

بِسْمِ تَعَالَى

وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

معاونت اکتشاف

طرح زمین شناسی عمومی (پروژه ژئوشیمی)

# اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه یکصد هزارم حیوانات

**مجری:**

مهندس ناصر عابدیان

**مجری فنی:**

مهندس ابراهیم شاهین

**ناظر:**

دکتر افشین اکبرپور

**مشاور:**

مهندسین مشاور کان آزما

اسفند ۱۳۸۹

**فصل اول: کلیات و زمین‌شناسی عمومی**

۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی.....	۲
۳-۱- جغرافیای طبیعی.....	۵
۴-۱- زمین‌ریخت‌شناسی منطقه مورد مطالعه.....	۵
۵-۱- چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه.....	۶
۶-۱- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک.....	۱۰
۷-۱- زمین‌شناسی اقتصادی.....	۱۰

**فصل دوم: ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای**

۱-۲- مقدمه.....	۱۴
۲-۲- طراحی شبکه‌ی نمونه‌برداری.....	۱۵
۳-۲- نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها.....	۱۷
۴-۲- آنالیز نمونه‌ها.....	۲۰
۵-۲- تهیه نمونه‌های تکراری.....	۲۰
۶-۲- پردازش‌های آماری.....	۲۰
۱-۶-۲- تعیین خطای آنالیز نمونه‌ها برای عناصر مختلف.....	۲۱
۱-۶-۲-۱- روش محاسبه.....	۲۲
۲-۶-۲- فایل‌بندی داده‌های خام.....	۲۵
۳-۶-۲- پردازش داده‌های خارج از حدود سنسورد.....	۲۵
۴-۶-۲- حذف مقادیر خارج از رده (Outlier).....	۲۶
۵-۶-۲- نرمال‌سازی داده‌ها.....	۲۹
۶-۶-۲- رسم هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی.....	۳۲
۷-۶-۲- مطالعات آماری چند متغیره.....	۳۶
۱-۷-۶-۲- محاسبه ضرائب همبستگی عناصر.....	۳۶

صفحه

عناوین

..... ۴۰	۲-۶-۷-۲- آنالیز خوشه‌ای
..... ۴۲	۲-۶-۷-۳- آنالیز فاکتوری
..... ۴۶	۲-۷- تکنیک‌های رسم نقشه و جداسازی مناطق آنومال

**فصل سوم: مطالعات کانی سنگین**

..... ۴۹	۳-۱- مقدمه
..... ۵۰	۳-۲- طراحی شبکه نمونه‌برداری و برداشت نمونه‌ها
..... ۵۰	۳-۳- نحوه مطالعه کانی‌های سنگین
..... ۵۳	۳-۴- تبدیل مقادیر کیفی کانی‌های سنگین به مقادیر عددی (g/t)
..... ۵۴	۳-۵- پردازش داده‌های کمی
..... ۵۶	۳-۶- رسم نقشه‌ها و تفسیر نتایج حاصله

**فصل چهارم: تعیین آنومالی‌ها**

..... ۵۸	۴-۱- مقدمه
..... ۵۸	۴-۲- آنومالی‌های عناصر مهم
..... ۵۸	۴-۲-۱- طلا
..... ۶۱	۴-۲-۲- مس
..... ۶۳	۴-۲-۳- سرب
..... ۶۵	۴-۲-۴- روی
..... ۶۷	۴-۲-۵- آنومالی‌های سایر عناصر مهم
..... ۶۷	۴-۲-۵-۱- عنصر نقره
..... ۶۷	۴-۲-۵-۲- آرسنیک
..... ۶۷	۴-۲-۵-۳- بیسموت
..... ۶۸	۴-۲-۵-۴- کادمیم
..... ۶۸	۴-۲-۵-۵- آهن
..... ۶۸	۴-۲-۵-۶- مولیبدن
..... ۶۹	۴-۲-۵-۷- کروم

صفحه

عناوین

۶۹.....	۴-۲-۵-۸- آنتی موان
۶۹.....	۴-۲-۵-۹- قلع و تنگستن
۷۰.....	۴-۲-۵-۱۰- باریم
۷۰.....	۴-۲-۵-۱۱- سینابر
۷۰.....	۴-۲-۵-۱۲- سایر عناصر
۷۰.....	۴-۳- تعیین آنومالی‌های نهایی

**فصل پنجم: کنترل آنومالی و تعیین محدوده‌های امیدبخش نهایی**

۷۵.....	۵-۱- مقدمه
۷۵.....	۵-۲- آنومالی‌های موجود در برگه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان
۷۵.....	۵-۲-۱- آنومالی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نه آب
۸۳.....	۵-۲-۲- آنومالی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نوق آباد
۹۶.....	۵-۲-۳- آنومالی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ چوپانان
۱۰۱.....	۵-۲-۴- آنومالی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ الله آباد
۱۱۶.....	۵-۳- معرفی آنومالی نهایی
۱۱۸.....	۵-۴- پیشنهاد

**پیوست‌ها**

- پیوست (الف) نتایج نمونه‌های آبراهه‌ای مرحله اول
- پیوست (ب) نتایج کانی‌سنگین مرحله‌ی اول
- پیوست (ج) نتایج نمونه‌های آنالیزی در مرحله کنترل آنومالی
- پیوست (د) نتایج کانی‌سنگین مرحله کنترل آنومالی
- پیوست (ه) گزارش مطالعه مقاطع نازک
- پیوست (و) گزارش مطالعه مقاطع صیقلی
- پیوست (ز) نمودارهای خطای عناصر
- پیوست (ح) هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع جمعی
- پیوست (ط) نقشه‌ها

صفحه	عناوین
۳	جدول ۱-۱- مختصات جغرافیایی ورقه ۱:۱۰۰/۰۰۰ چوپانان.....
۲۰	جدول ۱-۲- عناصر تجزیه شده به همراه حد حساسیت هر یک از آن‌ها .....
۲۲	جدول ۲-۲- میزان خطای عناصر تجزیه شده که بروش محاسباتی بدست آمده است.....
۲۶	جدول ۳-۲- عناصر دارای حدود سنسورد در نمونه‌های آبراه‌های ورقه‌ی چوپانان.....
۲۸	جدول ۴-۲- تعداد داده‌های خارج از رده و مقادیر جایگزینی هر یک از عناصر بروش دورفل.....
۲۸	جدول ۵-۲- داده‌های خارج از رده و میزان جایگزینی هر یک از عناصر آن‌ها برای داده‌های ورقه چوپانان بروش تجربی.....
۳۱	جدول ۶-۲- پارامترهای آماری نمونه‌های ژئوشیمیایی ورقه چوپانان برای داده‌ها خام، خام با حذف داده‌های خارج از رده..
۳۸	جدول ۷-۲- نتایج آنالیز همبستگی اسپیرمن برای داده‌های ورقه ۱۰۰۰۰۰ چوپانان.....
۳۹	جدول ۸-۲- نتایج آنالیز نسبت پیرسون برای داده‌های ورقه ۱۰۰۰۰۰ چوپانان.....
۴۳	جدول ۹-۲- پارامترهای گزارش شده در هنگام پردازش عاملی مقدار KMO برای ضرایب غنی‌شدگی.....
۴۴	جدول ۱۰-۲- درصد مشارکت عناصر مختلف در آنالیز فاکتوری پس از محاسبه ضرایب غنی‌شدگی.....
۴۴	جدول ۱۱-۲- میزان واریانس‌های فاکتورهای بدست آمده از آنالیز فاکتوری.....
۴۵	جدول ۱۲-۲- نتیجه آنالیز فاکتوری بر روی داده‌های ورقه چوپانان.....
	جدول ۱-۳- درصد کانی‌های موجود در نمونه‌های کانی‌سنگین ورقه چوپانان همراه با تعداد نمونه‌هایی که در آن‌ها این
۵۲	کانی‌ها مشاهده شده‌اند.....
۵۵	جدول ۲-۳- نتیجه آنالیز اسپیرمن بر روی داده‌های کمی حاصل از نمونه‌های کانی‌سنگین ورقه چوپانان.....
۶۰	جدول ۱-۴- آنومالی‌های عنصر طلا در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان.....
۶۲	جدول ۲-۴- آنومالی‌های عنصر مس در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان.....
۶۴	جدول ۳-۴- آنومالی‌های عنصر سرب در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان.....
۶۶	جدول ۴-۴- آنومالی‌های عنصر روی در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان.....
۷۲	جدول ۵-۴- نمونه‌های آنومال نهایی در ورقه چوپانان که برای مرحله بعد(آنومالی چکینگ) پیشنهاد گردیده‌اند.....
۷۶	جدول ۱-۵- نمونه‌های آنومال موجود در برگه‌ی نه آب جهت کنترل آنومالی.....

صفحه	عناوین
۷۶	جدول ۵-۲- نتیجه مطالعات نمونه‌ی کانی‌سنگین برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی از برگه‌ی نه‌آب
۸۱	جدول ۵-۳- نتیجه آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌های لیتولوژیکی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نه‌آب
۸۴	جدول ۵-۴- نمونه‌های آنومال موجود در ورقه‌ی نوق‌آباد جهت کنترل آنومالی
۹۳	جدول ۵-۵- نتیجه مطالعات نمونه‌ی کانی‌سنگین برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی از ورقه‌ی نوق‌آباد
۹۴	جدول ۵-۶- نتیجه آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌های لیتولوژیکی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نوق‌آباد
۹۶	جدول ۵-۷- نمونه‌های آنومال موجود در ورقه‌ی چوپانان جهت کنترل آنومالی
۹۸	جدول ۵-۸- نتیجه مطالعات نمونه‌ی کانی‌سنگین برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی از ورقه‌ی چوپانان
۹۹	جدول ۵-۹- نتیجه آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌ی لیتولوژیکی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ چوپانان
۱۰۲	جدول ۵-۱۰- نمونه‌های آنومال موجود در ورقه‌ی الله‌آباد جهت کنترل آنومالی
۱۱۳	جدول ۵-۱۱- نتیجه مطالعات نمونه‌ی کانی‌سنگین برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی از ورقه‌ی الله‌آباد
۱۱۴	جدول ۵-۱۲- نتیجه آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌های لیتولوژیکی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ الله‌آباد
۱۱۷	جدول ۵-۱۳- مشخصات محدوده‌های آنومال در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان
۱۱۷	جدول ۵-۱۴- مشخصات نقاط آنومال در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان

صفحه

عناوین

- نقشه ۱-۲- جانمایی نمونه‌های برداشتی از محدوده‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان..... ۱۹
- نقشه ۱-۵- نمایی نزدیک از محل آنومالی نهایی در ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نه آب همراه با جانمایی نمونه‌های کانی‌سنگین و سنگی برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی..... ۸۲
- نقشه ۲-۵- نمایی نزدیک از محل آنومالی نهایی در ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نوق آباد همراه با جانمایی نمونه‌های کانی‌سنگین و سنگی برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی..... ۹۵
- نقشه ۳-۵- نمایی از محل نمونه‌های آنومال نهایی در ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ چوپانان همراه با جانمایی نمونه‌های کانی‌سنگین و سنگی برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی..... ۱۰۰
- نقشه ۴-۵- نمایی نزدیک از محل آنومالی نهایی در ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ الله آباد همراه با جانمایی نمونه‌های کانی‌سنگین و سنگی برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی..... ۱۱۵
- نقشه ۵-۵- نمایی کلی از محل آنومالی‌های نهایی در ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان..... ۱۱۷

- تصویر ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به محدوده‌ی اکتشافی چوپانان ..... ۳
- تصویر ۱-۲- موقعیت محدوده ۱:۱۰۰/۰۰۰ مورد مطالعه بر روی نقشه ایران و اسامی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰/۰۰۰ آن ..... ۴
- تصویر ۱-۳- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان ..... ۱۱
- تصویر ۱-۴- راهنمای نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان ..... ۱۲
- تصویر ۱-۲- نقشه ژئوفیزیک هوایی ۱:۲۵۰۰۰۰ ..... ۱۷
- تصویر ۲-۲- نمودارهای تامپسون- هوارث برای عناصر طلا و نقره در ورقه چوپانان ..... ۲۳
- ادامه تصویر ۲-۲- نمودارهای تامپسون- هوارث برای عناصر مس، سرب و روی در ورقه چوپانان ..... ۲۴
- تصویر ۲-۳- جدول حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف با روش دورفل ..... ۲۸
- تصویر ۲-۴-الف) هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی عنصر طلا و نقره، ..... ۳۳
- تصویر ۲-۴-ب) هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی عنصر مس و سرب، ..... ۳۴
- تصویر ۲-۴-ج) هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی عنصر روی و باریم، ..... ۳۵
- تصویر ۲-۵- نتیجه‌ی آنالیز خوشه‌ای بر روی داده‌های آبراهه‌ای ورقه چوپانان ..... ۴۱
- تصویر ۲-۶- نمودار Scree Plot برای داده‌های آبراهه‌ای چوپانان که در آن می‌توان تعداد ۴ فاکتور را مساعد دانست ..... ۴۳
- تصویر ۵-۱- مقطع شماره‌ی CP-310 جانشینی کامل ترکیبات هیدروکسیدی آهن به جای کانه‌های سولفیدی (پیریت) ..... ۷۹
- تصویر ۵-۲- مقطع شماره‌ی CP-310، پیریت‌های ریز، که از هوازدگی مصون مانده‌اند ..... ۷۹
- تصویر ۵-۳- مقطع شماره‌ی CP-311-3، ترکیبات هیدروکسیدی آهن با بافت رگچه‌ای (مرکز تصویر) ..... ۸۰
- تصویر ۵-۴- مقطع شماره‌ی CP-311-3، ترکیبات هیدروکسیدی آهن با بافت نمدی ..... ۸۱
- تصویر ۵-۵- مقطع CT-76، دو نوع کلسیت تشکیل دهنده نمونه، نور پلاریزه ..... ۸۷
- تصویر ۵-۶- مقطع CT-76، اکسیدهای آهن به همراه کربنات قطعات سنگ اولیه کربناتی را به یکدیگر متصل نموده‌اند، نور پلاریزه ..... ۸۸
- تصویر ۵-۷- مقطع CT-76-2، آلیت‌های سازنده نمونه درون سیمان اسپاری، در سمت راست تصویر یک رگه کربناتی آهن‌دار ..... ۸۹
- تصویر ۵-۸- مقطع CT-76-2، یک رگه از کلسیت‌های درشت بلور در سمت چپ تصویر و آلیت‌های آهکی در سمت راست ..... ۸۹
- تصویر ۵-۹- مقطع CP-85، ترکیبات هیدروکسیدی آهن با بافت نمدی ..... ۹۱



- تصویر ۱۰-۵ - مقطع CT-300-4، قطعات جوش خورده که نمای برشی سنگ را نشان می‌دهند این قطعات حاوی فلدسپاراند، نور پلاریزه ..... ۹۳
- تصویر ۱۱-۵ - مقطع CT-300-4، توفال‌های پلاژیوکلاز سازنده سنگ با مقدار قابل توجهی کلسیت ثانویه، نور پلاریزه ... ۹۳
- تصویر ۱۲-۵ - همراهی کالکوسیت (cc) و کولیت (cv) در نمونه CP-300 ..... ۹۴
- تصویر ۱۳-۵ - بقایائی از کالکوپیریت (cpy) در کالکوسیت (cc) ..... ۹۴
- تصویر ۱۴-۵ - نمایی از محل برداشت نمونه‌ی CH-28 ..... ۱۰۰
- تصویر ۱۵-۵ - نمایی از محل برداشت نمونه‌ی CH-535 ..... ۱۰۰
- تصویر ۱۶-۵ - نمایی دیگر از محل برداشت نمونه‌ی CH-535 و سنگ‌های آهکی بالادست آن ..... ۱۰۱
- تصویر ۱۷-۵ - مقطع CT-458-2، رگه کیانیت دار در سمت چپ تصویر، نور پلاریزه ..... ۱۰۷
- تصویر ۱۸-۵ - مقطع CT-458-2، موسکوویت‌های با جهت یابی متفاوت ، نور پلاریزه ..... ۱۰۷
- تصویر ۱۹-۵ - مقطع CT-458-3، سیلیس فضای میان کلسیت ها را پر نموده است ، نور پلاریزه ..... ۱۰۸
- تصویر ۲۰-۵ - مقطع CT-458-3، شکستگی‌های نمونه با کانی‌های اپاک پر شده‌اند، نور عادی ..... ۱۰۸
- تصویر ۲۱-۵ - مقطع CP-459-2، دگرسانی کالکوپیریت (cpy)، به کالکوسیت و کولیت (cc+cv) ..... ۱۱۰
- تصویر ۲۲-۵ - مقطع CP-459-2، ترکیبات هیدروکسیدهای آهن با بافت قشرگون (crustified) ..... ۱۱۰
- تصویر ۲۳-۵ - مقطع CP-459-2، پیریت، به طور کامل توسط ترکیبات هیدروکسیدی آهن جانشین شده است. .... ۱۱۱
- تصویر ۲۴-۵ - مقطع CP-475، جانشینی کامل ترکیبات هیدروکسیدی آهن به جای کانه‌های سولفیدی ..... ۱۱۲
- تصویر ۲۵-۵ - نمایی از مکان برداشت نمونه‌ی CL-504 در داخل سنگ آهک و شیبست که دارای کانه‌های اکسید آهن می‌باشد. .... ۱۱۴
- تصویر ۲۶-۵ - نمایی از زون سیلیسی دارای کانه‌های اکسید آهن و کانی‌های مافیک که نمونه‌ی CL-517 از آن برداشت شده است. .... ۱۱۴
- تصویر ۲۷-۵ - نمایی از واحد آهکی و شیلی که دارای رگه‌های سیلیسی و اکسیدهای آهن است که نمونه‌ی CL-519 از آن برداشت ..... ۱۱۵
- تصویر ۲۸-۵ - نمایی از واحد آهکی و شیبستی که نمونه‌ی CH-523 از آن برداشت شده است ..... ۱۱۶

ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ چوپانان ناحیه‌ای است در استان اصفهان که در مرکز ایران و در شمال خاور شهرستان نائین-انارک و جنوب شهرستان جندق قرار گرفته است. قدیمی‌ترین بخش این ورقه مربوط به کمپلکس جندق به سن پروتروزوئیک بالایی می‌باشد. لیتولوژی عمومی در این ورقه شامل شیست، اسلیت، فیلیت، مرمر، سنگ آهک و دولومیت است. در طی عملیات ژئوشیمیایی صورت گرفته در مرحله اول و پس از طراحی نقاط نمونه‌برداری، ۵۲۶ نمونه‌ی آبراهه‌ای و ۱۶۳ نمونه‌ی کانی سنگین برداشت شدند. پس از تعبیر و تفسیر نتایج نمونه‌های اخذ شده در مرحله‌ی اول تعداد ۶۲ نمونه آنومال تشخیص داده شد و حوضه‌های آبریز این نمونه‌ها برای بررسی بیشتر برای مرحله‌ی کنترل آنومالی تعیین و جدا گردیدند. عمده‌ی نمونه‌های آنومال بدست آمده در شمال غرب برکه نه‌آب، شمال غرب برکه نوق آباد و جنوب برکه الله آباد متمرکز شده‌اند.

در طی مرحله‌ی کنترل آنومالی تعداد ۳۶ نمونه‌ی سنگی، ۲۳ نمونه‌ی کانی‌سنگین، ۵ نمونه‌ی مقطع نازک و ۶ نمونه‌ی مقطع صیقلی برداشت شدند. پس از بررسی کلیه نمونه‌های فوق و تعبیر و تفسیر داده‌های بدست آمده ۳ محدوده‌ی آنومال و ۴ منطقه امیدبخش بعنوان آنومالی نهایی مشخص گردید. آنومالی واقع در شمال شرق ورقه‌ی نه‌آب با وسعت تقریبی ۳/۵ کیلومتر مربع برای عناصر مس، روی و باریم، آنومالی واقع در شمال شرق ورقه‌ی نوق آباد با وسعت تقریبی ۲۹ کیلومتر مربع جهت عناصر سرب و روی، مس، آنتیموان، کبالت، باریم و آرسنیک و محل نمونه‌های CL-300, CL-300-2, CL-300-3 در شمال غرب ورقه‌ی نوق آباد که دارای بالاترین عیار مس (7.9%) در ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان می‌باشد، به عنوان یک منطقه امیدبخش برای عناصر سرب، روی، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن، محل سه نقطه‌ی امیدبخش CL-552, CH-535 و CH-559-1 در برکه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ چوپانان برای عناصر سرب، مولیبدن، مس، روی، کبالت، آرسنیک و باریم و بالاخره آنومالی واقع در جنوب شرق ورقه‌ی الله آباد با وسعت تقریبی ۴۸ کیلومتر مربع برای عناصر مس، سرب، روی و مولیبدن معرفی گردیدند.

### ۱-۱- مقدمه

اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک ناحیه‌ای در مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ در زمره‌ی فعالیت‌های اکتشافی زیربنایی محسوب می‌شود که نقش مهمی در کشف توده‌های کانساری و شناخت نواحی پرتانسیل معدنی دارد. این اکتشافات عموماً با نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای شروع شده و با تجزیه، تحلیل و پردازش داده‌ها، رسم نقشه‌ی آنومالی‌های ژئوشیمیایی و تعیین مناطق پرتانسیل ادامه می‌یابد و در نهایت با کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی، مدل‌سازی و معرفی مناطق امیدبخش به پایان می‌رسد.

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

ورقه ۱:۱۰۰/۰۰۰ چوپانان از نظر موقعیت جغرافیایی در استان اصفهان و در مختصات  $30^{\circ} 54' - 54^{\circ} 54'$  طول خاوری و  $30^{\circ} 33' - 34^{\circ} 30'$  عرض شمالی واقع شده است. این محدوده در شمال خاور شهرستان نائین-انارک و جنوب شهرستان جندق جای دارد و شامل نقشه‌های توپوگرافی نوق آباد (6857 I)، چوپانان (6857 II)، الله آباد (6857 III)، نه آب (6857 IV) می‌باشد. دسترسی به منطقه مورد بررسی از محورهای اصلی زیر میسر می‌باشد:

- محور تهران - اصفهان - نائین - انارک - چوپانان
- محور تهران - نائین - اردکان - چوپانان
- محور تهران - سمنان - معلمان - جندق - چوپانان



نائین

اردکان

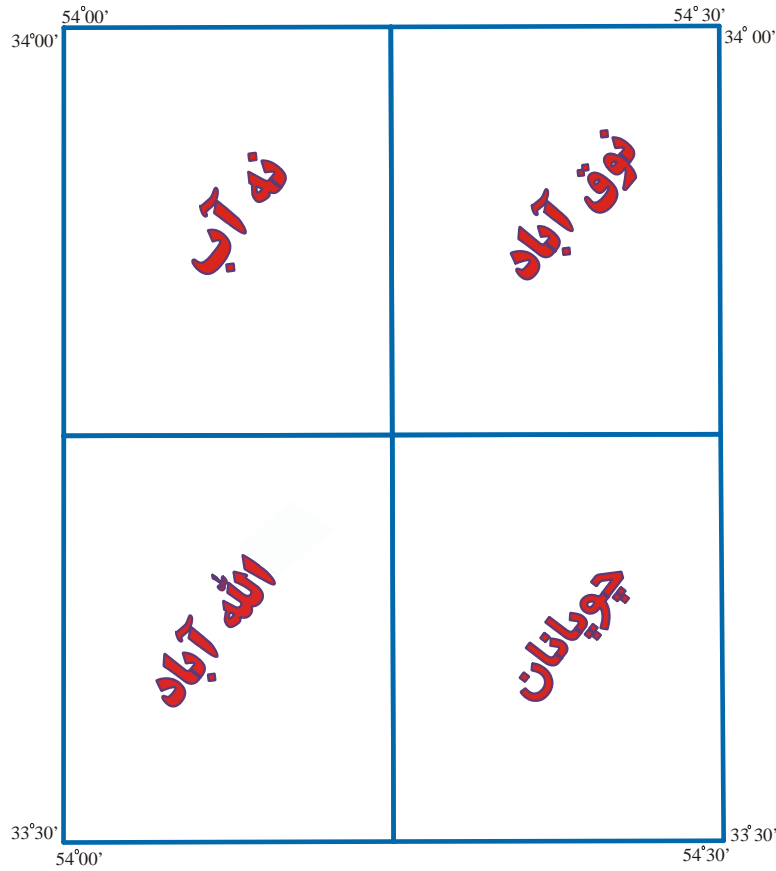
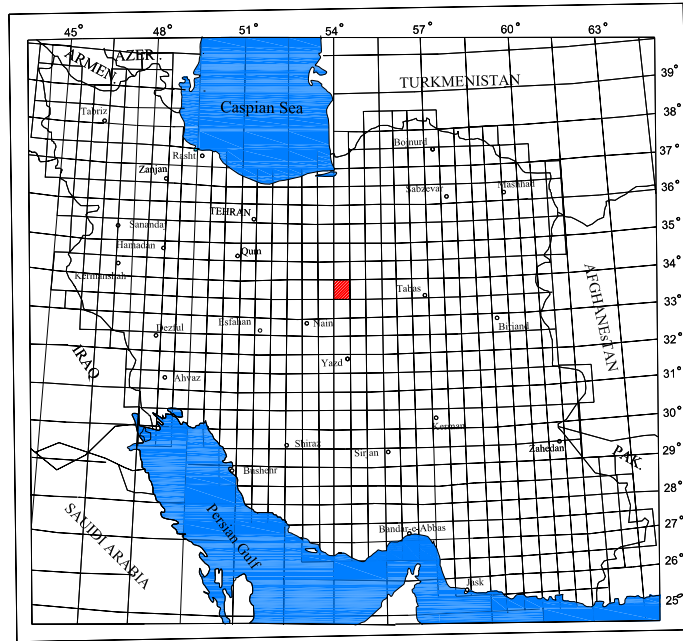
تصویر ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به محدوده اکتشافی چوپانان

مختصات منطقه اکتشافی به مساحت تقریبی ۲۵۰۰ کیلومتر مربع به شکل چهارضلعی ABCD می‌باشد که در

جدول ۱-۱ آمده است.

جدول ۱-۱- مختصات جغرافیایی ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ چوپانان

Point	Latitude (Y)		Longitude (X)	
	Geography	Utm	Geography	Utm
A	54° 00'	222908	34° 00'	3766214
B	54° 30'	269102	34° 00'	3764973
C	54° 30'	267757	33° 30'	3709516
D	54° 00'	221293	33° 30'	3710748



تصویر ۱-۲- موقعیت محدوده ۱:۱۰۰,۰۰۰ بر روی نقشه ایران و اسامی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰

### ۱-۳- جغرافیای طبیعی

منطقه مورد مطالعه به علت واقع شدن بین دشت کویر در شمال و کویر سیاه کوه در جنوب دارای آب و هوای گرم، کویری و خشک است. اختلاف درجه حرارت آن در تابستان و زمستان زیاد است. میزان بارندگی سالیانه این منطقه بسیار اندک و پراکنش آن نیز متغیر است.

روستاهای این ورقه عبارتند از: روستاهای الله‌آباد، آشتیان، حجت‌آباد (در بخش جنوبی)، روستاهای همت‌آباد، نصرت‌آباد، نعمت‌آباد (در بخش مرکزی) و روستاهای حوض پنج، حوض سه فرسخ و بهاآباد. در رودخانه‌های این ورقه می‌توان به رودخانه‌های نه‌آب، عروسان و کبودان اشاره نمود. منابع تأمین آب کشاورزی و آب آشامیدنی، به دلیل ریزش جوی اندک، رودخانه‌های فصلی، کاریز، چاه‌های نیمه‌ژرف تا ژرف و بعضی از چشمه‌ها در پای ارتفاعات هستند.

### ۱-۴- زمین‌ریخت‌شناسی منطقه مورد مطالعه

با توجه به روند کوه‌ها، ویژگی‌های لیتولوژی و چگونگی فرسایش، از دیدگاه زمین‌ریخت‌شناسی، منطقه چوپانان به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود.

در بخش مرکزی ارتفاع حوضه بین ۱۰۰۰-۸۰۰ متر می‌باشد. این ارتفاع در بخش شمالی و جنوبی به ۱۹۰۰-۱۱۰۰ متر می‌رسد.

بلندترین کوه در این ورقه رشید کوه می‌باشد که در گوشه شمال شرقی با ارتفاع حدود ۱۹۰۰ متر واقع شده است. از دیگر کوه‌های بخش شمالی و شرقی می‌توان به کوه‌های زالوبند (ارتفاع حدود ۱۰۴۷ متر)، کوه تختک (ارتفاع حدود ۱۶۳۰ متر)، کوه گدار سیاه (ارتفاع حدود ۱۳۵۰ متر) و پیس کوه اشاره نمود.

در بخش جنوبی کوه‌ها عبارتند از: کوه کله پهنو، کوه جفت، کوه کج کلاه

بخش مرکزی و غربی در بیشتر موارد از مواد سست، بیشتر مارنی، رسوبات و تراسهای قدیمی و عهدحاضر و کنگلومرایی پدید آمده، نواحی پست و به نسبت عریض این ورقه را ساخته است.

**۱-۵- پینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه**

**کمپلکس جندق ( $P_j$ ):** قدیمی‌ترین واحد شناخته شده در این ورقه، کمپلکس جندق به سن پروتروزوئیک بالایی می‌باشد، لیتولوژی عمومی این کمپلکس شامل شیست، آمفیبول، گنایس و مرمر است. این کمپلکس خود شامل دو عضو می‌باشد که از قدیم به جدید عبارتند از:

- **واحد کوارتزیتی ( $P_j^q$ ):** که در مرکز ورقه رخنمون دارد. این واحد به رنگ خاکستری روشن تا زرد و با میان‌لایه‌هایی از دولومیت با ضخامت ۴۵۰ متر است.

- **واحد ( $P_j^s$ ):** که دارای ترکیب مسکوویت، آمفیبول، گارنت، استارولیت، میکاشیست، مقدار کمی گنایس و مرمر می‌باشد. این سازند در شمال‌شرق و مرکز ورقه با ضخامت ۶۷۰ متر برونزد دارد.

**دگرگونی‌های انارک:** در ناحیه انارک، از شمال ناین تا حوالی ساغند - پشت‌بادام، یک مجموعه شیستی تیره رنگ برونزد دارد که همراهی از فیلیت‌های گرافیتی، کوارتزیت، سنگ آهک‌های متبلور، کلریت اپیدوت شیست، میکاشیست و اپی‌گنایس دارد. این مجموعه را اشتال (۱۹۱۱) به سن آرکئن دانسته است. داودزاده و همکاران (۱۹۶۹) ضمن اعتقاد به سن پرکامبرین به این مجموعه «دگرگونی‌های انارک» گفته‌اند. بر اساس کار زمین‌شناسان شرکت تکنواسپورت، در ناحیه انارک این مجموعه شامل ۵ کمپلکس چاه‌گربه، مرغاب، پتیار، محمدآباد و دوشاخ است. ولی در ناحیه خور، ۵ کمپلکس چاه‌گربه، پتیار، کبودان، دوشاخ و پشت‌بادام سازندگان دگرگونی‌های انارک است.

دگرگونی‌های انارک (Ma) در ورقه چوپانان با سن پروتروزوئیک بالایی - پالئوزوئیک پایینی و با ترکیب عمومی مرمر، فیلیت، شیست کوارتزیت میکادار شامل سه کمپلکس چاه‌گربه، پتیار و کبودان می‌شود که در جنوب ورقه چوپانان به چشم می‌خورند. این کمپلکس‌ها به ترتیب از قدیم به جدید عبارتند از:

**کمپلکس چاه‌گربه ( $P_{ch}$ ):** این کمپلکس دارای لیتولوژی مسکوویت، کلریت، مسکوویت شیست‌دار، کوارتزیت میکادار و مرمر و با ضخامت ۷۹۰ متر می‌باشد.

**کمپلکس پتیار ( $P_{pt}$ ):** شامل فیلیت، گلوکوفان شیست، مرمر سیاه و کوارتزیت و متاسنداستون می‌باشد. این واحد دارای ضخامت بیش از ۲۰۰ متر است.

**کمپلکس کبودان:** که دارای دو عضو ( $P_{kb}^m$ ) با ترکیب مرمر و عضو ( $P_{kb}^{sm}$ ) شامل شیست به مقدار کم مرمر و کوارتزیت می‌باشد.

در پالئوزوئیک بالایی چهار واحد دیگر در این ورقه برونزد دارند که عبارتند از:

**واحد ( $C^{sl}$ ):** به سن کربونیفر پایینی و میانی شامل متاسنداستون، سنگ آهک کریستالیزه، سنگ‌های متاولکانیک، اسلیت، فیلیت و شیست که در مرکز ورقه برونزد دارند.

**واحد ( $C_3^l$ ):** به سن کربونیفر بالایی و با ترکیب سنگ آهک که گاهی دولومیتی و مرمریتی شده است. این واحد در غرب حوض سه‌فرسخ و جنوب کوه گدارسیاه برونزد دارد.

**واحد ( $CP^s$ ):** به سن کربونیفر بالایی - پرمین و با لیتولوژی ماسه‌سنگ، گراول‌استون، کنگلومرا، آرژیلیت و سنگ آهک که در شمال ورقه در نزدیکی چاه‌عربان و کوه گدارسیاه رخنمون دارد. ضخامت این واحد بیش از ۳۰۰ متر می‌باشد.

**واحد ( $P^s$ ):** به سن پرمین و با ترکیب ماسه‌سنگ و سیلتستون که در شمال ورقه به چشم می‌خورد. ضخامت این واحد ۳۵۰-۴۰۰ متر می‌باشد.

در ورقه یک‌صد هزار چوپانان از دوره پرمین تا کرتاسه یک نبود رسوبی وجود دارد که باعث شده است سازند نقره به سن کرتاسه پایینی با یک ناپیوستگی فرسایشی زاویه‌دار بر روی سنگ‌های پرمین و سنگ‌های دگرگونه قرار می‌گیرد.

**سازند نقره ( $K_n$ ):** این سازند به سن اشکوب نئوکومین از کرتاسه پایینی شامل ماسه‌سنگ، مارن، گراول‌استون کنگلومرا و سنگ آهک می‌باشد. سازند مذکور دارای ضخامت بیش از ۷۰-۶۰ متر است و در جنوب ورقه رخنمون یافته است.

**سازند شاه‌کوه ( $K_s$ ):** سازند شاه‌کوه به سن اشکوب آپتین از کرتاسه پایینی دارای ترکیب سنگ آهک اوریتولین-دار، گراول‌استون و کنگلومرا است. ضخامت این سازند از ۱۰۰ تا ۴۰۰ متر در حال تغییر است. این سازند در جنوب ورقه برونزد دارد.

**سازند بازیاب ( $K_{bz}$ ):** این سازند به سن اشکوب آپتین - آلبین از کرتاسه پایینی با لیتولوژی مارن، ماداستون، ماسه‌سنگ و سنگ آهک است. ضخامت این سازند بین ۵۵ تا ۱۵۷ متر می‌باشد. از فسیل‌های این سازند پلسی‌پود، اکینوئید و ... می‌باشد.



**سازند دبرسو:** با دو عضو ( $K_d$ ) شامل سنگ آهک اورگانیک، مارن، گراول استون و ماسه سنگ و عضو ( $K_d^m$ ) شامل مارن و سنگ آهک می باشد. این سازند به سن سنومانین - تورونین می باشد. هر دو عضو در شرق و در نزدیکی سازند بازیاب و کوه های تخته و زالوبند رخنمون دارند.

**سازند هفتومان ( $K_h$ ):** با لیتولوژی سنگ آهک رودیست دار، ماسه سنگ و کنگلومرا به سن سنومانین پایینی از کرتاسه بالایی می باشد. ضخامت این سازند ۱۵۰-۲۱۰ متر می باشد. این سازند در شمال شرق، شرق و جنوب ورقه به چشم می خورد.

**سازند فرخی ( $K_f$ ):** شامل سنگ آهک، ماسه سنگ، گراول استون و مارن به سن سنومانین بالایی - دانین از کرتاسه بالایی می باشد. ضخامت این سازند ۱۱۰-۲۱۰ متر می باشد. این سازند در شمال شرق، شرق و شرق جنوب ورقه برونزد دارد.

**سازند چوپانان** که یک سازند محلی است به سن پالتوسن بوده و شامل دو عضو می باشد که عبارتند از: **عضو** ( $Pe_{ch}^s$ ): با ترکیب ماسه سنگ، گراول استون، کنگلومرا و مارن و عضو ( $Pe_{ch}$ ) با ترکیب سنگ آهک پلاژیک و سنگ آهک برشی شده که شمال شرق، شرق و ضخامت کل این سازند ۷۵۰-۸۰۰ متر می باشد. برخی فسیل هایی که در آهک های این سازند وجود دارد عبارتند از:

Textularia sp. Rotalia sp. Anomalina sp. Spirolina sp. Discorbis sp. Acicularia sp.

**سازند دره انجیر ( $E_d$ ):** به سن ائوسن پایینی و با ترکیب کنگلومرا می باشد که معادل کنگلومرای کرمان می باشد.

**واحد ( $E_1^t$ ):** شامل کنگلومرای توفی، توف کنگلومرا به سن ائوسن پایینی که در جنوب غرب و شمال ورقه رخنمون دارد.

**واحد ( $E_1^a$ ):** این واحد به سن ائوسن پایینی با ترکیب آندزیت، توف و سنگ آهک که در جنوب غرب و شمال ورقه برونزد دارد.

**سازند پیس کوه** به سن ائوسن میانی تا بالایی بوده و شامل سه عضو می باشد که عبارتند از:

- **واحد ( $E_p^s$ ):** این واحد با ترکیب سیلتستون، ماداستون ژیبسی و مارن، ژیبس و هیالوبازالت و با ضخامت در

حدود ۹۲۰ متر در شمال ورقه چوپانان رخنمون دارد.

- واحد  $(E_p^{sm})$ : این واحد با ترکیب ماسه‌سنگ، مارن، کنگلومرا و سیلتستون و با ضخامت ۹۵۰-۱۰۰۰ متر می‌باشد که در شمال و شمال‌غرب ورقه برونزد دارد.

- واحد  $(E_p^m)$ : با ترکیب مارن و ماسه‌سنگ و با ضخامت حدود ۴۰۰ متر

سازند سرخ پایینی  $(O_r)$ : سازند سرخ پایینی به سن الیگوسن با ترکیب کنگلومرا، سیلتستون و ماسه‌سنگ دارای ضخامت در حدود ۲۵۰-۳۰۰ متر می‌باشد. این واحد در شمال و مرکز ورقه برونزد دارد.

سازند قم  $(OM_q)$ : با ترکیب سنگ‌آهک، ماسه‌سنگ، سیلتستون و مارن که دارای سن الیگوسن - میوسن می‌باشد و خود شامل دو عضو  $(OM_q^s)$  با لیتولوژی ماسه‌سنگ، سنگ‌آهک و سیلتستون و عضو  $(OM_q^l)$  با لیتولوژی سنگ‌آهک اغلب ماسه‌ای می‌باشد. ضخامت این سازند ۱۶۵-۲۸۰ متر می‌باشد که در غرب این ضخامت به ۵۰-۷۰ متر کاهش می‌یابد. این سازند در شمال‌غرب تا مرکز ورقه رخنمون یافته است.

سازند سرخ بالایی  $(M_r)$ : این سازند به سن میوسن و با لیتولوژی رسی، رس‌ژیسی، ژپس، سیلتستون، ماسه-سنگ و کنگلومرا و با ضخامت ۵۰۰-۷۰۰ متر می‌باشد. هیچگونه فسیلی در این سازند وجود ندارد و در شمال‌غرب و مرکز ورقه به چشم می‌خورد.

واحد  $(P1)$ : به سن پلیوسن و با ترکیب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، گراول‌های سیلی و رس‌های ماسه‌ای

و بالاخره واحدهای کوارترن: شامل واحدهای  $(Q^{1ap})$  با ترکیب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ گراولی و رسوبات قدیمی، واحد  $(Q^{2ap})$  شامل گراول پبلی، ماسه رسی، کنگلومرا، واحد  $(Q^{2l})$  با ترکیب ماسه‌های ساحلی و دریاچه‌ای و رس، واحد  $(Q^{2e})$  با ترکیب ماسه‌ای و گراول، واحد آلویال، گراول، ماسه، کنگلومرای  $(Q^{3ap})$ ، واحد  $(Q^{3l})$  شامل ماسه‌های ساحلی و دریاچه‌ای، واحد ماسه‌ای  $(Q^{3e})$ ، واحد  $(Q^{4p})$  با ترکیب گراول پبلی و ماسه رسی، واحد  $(Q^{4t})$  که همان دشت‌های ساحلی هستند، واحد  $(Q^{4ss})$  شامل رس‌های نمکی و ماسه کویر و واحد ماسه‌ای  $(Q^{4e})$  که بیشترین وسعت را در ورقه‌ی مورد مطالعه به خود اختصاص داده‌اند.

سنگ‌های نفوذی و نیمه خروجی:

واحد سرپاتینیتی  $(Sr)$ : یک واحد نفوذی با سن نامشخص است که در گوشه‌ی شمال‌شرقی ورقه برونزد کوچکی

در امتداد سنگ‌های کمپلکس جندق از آن دیده می‌شود.

چندین پیکره نیمه خروجی از مونزونیت پورفیری، آندزیت داسیت و آندزیت با سن ائوسن در منطقه دیده می‌شود که شامل واحد (a) با ترکیب آندزیت و آندزیت داسیت‌های ائوسن، واحد (ad) شامل مونزونیت پورفیری، واحد دایک آندزیتی (mp) و واحد (b) شامل دایک بازالتی به سن ائوسن می‌باشد.

تصاویر ۱-۳ و ۱-۴ نشان‌دهنده نقشه زمین‌شناسی و راهنمای آن در ورقه یکصد هزارم چوپانان می‌باشد.

#### ۱-۶- زمین‌شناسی سافتمانی و تکتونیک

از لحاظ ساختاری بخش عمده‌ی این ورقه متعلق به توده‌های انارک‌خور می‌باشد و بخش شمال‌غربی آن را کویر بزرگی ساخته است.

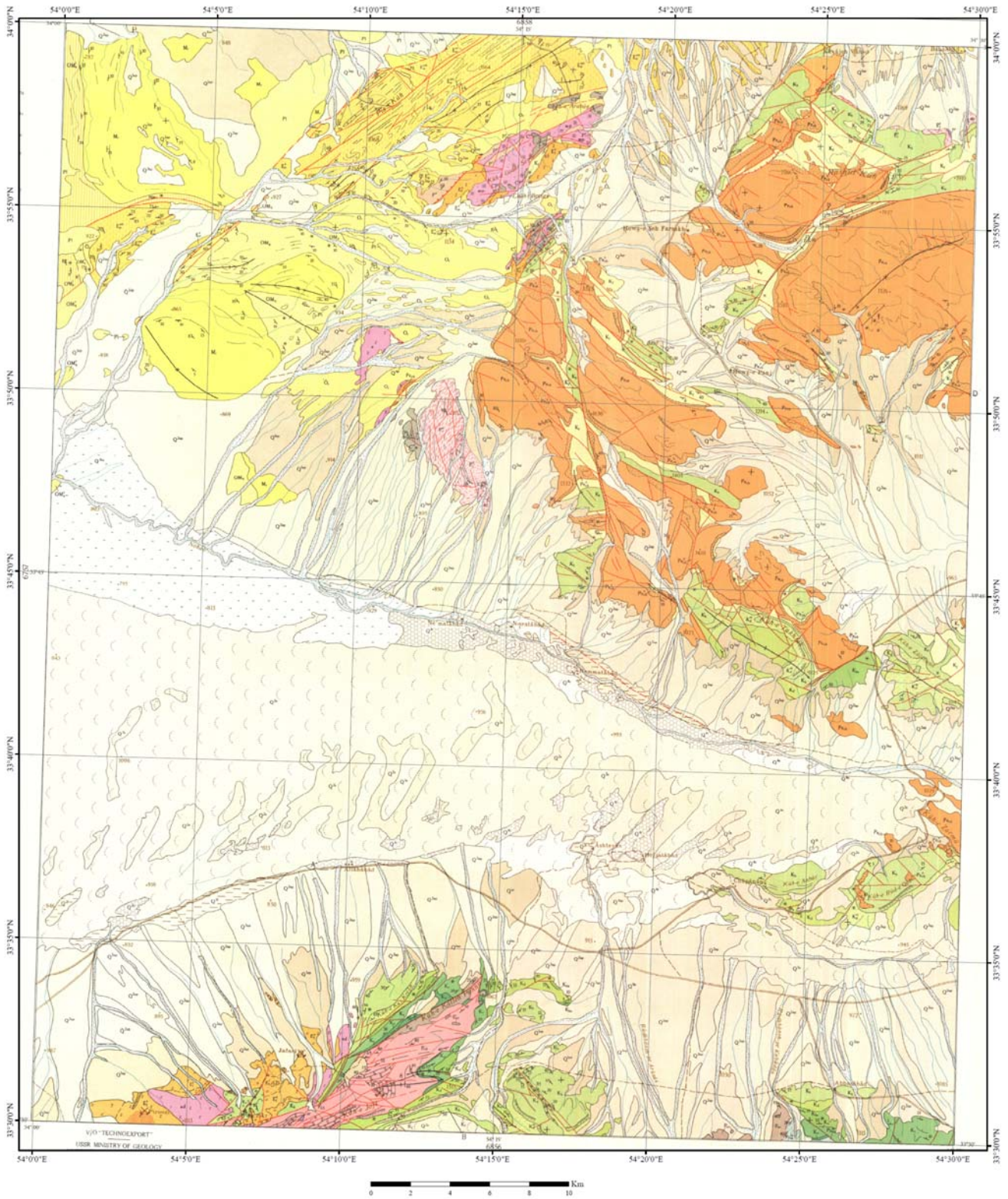
گسل‌های منطقه به دو گروه اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند و گسل‌های نیمه شمالی اکثراً دارای ساختار شمال‌غرب - جنوب‌شرق هستند و در نیمه‌ی جنوبی دارای راستای شمال‌شرق جنوب‌غرب هستند البته گسل‌های با راستای شرقی - غربی و شمالی - جنوبی نیز در منطقه به مقدار کم به چشم می‌خورند.

#### ۱-۷- زمین‌شناسی اقتصادی

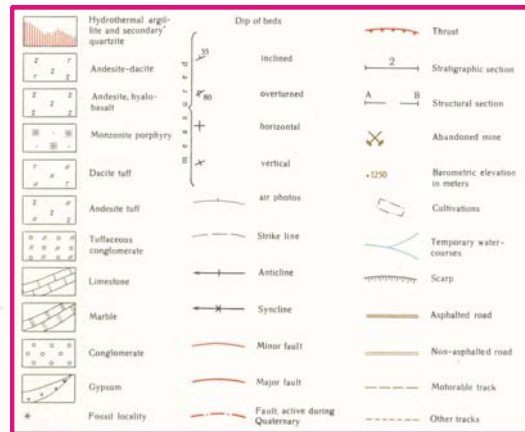
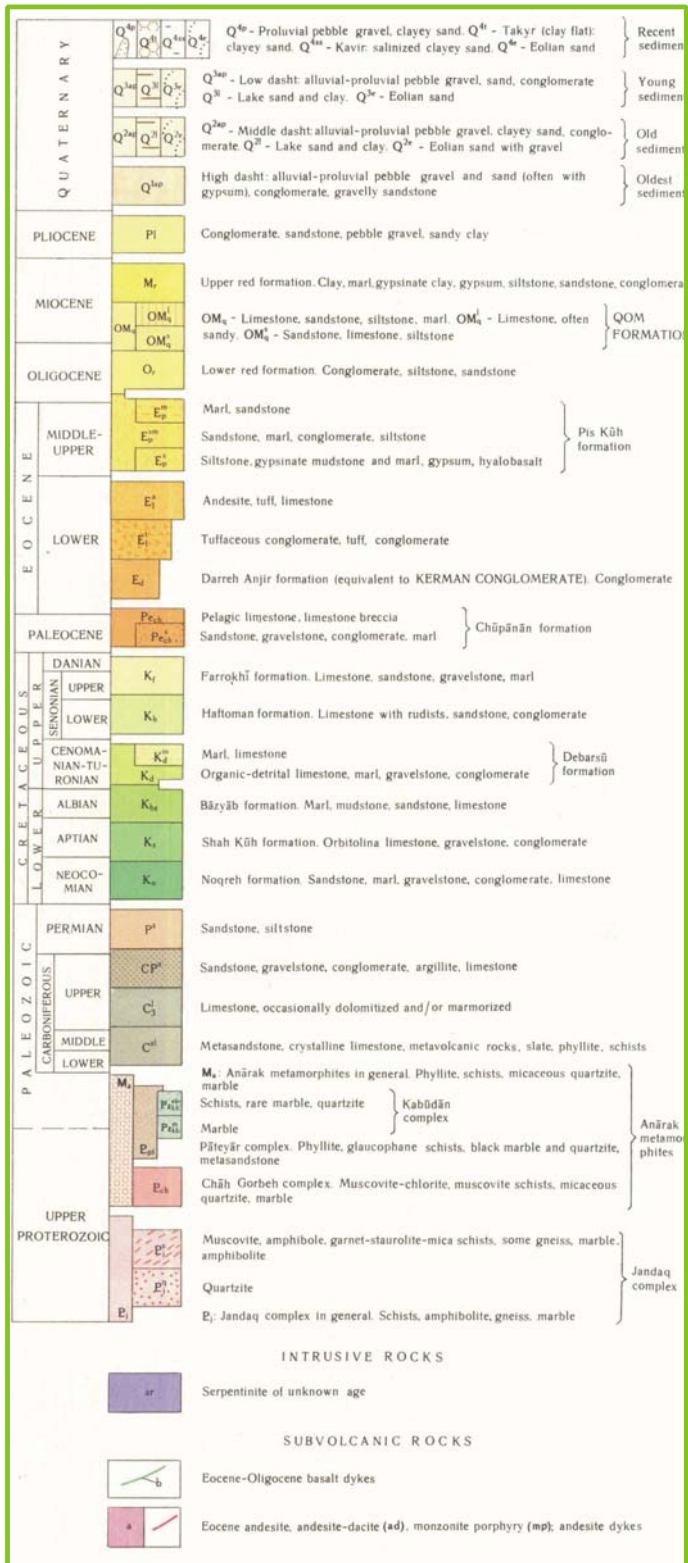
از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی کانی‌سازی پلی‌متال و مس - مولیبدن در این محدوده به خصوص در منطقه کوه گدارسیاه و کوه جفت شناخته شده است.

از معادن بخش جنوبی می‌توان به معادن جعفری و پیروزی و از معادن بخش شمالی می‌توان به معدن گدارسیاه اشاره نمود که همگی در ارتباط با زون گسلی می‌باشند.

همچنین یک معدن سرب و روی کوچک نیز در کوه جفت. در میان سنگ‌های دگرگون شده وجود دارد.



تصویر ۱-۳ - نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان



تصویر ۱-۲- راهنمای نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰ چوپانان

## ۲-۱- مقدمه

در عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰/۰۰۰، نظر به وسعت محدوده‌ی تحت پوشش، هاله‌های ژئوشیمیایی ثانویه مورد بررسی قرار می‌گیرند. اکثر این مطالعات به نحوه‌ی توزیع عناصر در هاله‌های ثانویه‌ی سطحی مانند رسوبات رودخانه‌ای، آبرفت‌ها، یخرفت‌ها و خاک بستگی دارد. هدف از نمونه‌برداری و سایر عملیات‌های اکتشافی در این مقیاس، کشف تمرکزهای غیرعادی از عناصر مرتبط با کانی‌سازی احتمالی در محیط‌های ثانویه‌ی حاصل از فرسایش خواهد بود. در این خصوص هر چه هاله‌ی ثانویه وسیع‌تر و به هاله‌ی اولیه نزدیک‌تر باشد و یا الگوی توزیع آن همبستگی ژنتیکی و انطباق فضایی بیشتری را نسبت به هاله‌ی اولیه نشان دهد از ارزش اکتشافی بالاتری برخوردار خواهد بود. واضح است که رخدادهای متعددی باعث می‌گردد تا هاله‌ی ثانویه توسعه یافته در نواحی پایین‌دست نقاط کانی‌سازی شده، توزیع دوباره یابد و همبستگی ژنتیکی و انطباق فضایی مورد نظر مغشوش شود. این نوع اغتشاشات کار تفسیر هاله‌های ثانویه را در جهت تعیین هر چه دقیق‌تر منشأ دشوار ساخته و از این نظر از ارزش اکتشافی آن‌ها خواهد کاست. به عنوان مثال می‌توان به این موضوع اشاره کرد که روش اکتشافات آبراهه‌ای، رسوبات رودخانه‌هایی که در سنگ بستر حفر شده‌اند از ارزش اکتشافی بالاتری نسبت به رودخانه‌ای که در آبرفت‌ها و یا محیط‌های ثانویه‌ی دیگر حفر گردیده برخوردارند.

همان‌طور که اشاره شد یکی از محیط‌های تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ محیط رسوبات رودخانه‌ای است که تحت شرایط آب و هوایی گوناگون قابل نمونه‌برداری هستند. استفاده از ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای به مدت بیش از ۵۰ سال نشان داده است که این روش، یک متد مستقل و مفید برای تشخیص نواحی با پتانسیل بالای معدنی می‌باشد. بنیادی‌ترین پیش‌فرض در این روش آن است که یک رسوب آبراهه‌ای معرف محصولات هوازدگی و فرسایش در بالادست محل نمونه‌برداری می‌باشد. به هر ترتیب برداشت و آنالیز سیستماتیک نمونه‌های آبراهه‌ای یک روش معمول در اکتشافات کانساری، هم در مقیاس ناحیه‌ای و هم در عملیات تفصیلی‌تر در اغلب نقاط جهان است. برخی از مزایایی که باعث کارآمدی این روش گردیده است عبارتند از:

وجود شرایط اکسیدان در محیط‌های رودخانه‌ای و آبرفتی که خود موجب تحرک عناصر کانساری و در نتیجه افزایش وسعت هاله‌های آن‌ها می‌گردد.

بزرگی میدان اثر نمونه‌ها

سهولت نمونه‌برداری و آماده‌سازی

در مقابل این مزایا بالا بودن پتانسیل آلودگی برای محیط‌ها، به خصوص در صورت وجود مواد آلی که تفسیر داده‌ها را کمی پیچیده خواهد نمود یک نقص برای این روش اکتشافی محسوب می‌گردد.

متغیرهای مؤثر در تمرکز عناصر در رسوبات رودخانه‌ای زیاد هستند. در حالت کلی نسبت اجزاء آواری و دانه‌بندی آن‌ها، میزان تمرکز مواد کلئیدی در رسوبات و بالاخره pH و Eh محیط از عمده‌ترین عوامل کنترل‌کننده‌ی تمرکز عناصر می‌باشند.

با توجه به موارد برشمرده، اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای می‌تواند تا حد زیادی، روشن‌کننده‌ی روند کانی‌سازی و خصوصیات اقتصادی ناحیه‌ی مورد مطالعه باشد. بنابراین، این روش به عنوان اصلی‌ترین لایه اطلاعاتی جهت تشخیص پتانسیل‌های معدنی احتمالی در ورقه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ چوپانان مورد استفاده و تجزیه و تحلیل قرار گرفت که شرح فعالیت‌های انجام شده در ادامه خواهد آمد. اما در ورقه‌ی مورد مطالعه فعلی بخش وسیعی از منطقه توسط خاک پوشیده شده که این امر امکان نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای را در برخی از قسمت‌ها ناممکن می‌سازد و باعث ایجاد یک خلأ نمونه‌برداری در برخی مناطق خواهد شد.

## ۲-۲- طراحی شبکه‌ی نمونه‌برداری

در انتخاب و تشخیص نواحی دارای احتمال کانه‌زایی آن‌چه مدنظر است محدود کردن مناطق امیدبخش از چند صد کیلومتر مربع به چند کیلومتر مربع، به وسیله عملیات ژئوشیمیایی و مؤلفه‌های فضایی شناخته شده می‌باشد. از آن‌جا که تکنیک‌های بعد از این مرحله تفصیلی و گران هستند، ضروری است که طراحی و تعیین اهداف مورد نظر و محدود ساختن آن‌ها به مناطق حتی‌الامکان کوچک‌تر، با دقت هرچه تمام‌تر صورت گیرد. برای رسیدن به این مقصود از اطلاعات ذیل بهره گرفته شده است:

نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ چوپانان

نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰/۰۰۰ چوپانان، نوق آباد، نه آباد والله آباد

نقشه‌ی ژئومغناطیس هوایی ۱:۲۵۰/۰۰۰ فرخی

به جهت حصول نتایج واقعی، علاوه بر معیارهای اصولی بر شمرده شده، موارد زیر نیز در هنگام برداشت‌های رسوبات آبراهه‌ای مورد توجه قرار گرفت:

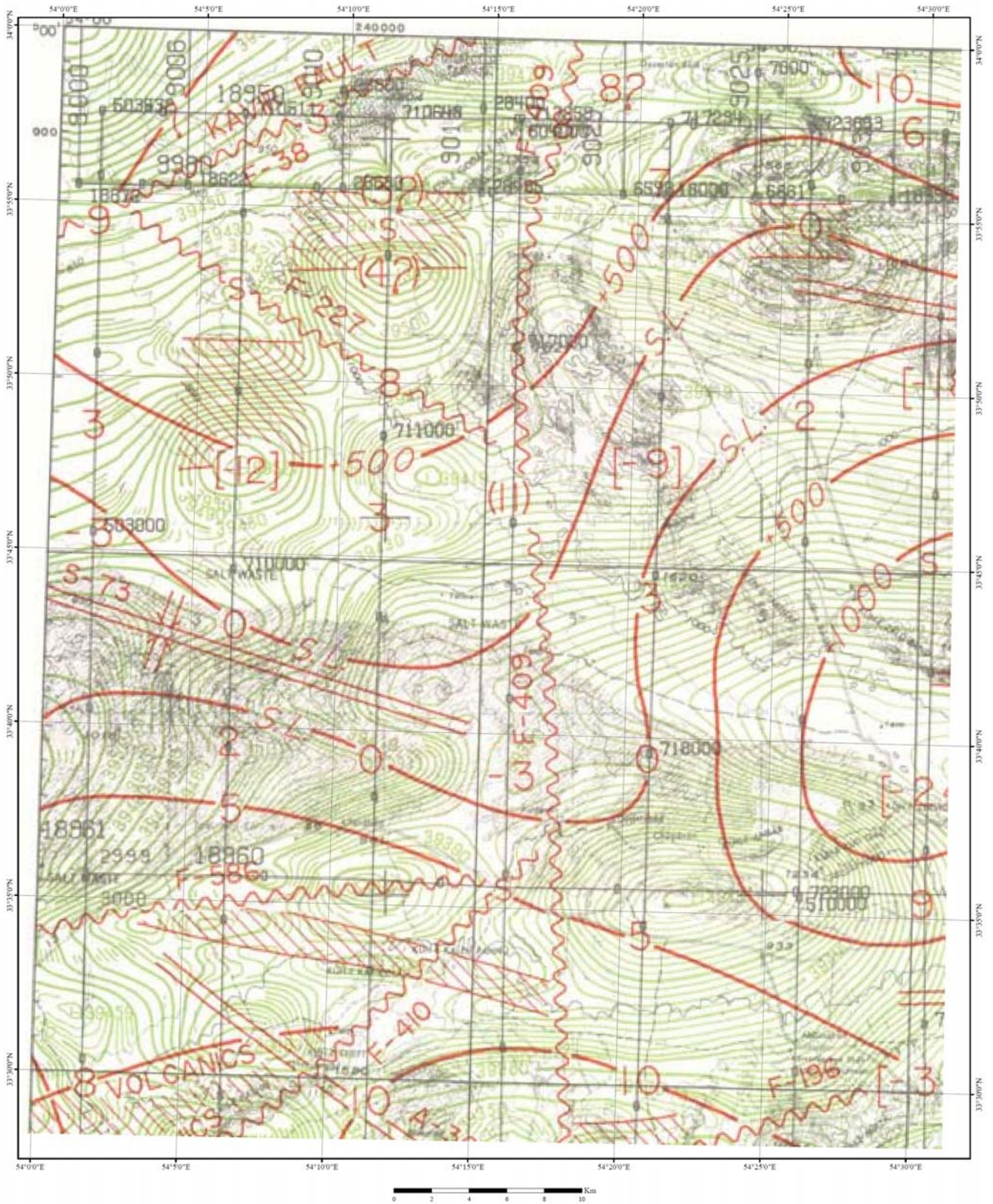
الف) اولویت دادن به رسوبات آبراهه‌ای که سنگ بستر خود را قطع می‌کنند.

ب) در صورت کاهش تعداد حوضه‌های آبریز، مساحت آن‌ها و یا تعداد انشعابات آن‌ها که عموماً از ویژگی مناطق با توپوگرافی متوسط تا آرام می‌باشند و عاملی تا آبراهه‌هایی که قدرت حفر بستر خود را دارند کم شوند، رسوبات رودخانه‌هایی که سنگ بستر را قطع نمی‌کنند به عنوان گزینه‌ای اجباری و البته در مقایسه با سایر گزینه‌ها بهترین انتخاب، در اولویت هستند.

ج) دسترسی آسان به نقاط مورد نظر از پارامترهای مؤثر در انتخاب محل نمونه‌برداری خواهد بود. این امر در کاهش مدت زمان نمونه‌برداری مؤثر می‌باشد.

د) علی‌رغم این که توزیع یکنواخت نمونه یکی از ملاک‌های شبکه ایده‌آل نمونه‌برداری می‌باشد، اما لازم است که در مواردی این اصل نادیده گرفته شود. به عبارت دیگر هنگام طراحی شبکه‌ی نمونه‌برداری یک سری اطلاعات اولیه هم‌چون محل توده‌های نیمه عمیق، روندهای خطی استخراج شده از برداشت‌های ژئوفیزیکی (تصویر ۱-۲) و نقشه‌ی ۱:۱۰۰/۰۰۰ زمین‌شناسی منطقه (تصویر ۱-۳)، محل واحدهای سنگی که پتانسیل کانه‌زایی بیشتری دارند و محل گسل‌ها و تراسه‌های بزرگ بر روی نقشه‌ی منعکس شده و چگالی شبکه‌ی نمونه‌برداری در آبراهه‌های منشعب از این پدیده نسبت به سایر مناطق بیشتر منظور می‌شود تا در صورت وجود کانی‌سازی احتمالی بتوان به ثبت دقیق آن کمک کرد. هم‌چنین به کارشناسان نمونه‌بردار اجازه داده می‌شود تا در حین عملیات صحرایی با تشخیص مناطق احتمالاً پتانسیل‌دار به خصوص روندهای خطی، زون‌های آلتره، دگرگونی‌های مجاورتی و کنتاکت واحدهای دارای پتانسیل کانه‌سازی نسبت به تغییر محل‌هایی که از پیش تعیین شده و یا اضافه و کم کردن نمونه‌ها اقدام نمایند.





تصویر ۱-۲- نقشه ژئوفیزیک هوایی ۱:۲۵۰۰۰۰

### ۳-۲- نمونه برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

در نمونه برداری ژئوشیمیایی به ویژه از رسوبات رودخانه‌ای باید هرگونه تفریق ممکن را مورد توجه قرار داد، زیرا فرایند تفریق ممکن است موجب کاهش شدت تمرکز در رسوبات گردد. برای مثال تغییرات موسمی آب و هوا، افزایش شدت بارندگی در فصلی خاص و خشک یا آبدار بودن رودخانه‌های فصلی به شدت در مقدار تمرکز عناصر کمیاب اثر می‌گذارد. بدین جهت سعی بر آن شد تا کل عملیات نمونه برداری از یک محدوده‌ی اکتشافی طی یک فصل و آن هم در مدت زمانی کوتاه انجام پذیرد تا از ثابت بودن این متغیرها حداکثر اطمینان حاصل گردد. از این رو تمامی برداشت‌های آبراهه‌ای در خرداد ماه ۱۳۸۸ و طی ۱۰ روز انجام پذیرفت.

در نمونه برداری از رسوبات آبراهه‌ای که به طور عمده دارای اجزای آواری می‌باشند، الک کردن رسوبات و برداشت اجزایی در اندازه‌ی مناسب امری ضروری است. این اندازه معمولاً براساس تجربه در کارهای ژئوشیمیایی انجام پذیرفته یا در حال انجام در کشور، ۸۰- مش در نظر گرفته می‌شود (که این سایز مطابق شرح خدمات سازمان زمین‌شناسی است). مقدار رسوب برداشت شده با این اندازه در حدود ۲۰۰ گرم می‌باشد.

در مجموع ۵۶۲ نمونه‌ی آبراهه‌ای و ۱۷۸ نمونه‌ی کانی سنگین در این ورقه طراحی گردید که تعدادی از نقاط طراحی شده بعلت قرار گرفتن در مناطق نامناسب یا عدم وجود آبراهه مناسب در حین عملیات صحرایی حذف گردیدند. در نهایت ۵۲۶ نمونه‌ی آبراهه‌ای و ۱۶۳ نمونه‌ی کانی سنگین برداشت شد که نقشه‌ی شماره‌ی ۱-۲ نشان‌دهنده‌ی موقعیت این تعداد نمونه‌ی نهایی است.

رخنمون سنگی در این ورقه در حدود ۹۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد بنابراین به ازاء هر ۲ کیلومتر مربع یک نمونه آبراهه‌ای و به ازاء هر ۵ کیلومتر مربع یک نمونه کانی سنگین برداشت شده است.

لازم بذکر است تعداد نمونه‌های طراحی شده با نمونه‌های برداشت شده (بخش نمونه برداری) متفاوت بوده و درحین برداشت نمونه‌ها بنابر دید کارشناسان و شرایط موجود این تعداد تغییر کرده است. در پیوست الف نیز مختصات‌های نهایی این نمونه‌ها ارائه شده است.

نقشه ۱-۲ - قطع A3

## ۴-۲- آنالیز نمونه‌ها

پس از اتمام عملیات برداشت صحرائی، تمامی نمونه‌ها به آزمایشگاه شرکت زرا آزمایش جهت آماده‌سازی و آنالیز، منتقل گردید.

آنگاه تمامی نمونه‌ها برای ۴۳ عنصر به شرح ذیل آنالیز گردیده است. روش آنالیز برای تمامی عناصر ICP-OES می‌باشد. برای بالا بردن دقت آنالیز طلا، نمونه‌ها برای آنالیز طلا به روش Fire Assay آماده‌سازی شده است. در ذیل عناصر مورد آنالیز به همراه حد حساسیت هر یک آورده شده است. پیوست شماره (الف) نتایج آنالیز نمونه‌های آبراهه‌ای را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۱- عناصر تجزیه شده به همراه حد حساسیت هر یک از آنها

Element	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Cr	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co
(Unit)	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	1	100	100	100	100	100	100	1	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1
Element	Cs	Cu	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr
(Unit)	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Detection Limit	0.5	1	1	1	5	0.5	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2
Element	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr					
(Unit)	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm					
Detection Limit	0.1	0.5	10	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.2	1	5					

## ۴-۵- تهیه نمونه‌های تکراری

به منظور کنترل دقت آزمایشگاه اقدام به تهیه ۳۰ نمونه تکراری از سایز ۲۰۰ مش گردید. این نمونه‌ها پس از انتخاب در حضور نماینده آزمایشگاه تقسیم و کدگذاری گردیده و به همراه دیگر نمونه‌ها به آزمایشگاه ارسال شده‌اند. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های تکراری در ادامه گزارش به طور کامل آورده شده است.

## ۴-۶- پردازش‌های آماری

پردازش داده‌های ژئوشیمیایی فاز مستقلی را در بین فازهای مختلف عملیات اکتشافی تشکیل می‌دهد که چنانچه به طریق مناسبی صورت پذیرد موجب تسهیل فاز تحلیل داده‌ها می‌گردد. این مرحله یکی از مشکل‌ترین و مهم‌ترین مراحل در کاربرد موفقیت‌آمیز ژئوشیمی اکتشافی است. اگرچه مقالات و نوشتارهای آماری متنوعی وجود دارد که دامنه وسیعی از تکنیک‌های پردازش داده‌ها را معرفی می‌کنند ولی با در نظر گرفتن این که هر کدام از آنها در جای

خاصی کاربرد داشته و مزیت خاصی دارند، افراد معمولی و غیر متخصص را با مسئله‌ی تصمیم‌گیری در مورد انتخاب روش مناسب برای پردازش داده‌های حاصل از یک عملیات ژئوشیمیایی روبرو می‌کند. تجزیه و تحلیل داده‌های اکتشافی در بیشتر موارد تجربی بوده و این امر به علت خصلت اساساً عددی این داده‌ها و نبود مدل‌های ریاضی لازم جهت توصیف نوع منبع، چگونگی مهاجرت، تفریق، ته‌نشست و تمرکز عناصر کمیاب در سنگ‌ها است. از این رو جای تعجب نیست که داده‌های ژئوشیمیایی، در معرض تجزیه و تحلیل آماری قرار گیرند. یکی دیگر از علل تجزیه و تحلیل آماری ژئوشیمیایی شناسایی آنومالی‌های مرتبط با کانی‌سازی از انواع بی‌اهمیت است. به طور کلی عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی زمانی می‌تواند نتیجه بخش باشد که برای هر مورد خاص در انتخاب بهترین روش اکتشافی، محیط نمونه‌برداری، اندازه و بزرگی ذرات تشکیل‌دهنده نمونه، فواصل بین‌نمونه‌برداری و روش‌های آماری که باید به منظور تفسیر تغییرات موجود در داده‌ها به کار گرفته شوند، توجه لازم به عمل آید.

تنوع روش‌های آماری باعث می‌گردد تا کاربر بتواند تعداد زیادی تجزیه و تحلیل از داده‌ها انجام دهد اما آنچه مهم است این که آیا چنین روش‌هایی در تفسیر کلی جوامع مورد پردازش مؤثرند یا خیر؟ لذا به جهت عدم ارایه‌ی مطالب زاید دو ملاک در انجام هر پردازش مدنظر قرار گرفت که عبارتند از :

وجود داده‌های کافی جهت انجام هر پردازش

مفید بودن پردازش مورد نظر به لحاظ یافت جواب سؤالات مجهول مورد توجه در بحث اکتشاف

## ۲-۶-۱- تعیین خطای آنالیز نمونه‌ها برای عناصر مختلف

به منظور استفاده مطلوب از نتایج اندازه‌گیری‌ها، باید از میزان دقت و صحت داده‌ها آگاه باشیم. بدین‌منظور آزمایشات کنترل کیفیت جهت تعیین خطای مراحل آماده‌سازی و آنالیز انجام می‌شود. بطور کلی قابلیت اعتماد به داده‌های حاصل از اندازه‌گیری تابع مقدار خطای تصادفی و سیستماتیک است.

خطاهای تصادفی در اثر عوامل خارج از کنترل شخص عمل‌کننده حاصل می‌گردند و بدین‌لحاظ وجود آنها (نه بزرگی آنها) اجتناب‌ناپذیر است ولی با بکارگیری دستگاه‌های دقیق و روش‌های مناسب می‌توان مقدار آن را کاهش داد. از ویژگی‌های آماری این نوع خطا این است که جمع جبری آنها حول میانگین باید صفر باشد.

خطای سیستماتیک باعث می‌شود که میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده یک کمیت به اندازه‌ای معین از مقدار حقیقی آن کمتر یا بیشتر شود. باید توجه داشت که منظور از خطا در نمونه‌برداری، خطای سیستماتیک است زیرا خطای تصادفی صرفاً در اثر تغییرات تصادفی ذاتی ایجاد می‌شود و در هر نوع اندازه‌گیری کم و بیش وجود دارد. در پروژه‌های اکتشافی اهمیت صحت و دقت اندازه‌گیری‌ها بستگی به مقیاس عملیات دارد. به عنوان مثال در عملیات اکتشافی تا قبل از مرحله تعیین ذخیره، آنچه که بیشتر اهمیت دارد دقت اندازه‌گیری‌هاست، زیرا در این مقیاس از عملیات

سنجش‌ها نسبی است نه مطلق و کاهش یا افزایش مقدار ثابتی به همگی داده‌ها در وضعیت نسبی آنها بی‌تأثیر نیست. در مرحله تخمین ذخیره، اگرچه دقت و صحت هر دو مهم است ولی خطر اصلی کاهش صحت است.

### ۲-۱-۱-۶-۱- روش محاسبه

به منظور تعیین دقت آزمایشگاه یکسری نمونه تکراری تهیه و به آزمایشگاه فرستاده شده است تا بتوان دقت اندازه‌گیری‌ها را محاسبه کرد. در این پروژه تعداد ۳۰ عدد نمونه تکراری تهیه و به آزمایشگاه ارسال شدند. برای محاسبه خطای نسبی آنالیزها از یک روش ساده محاسباتی بصورت زیر استفاده گردیده است. این خطا از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$e = 2/n \left[ \sum |x_i - y_i| / (x_i + y_i) \right] \times 100$$

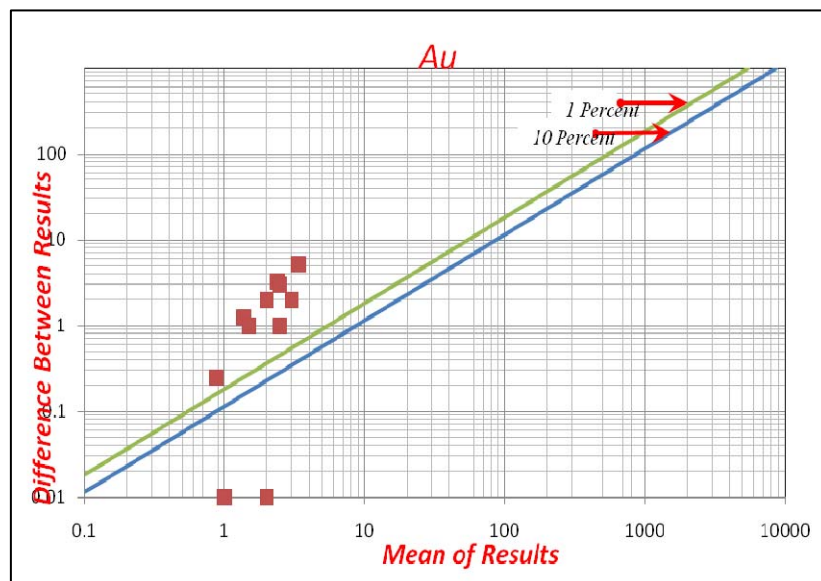
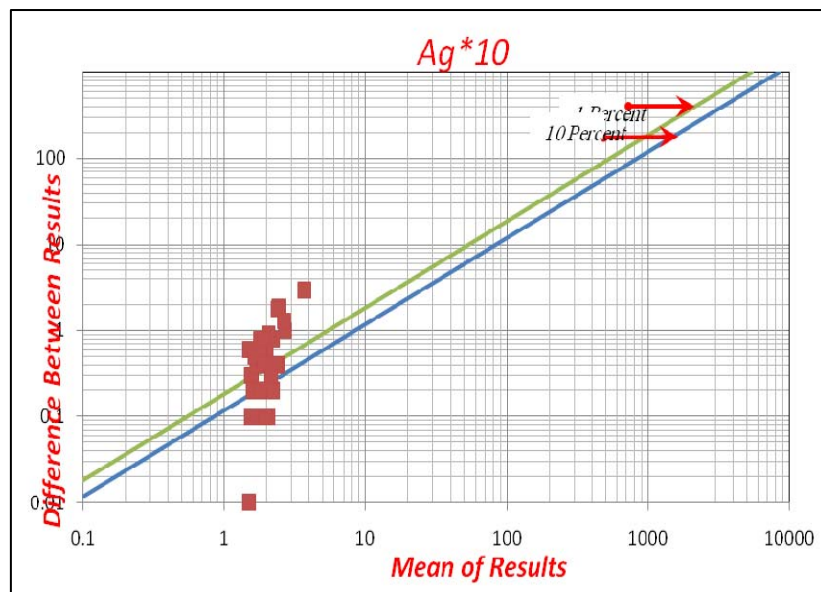
که در آن n تعداد نمونه‌های تکراری،  $X_i$  و  $Y_i$  مقادیر اندازه‌گیری شده در نمونه‌اصلی و نمونه تکراری متناظر آن است. جدول ۲-۲ نتایج حاصل از اندازه‌گیری نمونه‌های اصلی و تکراری را در بین نمونه‌های آبراهه‌ای این ناحیه نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- میزان خطای عناصر تجزیه شده که بروش محاسباتی بدست آمده است

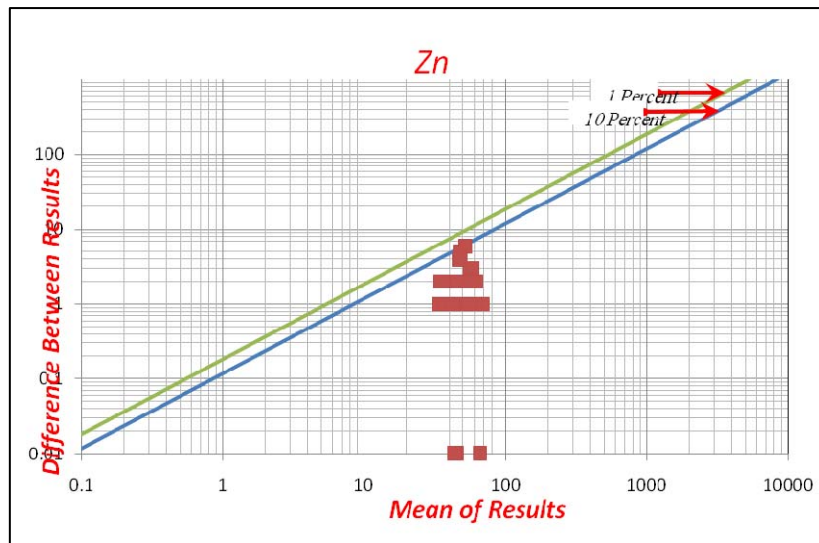
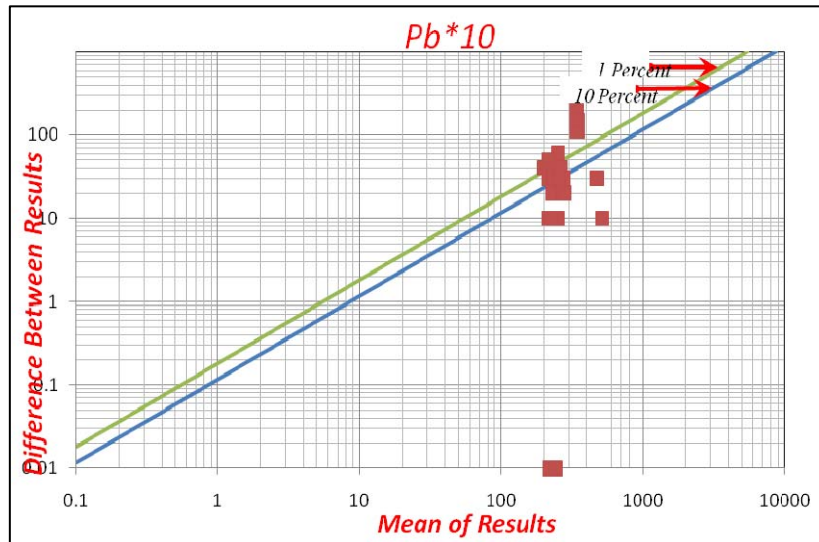
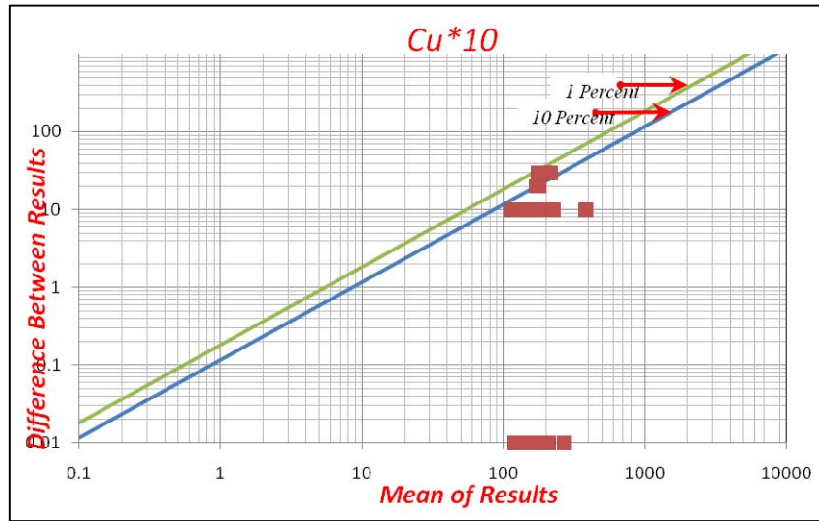
Element	Au	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe
Error(%)	55.3	29.8	3.3	14.0	19.7	8.3	46.0	9.7	10.2	4.0	6.8	18.8	13.6	5.0	9.8
Element	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc
Error(%)	9.0	3.0	4.7	8.6	4.0	8.8	11.9	10.5	6.2	2.4	14.1	20.3	8.5	7.3	3.3
Element	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr			
Error(%)	9.0	4.0	13.5	11.5	3.6	11.4	6.3	3.7	12.8	3.0	3.9	3.5			

همانطور که در جدول (۲-۲) دیده می‌شود عناصر طلا، نقره، بیسموت و روییدیم دارای بیشترین خطا می‌باشند و همگی آنها دارای خطای بالای ۲۰ درصد هستند. بر اساس روش محاسباتی خطای تا ۲۰ درصد پذیرفتنی است و بالای آن، خطای غیر مجاز خوانده می‌شود. اما این وضعیت زمانی که مقادیر به حد تشخیص دستگاه نزدیک نباشند پذیرفتنی است، و در غیر اینصورت داده‌ها به دو گروه زیر ۱۰ برابر حد تشخیص دستگاه و بالای ۱۰ برابر حد تشخیص دستگاه تقسیم‌بندی می‌شوند. اما در داده‌های عناصر ذکر شده در بالا (عناصر دارای خطای بالا) تمامی داده‌ها زیر ۱۰ برابر حد تشخیص دستگاه هستند و در اینگونه مواقع خطای بالا امری طبیعی است. بنابراین می‌توان گفت که خطای بالای بدست آمده در این عناصر منطقی است و قابل پذیرش. در مجموع می‌بایست بیان گردد که خطاهای بدست آمده از نمونه‌های تکراری چوپانان، خطاهایی قابل پذیرش و در حد معقول است.

علاوه بر روش محاسباتی از روش تامپسون- هوارث نیز برای بررسی داده‌های تکراری استفاده شد که نتایج مشابهی برای داده‌های چوپانان بدست داد. تمامی نمودارهای بدست آمده توسط این روش در پیوست گزارش ارائه شده است. در تصویر (۲-۲) نیز نمودار چند عنصر مهم کانساری ارائه شده که نشان دهنده‌ی خطای قابل پذیرش برای این کانسارهاست.



تصویر ۲-۲- نمودارهای تامپسون- هوارث برای عناصر طلا و نقره در ورقه چوپانان



ادامه تصویر ۲-۲ - نمودارهای تامپسون - هوارث برای عناصر مس، سرب و روی در ورقه چوپانان



## ۲-۶-۲- فایل‌بندی داده‌های خام

اولین قدم در انجام مراحل مختلف پردازش داده‌ها وارد کردن و فایل‌بندی داده‌های حاصل از آنالیز در رایانه و تهیه بانک اطلاعاتی مورد نظر است. این کار برای تمامی ۶۸۹ نمونه به‌مراه مختصات، شماره نمونه، روش آنالیز و حد حساسیت برای هر عنصر و با استفاده از نرم‌افزارهای Excel, SPSS و ArcGIS انجام گردید. همچنین نقشه‌های اولیه و پایه نیز در نرم‌افزارهای AutoCAD و ArcGIS وارد شدند.

## ۲-۶-۳- پردازش داده‌های خارج از حدود سنسورد

داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود که در بین آن‌ها به علت بالا بودن حد حساسیت دستگاه‌های اندازه‌گیری، تعدادی داده به صورت مقادیر کوچکتر از حد حساسیت دستگاه یافت می‌شود. وجود چنین اعدادی در بین یکسری داده می‌تواند بررسی‌های آماری را دچار اختلال کند زیرا: (۱) روش‌های آماری نیاز به مجموعه‌ای کاملی از داده‌های غیر سنسورد دارد. (۲) در مواردی که سنجش‌های نسبی صورت می‌گیرد مانند جداسازی زمینه از آنومالی، وجود داده‌های سنسورد موجب ارزیابی‌های غیر دقیق می‌شود. اگر داده‌های سنسورد تخمین زده شوند و جایگزین گردند، مقدار زمینه و شدت آنومالی‌ها دقیق‌تر محاسبه خواهد شد.

روش‌های مختلفی برای تخمین مقادیر سنسورد وجود دارد که هم برای داده‌های سنسورد شده از بالا و هم برای داده‌های سنسورد شده از پایین مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پروژه از یک روش جایگزینی ساده استفاده شده است. در ضمن در میان داده‌های موجود، داده‌های سنسورد شده از بالا وجود ندارد. در این روش ساده مقادیر کمتر از حد حساسیت در مرز پایینی را با  $\frac{3}{4}$  آن جایگزین می‌کنیم. معمولاً اگر تعداد داده‌های سنسورد در مقابل کل داده‌ها ناچیز باشد (حدود ۱۵-۱۰ درصد) می‌توان از این روش استفاده کرد. جدول ۲-۳ نتیجه این جایگزینی را در میان عناصر دارای داده سنسورد در نمونه‌های ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان نشان می‌دهد. همانطور که از این جدول برمی‌آید تنها ۲ عنصر طلا و تلوریم دارای داده‌های سنسورد هستند. در مورد طلا هر چند تعداد سنسورد تاحدی بالاست اما با توجه به اهمیت این عنصر در نتیجه‌گیری‌ها با کمی ریسک این جایگزینی صورت پذیرفته است.

جدول ۲-۳- عناصر دارای حدود سنسورد در نمونه‌های آبراهه‌ای ورقه‌ی چوپانان

Elements	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Cr	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce
Unit	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL	1	100	100	100	100	100	100	1	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1
Replace with	0.75	75	75	75	75	75	75	0.75	0.08	0.375	1.5	0.15	0.15	0.08	0.75
Number of Censord	406	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elements	Co	Cs	Cu	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL	1	0.5	1	1	1	5	0.5	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5
Replace with	0.75	0.38	0.75	0.75	0.75	3.75	0.38	0.75	0.75	7.5	0.75	0.75	37.5	0.38	0.38
Number of Censord	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elements	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr		
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		
DL	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.2	1	5		
Replace with	0.38	1.5	0.08	0.38	7.5	0.15	0.38	1.5	0.38	0.375	0.15	0.75	3.75		
Number of Censord	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

#### ۲-۶-۴- حذف مقادیر خارج از رده (Outlier)

اکثر جوامع آماری که در پروژه‌های اکتشافی با آن‌ها سر و کار داریم، غیر نرمال بوده و دارای چولگی مثبت می‌باشند. این گونه جوامع دارای مقادیر پرعیاری در کرانه سمت راست توزیع هستند که به جامعه زمین یا جامعه‌ای با عیار میانگین اضافه شده‌اند. این مقادیر غیر عادی بالا در واقع آنومالی‌ها (در مقیاس ناحیه‌ای) و یا پیکره‌های کانسنگ پرعیار (در مقیاس محلی) را شامل می‌شوند.

مقادیر پرعیار در صورتی که غیر قابل قبول تشخیص داده شوند، به عنوان مقادیر خارج از ردیف یا باید از بین داده‌ها حذف گردند و یا تصحیح شوند. اکثر روش‌های به کار گرفته شده بدین منظور زمینه تئوری ندارند و فقط به عنوان روش‌های تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرند. روشی که تا حد زیادی در امور تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی بکار می‌رود، روش دورفل (Dorffel) می‌باشد. در روش دورفل نموداری برای تعیین حد آستانه‌ای مقادیر خارج از رده در دو سطح معنی‌دار پنج درصد و یک درصد تهیه شده است که این نمودار در تصویر (۲-۳) آورده شده است. در اکثر امور مهندسی و آماری سطح معنی‌دار پنج درصد بکار می‌رود و بهمین ترتیب در تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی نیز از این سطح استفاده می‌شود.

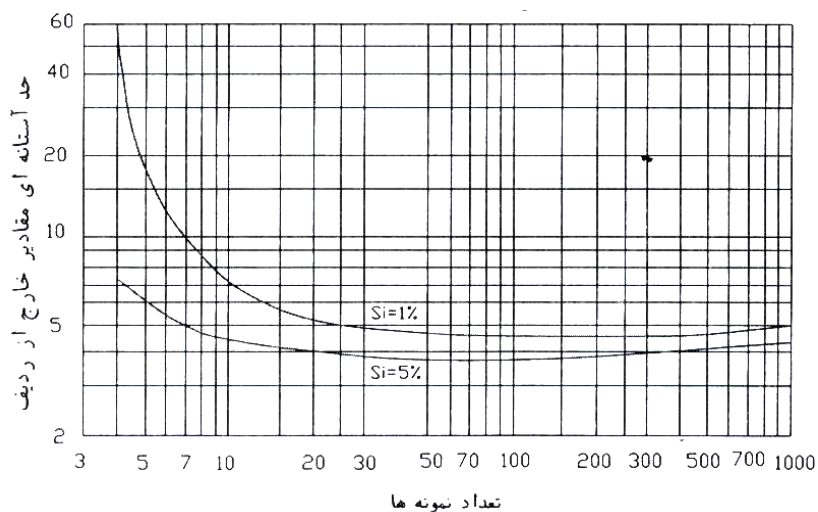
برای انجام آزمون مقادیر خارج از رده دورفل، میانگین ( $\bar{X}$ ) و انحراف معیار داده‌ها ( $s$ ) بدون در نظر گرفتن بزرگترین مقدار داده‌ها محاسبه می‌شود. سپس بزرگترین مقدار داده‌ها  $X_A$  در صورتی که در رابطه‌ی زیر صدق کند یک مقدار خارج از رده در نظر گرفته می‌شود.

$$X_A \geq \bar{X} + s.g$$

$g$  در این فرمول حد آستانه‌ای مقادیر خارج از رده است که از نمودار دورفل به دست می‌آید. این روش تا جایی ادامه پیدا می‌کند که دیگر میزان  $X_A$  در معادله بالا صدق نکند.

بر این اساس برخی از عناصر دارای مقادیر خارج از رده می‌باشند که تعداد و مقادیر جایگزین در جدول (۲-۴) ارائه شده‌اند.

اما همانطور که از جدول (۲-۴) برمی‌آید تعداد جایگزینی برخی از داده‌ها بسیار بیشتر از حد معقول و منطقی است، بعنوان مثال برای عناصر کروم، نقره، گوگرد، سرب، استرانسیوم این روش بیش از ۲۰ عدد نمونه را بعنوان مقادیر خارج از رده نشان می‌دهد. در واقع دلیل آن نیز برخی از ضعف‌های موجود در این روش است. در این روش آنچه که مدنظر قرار نمی‌گیرد مقادیر بسیار کوچک است و بهمین خاطر در صورت وجود این نوع مقادیر در بین داده‌ها (که در واقع خود بنوعی مقادیر خارج از رده البته از پایین هستند) واریانس تحت تاثیر قرار گرفته و باعث می‌شود که این روش کارایی مفید خود را از دست بدهد. بنابراین نمی‌توان به طور مناسبی به این روش اتکا کرد و ممکن است باعث از بین بردن برخی از جوامع آنومال و یا نشان دادن کاذب برخی از داده‌ها بعنوان آنومالی (از طریق تاثیر بر روی پارامترهای آماری) گردد. لذا علاوه بر روش دورفل روش چشمی نیز که متکی بر تجربه شخصی می‌باشد، اجرا گردید که نتیجه آن در جدول (۲-۵) ارائه شده است. در ادامه فرایندهای اجرایی برای هر دو داده اجرا خواهد شد و در نهایت یکی از داده‌ها برای رسم نقشه مورد استفاده قرار می‌گیرد.



تصویر ۲-۳- جدول حد آستانه‌ای مقادیر خارج از ردیف با روش دورفل

جدول ۲-۴- تعداد داده‌های خارج از رده و مقادیر جایگزینی هر یک از عناصر بروش دورفل.

Element	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Cr	Ag	As	Ba
No Of Replaced	7	0	0	3	1	2	0	28	21	4	13
Replaced With	4	0	0	35376	20568	19812	0	197.00	0.50	28.7	760
Unit	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Element	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cs	Cu	La	Li	Mn	Mo
No Of Replaced	1	0	0	1	1	0	5	1	6	1	2
Replaced With	1.42	0	0	56	23	0	44	32	33	982	1.04
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Element	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Te
No Of Replaced	0	4	3	27	0	53	1	0	0	25	0
Replaced With	0	74	850	54	0	378	0.75	0	0	629	0
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Element	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
No Of Replaced	11	0	0	0	3	0	1	2	3	1	
Replaced With	17	0	0	0	147	0	23	3	85	159	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	

جدول ۲-۵- داده‌های خارج از رده و میزان جایگزینی هر یک از عناصر آن‌ها برای داده‌های ورقه چوپانان بروش تجربی.

Elements	Cr	Ag	Ba	Be	Mn	Mo	P	Pb	S	Th	Ti	V	Zn	Zr
Units	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Replace Value	589	1.94	1329	1.42	982	1.13	850	208	4823	34.5	4854	162	85	159
Detection limite	2	1	4	1	1	1	3	1	2	1	1	2	3	1

## ۲-۶-۵- نرمال سازی داده‌ها

پس از حذف مقادیر خارج از ردیف و اصلاح آن‌ها، جامعه آماری تا حدود زیادی به نرمال نزدیک می‌گردد ولی هنوز تا نرمال شدن به شکل واقعی فاصله زیادی دارد. اکثر روش‌های آماری فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها را به همراه دارند. در مسائل اکتشافی با داده‌هایی سر و کار داریم که کمتر اتفاق می‌افتد که شرایط نرمال بودن را داشته باشند. در این شرایط می‌توان با استفاده از توابع تبدیل مختلف، داده‌ها را طوری تبدیل کرد که مقادیر تبدیل یافته آن‌ها دارای توزیع نرمال باشد. اگر داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند، میانگین جامعه نمونه، تخمین معتبرتری از میانگین جامعه کل بدست می‌دهد. اگر چه تبدیل توزیع داده‌ها به نرمال دارای مزایایی است ولی نباید تحت هر شرایطی از آن استفاده کرد. به طور خلاصه تصمیم‌گیری در مورد اینکه چه وقت می‌توان از تبدیل استفاده کرد، بستگی به شرایط دارد. اگر بتوان بر اساس مقادیر تبدیل یافته به نتیجه مطلوب رسید، به خصوص وقتی که برگرداندن داده‌ها با مشکلات چندانی همراه نباشد و یا در شرایطی که به سادگی بتوان تبدیل معکوس را انجام داد، می‌توان از تبدیل‌ها استفاده کرد. اگر تخمین بر اساس داده‌های اصلی از دقت کافی برخوردار باشد، بهتر است حتی‌الامکان از تبدیل صرف‌نظر کرد.

با توجه به مباحث مطرح شده، در این پروژه برای نزدیک ساختن توزیع داده‌ها به نرمال از تبدیل لگاریتمی در پایه نپرین (LN) استفاده شده است. جدول (۲-۶) پارامترهای آماری توزیع عناصر را به صورت خام (قبل و پس از حذف داده‌های خارج از رده [بروش دورفل]) و پس از تبدیل در جامعه سنگی نشان می‌دهد. همچنین در این جدول نوع توزیع نهایی مورد استفاده (خام یا لگاریتمی) بعنوان توزیع نرمال ارائه شده است. پارامترهای آماری ارائه شده برای توزیع نرمال بصورت تبدیل‌های برگردان ارائه شده‌اند. بطوریکه در آن‌ها میزان میانگین و انحراف معیار از فرمول‌های زیر بدست آمده‌اند:

$$\bar{X} = e^{\alpha + (\beta^2/2)} \quad S = \bar{X} \times \sqrt{(e^{\beta^2} - 1)}$$

در این فرمول‌ها  $\alpha$  و  $\beta$  بترتیب میانگین و انحراف معیار داده‌های لگاریتمی می‌باشند.

علاوه بر این پارامترها، مقدار تابع F نیز در این جدول ارائه گردیده است. تابع F تعیین‌کننده برای تشخیص

$$F = 2 | Sk | + | 3 - K |$$

نوع نرمال داده‌هاست:

که در آن Sk مقدار چولگی و K میزان کشیدگی در توزیع داده‌هاست. بر این اساس هر توزیعی که ( خام یا

لگاریتمی) میزان F آن به صفر نزدیکتر باشد نرمالتر است.

همانطور که در جدول ۲-۶ دیده می‌شود برای اکثر عناصر توزیع لگاریتمی به توزیع نرمال نزدیکتر است. علت آن نیز تا حد زیادی بدیهی است. عموماً عناصر کانساری، عناصری هستند که توزیع آن‌ها در حالت لگاریتمی به حالت نرمال نزدیکتر است که علت آن وجود نمونه‌های پرعیار در بین نمونه‌هاست که جامعه‌ای پرعیار را تشکیل می‌دهد. اما علت آنکه در این داده‌ها اکثر عناصر اصلی نیز توزیع لگاریتمی را بحالت نرمال نزدیکتر نشان می‌دهند می‌توان بخاطر وجود جوامع سنگی مختلف دانست که از این لحاظ دارای مقادیر عددی متفاوتی هستند.

پارامتر آماری دیگری که در جدول (۲-۶) آورده شده است، ضریب تغییرات می‌باشد (Cv%)، این ضریب از تقسیم میزان انحراف معیار بر میانگین بدست می‌آید و معیاری برای مقایسه عناصر با هم است. در واقع نمی‌توان انحراف معیارهای عناصر مختلف را باهم مقایسه کرد و این ضریب وسیله‌ای است برای مقایسه عناصر با همدیگر. بدین ترتیب، عناصری که بیشترین تغییر را در نمونه‌ها دارند دارای بیشترین میزان ضریب تغییرات هستند. با نگاهی به جدول (۲-۶) می‌توان دید که در داده‌های خام (که داده‌ی مورد بررسی برای ضریب تغییرات است) بالاترین ضریب تغییرات مربوط به عنصر گوگرد و پس از آن مربوط به عنصر سرب و سپس نقره، مولیبدن و طلاست. وجود بالاترین ضریب تغییرات در داده‌های گوگرد نشان دهنده‌ی وجود بخش‌هایی با میزان گوگرد بالاست که ممکن است مرتبط با کانی‌زایی باشد (گوگرد یکی از اصلی‌ترین عناصر در بسیاری از فرایندهای هیدروترمالی است)، البته ممکن است برخی از سازندهای رسوبی و یا میان‌لایه‌هایی در این سازندها دارای بخش‌های پر گوگرد مانند افق‌های گچ‌دار باشند. وجود عنصر سرب در رتبه دوم نیز نشان از غنی‌شدگی این عنصر در برخی از قسمت‌ها دارد که می‌توان آن را به وجود کمپلکس‌های دگرگونه و آندزیت- داسیت و مونزونیت پورفیری در ورقه نسبت داد.

پارامتر ماکزیمم نیز پارامتر جالبی است که نشان دهنده‌ی خوبی برای عناصر آنومال است. برای طلا و نقره مقادیر ماکزیمم بترتیب 9ppb و 3.58 ppm هستند که نشان‌دهنده‌ی مقادیری بسیار پایین می‌باشند که بر این اساس احتمال کانی‌زایی برای این دو عنصر را می‌بایست بسیار ضعیف دانست. از میان عناصر مرتبط با فرایندهای هیدروترمالی محتمل، عناصری مانند As (38.6)، Cu (52)، Pb (750)، Zn (177) و S (9227) [همه واحد ها به ppm هستند] می‌توانند شواهدی بر وجود فرایندهای هیدروترمالی باشند. این مقادیر ماکزیمم مقادیری نسبتاً بالاست و شاید بتوان گفت کانی‌زایی‌هایی (احتمالاً هیدروترمالی) باعث این بوجود آمدن چنین مقادیری شده است. اما عناصری مانند V (247)، Fe (60713) [همه واحد ها به ppm] ممکن است مرتبط با فرایندهای دیگری نیز باشند، با این حال مقادیر بالای آهن درخور تامل می‌باشد.



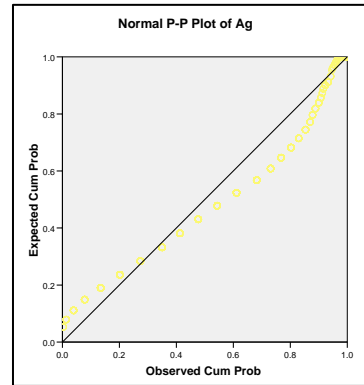
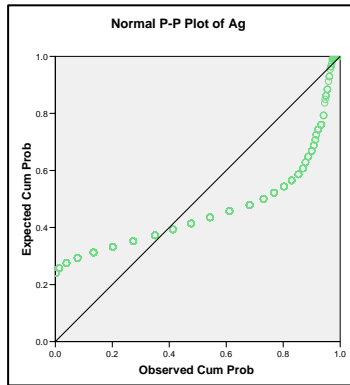
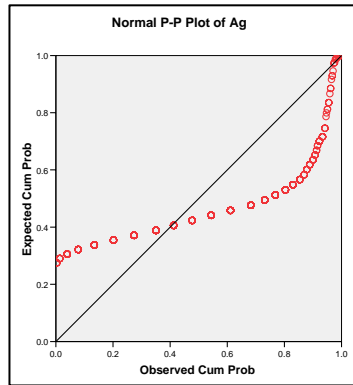
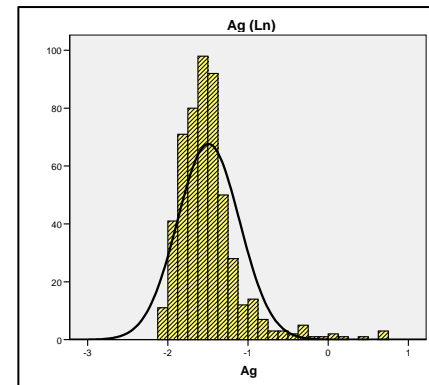
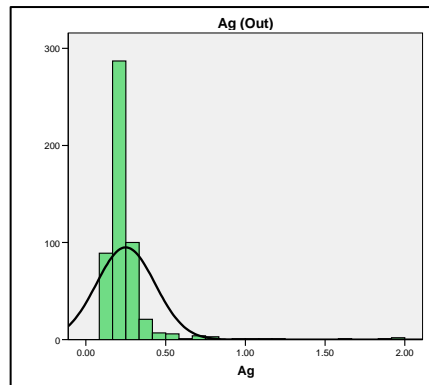
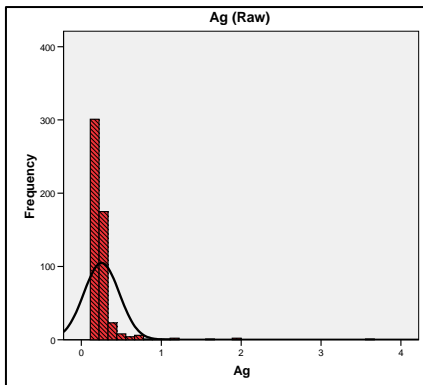
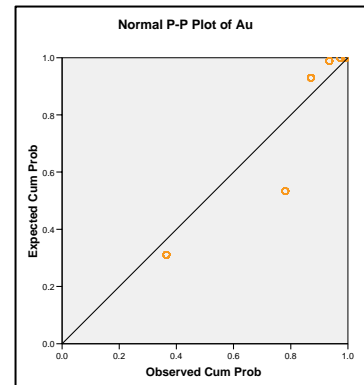
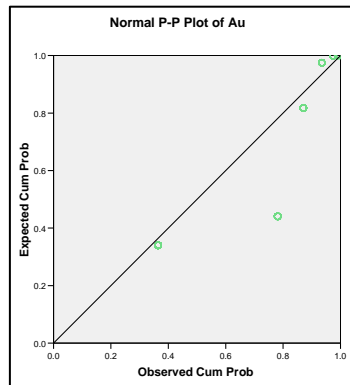
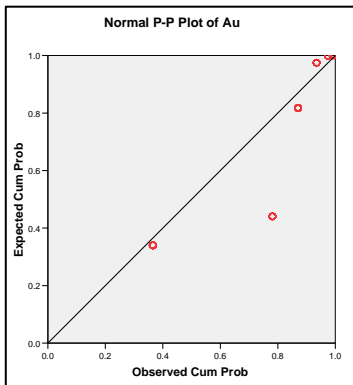
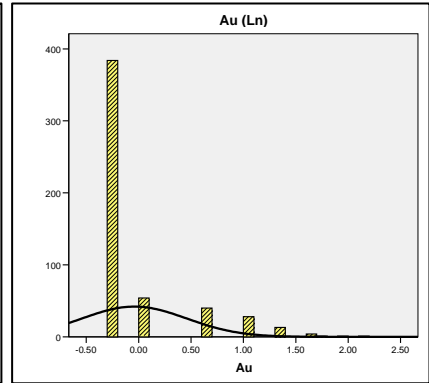
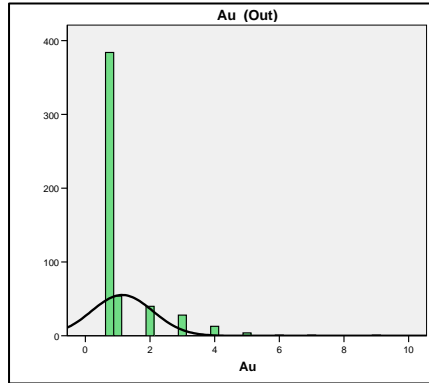
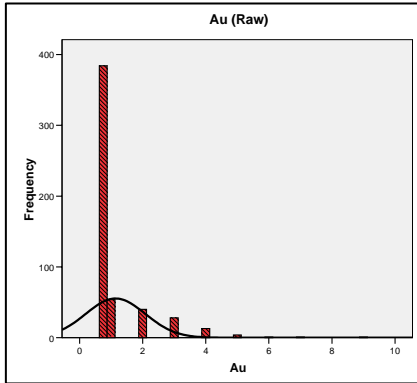
## ۲-۶-۶- رسم هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی

به منظور مشاهده عینی نحوه عملکرد تبدیلات نرمال‌سازی بر روی داده‌ها، هیستوگرام و نمودارهای توزیع تجمعی عناصر کمک شایانی در این زمینه بدست می‌دهد. تصویر ۲-۴ هیستوگرام و نمودارهای توزیع تجمعی ۶ عنصر مهم را برای داده‌های خام (اولیه و بدون خارج از رده) و لگاریتمی در جامعه نمونه‌های آبراهه‌ای نشان می‌دهد. در انتهای گزارش و بصورت پیوست نتیجه این هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی برای تمامی عناصر موجود ارائه شده است.

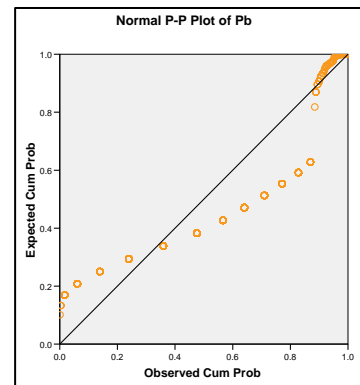
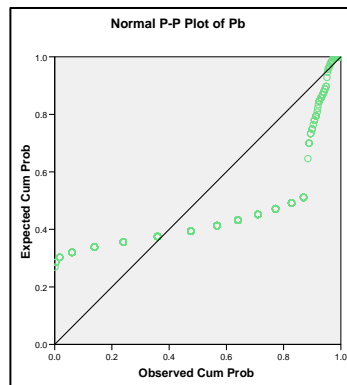
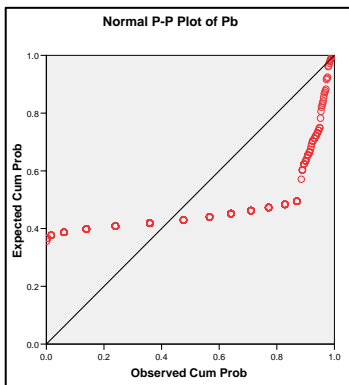
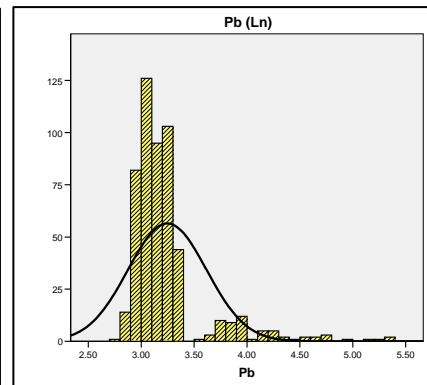
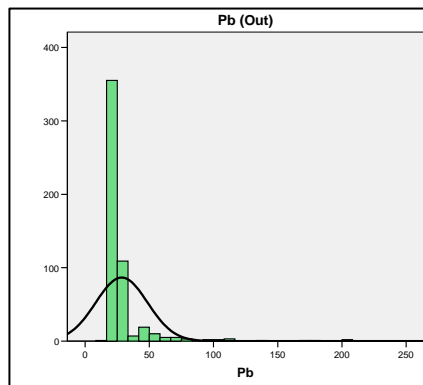
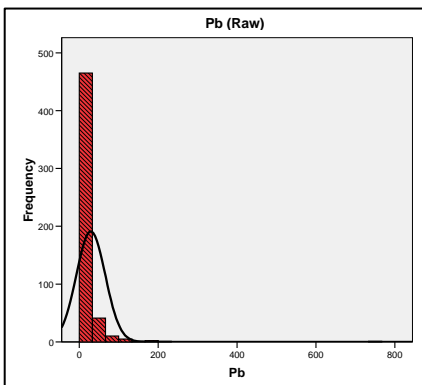
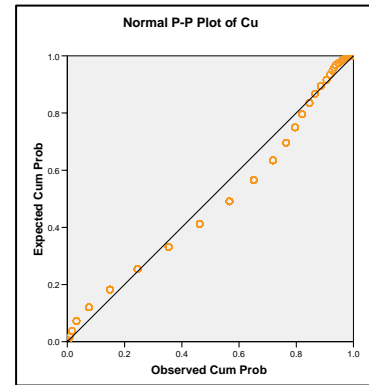
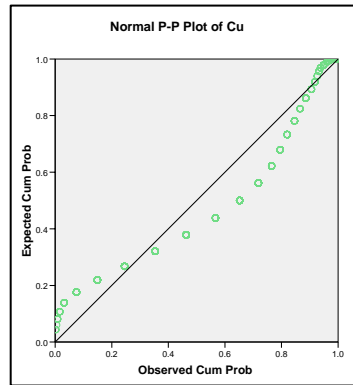
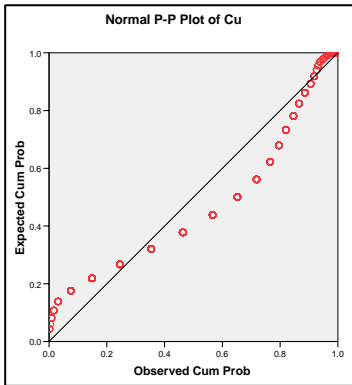
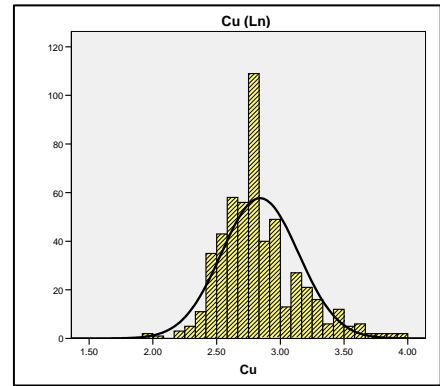
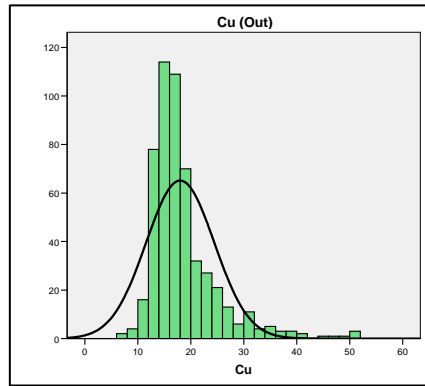
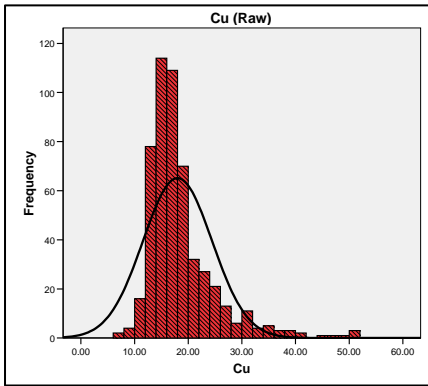
همانگونه که مشاهده می‌گردد، تبدیل لگاریتمی این داده‌ها به خوبی توانسته است توزیع این عناصر را به نرمال نزدیک سازد.

با مشاهده هیستوگرام‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که وجود مقادیر پرعیاری باعث بوجود آمدن چولگی راست (مثبت) در اکثر این هیستوگرام‌ها گردیده است. برای عناصری که امکان حذف داده‌های خارج از رده وجود داشته این عمل توانسته تا حدی این چولگی را کم کند و در ادامه نیز تبدیل لگاریتمی بطور بهتری توانسته این کار را انجام دهد که این خود می‌تواند نشانی از کانی‌زایی در محدوده باشد. وجود جوامع پرعیار در میان برخی عناصر مرتبط با ساختارهای لیتولوژیکی آذرین بخوبی دیده می‌شود بطوریکه حتی با نرمال‌سازی نیز این جوامع نمود بسیار خوبی دارند. در مورد طلا، داده‌های با مقادیر پایین اثری از کانی‌زایی را در هیستوگرام‌ها نیز نشان نمی‌دهند. عناصری مانند سرب، روی و مولیبدن، کروم، نیکل نیز بخوبی جوامع پرعیار را نشان می‌دهند که ممکن است مرتبط با کانی‌زایی‌های احتمالی در منطقه باشند.

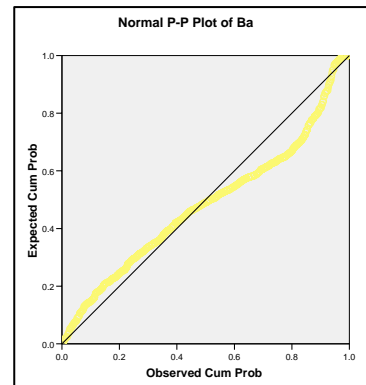
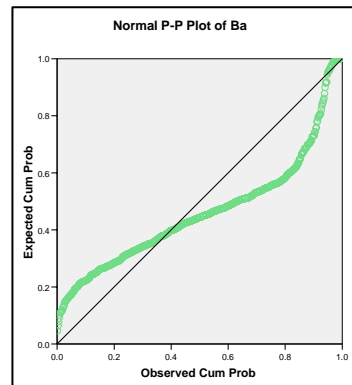
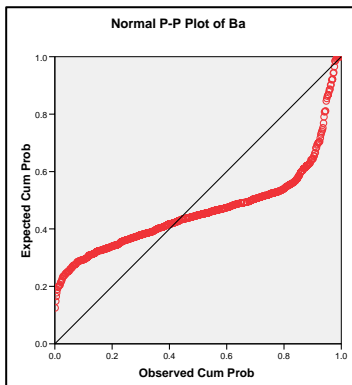
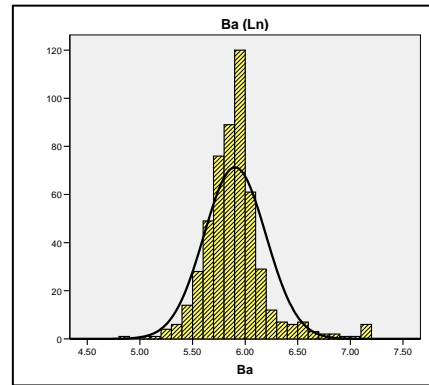
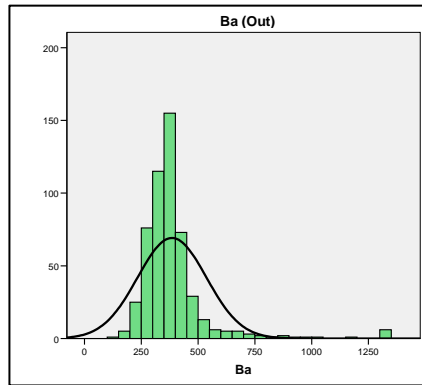
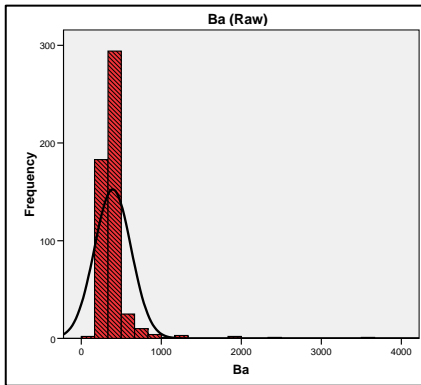
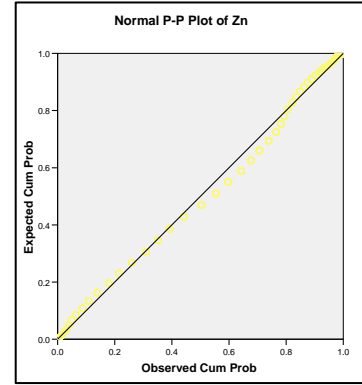
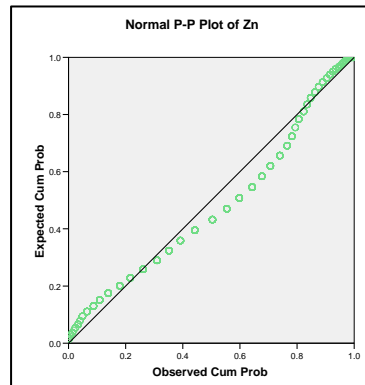
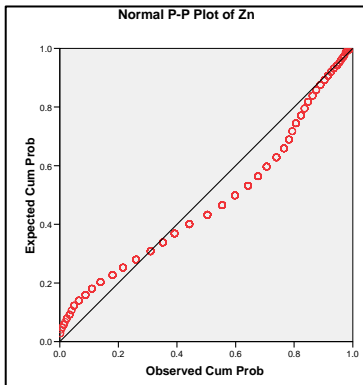
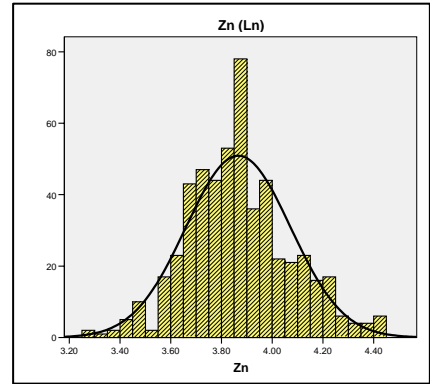
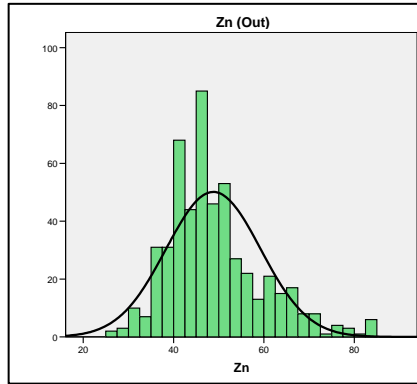
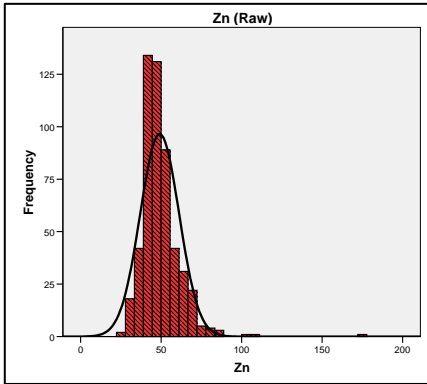




تصویر ۲-۴-الف) هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی عنصر طلا و نقره، قبل و بعد از حذف داده‌های خارج از رده و پس از تبدیل به حالت



تصویر ۲-۴-ب) هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی عنصر مس و سرب، قبل و بعد از حذف داده‌های خارج از رده و پس از تبدیل به حالت



تصویر ۲-۴-ج) هیستوگرام‌ها و نمودارهای توزیع تجمعی عنصر روی و باریم، قبل و بعد از حذف داده‌های خارج از رده و پس از تبدیل به حالت

## ۲-۶-۷- مطالعات آماری چند متغیره

روش‌های چند متغیره امکان آنالیز آماری هم‌زمان چندین متغیر را فراهم می‌کنند. مسایل مربوط به یک، دو و یا سه متغیر را می‌توان تصور کرده و به طور گرافیکی نمایش داد، ولی مسایل اکتشافی اغلب با یک فضای چندین متغیره روبرو هستند که این باعث دشواری در بررسی و تشخیص رابطه بین آن‌ها می‌شود. در این گونه موارد لازم است با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره به کاهش تعداد بعدها در فضای مورد بررسی اقدام نمود. به طوری که مطالعه‌ی این ابعاد جدید و یا به عبارتی بهتر متغیرهای جدید، که تعدادی به مراتب کمتر از حالت اولیه دارند بتوانند بخش اعظم تغییرپذیری داده‌ها را تشریح کند. به عنوان مثال در ژئوشیمی اکتشافی می‌توان تغییرپذیری هم‌زمان چندین عنصر یا متغیر را برای کشف دقیق‌تر آنومالی‌های احتمالی آن‌ها مورد بررسی قرار داد.

نکته‌ای که در آمار چند متغیره باید به آن توجه شود، تعداد نمونه‌ها در جوامع تحت بررسی است. معمولاً روش‌های چند متغیره نیازمند تعداد زیادی نمونه است. اعتبار این تحلیل‌ها تا حدودی تابع بزرگی جامعه نمونه تحت بررسی است.

## ۲-۶-۷-۱- محاسبه ضرائب همبستگی عناصر

برای داشتن درکی صحیح از چگونگی توزیع عناصر مختلف در یک ناحیه نیازمند در اختیار داشتن پارامترهایی هستیم تا بتوان نوع و ارتباط آن‌ها را تشریح کرد. با تفسیر پارامترهای این چنینی، امکان یافتن ارتباط ژنتیکی میان عناصر فراهم خواهد آمد. در این میان پارامترهای ضریب همبستگی به دلیل عدم وابستگی به واحد اندازه‌گیری بهترین گزینه محسوب می‌گردد. در محاسبه‌ی همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامترهای آماری فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد، تا توزیع آن‌ها حالت نرمال به خود گیرد؛ البته در این گونه موارد تعبیر و تفسیر همبستگی متغیرها باید با دقت همراه باشد. بالاخره درحالی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روش‌های ناپارامتری که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند استفاده نمود. در این پروژه به واسطه‌ی آن که علی‌رغم اعمال روش‌های مختلف، برخی از عناصر به حد نرمال‌شدگی نرسیدند و از هر دو روش بهره گرفته شد سپس تفسیر نهایی با ادغام این دو روش ارائه گردید. جدول (۲-۷) نتایج همبستگی ناپارامتری اسپیرمن و جدول (۲-۸) نتایج نسبت پارامتری پیرسون را نشان می‌دهد.

با نگاهی به این دو جدول می‌توان دید که اصولاً همبستگی معنی‌داری بین طلا و سایر عناصر وجود ندارد که بتوان بدان اشاره کرد.

یکی از مهمترین همبستگی‌های موجود، همبستگی مابین عناصر مافیک می‌باشد که در نوع خود مهم می‌باشد. همبستگی خوب بین کروم و عناصر کبالت، منگنز، نیکل، وانادیم، آهن و روی (در اسپیرمن) نشان‌دهنده‌ی پارائزنی از عناصر مافیک است که در سنگ‌های با ترکیب بازیک مشاهده می‌شود. این همبستگی هم در اسپیرمن و هم در پیرسون بخوبی نمود دارد.

ارتباط مابین برخی از عناصر فرایندهای هیدروترمالی مانند عناصر مس، سرب و روی در هر دو جدول یا مقادیر مختلف همبستگی بخوبی دیده می‌شود که نشان از احتمال برخی از کانی‌زایی‌های هیدروترمالی در منطقه دارد. مس دارای همبستگی با عناصر  $Zr, Sc, Ti, Th, Y, La, Li, Mn, P, As, Ba, Pb, V, Zn$  می‌باشد. همبستگی مس و نیکل بیشتر بدین معناست که در روند عمومی، تغییرات مقادیر مس ناشی از تغییرات لیتولوژیکی است. مس در بسیاری از ساختارهای بازیک غنی‌شدگی نسبی‌ای را از خود نشان می‌دهد که می‌تواند با نیکل نیز به همین خاطر همبستگی نشان دهد. همچنین همبستگی قوی میان مس و روی می‌تواند نشان از کانی‌زایی همزمان این دو عنصر باشد.

همبستگی مابین سرب و روی با عناصر کبالت، آهن، منگنز، کروم، تیتانیوم، وانادیم، روی و باریم نشان از این حقیقت دارد که تغییرات عیاری سرب و روی نیز به احتمال بسیاری قوی ناشی از تغییرات ساختاری است. البته همبستگی بسیار قوی روی و آهن ممکن است نشان‌دهنده‌ی برخی از همراهی‌های این عنصر با اکسیدهای آهن باشد.





## ۲-۶-۷-۲- آنالیز خوشه‌ای

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای یکی از روش‌های چند متغیره است که هدف از آن دست یافتن به ملاکی برای طبقه‌بندی هر چه مناسب‌تر متغیرها و یا نمونه‌ها بر اساس تشابه هر چه بیشتر درون گروهی و اختلاف هر چه بیشتر بین گروهی است. در اینجا ملاک شباهت ضریب همبستگی و الگوریتم خوشه‌بندی روش مرکزی ( Centroid ) بوده است. تصویر (۲-۵) دندروگرام حاصل از آنالیز کلاستری داده‌های آبراهه‌ای ورقه چوپانان را نشان می‌دهد.

با توجه به دندروگرام ارائه گردیده، نتایج ذیل قابل استنتاج است :

عناصر مافیک Fe, V, Ti, Mn در دو خوشه نزدیک به هم قرار گرفته اند که می‌تواند نشان دهنده‌ی حضور ساختارهای بازیک در منطقه باشد.

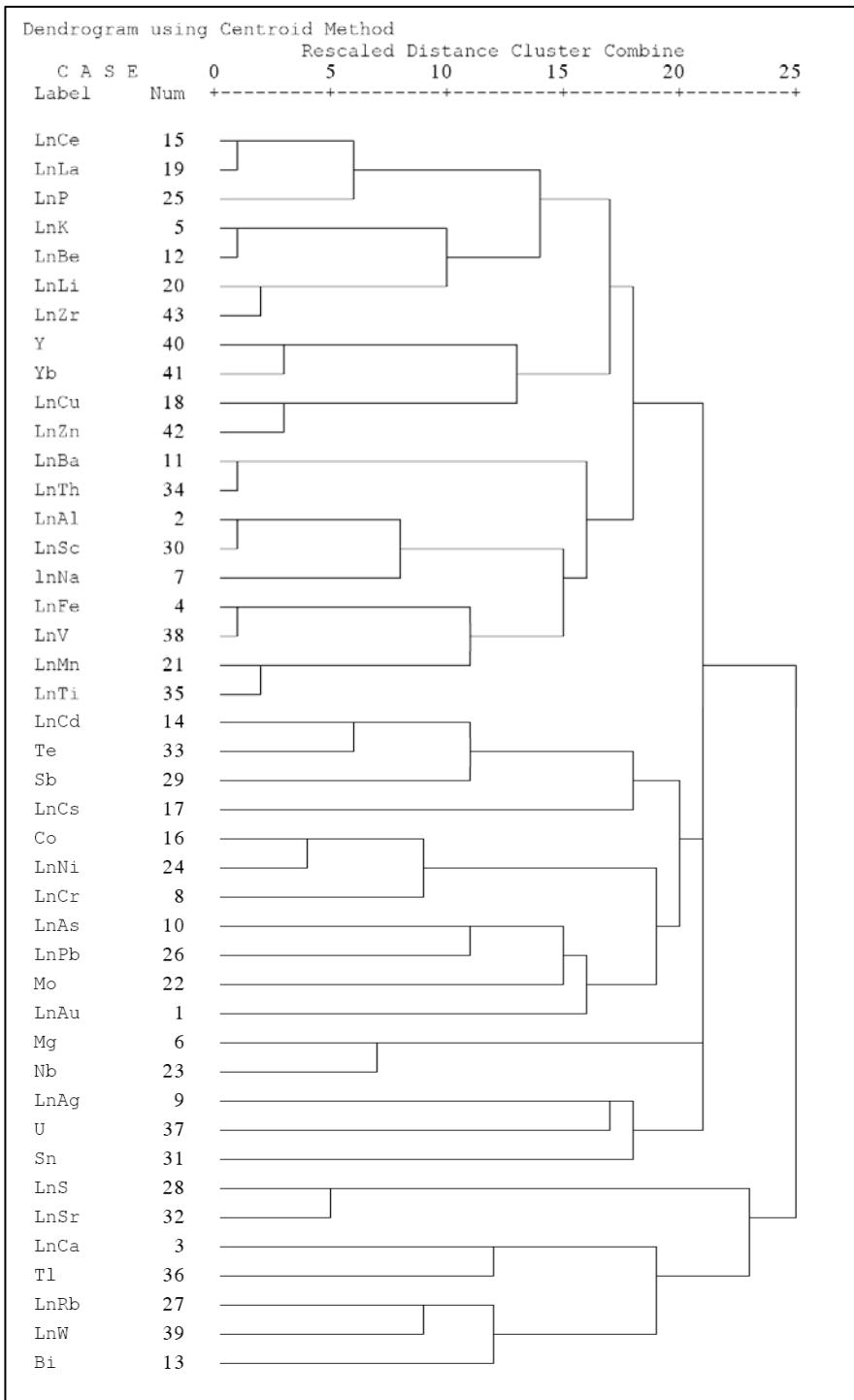
همچنین عناصر Co, Ni, Cr نیز در یک خوشه قرار گرفته اند که طبیعی می‌باشد.

عناصر سرب، آرسنیک و مولیبدن در یک خوشه و در ارتباط نزدیک با طلا می‌باشد که می‌تواند بیانگر حضور برخی از فعالیت‌های هیدروترمالی و در نتیجه تجمع این عناصر باشد.

حضور روی و مس در یک خوشه می‌تواند نشان از کانه‌زایی همزمان این دو عنصر باشد. در واقع هر جا کانه‌زایی مس در منطقه به چشم می‌خورد، می‌توان انتظار کانی‌زایی روی را داشت. این موضوع می‌تواند تایید کننده شواهد بدست آمده از آنالیزهای همبستگی است که در آن‌ها مس و روی دارای همبستگی قوی می‌باشند.

باریم و توریم در یک خوشه با یکدیگر دیده می‌شوند که اگر مقادیر باریم و توریم در این برگه بالا می‌بود، می‌توانستیم انتظار وجود عناصر راديواکتیو را در رگه‌های باریتی داشته باشیم که اینچنین نیست و عیار باریم فقط در ۸ نمونه بیش از 1000 ppm و کمتر از 3700 pm می‌باشد. علاوه بر آن توریم نیز دارای عیار چندان بالایی در این برگه نمی‌باشد و ماکزیمم عیار آن 55ppm می‌باشد.





تصویر ۲-۵- نتیجه‌ی آنالیز خوشه‌ای بر روی داده‌های آبراهه‌ای ورقه چوپانان

## ۲-۶-۷-۳- آنالیز فاکتوری

در روش‌های مبتنی بر مقادیر ویژه با استفاده از مقادیر ویژه و بردارهای ویژه جهت‌هایی با حداکثر تغییرپذیری شناسایی می‌شود. سپس با تعریف متغیرهای جدیدی که ترکیب خطی از متغیرهای اولیه است تعداد ابعاد (متغیرها) کاهش یافته و نقش هر یک از متغیرها در تغییرپذیری مشخص می‌گردد. این روش‌ها عمدتاً شامل تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تجزیه و تحلیل عاملی می‌باشد. با توجه به این که در صورت انجام صحیح و تفسیر منطقی نتایج تجزیه و تحلیل آماری غالباً نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی را نیز در خود نهفته دارد، در این پروژه صرفاً از تجزیه و تحلیل عاملی (آنالیز فاکتوری) که بر روی داده‌های نرمال انجام پذیرفت، استفاده گردید. در ضمن بعلت عدم وجود داده کافی برای عنصر رنیوم و حذف امتیازهای فاکتوری در صورت حضور این عنصر در آنالیز، این عنصر از آنالیز فاکتوری حذف گردید.

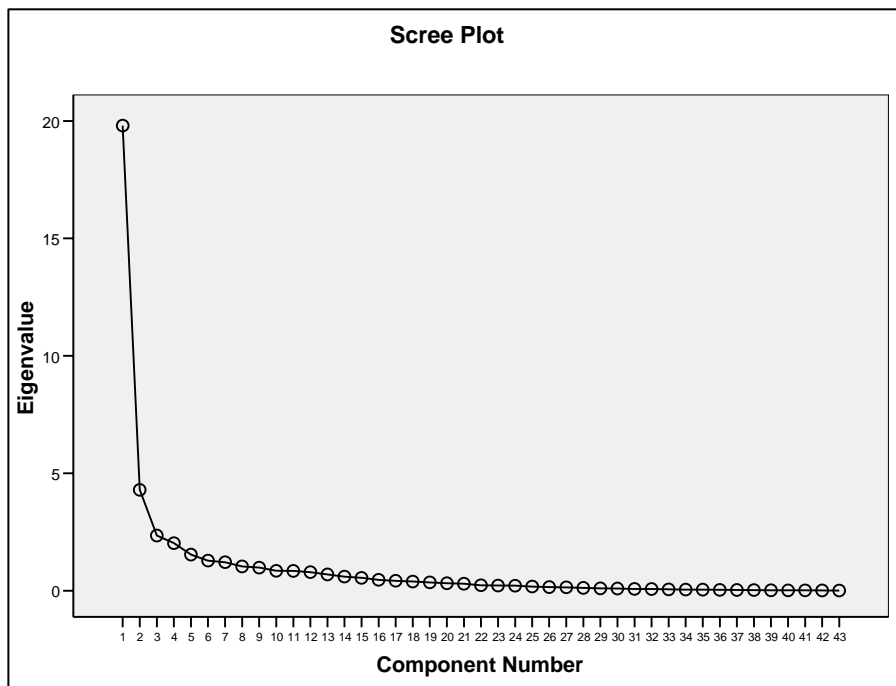
با اعمال تجزیه و تحلیل عاملی (Factor Analysis) ابعاد داده‌ها از تعداد ۴۴ عنصر به تعداد کمتری عامل کاهش پیدا می‌کند. این عوامل دارای دو خاصیت مهم هستند:  
الف) بخش اعظم تغییرپذیری را توجیه می‌کنند.

ب) متغیرهای جدید (فاکتور) که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند بین خود همبستگی نشان نمی‌دهند. این امر کاربرد روش مورد نظر را آسان می‌کند.

یکی از پارامترهای گزارش شده در هنگام پردازش عاملی مقدار  $KMO$  (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Adequacy Sampling) است. مقادیر بزرگ  $KMO$  دلالت بر تأیید تجزیه عاملی و مقادیر کوچک آن دلالت بر عدم تأیید تجزیه عاملی دارد. این مقدار در مورد نمونه‌های ورقه‌ی چوپانان بر اساس جدول ۲-۹، برای داده‌ها ۰/۹۳ می‌باشد که بر اساس بازه‌های تعریفی این کمیت در کتاب‌های زمین‌آمار (بعنوان مثال، حسنی‌پاک، ۱۳۸۰) تجزیه‌ی عاملی را در رده مناسب قرار می‌دهد. همچنین بوسیله‌ی روش Scree Plot نیز این آزمون مورد آزمایش قرار گرفت (تصویر ۲-۶) که همانطور که در تصویر نیز دیده می‌شود در این نمودار افتادگی در حدود ۴ تا ۶ پارامتر مستقل دیده می‌شود و این آزمایش نشان‌دهنده‌ی ۴ تا ۶ فاکتور است.

جدول ۹-۲- پارامترهای گزارش شده در هنگام پردازش عاملی مقدار KMO برای ضرایب غنی شدگی

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.93	
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	32869
	df	903
	Sig.	0.00



تصویر ۶-۲- نمودار Scree Plot برای داده‌های آبراه‌های چوپانان که در آن می‌توان تعداد ۴ فاکتور را مساعد دانست

پارامتر دیگر ارایه شده در حین این پردازش‌ها درصد مشارکت (Cumulative Percent) برای هر عضو است که در جدول ۱۰-۲ آمده است. بر اساس جدول مذکور بسیاری از عناصر دارای درجه مشارکت با ضریب نزدیک به یک هستند و این بدان معناست که این عناصر تقریباً ماهیت ژئوشیمی خود را در تجزیه و تحلیل عاملی نشان داده‌اند. در نهایت و پس از استفاده از تعداد فاکتورهای مختلف، آنالیزی برپایه ۴ فاکتور بعنوان بهترین نتیجه بدست آمد که این آنالیز با چرخش بروش (Varimax) حاصل گردید. نتیجه این آنالیز در جدول (۱۲-۲) ارائه شده است و همچنین در جدول (۱۱-۲) نیز میزان واریانسی که توسط این آنالیز مشخص شده است دیده می‌شود.

جدول ۲-۱- درصد مشارکت عناصر مختلف در آنالیز فاکتوری پس از محاسبه ضرایب غنی‌شدگی

Communalities			Communalities		
Ele.	Initial	Extraction	Ele.	Initial	Extraction
LnAl	1	0.96	Te	1	0.77
LnBe	1	0.94	LnNi	1	0.75
LnSc	1	0.93	LnBa	1	0.71
LnK	1	0.93	LnCr	1	0.70
LnCe	1	0.93	LnCd	1	0.70
LnLa	1	0.92	LnSr	1	0.69
LnTi	1	0.91	Bi	1	0.67
LnZr	1	0.90	Yb	1	0.66
Co	1	0.89	LnRb	1	0.66
LnMn	1	0.89	LnS	1	0.65
LnLi	1	0.87	LnW	1	0.58
LnFe	1	0.87	Sb	1	0.54
LnZn	1	0.87	LnAs	1	0.49
LnCa	1	0.85	Tl	1	0.46
LnV	1	0.83	LnPb	1	0.37
lnNa	1	0.83	Mo	1	0.36
Mg	1	0.83	LnAu	1	0.32
Nb	1	0.81	LnAg	1	0.28
Y	1	0.81	U	1	0.26
LnTh	1	0.81	LnCs	1	0.15
LnP	1	0.81	Sn	1	0.03
LnCu	1	0.81			

جدول ۲-۱۱- میزان واریانس‌های فاکتورهای بدست آمده از آنالیز فاکتوری

Total Variance Explained			
Component	Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	18.0	41.9	41.9
2	4.4	10.1	52.0
3	3.6	8.3	60.3
4	2.5	5.9	66.2

جدول ۲-۱۲- نتیجه آنالیز فاکتوری بر روی داده‌های ورقه چوپانان

Rotated Component Matrix(a)				
Ele.	Component			
	1	2	3	4
LnAl	0.96	0.06	0.00	-0.02
LnBe	0.95	0.00	-0.05	0.16
LnK	0.95	-0.03	-0.05	0.09
LnCe	0.94	0.12	0.05	0.13
LnZr	0.94	0.09	0.04	0.07
LnSc	0.94	0.13	0.16	0.01
LnLa	0.94	0.16	0.06	0.11
LnLi	0.90	-0.07	-0.06	0.16
LnP	0.88	0.07	0.09	0.13
LnMn	0.88	0.20	0.27	0.02
Y	0.87	0.21	0.09	0.04
LnCa	-0.86	-0.05	-0.29	0.06
LnTi	0.85	0.19	0.35	-0.02
LnZn	0.84	0.17	0.34	0.13
LnFe	0.84	0.07	0.39	0.10
LnCu	0.83	0.14	0.28	0.15
lnNa	0.81	0.00	-0.06	-0.19
LnTh	0.78	0.02	0.26	0.34
LnV	0.76	0.11	0.48	0.11
Yb	0.73	0.27	0.11	0.11
LnBa	0.72	-0.05	0.16	0.37
Co	0.68	0.21	0.61	0.02
Nb	0.62	-0.17	0.31	-0.36
LnNi	0.62	0.25	0.47	-0.28
LnPb	0.40	0.24	0.31	0.24
Sn	0.12	-0.09	-0.06	-0.05
Te	0.19	0.83	0.19	0.03
LnCd	0.10	0.81	0.01	0.08
Bi	0.11	-0.78	0.17	0.15
LnW	0.08	-0.74	-0.14	0.07
Sb	0.20	0.62	0.28	-0.01
LnRb	0.16	-0.57	-0.53	0.11
Tl	-0.26	-0.44	-0.41	-0.08
U	0.28	0.33	-0.27	0.04
LnCs	0.11	0.29	-0.07	0.05
LnCr	0.33	0.14	0.72	-0.21
LnAu	0.27	0.12	0.45	0.06
LnAg	0.05	0.06	-0.44	-0.13
LnAs	0.31	-0.02	0.39	0.29
LnSr	0.19	-0.13	-0.04	0.78
LnS	0.15	-0.11	0.05	0.70
Mg	0.11	-0.21	-0.08	-0.60
Mo	0.34	0.32	0.09	0.36

همانطور که دیده می‌شود ۸ فاکتور بعنوان نتیجه‌ی نهایی با توضیح حدود ۶۶/۲ درصد تغییرات بهترین نتیجه برای

این آنالیز می‌باشند.

فاکتور ۱ با شرکت عناصری مانند Pb, Ni, Nb, Co, Yb, Ba, V, Th, Na, Y, Cu, Ti, Fe, Zn, Mn, P, Li, La, Sc, Zn, Ce, K, Be, Al و با واریانس حدوداً ۱/۹٪ درصدی در واقع نشان‌دهنده‌ی مجموعه‌ای از عناصر اصلی و عناصر نادر خاکی است که تشکیل‌دهنده‌های اصلی خاک می‌باشند و مسئول اصلی تغییر در مقادیر این عناصر، تغییرات لیتولوژیکی است حضور عناصر کانی‌سازی همچون مس و روی و سرب در این فاکتور به همراه عناصر لیتولوژیکی می‌تواند به دلیل عدم حذف سنگ بالادست در این پروژه باشد.

در فاکتور دوم با تغییر پذیری حدود ۱۰ درصد عناصری مانند Te, Cd, Sb, U شرکت کرده‌اند. عناصر Cr, Au, As با تغییر پذیری حدود ۸ درصد در فاکتور ۳ حضور پیدا کرده‌اند. که البته حضور طلا و آرسنیک به همراه کروم در یک فاکتور منطقی و طبیعی به نظر نمی‌رسد.

و بالاخره در فاکتور چهارم عناصر Sr, S, Mo با تغییر پذیری حدود ۶ درصد مشاهده می‌شوند. نکته‌ای که در پایان این بخش می‌بایست بدان اشاره کرد در مورد نوع این آنالیزها و توانایی‌های آن‌هاست. در واقع این آنالیزها زمانی قادر به پاسخگویی و تفکیک مناسب می‌باشند که تنها بر روی یک سیستم کانه‌زایی بکار روند و زمانی که چندین سیستم کانه‌زایی متفاوت با ساختارهای ژنتیکی مختلف موجود باشد کارایی این آنالیزها بشدت پایین می‌آید. بنابراین حضور تغییرات لیتولوژیکی فراوان با توجه به محدوده‌ی وسیع عملیاتی، احتمال وجود کانی‌زایی‌های با تیپ‌های متفاوت در منطقه همگی از کارایی‌های این آنالیزها بشدت می‌کاهد و در تفسیر آن‌ها با چشم‌پوشی از بسیاری از وقایع زمین‌شناسی صورت می‌پذیرد که ممکن است چندان درست نباشد.

## ۷-۲- تکنیک‌های رسم نقشه و مپاسازی مناطق آنومال

در این پروژه، استخراج نواحی آنومال توسط محاسبه‌ی مقادیر زمینه، حد آستانه‌ای و آنومالی‌های هر عنصر و همچنین فاکتورها در دستور کار قرار گرفت. برای رسم نقشه‌های ژئوشیمیایی مربوط به رسوبات آبراهه‌ای نمی‌توان از نرم‌افزارهای متداول تخمین استفاده کرد زیرا این نمونه‌ها برخلاف نمونه‌های ژئوشیمیایی مربوط به بخش سنگ یا خاک (که معرفی از اطراف خود هستند)، معرفی از حوضه‌ی آبریز است یعنی هر نمونه از حوضه‌ی آبریز آبراهه‌ای که از آن برداشت گردیده تاثیر می‌پذیرد. بدین منظور از نرم‌افزار ArcGIS کمک گرفته شد و در این نرم‌افزار با استفاده از لایه‌های نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ حوضه‌ی آبریز هر نمونه رسم گردید. سپس اقدام به رتبه‌بندی این پلیگون‌ها با استفاده از مقادیر مربوط به نمونه‌ی آن‌ها گردید. در این رتبه‌بندی برای ارزش‌دهی به نمونه‌ها از مقادیر خام آن‌ها استفاده گردید اما برای رتبه‌بندی و تعیین پارامترهای این مقادیر خام (پارامترهای میانگین و انحراف

معیار) از داده‌های نرمال استفاده گردید که در جدول (۲-۶) آمده است. بدین ترتیب مقادیر پلی‌گون‌ها با توجه به انحراف معیارها به ۴ رده‌ی رنگی زیر تقسیم‌بندی شد:

$$x < X < x + s \quad \text{با رنگ خاکستری کم‌رنگ}$$

$$x + s < X < x + 2s \quad \text{با خاکستری پررنگ}$$

$$x + 2s < X < x + 3s \quad \text{با رنگ سبز}$$

$$X > x + 3s \quad \text{با رنگ قرمز}$$

از آنجایی که بخش زیادی از منطقه فاقد رخنمون سنگی و بصورت بخش ماسه‌بادی و یا شوره زار بوده است و فاقد نمونه می‌باشد، لذا این بخش‌ها نیز با رنگ پس‌زمینه سبز روشن مشخص گردیده است.

نقشه‌های ۱ الی ۴۷ در انتهای گزارش که در قطع A3 ارائه گردیده نشان‌دهنده‌ی ۴۷ نقشه‌ی ژئوشیمیایی تک‌عنصره و فاکتورهای بدست آمده از آنالیز فاکتوری است.

## ۳-۱- مقدمه

در بررسی‌های اکتشافات ناحیه‌ای که به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی منطقه‌ای وسیع صورت می‌گیرد، علاوه بر مطالعات رسوبات آبراهه‌ای، مطالعه کانی سنگین نیز به عنوان راهنمای اکتشافی به کار برده می‌شود. یک تفاوت اصلی این دو روش آن است که در مطالعه کانی سنگین فاز کانی‌سازی احتمالی تشخیص داده می‌شود. برای مثال یافتن گالن یا کالکوپیریت می‌تواند ما را به اکتشاف کانی‌سازی سولفور فلزات پایه هدایت کند. درحالی‌که در روش رسوبات آبراهه‌ای مقدار یک عنصر خاص در یک نمونه، اغلب بدون توجه به کانی‌شناسی آن مورد توجه قرار می‌گیرد. از آنجا که پیدایش یک عنصر در فازهای مختلف ارزش اکتشافی متفاوت دارد، صرفاً اندازه‌گیری کمیت آن ملاک نمی‌باشد. تفاوت بسیار مهم دیگر این دو روش در احتمال خطا در داده‌هاست، بدین معنی که در داده‌های رسوبات آبراهه‌ای با توجه به طبیعت اندازه‌گیری در داده‌ها امکان بروز آنومالی‌های کاذب بسیار زیاد است که این نوع آنومالی‌ها عموماً مربوط به آلودگی زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های انسانی است اما بروز چنین خطایی در نمونه‌های کانی سنگین عملاً غیرممکن است. به عنوان مثال زمانی که آنومالی بالایی از عنصری مانند سرب بدست می‌آید ممکن است این آنومالی ناشی از وجود برخی از فعالیت‌های انسانی باشد اما زمانی که این آنومالی همراه با گالن در نمونه‌های کانی سنگین باشد بی‌شک فعالیت‌های کانی‌زایی در پیدایش این آنومالی دخیل بوده است. بنابراین آنالیز شیمیایی یک عنصر و مقادیر غیرعادی بالای آن زمانی می‌تواند به عنوان راهنمای اکتشافی قرار گیرد که فاز پیدایش آن نیز مشخص باشد. با توجه به مزیت بررسی‌های کانی سنگین، یعنی اندازه‌گیری مستقیم فراوانی یک فاز معین از یک عنصر خاص، می‌توان از آن به عنوان ابزاری در کوتاه کردن عملیات اکتشافی و نتیجه‌گیری در مورد نقاط پرتانسیل استفاده نمود. البته در مقابل این امتیازات روش کانی سنگین، یک نقطه ضعف عمده دارد و آن عدم تحرک فازهای کانیایی نسبت به یون فلزات است. این امر باعث می‌گردد که هاله‌های کانی سنگین در محدوده‌های معین گسترش یابند.

بر اساس مقدمه فوق و در نظر گرفتن مزایا و معایب این روش با سه هدف اقدام به انجام نمونه‌برداری کانی سنگین از منطقه گردید که عبارتند از:

الف) تأیید آنومالی‌های استخراجی با روش ژئوشیمی آبراهه‌ای

ب) تعیین فاز پراکندگی عناصر مختلف

ج) پوشش خلأ اطلاعاتی که ممکن است از ضعف روش نمونه‌برداری و یا آماده‌سازی اکتشافات رسوبات آبراهه‌ای به وجود آید و لذا همپوشانی اطلاعات حاصله از این دو روش می‌تواند به دید واقعی‌تر از محیط اکتشافی کمک کند.



### ۳-۲- طراحی شبکه نمونه‌برداری و برداشت نمونه‌ها

جهت رسیدن به اهداف تشریح شده فوق و برداشت نمونه‌های کانی سنگین اقدام به طراحی شبکه نمونه برداری کانی سنگین گردید و محل این نقاط به گونه‌ای در نظر گرفته شد که حداکثر پوشش را در ناحیه مورد اکتشاف ایجاد نماید. برداشت کانی‌های سنگین در خرداد ماه ۱۳۸۸ هم‌زمان با برداشت نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای صورت پذیرفت. در نهایت پس از حذف تعدادی نمونه (به دلیل پوشش واقع شدن در مکان‌های نامناسب و یا از بین رفتن آبراهه‌های طبیعی) و اضافه کردن تعدادی نمونه کانی سنگین در برخی نقاط بنابر نظر کارشناس مربوطه تعداد ۱۶۳ نمونه کانی سنگین برداشت گردید (نقشه شماره ۱-۲). نقشه‌های پیوست نشان دهنده نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده در این ورقه است. در محدوده‌های تعیین شده، برای حصول نتایج بهتر نمونه‌برداری از نقاطی که دارای شرایط زیر باشد انجام پذیرفت:

الف) عیار کانی سنگین در آن بهینه باشد؛ مانند وسط مسیل‌ها، رودپیچ‌ها

ب) رسوبات شن و ماسه‌ای در این نقاط به حد کافی ضخیم باشند.

ج) مقدار گل رسوبات حداقل باشد.

در این محل‌ها پس از کنار زدن مواد سطحی چاله‌ای به عمق ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر حفر شد و برداشت از عمق چاله و به مقدار حدوداً ۲۰ لیتر انجام پذیرفت. سپس این نمونه‌ها در کیسه‌های مخصوص ریخته و پس از شماره‌گذاری، جهت طی مراحل آماده‌سازی و مطالعه به کارگاه نمونه شویی ارسال گردید. نمونه‌ها پس از لاک‌شویی در مایعات سنگین غوطه‌ور گردیدند و سپس در مرحله مگنت‌گیری به سه دسته مواد مغناطیسی (دارای شدت مغناطیسی کم)، پارامغناطیسی (دارای شدت مغناطیسی متوسط) و فرومغناطیسی (دارای شدت مغناطیسی بالا) تقسیم گردیدند.

### ۳-۳- نحوه مطالعه کانی‌های سنگین

روش مطالعه مبتنی بر تشخیص نوع کانی‌ها با استفاده از میکروسکوپ دو چشمی و با توجه به خصوصیات فیزیکی کانی‌ها همچون رنگ، سیستم تبلور، جلا، سختی، رخ، ماکل، شفافیت، وزن مخصوص و مواردی مشابه بوده است. در این روش نحوه کار بدین صورت است که ابتدا حجم گروه‌های مختلف یک نمونه را اندازه‌گیری می‌نمایند. در این ورقه مقدار مطالعه شده کانی‌های سنگین در نمونه‌های متفاوت از چند تا چند ده سی‌سی متغیر است. این مقدار معادل ۱۰ فرض شده و با توجه به نسبت آن در سه گروه (بر اساس خاصیت مغناطیسی) تقسیم می‌گردند و مطالعه هر یک به طو رمجزا ادامه می‌یابد. در نمونه‌های کانی سنگین اخذ شده از ورقه چوپانان در مجموع ۵۸ کانی گزارش گردید که نتیجه این مطالعات در پیوست (ب) انتهای گزارش ارائه گردیده است.

جدول شماره ۳-۱ نیز نشان دهنده درصد و تعداد نمونه‌های حاوی کانی‌های مورد نظر است. با توجه به این جدول کانی‌های سیلیکات‌های آلتره، کربنات، هماتیت، کوارتز فلدسپار و مگنیت (۱۰۰٪)، اپیدوت و گارنت (۹۹٪)، آپاتیت، روتیل و آمفیبول (۹۸٪)، پیریت‌های اکسیده (۹۷٪)، لیمونیت (۸۷٪)، باریت (۸۵٪)، لوکوکسن (۸۰٪)، کلریت و سلسنتین (۷۷٪)، شپست و مارتیت (۷۴٪)، آندالوزیت (۷۳٪)، سریسیت (۵۴٪)، پیریت لیمونیت (۴۶٪)، ایلمینیت (۳۸٪)، دیستن (۲۴٪)، بیوتیت (۱۸٪) فراوان‌ترین اجزاء تشکیل دهنده نمونه‌های کانی سنگین موجود در چوپانان می‌باشند. با توجه به این نتایج تقریباً تمامی کانی‌ها به غیر از باریت یا بطور طبیعی و اولیه در سنگ‌ها وجود دارند و یا در اثر آلتراسیون و هوازدگی کانی‌های اولیه بدست آمده‌اند. آمفیبول، پیروکسن، فلدسپار، آپاتیت و بیوتیت جزء اجزای تشکیل دهنده سنگ‌های آذرین می‌باشند و حضور آنها در نمونه‌ها کاملاً طبیعی است. هماتیت، گوتیت، کلریت، پیریت‌های اکسید شده، اپیدوت، روتیل، آنتاز، لیمونیت، لوکوکسن و اسفن سیلیکات‌ها و یا اکسیدهایی هستند که بطور طبیعی در بسیاری از مواد تشکیل دهنده خاک‌ها و یا سنگ‌های آلتره دیده می‌شوند. البته حضور مگنیت، هماتیت و سایر اکسیدهای آهن در بسیاری از نمونه‌ها در خور تأمل بوده و می‌تواند بیانگر حضور فعالیت‌های گرمایی باشد، البته به تنهایی نمی‌توان در این مورد قضاوت کرد. باریت کانی‌ای است که در بسیاری از نمونه‌ها دیده می‌شود. از طرف دیگر حضور سلسنتین (۷۷٪)، نیز می‌تواند به این نکته اشاره کند که پتانسیل‌هایی دال بر وجود باریت قابل توجه در منطقه وجود دارد.

نکته قابل توجه در این ورقه حضور گسترده کانی‌های مختلف سرب، روی به همراه کانی‌های مالاکیت و پوئلیت (CaMoO<sub>4</sub>) می‌باشد که می‌تواند نشانگر وجود کانی‌زایی‌هایی از سرب، روی و مس و مولیبدن در منطقه باشد. اما با توجه به تعداد پایین نمونه‌های حاوی این کانی‌ها می‌بایست گفت که کانی‌زایی‌ها چندان وسیع نبوده و ممکن است از گسترش کمی برخوردار باشند.

جدول ۳-۱- درصد کانی‌های موجود در نمونه‌های کانی سنگین ورقه چوپانان همراه با تعداد نمونه‌هایی که در آن‌ها این کانی‌ها مشاهده شده‌اند.

Mineral Name	Magnetite	Apatite	Zircon	Rutile	Anatase	Sphene	Leucoxene	Barite	Pyrite	Schist
Sample Count	161	159	161	159	5	103	129	137	15	119
Percentage	100.0	98.8	100.0	98.8	3.1	64.0	80.1	85.1	9.3	73.9
Mineral Name	Carbonates	Fe	Nigrine	Celestite	Galena	Cerussite	Malachite	Gold	Sapphire	Staurolite
Sample Count	161	161	11	123	17	22	7	0	5	6
Percentage	100.0	100.0	6.8	76.4	10.6	13.7	4.3	0.0	3.1	3.7
Mineral Name	Cinnabar	Scheelite	Fluorite	Silver	Muscovite	Andalusite	Disthene	Strontianite	Sphalerite	Jarosite
Sample Count	1	5	15	0	13	118	39	4	10	1
Percentage	0.6	3.1	9.3	0.0	8.1	73.3	24.2	2.5	6.2	0.6
Mineral Name	Smithsonite	Natrylead	Vanadinite	Mimnetite	Macquie	Realgar	Orpiment	Powellite	Wulfenite	Altrandsillicate
Sample Count	17	11	2	9	7	2	2	10	6	161
Percentage	10.6	6.8	1.2	5.6	4.3	1.2	1.2	6.2	3.7	100.0
Mineral Name	Pyromorphite	Stibnite	Hematite	Goethite	Limonite	Pyriteoxide	Pyrite	limonite	Oligiste	Pyroxens
Sample Count	4	0	161	159	141	156	74	44	44	161
Percentage	2.5	0.0	100.0	98.8	87.6	96.9	46.0	27.3	27.3	100.0
Mineral Name	Amphibols	Epidots	Garnets	Chlorite	Biotite	Phlogopite	limenite	Martite	Sericite	
Sample Count	157	160	160	125	29	4	61	120	87	
Percentage	97.5	99.4	99.4	77.6	18.0	2.5	37.9	74.5	54.0	

**۳-۴- تبدیل مقادیر کیفی کانی‌های سنگین به مقادیر عددی (gr/t)**

بسیاری اوقات در کارهای رسوبات آبراهه ای احتیاج به مقادیر عددی کانی‌ها (gr/t) می‌باشد. این در حالی است که مقادیر کانی‌های سنگین به طور عددی معلوم نبوده و به صورت کیفی گزارش می‌گردند. هر چند اساساً برداشت نمونه‌های کانی سنگین برای تفسیرهای کمی نیست (و بیشتر کیفی و تا حدی نیمه کمی استفاده می‌شوند) اما با این حال روش‌هایی نیز برای تبدیل مقادیر کیفی به مقادیر کمی وجود دارد. به عنوان مثال می‌توان از فرمول زیر برای تبدیل مقادیر کیفی با مقادیر کمی استفاده کرد:

$$\frac{\text{gr}}{\text{t}} (\text{ppm}) = \frac{\text{X.Y.B.}10^4}{\text{A.C}} \times \frac{\text{D}}{\text{D}'}$$

که در آن A مقدار کل نمونه برداشت شده از صحرا به سانتی‌متر مکعب، B مقدار کل نمونه بعد از شست و شو بر حسب سانتی‌متر مکعب، C مقدار نمونه مورد مطالعه بر حسب سانتی‌متر مکعب، Y مقدار نمونه مورد مطالعه بعد از جدایش با بروفرم بر حسب سانتی‌متر مکعب و D و D' به ترتیب وزن مخصوص کانی و وزن مخصوص رسوب می‌باشند (وزن مخصوص رسوب معمولاً ۲/۷ گرم بر تن انتخاب می‌شود).

با انجام تبدیل فوق مقادیر نمونه‌ها تبدیل به مقادیر کمی می‌شود اما نکته‌ای که باید بدان اشاره کرد این امر است که برای برخی از کانی‌ها، به خصوص کانی‌های با ارزش، چون تنها ذراتی از آنها دیده می‌شود امکان این تبدیل وجود ندارد زیرا مقدار حجمی و یا وزنی این کانی‌ها آنقدر کم است که نمی‌توان آنها را تبدیل کرد. با این حال برای برخی از کانی‌ها، به خصوص آنهایی که دارای مقادیر قابل توجهی هستند مانند کانی‌های سنگ‌ساز این تبدیلات با خطای خوبی قابل کاربرد است. در واقع این نوع تبدیل را می‌توان برای مقایسه بین مقادیر یک کانی مشابه در نمونه‌ها بکار برد و اساساً مقایسه بین مقادیر تبدیل یافته کمی بین دو کانی متفاوت نمی‌تواند در این نوع نمونه‌ها چندان صحیح باشد. پردازش‌های عددی و آماری بر روی این مقادیر چندان قابل اعتماد نیست و تنها برای ارائه یک دید اولیه بکار می‌رود، به همین خاطر تنها برخی از پردازش‌ها بر روی این داده‌ها صورت پذیرفته است.

مشکل اساسی‌ای که در داده‌های کانی‌سنگین ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ چوپانان برای تبدیل به مقادیر کمی وجود دارد تعداد بالای نمونه‌هایی است که در آنها تعدادی از کانی‌های مهم تنها به صورت ذراتی مشاهده شده است به طوری که امکان تبدیل آنها به داده‌های کمی وجود ندارد و اگر بخواهیم آنها را با داده‌های رسوبات آبراهه ای مقایسه کنیم می‌توان به آنها داده‌های سنسورد لقب داد یعنی اینکه در نمونه وجود دارند ولی امکان تبدیل آنها به مقادیر کمی وجود ندارد. این مشکل همراه با مشکل کمبود داده (یعنی برای برخی از کانی‌ها در بسیاری از نمونه‌ها مقداری وجود

ندارد) مشکلات اساسی‌ای در تبدیلات کمی بوجود می‌آورد با این حال برای حل مشکل اول اقدام به استفاده از روش حذف داده‌های سنسورد شد هر چند با توجه به تعداد بالای این داده‌ها این کار در اصل درست نمی‌باشد اما باید بیان گردد که نتیجه‌گیری اساسی بر روی این داده‌ها نخواهد شد و صرفاً به عنوان داده‌های کمکی مورد استفاده قرار خواهند گرفت. همانطور که قبلاً بیان گردید، جدول (۳-۱) نشان‌دهنده کانی‌های شناسایی شده در این ورقه به همراه تعداد نمونه‌هایی است که این کانی‌ها در آنها بدست آمده و علاوه نشان دهنده تعداد نمونه‌هایی است که تنها در آنها این کانی‌ها مشاهده شده‌اند (PTS) و امکان تبدیل عددی برای آنها وجود ندارد.

### ۳-۵- پردازش داده‌های کمی

برای انجام بسیاری از آنالیزهای آماری نیاز به جوامعی نرمال است. اما امکان نرمال‌سازی در داده‌های کانی سنگین این ورقه وجود ندارد. دلیل این امر را می‌توان از تعداد بالای داده‌های سنسورد و در نتیجه چولگی شدید و کاذب در داده‌ها دانست. از طرف دیگر اگر از این داده‌ها استفاده نشود با کمبود شدید داده روبرو باید شد. در نتیجه بهترین کار استفاده از روش‌های ناپارامتری است و در این بین تنها روش ناپارامتری مناسب روش آنالیز همبستگی اسپیرمن می‌باشد.

از سوی دیگر برای برخی از کانی‌ها عملاً امکان استفاده از آنها وجود ندارد زیرا تعداد داده‌های آنها بسیار کم است. بنابراین اقدام به حذف این کانی‌ها از این پردازش گردید. در نهایت کانی‌های باقیمانده عبارتند از: سیلیکات‌های آلتره، آمفیبول، آنتاز، آپاتیت، باریت، بیوتیت، کلسیت، سلسیت، کلریت، اپیدوت، فلدسپار، گوتیت، هماتیت، ژاروسیت، مگنتیت، پیریت (اکسیده)، پیروکسن، سرپانتین و زیرکن. سایر کانی‌های موجود یا در تعداد محدودی از نمونه‌ها دیده شده‌اند و یا اصولاً فاقد داده عددی می‌باشند و تنها به صورت ذرات بیان گردیده‌اند.

با توجه به توضیحات ارائه شده، آنالیز ناپارامتری همبستگی اسپیرمن بر روی داده‌های کمی کانی سنگین این نمونه‌ها انجام پذیرفت. نتیجه این آنالیز در جدول (۳-۲) ارائه شده است.

بر اساس این جدول، همبستگی خوبی بین زیرکن با آپاتیت و مگنتیت دیده می‌شود که کاملاً طبیعی می‌باشد.

همبستگی بین کانی‌های گالن با سروزیت، اسمیت زونیت و سرب خالص و اسمیت زونیت با سروزیت و اسفالریت، میمیت با ولفینیت نشان از کانی‌زایی کانی‌های سرب و روی در این برگه می‌باشد.

همچنین کانی‌های هماتیت با پیریت‌های اکسیده و مارتیت، سریسیت با شیسست و اپیدوت با آمفیبول و کلریت

همبستگی دارند.

جدول ۳-۲- قطع A3

### ۳-۶- (رسم نقشه‌ها و تفسیر نتایج حاصله)

اساسی‌ترین روش برای نمایش توزیع کانی‌های سنگین استفاده از نقشه‌های نمادین (Symbol Map) می‌باشد. در این روش مقادیر موجود برای هر کانی با نشانه‌های خاص که برای محدوده‌های مقداری خاص بکار می‌رود نمایش داده می‌شود. در نقشه‌های این ورقه برای نمایش بهتر و برای داشتن دید بهتری از چگونگی توزیع کانی‌های سنگین اقدام به ترکیب چند کانی با هم در یک نقشه گردید، بطوریکه سعی بر آن شد تا کانی‌های با رفتار مشابه و یا ویژگی‌های خاص مشابه (مانند حضور عنصری خاص در آنها) همزمان در یک نقشه بتصویر کشیده شوند.

مشکل خاصی که در داده‌های این ورقه وجود دارد، وجود مقادیر فراوانی از داده‌هاست که تنها در آنها ذراتی از کانی مورد نظر دیده شده ولی امکان تبدیل عددی وجود نداشته است. برای سطح‌بندی مقادیر در این نقشه‌ها می‌بایست از پارامترهای آماری استفاده شود.

با این حال برای برخی از کانی‌ها تعداد داده‌ها بسیار پایین بوده و امکان استفاده از پارامترهای آماری نبوده و در این مواقع سعی بر آن شده تا با تکیه بر تجربه، گروه‌بندی این داده‌ها صورت پذیرد.

بر این اساس نقشه‌های ۴۷ تا ۵۹ رسم گردیده و در قطع A3 در انتهای گزارش ارائه شده‌اند.

با توجه به نقشه‌های کانی سنگین رسم گردیده بالاترین عیارهای کانی‌های سرب مربوط به بخش جنوبی ورقه ۱:۵۰,۰۰۰ الله آباد، بخش شمال غرب ورقه ۱:۵۰,۰۰۰ نوق آباد و بخش جنوب شرقی ورقه ۱:۵۰,۰۰۰ چوپانان می‌باشد. بالاترین عیارهای سرب در نمونه‌های ۴۶۱، ۵۲۸، ۵۵۹، ۴۶۱ به صورت کانی‌های گالن و سروزیت می‌باشد.

پراکندگی‌های کانی‌های روی‌دار نیز مانند کانی‌های سرب می‌باشد.

کانی مالاکیت در شمال و شمال غرب ورقه ۱:۵۰,۰۰۰ نوق آباد بیشترین پراکندگی را دارد و بالاترین عیار آن در نمونه ۲۹۸ می‌باشد. کانی پوئلیت نیز در سه نمونه ۵۲۸، ۴۷۹، ۴۷۰ دارای عیار بالا و قابل توجه می‌باشد. این کانی در جنوب ورقه الله آباد و یک نمونه در ورقه نوق آباد مشاهده می‌شود.

کانی‌های اکسید آهن و هیدروکسید آهن (نقشه شماره ۴۷ و ۴۸ در انتهای گزارش) تقریباً در تمام برگه‌ها پراکنده‌اند، این وضعیت در مورد توزیع کانی‌های پیریت، پیریت‌های اکسیده و پیریت - لیمونیت (نقشه شماره ۴۹) است.

#### ۱-۴-۱- مقدمه

آنچه در فصول قبل بیان گردید مجموعه‌ای از عملیات‌های آماری است که بر اساس آنها آنومالی عناصر و کانی‌های مختلف در نقاط نمونه برداری تعیین شدند. نتیجه‌ی تمام این عملیات‌ها تعیین محدوده‌هایی امیدبخش است که بدان‌ها «آنومالی» اطلاق می‌گردد. در این فصل براساس نتایج بدست آمده از فصول ۲ و ۳ آنومالی عناصر مهم مجزا شده و محدوده‌هایی امیدبخش تعیین گردیده است که این محدوده‌ها، محدوده‌های هدف برای مرحله‌ی بعد، یعنی کنترل آنومالی هستند.

این محدوده‌ها بر اساس ترکیب نتایج کانی‌سنگین و داده‌های ژئوشیمیایی مشخص شده‌اند و بر این اساس نقشه‌های دیگری تولید گردید که در ادامه شرح آن خواهد آمد.

#### ۱-۴-۲- آنومالی‌های عناصر مهم

##### ۱-۲-۴- طلا

یکی از مهمترین عناصری که در ورقه‌های ۱۰۰۰۰۰ مورد توجه است طلا می‌باشد. در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ چوپانان آنومالی قوی‌ای از طلا بدست نیامده است بطوریکه در هیچ‌یک از نمونه‌های کانی سنگین اثری از کانی طلا حاصل نگردید. نقشه شماره‌ی ۱ در انتهای گزارش نشان‌دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی این عنصر است. از طرفی عیار طلا در این بر گه بسیار پایین است بطوریکه مقدار آنومالی برای این بر گه با توجه به پارامترهای انحراف‌معیار و میانگین، مقدار ۵ ppb بدست آمد که مقداری بسیار پایین است و بیشترین عیار بدست آمده برای طلا نیز مقدار ۹ ppb می‌باشد که نمی‌تواند چندان امیدبخش باشد. بر این اساس در توصیف آنومالی‌های این عنصر از آنومالی‌های درجه‌ی ۲ بدست آمده (بعلت پایین بودن بیش از حد) صرف‌نظر گردیده و تنها به آنومالی‌های درجه ۱ پرداخته شده است. محدوده‌های آنومال برای این عنصر و برخی از ویژگی‌های آنومالی‌های این عناصر در جدول (۴-۱) ارائه شده است. بر اساس این جدول ۳ محدوده آنومال برای طلا وجود دارد که مهمترین آن‌ها در حدود ۲/۵ کیلومتری شمال تا شمال غرب روستای چاه بینکو وجود دارد که در این محدوده ۲ نمونه دارای عیار آنومال (بیش از ۹-۵) بودند. محدوده‌ی بعدی در جنوب غرب حوض پنج و شمال شرق نصرت آباد و نعمت‌آباد قرار دارد که یک نمونه‌ی آنومال با عیار (۵ ppb) در آن وجود دارد.



و بالاخره محدوده‌ی سوم در ورقه‌ی الله آباد و در ۱۰ کیلومتری جنوب الله آباد واقع می باشد که دارای ۴ نمونه‌ی آنومال طلا با عیار (5-7ppb) می باشد. به همراه این عنصر، کانی های سنگین میمیتیت، گالن، سروزیت، اسفالریت، ولفنیت، اسمیت زونیت، مالاکیت، اورپیمان و رآلگار به چشم می خورد.

### جدول ۴-۱: آنومالی‌های عنصر طلا در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰ چوپانان

ردیف	موقعیت جغرافیایی	نام برگه	انحادهای آنومال (ppb)	درجه آنومالی	آنومالی‌های مطابق دیگر	مساحت تقریبی (km <sup>2</sup> )	انطباق با آنومالی کانی سنگین	انطباق با آنومالی آتالیر فاکتوری	نوع آنومالی
۱	۵/۲ کیلومتری شمال تا شمال غرب روستای چاه پیلگو	نوع آتالیر و فاکتوری	301 (9), 308 (5)	1	آنومالی درجه یک As, Ba, Co, Mo, Pb, Sr	2	---	آنومالی درجه ۲ فاکتوری و آنومالی درجه ۱ فاکتوری ۴	موزونیت پورفیری، ساراند سربخ پایینی، کانگومورا سیلیستون، ماسه سنگ، سنگ آهک، آرزولیت، گراول استون
۲	جنوب غرب حوض پنج و شمال شرق نصرت آباد و نعمت آباد	نوع آتالیر	431 (5)	1	---	0.6	---	---	سنگ آهک رودبست دار، سنگ آهک پلاژیک، سنگ آهک برشی، ماسه سنگ و کانگومورا
۳	۱۰ کیلومتری جنوب غرب آتالیر	انحادهای آنومال	476(5), 458(5), 481(6), 483 (7)	1	آنومالی درجه ۱ Co, As, Cu, Ni, Sb, Pb و آنومالی درجه ۲ Co, Cu, Zn, Pb, As, Fe, Mn	9.8	مهمیت، آلان، سروزیت، اسفالریت، روفیت، اسمیت روفیت، ملاکیت اورپیمان و رآلکار	آنومالی درجه ۱ فاکتوری ۳	مرمر، گوارتز میکاندار، مسکویت شیبست، مسکویت، کربیت، آندزیت، توف، سنگ آهک کانی سنگین

## ع-۲-۲-مس

مس عنصر بسیار مهمی است که در بسیاری از غنی‌شدگی‌های فلزی و در بسیاری از فرایندهای کانی‌زایی مقدار آن بالا رفته و دچار غنی‌شدگی می‌شود و با توجه به ویژگی‌های منحصر بفرید این عنصر (تجزیه شیمیایی راحت در آزمایشگاه و تشخیص ماکروسکوپی اکثر کانی‌های آن) همواره در اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای (مانند ورقه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰) مورد توجه می‌باشد. در ورقه‌ی چوپانان نیز از عناصر مهم و مورد توجه مس می‌باشد. در نقشه‌ی شماره‌ی ۱۸ توزیع ژئوشیمیایی این عنصر نشان داده شده است و در نقشه شماره‌ی ۵۳ نیز توزیع نمونه‌های کانی‌سنگین حاوی کانی‌های این عنصر نشان داده شده است. با توجه به پارامترهای آماری بدست آمده برای این عنصر، مقادیر بالای 44 ppm بعنوان آنومالی درجه ۱ و مقادیر مابین 32 و 41 ppm بعنوان آنومالی درجه ۲ انتخاب گردیده‌اند. همانطور که دیده می‌شود مقدار حدزمینه این عنصر در این ورقه بسیار پایین است ( میانگین 18 ppm ). بیشترین مقدار بدست آمده برای این عنصر نیز میزان 52ppm از نمونه‌ی ۲۹۱ در برگه ۱:۵۰۰۰۰ نوق آباد است.

محدوده‌های آنومال برای این عنصر و برخی از ویژگی‌های آنومالی‌های این عناصر در جدول (ع-۲) ارائه شده است. بر اساس این جدول، ۴ محدوده آنومال برای مس در ورقه چوپانان وجود دارد. ۷ نمونه نیز حاوی ذرات کانی‌سنگین کانی‌های مس بوده‌اند که عبارتند از نمونه‌های ۸۸، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۳، ۲۹۸ و ۳۷۳ که حاوی ذرات مالاکیت بوده‌است. با توجه به نقشه‌ی ۱۸ و جدول (ع-۲) می‌توان دید که اصلی‌ترین تمرکز آنومالی عنصر مس در شمال ورقه‌ی نوق آباد و جنوب برگه‌ی الله آباد می‌باشد. در ورقه‌ی نه آب نیز یک آنومالی دیده می‌شود.

در مجموع می‌توان گفت که آنومالی‌های مس موجود در ناحیه چندان قوی نمی‌باشند و بنظر می‌رسد این آنومالی‌ها بیشتر در نتیجه تغییر در حد زمینه حاصل شده باشند، با این حال با توجه به حضور کانی سنگین مالاکیت در چهار نمونه نیاز به بررسی بیشتر در ناحیه حس می‌گردد.

جدول ۴-۲: آنومالی‌های عنصر مس در ورقه .....:۱:۱ چوپانان

ردیف	موقعیت جغرافیایی	نام برگه	نمونه‌های آنومال (ppm)	درجه آنومالی	آنومالی‌های مطابق دیگر	مساحت تقریبی (km <sup>۲</sup> )	انطباق با آنومالی کانی سنگین	انطباق با آنومالی آنالیز فلکسوری	نوع آنومالی
۱	۳ کیلومتری شمال شرق روستای چاه پینگلو	نوق آباد	300 (46), 291 (52)	۱	آنومالی‌های درجه ۱ Bi, Ba, Zn, Fe و آنومالی‌های درجه ۲ As, Co, Pb, Sr	۱	---	آنومالی درجه ۲ تا آنومالی درجه ۳ پورفیری	آنومالی درجه ۲ - داسیت و موزوویت پورفیری
۲	۶۰۰ متری شمال روستای چاه پینگلو	نه آب	307 (51)	۱	آنومالی درجه ۱ و درجه ۲ Au	۰.۷	---	---	موزوویت پورفیری، مانسه سنگ و سیانوسون
۳	۶ کیلومتری شمال غرب روستای چوق سه فرسج و ۶ کیلومتری جنوب نوق آباد	نوق آباد	84 (50)	۱	---	۰.۶	معمقت، سرزویت، ولفیت، اسمیت، رویت، مالاکیت اوریمان و راکار	---	سنگ آهک بلارک، سنگ آهک برشی، مانسه سنگ، گراول استون و کنگومرا
۴	۹ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	474 (48), 483 (44)	۱	آنومالی درجه ۱ و Au, As, Co, Pb و آنومالی درجه ۲ Pb, Zn	۰.۶	---	---	آندزیت، داسیت، توف و سنگ آهک، مسکویت-کاریت، مسکویت شیبیت، کولرزیوت میکا دار و مرمر
۵	۸۰۰ متری شمال غرب روستای چاه پینگلو	نه آب	308 (41), 309 (39), 310 (37), 311 (37)	۲	آنومالی درجه ۱ و Au, As, Co, Pb, Mo و آنومالی درجه ۲ Fe, Au, As, Pb, Mn	۲.۳	---	آنومالی درجه ۱ و ۲ تا آنومالی درجه ۴	توف و سنگ آهک، سیانوسون، زینس و مان، کنگومرا و مانسه سنگ
۶	۹ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	481 (34), 458 (38), 464 (33), 476 (35), 504 (41), 510 (34)	۲	آنومالی درجه ۱ و Ni, Sb و آنومالی درجه ۲ Fe, As, Pb, Co	۱۱.۴	معمقت، سرزویت، ولفیت، زین، اسمالریت، اسمیت رویت	آنومالی درجه ۱ تا آنومالی درجه ۳	زئولیتی و کانی سنگین

### ۴-۲-۳- آنومالی‌های عنصر سرب

سرب یکی از عناصر مهم کانساری است در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰ چوپانان است که بسیار مورد توجه قرار گرفت. نقشه شماره ۲۶ در انتهای گزارش نشان‌دهنده توزیع ژئوشیمیایی سرب در ورقه چوپانان و نقشه شماره ۱-۵۰ و ۲-۵۰ نیز نشان‌دهنده موقعیت نمونه‌های کانی‌سنگین حاوی کانی‌های گالن، سروزیت، میمیتیت، سرب خالص، ماسیکوت، پیرومورفیت، وانادینیت و ولفونیت در این ورقه می‌باشد.

محدوده‌های آنومال برای این عنصر و برخی از ویژگی‌های آنومالی‌های این عناصر در جدول (۴-۳) ارائه شده است. بر اساس این جدول ۵ محدوده درجه‌ی ۱ آنومال برای سرب وجود دارد که مهمترین آن‌ها در جنوب محدوده‌ی یکصد هزار و در برکه ۱:۵۰۰۰۰۰ الله آباد وجود دارد که در این محدوده ۵ نمونه دارای عیار آنومال (بیش از 100 ppm) بودند. همچنین ۳ محدوده درجه ۲ آنومال دیگر برای سرب وجود دارد.

در داده‌های ژئوشیمیایی تنها نمونه‌ی حاوی مقدار نسبتاً بالای سرب نمونه‌ی ۴۵۹ می‌باشد که حاوی 750 ppm سرب است. همچنین ۹ نمونه دارای عیار بین 100-208 ppm هستند و سایر نمونه‌ها دارای عیارهای پایین‌تر هستند. بر همین اساس نیز مقدار حدزمینه‌ی سرب در این ورقه (میزان میانگین) 29 ppm بدست آمد که مقدار بسیار پایینی است. مقادیر آنومالی درجه ۱ و درجه ۲ نیز بترتیب مقادیر بالای 80 ppm و مقادیر بین 54-73 ppm می‌باشند.

در نمونه‌های کانی‌سنگین نیز ۲ نمونه (نمونه‌های ۴۸۱ و ۸۶) حاوی اثرات کانی سولفیدی سرب (گالن) و ۳ نمونه (نمونه‌های ۴۸۱، ۸۶ و ۸۴) نیز حاوی کانی کربناته سرب (سروزیت) بوده‌اند. اکثر نمونه‌های کانی‌سنگین در نیمه شمال شرقی برکه ۱:۵۰۰۰۰۰ نوق آباد و جنوبی برکه ۱:۵۰۰۰۰۰ الله آباد قرار گرفته‌اند و نمی‌توان تمرکز خاصی را برای این نمونه‌ها بیان نمود (نقشه ۱-۵۰ و ۲-۵۰).

نکته‌ای که باید در اینجا بدان اشاره کرد رفتار ژئوشیمیایی سرب است که با توجه به موبیلیته بالا تمایل به تمرکز در اطراف اکسی‌هیدروکسی‌های آهن دارد بهمین‌خاطر تمرکزی از این عنصر همراه با آهن دیده می‌شود که ممکن است چندان قابل اعتماد نباشد.

جدول ۴-۳- آنومالی‌های عنصر سرب در ورقه ..... ۱۱:۱۱ چوپان

ردیف	موقعیت جغرافیایی	نام برگه	نمونه‌های آنومال (ppm)	درجه آنومالی	آنومالی‌های مطابق دیگر	مساحت تقریبی (Km <sup>2</sup> )	انطباق با آنومالی کانی سنگین	انطباق با آنومالی آتالپر فاکتوری	نوع آنومالی
۱	غرب روستای چاه پینگو	نه آب	319 (116), 308(94), 311(95)	۱	آنومالی‌های درجه ۱: Zn, Sr, Mo, Co, Ba, As, Au و آنومالی‌های درجه ۲: Ba, Zn	۲.۳	---	آنومالی درجه ۲ فاکتور ۱ و آنومالی درجه ۱ فاکتور ۴	موزونیت پورفیری، آندزیت، توف، سنگ آهک، ماسه‌سنگ و گراول استون، کنگلومرا، آرپلیت و سیستستون
۲	در حدود ۵ کیلومتری شرق روستای حوض سه فرسخ	توق آب	76(183), 84 (208), 81 (100), 86 (81)	۱	آنومالی‌های درجه ۱: Mo, Cu, As(1) و آنومالی درجه ۲: Zn	۱۶	کان، اسفالریت، سرزیت، ملاکیت، اسمیت، زولیت، پولیت، راکتار، اورپیمان، مارن	---	سازند چوپان، هفتتومان متشکل از سنگ آهک پلازیک، سنگ آهک برشی، سنگ آهک رود پست دار، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن
۳	در حدود ۲/۵ کیلومتری روستاهای کارستان پایین و بالا	توق آب	59 (82)	۱	آنومالی درجه ۲: Zn	۰.۴	---	---	سازند چوپان و هفتتومان متشکل از سنگ آهک پلازیک، سنگ آهک برشی، سنگ آهک رود پست دار، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن
۴	در حدود ۱ کیلومتری جنوب روستای عباس آباد	چوپان	552 (104)	۱	---	۰.۹۷	---	آنومالی درجه ۱ فاکتور ۳	سازند تفره، دبره‌سو و بازیاب متشکل از سنگ آهک، مارن، ماسه سنگ، کنگلومرا، گراول استون، مادستون
۵	در حدود ۷ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	510 (110), 523 (80), 476 (167), 474 (138), 488 (110), 459 (750)	۱	آنومالی‌های درجه ۱: Au, Ni, Sb و آنومالی درجه ۲: Zn, Au, Co, Cu, Mn, Mo	۵.۵	---	آنومالی درجه ۲ فاکتور ۴	موزونیت پورفیری، آندزیت، توف، سنگ آهک اورپیتولین دار، و گراول استون و کنگلومرا و ماسه سنگ
۶	شمال روستای چاه پینگو	نه آب	300 (70), 309 (72)	۲	آنومالی‌های درجه ۱: Zn, Fe, Mo, Cu, Ba, Bi و آنومالی‌های درجه ۲: Cu, As, Sr, As, Au, Co, Zn	۰.۹	---	آنومالی درجه ۲ فاکتور ۱ و آنومالی درجه ۲ فاکتور ۳	موزونیت پورفیری، آندزیت، توف، سنگ آهک، کنگلومرا، سیستستون، ماسه سنگ
۷	شرق روستای حوض سه فرسخ	توق آب	80 (64)	۲	---	۱.۷	پولیت، راکتار، اورپیمان، مارن	---	سازند چوپان، فرخی و هفتتومان متشکل از سنگ آهک پلازیک، سنگ آهک برشی، سنگ آهک رود پست دار، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن
۸	در حدود ۹ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	481 (63), 483 (71)	۲	آنومالی‌های درجه ۱: Au, Co, Cu و آنومالی‌های درجه ۲: Cu, As, Co, Zn	۹.۱	کان، اسفالریت، سرزیت، اسمیت، زولیت، ولفونیت، میمیت	---	موزونیت پورفیری، آندزیت، توف، سنگ آهک، کنگلومرا، سیستستون، ماسه سنگ

#### ۴-۲-۴- آنومالی‌های عنصر روی

عنصر روی مانند عنصر سرب از عناصر بسیار مهم در اکتشافات ژئوشیمیایی بحساب می‌آید. این عنصر هم در نمونه‌های کانی‌سنگین و هم در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای قابل ردیابی است. نقشه‌ی شماره‌ی ۴۲ نشان‌دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای بر که ۱:۱۰۰۰۰۰ ژئوشیمیایی چوپانان می‌باشد. همچنین موقعیت نمونه‌های کانی‌سنگین حاوی کانی‌های روی (اسفالریت و اسمیت‌زونیت) در نقشه‌ی شماره‌ی ۵۱ نشان داده شده است. بر اساس نقشه‌ی شماره‌ی ۴۲، نمونه‌های آنومال روی در بخش شمال و جنوب ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان جمع گردیده‌اند. بررسی نقشه‌ی ژئوشیمیایی عنصر روی و نقشه‌ی کانی‌سنگین آن نشان‌دهنده‌ی این مطلب می‌باشد که کانی‌های سنگین دقیقاً بر مناطق ژئوشیمیایی منطبق نمی‌باشند ولی کانی‌های سنگین اسفالریت و اسمیت‌زونیت اکثراً از آبراهه‌هایی به دست آمده‌اند که عموماً در بالادست آنها ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی روی وجود داشته است.

حد زمینه‌ی عنصر روی در این ورقه 49 ppm بدست آمده و مقادیر آنومالی‌های درجه ۱ و ۲ بترتیب عبارتند از مقادیر بالای 103 ppm و مقادیر مابین 73-103 ppm. بیشترین مقدار بدست آمده برای روی در این ورقه 177 ppm است که از نمونه‌ی ۳۰۸ در شمال ورقه حاصل شده است. جدول شماره‌ی (۴-۴) نشان‌دهنده‌ی محدوده‌های آنومال بدست آمده برای عنصر روی می‌باشد که بر اساس این جدول ۵ محدوده‌ی آنومال روی بدست آمده است که سه محدوده‌ی آن دارای آنومالی درجه دو روی و دو محدوده‌ی دیگر علاوه بر آنومالی درجه ۲، دارای آنومالی‌های درجه ۱ روی نیز می‌باشند.

### جدول ۴-۱: آنومالی‌های عنصر روی در ورقه ..... ۱:۱ جویانان

ردیف	موقعیت جغرافیایی	نام برگ	موقعیتهای آنومال (ppm)	درجه آنومالی	آنومالی‌های درجه ۱ دیگر	مساحت تقریبی (km <sup>2</sup> )	انطباق با آنومالی کانی سنگین	انطباق با آنومالی آنالیز رانکتوری	اینفورم	نوع آنومالی
۱	در حدود ۵ کیلومتری شمال غرب روستای چاه پنگو	نه آب	308 (177), 309(78), 310 (73)	۱و۱	آنومالی‌های درجه ۱: Mo, Ba, Au, As, Fe آنومالی‌های درجه ۲: Co, Pb, Sr, Fe As, Cu, Mo, Au, Pb	۱۵	---	آنومالی درجه ۱ تا ۳ و آنومالی درجه ۲ تا ۴	موزونیت پورفیری، آندزیت، توپک سنگ آهک، ماسه‌سنگ، مارن، سیلتستون، کنگلومرا	زئونیسی
۲	در حدود ۴ کیلومتری شمال شمال غرب روستای چاه پنگو	نوق آب	299 (103), 300 (109), 294 (81)	۱و۱	آنومالی‌های درجه ۱: Cu, Ba, Bi, Fe آنومالی‌های درجه ۲: Fe, Ba, Bi, As, Co, Pb, Sr	۲۵	---	آنومالی‌های درجه ۲ تا ۴	سازند جویانان متشکل از سنگ آهک پلاژیک، سنگ آهک برشی، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن، سیلتستون، کنگلومرا	زئونیسی
۳	در حدود ۴ کیلومتری جنوب روستای نوق آب	نوق آب	76 (76)	۲	آنومالی درجه ۱: Pb	۰.۱۲	---	---	سازند جویانان و هفتپودمان متشکل از سنگ پلاژیک، سنگ آهک برشی، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن	زئونیسی
۴	در حدود ۲.۵ کیلومتری شمال روستاهای کارستان، پاشن و یاد	نوق آب	59 (77)	۲	آنومالی درجه ۱: Pb	۰.۴۳	---	---	سازند جویانان و هفتپودمان متشکل از سنگ آهک پلاژیک، سنگ آهک برشی، سنگ آهک رودپیست دار، کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن	زئونیسی
۵	در حدود ۱ کیلومتری جنوب روستای الله آباد	الله آباد	456 (85), 458 (78), 459 (79), 476 (76), 483 (76)	۲	آنومالی‌های درجه ۱: Fe, Co, Ni, Sb, Au آنومالی‌های درجه ۲: Cu, Fe, Mn, Pb, As, Sr	۱۶	---	آنومالی‌های درجه ۱ تا ۳	مسکویت، کربنیت، مسکویت شیبست، مرمر، کربنات‌زیت میخدار، آندزیت، توپک، سنگ آهک رودپیست دار، کنگلومرا و ماسه سنگ	زئونیسی



**۴-۲-۵- آنومالی سایر عناصر مهم**

در عملیات‌های ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای ( که در آن عنصر ثابتی هدف نیست ) معمولاً عناصر طلا، مس، سرب و روی بعنوان عناصری مهم مورد توجه هستند و عمدتاً این عناصر هستند که آنومالی‌های آن‌ها برای مراحل بعدی پیشنهاد می‌گردد. اما برای برخی از ورقه‌ها علاوه بر این عناصر با توجه به ساختارهای موجود عناصر دیگر نیز مورد توجه قرار می‌گیرند. اما از طرف دیگر عناصر دیگری نیز که در برخی از ورقه‌ها مهم تلقی می‌شود بررسی گردید که در زیر به توضیحاتی در مورد برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

**۴-۲-۵-۱- عنصر نقره**

نقره عموماً همراه با طلا مورد توجه قرار می‌گیرد و عنصری است بسیار ارزشمند که در بسیاری از ورقه‌ها همراه با کانی‌زایی‌های موجود آنومالی و غنی‌شدگی نشان می‌دهد. در ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در نقشه‌ی شماره‌ی ۹ نشان داده شده است. حد زمینی این عنصر در این ورقه تنها ۰/۲۵ ppm بدست آمده که مقدار بسیار اندکی است و حداکثر مقدار بدست آمده نیز ۳/۵۸ ppm می‌باشد که نمی‌توان آن‌را آنومالی حقیقی نامید. همچنین در این برگه اثری از کانی‌های نقره‌دار در نمونه‌های کانی‌سنگین بدست نیامده است.

**۴-۲-۵-۲- آرسنیک**

آرسنیک عنصری مهم در ردیابی ذخایر هیدروترمالی بخصوص طلا محسوب می‌گردد و بعنوان عنصری کانساری محسوب نمی‌گردد اما در برخی موارد و بطور استثناء این عنصر بعنوان عنصری کانساری محسوب می‌شود. با توجه به عدم وجود کانی‌های این عنصر در نمونه‌های کانی‌سنگین می‌توان بیان نمود که بعید به نظر می‌رسد کانی‌سازی کانساری از این عنصر در محدوده رخنمون داشته باشد. توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در نقشه‌ی شماره‌ی ۱۰ نشان داده شده است. ماکزیمم مقدار این عنصر در این ورقه 38.6 ppm می‌باشد.

**۴-۲-۵-۳- بیسموت**

بیسموت نیز عنصری ردیاب محسوب می‌گردد که بندرت بعنوان عنصری کانساری معرفی می‌گردد. در این ورقه نیز اثری از کانی‌های آن در نمونه‌های کانی‌سنگین بدست نیامد و ماکزیمم مقدار بدست آمده برای آن تنها 1.08 ppm می‌باشد که نمی‌تواند چندان مهم و قابل توجه باشد و آنومالی‌های بدست آمده برای آن را (نقشه‌ی شماره‌ی ۱۳) می‌توان در نتیجه‌ی تغییرات لیتولوژیکی دانست.

**۴-۲-۵-۴-کادمیم**

کادمیم نیز عنصری ردیاب اما برای نهشته‌های عمدتاً هیدروترمالی سرب و روی می‌باشد که مقادیر آنومال آن می‌تواند بعنوان ردیابی برای این عناصر فلزی بکار رود. نقشه‌ی شماره ۱۴ نشان دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در ورقه چوپانان می‌باشد که همانطور که دیده می‌شود اصلی‌ترین آنومالی آن در بخش شمال‌غربی و جنوب ورقه دیده می‌شود که چندان مطابق با آنومالی اصلی سرب و روی در منطقه نمی‌باشد. حد زمینه این عنصر در ورقه‌ی چوپانان 0.18 ppm و ماکزیمم مقدار آن 0.22 ppm می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی مقدار بسیار پایین برای این عنصر است که نمی‌توان بر اساس آن و بتنهایی قضاوت نمود.

**۴-۲-۵-۵-آهن**

در برخی از عملیات‌های اکتشافات ژئوشیمیایی برگه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰، آهن بعنوان عنصری بسیار مهم مدنظر است و همواره تلاش برای یافتن پتانسیل‌های ذخایر آن در این مقیاس تلاشی دائمی‌ست. در برگه چوپانان نقشه‌ی شماره‌ی ۴ نشان‌دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی عنصر آهن است و نقشه‌های شماره ۴۷ و ۴۸ توزیع کانی‌های اکسیدی و اکسی-هیدروکسیدی آهن را در این محدوده نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر عنصری آهن می‌توان بیان نمود که عیارهای آهن در این بخش چندان بالا نیستند. بالاترین عیارهای آهن در حدود ۶-۸٪ درصد می‌باشد که چند نمونه حاوی این عیار در بخش شمالی و جنوب غربی ورقه چوپانان دیده می‌شوند. در بخش کانی سنگین نیز بالاترین عیار مگنتیت (کانی اصلی در کانی‌زایی‌های آهن) 1118ppm می‌باشد که در بخش جنوبی برگه الله‌آباد دیده می‌شود. بر اساس نقشه‌ی زمین‌شناسی اثری از شرایط مساعد برای تجمع اقتصادی آهن وجود ندارد اما با این حال آهن نیز بعنوان عنصری نسبتاً مهم (با توجه به مقادیر بالای خود) مدنظر قرار گرفت.

**۴-۲-۵-۶-مولیبدن**

مولیبدن عنصری است بسیار مهم که هم بعنوان ردیاب و هم بعنوان عنصری کانساری مدنظر قرار می‌گیرد. اصولاً کمتر برگه‌ای است که در آن به مقادیر بالای مولیبدن بعنوان آنومالی نگریسته نشود. حدزمینه بسیار پایین مولیبدن همواره کار با این عنصر ارزشمند بعنوان یک ردیاب را سخت گردانیده و بیشتر بر روی نمونه‌های کانی سنگین این عنصر اتکا می‌شود. ذخایر مولیبدن از ذخایر بسیار مهمی است که در اکتشافات کوچک مقیاس همواره مورد توجه است. در نمونه‌های چوپانان کانی پوئلیت ( $\text{CaMoO}_4$ ) و ولفونیت ( $\text{PbMoO}_4$ ) از جمله کانی‌های سنگین این عنصر می‌باشند که البته انطباقی با ناهنجاری ژئوشیمیایی آن ندارند. کانی ولفونیت بعنوان کانی اکسیدی سرب در این برگه در بخش سرب ارائه شده‌است، بنابراین در این بخش از دوباره‌کاری پرهیز می‌شود.

در توزیع ژئوشیمیایی این عنصر (نقشه ۲۲) در مجموع ۷ نمونه دارای مقادیر بالای 1 ppm هستند که درخور توجه می‌باشند. ماکزیمم مقدار این عنصر در نمونه‌های آنالیزی 17.63 ppm می‌باشد که از نمونه‌ی ۸۴ بدست آمده است. ۶ نمونه‌ی حاوی حداکثر مقدار مولیبدن (مقادیر بالای 1 ppm) در شمال و جنوب منطقه دیده می‌شوند. با توجه به همراهی کانی‌زایی‌های مولیبدن با سرب، آنومالی جداگانه‌ای برای این عنصر تعریف نخواهد شد و بررسی صحرایی در قالب همان آنومالی‌های سرب صورت می‌پذیرد.

#### ۴-۲-۵-۷- کروم

کروم عنصری است که عموماً در ساختارهای اولترامافیک- مافیک حد زمینه آن بالا می‌رود و تحت شرایط خاص در این ساختارها می‌توان بصورت اقتصادی نیز تجمع پیدا کند. در ورقه چوپانان میزان حد زمینه‌ی بدست آمده برای کروم (90.78 ppm) میزان نسبتاً متوسطی است. نقشه‌ی ۸ نشان‌دهنده‌ی توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در ورقه چوپانان است. ماکزیمم مقدار بدست آمده برای این عنصر مقدار 1327 ppm است و در میان داده‌ها، ۸ نمونه دارای مقادیر بالای 400 ppm دیده می‌شود. با توجه به نقشه‌ی ۸، اصلی‌ترین تمرکز کروم و در واقع آنومالی اصلی آن در بخش جنوبی الله‌آباد می‌شود که با لیتولوژی موجود در نقشه‌ی زمین‌شناسی مطابقت دارد.

#### ۴-۲-۵-۸- آنتی‌موان

آنتی‌موان عموماً همراه با آرسنیک بعنوان ردیابی قدرتمند برای کانی‌سازی‌های هیدروترمالی (بخصوص طلا) معرفی می‌شود. اما مقادیر بدست آمده برای این عنصر در این ورقه چندان بالا نبوده به طوری که ماکزیمم مقدار موجود برای این ورقه تنها 0.81 ppm می‌باشد. با توجه به رفتار خاص ژئوشیمیایی این عنصر می‌توان بیان کرد که ممکن است تجمعات این عنصر در طبیعت با توجه به حضور اکسیدهای آهن و منگنز (بخصوص در رسوبات آبراهه‌ای) بسیار بالا برود.

با توجه به نقشه‌ی ۲۹ غنی‌شدگی اصلی این عنصر در گوشه‌ی جنوبی ورقه دیده می‌شود.

#### ۴-۲-۵-۹- قلع و تنگستن

این دو عنصر عموماً با توده‌های نفوذی اسیدی دیده می‌شوند که در نقشه‌های ۳۱ و ۳۹ توزیع ژئوشیمیایی آن‌ها در این ورقه ارائه شده است. با توجه به اینکه در میان داده‌های این دو عنصر مقدار بالایی بچشم نمی‌خورد. همچنین با توجه به عدم بدست آمدن کانی‌ای از کانی‌های قلع در نمونه‌های کانی‌سنگین، نمی‌توان به وجود کانی‌زایی آن در

این ورقه امیدوار بود. البته کانی شلتیت ( $\text{CaWO}_4$ ) که یکی از کانی‌های سنگین عنصر تنگستن می باشد در این برگه در ۵ نمونه و در بخش جنوبی برگه‌ی الله‌آباد به چشم می‌خورد (نقشه‌ی ۵۸).

#### ۴-۲-۵-۱- باریم

نقشه شماره ۱۱ نشان‌دهنده توزیع ژئوشیمیایی این عنصر در این برگه و نقشه شماره‌ی ۵۴ نیز نشان‌دهنده‌ی توزیع مقادیر کانی‌سنگین کانی باریت می‌باشد. با توجه به مقادیر ژئوشیمیایی، بیشترین مقدار برای این عنصر حدود 3637ppm است. میزان آنومالی برای این عنصر مقادیر بالای 890ppm می‌باشد که خود این مقدار نیز مقداری بالا در نمونه‌های آنالیزی است. با توجه به نقشه‌ی شماره‌ی ۱۱ بالاترین مقادیر برای این عنصر در شمال روستای چاه‌بینکو و جنوب الله‌آباد دیده می‌شود که می‌تواند بیشتر با کانی‌زایی‌های سرب و مس موجود در این مناطق مرتبط باشد. در نمونه‌های کانی‌سنگین (نقشه ۵۴) نیز بالاترین مقادیر باز در حواشی روستای نوق‌آباد و جنوب روستای الله‌آباد دیده می‌شوند.

#### ۴-۲-۴-۱۱- سینابر

سینابر یا سولفید جیوه از مهمترین کانی‌های ردیاب برای ذخایر گرمابی بخصوص نوع طلادار است. این کانی مهم در ردیابی طلا فاکتور بسیار مهمی می‌باشد و می‌توان از آن بعنوان یکی از اصلی‌ترین کانی‌های ردیاب نام برد. در این برگه فقط نمونه ۴۶۱ حاوی سینابر می‌باشد که در نقشه‌ی شماره‌ی ۵۳ جانمایی نمونه‌ی حاوی این کانی ارائه شده است. مقدار سینابر در این نمونه 0.87 ppm می‌باشد که در جنوب برگه‌ی الله‌آباد به چشم می‌خورد.

#### ۴-۲-۵-۱۲- سایر عناصر

برای مابقی عناصری که تا کنون ذکر نگردیده‌اند نیز داده‌ی قابل توجهی بچشم نمی‌خورد بنابراین از ارائه توضیحات درمورد آن‌ها خودداری می‌شود.

### ۴-۳- تعیین آنومالی‌های نهایی

تا کنون آنومالی‌های پراکنده‌ی عناصر مختلف مورد بررسی قرار گرفت اما آنچه که می‌بایست درنهایت تهیه گردد نقشه‌ای است ترکیبی که در آن تمامی محدوده‌های آنومال تعیین و برای مرحله‌ی بعد، یعنی بررسی صحرائی مورد استفاده قرار گیرد.

برای بدست آوردن چنین نقشه‌ای از ترکیبی از آنومالی‌های عناصر طلا، مس، سرب، روی، مولیبدن، آرسنیک، آهن و آنتی‌موان در داده‌های ژئوشیمیایی و نیز از نمونه‌های کانی‌سنگین حاوی مالاکیت، سروزیت، گالن، میمیتیت،

ماسیکوت، ولغنیت، اسفالریت، اسمیت زونیت، سینابر و پوئلیت استفاده گردید. در ابتدا کلیه آنومالی‌های ذکر گردیده ترسیم گردیدند و در نهایت با حذف برخی از آنومالی‌هایی که تنها مربوط به یک عنصر بودند و یا چند عنصر با مقادیر پایین در آن‌ها دیده می‌شد، جدول (۴-۵) و نقشه‌ی ۶۰ تهیه گردید. همچنین در حذف و یا عدم حذف نمونه‌ها موقعیت مکانی نمونه‌های آنومال نسبت به یکدیگر در نظر گرفته شده است. جهت تلفیق داده‌ها، از نقشه‌ی زمین‌شناسی و واحدهای مربوط به آن و همچنین میزان عیار مطلق هر عنصر و پردازش کانی‌های سنگین استفاده گردید. بدین ترتیب عناصر سرب، روی، مس به عنوان عناصر مهم در این برکه شناخته شده‌اند و بقیه عناصر آنومال به عنوان پارائزهای احتمالی آنها در نظر گرفته شده‌اند. (جدول ۴-۵) همچنین نقشه‌ی ۶۰ نشان دهنده‌ی نمونه‌ها و نواحی آنومال بر روی محدوده‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان می‌باشد.

جدول ۴-۵- نمونه‌های آنومال نهایی در ورقه چوپانان که برای مرحله بعد (کنترل آنومالی) پیشنهاد گردیده‌اند.

Sample ID	X	Y	First Class Anomaly	Second Class Anomaly	Heavy Mineral Anomaly
CG-017	264862	3758214		Mo(0.95) , Sb(0.71), Fac2	Vana(2), Mim(3)
CG-019	265282	3759312			Gal(2) , Ceru(2) , Vana(1)
CG-034	262118	3763592		Ag(0.52)	Sch(5)
CG-048	259732	3760818		Ag(0.58)	Ceru(2) , Nalead(1) , Mim(4) , Wulf(5)
CG-053	259165	3763270			Mim(2) , Wulf(4)
CG-059	257657	3761186	Pb(82)	Zn(77)	
CG-076	263796	3757708	Pb(183)	Zn(76)	
CG-080	262690	3757287		Pb(64)	Real(4) , Orp(3) , Pow(3)
CG-081	262047	3757582	Pb(100)		
CG-083	261518	3757703			Ceru(2) , Mal(1) , Smit(1)
CG-084	260110	3757934	As(32.4) , Cu(50) , Mo(17.63) , Pb(208)		Ceru(2) , Mal(3) , Smit(2) , Mim(5) Real(1) , Orp(2) , Wulf(9)
CG-085	259553	3757737			Gal(2) , Ceru(2) , Mal(3) , Sph(1) , Smit(1) Mim(2) , Wulf(3)
CG-086	259506	3757419	Pb(81)		Gal(2) , Ceru(3) , Mal(3) , Sph(2) , Smit(1) Mim(2) , Pow(20) , Wulf(3)
CG-088	258505	3756914			Mal(1)
CG-193	251852	3746804			Nalead(4)
CG-270	267041	3741454			Gal(2) , Ceru(1)
CG-278	264085	3723939		As(25.5)	Gal(2) , Ceru(7) , Sph(1) , Smit(5) , Nalead(12) , Maci(4)
CG-291	249786	3760939	Ba(892) Cu(52)		
CG-294	246252	3765506	Fe(48880) , Ba(1839)	Bi(0.94) , Zn(81), Fac 3, Fac 4	
CG-298	246449	3764404		Au(3) , Ba(715)	Mal(3)
CG-299	249019	3762197	Zn(103)	Fe(34657) Ba(811)	
CG-300	248666	3761966	Fe(60713) , Ba(1190) , Bi(1.08) , Cu(46) , Zn(109)	As(22.8) , Co(17) , Pb(70) , Sr(651), Fac 1, Fac 3	
CG-301	247893	3762569	Au(9)		
CG-307	244190	3760153	As(26.8) , Cu(51)	Au(3)	
CG-308	243571	3759653	Au(5) , As(38.6) , Ba(1329) , Co(19) , Mo(1.04) Pb(94) , Sr(866) , Zn(177), Fac 4	Fe(33037) , Cu(41), Fac 1, Fac 3, Fac 4	
CG-309	243241	3759432	Mo(1.03)	Au(4) , As(25) , Cu(39) , Pb(72) Zn(78)	
CG-310	242858	3759433	Ba(942)	Au(4) , As(21.3) , Cu(37) , Mo(1), Zn(73), Fac 4	
CG-311	243005	3758944	As(28.7) , Pb(95)	Ba(755) , Cu(37)	
CG-319	244468	3757066	Pb (116)		
CG-362	243945	3746479			Nalead(1)
CG-373	244004	3743462			Mal(2)
CG-431	248956	3741649	Au(5)		
CG-447	224009	3713382	Ni(79)	Au(4) , Co(17), Fac 3	Gal(2) , Ceru(2)
CG-456	229817	3711163	Fe(43804) , Co(25) , Ni(74) , Sb(0.81), Fac 3	Mn(857) , Zn(85)	

ادامه‌ی جدول ۴-۵- نمونه‌های آنومال نهایی در ورقه چوپانان که برای مرحله بعد (کنترل آنومالی) پیشنهاد گردیده‌اند.

Sample ID	X	Y	First Class Anomaly	Second Class Anomaly	Heavy Mineral Anomaly
CG-458	231963	3710748	Au(5) , Co(23) , Ni(101) , Sb(0.74), Fac 3	Fe(32246) , Cu(38) , Mn(813) , Zn(78)	
CG-459	232111	3710861	Ni(85) , Pb(750) , Sb(0.6)	Au(3) , Zn(79)	
CG-461	231108	3712754		Au(3) , Ni(65) , Sb(0.73) , Fac 3	Gal(5) , Ceru(7) , Sph(1)Smit(3)
CG-464	232466	3711960		Au(4) , Cu(33)	
CG-470	232079	3715815		Au(3)	Sch(2) , Pow(12)
CG-472	232934	3716965			Sch(1) , Pow(7)
CG-474	234670	3714324	Cu(48) , Pb(138)		
CG-475	235455	3711766		Au(4)	Gal(4)Ceru(20) Sch(3)Sph(2)Smit(8)Nalead(7) Mim(3)Maci(3)
CG-476	235492	3711310	Au(5) , Pb(167)	Co(18) , Cu(35) , Zn(76)	
CG-477	234563	3716871		Au(3)	Pow(12)
CG-479	235549	3713763			Gal(2) , Ceru(2) , Smit(1) , Maci(1) , Pow(20)
CG-480	235820	3714004		Au(3) , Sb(0.7)	Gal(7)Ceru(10) Sch(3)Sph(2)Smit(7) Mim(2)Maci(3) Pow(10)
CG-481	237026	3712905	Au(6)	As(24.5) , Co(18) , Cu(34) , Pb(63)	Gal(7) , Ceru(10) , Sph(3) , Smit(7) , Mim(2) , Wulf(4)
CG-483	237222	3712441	Au(7) , As(30.6) , Co(20) , Cu(44)	Pb(71) Zn(76)	
CG-488	237347	3715575	Ba(1311) ,Pb(110)	Fac 4	
CG-493	237955	3717219			Nalead(1) , Pow(5)
CG-498	239592	3720366			Gal(2)Ceru(1) , Smit(1)
CG-504	240596	3715706	Mn(1586)	Au(4) As(23.7) Co(18)Cu(41) Mo(0.94)	
CG-506	241074	3716891		Sb(0.7)	Ceru(2) , Smit(2) , Nalead(1) , Maci(2)
CG-510	242447	3717827	Pb(110)	Co(18) , Cu(34) , Mn(888) , Mo(0.98)	
CG-516	244857	3715708		Sb(0.7) , Fac 3	Gal(5) , Ceru(10) , Sph(2) , Smit(7) , Nalead(6) , Maci(5)
CG-517	244523	3715865			Gal(2)Ceru(2) Smit(1)
CG-519	242340	3714671			Gal(2) , Ceru(1) , Smit(1)
CG-523	242386	3713040	Pb(80)		
CG-528	244633	3712560			Gal(4) , Ceru(3) , Sph(1) , Smit(3) , Pow(80)
CG-535	247557	3713624		Fac 3	Ceru(1) Nalead(1)
CG-552	261594	3711354	Pb(104) , Fac 4		
CG-559	266268	3711366			Gal(1) , Ceru(10) , Sph(1) , Smit(7) , Nalead(5) , Maci(4) , Pow(5)

Smit = Smithsonite  
Nalead = Native lead  
Vana = Vanadinite  
Orp = Orpiment  
Sch = Scheelite

Maci = Massicot  
Mal = Malachite  
Ceru = Cerussite  
Sph = Sphalerite  
Real = Realgar

Pow = Powellite  
Gal = Galena  
Wulf = Wulfenite  
Mim = Mimetite

## ۵-۱- مقدمه

آخرین مرحله از عملیات‌های اکتشافی در ورقه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰، کنترل آنومالی و یا همان بررسی صحرایی آنومالی‌های بدست آمده از مرحله قبل می‌باشد. در این مرحله اقدام به بررسی‌های صحرایی در روی حوضه‌های آبریز نمونه‌های آنومال مرحله قبل می‌شود. در واقع این مرحله برای تکمیل اطلاعات در مورد آنومالی‌های بدست آمده و اطمینان از حقیقی بودن این آنومالی‌ها اجرا می‌شود.

در این مرحله معمولاً اقدام به برداشت نمونه‌های لیتولوژیکی، کانی‌سنگین، مقاطع صیقلی و نازک، نمونه‌های XRD و حتی در صورت لزوم نمونه‌های ژئوشیمیایی می‌گردد.

در مرحله‌ی کنترل آنومالی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان در مجموع ۳۶ نمونه‌ی سنگی از آلتراسیون‌ها، کانی‌زایی‌ها و یا نقاط مشکوک به کانی‌زایی برای آنالیز عنصری، ۲۳ نمونه‌ی کانی‌سنگین، ۵ مقطع نازک، ۶ مقطع صیقلی برداشت شده است. با توجه به نتایج بدست آمده در مرحله قبل و همچنین نمونه‌های براشت شده در این مرحله محدوده‌های آنومالی به تفکیک و با توجه به شباهت‌های موجود در زمینه نوع آنومالی و یا محدوده‌های یکسان شرح داده می‌شوند.

## ۵-۲- آنومالی‌های موجود در برگه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان

## ۵-۲-۱- آنومالی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نه آب

پس از بررسی نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین برداشت شده از برگه‌ی نه‌آب تعداد ۹ نمونه جهت کنترل آنومالی متمایز گردید (جدول ۵-۱) که این نمونه‌ها به لحاظ دارا بودن مقادیر طلا، مس، سرب، روی، مولیبدن و آرسنیک درجه ۱ و ۲ و کانی‌های سنگین مالاکیت و سرب خالص آنومال تشخیص داده شدند.

نمونه‌های مذکور بر روی واحد کوارتزیتی ( $P_j^q$ ) با میان‌لایه‌هایی از دولومیت، واحد ( $P^s$ ) با ترکیب ماسه‌سنگ و سیلتستون، عضو ( $Pe_{ch}$ ) سازند چوپانان با ترکیب سنگ‌آهک پلاژیک و سنگ‌آهک برشی، واحد ( $CP^s$ ) شامل ماسه‌سنگ، گراول‌استون، کنگلومرا، آرژیلیت و سنگ‌آهک، واحد ( $E_1^a$ ) با لیتولوژی آندزیت، توف و سنگ‌آهک، عضو ( $E_p^s$ ) سازند پیس کوه با ترکیب سیلتستون، ماداستون ژپسی و مارن، ژپس و هیالوبازالت، واحد دایک - آندزیتی (mp)، سازند سرخ پایینی ( $O_r$ ) با ترکیب کنگلومرا، سیلتستون و ماسه‌سنگ، ( $Q^{lap}$ ) با ترکیب کنگلومرا،



ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ گراولی و رسوبات قدیمی و واحد ( $Q^{2ap}$ ) شامل گراول پبلی، ماسه رسی، کنگلومرا قرار دارند.

جدول ۵-۱- نمونه‌های آنومال موجود در برگه‌ی نه آب جهت کنترل آنومالی

Sample ID	X	Y	First Class Anomaly	Second Class Anomaly	Heavy Mineral Anomaly
CG-307	244190	3760153	As(26.8) , Cu(51)	Au(3)	-
CG-308	243571	3759653	Au(5) , As(38.6) , Ba(1329) , Co(19) , Mo(1.04) Pb(94) , Sr(866) , Zn(177), Fac 4	Fe(33037) , Cu(41), Fac 1, Fac 3,	-
CG-309	243241	3759432	Mo(1.03)	Au(4) , As(25) , Cu(39) , Pb(72) Zn(78)	-
CG-310	242858	3759433	Ba(942)	Au(4) , As(21.3) , Cu(37) , Mo(1), Zn(73), Fac 4	-
CG-311	243005	3758944	As(28.7) , Pb(95)	Ba(755) , Cu(37)	-
CG-319	244468	3757066	Pb (116)		-
CG-362	243945	3746479	-	-	Native lead(1)
CG-373	244004	3743462	-	-	Mal(2)

در مرحله‌ی کنترل ناهنجاری از آنومالی‌های این محدوده (نقشه ۵-۱) تعداد ۱ نمونه‌ی کانی‌سنگین، ۱۲ نمونه‌ی سنگی و ۲ نمونه‌ی مقطع صیقلی جهت مطالعات کانه نگاری برداشت شده است که به شرح آنها می‌پردازیم (نقشه ۵-۱).

از محدوده‌ی آنومال CG-307 که ناهنجاری ژئوشیمیایی مس را نشان داده است، یک نمونه کانی‌سنگین و یک نمونه سنگ برداشت گردید. در بالادست این نمونه سنگ‌های داسیت کاملاً آتیره شده (آرژیلیکی) به اضافه رگه‌های اکسید آهن لیمونیتی و کوارتزی که احتمال کانی سازی را بالا می‌برد، به چشم می‌خورد. با توجه به نتایج مطالعات کانی سنگین (جدول ۵-۲)، حضور مس به صورت کانی مالاکیت در این مکان تایید می‌گردد. همچنین نتیجه آنالیز سنگ این نمونه، عیار مس را برابر 4517 ppm را نشان می‌دهد (جدول ۵-۳).

جدول ۵-۲- نتیجه مطالعات نمونه‌ی کانی‌سنگین برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی از برگه‌ی نه آب.

Sample	X	Y	Magnetite	Apatite	Zircon	Rutile	Barite	Carbonates	FQ	Celestite
CH-307	244726	3760036	55.94	2.54	0.94	0.02	0.45	1.63	0.57	0.40

Sample	X	Y	Malachite	Hematite	Goethite	Limonite	Pyrite oxide	Oligiste	Pyritelimonite
CH-307	244726	3760036	0.05	73.64	24.64	10.64	0.63	1.47	0.02

Sample	X	Y	Pyroxenes	Epidots	Garnets	Martite	Sericite	Schist	Altreadsillicate
CH-307	244726	3760036	14.08	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	5.40

از محدوده‌ی آنومال نمونه‌ی CG-308 که ناهنجاری ژئوشیمیایی طلا، مس، روی، آرسنیک و سرب را نشان داده است، سه نمونه CI-309-1, CI-309-3 و CI-311 برداشت گردید. نمونه‌ی CI-309-3 از یک رگه باریتی با سنگ میزبان دگرسان شده که در سطح یک گسل ایجاد شده و مالاکیت نیز در آن به چشم می‌خورد، برداشت گردید که پس از آنالیز شیمیایی مشخص گردید، این نمونه دارای بالاترین عیار باریم در برگه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ چوپانان با عیار (9322ppm) می‌باشد. عیار مس در این نمونه (132 ppm) و عیار طلا در آن (1 ppb) می‌باشد. نمونه‌ی CI-309-1 از بخش سیلیسی شده همان رگه باریتی برداشت گردیده است که دارای عیار عناصر Au (1 ppm), Ba (528ppm), Zn (122 ppm), Co (711 ppm) است. نمونه‌ی CI-311 نیز از یک رگه باریتی دارای ناخالصی فراوان و با ضخامت یک متر برداشت شده است. در کنار رگه باریت مقدار فراوانی رگه سیلیسی به همراه اکسید آهن لیمونیتی و رگچه‌های منگنز به صورت دندریتی دیده می‌شود که عیار باریم آن برابر (1785ppm) و مقدار طلای آن زیر حد تشخیص دستگاه می‌باشد.

جهت بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-309 که ناهنجاری ژئوشیمیایی طلا، مس، روی، آرسنیک و سرب را نشان داده است، نمونه‌ی CI-309-2 برداشت گردید که دارای عیار مس (100 ppm) و باریم (1443ppm) می‌باشد.

از محدوده‌ی آنومال نمونه‌ی CG-310 که ناهنجاری ژئوشیمیایی طلا، مس، روی، مولیبدن، آرسنیک و باریم را در مرحله‌ی اول نشان داده بود، دو نمونه‌ی سنگ CI-310 و CI-310-2 و یک نمونه جهت مطالعات کانه نگاری برداشت شد. نمونه‌ی CI-310، از یک توده سیلیسی که مقدار متناهی مالاکیت و مقداری اکسید آهن لیمونیتی در رگچه‌های استوک ورکی دارد، برداشت گردید. این نمونه دارای عیار مس برابر (3372 ppm) و مولیبدن (10.55 ppm) می‌باشد. همچنین نمونه‌ی CI-310-2 از یک رگه اپی ترمال که حاوی اکسیدهای آهن لیمونیتی با رگچه‌های سیلیسی، برداشت گردید که عیار مس برابر (28ppm) را نشان می‌دهد.

نمونه‌ی شماره‌ی CP-310 براساس مطالعات کانه نگاری شدیداً تحت تأثیر فرایندهای اکسیداسیون حاصل از هوازدگی قرار گرفته و بیشتر کانه‌های سولفیدی موجود در آن به ترکیبات هیدروکسیدی آهن تبدیل شده است و تنها تعداد انگشت شمار پیریت، در اندازه کوچکتر از ۳۰ میکرون، که از هوازدگی دور مانده اند، در مقطع دیده می‌شوند (تصویر ۵-۱). بر اساس شکل و هابیت کانه‌هایی که توسط ترکیبات هیدروکسیدی آهن جانشین شده‌اند، به نظر می‌رسد منشأ اغلب این ترکیبات، پیریت‌های نیمه شکل‌دار تا شکل‌دار (تصویر ۵-۲) در اندازه‌های کوچکتر از

۱۰۰ میکرون (متوسط ۳۰-۵ میکرون) بوده‌اند که تحت فرایندهای هوازدگی، به‌طور کامل توسط هیدروکسیدهای آهن جانشین شده‌اند.



تصویر ۵-۱- مقطع شماره‌ی CP-310 جانشینی کامل ترکیبات هیدروکسیدی آهن به جای کانه‌های سولفیدی (پیریت)

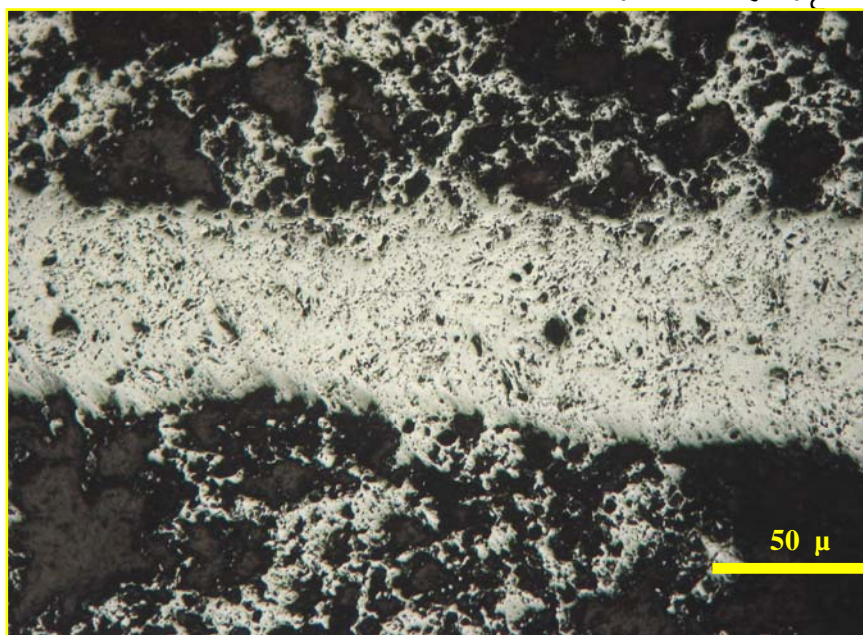


تصویر ۵-۲- مقطع شماره‌ی CP-310، پیریت‌های ریز، که از هوازدگی مصون مانده‌اند.

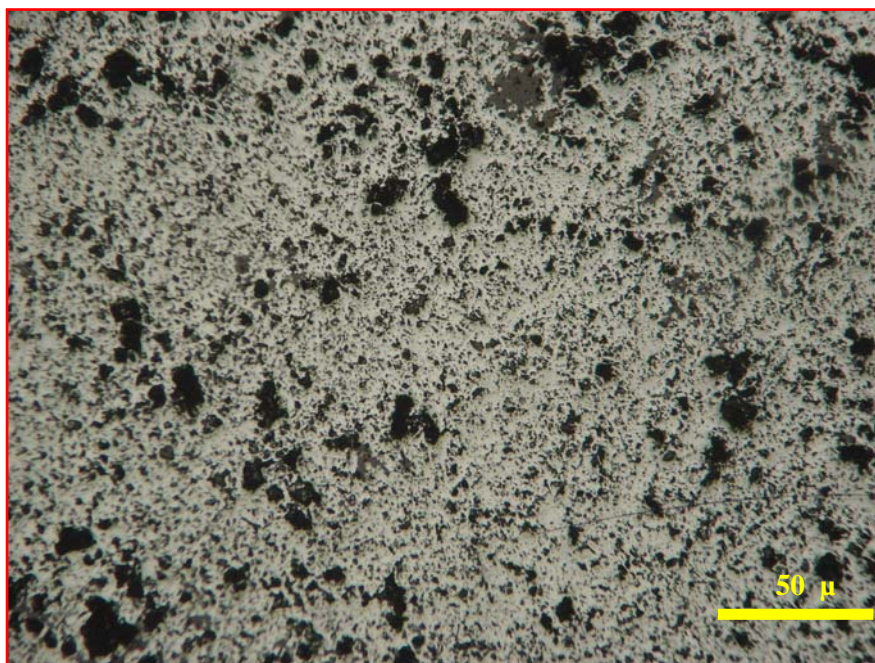
از محدوده‌ی آنومال نمونه‌ی CG-311 که جهت بررسی آنومالی سرب، مس، آرسنیک و باریم در نظر گرفته شده بود، سه نمونه سنگ CI-311-2، CI-311-4 و CI-311-5 و یک نمونه CP-311-3 جهت مطالعات کانه نگاری برداشت گردید.

نمونه‌ی CI-311-2 از نزدیکی یک رگه باریتی که استخراج نیز گردیده، برداشت که حاوی مقداری باریت، اکسید آهن لیمونیتی به همراه رگچه‌های سیلیسی می‌باشد. سنگ در برگیرنده این نمونه یک توده آذرین نفوذی بسیار آلتزه شده می‌باشد که نمونه‌ی مذکور جهت بررسی کانی سازی برداشت شده است. براساس نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی عیار عناصر در این نمونه برابر  $\text{Ba}$  (1622ppm),  $\text{Cu}$  (451 ppm),  $\text{Zn}$  (115 ppm) می‌باشد. نمونه‌ی CI-311-4 از کنار رگه باریتی که دارای مالاکیت به صورت پراکنده است، برداشت گردید. در نمای کلی در اطراف این نمونه سنگ‌های آلتزه شده به همراه اکسید آهن هماتیتی وجود دارد که عیار عناصر در این نمونه برابر  $\text{Ba}$  (1283ppm),  $\text{Cu}$  (222 ppm) می‌باشد. نمونه‌ی CI-311-5 در امتداد همان رگه باریتی برداشت شده که دارای زون برشی کوچکی نیز می‌باشد و همراه آن اکسید آهن بیوتیتی، باریت و مالاکیت به چشم می‌خورد. عیار عناصر در این نمونه برابر  $\text{Ba}$  (2100ppm),  $\text{As}$  (481 ppm),  $\text{Mo}$  (21 ppm),  $\text{Cu}$  (2048 ppm),  $\text{Zn}$  (124 ppm) می‌باشد.

براساس مطالعات کانه‌نگاری نمونه‌ی شماره‌ی CP-311-3، تنها حاوی ترکیبات هیدروکسیدی آهن با منشأ نامشخص می‌باشد که حدود ۵۰ درصد از حجم مقطع را شامل شده است. ترکیبات هیدروکسیدی اغلب با بافت نمدی و کمتر با بافت رگچه‌ای و Boxwork در مقطع حضور دارند (تصاویر ۳-۵ و ۴-۵). همچنین هیچ اثری از کانه‌های سولفیدی در مقطع مشاهده نشده است.



تصویر ۳-۵ - مقطع شماره‌ی CP-311-3، ترکیبات هیدروکسیدی آهن با بافت رگچه‌ای (مرکز تصویر)



تصویر ۵-۴- مقطع شماری CP-311-3، ترکیبات هیدروکسیدهای آهن با بافت نمدی

با توجه به شواهد صحرایی مشخص گردید که آنومالی‌های حوضه‌ی CG-311 می‌تواند از رگه‌های باریتی که در آنها سیلیس و اکسید آهن و مالاکیت و در بعضی نقاط منگنز نیز حضور دارد، منشا گرفته باشد. همچنین شواهد صحرایی نشان از گسترش یک زون اپی ترمال در بالادست حوضه نمونه‌های ۳۰۹ و ۳۱۰ و ۳۱۱ که عمود بر روند هر سه آبراهه است، دارد. سنگ‌های بالادست در این سه حوضه شامل ریوداسیت و آندزیت دگرسان شده می‌باشد که آلتراسیون آرژیلیتی و اکسید آهن لیمونیتی در آن قابل مشاهده است. کمی بالاتر از زون یاد شده وجود رگه‌های باریتی و معدن کاری‌های پراکنده موید فعالیت‌های اپی ترمال و در نتیجه ایجاد یک زون کانی سازی احتمالی در این منطقه می‌باشد.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-319 که جهت بررسی ناهنجاری سرب در مرحله اول متمایز گردید، نمونه‌ی CI-319 از سنگ‌هایی به جنس آندزیت که در بعضی نقاط دارای توده‌های نفوذی اسیدی و دگرسانی‌های اپیدوت و کلریت است، برداشت گردید که نتایج آنالیز ژئوشیمی این نمونه، مقادیر چندانی را نشان نمی‌دهد.

جدول ۵-۳- نتیجه آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌های سنگ ورقه‌ای ۱:۵:۱۰:۱ نه آب

Analyte	Unit	X	Y	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	La	Li	Mn	Mo	
				ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CL-307-2	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-309-1	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-309-2	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-309-3	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-310	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-310-2	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-311	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-311-2	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-311-4	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-311-5	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5
CL-319	DL	X	Y	1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	5	0.5

Analyte	Unit	X	Y	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CL-307-2	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-309-1	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-309-2	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-309-3	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-310	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-310-2	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-311	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-311-2	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-311-4	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-311-5	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5
CL-319	DL	X	Y	1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2	1	5

نقشه ۵-۱- نمای نزدیک از محل آنومالی نهایی در ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نه آب همراه با جانمایی نمونه‌های کانی‌سنگین و سنگی برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی

## ۵-۲-۲- آنومالی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ نوق آباد

پس از بررسی نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین برداشت شده از برگه‌ی نوق آباد تعداد ۲۲ نمونه جهت کنترل آنومالی متمایز گردید (جدول ۵-۵) که این نمونه‌ها به لحاظ دارا بودن مقادیر طلا، مس، سرب، روی، مولیبدن، نقره و آرسنیک درجه ۱ و ۲ و کانی‌های سنگین مالاکیت و سرب خالص، اسمیت زونیت، میمیتیت، سروزیت، پوئلیت و گالن آنومال تشخیص داده شدند.

نمونه‌های مذکور بر روی واحد ( $P^s$ ) با ترکیب ماسه‌سنگ و سیلتستون، عضو ( $Pe_{ch}$ ) سازند چوپانان با ترکیب سنگ آهک پلاژیک و سنگ آهک برشی، عضو ( $Pe_{ch}^s$ ) سازند چوپانان با ترکیب ماسه‌سنگ، گراول‌استون، کنگلومرا و مارن، سازند هفتومان ( $K_h$ ) با لیتولوژی سنگ آهک رودیست‌دار، ماسه‌سنگ و کنگلومرا، سازند فرخی ( $K_f$ ) شامل سنگ آهک، ماسه‌سنگ، گراول‌استون و مارن، سازند دره انجیر ( $E_d$ ) با ترکیب کنگلومرا، واحد ( $E_p^{sm}$ ) سازند پیس کوه با ترکیب ماسه‌سنگ، مارن، کنگلومرا و سیلتستون و واحد دایک آندزیتی (mp)، واحد ( $CP^s$ ) با ترکیب ماسه-سنگ، گراول‌استون، کنگلومرا، آرزلیت و سنگ آهک، سازند سرخ پایینی ( $O_r$ ) با ترکیب کنگلومرا، سیلتستون و ماسه-سنگ، واحد ( $Q^{1ap}$ ) با ترکیب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ گراولی و رسوبات قدیمی، واحد ( $Q^{2ap}$ ) شامل گراول پبلی، ماسه رسی، کنگلومرا و واحد آلوویال، گراول، ماسه، کنگلومرای ( $Q^{3ap}$ ) قرار دارند.

از آنومالی‌های این محدوده (نقشه ۵-۲) تعداد ۷ نمونه‌ی کانی‌سنگین، ۹ نمونه‌ی سنگی، ۳ نمونه‌ی مقطع نازک جهت مطالعات سنگ شناسی و ۲ نمونه‌ی مقطع صیقلی جهت مطالعات کانه نگاری برداشت شده است که به شرح آنها می‌پردازیم.



جدول ۵-۴- نمونه‌های آنومال موجود در ورقه‌ی نوق آباد جهت کنترل آنومالی

Sample ID	X	Y	First Class Anomaly	Second Class Anomaly	Heavy Mineral Anomaly
CG-017	264862	3758214	—	Mo(0.95) , Sb(0.71), Fac2	Vana(2), Mim(3)
CG-019	265282	3759312	—	—	Gal(2) , Ceru(2) , Vana(1)
CG-034	262118	3763592	—	Ag(0.52)	Sch(5)
CG-048	259732	3760818	—	Ag(0.58)	Ceru(2) , Nalead(1) , Mim(4) , Wulf(5)
CG-053	259165	3763270	—	—	Mim(2) , Wulf(4)
CG-059	257657	3761186	Pb(82)	Zn(77)	—
CG-076	263796	3757708	Pb(183)	Zn(76)	—
CG-080	262690	3757287	—	Pb(64)	Real(4) , Orp(3) , Pow(3)
CG-081	262047	3757582	Pb(100)	—	—
CG-083	261518	3757703	—	—	Ceru(2) , Mal(1) , Smit(1)
CG-084	260110	3757934	As(32.4) , Cu(50) , Mo(17.63) , Pb(208)	—	Ceru(2) , Mal(3) , Smit(2) , Mim(5) , Real(1) , Orp(2) , Wulf(9)
CG-085	259553	3757737	—	—	Gal(2) , Ceru(2) , Mal(3) , Sph(1) , Smit(1) Mim(2) , Wulf(3)
CG-086	259506	3757419	Pb(81)	—	Gal(2) , Ceru(3) , Mal(3) , Sph(2) , Smit(1) , Mim(2) , Pow(20) , Wulf(3)
CG-088	258505	3756914	—	—	Mal(1)
CG-193	251852	3746804	—	—	Nalead(4)
CG-270	267041	3741454	—	—	Gal(2) , Ceru(1)
CG-291	249786	3760939	Ba(892) Cu(52)	—	—
CG-294	246252	3765506	Fe(48880) , Ba(1839)	Bi(0.94) , Zn(81), Fac 3, Fac 4	—
CG-298	246449	3764404	—	Au(3) , Ba(715)	Mal(3)
CG-300	248666	3761966	Fe(60713) , Ba(1190) , Bi(1.08) , Cu(46) , Zn(109)	As(22.8) , Co(17) , Pb(70) , Sr(651), Fac 1, Fac 3	—
CG-301	247893	3762569	Au(9)	—	—
CG-431	248956	3741649	Au(5)	—	—

محدوده‌ی حوضه‌ی CG-17 که کانی‌های سنگین وانادیت و میمیتیت را در مرحله اول نشان داده بود، در مرحله کنترل آنومالی از لحاظ سنگ‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت تا عامل کانی‌زایی در آن مشخص شود ولی عامل کانی سازی در این مرحله محرز نگردید. بنابراین جهت اطمینان یک نمونه‌ی کانی سنگین از این محدوده برداشت گردید که بر اساس نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین (جدول ۵-۵)، دارای کانی‌های سنگین باریت، گالن، سروزیت و میمیتیت می‌باشد.

جهت بررسی حوضه‌ی CG-34 دو نمونه‌ی سنگی CL-34-1, CL-34-2 در مرحله کنترل آنومالی برداشت گردید که بر اساس نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی (جدول ۵-۶)، نمونه‌ی CL-34-2 دارای مقادیر چندانی نمی‌باشد ولی

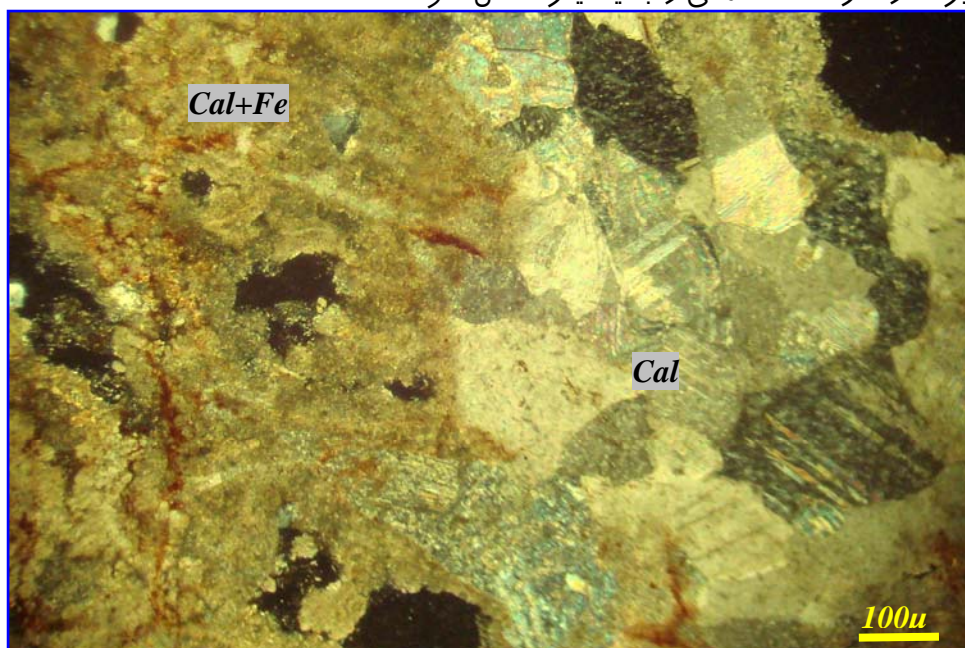
عیار عناصر در نمونهی CL-34-1 برابر  $As=(502 \text{ ppm})$ ,  $Co=(3003 \text{ ppm})$ ,  $Mo (48.25 \text{ ppm})$ ,  $Zn (291 \text{ ppm})$ ,  $Ba (2276 \text{ ppm})$ ,  $Pb (156 \text{ ppm})$ ,  $Sb (39.96 \text{ ppm})$  می‌باشد.

از محدوده‌ی آنومال نمونه‌ی CG-48 که در مرحله‌ی اول جهت وجود کانی‌های سنگین سرب خالص، سروزیت، میمیتیت و ولغیت متمایز گردید، نمونه‌ی CL-48 برداشت شد که مقادیر چندانی را در آنالیز شیمیایی نشان نداد.

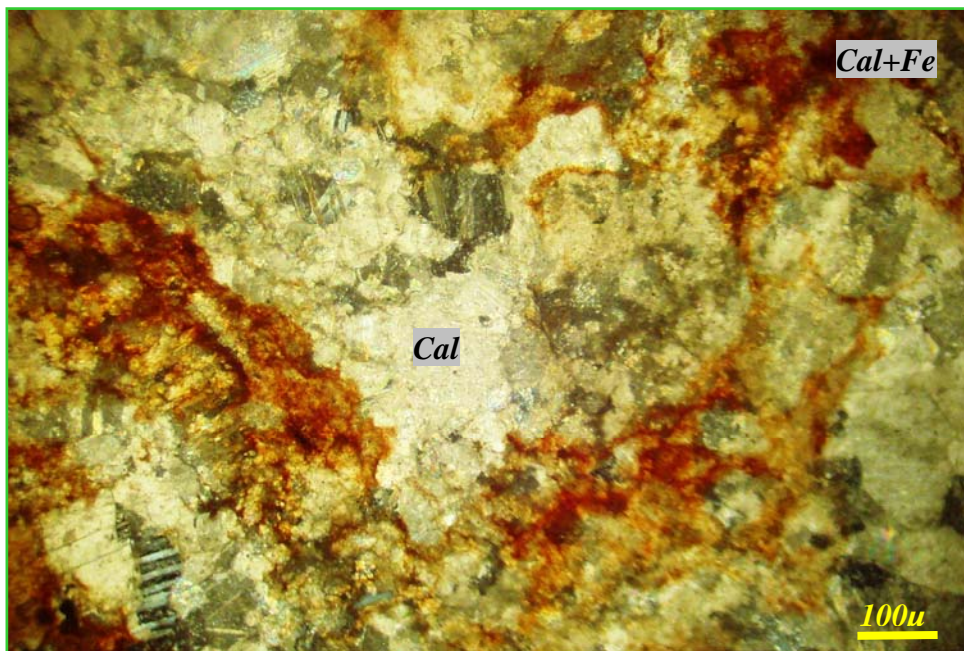
جهت بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-59 که دارای آنومالی‌های سرب و روی بود، نمونه‌ی کانی سنگین CH-59 برداشت گردید که دارای کانی‌های سنگین میمیتیت و سروزیت به همراه گالن می‌باشد.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-76 که دارای آنومالی سرب و روی بود نمونه‌ی سنگی CL-76 و نمونه‌های CT-76 و CT-76-2 جهت مطالعه مقاطع نازک برداشت گردید. آنالیز شیمیایی مقادیر  $Ba (1034 \text{ ppm})$ ,  $Zn(157 \text{ ppm})$  را برای دو عنصر روی و باریم نشان می‌دهد.

نمونه‌ی CT-76 یک سنگ آهک برشی با بافت موزاییکی - برشی است که کانی اصلی آن کلسیت و کانی‌های ثانویه آن کلسیت، اکسید و هیدروکسید آهن می‌باشد. نمونه به طور کامل از کلسیت به همراه اکسید و هیدروکسیدهای آهن تشکیل شده است. کلسیت‌های نمونه حاصل دو مرحله رشد هستند. کلسیت‌های اولیه به صورت درشت بلور با رخ واضح و بدون اکسید و هیدروکسیدهای آهن هستند که به صورت بلورهای تقریباً هم‌بعد با بافت موزاییکی در فضای میان کلسیت‌های ثانویه باقی مانده‌اند. این کلسیت‌ها احتمالاً مربوط به سنگ آهک اسپاری اولیه هستند. کلسیت‌های ثانویه به رنگ کدر بوده و با اکسید و هیدروکسید آهن همراهند. این کلسیت‌ها فاقد رخ هستند شکل مشخصی نیز ندارند و قطعات آهکی را به یکدیگر متصل نموده‌اند.



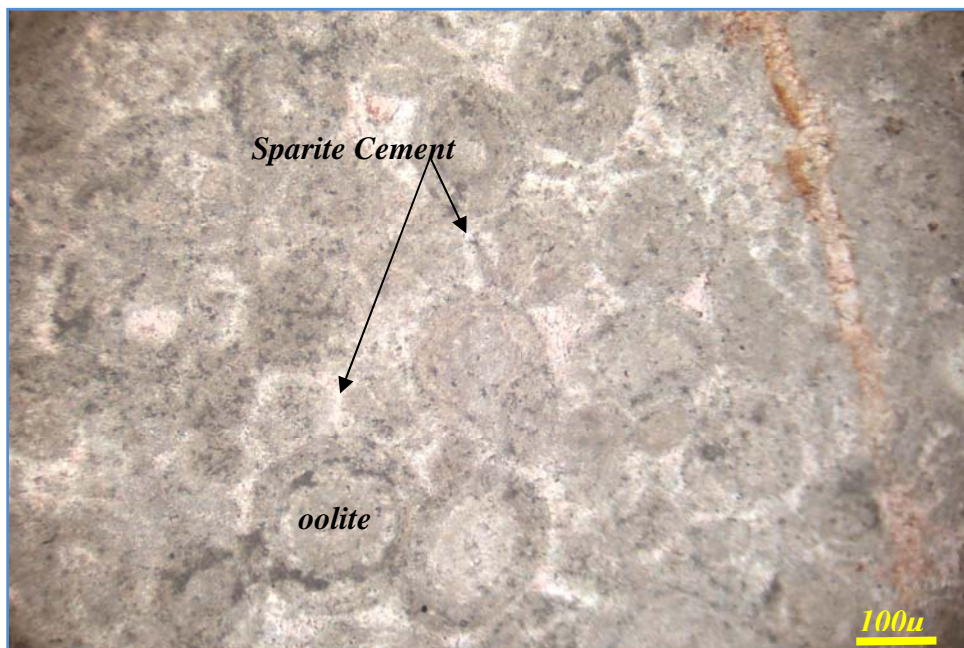
تصویر ۵-۵- مقطع CT-76، دو نوع کلسیت تشکیل دهنده نمونه، نور پلاریزه،  $4 \times 10X$



تصویر ۵-۶- مقطع CT-76 ، اکسیدهای آهن به همراه کربنات قطعات سنگ اولیه کربناتی را به یکدیگر متصل نموده‌اند، نور

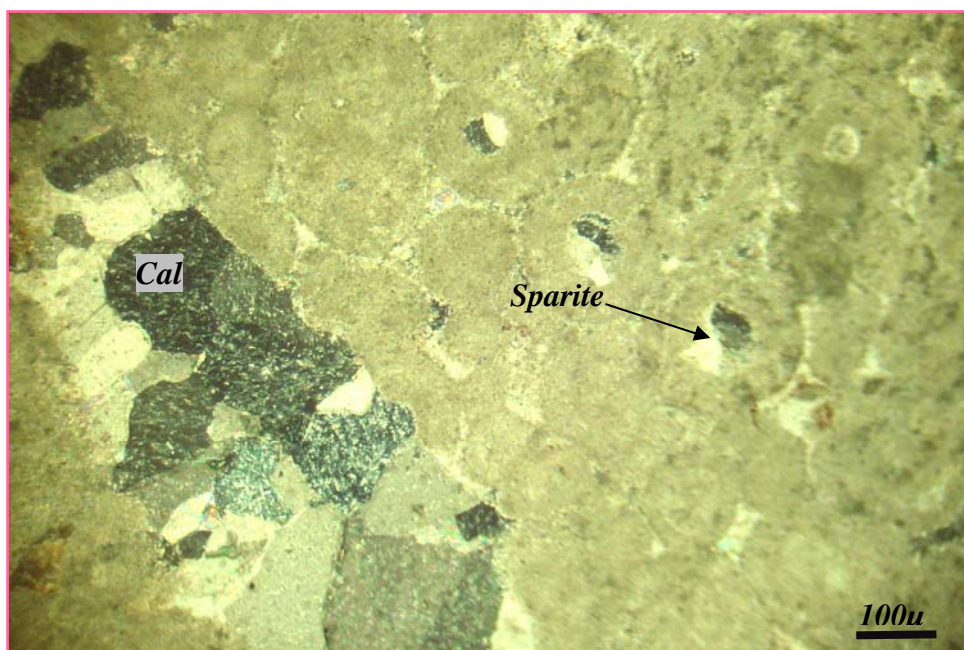
پلاریزه،  $4 \times 10X$

نمونه‌ی CT-76-2 نیز یک سنگ آهک برشی - آسپارایت (گرینستون) با بافت برشی می‌باشد که کانی‌های اصلی در آن آلایت، اسپارایت و کانی‌های ثانویه آن کلسیت، اکسید و هیدروکسید آهن می‌باشد. نمونه به طور کامل از آلایت‌های آهکی تشکیل شده است که سیمان اسپاری آنها را به یکدیگر متصل نموده است. اندازه آلایت‌ها عموماً ۳۰۰ میکرون است. همچنین شکستگی‌های سنگ با کلسیت‌های درشت بلور به همراه مقدار کمی اکسید و هیدروکسیدهای آهن پر شده‌اند. با توجه به نمونه دستی کلسیت به همراه اکسید آهن قطعات سنگ آهک اولیه (آسپارایت-گرینستون) را به یکدیگر متصل نموده است.



تصویر ۵-۷ - مقطع CT-76-2، آلایت‌های سازنده نمونه درون سیمان اسپاری، در سمت راست تصویر یک رگه کربناتی

آهن‌دار، نور پلاریزه، 4×10X



تصویر ۵-۸ - مقطع CT-76-2، یک رگه از کلسیت‌های درشت بلور در سمت چپ تصویر و آلایت‌های آهنکی در سمت راست،

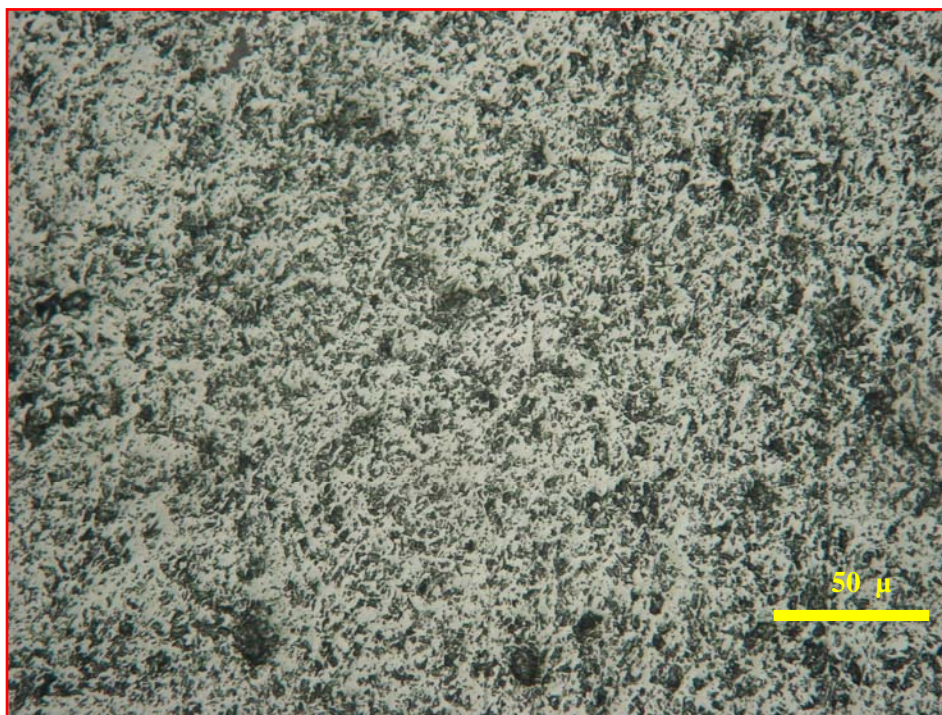
نور پلاریزه، 4×10X

از محدوده‌ی آنومال نمونه‌ی CG-80 که دارای آنومالی درجه ۲ سرب و کانی‌های سنگین رآلگار، اورپیمان و پوئلیت بود، نمونه‌ی CL-80 برداشت گردید که نتایج آنالیز شیمیایی مقدار روی را برابر (258 ppm) نشان می‌دهد. جهت بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-83 که دارای کانی‌های سنگین سروریت، مالاکیت و اسمیت زونیت بود، نمونه‌ی سنگی CL-83 برداشت گردید که آنالیز شیمیایی، مقادیر بالای عناصر As (1006 ppm), Ba (1700 ppm), Cu (504 ppm), Mo (72.75 ppm), Pb (3707 ppm), Zn (1097 ppm), Sb (11.78 ppm) را نشان می‌دهد.

از محدوده‌ی آنومال نمونه‌ی CG-84 که دارای آنومالی‌های آرسنیک، مس و سرب و کانی‌های سنگین اسمیت زونیت، میمیت، مالاکیت، سروریت و ولفنیت بود، نمونه‌ی CH-84 برداشت شد. نمونه‌ی مذکور از آبراهه‌ای متشکل از آهک‌های تازه خاکستری رنگ برداشت گردید. نکته قابل توجه وجود رگه‌ی اکسید آهن و کلسیتی است که دیواره‌ی آبراهه را قطع کرده است که البته به نظر فاقد ارزش نمونه‌گیری آمد. با دنبال کردن مسیر آبراهه تا حدود ۹۵۰ متر بالاتر نیز هیچگونه آثاری دال بر منشاء کانی‌سازی به چشم نخورد. به همین جهت برای مطالعات تکمیلی نمونه کانی سنگین برداشت شد. با مطالعه‌ی نمونه کانی سنگین برداشت شده، مشخص گردید که تمامی کانی‌های سنگین مرحله قبل را نیز در این مرحله حضور دارند. البته عامل کانی‌سازی در این مرحله محرز نگردید.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-85 که دارای کانی‌های سنگین، اسمیت زونیت، اسفالریت، میمیت، مالاکیت، سروریت، گالن و ولفنیت بود، یک نمونه جهت مطالعات کانه‌نگاری برداشت شد.

براساس مطالعات کانه‌نگاری، در نمونه‌ی CP-85 تنها ترکیبات هیدروکسیدی آهن با منشأ نامشخص وجود دارد که حدود ۰۴ درصد از حجم مقطع را تشکیل داده است. ترکیبات هیدروکسیدی آهن، بافت نمدی دارد (تصویر ۵-۹). در این مقطع اثری از کانه‌های سولفیدی مشاهده نشده است.



تصویر ۵-۹- مقطع CP-85، ترکیبات هیدروکسیدهای آهن با بافت نمدی

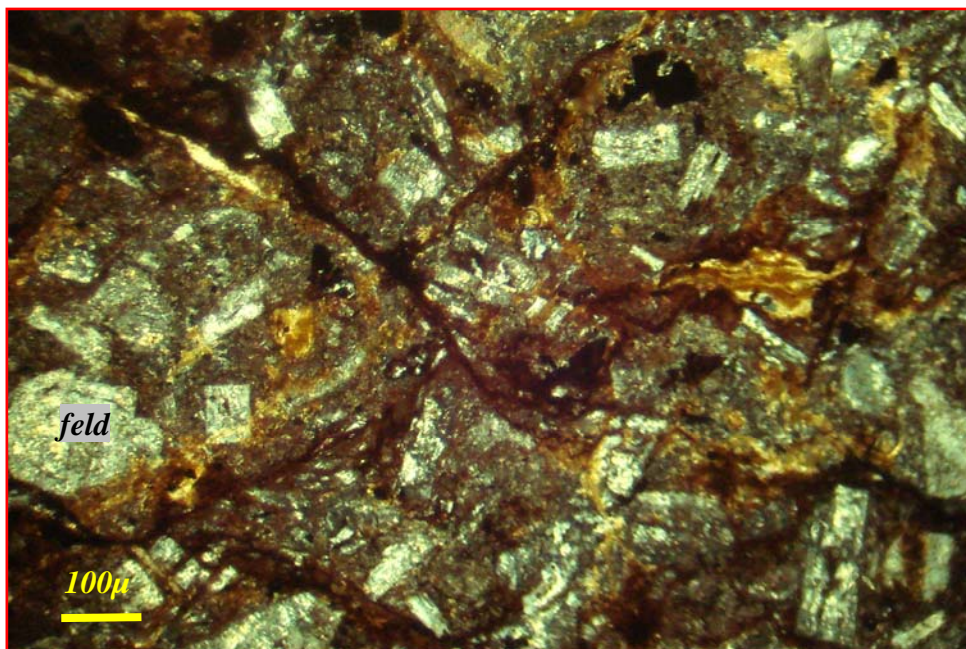
حوضه نمونه CG-86 که دارای آنومالی عنصر سرب و کانی‌های سنگین مالاکیت، سروزیت، اسمیت زونیت، اسفالریت، گالن، ولفنیف و میمتیت بود، در مرحله کنترل آنومالی مورد بررسی قرار گرفت. بیشتر حوضه از آهک خاکستری رنگ تشکیل گردیده بود و در دیواره و سنگ‌های واریزه ای کف آبراهه آثاری از کانی سازی مشاهده نگردید. جهت اطمینان بیشتر نمونه‌ی کانی سنگین CH-86 از آبراهه مربوط به این حوضه برداشت گردید که نمونه‌ی مذکور دارای کانی‌های سنگین ولفنیف، اسمیت زونیت، گالن و سروزیت می‌باشد.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-193 که دارای کانی سنگین سرب خالص بود دو نمونه‌ی کانی سنگین CH-193 و CH-193-2 برداشت گردید. سنگ‌های بالادست این دو نمونه عمدتاً آهکی بوده که رگچه‌های کلسیت به میزان بسیار کم در آن به چشم می‌خورد. هیچگونه اثری از کانی سازی در این حوضه آبریز دیده نشد. هر دو نمونه‌ی کانی سنگین برداشت شده، فقط کانی سنگین باریت را در مطالعات نشان داد.

سنگ‌های پایین دست حوضه‌ی نمونه‌ی CG-300، اکثراً از جنس ماسه سنگ و سیلتستون بوده ولی سنگ‌های بالادست آبراهه از جنس ولکانیک‌های حد واسط است. این حوضه به جهت داشتن آنومالی عناصر آرسنیک، باریم، مس، سرب و روی در مرحله اول آنومال تشخیص داده شد. از این حوضه ۳ نمونه سنگی و یک نمونه جهت تهیه مقطع نازک و سنگ شناسی و یک نمونه جهت تهیه مقطع صیقلی و مطالعات کانه نگاری برداشت شد. در این محدوده آثار

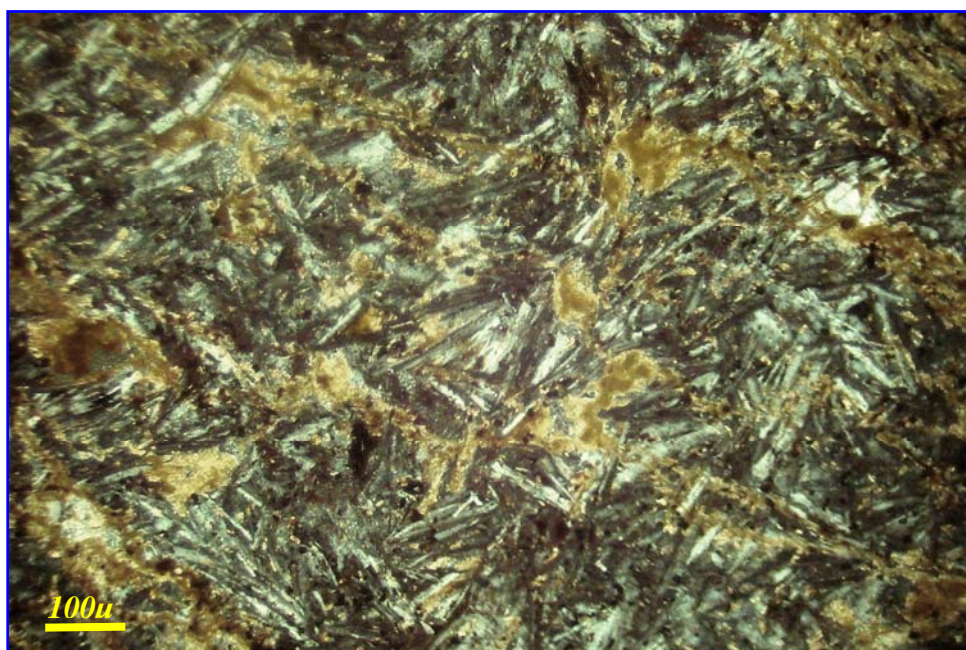
معدنکاری متروکه که گمان می رود مربوط به استخراج باریت می باشد مشاهده می شود. نمونه‌ی CL-300 از یک رگه‌ی باریتی که دارای اکسید آهن لیمونیتی در کنار زون برشی آلتزه شده با روند شمال غرب - جنوب شرق، برداشت شده است که مقداری ملاکیت نیز در کنار این رگه هیدروترمالی مشاهده گردید. عیار مس در این نمونه برابر (181 ppm) و عیار باریم برابر (1198 ppm) است. نمونه‌ی CL-300-2 از یک زون برشی برداشت که در آن عیار مس برابر (164 ppm) و عیار باریم برابر (2920 ppm) می‌باشد. نمونه‌ی CL-300-3 نیز از بخش ملاکیت دار که گمان می‌رود حاوی کالکوپیریت باشد برداشت شده است. نتایج آنالیز ژئوشیمی مقادیری بالای عناصر می‌دهد. این نمونه بالاترین مس را در ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان دارا می‌باشد.

براساس مطالعات سنگ‌شناسی، نمونه‌ی CT-300-4 یک آندزیت - کریستال لیتیک توف (برش) با بافت هیالومیکرولیتیک می‌باشد که دارای آلتراسیون رسی، کربناتی است. کانی‌های اصلی این سنگ فلدسپار، کانی‌های مافیک، کوارتز، کانی‌های فرعی آن کانی‌های اپاک و کانی‌های ثانویه آن کانی‌های رسی، سریسیت، اکسید و هیدروکسید آهن، کلسیت و کوارتز می‌باشد. سنگ حاوی قطعات سنگ آذرین خروجی با ترکیب آندزیتی است که بلورهای فلدسپار آن درشت‌تر از سنگ اصلی است. همچنین اکسید و هیدروکسیدهای آهن بیشتری نسبت به سنگ در برگیرنده دارد. فلدسپارهای آن نیز بیشتر سریسیتی شده‌اند. این قطعات بیشتر از بلورهای فلدسپار و لیتیک‌های آندزیتی تشکیل شده و در واقع یک کریستال لیتیک توف بوده است. بیشترین حجم سنگ را میکرولیت‌های اتومورف و باریک فلدسپار آندزین - الیگوکلاز تشکیل می‌دهند که فضای میان آنها با شیشه پر شده است. مقدار کوارتز نمونه کمتر از ۵ درصد است. کانی‌های مافیک در آن به شکل منشورهای شکل‌دار و کوتاه هستند که کاملاً دگرسان شده و فضای خالی آنها با کلسیت و اکسید آهن پر شده است. این کانی‌ها احتمالاً چند نوع بوده‌اند. بیوتیت‌ها سالم مانده و پیروکسن‌ها دگرسان شده‌اند. کانی‌های اپاک به صورت بلورهای ریز شکل‌دار با اشکال مربع و بی‌شکل حدود یک درصد سنگ را تشکیل می‌دهند. و بالاخره کانی‌های ثانویه شامل کانی‌های رسی و سریسیت حاصل از دگرسانی فلدسپارها، کوارتز و کلسیت و اکسید و هیدروکسیدهای آهن هستند. کوارتز به صورت بلورهای هم بعد در حفرات سنگ متبلور شده و کلسیت به همراه مقداری اکسید و هیدروکسیدهای آهن و کانی‌های اپاک فضای خالی کانی‌های مافیک را پر کرده است. لازم به ذکر است که قطعات تشکیل دهنده‌ی سنگ با شیشه، اکسید و هیدروکسیدهای آهن به یکدیگر جوش خورده‌اند (تصاویر ۵-۱۰ و ۵-۱۱).



تصویر ۵-۱۰-۱- مقطع CT-300-4. قطعات جوش خورده که نمای برشی سنگ را نشان می‌دهند این قطعات حاوی فلدسپاراند، نور

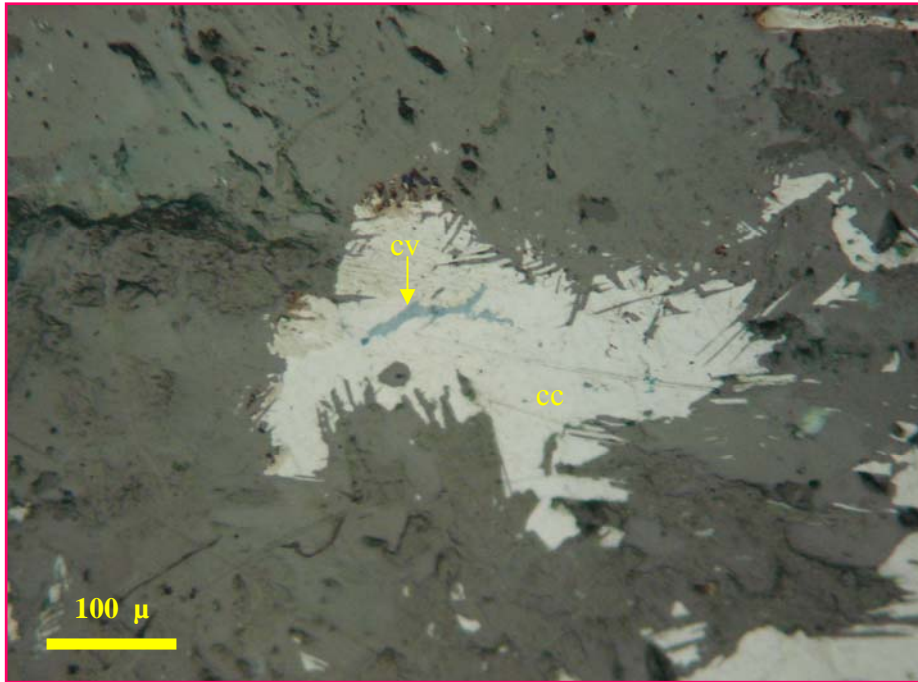
پلاریزه، 4×10X



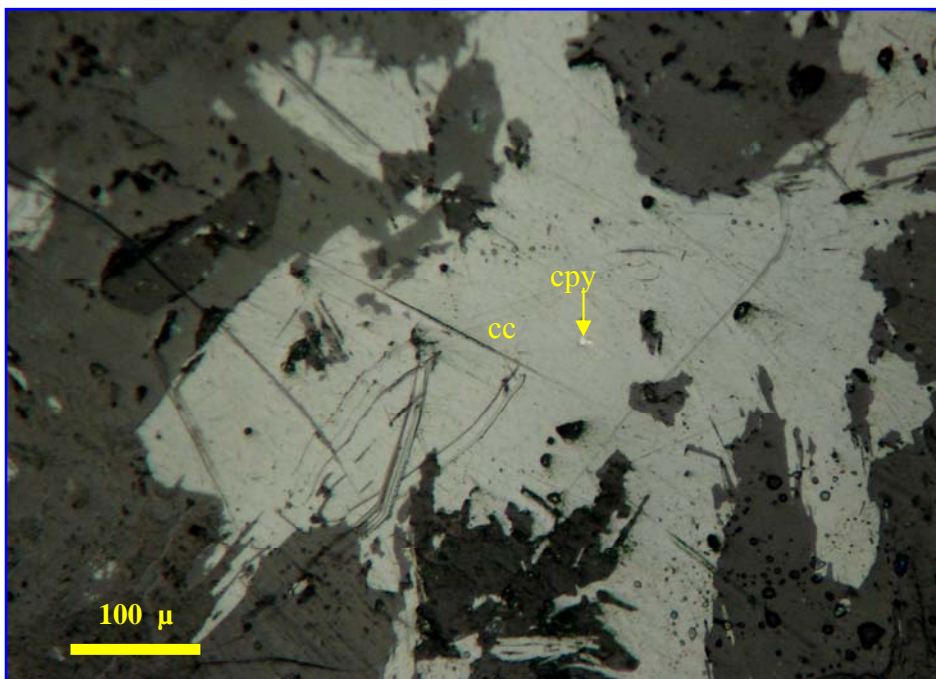
تصویر ۵-۱۱- مقطع CT-300-4. توفال‌های پلاژیوکلاز سازنده سنگ با مقدار قابل توجهی کلسیت ثانویه، نور پلاریزه، 4×10X براساس مطالعات کانه نگاری نمونه‌ی CP-300. حدود ۱ درصد از حجم مقطع از کالکوسیت تشکیل شده است (تصویر ۵-۱۲). در مقطع به تعداد انگشت شماری، بقایائی بسیار ریزدانه (کوچکتر از ۱۰ میکرون) از آثار کانه



کالکوپیریت اولیه، که در حال حاضر توسط کالکوسیت و کمتر کولیت جانشین شده است، به چشم می‌خورد (تصویر ۱۳-۵). مقادیر نادری از کولیت هم کالکوسیت را همراهی می‌کند (تصویر ۱۲-۵).



تصویر ۱۲-۵ - مقطع CP-300، همراهی کالکوسیت (cc) و کولیت (cv) در نمونه CP-300



تصویر ۱۳-۵ - مقطع CP-300، بقایای از کالکوپیریت (cpy) در کالکوسیت (cc)

با توجه به شواهد صحرایی در حوضه‌ی نمونه CG-300 می‌توان گفت که آنومالی این حوضه مربوط به فعالیت‌های هیدروترمالی می‌باشد.

نمونه CG-301 جهت بررسی آنومالی طلا از سایر نمونه‌ها متمایز گردید. در مرحله کنترل آنومالی نمونه‌ی کانی سنگین CH-301 از سنگ‌های آهک، ماسه سنگ، سیلت و نیز ولکانیک‌های حد واسط و بازیگ این حوضه جهت تکمیل مطالعات برداشت گردید که براساس مطالعات کانی سنگین، کانی خاصی در آن مشاهده نگردید.

جدول ۵-۵- نتیجه مطالعات نمونه‌ی کانی سنگین برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی از ورقه‌ی نوق‌آباد.

Sample	X	Y	Magnetite	Mimetite	Wulfenite	Pyriteoxide	Sphene	Leucoxene	Barite	Celestite	FQ	Carbonates
CH-17	264966	3758040	29.53	0.04	—	4.86	—	—	1.35	0.02	2.57	3.66
CH-193	249673	3747529	4.97	—	—	0.06	—	—	0.00	—	0.01	—
CH-193-2	249619	3747673	74.59	—	—	0.54	—	0.01	0.05	—	2.28	1.08
CH-301	248530	3762028	290.08	—	—	0.13	—	0.10	1.26	2.77	7.98	17.45
CH-59	257410	3761255	62.16	0.13	—	1.26	0.35	—	0.45	0.05	0.91	3.25
CH-84	260430	3757597	7.46	0.06	0.02	0.13	—	—	0.09	0.01	0.23	0.43
CH-86	259960	3757164	99.46	—	0.33	0.03	—	0.02	1.35	0.02	2.14	3.25

Sample	X	Y	Galena	Andalusite	Hematite	Apatite	Zircon	Cerussite	Rutile	Goethite	Limonite	Smithsonite
CH-17	264966	3758040	0.05	0.10	41.03	0.48	0.98	0.04	0.08	4.75	0.02	—
CH-193	249673	3747529	—	—	10.31	0.01	0.01	—	—	0.12	—	—
CH-193-2	249619	3747673	—	0.01	50.50	0.32	2.81	—	0.02	0.53	0.02	—
CH-301	248530	3762028	—	—	1060.42	2.23	13.10	—	0.12	19.71	4.26	—
CH-59	257410	3761255	—	0.04	117.82	0.19	0.94	0.03	0.08	3.70	0.53	—
CH-84	260430	3757597	—	—	8.84	0.13	0.37	0.01	—	0.49	0.11	0.01
CH-86	259960	3757164	0.23	0.02	113.62	0.29	2.81	0.12	0.03	4.75	0.68	0.08

Sample	X	Y	Pyroxens	Amphibols	Epidots	Garnets	Chlorite	Ilmenite	Martite	Sericite	Schist	Altreasilicate
CH-17	264966	3758040	8.64	5.57	9.18	1.05	0.02	—	—	7.43	76.95	14.58
CH-193	249673	3747529	1.79	0.00	—	—	—	—	—	0.00	0.00	0.97
CH-193-2	249619	3747673	40.96	1.54	0.41	0.47	—	—	0.02	0.01	0.01	5.40
CH-301	248530	3762028	0.09	0.00	—	26.21	—	0.13	33.60	—	—	3.78
CH-59	257410	3761255	6.40	0.45	0.95	0.02	—	—	0.70	0.01	0.40	4.32
CH-84	260430	3757597	5.38	0.36	0.19	0.00	—	—	—	0.08	0.32	5.62
CH-86	259960	3757164	28.80	1.15	0.61	0.02	0.02	—	0.90	0.02	0.51	22.68

جدول ۵-۶- نتیجه آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌های سنگی ورقه‌ی ۱۰:۵۰:۰۰۰ نوق آباد

Analyte	Unit	X	Y	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	La	Li	Mn	Mo
				ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL		1	100	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02
				1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1
Method		PMA-01	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02
				3053	9933	333390	860	487	346	502	2276	1.22	93.2	0.28	0.75	3003	95	2.4	15	5	4	1827	48.25		
CL-034-1		261845	3762665	1	3053	9933	333390	860	487	346	502	2276	1.22	93.2	0.28	0.75	3003	95	2.4	15	5	4	1827	48.25	
CL-034-2		261406	3762478	0.75	23840	249506	13191	6938	1727	1162	0.25	17.8	184	0.47	0.32	0.28	23	284	9	2.5	18	13	17	545	1.18
CL-048		259758	3760614	1	4448	321722	6613	1558	4298	217	0.25	8.9	163	0.21	0.31	0.6	8	214	8	2.7	12	5	5	328	1.11
CL-076		263976	3757764	0.75	6153	305687	3862	2870	15702	363	1.15	9.4	1034	0.26	0.31	0.71	10	204	8	2.9	15	6	7	131	1.02
CL-080		263371	3757207	1	9361	280805	6808	4238	24205	2792	0.24	17.8	91	0.28	0.35	0.9	9	248	9	3.2	28	6	4	116	1.25
CL-083		261763	3757745	1	2231	311019	39169	742	2088	273	0.31	1006	1700	1.27	0.41	5.69	4	13569	9	2.4	504	3	1	13495	72.75
CL-300		248898	3761422	1	2688	4501	2565	465	397	233	10.8	7.7	1198	0.35	0.29	0.25	7	199	9	3.1	181	2	9	118	1.16
CL-300-2		248898	3761422	1	14928	92366	40386	10589	1602	1672	12	73.5	2920	8.09	0.35	0.27	23	767	28	2.3	164	8	6	1650	9.2
CL-300-3		248898	3761422	1	48232	48245	64541	33463	6134	5873	2.12	926	4636	17.77	55.82	1.87	70	793	125	2.7	79164	41	19	823	21.66

Analyte	Unit	X	Y	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sr	Ta	Tb	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL		1	1	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	
				1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2
Method		ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	
				0.75	108	167	156	102	976	39.96	2	2.4	162	0.36	17	169	0.24	12.7	172	180.57	5	3.1	291	68
CL-034-1		261845	3762665	0.75	108	167	156	102	976	39.96	2	2.4	162	0.36	17	169	0.24	12.7	172	180.57	5	3.1	291	68
CL-034-2		261406	3762478	7	31	297	45	65	181	139	5.6	2.7	265	0.15	6.4	1368	1.06	4.1	47	1.64	13	2.4	71	67
CL-048		259758	3760614	6	13	130	28	58	137	1.4	1.1	2.7	213	0.14	4	211	1.31	3.9	25	1.53	4	1.9	45	48
CL-076		263976	3757764	12	10	110	7	78	555	1.33	1.4	2.6	753	0.13	8.9	277	1.16	3.9	26	1.58	4	1.8	157	51
CL-080		263371	3757207	17	15	155	34	53	376	1.4	1.9	2.7	243	0.15	4	452	1.19	4.1	38	4.24	4	1.7	258	58
CL-083		261763	3757745	7	527	188	3707	41	404	11.78	0.375	2.7	691	0.15	13.1	73	1.01	4.4	136	9.66	2	1.9	1097	49
CL-300		248898	3761422	5	11	80	9	60	13132	1.47	0.375	2.7	16061	0.14	14	68	1.16	2.1	6	1.49	1	0.3	10	52
CL-300-2		248898	3761422	5	25	474	25	67	17164	4.91	3.4	2.6	17088	0.15	24.1	747	0.9	3.8	47	1.5	6	1.1	72	100
CL-300-3		248898	3761422	0.75	36	1868	73	169	3698	134.7	12	2.8	4109	0.18	33.5	2555	0.91	8.6	150	1.4	13	1.7	630	223



### ۵-۲-۳- آنومالی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ چوپانان

پس از بررسی نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین برداشت شده از برگه‌ی چوپانان تعداد ۴ نمونه جهت کنترل آنومالی متمایز گردید (جدول ۵-۷) که این نمونه‌ها به لحاظ دارا بودن مقادیر سرب و آرسنیک درجه ۱ و ۲ و کانی‌های سنگین سرب و روی آنومال تشخیص داده شدند.

نمونه‌های مذکور بر روی عضو ( $Pe_{ch}^s$ ) سازند چوپانان با ترکیب ماسه‌سنگ، گراول‌استون، کنگلومرا و مارن، سازند هفتومان ( $K_h$ ) با لیتولوژی سنگ‌آهک رودبست‌دار، ماسه‌سنگ و کنگلومرا، سازند شاه‌کوه ( $K_s$ ) با ترکیب سنگ‌آهک اوربیتولین‌دار، گراول‌استون و کنگلومرا، سازند بازیاب ( $K_{bz}$ ) با لیتولوژی مارن، ماداستون، ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک، عضو ( $K_d$ ) سازند دبرسو شامل سنگ‌آهک اورگانیک، مارن، گراول‌استون، واحد ( $Q^{1ap}$ ) با ترکیب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ گراولی و رسوبات قدیمی و واحد ( $Q^{2ap}$ ) شامل گراول پیلی، ماسه رسی، کنگلومرا قرار دارند.

### جدول ۵-۷- نمونه‌های آنومال موجود در ورقه‌ی چوپانان جهت کنترل آنومالی

Sample ID	X	Y	First Class Anomaly	Second Class Anomaly	Heavy Mineral Anomaly
CG-278	264085	3723939	-	As(25.5)	Gal(2), Ceru(7), Sph(1), Smit(5), Nalead(12), Maci(4)
CG-535	247557	3713624	-	Fac 3	Ceru(1) Nalead(1)
CG-552	261594	3711354	Pb(104), Fac 4	-	-
CG-559	266268	3711366	-	-	Gal(1), Ceru(10), Sph(1), Smit(7), Nalead(5), Maci(4), Pow(5)

در مرحله‌ی کنترل ناهنجاری از آنومالی‌های این محدوده (نقشه ۵-۳) تعداد ۴ نمونه‌ی کانی‌سنگین و ۱ نمونه‌ی سنگی برداشت شده است که به شرح آنها می‌پردازیم.

از حوضه‌ی نمونه‌ی آنومال CG-278 که به جهت دارا بودن کانی‌های سنگین گالن، سروزیت، اسفالریت، اسمیت زونیت، سرب خالص و ماسیکوت در مرحله‌ی اول متمایز گردید، نمونه‌ی CH-279 و CH-280 برداشت گردید (تصویر ۵-۱۴) که براساس نتایج حاصل از مطالعات کانی‌سنگین، کانی خاصی در آن به دیده نشد (جدول ۵-۸).



تصویر ۵-۱۴- نمایی از محل برداشت  
نمونه‌ی CH-280 - دید به سمت غرب

در بررسی حوضه‌ی آنومالی نمونه‌ی CG-552 که دارای آنومالی سرب است، مشخص گردید که بالادست آن دارای لیتولوژی آهک، شیل، مارن است. در این بخش مقداری سرباره یافت شد که منشأ آن مشخص نشد این سرباره‌ها حاوی کانی‌های مس و سرب و روی است، که نمونه‌ی CL-552 از آن برداشت گردید. نتایج آنالیز شیمیایی نشان از عیار بالای عناصر Zn (536 ppm), Mo (136.73 ppm), دارد (جدول ۵-۹).

از حوضه نمونه‌ی CG-535 که دارای کانی‌های سنگین سرب خالص و سروزیت بود، نمونه کانی سنگین CH-535 که سنگ بالادست آن از آهک تشکیل شده است و کانی‌سازی در آن دیده نمی‌شود برداشت گردید (تصاویر ۵-۱۵ و ۵-۱۶). نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین، کانی‌های سرب خالص و باریت را نشان داد.



تصویر ۵-۱۵- نمایی از محل برداشت  
نمونه‌ی CH-535



تصویر ۵-۱۶- نمایی دیگر از محل برداشت نمونه‌ی CH-535 و سنگ‌های آهکی بالادست آن

از حوضه نمونه‌ی آنومال CG-559 که دارای کانی‌های سنگین گالن، سروزیت، اسفالریت، اسمیت زونیت، سرب خالص، پوئلیت و ماسیکوت بود، نمونه‌ی کانی سنگین CH-559-1 برداشت گردید که در بالادست آن رخنمون سنگی وجود نداشت. مقداری سرپاره در قسمت شرقی نمونه‌ی کانی سنگین دیده می‌شود که منشا آن یافت نشد. نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین، کانی‌های اسمیت زونیت، سروزیت و باریت را برای این نمونه نشان داد.

#### جدول ۵-۸- نتیجه مطالعات نمونه‌ی کانی سنگین برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی از ورقه‌ی چوپانان.

Sample	X	Y	Magnetite	Apatite	Pyriteoxide	Rutile	Leucoxene	Pyroxens	Carbonates	FQ	Celestite	Cerussite
CH-279	264200	3723373	149.18	1.27	2.16	0.10	—	71.68	1.08	5.70	—	—
CH-280	264118	3723380	195.80	2.23	2.21	0.18	0.05	107.52	2.85	11.17	0.06	—
CH-535	247498	3712893	730.38	5.60	0.16	0.15	0.37	135.36	19.11	10.05	1.40	—
CH-559-1	266838	3710085	3.73	0.03	—	0.00	—	3.46	0.11	0.17	0.16	0.01

Sample	X	Y	Andalusite	Garnets	Nativelead	Zircon	Goethite	Limonite	Hematite	Barite	Pyritelimonite
CH-279	264200	3723373	—	0.94	—	4.68	1.06	0.91	126.24	—	0.04
CH-280	264118	3723380	0.04	3.82	—	4.91	2.16	0.05	206.19	—	—
CH-535	247498	3712893	—	4.12	1.32	12.37	0.16	—	445.00	7.93	—
CH-559-1	266838	3710085	—	—	—	0.05	0.25	0.05	7.36	0.18	—

Sample	X	Y	Amphibols	Epidots	Smithsonite	Chlorite	Ilmenite	Martite	Sericite	Schist	Altreadsilicate
CH-279	264200	3723373	1.54	0.03	—	—	—	0.04	—	—	6.48
CH-280	264118	3723380	1.57	6.66	—	0.04	—	2.45	0.04	1.40	56.70
CH-535	247498	3712893	0.11	14.38	—	0.11	4.97	0.18	—	0.10	171.32
CH-559-1	266838	3710085	0.04	0.10	0.01	—	—	—	—	0.04	1.40

جدول ۹-۵- نتیجه آنالیز ژئوشیمیایی نمونه ی سنگی ورقه ی ..... شماره چوپانان

Analyte	Unit	X	Y	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce
				ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL				1	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1
Method				PM-01	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02
CL-552	260758	3710319	1	26649	91335	149988	9726	10150	7365	3.3	422	847	4.18	37.4	0.27	87	

Analyte	Unit	X	Y	Cr	Co	Cs	Cu	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL				1	1	0.5	1	1	1	5	0.5	1	1	10	1	1	50
Method				ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02
CL-552	260758	3710319	135	7024	2.9	32966	72	12	3010	136.73	0.75	181	1062	538	35	825	

Analyte	Unit	X	Y	Sb	Sc	Sa	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL				0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.2	1	5
Method				ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02
CL-552	260758	3710319	8.25	7	2.8	928	0.22	13.6	1122	0.7	13.8	85	626.37	28	3.5	536	122	



نقشه ۵-۳- نمایی از محل نمونه های آنومال نهایی در ورقه ی ۱:۵۰۰۰۰۰ چوپانان همراه با جانمایی نمونه‌های کانی‌سنگین و سنگی

برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی

## ۵-۲-۴- آنومالی ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰۰ الله آباد

پس از بررسی نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین برداشت شده از برگه‌ی الله آباد تعداد ۲۶ نمونه جهت کنترل آنومالی متمایز گردید (جدول ۵-۱۰) که این نمونه‌ها به لحاظ دارا بودن مقادیر طلا، مس، سرب، روی، مولیبدن و آرسنیک درجه ۱ و ۲ و کانی‌های سنگین عناصر مس، سرب، روی و مولیبدن آنومال تشخیص داده شدند.

نمونه‌های مذکور بر روی کمپلکس پتیار ( $P_{pt}$ ) شامل فیلیت، گلوکوفان شیسست، مرمر سیاه و کوارتزیت و متاسنداستون، عضو ( $Pe_{ch}$ ) سازند چوپانان با ترکیب سنگ آهک پلاژیک و سنگ آهک برشی، سازند هفتومان ( $K_h$ ) با لیتولوژی سنگ آهک رودیست‌دار، ماسه‌سنگ و کنگلومرا، سازند نقره ( $K_n$ ) شامل ماسه‌سنگ، مارن، گراول‌استون کنگلومرا و سنگ آهک، سازند شاه‌کوه ( $K_s$ ) با ترکیب سنگ آهک اوریتولین‌دار، گراول‌استون و کنگلومرا، واحد ( $E_1^t$ ) شامل کنگلومرای توفی، توف کنگلومرا، واحد ( $E_1^a$ ) با ترکیب آندزیت، توف و سنگ-آهک، واحد سرپانتینی (Sr)، واحد (ad) شامل مونزونیت پورفیری، واحد ( $Q^{1ap}$ ) با ترکیب کنگلومرا، ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ گراولی و رسوبات قدیمی و واحد ( $Q^{2ap}$ ) شامل گراول پیلی، ماسه رسی، کنگلومرا ( $Q^{3ap}$ ) قرار دارند.

از آنومالی‌های این محدوده (نقشه ۵-۴) تعداد ۱۱ نمونه‌ی کانی‌سنگین، ۱۵ نمونه‌ی سنگی، ۲ نمونه‌ی مقطع نازک جهت مطالعات سنگ‌شناسی و ۲ نمونه‌ی مقطع صیقلی جهت مطالعات کانه نگاری برداشت شده است که به شرح آنها می‌پردازیم.

جدول ۵-۱- نمونه‌های آنومال موجود در ورقه‌ی الله آباد جهت کنترل آنومالی

Sample ID	X	Y	First Class Anomaly	Second Class Anomaly	Heavy Mineral Anomaly
CG-447	224009	3713382	Ni(79)	Au(4), Co(17), Fac 3	Gal(2), Ceru(2)
CG-456	229817	3711163	Fe(43804), Co(25), Ni(74), Sb(0.81), Fac 3	Mn(857), Zn(85)	—
CG-458	231963	3710748	Au(5), Co(23), Ni(101), Sb(0.74), Fac 3	Fe(32246), Cu(38), Mn(813), Zn(78)	—
CG-459	232111	3710861	Ni(85), Pb(750), Sb(0.6)	Au(3), Zn(79)	—
CG-461	231108	3712754	—	Au(3), Ni(65), Sb(0.73), Fac 3	Gal(5), Ceru(7), Sph(1)Smit(3)
CG-464	232466	3711960	—	Au(4), Cu(33)	—
CG-470	232079	3715815	—	Au(3)	Sch(2), Pow(12)
CG-472	232934	3716965	—	—	Sch(1), Pow(7)
CG-474	234670	3714324	Cu(48), Pb(138)	—	—
CG-475	235455	3711766	—	Au(4)	Gal(4)Cer(20) Sch(3), Sph(2), Smit(8), Nalead(7), Mim(3), Maci(3)
CG-476	235492	3711310	Au(5), Pb(167)	Co(18), Cu(35), Zn(76)	—
CG-477	234563	3716871	—	Au(3)	Pow(12)
CG-479	235549	3713763	—	—	Gal(2), Ceru(2), Smit(1), Maci(1), Pow(20)
CG-480	235820	3714004	—	Au(3), Sb(0.7)	Gal(7), Ceru(10), Sch(3), Sph(2), Smit(7), Mim(2), Maci(3), Pow(10)
CG-481	237026	3712905	Au(6)	As(24.5), Co(18), Cu(34), Pb(63)	Gal(7), Ceru(10), Sph(3), Smit(7), Mim(2), Wulf(4)
CG-483	237222	3712441	Au(7), As(30.6), Co(20), Cu(44)	Pb(71) Zn(76)	—
CG-488	237347	3715575	Ba(1311), Pb(110)	Fac 4	—
CG-493	237955	3717219	—	—	Nalead(1), Pow(5)
CG-498	239592	3720366	—	—	Gal(2)Cer(1), Smit(1)
CG-504	240596	3715706	Mn(1586)	Au(4) As(23.7) Co(18)Cu(41) Mo(0.94)	—
CG-506	241074	3716891	—	Sb(0.7)	Ceru(2), Smit(2), Nalead(1), Maci(2)
CG-510	242447	3717827	Pb(110)	Co(18), Cu(34), Mn(888), Mo(0.98)	—
CG-517	244523	3715865	—	—	Gal(2)Cer(2) Smit(1)
CG-519	242340	3714671	—	—	Gal(2), Ceru(1), Smit(1)
CG-523	242386	3713040	Pb(80)	—	—
CG-528	244633	3712560	—	—	Gal(4), Ceru(3), Sph(1), Smit(3), Pow(80)

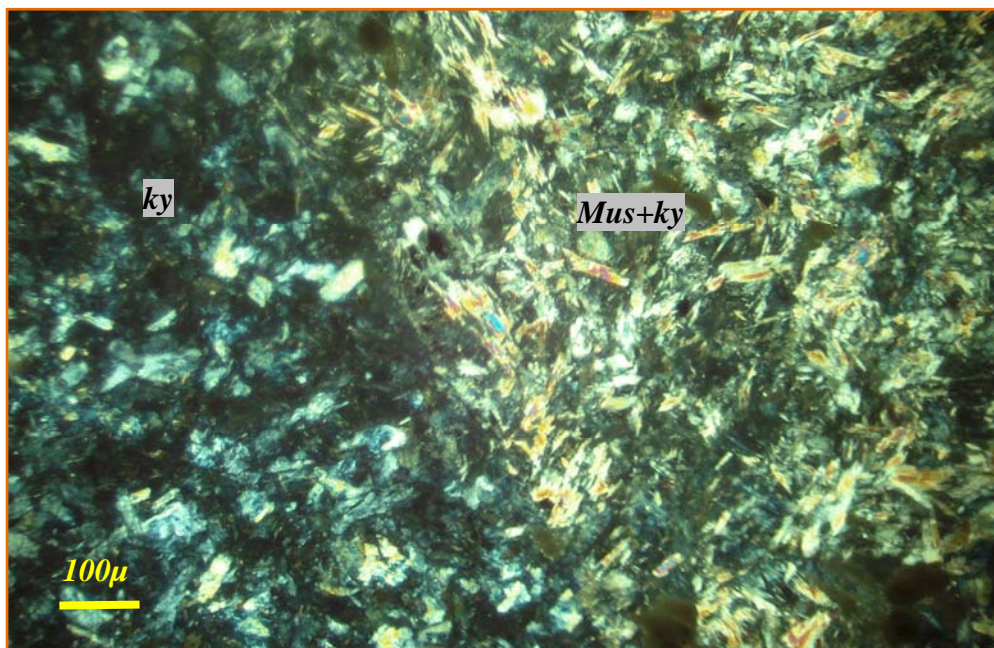
از حوضه‌ی نمونه CG-447 که دارای آنومالی طلا درجه ۲ و کانی‌های سنگین گالن و سروزیت بود، نمونه‌ی CL-447 از یک توده ساب و لکانیک حدواسط که مقداری ملاکیت سطحی بر روی آن به چشم می‌خورد، برداشت گردید. این توده تنها رخنمون سنگی در بالادست این نمونه می‌باشد و کانی‌سازی به صورت پراکنده در این توده وجود دارد. براساس نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی (جدول ۵-۱۲) عناصر مهم و فلزی در این نمونه دارای عیار قابل توجهی نیستند. به دلیل

قرار گرفتن رخنمون های سنگی این نمونه در خارج از برکه پیشنهاد می شود که حوضه بالادست این نمونه بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.

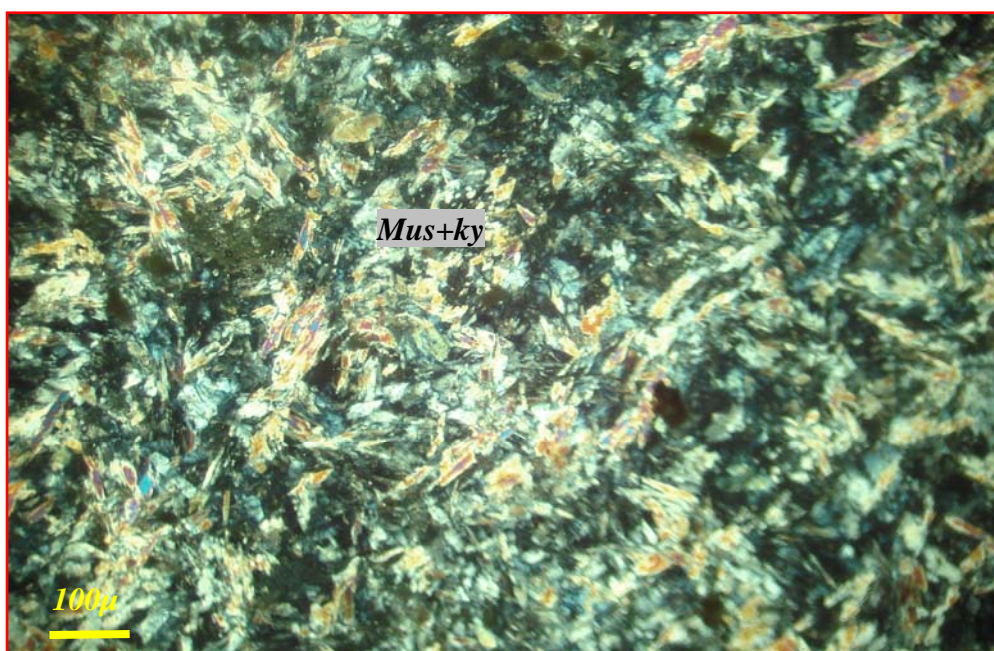
جهت بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-456 که دارای آنومالی روی و کبالت بود، دو نمونه‌ی CL-456-1 و CL-456-2 برداشت شد. این حوضه از سنگهای ولکانیکی داسیتی و آندزیتی تشکیل شده است. نمونه‌ی CL-456-1 از یک رگه سیلیسی دارای اکسید آهن لیمونیتی مشکوک به کانی سازی برداشت شد. که نتایج آنالیز شیمیایی عنصر خاصی را نشان نداد. نمونه‌ی CL-456-2 از یک توده آتیره که تا حدودی سیلیسی و حاوی اکسید آهن لیمونیتی و دارای ساختار استوک ورک برداشت گردید که نتایج آنالیز شیمیایی مقادیر (Ba (1283 ppm), Zn (504 ppm), Co (1018 ppm) را نشان داد.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-458 که به دلیل دارا بودن آنومالی طلا، مس و روی در مرحله اول متمایز گردیده بودند، ۲ نمونه‌ی سنگی CL-458-1 و CL-458-4 و ۲ نمونه‌ی CT-458-2 و CT-458-3 جهت تهیه مقطع نازک و مطالعات سنگ شناسی برداشت گردید. نمونه CL-458-1 از امتداد یک دایک با گسترش شرقی-غربی برداشت شده که دارای مالاکیت است. دایک مذکور بسیار ریز بلور بوده و در حاشیه، سنگ‌های اطراف را تحت تاثیر قرار داده است. نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی مقادیر عناصر کروم و کبالت برابر (Co (1501 ppm), Cr (1658 ppm) را نشان می‌دهد. نمونه‌ی CL-458-4 از یک توده داسیتی با آلتراسیون آرژیلیکی که حاوی مقداری مالاکیت و منگنز و اکسیدهای آهن بصورت هماتیت، لیمونیت و گوتیت است، برداشت گردید. در نزدیکی آن آثاری از یک ترانشه نیز وجود دارد. نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی مقادیر عناصر کروم، باریم، روی و کبالت برابر (Co (1129 ppm), Cr (1656 ppm), Zn (107 ppm), Ba (141 ppm) را نشان می‌دهد.

نمونه‌ی CT-458-2 این نمونه از یک دایک به ضخامت متر و طول ۲۰متر برداشت شد جهت شناسایی سنگ‌شناسی برداشت شده است. براساس مطالعه میکروسکوپی، این نمونه یک سنگ دگرگون شده با کانی‌های اصلی موسکوویت و کیانیت است. نمونه به طور کامل از موسکوویت و کیانیت تشکیل شده است و دارای رگه‌هایی است که عرض آنها به چند میلی‌متر نیز می‌رسد این رگه‌ها به طور کامل با کیانیت پر شده‌اند (تصاویر ۵-۱۷ و ۵-۱۸).



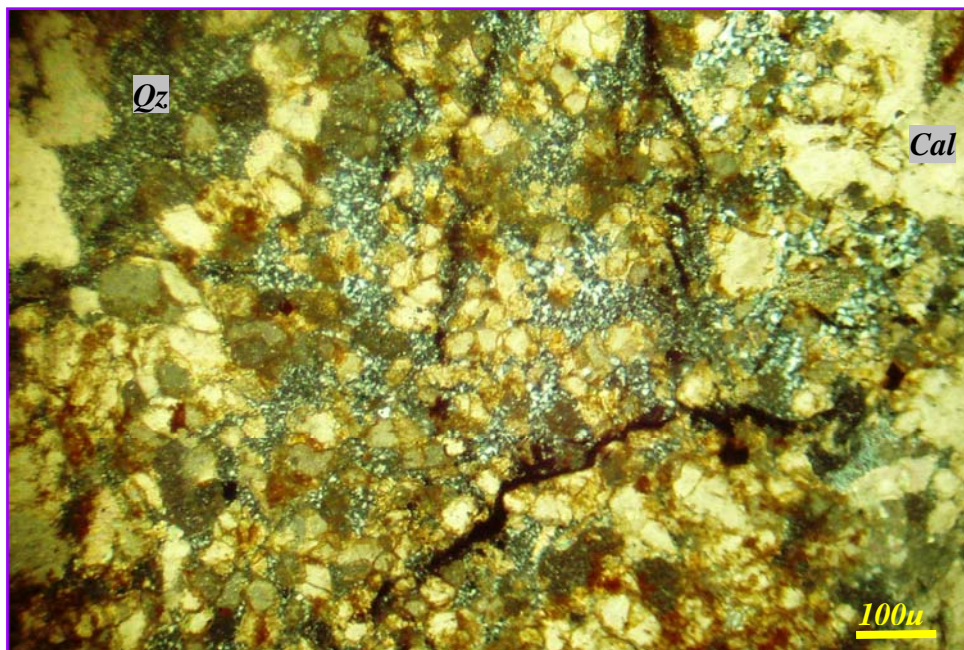
تصویر ۵-۱۷- مقطع CT-458-2، رگه کیانیت دار در سمت چپ تصویر، نور پلاریزه،  $4\times 10X$



تصویر ۵-۱۸- مقطع CT-458-2، موسکوویت‌های با جهت یابی متفاوت، نور پلاریزه،  $4\times 10X$

نمونه‌ی CT-458-3 از سنگ‌های مافیک کف آبراهه جهت تهیه مقطع نازک بصورت نابرجا برداشت شده است. که براساس مطالعه میکروسکوپی یک سنگ آهک سیلیسی شده با آلتراسیون سیلیسی است که کانی‌های اصلی آن کوارتز، کلسیت، اکسید و هیدروکسیدهای آهن و کانی‌های فرعی آن کانی‌های اپاک می‌باشد. نمونه به طور کامل از کوارتز و کلسیت و اکسید و هیدروکسیدهای آهن تشکیل شده است. بلورهای کلسیت به صورت بی شکل و بدون رخ هستند که اندازه اکثر آنها کوچکتر از ۱۰۰ میکرون است اما بلورهای درشت در اندازه ۵۰۰ میکرون هم در بعضی قسمت‌ها وجود

دارد. فضای میان بلورهای کلسیت با کوارتز میکرو کریستال پر شده است (تصویر ۵-۱۹) و اکسید و هیدروکسیدهای آهن در حاشیه بلورهای کلسیت تجمع نموده‌اند. مقدار کانی‌های اپاک کمتر از یک درصد است. این کانی‌ها بی‌شکل و در اندازه ۵۰۰ میکرون و بزرگترند. بعضی از آنها به اکسید آهن تبدیل شده‌اند. سنگ دارای شکستگی‌های بسیار باریک، کوچکتر از ۱۵ میکرون است که با کانی‌های اپاک پر شده‌اند (تصویر ۵-۲۰). به نظر می‌رسد که کوارتز به همراه کانی‌های اپاک ریزدانه وارد سنگ آهکی شده باشد.



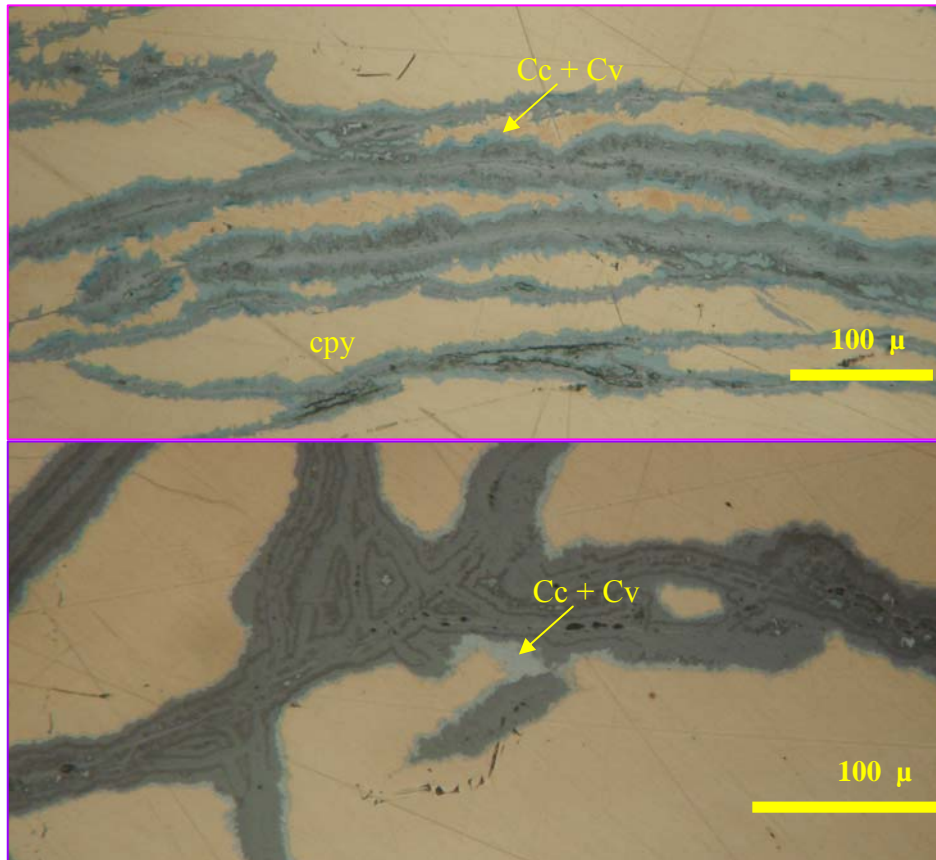
تصویر ۵-۱۹- مقطع CT-458-3، سیلیس فضای میان کلسیت ها را پر نموده است ، نور پلاریزه، 4×10X



تصویر ۵-۲۰- مقطع CT-458-3، شکستگی‌های نمونه با کانی‌های اپاک پر شده‌اند، نور عادی، 4×10X

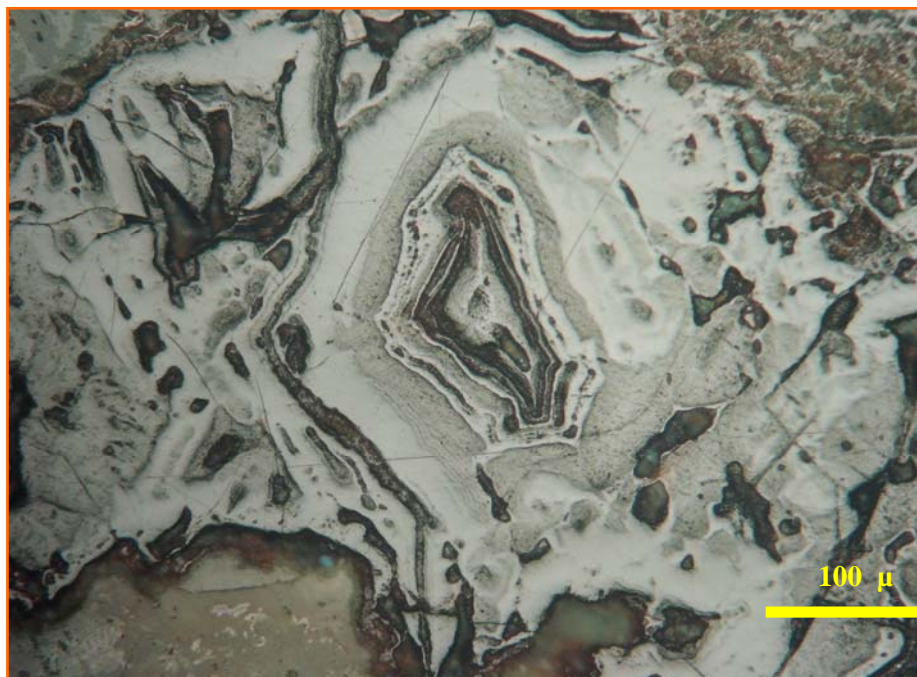
جهت بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-459 که دارای آنومالی‌های سرب، روی و طلا در مرحله‌ی اول بود، دو نمونه‌ی سنگی CL-459-1، CL-459-3 و نمونه‌ی CP-459-2 جهت تهیه مقطع صیقلی و مطالعات کانه نگاری برداشت شد. نمونه‌ی CL-459-1 از یک دایک داسیتی آلتزه شده (آرژیلیکی) که حاوی مقدار متناهی مالاکیت، منگنز و اکسید آهن به صورت هماتی، لیمونیتی و گوتیتی می‌باشد، برداشت گردید. همچنین کانی کالکوپیریت در محل مشاهده شد که بر این اساس باید در نتایج آنالیز این نمونه انتظار مقادیر قابل ملاحظه‌ای از مس را داشت. نتایج آنالیز شیمیایی مقادیر بالای عناصر Ba (877 ppm), Zn (667 ppm), Sb (3768.42 ppm), Mo (100.18 ppm), Cu(35707 ppm), As(2463 ppm), Pb (113 ppm) را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که این نمونه بالاترین مقدار آرسنیک، آنتیموان را در برگه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ چوپانان به خود اختصاص داده است. همچنین نتایج آنالیز شیمیایی مقادیر چندانی را برای نمونه‌ی CL-459-3 نشان نمی‌دهد.

برپایه‌ی مطالعه‌ی میکروسکوپی نمونه‌ی CP-459-2، نمونه‌ی مذبور از یک رگه کانه‌دار به ضخامت ۱/۲-۰/۸ سانتی متر تشکیل شده است. این رگه حاوی بالغ بر ۱۰ درصد کالکوپیریت می‌باشد. بخش عمده‌ی رگه از هیدروکسیدهای آهن با بافت قشرگون تشکیل شده است (تصاویر ۵-۲۱ و ۵-۲۲). کانه اصلی مشاهده شده در این مقطع کالکوپیریت است که خرد شده و بافت کاتاکلاستیک دارد. کالکوپیریت، تحت تأثیر فرایند هوازدگی، بطور بخشی و یا کامل از حواشی کانه و مرز شکستگی‌ها توسط هیدروکسیدهای آهن و به مقدار کمتر توسط کالکوسیت و کولیت جانشین شده است (تصویر ۵-۲۱). در مقطع، آناری از کانه‌های شکل‌دار (پیریت) در اندازه‌های ۱۲۰-۳۰ میکرون مشاهده می‌شود که تماماً به ترکیبات هیدروکسیدی آهن تبدیل شده است (تصویر ۵-۲۳). در سنگ میزبان رگه کانه‌دار، تنها آغشتگی‌هایی از ترکیبات هیدروکسیدی آهن با منشأ نامشخص مشاهده شده است.



تصویر ۵-۲۱- مقطع CP-459-2، دگرسانی کالکوپیریت (cpy)، به کالکوسیت و کولیت (cc+cv). بخش‌های تیره رنگ با

بافت فشرگون، در مرکز شکستگی‌ها ترکیبات هیدروکسیدی آهن می‌باشد.



تصویر ۵-۲۲- مقطع CP-459-2، ترکیبات هیدروکسیدی آهن با بافت فشرگون (crustified)





تصویر ۵-۲۳- مقطع CP-459-2، پیریت ( کانی شکل دار در وسط تصویر)، به طور کامل توسط ترکیبات هیدروکسیدی آهن جانشین شده است.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-464 که جهت کنترل ناهنجاری طلا و مس در نظر گرفته شده بود، نمونه‌ی کانی سنگین CH-464 از یک گسل خوردگی درون سنگ‌های آهکی به شدت برشی شده و حاوی اکسیدهای آهن هماتیتی و لیموتیتی برداشت گردید. جهت گسل مزبور شرقی-غربی بوده و حدوداً عمود بر جهت آبراهه می باشد. توده نفوذی داسیتی و ریولیتی نیز در نزدیکی محل گسل و نمونه برداری مشاهده می‌شود. مطالعات کانی سنگین، کانی خاصی را نشان نداده است.

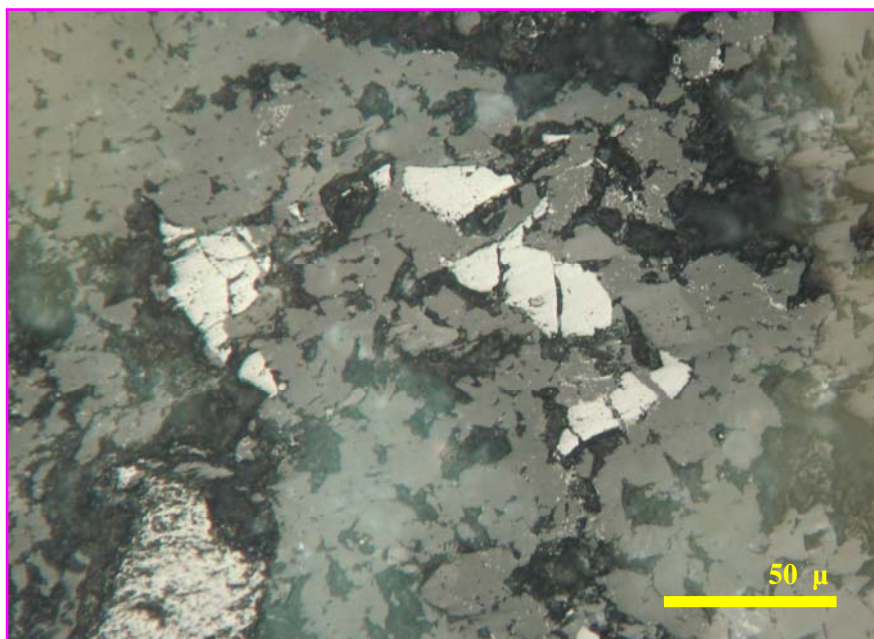
از محدوده‌ی حوضه‌ی CG-470 که دارای آنومالی طلا و کانی سنگین پوئلیت<sup>۱</sup> بود، نمونه‌ی کانی سنگین CH-470 برداشت شد که حاوی آهک و ماسه سنگ فراوان در سطح آبراهه می‌باشد. براساس نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین، کانی خاصی در این نمونه مشاهده نشد.

از محدوده‌ی حوضه‌ی CG-472 که دارای کانی سنگین پوئلیت بود، نمونه‌ی کانی سنگین CH-472 برداشت شد که در سطح آبراهه دارای آهک و رگه و رگچه‌ی سیلیسی و لیمونیتی است. به علت عدم رخنمون سنگی و عدم مشاهده شاهد کانی سازی، نمونه کانی سنگین در یک کیلومتر بالاتر برداشت گردید. به نظر می‌رسد که منشأ آنومالی، به صورت پلاسری می‌باشد. مطالعات کانی سنگین نیز، کانی خاصی را نشان نداد.

با بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-474 که دارای آنومالی مس و سرب بود، مشخص گردید که این حوضه از از آندزیت‌ها و سنگ آهک‌های تازه فاقد کانی‌زایی تشکیل گردیده است. بنابراین نمونه سنگی از آن برداشت نگردیده و نمونه‌ی CH-474 به صورت کانی سنگین برداشت گردید. براساس مطالعات کانی‌سنگین، این نمونه دارای کانی‌های اسفالریت، اسمیت زونیت، سروزیت، گالن، میمیتیت، سرب خالص، باریت و الکتروم می‌باشد.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-475 که دارای آنومالی عنصر طلا و کانی‌های سنگین گالن، سروزیت، سرب خالص، اسمیت زونیت و اسفالریت بود نمونه‌ی سنگی CL-475 و نمونه‌ی CP-475 جهت مطالعات کانه نگاری برداشت گردید. نتایج آنالیز شیمیایی مقادیر (Cu (177 ppm), Co (928 ppm), Cr (1424 ppm), As (474 ppm), Sb (61.76 ppm) را نشان می‌دهد.

نمونه‌ی CP-475 شدیداً تحت تأثیر فرایند اکسیداسیون حاصل از هوازدگی قرار گرفته است به طوری که در مقطع، اثری از کانه‌های سولفیدی اولیه باقی نمانده است ولی بر اساس شکل و هابیت کانه‌هایی که توسط ترکیبات هیدروکسیدی آهن جانشین شده اند، به نظر می‌رسد منشأ اغلب این ترکیبات، پیریت با فراوانی کمتر از دهم درصد بوده است که تحت فرایندهای هوازدگی، به طور کامل توسط هیدروکسیدهای آهن جانشین شده اند (تصویر ۵-۲۴).



تصویر ۵-۲۴- مقطع CP-475، جانشینی کامل ترکیبات هیدروکسیدی آهن به جای کانه‌های سولفیدی (احتمالاً پیریت)

جهت بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-476 که دارای آنومالی طلا، روی، کبالت، مس و سرب بود، نمونه‌ی CL-476 برداشت گردید. نتایج آنالیز شیمیایی مقادیر  $Zn (3077 \text{ ppm})$ ,  $Ba (6188 \text{ ppm})$ ,  $Cu (110 \text{ ppm})$ ,  $Mo (28.3 \text{ ppm})$  را نشان می‌دهد. این نمونه دارای بالاترین عیار روی در بر گه ی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ چوپانان است.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-483 که دارای آنومالی‌های عناصر طلا، آرسنیک، سرب و روی و مس بود، دو نمونه‌ی CL-483 و CL-483-2 برداشت گردید. نتایج آنالیز شیمیایی برای نمونه‌ی CL-483 مقادیر  $As (471 \text{ ppm})$ ,  $Ba (2712 \text{ ppm})$ ,  $Cu (164 \text{ ppm})$ ,  $Mo (38.21 \text{ ppm})$ ,  $Pb (100 \text{ ppm})$  را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز برای نمونه‌ی CL-483-2 برابر  $Ba (555 \text{ ppm})$ ,  $Co (12406 \text{ ppm})$ ,  $Mo (48.02 \text{ ppm})$ ,  $Zn (2418 \text{ ppm})$  می‌باشد.

جهت بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-493 که دارای آنومالی کانی‌های سنگین سرب خالص و پوئلیت بود، دو نمونه‌ی CL-493, CH-493 برداشت گردید. در بالادست نمونه‌ی CL-493 سنگ آهک و گسل مشاهده می‌شود که نمونه‌ی مذکور از آنجا برداشت گردید. نمونه‌ی کانی سنگین آن نیز از یک آبراهه که به سمت جنوب شرقی منشعب می‌شود برداشت شد. نتایج آنالیز شیمیایی و مطالعات کانی سنگین مقادیر چندانی را برای عناصر و کانی‌های باارزش گزارش نکرد.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-498 که دارای آنومالی کانی‌های سنگین سروریت، گالن و اسمیت زونیت بود، دو نمونه‌ی CH-499 و CH-500 برداشت گردید. این حوضه دارای رخنمون آهک در پایین جاده می‌باشد که در ظاهر فاقد کانی سازی است. براساس مطالعات کانی سنگین، نمونه‌ی CH-499 دارای کانی‌های اسفالریت، اسمیت زونیت، گالن، سرب خالص، ماسیکوت، سروریت، میمیتیت و پیرومورفیت و نمونه‌ی CH-500 دارای کانی‌های اسمیت زونیت، گالن، سروریت و میمیتیت می‌باشد.

جهت بررسی حوضه‌ی نمونه‌ی CG-504 که دارای آنومالی عناصر منگنز، طلا، آرسنیک، کبالت، مس و مولیبدن بود، دو نمونه‌ی CL-504 و CH-504 از محلی که سنگ‌های بالادست آن سنگ آهک و شیسست و داخل آهک یک گسل که کانه‌های اکسید آهن و منگنز در آن دیده می‌شود، برداشت شد (تصویر ۵-۲۵). براساس نتایج آنالیز شیمیایی مقادیر برخی عناصر برابر  $Ba (1100 \text{ ppm})$ ,  $Mo (25.13 \text{ ppm})$ ,  $Sb (16.42 \text{ ppm})$  است. همچنین مطالعات کانی سنگین، کانی‌های سروریت، گالن، میمیتیت و اسمیت زونیت را نشان می‌دهد.



تصویر ۵-۲۵- نمایی از مکان برداشت نمونه‌ی CL-504 در داخل سنگ آهک و شیست که دارای کانه‌های اکسید آهن می‌باشد.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-510 که دارای آنومالی‌های عناصر سرب، کبالت، مس و مولیبدن بود، نمونه‌ی CH-510-1 و CH-510-2 از دو شاخه فرعی آبراهه‌ای که از آهک و شیست تشکیل شده است، برداشت شد. نتایج مطالعات کانی سنگین، کانی سنگین خاصی به جز باریت را نشان نداد.

جهت بررسی حوضه‌ی نمونه CG-517 که دارای آنومالی کانی‌های سنگین گالن، سرروزیت و اسمیت زونیت بود، نمونه‌ی CL-517 از یک زون سیلیسی با کانه‌های اکسید آهن و کانی‌های مافیک برداشت شد (تصویر ۵-۲۶) که نتایج آنالیز شیمیایی بیانگر مقادیر چندانی برای عنصری خاص نیست.



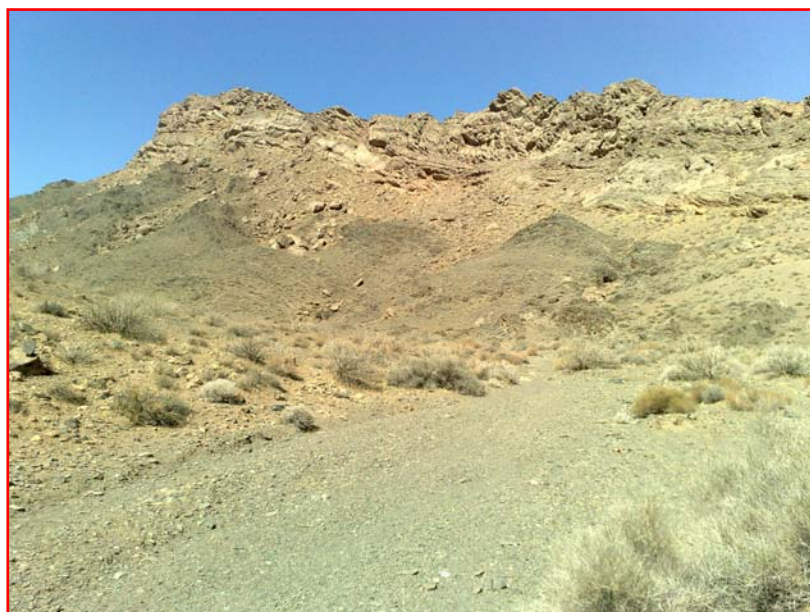
تصویر ۵-۲۶- نمایی از زون سیلیسی دارای کانه‌های اکسید آهن و کانی‌های مافیک که نمونه‌ی CL-517 از آن برداشت شده است.

جهت بررسی حوضه‌ی نمونه CG-519 که دارای آنومالی کانی‌های سنگین گالن، سروزیت و اسمیت زونیت بود، نمونه‌ی CL-519 از یک واحد آهکی و شیلی که رگه‌های سیلیسی متعدد در آنها وجود دارد و حتی در برخی از رگه‌ها اکسیدهای آهن و منگنز و احتمالاً کانه‌های سولفوری سرب و روی دیده می‌شود، برداشت گردید (تصویر ۵-۲۷). نتایج آنالیز شیمیایی بیانگر مقادیر (162 ppm) Cu, (21.08 ppm) Mo می‌باشد.



تصویر ۵-۲۷- نمایی از واحد آهکی و شیلی که دارای رگه‌های سیلیسی و اکسیدهای آهن است که نمونه‌ی CL-519 از آن برداشت شده است.

از حوضه‌ی نمونه‌ی CG-523 که به جهت آنومالی سرب در مرحله اول متمایز گردید، نمونه‌ی CH-523 از مکانی با سنگ‌های بالا دست آهک و شیسیت که هیچگونه آثار کانی سازی به جز اکسید های ثانویه در آن دیده نمی‌شود برداشت گردید (تصویر ۵-۲۸). با توجه به مطالعات کانی سنگین، نمونه‌ی مذکور دارای کانی‌های سنگین، اسفالریت، اسیت زونیت، گالن، سرب خالص، ماسیکوت و سروزیت می‌باشد.



تصویر ۵-۲۸- نمایی از واحد آهکی و شیستی که نمونه‌ی CH-523 از آن برداشت شده است. دید به سمت غرب

جدول ۵-۱۱- نتیجه مطالعات نمونه‌ی کانی‌سنگین برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی از ورقه‌ی الله آباد.

Sample	X	Y	Magnetite	Apatite	Zircon	Rutile	Sphene	Leucosane	Carbonates	Celestite	Barite	Limonite	Nigrine	Pyrite	Pyritelimonite
CH-464	233105	3710449	186.48	0.80	2.34	0.04	—	—	5.42	0.04	0.05	1.14	—	—	0.04
CH-470	233035	3714673	354.31	17.17	4.21	0.08	—	—	2.44	—	—	0.07	—	—	0.08
CH-472	233740	3715768	124.32	6.36	1.31	0.03	—	—	2.17	—	—	—	—	—	—
CH-474	234448	3713092	1077.44	24.80	24.34	0.22	0.18	—	28.18	0.21	11.70	—	—	0.26	—
CH-493	238605	3715678	9.95	0.25	0.37	—	—	—	1.08	0.10	0.00	0.09	—	—	—
CH-499	239940	3717695	111.89	1.27	1.87	0.03	—	0.03	8.67	1.58	10.80	0.03	0.03	—	—
CH-500	240856	3718106	124.32	1.27	2.81	0.10	—	0.03	3.25	0.16	0.90	1.06	—	—	0.04
CH-504	240596	3715678	46.62	0.80	1.64	0.04	—	—	6.78	0.12	0.68	0.04	—	—	—
CH-510-1	242172	3716999	78.74	1.53	0.37	0.07	—	—	15.18	31.68	0.36	0.06	—	—	0.07
CH-510-2	242272	3717113	82.88	1.27	1.12	0.07	—	0.06	8.67	9.50	0.07	2.74	—	—	—
CH-523	241978	3712513	37.30	0.57	0.56	0.03	—	—	4.88	—	8.10	0.02	—	0.03	0.03

Sample	X	Y	Sphalerite	Cerussite	Galena	Marite	Mimetite	Maciquire	Pyromorphite	Nativelead	Electrum	Hemantite	Goethite	FQ	Smithsonite
CH-464	233105	3710449	—	—	—	—	—	—	—	—	—	173.58	7.92	5.70	—
CH-470	233035	3714673	—	—	—	0.09	—	—	—	—	—	340.85	2.38	5.13	—
CH-472	233740	3715768	—	—	—	0.04	—	—	—	—	—	176.74	0.04	2.28	—
CH-474	234448	3713092	0.42	102.18	39.00	39.00	1.01	—	—	1.95	0.05	1230.84	—	7.41	22.72
CH-493	238605	3715678	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15.15	0.42	0.46	—
CH-499	239940	3717695	0.06	1.05	0.90	0.04	0.26	0.16	0.11	0.06	—	126.24	2.11	2.28	0.24
CH-500	240856	3718106	—	0.31	0.24	1.40	0.16	—	—	—	—	147.28	4.93	2.85	0.10
CH-504	240596	3715678	—	0.20	0.15	0.05	0.13	—	—	—	—	189.36	1.98	4.28	0.09
CH-510-1	242172	3716999	—	—	—	0.08	—	—	—	—	—	336.64	2.82	4.56	—
CH-510-2	242272	3717113	—	—	—	0.08	—	—	—	—	—	378.72	6.34	3.42	—
CH-523	241978	3712513	0.02	5.90	4.50	—	—	0.32	—	0.09	—	11.05	—	1.71	0.79

Sample	X	Y	Anphibols	Pyroxens	Biotite	Epidots	Garnets	Chlorite	Pyriteoxide	Ilmenite	Sericite	Schist	Jarosite	Alreadsilicate
CH-464	233105	3710449	3.84	35.20	0.90	2.04	0.04	0.03	2.70	—	0.03	17.10	0.03	21.60
CH-470	233035	3714673	3.46	57.60	0.05	11.02	0.07	—	9.72	—	1.49	15.39	—	34.02
CH-472	233740	3715768	0.90	8.96	—	1.90	0.03	0.02	37.80	—	0.02	0.80	—	15.12
CH-474	234448	3713092	—	16.64	—	0.18	0.20	—	35.10	0.24	—	—	—	3.51
CH-493	238605	3715678	0.08	5.63	—	0.08	—	—	0.22	—	—	—	—	0.86
CH-499	239940	3717695	0.77	61.44	—	3.26	1.87	0.02	4.32	—	0.02	0.68	—	6.48
CH-500	240856	3718106	—	17.92	—	0.95	0.03	0.02	75.60	—	—	0.02	—	0.65
CH-504	240596	3715678	0.03	17.60	0.03	0.03	—	0.03	162.00	—	4.95	25.65	—	1.35
CH-510-1	242172	3716999	—	15.36	—	0.05	—	—	201.60	—	0.04	7.30	—	3.46
CH-510-2	242272	3717113	0.05	9.22	—	2.45	—	0.05	194.40	—	3.96	41.04	—	1.94
CH-523	241978	3712513	0.67	18.24	—	0.02	—	0.02	5.67	—	3.47	83.79	—	17.82

## فصل پنجم: کنترل آنومالی و تعیین ممدوده‌های امیدبش نهایی

جدول ۵-۱۲- نتیجه آنالیز ژئوشیمیایی نمونه‌های سنگی ورقه‌ای ..... الله آباد

Analyte	Unit	X	Y	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	La	Li	Mn	Mg	
				ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Method	DL	X	Y	PM-01	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02
				1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.1	0.5	2	0.2	0.2	0.1	1	1	1	0.5	1	1	1	1
CL-447		222671	3708321	1	72135	70224	31739	31117	11924	17194	0.25	17.3	690	2.59	0.36	0.27	70	483	76	2.8	76	40	29	681	3.81	
CL-456-1		229662	3710894	1	3844	27355	30882	1217	2451	416	0.18	50	145	0.33	0.34	0.28	7	246	32	2.6	15	5	8	861	8	
CL-456-2		229662	3710894	1	20222	184349	63324	7957	32843	2088	0.23	9.6	1283	1.27	0.42	3.86	24	1018	46	3.4	11	15	10	3576	1.38	
CL-458-1		232024	3710096	0.75	4202	81201	40342	471	43823	406	0.24	89.1	60	0.51	0.32	0.28	1	1501	1658	2.3	10	2	15	777	1.1	
CL-458-4		232064	3710076	0.75	4611	164726	37691	1018	39439	319	0.25	29.6	141	0.44	0.34	0.27	4	1129	1656	2.1	8	3	7	1536	1.02	
CL-459-1		232240	3710208	0.75	69545	34178	21686	69985	4531	2809	2.01	2463	877	2.32	0.35	28.73	48	341	49	2.5	35707	25	18	604	1001.8	
CL-459-3		232240	3710208	1	21934	201233	15866	9744	16828	747	0.27	24.8	813	1.13	0.31	0.67	23	332	32	3	91	12	26	777	1.13	
CL-475		235292	3711541	0.75	3641	129927	27117	1398	34690	324	0.24	47.4	74	0.35	0.33	1.52	2	928	1424	2.3	177	2	18	1821	1	
CL-476		235689	3711117	0.75	18270	76684	38627	2496	19705	12500	0.23	27.8	6188	0.42	0.34	44.48	14	494	148	1.8	110	9	10	2525	28.3	
CL-483		237213	3712355	0.75	5480	27705	66825	3190	1397	1100	3.18	47.1	2712	0.64	0.38	0.66	20	617	71	2.4	164	10	20	85	38.21	
CL-483-2		237815	3710842	0.75	9151	182412	7824	3709	37663	4744	3.18	25.6	555	0.48	0.29	3.28	12	12406	31	2.9	61	7	9	42913	48.02	
CL-493		238469	3715601	0.75	3835	333198	1902	1072	2084	241	0.3	17.5	367	0.34	0.31	1.66	9	186	8	2.7	10	6	3	111	1.05	
CL-504		240095	3715317	1	61119	5866	37745	25870	9587	61848	1.13	32.9	1100	1.54	0.39	0.28	53	305	98	2.5	21	27	35	166	25.13	
CL-517		241996	3714918	0.75	12585	127097	47860	2980	2602	933	0.21	29.6	131	0.33	0.38	0.28	10	456	20	2.4	97	5	16	301	10.43	
CL-519		242238	3715079	1	14753	176351	22353	1715	2253	469	1.2	14.4	156	0.63	0.32	0.28	9	305	43	1.8	162	5	13	32	21.08	

Analyte	Unit	X	Y	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Method	DL	X	Y	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02	ME-02
				1	1	10	1	1	50	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2	0.1	0.5	10	0.2	0.5	2	0.5	0.5	0.5	0.2
CL-447		222671	3708321	19	33	1610	27	97	290	644	10.9	2.9	760	0.16	14.3	3431	1.01	4.6	113	1.55	18	2.2	67	252	
CL-456-1		229686	3710867	4	31	130	19	64	234	147	1.1	2.7	80	0.15	4.5	120	1.16	4.8	16	1.56	7	0.8	32	54	
CL-456-2		229662	3710894	28	60	240	50	39	752	9.98	1.2	2.9	395	0.18	11.1	560	0.88	4.6	196	5.9	20	2.4	504	61	
CL-458-1		232024	3710096	28	1576	80	9	33	271	6.19	5.6	2.7	240	0.16	4.3	47	1.15	4.4	24	1.49	1	0.7	69	49	
CL-458-4		232064	3710076	27	910	157	26	52	434	1.5	5.5	2.6	283	0.15	5.1	66	1.06	4.8	29	1.54	2	1.1	107	47	
CL-459-1		232240	3710208	3	19	1460	113	212	232	376842	6.7	2.8	311	0.16	13	2348	1.12	5.4	103	1.64	15	1.7	667	211	
CL-459-3		232240	3710208	15	22	290	51	73	345	12.84	4.8	2.8	356	0.15	9.2	920	1.13	3.9	79	1.63	13	2	47	74	
CL-475		235292	3711541	23	682	74	8	44	143	61.76	5.5	2.7	349	0.15	4.4	47	1.09	4.3	26	1.53	2	0.8	78	44	
CL-476		235689	3711117	17	118	1004	29	51	2471	141	4	2.8	1304	0.15	35.8	352	1	4.8	107	27.46	10	1.5	3077	65	
CL-483		237213	3712355	6	111	804	100	48	2733	13.33	1	2.9	379	0.17	18.1	316	1.09	4.6	146	1.59	9	1.3	63	73	
CL-483-2		237815	3710842	28	1742	191	59	55	1243	141	2.1	2.8	740	0.15	10.5	527	<0.2	4.4	46	18.78	11	1.6	2418	67	
CL-493		238469	3715601	5	5	85	21	53	309	1.38	1.2	2.9	824	0.14	5	164	1.2	3.9	16	1.49	4	1.9	42	47	
CL-504		240095	3715317	23	19	840	27	77	6801	16.42	13.4	3.1	215	0.16	13.5	3870	1.04	6.3	353	1.65	35	3.9	26	210	
CL-517		241996	3714918	5	20	1476	9	33	4593	144	4.6	2.8	403	0.16	4.8	247	1.18	6.7	100	1.59	46	3.1	30	59	
CL-519		242238	3715079	9	66	2234	9	54	810	141	3.2	2.7	2028	0.15	4.9	85	1.18	7	163	1.46	42	5.4	29	59	

نقشه ۵-۴- نمای نزدیک از محل آنومالی نهایی در ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ الله آباد همراه با جانمایی نمونه‌های کانی‌سنگین و سنگی

برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی



### ۵-۳- معرفی آنومالی نهایی

بنابر آنچه که در این فصل شرح داده می‌شود، در ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ چوپانان ۳ محدوده‌ی آنومال و ۴ نقطه‌ی امیدبخش جهت ادامه‌ی عملیات اکتشافی معرفی گردید که به شرح آنها می‌پردازیم (جداول ۵-۱۳ و ۵-۱۴).

آنومالی ورقه‌ی نه آب واقع در شمال شرق ورقه‌ی نه آب با وسعت تقریبی ۳/۵ کیلومتر مربع که بر روی سنگ‌های آندزیتی، داسیتی و آهکی که دارای رگه‌ها و رگچه‌های سیلیسی، اکسید آهنی و باریتی استوک ورکی به همراه دگرسانی‌های آرژلیک قرار دارد. این محدوده برای عناصر مس، روی و باریت قابلیت ادامه کار دارند.

در ورقه‌ی نوق آباد یک محدوده‌ی آنومالی در شمال شرق و یک نقطه‌ی آنومال در شمال غرب به عنوان آنومالی‌های نهایی این ورقه مشخص گردیدند. این محدوده دارای وسعت تقریبی ۲۹ کیلومتر مربع بوده و جهت عناصر سرب و روی، آنتیموان، کبالت، باریت و آرسنیک قابلیت ادامه کار را دارند. این محدوده بر روی سنگ آهک با رگه‌ها و رگچه‌های اکسید آهنی، سیلیسی و باریتی قرار دارند. همچنین محل نمونه‌های CL-300, CL-300-2, CL-300-3 در شمال غرب ورقه‌ی نوق آباد که بر روی سنگ‌های ولکانیکی حد واسط و سنگ آهک قرار گرفته و دارای بالاترین مس (% 7.9) در ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ چوپانان می‌باشد، به عنوان یک نقطه‌ی امیدبخش جهت عناصر سرب، روی، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن و باریت در این برکه در نظر گرفته شده است.

در ورقه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ چوپانان به دلیل پراکندگی نمونه‌های امیدبخش، محدوده‌ای را نمی‌توان برای آنها مشخص نمود. در این ورقه سه نمونه‌ی CL-552, CH-535 و CH-559-1 نتایج امیدبخشی را نشان دادند. نمونه‌ی CL-552 دارای بالاترین مقدار سرب (538 ppm) و مولیبدن (136.73 ppm) در ورقه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ چوپانان می‌باشد. همچنین دارای مس با عیار (% 3.2)، روی، کبالت، آرسنیک و باریت می‌باشد. نمونه‌ی CH-535 به جهت سرب و باریت و نمونه‌ی CH-559-1 به جهت روی، سرب و باریت قابلیت ادامه کار را دارند.

در ورقه‌ی الله آباد یک محدوده‌ی آنومال با وسعت تقریبی ۴۸ کیلومتر مربع مشخص گردید. این محدوده در جنوب تا جنوب شرق ورقه‌ی الله آباد بر روی سنگ‌های ولکانیکی حدواسط، آندزیت، داسیت و سنگ آهک که دارای دگرسانی و رگه‌ها و رگچه‌های سیلیسی و اکسید آهنی است، قرار دارد. محدوده‌ی مشخص شده جهت عناصر مس، سرب، روی و مولیبدن دارای قابلیت ادامه کار می‌باشد.

جدول ۵-۱۳- مشخصات محدوده‌های آنومال در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰ چوپانان

ردیف	نام ورقه	موقعیت تقریبی در ورقه	وسعت تقریبی محدوده (Km <sup>2</sup> )	سنگ شناسی محدوده	نمونه‌های آنومال	عناصر و کانی‌های آنومال در محدوده	عیار ماکزیمم عناصر آنومال (ppm)
۱	نه آب	شمال	۳/۵	سنگ‌های آندزیتی، داسیتی و آهکی دارای رگه‌ها و رگچه‌های سیلیسی، اکسید آهنی و باریتی استوکورکی به همراه دگرسانی آرزلیتی	CI-307-2, CI-309-2, CI-311, CI-310, CI-311-4, CI-311-5, CH-307	مس، روی و باریم، مالاکیت و باریت	Cu (4571), Ba (2100), Zn (143)
۲	نوق آباد	شمال شرق	۲۹	سنگ آهک بارگه‌ها و رگچه‌های اکسید آهنی، سیلیسی و باریتی	CI-34-1, CI-76, CI-80, CH-59, CH-84, CH-86	سرب و روی، باریم و آرسنیک، اسمیت، زونیت، میمتیت، سروزیت، گالن و باریت	Pb (156), Zn (291), Ba (2276), As (502),
۳	الله آباد	جنوب تا جنوب شرق	۴۸	سنگ‌های ولکانیکی حدواسط، آندزیت، داسیت و سنگ آهک دارای دگرسانی و رگه‌ها و رگچه‌های سیلیسی و اکسید آهنی	CI-447, CI-458-4, CI-459-1, CI-475, CI-476, CI-483-2, CI-483, CI-519, CI-504, CH-474, CH-499, CH-500, CH-504, CH-523	مس، سرب، روی و مولیبدن، باریت، اسفالریت، اسمیت زونیت، سروزیت، میمتیت، ماسیکوت، سرب خالص، الکتروم، گالن	Pb (113), Zn (2418), Mo (100.18), Cu (35707)

جدول ۵-۱۴- مشخصات نقاط آنومال در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰۰ چوپانان

ردیف	نام ورقه	موقعیت تقریبی در ورقه	سنگ شناسی محدوده	نمونه‌های آنومال	عناصر آنومال در محدوده	عیار ماکزیمم عناصر آنومال (ppm)
۱	نوق آباد	شمال غرب	سنگ‌های ولکانیکی حد واسط و سنگ آهک	CL-300, CL-300-2, CL-300-3	مس، سرب، روی، آرسنیک، آنتیموان و باریم	Pb (474), Zn (630), Cu (76164), Ba (4636), As (926)
۲	چوپانان	جنوب	سنگ آهک اورگانیک، مارن، گراول استون و ماسه سنگ، ماداستون	CL-552	سرب، مولیبدن، روی، مس، کبالت و آرسنیک	Pb (538), Zn (536), Cu (32966), Mo (136.73), Co (7024), As (442)
۳	چوپانان	جنوب غرب	سنگ آهک رودیست دار و اورگانیک، ماسه سنگ، کنگلومرا، مارن و گراول استون	CH-535	باریت، سرب خالص	-
۴	چوپانان	جنوب شرق	سنگ آهک اوربیتولین دار، گراول استون و کنگلومرا	CH-559-1	اسمیت زونیت، باریت	-



**۵-۴- پیشنهاد**

با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌گردد که بر روی ۴ آنومالی بدست آمده با توجه به وسعت محدوده‌ی آن‌ها عملیات اکتشاف چکشی انجام و در صورت مثبت بودن نتیجه، عملیات تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌شناسی اقتصادی و برداشت نمونه‌های منظم سنگ پیاده گردد. اما برای حوضه نمونه‌ی CH-535, CH-559-1, CL-552, CL-300 پیشنهاد بررسی بیشتر صحرائی و در صورت امکان حفر ترانشه و چاهک و برداشت نمونه‌های آنالیزی می‌گردد. همچنین حوضه بالادست نمونه ۴۴۷ که رخنمون سنگی آن خارج از برگه واقع می‌شود بیشتر مورد بررسی قرار گیرد.