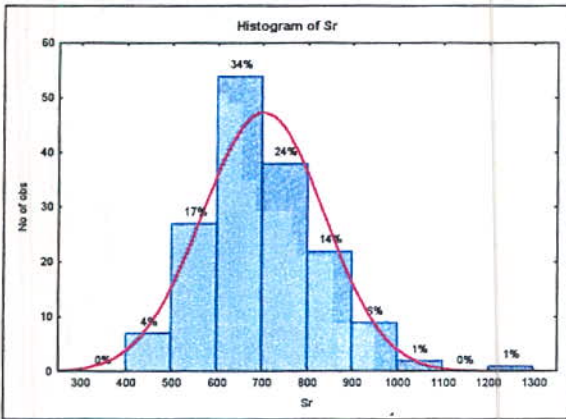
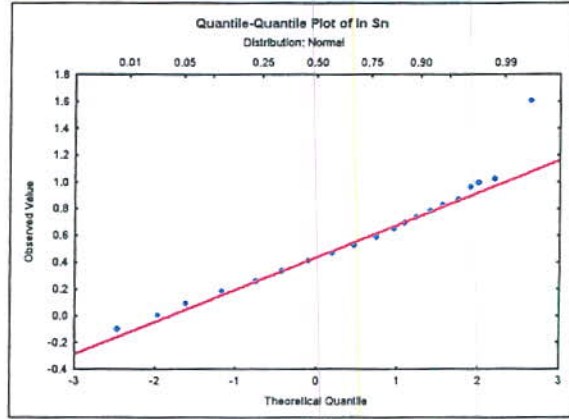
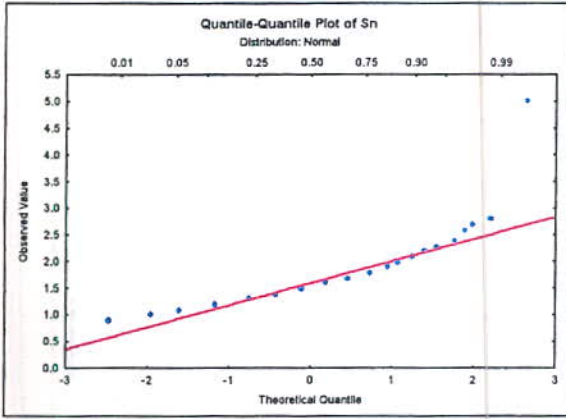
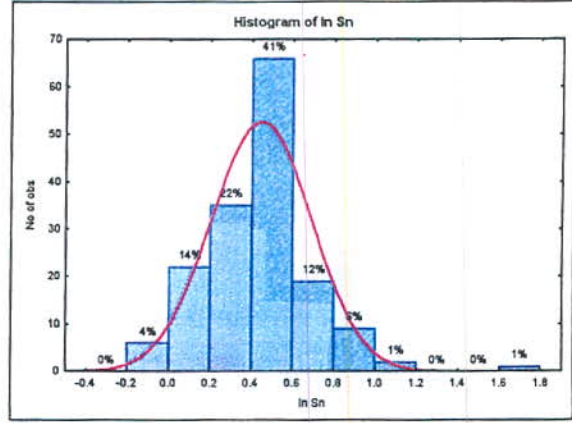
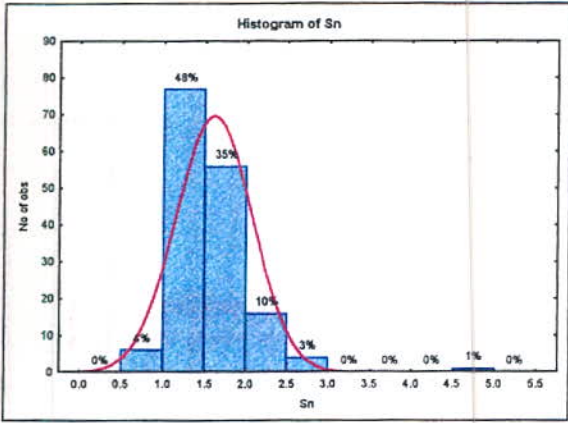














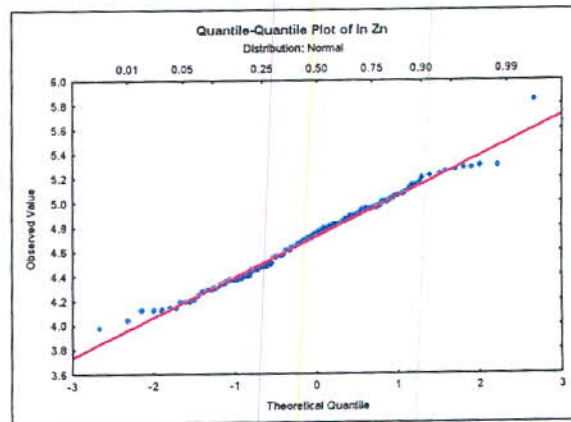
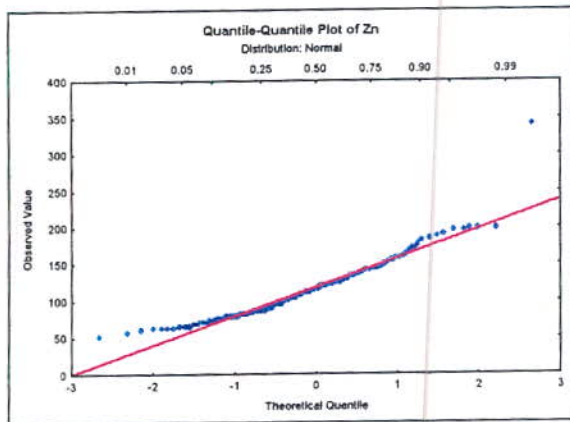
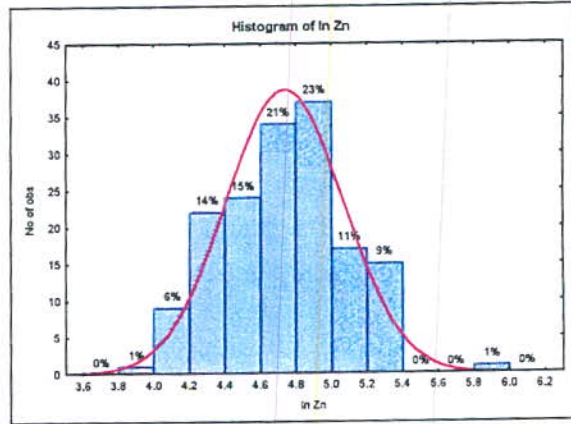
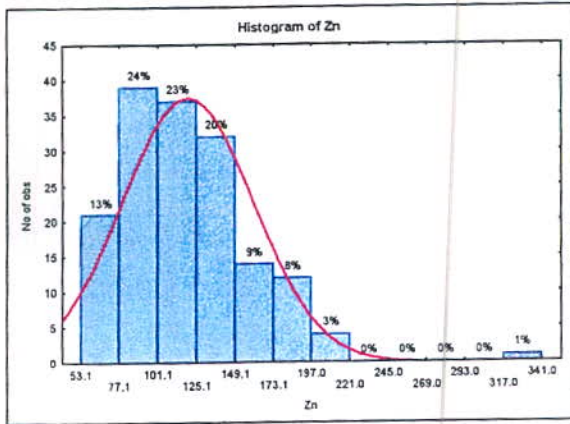


Table : Measurement of Factor Scores for All Data

Sample	Fac1	Fac2	Fac3	Fac4	Fac5
KHAL-097	1.12	0.18	2.74	0.02	-0.21
KHAL-098	-0.62	1.33	0.11	0.80	-0.69
KHAL-099	0.01	-0.72	0.31	-0.55	1.57
KHAL-100	1.22	-0.04	-0.77	-1.37	0.44
KHAL-101	0.32	-0.50	-0.04	-1.64	0.29
KHAL-102	1.34	0.29	0.76	-1.37	0.41
KHAL-103	0.59	-0.30	-0.80	-0.90	2.83
KHAL-104	4.74	2.06	-0.69	0.07	0.60
KHAL-105	-0.98	1.04	-0.37	0.30	-0.26
KHAL-106	0.11	-0.48	-0.44	1.14	0.34
KHAL-107	0.27	0.17	1.04	1.15	3.37
KHAL-108	1.80	0.30	-0.67	-1.22	-0.73
KHAL-109	0.58	-0.58	-1.07	-0.80	0.28
KHAL-110	0.04	-0.74	0.42	-1.01	0.43
KHAL-111	-0.20	-0.91	0.28	-1.56	0.32
KHAL-112	0.11	0.04	0.86	-0.97	0.15
KHAL-113	0.22	-0.40	0.23	-1.73	1.49
KHAL-114	1.36	-0.09	-1.11	-1.71	0.07
KHAL-115	0.13	-0.73	-0.64	-2.11	0.07
KHAL-116	1.76	-0.27	-1.07	-1.85	0.18
KHAL-117	0.67	-0.86	-1.02	-1.38	0.25
KHAL-118	0.31	-0.34	1.37	-1.18	0.02
KHAL-119	1.07	0.53	1.37	0.81	2.41
KHAL-120	-0.03	-0.61	-0.54	0.99	0.42
KHAL-121	-0.47	1.87	-0.22	-0.23	-0.82
KHAL-122	0.00	2.79	-0.06	-0.37	-0.77
KHAL-123	-1.04	1.69	0.49	0.78	-0.28
KHAL-124	2.31	6.58	-0.59	0.26	-0.73
KHAL-125	0.29	-0.44	0.54	-1.50	0.28
KHAL-126	0.55	-0.26	0.59	-1.82	0.23
KHAL-127	0.27	-0.57	-0.85	-1.93	-0.02
KHAL-128	0.14	-1.50	-0.55	0.84	0.24
KHAL-129	1.46	0.00	1.44	-1.50	-1.10
KHAL-130	-0.13	-0.49	1.05	-1.50	-0.17
KHAL-131	-0.16	-0.53	-0.37	-1.11	1.34
KHAL-132	0.14	-0.35	-0.08	0.02	-0.08
KHAL-133	-0.62	1.87	0.47	0.11	2.74
KHAL-134	-1.15	0.61	0.00	-0.30	-0.53
KHAL-135	-1.04	0.96	0.12	-0.11	-0.69
KHAL-136	-0.70	-0.47	-1.24	0.33	-0.53
KHAL-137	-0.52	0.47	-0.56	-1.26	0.05
KHAL-138	-0.52	-1.00	-0.51	-1.54	0.01
KHAL-139	0.40	0.45	0.41	-1.41	-0.36
KHAL-140	0.59	0.14	2.59	-1.08	0.04
KHAL-141	-0.67	-1.63	-1.13	-1.03	1.32
KHAL-142	1.14	-0.20	-0.83	-1.49	0.36
KHAL-143	0.48	-0.36	-1.04	-2.06	0.03

Sample	Fac1	Fac2	Fac3	Fac4	Fac5
KHAL-144	1.66	0.06	-0.96	-1.53	0.32
KHAL-145	0.89	-0.08	1.66	-1.62	-0.05
KHAL-146	-0.21	1.02	-0.38	-0.84	0.11
KHAL-147	-1.01	2.42	-0.43	0.62	-1.33
KHAL-148	-1.00	1.92	-0.55	0.47	0.18
KHAL-149	-0.89	1.15	0.23	0.29	-0.80
KHAL-150	-0.22	0.31	2.35	0.50	0.90
KHAL-151	0.23	-0.38	-0.42	-0.77	0.20
KHAL-152	0.91	-0.23	1.04	0.30	0.65
KHAL-153	-0.63	-0.82	-0.07	0.15	0.40
KHAL-154	0.47	-0.48	1.93	0.05	0.21
KHAL-155	-1.67	-1.63	5.74	0.34	1.95
KHAL-156	-1.19	1.45	0.06	0.27	-0.88
KHAL-158	-0.05	-0.53	0.90	0.68	0.63
KHAL-159	-0.27	-0.95	2.29	1.74	0.67
KHAL-160	0.03	-0.53	3.00	0.33	-0.51
KHAL-161	0.40	-0.58	3.11	0.86	-0.93
KHAL-121A	-0.60	0.56	-0.45	0.43	0.38
KHAL-019A	-1.67	0.20	-0.69	-0.63	2.68