



وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح زمین‌شناسی عمومی (پروژه ژئوشیمی)

پی‌جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۲۵,۰۰۰ در

محدوده اکتشافی ورچه ۱ (استان لرستان)

مجری طرح: مهندس ناصر عابدیان

مجری فنی: مهندس ابراهیم شاهین

ناظر طرح: مهندس حمیدرضا ایزدی - دکتر افشین اکبر پور

مشاور: مهندسین مشاور زرکوه اکتشاف

۱۳۸۸

چکیده

محدوده اکتشافی ورچه (۱) در شمال شهرستان الیگودرز از توابع استان لرستان و در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورچه در مرز استان‌های مرکزی و لرستان واقع شده است. این محدوده براساس نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمی ناحیه‌ای ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورچه، مورد ارزیابی قرار گرفت و جهت ادامه اکتشافات در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ با وسعت ۶۰ کیلومترمربع از طرف سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انتخاب و معرفی گردید.

به طور کلی پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی ورچه دو فعالیت مهم و اصلی را دربر می‌گرفت عملیات صحرایی، فعالیتهای آزمایشگاهی و دفتری. عملیات برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین، بسته‌بندی نمونه‌ها، کنترل مناطق آنومالی‌های تعیین شده و بررسی تکتونیک منطقه از فعالیتهای مهم انجام شده در عملیات صحرایی بود. فعالیتهای مهم آزمایشگاه و دفتری نیز شامل طراحی نمونه‌برداری، آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها، پردازش نتایج آنالیز، تعیین مناطق آنومال و تلفیق کلیه نتایج بدست آمده و در پایان، معرفی محدوده‌های امیدبخش می‌باشد.

بنابراین با توجه به موارد ذکر شده در مرحله اول عملیات صحرایی ۳۴۳ نمونه ژئوشیمیایی رسوب آبراه‌ای و ۷۷ نمونه کانی‌سنگین برداشت گردید. پس از اخذ نتایج آنالیز فایل بندی داده‌های ژئوشیمیایی، جایگزینی داده‌های سنسورد انجام و خطای آنالیز که خطای Au و Sb بیش از حد مجاز بود محاسبه شد. پس از انجام مراحل مذکور پردازش داده‌ها صورت گرفت که بر طبق آن هیستوگرام، باکس پلات و جدول پارامترهای آماری، تعیین ضرایب همبستگی، محاسبه آنالیز فاکتوری برای تمام عناصر انجام گردید.

بر اساس اطلاعات حاصله از نتایج نمونه‌های کانی‌سنگین، از میان ۷۷ نمونه اخذ شده، کانی‌هایی مانند همتایت، گوتیت، لیمونیت، پیریت‌اکسید و قطعات حاصل از سنگ‌های دگرگونه تقریباً در همه نمونه‌ها مشاهده شدند. از کانی‌های مهم نیز می‌توان به عناصر طلا و نقره اشاره کرد؛ که طلا در ۲ نمونه به شماره‌های 318, ZVG-36 با مقادیر ۶ و ۴ ذره و نقره در نمونه ZVG-237 با مقدار 0.03ppm دیده شدند.

با توجه به نتایج حاصل از محاسبات آماری و مرزبندی دامنه تمرکز عناصر، تعداد ۱۲ نقشه تحت نام نقشه‌های آنومالی تهیه شده که هر یک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. دو محدوده آنومالی نتیجه بررسی نقشه‌های آنومالی بود که مهمترین آن، محدوده شماره یک در شمال روستای کندر و محدوده شماره دو آنومالی شرق روستای کندر بود. بررسی حوضه‌های بالادست نمونه‌های ژئوشیمیایی در مرحله کنترل آنومالی باعث کشف چندین رگه بزرگ سیلیسی همراه با کانی‌سازی مس گردید که طول آنها گاهاً به بیش از ۱۰۰ متر و ضخامت تا ۱۰ متر می‌رسد. به منظور بررسی و مطالعات توصیفی رگه‌ها، نمونه‌های مختلفی جهت آنالیز شیمیایی برداشت گردید. با توجه به نتایج آنالیز،

عناصر مس، نقره، طلا، سرب، آهن و به مقدار کمتر روی غنی‌شدگی دارند به نحوی که بیشترین مقدار آن در یکی از نمونه‌های اخذ شده از رگه‌ها به ۵/۵٪ (نمونه شماره ZVR-8 با مختصات ۳۷۱۳۴۳۵ و ۳۸۰۹۰۲) می‌رسد. همچنین کانه‌سازی خوبی از عنصر مس در رگه‌ها دیده می‌شد که شامل کانه‌های مختلفی مانند مالاکیت، آزوریت و کالکوپیریت می‌باشد. بر اساس دانسته‌های فوق، یک منطقه با وسعت ۲/۸۶ کیلومتر مربع در شمال شرق روستای کندر به عنوان منطقه امیدبخش انتخاب و برای ادامه کار اکتشافی معرفی گردید.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تقدیر و تشکر

در راستای انجام طرح پی‌جویی به روش اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱ (واقع در ورچه یکصد هزارم ورچه) افراد مختلفی همکاری داشته‌اند، که بر خود لازم می‌دانیم از این عزیزان تشکر و قدردانی نماییم:

- جناب آقای مهندس عابدیان معاونت محترم اکتشافات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- جناب آقای مهندس شاهین مدیریت محترم خدمات اکتشاف.

- جناب آقای دکتر علیپور معاونت محترم خدمات اکتشاف.

- جناب آقای مهندس ایزدی و دکتر افشین اکبر پور ناظرین محترم پروژه که در تمامی مراحل عملیات صحرایی و دفتری با تجارب ارزنده خویش راهنمایی‌های ارزشمندی در زمینه پیشبرد پروژه و رفع مشکلات آن ارایه نمودند.

مهندسین مشاور زرکوه اکتشاف امید دارد که با اجرای این پروژه توانسته باشد قدمی در راه شناسایی پتانسیل‌های معدنی کشور عزیزمان در استان لرستان برداشته باشد.

مدیریت و کارشناسان

مهندسین مشاور زرکوه اکتشاف

پدیدآورندگان و کارشناسان طرح اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۲۵,۰۰۰ ورچه یک به شرح جدول زیر می‌باشد:

ملاحظات	نام	فاز عملیاتی و اجرایی
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	کاظم قلی‌زاده (مدیر پروژه)	عملیات صحرایی
کارشناس زمین‌شناسی	احمد سامع	
کارشناس زمین‌شناسی	حجت کامور	
کارشناس ارشد مهندسی اکتشاف معدن	سینا صائین	
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	کاظم قلی‌زاده	پردازش داده‌ها، تهیه نقشه‌ها، گزارش و ویرایش
	سمیه بخارایی (مسئول پروژه)	
کارشناس زمین‌شناسی	مریم السادات موسوی	
کارشناس مدیریت صنعتی	پگاه آریایی	اداری
آزمایشگاه زرآزما	آنالیز شیمیایی	آنالیز
	کانی‌سنگین	
کارشناس صنایع	کیهان کوثری	کنترل پروژه

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
فصل اول- کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- اهداف مطالعاتی و روش انجام کار	۲
۳-۱- موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، آب و هوا و راه‌های دسترسی	۲
۴-۱- ژئومورفولوژی محدوده مطالعاتی	۶
۵-۱- مطالعات انجام شده پیشین	۶
۶-۱- زمین‌شناسی عمومی استان لرستان	۷
۱-۶-۱- پهنه سندج - سیرجان	۱۰
۲-۶-۱- پهنه زاگرس	۱۱
۷-۱- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی محدوده اکتشافی	۱۲
ادامه شکل ۱-۳- راهنمای نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ گلیپایگان	۱۴
۱-۷-۱- واحد شیل و ماسه‌سنگی J _s	۱۵
۲-۷-۱- توده گرانیت- گرانودیوریتی J-K _g	۱۶
۸-۱- اطلاعات مربوط به نقشه مغناطیس‌سنجی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰	۱۸
فصل دوم- اکتشافات ژئوشیمیایی و کانی‌های سنگین	۲۱
۱-۲- پیشگفتار	۲۱
۲-۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی	۲۱
۳-۲- نمونه‌برداری	۲۲
۱-۳-۲- انتخاب محیط نمونه‌برداری	۲۲
۲-۳-۲- طراحی شبکه بهینه نمونه‌برداری	۲۳
۳-۳-۲- تعیین نقاط نمونه‌برداری	۲۶
۴-۳-۲- انجام عملیات نمونه‌برداری	۲۶
۳-۲-۳-۱- کارت‌های نمونه‌برداری استاندارد (Sampling Card)	۳۰
۴-۲- نمونه‌برداری ژئوشیمیایی	۳۲
۵-۲- آماده‌سازی نمونه‌ها	۳۴
۶-۲- آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی	۳۸
۱-۶-۲- دقت آنالیز نمونه‌ها	۳۸
۷-۲- پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها	۴۲
۱-۷-۲- مقدمه	۴۲
۲-۷-۲- فایل‌بندی داده‌های خام	۴۲
۳-۷-۲- حذف و جایگزینی داده‌های سنسورد	۴۲
۸-۲- مطالعات آماری تک‌متغیره	۴۴

۴۴	۱-۸-۲- مقدمه
۴۴	۲-۸-۲- پارامترهای آماری داده‌های خام
۴۷	۳-۸-۲- رسم هیستوگرام داده‌های خام
۴۸	۴-۸-۲- جدایش مقادیر خارج از رده
۴۹	۹-۲- نرمال‌سازی داده‌های خام و بررسی پارامترهای آماری داده‌های نرمال
۵۴	۱۰-۲- محاسبه و رسم ضرایب همبستگی عناصر
۵۴	۱-۱۰-۲- مقدمه
۵۵	۱۱-۲- شرح ماتریس ضرایب همبستگی
۵۶	۱-۱۱-۲- مس
۵۶	۲-۱۱-۲- طلا
۵۷	۱۲-۲- تجزیه و تحلیل فاکتوری
۶۶	فصل سوم- تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی و معرفی مناطق آنومال
۶۶	۱-۳- مقدمه
۶۶	۲-۳- تعیین آنومالی‌های ژئوشیمیایی
۶۸	۳-۳- انتشار عناصر در محدوده اکتشافی
۶۸	۱-۳-۳- بررسی آنومالی‌های عنصر طلا
۷۰	۲-۳-۳- بررسی آنومالی‌های عنصر آرسنیک
۷۱	۳-۳-۳- بررسی آنومالی‌های عنصر مس
۷۵	۴-۳-۳- بررسی آنومالی‌های عنصر بیسموت
۷۶	۵-۳-۳- بررسی آنومالی‌های عنصر مولیبدن
۷۹	۶-۳-۳- بررسی آنومالی‌های عنصر سرب
۷۹	۷-۳-۳- بررسی آنومالی‌های عنصر قلع
۸۳	۴-۳- شرح نقشه‌های فاکتوری
۸۳	۱-۴-۳- شرح آنومالی‌های فاکتور اول
۸۳	۲-۴-۳- شرح آنومالی‌های فاکتور چهارم
۸۴	۳-۴-۳- شرح آنومالی‌های فاکتور پنجم
۸۸	۵-۳- شرح نقشه تلفیق
۸۸	۶-۳- معرفی مناطق دارای آنومالی
۹۰	۱-۶-۳- محدوده شماره ۱ (شمال شرق روستای کندر)
۹۰	۲-۶-۳- محدوده شماره ۲ (شرق کندر)
۹۲	۷-۳- اکتشافات کانی سنگین
۹۲	۱-۷-۳- پیشگفتار
۹۲	۲-۷-۳- مطالعه و مکانیزم تشکیل کانی‌های سنگین
۹۴	۳-۷-۳- مطالعات آماری کانی‌های سنگین
۹۴	۱-۳-۷-۳- محاسبه پارامترهای آماری و بررسی اطلاعات آماری

۹۷	..... ۳-۷-۴- روش تهیه نقشه های کانی سنگین
۱۰۱	..... فصل چهارم- مرحله کنترل آنومالی، تعبیر و تفسیر
۱۰۱	..... ۴-۱- مقدمه
۱۰۸	..... ۴-۲- بررسی زونهای کانیزاس
۱۲۲	..... ۴-۳- رابطه آنومالی ها با هاله های دگرسانی
۱۲۵	..... فصل پنجم- معرفی مناطق امیدبخش، نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۲۵	..... ۵-۱- معرفی مناطق امیدبخش
۱۲۵	..... ۵-۱-۱- محدوده امید بخش
۱۲۹	..... ۵-۲- نتیجه گیری
۱۳۱	..... ۵-۳- پیشنهادات
۱۳۳	..... پیوست

پیوست:

۱. نتایج آنالیز و مختصات نمونه های ژئوشیمیایی
۲. هیستوگرام های داده های خام مربوط به نمونه های ژئوشیمیایی
۳. نتایج باکس پلات (مقادیر خارج از رده)
۴. جایگزینی مقادیر خارج از رده
۵. هیستوگرام نمونه ها بعد از نرمال سازی
۶. جدول محاسباتی ضریب همبستگی به روش اسپیرمن داده های نرمال
۷. نتایج آنالیز و مختصات نمونه های کانی سنگین
۸. تصویر نتایج آنالیز های انجام شده با سربرگ آزمایشگاه مربوطه

ضمایم:

۱. نقشه آنومالی های عنصر باریم
۲. نقشه آنومالی های عنصر گوگرد
۳. نقشه آنومالی های عنصر تنگستن
۴. نقشه آنومالی های عنصر روی
۵. نقشه آنومالی های عنصر نیکل
۶. CD گزارش

فهرست جداول

شماره صفحه	عنوان جدول
۳	جدول ۱-۱- مختصات جغرافیایی محدوده مورد مطالعه (طول و عرض جغرافیایی).....
۴	جدول ۱-۲- اطلاعات وضع جوی ایستگاه سینوپتیک مرکز استان از سال تأسیس تا دی ماه ۱۳۸۲.....
۷	جدول ۱-۳- جدول مربوط به نتایج مطالعات پیشین.....
۳۱	جدول ۲-۱- کارت نمونه برداری استاندارد (نمونه‌های ژئوشیمی رسوب آبراهه‌ای).....
۳۳	جدول ۲-۲- تعداد نمونه های پیشنهادی بر اساس شرح خدمات و برداشت شده در مراحل مختلف پروژه.....
۳۸	جدول ۲-۳- مقادیر حد حساسیت و روش آنالیز عناصر.....
۴۰	جدول ۲-۴- لیست نمونه های تکراری.....
۴۰	جدول ۲-۵- نتایج محاسبه خطای نسبی آنالیز در نمونه‌های تکراری.....
۴۳	جدول ۲-۶- عناصر سنسورد شده و مقادیر جایگزین متغیرهای حذفی.....
۴۵	جدول ۲-۷- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام.....
۵۱	جدول ۲-۸- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده ورچه یک.....
۵۷	جدول ۲-۹- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال.....
۵۸	جدول ۲-۱۰- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال.....
۶۱	جدول ۲-۱۱- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال.....
۶۲	جدول ۲-۱۲- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال.....
۶۳	جدول ۲-۱۳- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال.....
۶۴	جدول ۲-۱۴- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال برای عناصر کانسار ساز.....
۷۱	جدول ۳-۱- نتایج بررسی آنومالی های عنصر آرسنیک.....
۷۲	جدول ۳-۲- نتایج بررسی آنومالی های عنصر مس.....
۷۵	جدول ۳-۳- نتایج بررسی آنومالی های عنصر بیسموت.....
۷۶	جدول ۳-۴- نتایج بررسی آنومالی های عنصر مولیبدن.....
۷۹	جدول ۳-۵- نتایج بررسی آنومالی های عنصر سرب.....
۸۰	جدول ۳-۶- نتایج بررسی آنومالی های عنصر قلع.....
۹۴	جدول ۳-۷- پارامترهای آماری داده‌های مربوط به نتایج کانی سنگین.....
۹۸	جدول ۳-۸- مشخصات کانی های سنگین مهم.....
۱۰۳	جدول ۴-۱- لیست نمونه‌های برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی در محدوده ورچه.....
۱۰۶	جدول ۴-۲- تعداد نمونه های پیشنهادی بر اساس شرح خدمات و برداشت شده، در مراحل مختلف پروژه.....
۱۱۲	جدول ۴-۳- نتایج مطالعه نمونه های مقاطع صیقلی ورچه با میکروسکوپ.....
۱۱۷	جدول ۴-۴- نتایج آنالیز برخی از عناصر رگه های سری اول.....
۱۱۹	جدول ۴-۵- نتایج آنالیز برخی از عناصر رگه های سری دوم.....
۱۲۲	جدول ۴-۶- نتایج آنالیز مربوط به سنگ میزبان رگه ها.....
۱۲۳	جدول ۴-۷- نتایج آنالیز نمونه ها به روش XRD.....
۱۲۸	جدول ۵-۱- نتایج آنالیز نمونه ها از محدوده امیدبخش.....

فهرست اشکال

عنوان شکل	شماره صفحه
شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده ورچه و راه‌های دسترسی به آن.....	۵
شکل ۱-۲- زون‌بندی ساختاری محدوده مورد مطالعه (آقنابتی.ع، ۱۳۷۹).....	۹
شکل ۱-۳- قسمتی از نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ گلپایگان همراه با موقعیت محدوده اکتشافی ورچه بر روی آن.....	۱۳
شکل ۲-۱- نمودار خطی (Line chart) میزان خطای نسبی آنالیز در نمونه‌های تکراری.....	۴۱
شکل ۲-۲- هیستوگرام داده‌های خام عناصر طلا و مس.....	۴۸
شکل ۲-۳- نمودار باکس پلات عناصر آرسنیک و کبالت در محدوده ورچه یک.....	۴۹
شکل ۲-۴- هیستوگرام داده‌های نرمال شده عناصر Fe, Cu, Cd, Ba.....	۵۰
شکل ۲-۵- انتخاب تعداد فاکتورهای داده‌های نرمال توسط نمودار صخره‌ای.....	۶۴

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست تصاویر

عنوان تصویر	شماره صفحه
تصویر ۱-۱- رخنمون واحد شیلی ژوراسیک در محدوده اکتشافی ورچه شمال روستای میرانده (دید به سمت شمال غرب).....	۱۵
تصویر ۱-۲- رخنمون رگه سیلیسی دارای کانی سازی مالاکیت و اکسید آهن با ضخامت بیش از ۲۰ متر درون واحد شیلی ژوراسیک (دید به سمت شمال شرق).....	۱۶
تصویر ۱-۳- دورنمایی از معدن سیلیس در غرب روستای لوزدر (دید به سمت جنوب غرب).....	۱۷
تصویر ۱-۲- نحوه برداشت نمونه از رسوبات آبراهه‌ای.....	۲۹
تصویر ۴-۱- نمایی از محدوده شماره یک که ارتفاعات آهکی در انتهای تصویر دیده میشود.....	۱۰۶
تصویر ۴-۲- کانی مالاکیت به صورت بلوری در داخل رگه سیلیسی همراه با اکسیدهای آهن.....	۱۰۷
تصویر ۴-۳- کانی سازی مالاکیت، آزوریت و در داخل رگه سیلیسی و شیت‌ها.....	۱۰۷
تصویر ۴-۴- رگه سیلیسی دارای کانی سازی به ضخامت نزدیک به ۱۰ متر در غرب محدوده شماره ۱ (دید به سمت شمال شرق).....	۱۰۹
تصویر ۴-۵- وجود پیریت‌های شکلدار داخل سیلیس که برخی از آنها اکسید شده اند.....	۱۰۹
تصویر ۴-۶- آثار حفاری‌های قدیمی بر روی رگه دارای کانسیساز مس در غرب محدوده شماره ۱.....	۱۱۰
تصویر ۴-۷- دانه های کوارتز (Qtz) همراه با اکسیدهای آهن و ادخالهای ریزپیریت اکسیده (Ox-Py) (تصویر در نور RI-XPL).....	۱۱۳
تصویر ۴-۸- آغشتگی بخش باطله با مالاکیت و اکسیدهای آهن (تصویر در نور RI-XPL).....	۱۱۳
تصویر ۴-۹- کانی هماتیت و گوتیت با بافت کلوفرمی و جانشینی (تصویر در نور RI-PPL).....	۱۱۴
تصویر ۴-۱۰- کانی هماتیت و گوتیت با بافت کلوفرمی و جانشینی در رگچه‌ها (تصویر در نور RI-PPL).....	۱۱۴
تصویر ۴-۱۱- جانشینی پیریت توسط اکسیدهای آهن (تصویر در نور RI-PPL).....	۱۱۵
تصویر ۴-۱۲- تبدیل کالکوپیریت (Cpy) از حاشیه‌ها به کولیت (Cv) (تصویر در نور RI-PPL).....	۱۱۵
تصویر ۴-۱۳- پراکندگی دانه های کالکوپیریت (Cpy) در داخل متن سیلیسی که از حاشیه‌ها به کولیت (Cv) تبدیل شده‌اند (تصویر در نور RI-PPL).....	۱۱۶
تصویر ۴-۱۴- پراکندگی یکنواخت پیریت در متن نمونه (تصویر در نور RI-PPL).....	۱۲۰
تصویر ۴-۱۵- پرشدگی و آغشتگی بخش باطله با مالاکیت (سبز) و اکسیدهای آهن (تصویر در نور RI-XPL).....	۱۲۰
تصویر ۴-۱۶- رگه سیلیس از نوع دوم با ابعاد تقریبی ۰/۵ در ۱۰ متر فاقد کانسیساز (دید به سمت شمال غرب).....	۱۲۱
تصویر ۴-۱۷- رگه سیلیسی به ضخامت کمتر از ۰/۵ متر در داخل شیت‌ها که در شرق محدوده شماره ۱ واقع شده اند (دید به سمت شمال).....	۱۲۱

فهرست نقشه ها

عنوان نقشه	شماره صفحه
نقشه ۱-۱- نقشه توپوگرافی محدوده مطالعاتی ورچه.....	۸
نقشه ۱-۲- نقشه طراحی نقاط نمونه برداری قبل از عملیات صحرایی.....	۲۵
نقشه ۲-۲- نقشه طراحی نقاط نمونه برداری بعد از عملیات صحرایی.....	۲۷
نقشه ۱-۳- نقشه آنومالی های عنصر طلا.....	۶۹
نقشه ۲-۳- نقشه آنومالی های عنصر آرسنیک.....	۷۳
نقشه ۳-۳- نقشه آنومالی های عنصر مس.....	۷۴
نقشه ۳-۴- نقشه آنومالی های عنصر بیسموت.....	۷۷
نقشه ۳-۵- نقشه آنومالی های عنصر مولیبدن.....	۷۸
نقشه ۳-۶- نقشه آنومالی های عنصر سرب.....	۸۱
نقشه ۳-۷- نقشه آنومالی های عنصر قلع.....	۸۲
نقشه ۳-۸- نقشه آنومالی فاکتور اول.....	۸۵
نقشه ۳-۹- نقشه آنومالی فاکتور چهارم.....	۸۶
نقشه ۳-۱۰- نقشه آنومالی فاکتور پنجم.....	۸۷
نقشه ۳-۱۱- نقشه تلفیقی عناصر در مرحله اول.....	۸۹
نقشه ۳-۱۲- نقشه مناطق امیدبخش در مرحله اول.....	۹۱
نقشه ۳-۱۳- نقشه آنومالی های کانی سنگین.....	۹۹
نقشه ۴-۱- نمونه های برداشت شده جهت عملیات کنترل آنومالی.....	۱۰۲
نقشه ۵-۱- محدوده امید بخش.....	۱۲۷

سازمان زمین شناسی و نقشهنگاری

فصل اول

کلیات

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فصل اول- کلیات

۱-۱- مقدمه

قرارداد پروژه "پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵,۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه (۱) واقع در ورچه یکصد هزارم ورچه" به شماره ۱۴۱۴-۳۰۰ مورخ ۸۷/۳/۱۹ بین سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسین مشاور زرکوه اکتشاف منعقد گردید. برپایه شرح خدمات، دستورالعمل پی جویی و اکتشاف رسوبات آبراهه‌ای برای این پروژه، به صورت زیر می‌باشد:

جمع‌آوری اطلاعات، طراحی نمونه‌برداری، برداشت، آماده‌سازی، تجزیه و مطالعه نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای و کانی‌سنگین، پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین، معرفی مناطق امیدبخش و کنترل آنها و در نهایت تحلیل و تلفیق و ارائه گزارش نهایی.

منطقه مورد مطالعه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، وسعتی برابر با ۶۰ کیلومتر مربع را دربرمی‌گیرد. پس از جمع‌آوری و تهیه اطلاعات اولیه و نقشه‌های پایه‌ای پیش‌نیاز، نقشه طراحی نمونه‌برداری آماده و با تأیید ناظر محترم، عملیات برداشت نمونه‌ها (عملیات صحرائی مرحله اول) آغاز گردید.

در طی مدت نمونه‌برداری تعداد ۳۴۳ نمونه ژئوشیمیایی، ۷۷ نمونه کانی‌سنگین و ۷ نمونه مینرالیزه از نقاط طراحی شده برداشت شد. کلیه نمونه‌ها پس از آماده‌سازی اولیه در کمپ به تهران منتقل شده و با تأیید عملیات نمونه‌برداری توسط ناظر محترم پروژه، جهت آماده‌سازی نهایی و آنالیز به آزمایشگاه زرآرما ارسال گردید.

بخش اول گزارش مشتمل بر کلیاتی چون مقدمه، هدف از مطالعه، موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، آب و هوا، راه‌های دسترسی، اهداف پروژه و روش کار، مطالعات انجام‌شده قبلی و خلاصه زمین‌شناسی منطقه است. فصل دوم گزارش مربوط به اکتشافات ژئوشیمیایی و پردازش داده‌ها و نتایج آنالیز می‌باشد. تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی و معرفی محدوده‌های آنومال در فصل سوم، کنترل آنومالی، تعبیر و تفسیر در فصل چهارم و معرفی محدوده‌های امیدبخش، نتیجه‌گیری و پیشنهادات نیز در فصل پنجم ارائه شده است.

۱-۲- اهداف مطالعاتی و روش انجام کار

در پروژه اکتشاف ژئوشیمیایی، هدف از اکتشاف، تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ به منظور پی‌جویی و ارزیابی درجه اعتبار ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی و ... می‌باشد که در نهایت منجر به معرفی محدوده‌های امیدبخش برای ادامه عملیات زمین‌شناسی و اکتشافی در مقیاس‌های بعدی، غالباً ۱:۵۰۰۰ می‌گردد. یکی از مهمترین اهداف اجراء پروژه در محدوده ورچه یک، کشف و معرفی نقاط پتانسیل‌دار برای کانسارهای مس، مولیبدن، طلا، قلع، تنگستن و دیگر عناصر پاراژنز می‌باشد. به طور عموم پروژه‌های اکتشافی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ می‌تواند علاوه بر کاربردهای اکتشافی، کاربردهای زیست محیطی و کشاورزی را نیز داشته باشد.

روش مورد استفاده با توجه به شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و زمین‌شناسی منطقه، برداشت نمونه‌های رسوبات رودخانه‌ای و آلوویوم، خاک، سنگ، آب، گیاه و ... می‌باشد. هر یک از این روش‌ها با توجه به شرایط محیطی کاربردهای خاصی دارند اما در مناطق کوهستانی (همچون منطقه مورد مطالعه) روش برداشت نمونه از آبراهه‌ها منظور شده است.

از اهداف مهم مطالعه در این پروژه می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تلفیق داده‌های ژئوشیمیایی و کانی‌های سنگین با نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به منظور تعیین محدوده‌های آنومالی و تعیین روابط زایشی با دیگر پدیده‌های زمین‌شناسی.

- بررسی مدل‌های کانی‌سازی با هاله‌های آلتراسیون و واحدهای سنگی براساس اطلاعات بدست آمده از اکتشافات ژئوشیمیایی، به منظور شناخت محدوده‌های پتانسیل‌دار.

- اولویت‌بندی مناطق امیدبخش بر اساس تلفیق کلیه داده‌ها.

۱-۳- موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، آب و هوا و راه‌های دسترسی

محدوده اکتشافی ورچه (۱) در شمال شهرستان الیگودرز از توابع استان لرستان و در ورچه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورچه در مرز استان‌های مرکزی و لرستان واقع شده است (شکل شماره ۱-۱).

مختصات چهارگوش محدوده اکتشافی در سیستم مختصات جهانی UTM در جدول شماره ۱-۱ قابل مشاهده است. استان لرستان با مساحتی برابر ۲۸۳۹۲ کیلومتر مربع یکی از استان‌های غربی کشور می‌باشد و بین مرزهای ۳۲°۳۷' تا ۳۴°۲۲' عرض شمالی از خط استوا و ۴۶°۵۱' و ۵۰°۳۰'

طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. رشته کوه‌های زاگرس بخش اعظم استان را در بر گرفته است. این استان از شمال به استان‌های مرکزی و همدان، از سمت شرق به استان اصفهان، از جنوب به استان خوزستان و از غرب به استان‌های کرمانشاه و ایلام منتهی می‌شود. در بین شهرستان‌های استان، خرم‌آباد با ۶۲۳۳ کیلومتر مربع و ازنا با ۱۲۱۲ کیلومتر مربع به ترتیب بیشترین و کمترین مساحت را دارند. براساس آخرین تقسیمات کشوری (پایان اسفندماه ۱۳۸۷)، این استان دارای ۱۰ شهرستان، ۲۷ بخش، ۲۳ شهر و ۸۲ دهستان می‌باشد؛ مرکز استان خرم‌آباد می‌باشد که ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۲۵ متر است.

جدول ۱-۱- مختصات جغرافیایی محدوده مورد مطالعه (طول و عرض جغرافیایی)

رئوس	A	B	C	D
X	376000	388000	388000	376000
Y	3714000	3714000	3708000	3708000

جمعیت کل استان ۱۷۱۶۵۲۷ نفر می‌باشد که از نظر اقتصادی جمعیت فعال ۵۸۴ هزار نفر، جمعیت شاغل ۴۱۴ هزار نفر و جمعیت بیکار جویای کار ۱۷۰ هزار نفر هستند، بر این اساس میزان اشتغال در سال ۱۳۸۵، ۷۰/۸۹ درصد برآورد شده است. مردم این استان و به ویژه مردم شهرستان الیگودرز به شغل کشاورزی و دامپروری اشتغال دارند. در اطراف شهر الیگودرز تعداد زیادی معادن سنگ‌چینی و گرانیت نیز وجود دارد که یکی دیگر از منابع درآمد مردم این شهرستان را تشکیل می‌دهد. از جمله مراکز جمعیتی مهم که در محدوده اکتشافی واقع شده‌اند می‌توان به روستاهای کاظم‌آباد، کندر و میرانده اشاره نمود (سایت مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کشور-۱۳۸۵).

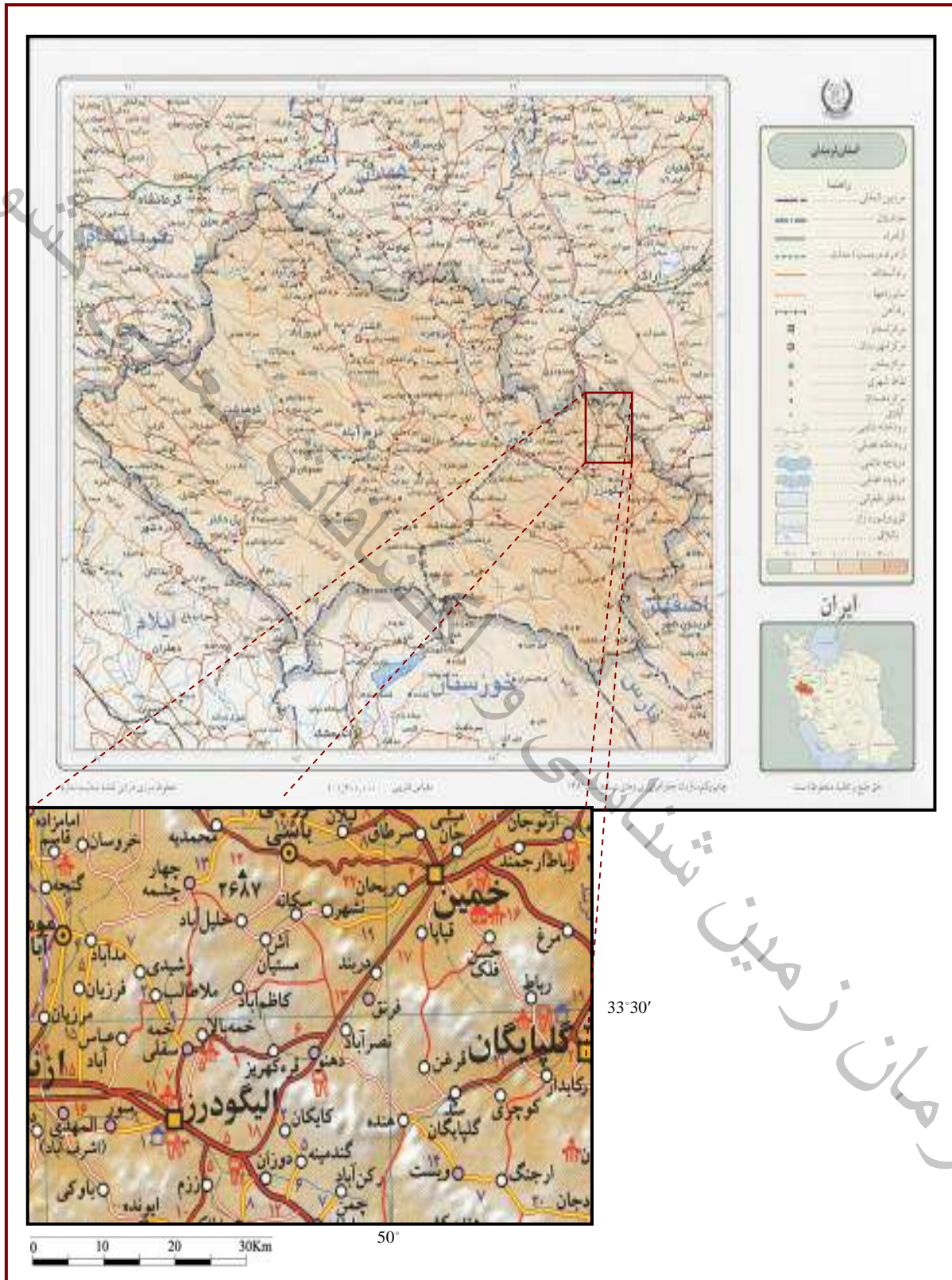
آب و هوای لرستان به علت وقوع شدن در دامنه سلسله جبال زاگرس مرکزی، عمدتاً متأثر از ارتفاع می‌باشد. بلندترین نقطه استان به ارتفاعات اشترانکوه اختصاص دارد که ارتفاع آن از سطح دریا برابر با ۴۰۵۰ متر است. از دیگر ارتفاعات مهم استان می‌توان به سفیدکوه، هشتادپهلوی، کبیرکوه، گرین، مخمل‌کوه، قالی‌کوه و تاف اشاره کرد. هوای مرطوب مدیترانه‌ای پس از برخورد با رشته‌کوه‌های زاگرس به طرف بالا هدایت شده و منجر به بارندگی می‌گردد. آب و هوای استان در ماه‌های گرم سال متأثر از هوای گرم و خشک شبه جزیره عربستان بوده و فاقد بارندگی است؛ ولی در ماه‌های سرد، استان پرباران است. بنابراین تنوع آب و هوایی استان از آب و هوای سرد در شمال و شمال‌غربی شروع و به آب و هوای گرم در جنوب و جنوب‌غربی ختم می‌شود. بارندگی استان اغلب به دوره زمانی آبان تا اردیبهشت ماه اختصاص دارد و با توجه به پوشش گیاهی منطقه، رطوبت نسبی

هوا بالا می‌باشد. وضعیت جوی استان براساس ایستگاه‌های سینوپتیک مرکز استان (خرم‌آباد)، از سال تأسیس تا دی ماه ۱۳۸۲ به شرح جدول شماره ۱-۲ است. به لحاظ توپوگرافی بخش شرقی و شمال شرقی محدوده، ناحیه‌ای مرتفع بوده که بیشترین ارتفاع آن به ۲۶۰۰ متر بالاتر از سطح دریا می‌رسد. از جمله بلندی‌های این محدوده می‌توان از کوه پاپادارسی در بخش شمال شرقی ورچه (۲۳۴۰ متر)، کله‌سیب در بخش شمال (۲۵۲۰ متر)، و کوه مرغا در جنوب محدوده (۲۴۴۰ متر) نام برد.

رودخانه‌های صاحب‌الملک، دره دلبر، دره حیدر، قره‌بلاغ و دره آذگنج نیز از رودخانه‌های مهم منطقه می‌باشند که اکثراً فصلی بوده و به همراه دیگر رودخانه‌ها و مسیل‌های فصلی، شبکه هیدروگرافی متراکم محدوده مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند (نقشه شماره ۱-۱).

جدول ۱-۲- اطلاعات وضع جوی ایستگاه سینوپتیک مرکز استان از سال تأسیس تا دی ماه ۱۳۸۲

درجه حرارت (سانتی‌گراد)	از سال تأسیس تا ۱۳۸۲	۱۳۸۷	بارندگی	از سال تأسیس تا ۱۳۸۲	۱۳۸۷
حداکثر مطلق	۴۷	۴۴/۴	میانگین بارندگی سالانه (mm)	۵۱۰	۳۱۶٫۸
حداقل مطلق	-۱۴٫۶	-۷/۲	حداکثر بارندگی در یکروز (mm)	۷۱	۶۶
متوسط درجه حرارت	۱۷٫۲	۱۷/۶	متوسط رطوبت نسبی (درصد)	۳۵-۶۳	۳۰-۶۲



شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده ورچه و راه‌های دسترسی به آن

۱-۴- ژئومورفولوژی محدوده مطالعاتی

از نگاه جغرافیایی و همچنین از نظر زمین‌شناسی ساختمانی و زون‌های ساختاری به استثناء حاشیه شرقی، بخش عمده استان در ارتفاعات زاگرس قرار دارد که به لحاظ داشتن ذخایر نفتی از دیرباز مورد مطالعه زمین‌شناسان قرار داشته است؛ به همین لحاظ اطلاعات جامعی از زمین‌شناسی و ذخایر نفتی استان در بایگانی مرکز اطلاعات شرکت ملی نفت ایران وجود دارد. در چارچوب پهنه‌های ساختاری ایران، استان لرستان جایگاه بسیار ویژه‌ای دارد بدین معنا که حاشیه شمال شرقی استان بخشی از پهنه دگرگونه سنندج - سیرجان است که نواحی واقع در شمال بروجرد تا جنوب شهرستان دورود را دربردارد. بخش باقی مانده استان گستره‌های مربوط به ارتفاعات زاگرس است. این دو پیکره مورفولوژی یکسان ندارند، ناحیه دگرگونه سنندج - سیرجان بیشتر سیمای تپه‌ماهوری دارد ولی گاهی رخنمون‌های نفوذی جای گرفته به درون سنگ‌ها موجب مورفولوژی خشن و ناهموار می‌گردد.

۱-۵- مطالعات انجام شده پیشین

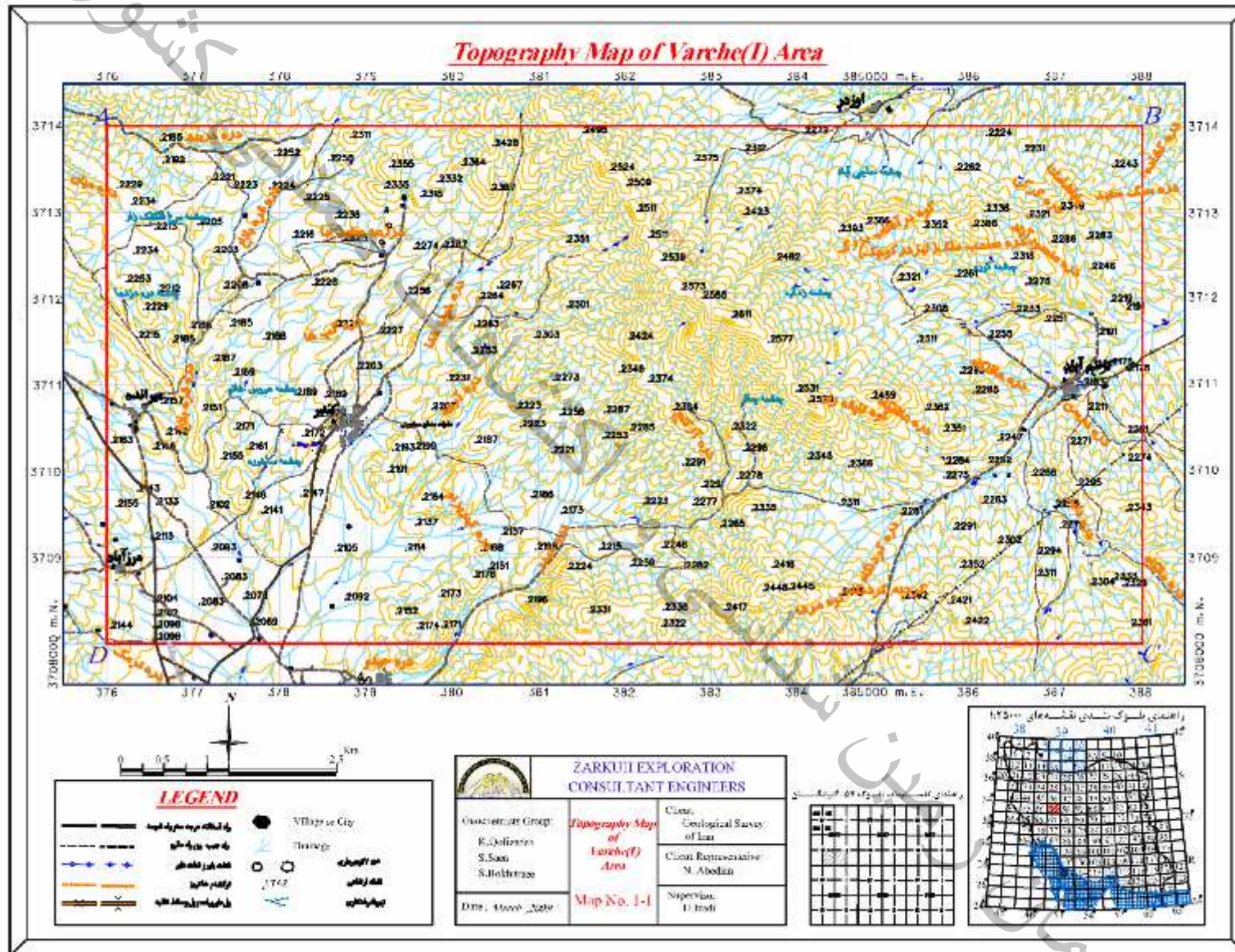
مهم ترین مطالعات اکتشافی صورت گرفته در محدوده اکتشافی ورچه قبل از انجام پروژه مذکور، اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ می‌باشد که در سال ۱۳۷۹ توسط گروه اکتشافات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گردید. در راستای انجام عملیات صحرائی، آنالیز نمونه‌های برداشت شده (۱۲۹۳ نمونه ژئوشیمیایی و ۳۱۶ نمونه کانی‌سنگین)، مطالعه نمونه‌ها، کنترل و بررسی نواحی آنومالی و پردازش کلیه داده‌های بدست آمده، نواحی مستعد کانی‌سازی تعیین شد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده ۷ منطقه به عنوان نواحی آنومالی برای ادامه کار اکتشافی معرفی گردید که پروژه ورچه نیز یکی از این مناطق آنومالی در نظر گرفته شده برای ادامه اکتشاف در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ بود. نتایج حاصل از مطالعات پیشین نشانگر وجود آنومالی‌های درجه یک مس، درجه سه قلع، کبالت، کروم و نیکل در محدوده اکتشافی ورچه ۱ می‌باشد. علاوه بر آنومالی‌های ژئوشیمیایی، کانی‌های کانسارسازی همچون مالاکیت، کالکوپیریت، پیریت، پیریت-اکسید، هماتیت و گوتیت در سرشاخه‌های آبرفتی این محدوده مشاهده می‌گردد که نتایج آنها در جدول ۱-۳ آورده شده‌اند.

جدول ۱-۳- جدول مربوط به نتایج مطالعات پیشین

ردیف	اولویت بندی آنومالی ها	درجه آنومالی	مختصات جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	انطباق آنومالی با ناهنجاری های ژئوشیمیایی و کانی سنگین و ساختارهای زمین شناسی
۱	آنومالی شماره ۱ مس	۱	شمال منطقه (شمال شرق روستای کندر)	4268(25),4257(46), 4259(34),4258(49), 4255(49),4270(30), 4256(42),4269(27)	آنومالی کانی سنگین کانی های پیریت، ایلمنیت، مگنتیت، همی مرفیت، باریت، همتایت، لیمونیت، گوتیت، پیریت-اکسید، پیریت-لیمونیت
۲	آنومالی شماره ۲ مس	۱	شمال غرب منطقه (شمال روستای کندر)	2390(115),2392(39), 2394(42),2395(40), 2391(73)	آنومالی کانی سنگین کانی های مالاکیت، پیریت، مگنتیت، باریت، همتایت، لیمونیت، گوتیت، پیریت-اکسید، پیریت-لیمونیت
۳	آنومالی شماره ۱ قلع	۳	شمال غرب منطقه (شمال روستای میرانده)	2388(<10), 2387(<10)	آنومالی کانی سنگین کانی های مگنتیت، باریت، همتایت، گوتیت، پیریت اکسید
۵	آنومالی شماره ۱ نیکل+کروم+کبالت	۳	غرب منطقه (شمالشرق مرزآباد)	4274(35+90+30), 4273(10+78+<5), 4275(17+90+30)	آنومالی کانی سنگین کانی های ایلمنیت، مگنتیت، باریت، همتایت، لیمونیت، گوتیت، پیریت-اکسید، پیریت-لیمونیت

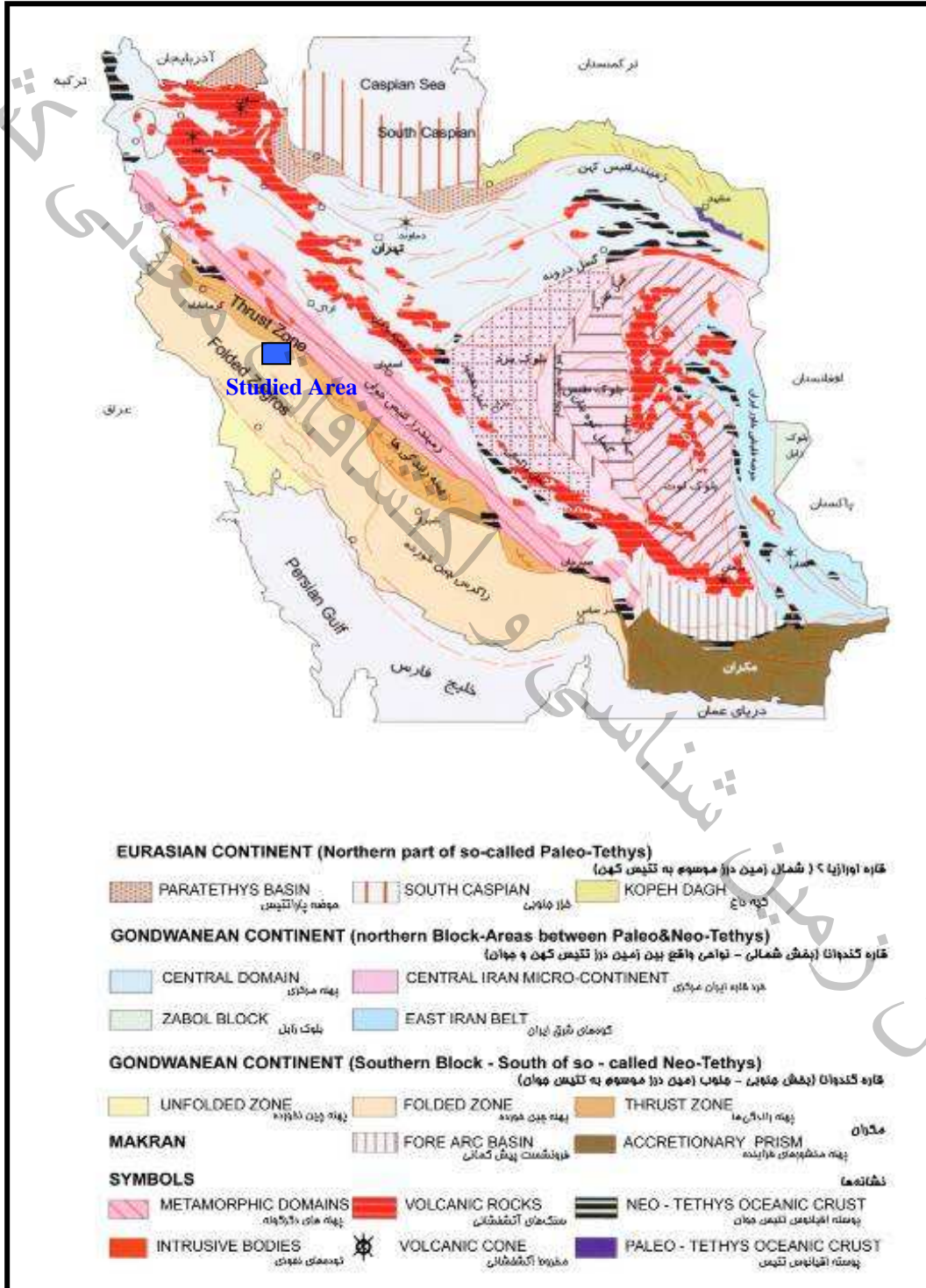
۱-۶- زمین شناسی عمومی استان لرستان

تفاوت ساختار و دگرگونی پدیده های ماگماتیسم - متامورفیسم سبب می گردد که در یک راستای شرقی-غربی بتوان استان لرستان را به دو پهنه با ویژگی های متفاوت تقسیم کرد؛ منطقه مورد بررسی بخشی از ناآرامترین و یا به عبارتی پویاترین پهنه های زمین ساختی ایران است زیرا پدیده های دگرگونی، ماگماتیسم و زمین ساخت مکرر و منطبق بر فازهای تکتونیکی جهان بر آن حاکم است. در پهنه سنندج- سیرجان استان لرستان بیشتر سنگ ها دگرگونه اند که بخش آواری و ریزدانه آنها سیمای تپه ماهوری و براق و سنگ های کربناتی آن اغلب ستیغ ساز و پرتگاهی هستند.



نقشه ۱-۱- نقشه توپوگرافی محدوده مطالعاتی ورچه

پیکره جنوب غربی استان (کوه‌های زاگرس) یک کمربند کوهستانی چین خورده است که بیشترین ارتفاعات را در خود دارد (شکل شماره ۱-۲). اشترانکوه با ارتفاعی برابر با ۴۰۵۰ متر، کوه‌گرین ۳۳۸۸ متر و کوه میش‌پرود ۳۳۷۸ متر از جمله مهمترین و بلندترین چکادهای استان می‌باشند.



شکل ۱-۲- زون‌بندی ساختاری محدوده مورد مطالعه (آقنابتی.ع.، ۱۳۷۹)

۱-۶-۱- پهنه سنندج - سیرجان

در گستره‌های واقع در شرق استان لرستان خاصه‌های ژئومورفولوژیک و پدیده‌های ترمیک و دینامیک شباهت کامل با پهنه دگرگونی سنندج - سیرجان دارد. در نواحی موردنظر که از شمال بروجرد تا جنوب و شرق دورود (منطقه مورد مطالعه در این بخش واقع گردیده) را دربردارند مرفولوژی تپه ماهوری و روند شمال غربی - جنوب شرقی حاکم است. منطقه فوق‌الذکر بخشی از ناآرامترین و به عبارت دیگر پویاترین پهنه‌های زمین‌ساختی ایران است زیرا که پدیده‌های دگرگونی ماگماتیسیم و زمین‌ساخت مکرر و منطبق بر فازهای تکتونیکی جهانی بر آن حاکم است. در بخش سنندج - سیرجان استان لرستان بیشتر سنگ‌ها، دگرگونه‌اند، که در بخش‌های آواری و ریزدانه آنها سیمای تپه‌ماهوری و براق و سنگ‌های کربناتی (دگرگونه و یا نادگرگونه) آن اغلب ستیغ‌ساز و پرتگاهی هستند.

واحدهای سنگ چینه‌ای شرق استان پیوند نزدیکی با رویدادهای تکتونیکی دارند و لذا بررسی آنها در چارچوب واحدهای تکتونواستراتیگرافیک می‌تواند ساده‌تر و گویاتر باشد.

رسوب‌های انباشته شده در پیش‌بوم‌های تریاس بالا-ژوراسیک میانی (سازند شمشک) بخش بزرگی از شمال غربی لرستان را می‌پوشانند که بطور عمده از نوع شیل‌های دگرگونه حاوی لایه‌هایی از سنگ آهک فسیل‌دار است که کلیواژهای اسلیتی و شیسستوزیتی شاخص دارند.

در هورنفلس‌های همجوار با توده‌های نفوذی، رگه‌ها و یا عدسی‌هایی از کوارتز افزوده شده که گاه ارزش اقتصادی دارند (در منطقه مورد مطالعه این رگه‌ها با طول‌های متفاوت در شمال روستاهای کندر و کاظم‌آباد دیده می‌شوند). توده‌های نفوذی جای‌گرفته به درون شیل‌ها و سنگ‌ماسه‌های ژوراسیک بیشتر از نوع گرانیت، گرانودیوریت و دیوریت هستند که ممکن است با گرانیت الوند هم‌ریشه باشند و لذا سن کرتاسه بالا دارند.

سنگ‌های جوانتر از تریاس بالا-ژوراسیک میانی این بخش محدود به ردیف‌های کنگلومرای پلیوسن - کواترنر است که به صورت انباشته‌های بعد از کوهزایی و به هنگام برپایی کوه‌های زاگرس شکل گرفته‌اند. از نگاه تکتونیکی نشانه‌هایی از رویداد کوهزایی سیمیرین پیشین به ویژه سیمیرین میانی در ناحیه مشهود است که در دگرشکلی آن نقش مؤثر داشته‌اند.

شناسایی دگرشکلی‌های ایجاد شده در واحدهای زمین‌شناسی و ارزیابی عوامل مؤثر در این دگرشکلی‌ها بویژه آن دسته از عواملی که امروزه نیز فعال‌اند نشان می‌دهد، بخش شرقی استان لرستان از جمله نواحی لرزه‌خیز است.

۱-۶-۲- پهنه زاگرس

تمام گستره‌های واقع در غرب دشت چالایخولان - سیلاخور تا مرز غربی استان لرستان به واحد ساختاری - رسوبی زاگرس تعلق دارند که به لحاظ طبقه‌بندی ساختاری خود به دو زیرپهنه "زاگرس مرتفع" و "زاگرس چین خورده" قابل تقسیم است.

الف- زیر زون زاگرس مرتفع

نواحی واقع در غرب محور دورود - بروجرد تا شرق شهرستان خرم‌آباد "زاگرس مرتفع" و یا "زاگرس رورانده" نام دارد که بوسیله زون راندگی اصلی به ویژه گسل‌های وابسته (گسل دورود) از نواحی شرقی استان (سنندج - سیرجان) جدا می‌باشد ولی گذر آن به زاگرس چین خورده تقریباً تدریجی است.

در زاگرس مرتفع واحدهای سنگ چینه‌ای روند عمومی شمال غربی - جنوب شرقی دارند ولی عموماً به لحاظ عملکرد تنش‌های ساختاری، دگرشکلی آنها پیچیده است که با روند عمومی زاگرس همسو نیست. ردیف‌های پلاتفرمی - تبخیری پرکامبرین پسین - تریاس میانی فقط در گوشه جنوب شرقی استان (شمال زردکوه) رخنمون دارند. در زاگرس مرتفع الگوی ساختاری حاکم نتیجه عملکرد گسله‌های سراسری، گسله‌های راندگی، راندگی‌های بریده است که حاصل آن راندگی ورقه‌هایی از سنگ‌ها به حجم‌های زیاد از شمال شرق به سمت جنوب غرب است.

ب- زیرزون زاگرس چین خورده

از شرق شهرستان خرم‌آباد تا مرز غربی استان لرستان به عنوان بخشی از کوه‌های زاگرس چین خورده ساختارها از انواع تاقدیس‌ها و ناودیس‌های ممتد و منظم‌اند که با پهنه گسلیده و رانده شده شمال شرقی زاگرس (زاگرس مرتفع) تضاد کامل دارند.

پدیده‌های طبیعی این بخش عموماً کوهساز با ستیغ‌های بلند و دره‌های عمیق است که گاهی دسترسی به بعضی از آنها بسیار دشوار است. سیمای ناهمواری‌های کوهساز هماهنگی کامل با ساختمان‌های زمین‌شناسی دارند به همین رو ناهمواریها به صورت کمان‌های خمیده و ممتداند که راستای شمال غرب - جنوب شرق دارند. افزون بر اشکال کوهساز واحدهای تپه‌ماهوری یکی دیگر از ریخت‌های حاکم بر ناحیه است که بطور عموم حاصل سازند شیلی - مارنی گورپی فلیش‌های سازند امیران، ترادف‌های گچی سازند گچساران و بالاخره نهشته‌های کنگلومرای سازند بختیاری است.

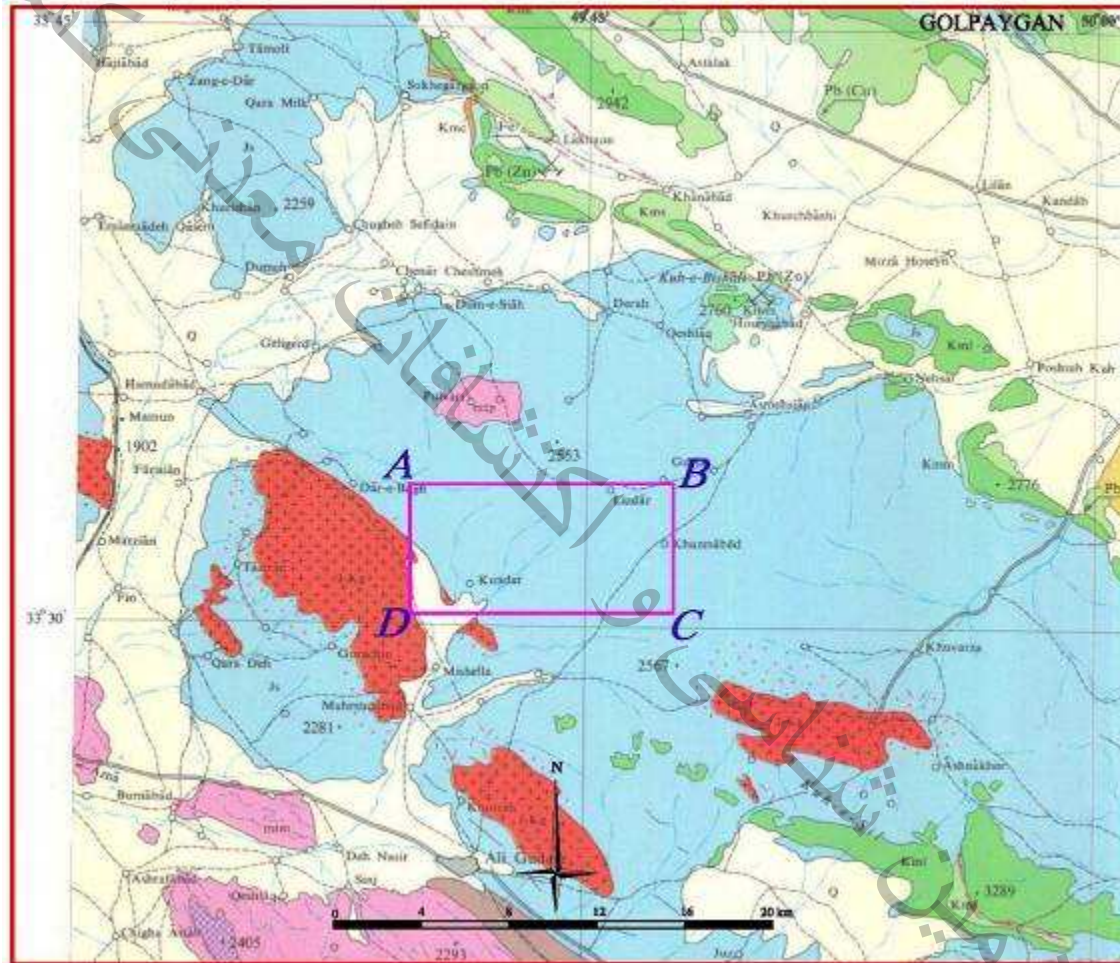
ویژگی‌های لرزه‌خیزی زاگرس همچنان در استان لرستان حاکم است به همین دلیل تکان‌های ضعیف زمین زیاد است؛ ضعف توان لرزه‌خیزی می‌تواند حاصل تعدیل تنش‌ها توسط واحدهای

سنگ‌چینه‌ای شکل‌پذیر باشد. گفتنی است که تجدید فعالیت در شکل‌گیری و یا تغییر شکل سنگ‌های پی، عامل اصلی زمین‌لرزه‌های استان است، ولی باید اذعان داشت که رابطه بین زمین‌لرزه و زمین‌ساخت استان تا اندازه‌ای پیچیده است.

۱-۷- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی محدوده اکتشافی

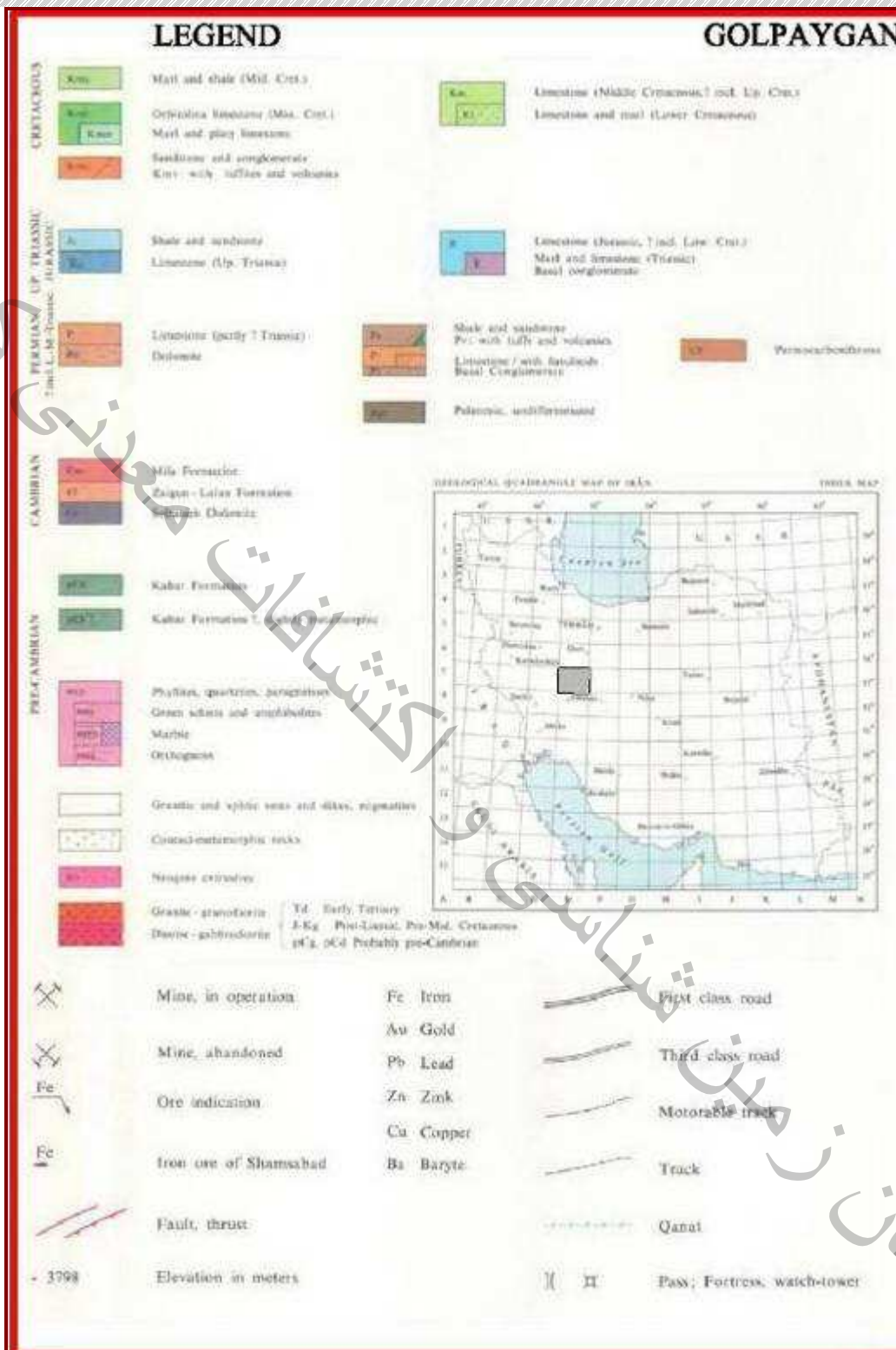
محدوده مورد مطالعه در بخش جنوبی برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورچه واقع شده است. از آنجا که نقشه زمین‌شناسی این برگه هنوز توسط سازمان زمین‌شناسی و سایر ارگان‌های مربوطه تهیه نشده، لذا جهت بررسی زمین‌شناسی محدوده اکتشافی ورچه از نقشه زمین‌شناسی گلپایگان با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ استفاده شد (شکل شماره ۱-۳)؛ ورقه یکصد هزارم ورچه در گوشه شمال‌غربی برگه گلپایگان قرار گرفته است.

با توجه به نقشه زمین‌شناسی گلپایگان محدوده مورد مطالعه در زون سنندج - سیرجان قرار داشته و بیش از ۹۰ درصد از رخنمون‌های سنگی محدوده را توالی‌های شیل و ماسه‌سنگی مربوط به این زون پوشش می‌دهد. تنها در بخش غربی و جنوب‌غربی محدوده چندین رخنمون از توده‌های گرانیتی تا گرانودیوریتی مربوط به کرتاسه آغازی تا میانی قابل مشاهده است.



شکل ۱-۳- قسمتی از نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ گلبایگان همراه با موقعیت محدوده اکتشافی ورچه بر روی آن

سازمان



شماره ۱-۳- راهنمای نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ گلهایگان

۱-۷-۱- واحد شیل و ماسه سنگی J_s

واحد J_s از شیل‌های تیره تا اسلیت و ماسه‌سنگ همراه با میان‌لایه‌هایی از آهک تشکیل شده است. دگرگونی این واحد ناشی از دگرگونی زون سنندج- سیرجان بوده که بیش از ۹۰ درصد رخنمون‌های سنگی محدوده را پوشش می‌دهند (تصویر شماره ۱-۱). معمولاً این سنگ‌ها در سطح هوازده و دارای درخشش هستند. رگه‌های سیلیسی بسیاری نیز در شکستگی‌های این سنگ‌ها دیده می‌شود (تصویر شماره ۱-۲). به طور کلی در محدود مورد مطالعه آثار کانی‌سازی چندانی در این سنگ‌ها دیده نشد، اما در برخی نقاط در رگه‌های سیلیسی نفوذ کرده داخل شیست‌ها و گاه‌ها در حاشیه آنها آثاری از کانی‌سازی مس (مالاکیت) و اکسید آهن قابل مشاهده است. در غرب روستای لوزدر واقع در بخش شمال‌غربی محدوده مورد مطالعه، یکی از رگه‌های سیلیسی با ضخامتی بیش از ۱۰ متر، به عنوان معدن سیلیس در حال استخراج است (تصویر شماره ۱-۳).



تصویر ۱-۱- رخنمون واحد شیلی ژوراسیک در محدوده اکتشافی ورچه شمال روستای میرانده (دید به سمت

شمال‌غرب)

۱-۷-۲- توده گرانیت - گرانودیوریتی J-K_g

سنگ‌های واحد J-K_g به صورت چند توده نفوذی سنگ‌های ژوراسیک را قطع کرده‌اند، اما در مورد سن توده‌ها قطعیتی وجود ندارد. تپله و همکارانش (۱۹۶۸) با توجه به وجود قله‌های از گرانیت‌های مشابه در کنگلومرای کرتاسه پایین، زمان جایگیری آن را پیش از کرتاسه می‌دانند. برو (۱۳۶۹) با مقایسه این گرانیت‌ها با گرانیت الوند در همدان، به سن پالئوسن اعتقاد دارد. باقریان (۱۳۸۰)، با توجه به مطالعات کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی و ژئوشیمی، توده مذکور را از نوع گرانیتوئیدهای نوع S و لارامید معرفی کرده که جنس آن گرانیت، گرانودیوریت و مونزوگرانیت است.



تصویر ۱-۲- رخنمون رگه سیلیسی دارای کانی‌سازی مالاکیت و اکسید آهن با ضخامت بیش از ۲۰ متر درون واحد شیلی ژوراسیک (دید به سمت شمال شرق)

بزرگترین این توده‌ها که در شمال غربی الیگودرز در مسیر جاده الیگودرز به خمین جای دارد، به نام توده دهنو شناخته شده است. بیشتر برونزد این توده‌ها توسط آرن‌های گرانیتی حاصل از دگرسانی خود، پوشیده شده و به زمین‌های زراعی تبدیل شده‌اند. توده دهنو بیضی‌شکل و راستای قطر بزرگ آن تقریباً موازی با روند اصلی زاگرس است؛ لذا می‌توان آنرا نمونه بارزی از توده‌های کشیده در کمربندهای کوهزایی دانست.

بافت اصلی و کلی این سنگ‌ها بیشتر دانه متوسط بوده و کانی‌های اصلی سازنده آن برحسب فراوانی عبارتند از کوارتز، پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکالن، بیوتیت و آمفیبول. با توجه به مجموعه کانی‌های فوق و بافت آن، سنگ در حد گرانیات تا گرانودیوریت می‌باشد. توده‌های نفوذی یاد شده در یک‌سری از رسوبات تخریبی (شیل و ماسه‌سنگ) با سن تریاس بالایی تا ژوراسیک زیرین نفوذ کرده و هاله‌ای از سنگ‌های دگرگونی در حد رخساره اپیدوت-آلبیت هورنفلس که نشان دهنده فشار کم می‌باشد را به وجود آورده است.

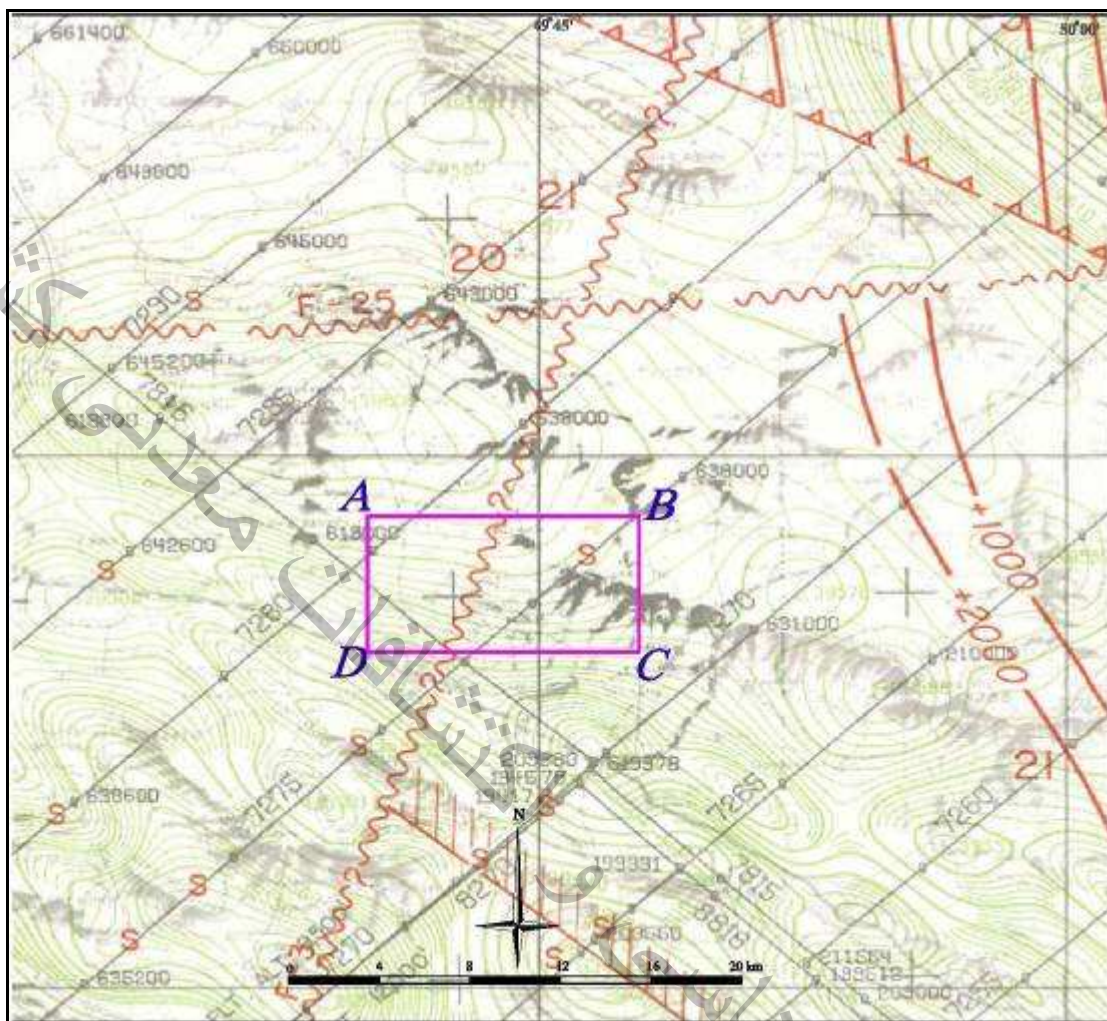


تصویر ۱-۳- دورنمایی از معدن سیلیس در غرب روستای لوزدر (دید به سمت جنوب غرب)

۱-۸- اطلاعات مربوط به نقشه مغناطیس سنجی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰

نقشه مغناطیس سنجی بر گه ۱:۲۵۰,۰۰۰ گلپایگان توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور در سال ۱۹۷۷ تهیه شده است. اساس کار این نقشه ها بر پایه اندازه گیری تغییرات میدان مغناطیسی زمین و شناسایی عمق پی سنگ و وسعت حوضه رسوبی، به خصوص در مناطق بدون کارهای اکتشافی قبلی از اهداف کاوشهای مغناطیسی است. این روش بیشتر به عنوان ابزار اکتشاف و شناسایی مقدماتی ساختارهای زمین شناسی است به طوری که یک برنامه اکتشاف ژئوفیزیکی حداقل در مرحله شناسایی بدون استفاده از روش مغناطیسی به سختی قابل اجرا میباشد. در این روش یک مغناطیس سنج در سطح زمین، هم میدان مغناطیسی زمین و هر مغناطیس محلی ایجاد شده به وسیله سنگهای مغناطیسی را اندازه گیری میکند. سنگ های مختلف شدت مغناطیسی متفاوتی دارند. حساسیت مغناطیسی سنگ های رسوبی خیلی کمتر از سنگ های آذرین است. اندازه گیری های میدان ژئومغناطیسی یک منطقه در نقطه شامل مجموع میدان مغناطیسی طبیعی و مغناطیسی سنگهای آنجاست. پس از کسب اطلاعات، آنها باید پردازش شوند و تأثیر مغناطیسی طبیعی حذف گردد. مقادیر باقیمانده، بازتابی از حساسیت مغناطیسی سنگهای منطقه است. مقادیر به دست آمده معمولاً به شکل نقشه های کانتوری شدت میدان مغناطیسی، نمایش داده میشوند. این نوع نقشه ها ما را قادر به دیدن موقعیت پی سنگ میسازد. گسلها نیز در نقشه های کانتوری شدت مغناطیسی، به وسیله تغییرات ناگهانی در کانتورها شناخته میشوند.

با توجه به نقشه مغناطیسی گلپایگان بیشترین آنومالیاها در بخش شمال مرکزی و جنوب مرکزی نقشه مورد نظر دیده می شوند که به نظر می رسد بیشتر با گسلها مرتبط هستند و تعدادی آنومالی مغناطیسی شدت بالا و پایین وجود دارد که احتمالاً منبعشان در سطح یا نزدیک سطح است. ولی کنتورهای شدت میدان مغناطیسی در محدوده مورد مطالعه دیده نمی شوند که این احتمالاً مربوط به کوچک بودن محدوده و عدم پوشش مناسب آن بوده است که با توجه به مقیاس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ برای برداشتهای محلی گاهاً از دقت کافی برخوردار نیست، و در کل نمی توان در این ناحیه استفاده قابل توجهی از آن نمود (نقشه ۱-۲).



نقشه ۱-۲- محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ ژئوفیزیک هوایی گلپایگان

کشور

معدنی

اكتشافات

فصل دوم

اكتشافات ژئوشیمیایی و

کانی‌های سنگین

و

شناسایی

زمین

سازمان

فصل دوم- اکتشافات ژئوشیمیایی و کانی‌های سنگین

۱-۲- پیشگفتار

سه بخش اساسی ژئوشیمی اکتشافی عبارتند از: نمونه‌برداری، تجزیه نمونه‌ها، داده‌پردازی و تفسیر نتایج. اگر خطایی در تجزیه نمونه‌ها صورت گرفته باشد باید بار دیگر آنرا تکرار و از نو داده‌ها را تفسیر نمود. ولی اگر خطایی در نمونه‌برداری رخ دهد نه فقط باید این مرحله را تکرار کرد بلکه باید تجزیه نمونه‌ها و تفسیر داده‌ها را نیز دوباره انجام داد که در مجموع مخارج زیادی را در برمی‌گیرد؛ بنابراین نمونه‌برداری صحیح از اهمیت خاصی برخوردار است. در نمونه‌برداری حداقل باید سه پارامتر را در نظر داشت:

۱- تعیین بهترین و مناسب‌ترین محیط نمونه‌برداری برای عناصر مورد جستجو؛

۲- طراحی شبکه نمونه‌برداری اپتی‌مم؛

۳- رعایت نکات فنی نمونه‌برداری به منظور برداشت معرف‌ترین نمونه‌ها.

نمونه‌ها باید دقیقاً معرف مواد مورد آزمایش بوده و تعداد نمونه‌ها باید در حدی باشد که نشان‌دهنده کلیه تغییرات ترکیبی منطقه مورد مطالعه باشد. انتخاب نمونه مناسب مستلزم داشتن اطلاع کافی از ماده مورد بررسی و محیط در برگیرنده آنهاست.

چنانچه عوامل فوق‌الذکر در هر پروژه اکتشافی ژئوشیمیایی مورد توجه قرارگیرد، می‌توان انتظار داشت که پروژه با موفقیت قابل توجهی همراه خواهد بود. در این بخش از گزارش ضمن اشاره به اهداف عمومی اکتشافات ژئوشیمیایی، چگونگی و بهینه‌سازی طرح نمونه‌برداری، نحوه نمونه‌برداری، ثبت اطلاعات، آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌ها، پردازش داده‌ها، همبستگی‌ها، انتشار عناصر در محدوده آنومالی‌ها و بسیاری موارد اجرایی مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲-۲- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی

هدف از اکتشافات ژئوشیمیایی در این پروژه، تعیین پتانسیل کانی‌سازی به صورت زون‌های آنومالی در واحدهای مختلف سنگی است که براساس تجزیه نمونه‌های آبراه‌ای طراحی گردیده است.

۲-۳- نمونه برداری

۲-۳-۱- انتخاب محیط نمونه برداری

هدف از بررسی های اکتشافی، تعیین مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می باشد. با در نظر گرفتن وسعت محدوده تحت پوشش، اکتشافات ژئوشیمیایی روش مطالعه هاله های لیتوژئوشیمیایی اولیه نمی تواند مورد استفاده قرار گیرد. لذا محیط های در برگیرنده هاله های ثانویه، تحت پوشش عملیات اکتشافی قرار می گیرند. اساس این مطالعات بر بررسی هاله های پراکنده ثانویه عناصر در محیط های سطحی مانند خاک ها، آبرفت ها، رسوبات رودخانه ای، یخرفت ها، شیب رفت ها و غیره که ضمن هوازگی سوپرژن کانسارها تشکیل می شوند، می باشد. از این رو هاله پراکندگی ثانویه منطقه ایست که در آن تمرکزهای غیرعادی از عناصر معینی که معرف کانی سازی می باشند، وجود دارد. این منطقه شامل مواد سنگی سخت نشده ای است که رخنمون توده ای کانساری و حتی گاهی هاله های اولیه آنها را احاطه و یا می پوشانند.

در ژئوشیمی اکتشافی به روش مطالعه هاله های ثانویه، بررسی رسوبات رودخانه ای جزو معمول ترین روش هاست و در حوضه های آبریز تحت شرایط آب و هوایی گوناگون به ویژه با بارندگی متوسط مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش هر نمونه می تواند معرفی از ترکیب شیمیایی مواد بالادست خود باشد. به طور خلاصه پوشش وسیع یک نمونه، آسانی نمونه برداری و آماده سازی، سادگی اجراء و وجود هاله های پراکندگی وسیع از امتیازات مثبت این روش می باشد. بالابودن احتمال آلودگی، تغییر وضعیت و مورفولوژی رودخانه ها، فعال بودن پدیده رسوبگذاری مجدد در رسوبات رودخانه ای و در نتیجه مشکل شدن تفسیر داده ها و ربط آنها با منبع تولید آنومالی از امتیازات منفی این روش می باشد. در نقشه برداری های ژئوشیمیایی ۱:۲۵,۰۰۰، با توجه به تجربه و دانش کارشناسان ایرانی و امکانات آماده سازی و تجزیه نمونه ها، برای مناطق با شرایط نیمه کوهستانی تا کوهستانی روش ژئوشیمی رسوب های آبراهه ای، و برای دشت های کم ارتفاع و پست که سنگ بستر بوسیله قشری از خاک برجا پوشیده شده است، روش ژئوشیمیایی خاک توصیه می گردد.

با توجه به شبکه هیدروگرافی متراکم در محدوده اکتشافی ورچه و همچنین شرایط آب و هوایی محدوده، اکتشاف ژئوشیمیایی با نمونه برداری از رسوبات آبراهه ای در این محدوده مناسب به نظر می رسد. اما در این مورد یک مشکل نیز وجود دارد و آن گستردگی زیاد زمین های کشاورزی در محدوده مورد مطالعه است که نمونه برداری را با محدودیت هایی مواجه می سازد.

۲-۳-۲- طراحی شبکه بهینه نمونه برداری

یکی از مراحل مهم و اساسی هر فاز اکتشافی، طراحی نقاط نمونه برداری است که به عنوان اساس و پایه کار بایستی بدون خطا یا با کمترین خطا صورت گیرد، در این طراحی پارامترهای مختلفی مدنظر قرار می گیرد (تودسکو،^۱ ۱۹۹۵):

الف- محدوده گسترش زونهای آنومالی عناصر مورد بررسی (با استفاده از نتایج کارهای قبلی)

ب- مشاهده آثار کانی سازی سطحی

ج - نواحی اطراف گسل ها

د - محدوده گسترش زونهای دگرسانی سطحی

ه - روند شکستگی های موجود در منطقه

و- روند واحدهای موجود در منطقه

ز- نواحی دارای توده های نفوذی و ولکانیک

مهمترین اهداف از طراحی شبکه نمونه برداری عبارتند از:

- دستیابی به بیشترین توزیع یکنواخت نمونه ها در کل محدوده اکتشافی.

- رعایت چگالی نمونه برداری ژئوشیمیایی و کانی سنگین براساس استانداردهای جهانی و ویژگی های هر نقشه.

- اولویت دادن به رسوبات رودخانه ای که سنگ بستر خود را قطع می کند.

- واگذاری اختیار به کارشناسان نمونه بردار در حذف یا اضافه کردن نمونه ها با توجه پدیده های زمین شناسی در خلال برداشت نمونه ها از نقاط مختلف.

به منظور طراحی شبکه نمونه برداری فایل رقومی نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ که محدوده مورد مطالعه در آن واقع می شود، از سازمان نقشه برداری خریداری گردید. این نقشه ها شامل نقشه های خلیل آباد و قلعه بابو است. پس از طراحی نقاط نمونه برداری و پیاده سازی آن بر روی نقشه توپوگرافی محدوده، مختصات نقاط برداشت نیز استخراج شده و جهت انجام عملیات صحرایی در اختیار اکیپ نمونه برداری قرار گرفت.

در این پروژه، اکتشافات ژئوشیمیایی به روش برداشت نمونه از رسوبات آبراهه ای در مقیاس ناحیه ای، چگالی نمونه برداری برای طراحی اولیه بر مبنای ۵ نمونه رسوب آبراهه ای برای هر کیلومتر مربع در نواحی رخنمون دار و ۲ نمونه در هر کیلومتر مربع برای دشت های آبرفتی و ۱ نمونه کانی سنگین در هر

^۱ - Tedesco.



گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»

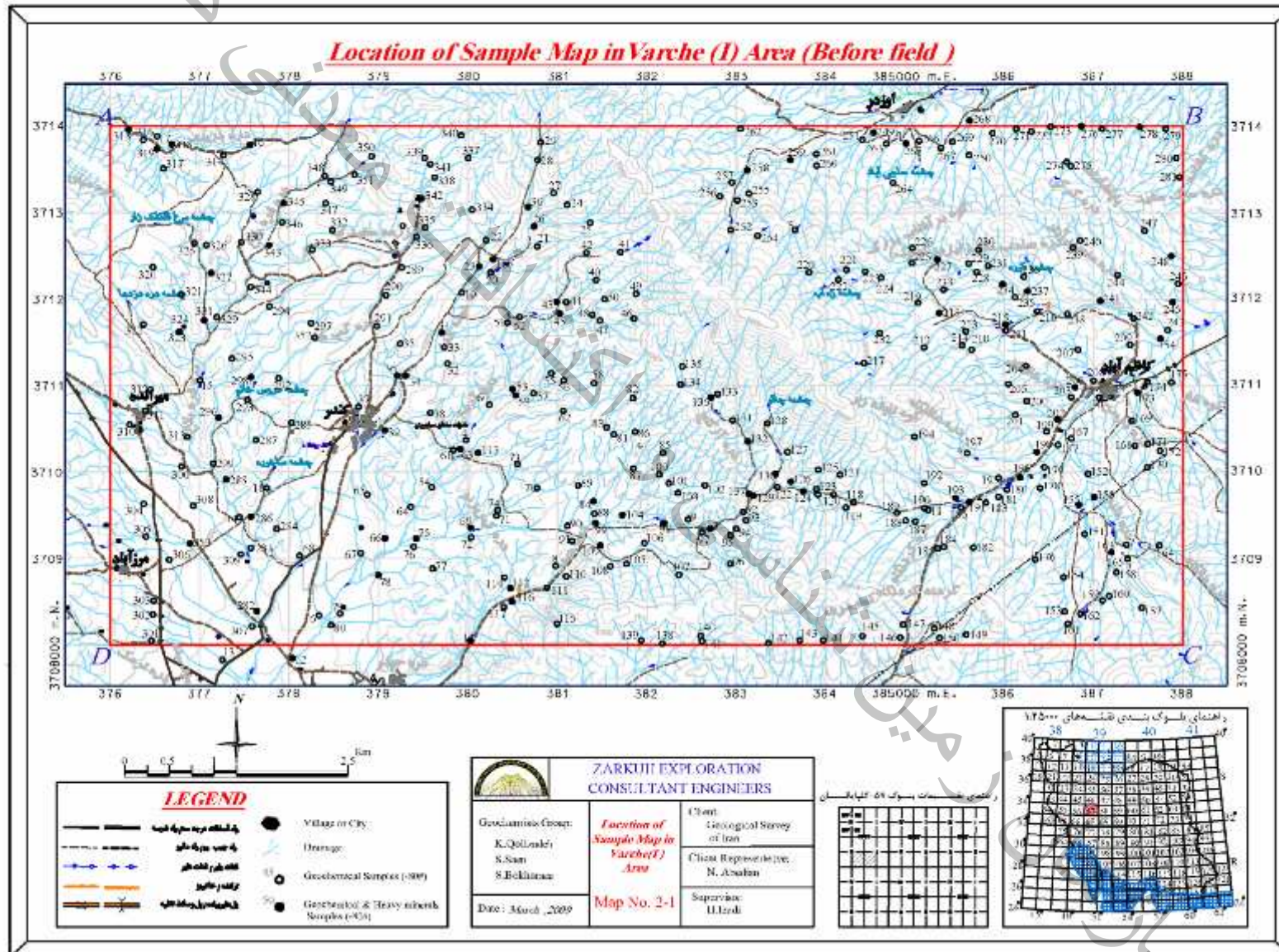
کیلومتر مربع پیشنهاد شده است. بر این اساس در محدوده‌ای به وسعت ۷۰ کیلومتر مربع، ۳۵۱ نمونه جهت نمونه‌های ژئوشیمیایی رسوب آبراهه‌ای و ۷۸ نمونه نیز برای مطالعه کانی‌سنگین جهت برداشت نهایی طراحی گردید (نقشه شماره ۱-۲).

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور



گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



نقشه ۲-۱- نقشه طراحی نقاط نمونه برداری قبل از عملیات صحرایی

۲-۳-۳- تعیین نقاط نمونه برداری

در پروژه حاضر با بررسی نقشه‌های توپوگرافی، محدوده حوضه‌های آبریز و سیستم آبراهه‌ها تکمیل گردیده و با استفاده از نقشه زمین‌شناسی منطقه، با در نظر گرفتن واحدهای سنگی مستعد کانی‌سازی، توده‌های نفوذی، همبری‌های مهم و سیستم‌های گسلی، معادن قدیمی، معادن فعال، بررسی وضعیت جغرافیایی منطقه، راه‌های دسترسی، زمان و بودجه اختصاص یافته به پروژه و به ویژه نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ ناحیه‌ای شبکه نمونه برداری طراحی شد، در نقشه شماره ۱-۲ محل تمامی نقاط نمونه برداری اعم از رسوب آبراهه‌ای و کانی‌سنگین آورده شده است. لازم به یادآوری است که در برخی موارد یک‌سری از نمونه‌ها که در مرحله دفتری بدلیل نبود اطلاعات اولیه زمین‌شناسی، تکتونیکی و توپوگرافی در جاهای مناسب طراحی نشده بودند، در خلال عملیات صحرایی اصلاح و جابجا شدند (نقشه شماره ۲-۲).

۲-۳-۴- انجام عملیات نمونه برداری

برای انجام نمونه برداری یکسری پارامترها مورد توجه قرار می‌گیرد، از جمله مکان نمونه برداری، فاصله نمونه برداری و حجم نمونه‌ای که باید برداشت گردد. همچنین به علت تأثیر آب و هوا به خصوص بارندگی در نمونه برداری، تصمیم‌گیری در مورد زمان و فصل نمونه برداری می‌تواند در بعضی مناطق مهم باشد. معمولاً نمونه برداری از رسوب آبراهه‌ها، مخروط افکنه‌ها و انواع مختلفی از رسوبات ارگانیکی برداشت می‌گردد (Stendaland theobald, 1994 – Bjorklundet al., 1994). در اکتشافات ژئوشیمیایی معمول، نمونه برداشت شده از سیلت و ماسه خیلی ریز تا متوسط که مربوط به آخرین مرحله رسوب گذاری در آبراهه است، انتخاب می‌گردد، در این گونه موارد باید دقت شود که رسوبات برداشت شده با مواد فرسایش یافته مربوط به دامنه آبراهه مخلوط نشود. در حقیقت مهمترین مکان‌ها برای برداشت نمونه آبراهه‌ای عبارتند از:

- پشت تخته سنگ‌های بزرگ و ...

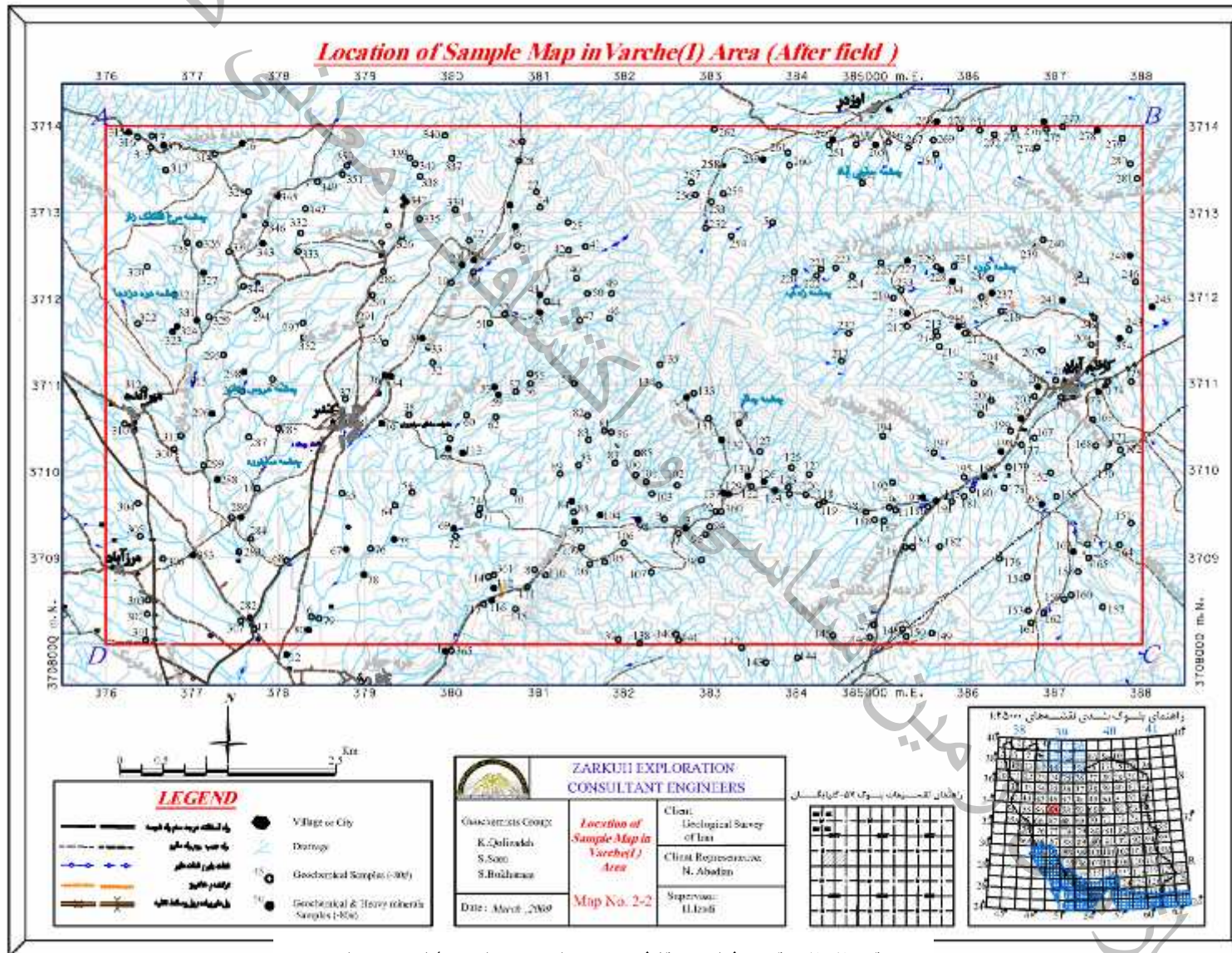
- در جاهایی که انرژی و سرعت جریان آب به شدت پایین می‌آید مانند، خمیدگی آبراهه یا دو شاخه شدن آبراهه.

- پرشدگی‌های موجود در زیر تخته سنگ‌ها یا فرورفتگی‌ها.



گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



نقشه ۲-۲- نقشه طراحی نقاط نمونه برداری بعد از عملیات صحرایی

البته متفاوت بودن محیط نمونه برداری در مکان‌های فوق‌الذکر برای فلزات پایه و عناصری که تقریباً پراکندگی یکسانی در بین اجزا رسوبی دارند، از اهمیت زیادی برخوردار نیست، ولی در برداشت نمونه‌های کانی‌سنگین، به علت تأثیر زیاد مکان نمونه برداری در نتایج، محیط نقش بسزایی در نمونه برداری پیدا می‌کند (Flecher, 1991).

با توجه به اهمیت نمونه برداری و وابستگی تمام مراحل به این مرحله توجه ویژه‌ای به عملیات نمونه برداری صورت می‌گیرد، به هر حال با رعایت موارد بالا، عملیات نمونه برداری شروع گردید. بعد از تعیین نقاط نمونه برداری بر روی نقشه آبراهه‌ای و مشخص نمودن آنها روی نقشه توپوگرافی اکیپ‌های نمونه برداری در ناحیه اکتشافی مستقر شدند. در طی عملیات نمونه برداری پس از یافتن محل نمونه‌ها با استفاده از نقشه توپوگرافی، عکس‌های هوایی و GPS، از نقاط از قبل تعیین شده بر روی نقشه و جدیدترین رسوبات آبراهه‌ای، نمونه برداشت گردید. نمونه‌ها را پس از مرحله آماده‌سازی صحرائی در کیسه‌های مناسب ریخته و شماره آنها به صورت برچسب بر روی نمونه‌ها ثبت می‌شود. لیست نمونه‌های برداشت شده در پایان هر روز در محل کمپ صحرائی کنترل و به نقشه پیشرفت کار منتقل خواهد شد. در طول عملیات نمونه برداری یکسری معیارهایی مورد توجه قرار گرفت که در اینجا به برخی از آنها اشاره می‌شود.

در محل هر نمونه پس از کنار زدن مواد سطحی بستر آبراهه توسط بیلچه اقدام به نمونه برداری شد (تصویر شماره ۱-۲). به منظور کاهش خطای نمونه برداری تا حد امکان سعی شد که طول مسیر برداشت نمونه‌ها در آبراهه افزایش یابد. البته مشروط بر آنکه در طول مسیر شاخه فرعی جدیدی به آبراهه وارد نگردد. با توجه به عرض کم آبراهه‌ها در ناحیه اکتشافی امکان برداشت جزء نمونه‌ها به صورت دایره‌ای نبود. لذا اقدام به جمع‌آوری نمونه‌ها به صورت یکسری جزء نمونه از نقاط مناسب برای تجمع رسوبات در فواصل چند متری تا چند ده متری در طول آبراهه با رعایت شرایط بالا گردید، از برداشت مواد آلی اجتناب شد چرا که اغلب به علت ارتباط با پدیده جذب، غلظت فلزات در آنها بالاست؛ تجربه نشان داده است که در مواردی، آنومالی در این مواد از نوع بی‌اهمیت بوده و ارتباطی با کانی‌سازی ندارد. در جاهایی که عرض آبراهه‌ها کم بوده، سعی شد تا حتی‌الامکان نمونه‌ها از وسط آبراهه‌ها و محلی که رسوبات آن همگن‌تر است، برداشت شود و کوشش زیادی برای اجتناب از برداشت واریزه‌های کناره آبراهه‌ها شد زیرا این اجزاء معرف ترکیب میانگین رسوبات حوضه آبریز نیستند.

بر مبنای نظر کارشناسان و با توجه به اهداف اکتشاف در صورت لزوم اقدام به تغییر محل و یا افزایش و کاهش تعداد نمونه‌های مربوطه در هر حوضه گردیده است. این تغییرات به دلایل گوناگون از جمله عدم ثبت تعدادی از شاخه‌های فرعی و انشعابات بر روی نقشه آبراهه‌ای، نداشتن رسوب و غیره انجام شد.

مشخصات مربوط به هر نمونه (وزن نمونه‌ها در حدود ۲ کیلوگرم)، شامل شماره صحرایی نمونه، محیط نمونه‌برداری اعم از رسوبات رودخانه‌ای یا آبرفتی، وجود آلودگی‌ها و نوع آن، وضعیت قطع شدن و یا نشدن سنگ‌بستر توسط آبراهه در برکه مخصوص نمونه‌برداری ثبت گردید که در مبحث زیر شرح داده خواهد شد. نمونه‌های ژئوشیمی با علامت اختصاری ZVG و نمونه‌های کانی‌سنگین با علامت اختصاری ZVH مشخص گردیده‌اند.



تصویر ۲-۱- نحوه برداشت نمونه از رسوبات آبراهه‌ای

قابل ذکر است که پس از عملیات صحرایی در مجموع ۳۴۳ نمونه ژئوشیمی و ۷۷ نمونه کانی‌سنگین برداشت گردید. در طول مدت انجام نمونه برداری تعداد ۱۱ نمونه ژئوشیمی و ۲ نمونه کانی‌سنگین از لیست نمونه‌هایی که در ابتدا طراحی شده بودند، به علت قرارگیری در محدوده زمین‌های کشاورزی و یا عدم وجود رسوب مناسب از فرآیند نمونه‌برداری حذف شدند و در مقابل از نقاط مناسب دیگر تعداد ۳ نمونه ژئوشیمی و ۳ نمونه کانی‌سنگین جدید برداشت شدند. لیست نمونه‌ها به همراه مختصات محل نمونه‌ها برای نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین همراه با نتایج آنالیز به ترتیب در پیوست ۱ و ۷ آورده شده است، بر اساس همین لیست نقشه نقاط برداشت نهایی نیز تهیه شد که در نقشه شماره ۲-۲ نشان داده شده است.

۲-۳-۴-۱- کارت‌های نمونه‌برداری استاندارد (Sampling Card)

یکی از وظایف اصلی کارشناس نمونه‌بردار، علاوه بر برداشت نمونه، تکمیل کارت نمونه‌برداری است که با استفاده از Global Geochemical Sampling Center طراحی و بهینه شده است (جدول شماره ۱-۲). هدف از طراحی این کارت‌ها برطرف کردن نقاط ضعفی بود که در اکثر مناطق نمونه‌برداری به ویژه در کشورهای عقب‌مانده و در حال توسعه مشاهده می‌شد. این نقاط ضعف شامل اعمال سلیقه فردی، تنوع در روش‌های ثبت اطلاعات، نارسایی اطلاعات ثبت شده، عدم توجه به بعضی موارد مهم و سرنوشت‌ساز از جمله آلتراسیون، مینرالیزاسیون، آلودگی و ... می‌باشد. بخش‌های عمده این کارت‌ها عبارتند از:

- اطلاعات کلی شامل شماره نمونه، نام پروژه، نام محل، سیستم مختصات مورد استفاده، مختصات نمونه و نام نمونه‌بردار ... (بخش اطلاعات کلی (General Data)).
- ویژگی‌های محیط نمونه‌برداری شامل رطوبت، رنگ و ترکیب دانه‌بندی رسوبات (آیتم‌های ۱ تا ۵).
- داده‌های مرتبط با شیب محدوده، ساختارهای مختلف و توپوگرافی (آیتم ۶).
- لیتولوژی نمونه‌های نابرجا (Float) و لیتولوژی رخنمون‌های برج (Outcrop) محدوده (آیتم‌های ۹ و ۱۰).
- آلودگی احتمالی در محدوده (آیتم ۱۱).
- تمامی بخش‌ها و باکس‌های طراحی شده (به ویژه بخش اطلاعات کلی (General Data))، توسط کارشناس و در هنگام نمونه‌برداری تکمیل شده است.
- در ضمن در صورت مشاهده آلتراسیون و کانی‌سازی، کارشناس نمونه‌بردار موظف به توضیح آن در ستون Comments خواهد بود.

جدول ۲-۱- کارت نمونه برداری استاندارد (نمونه های ژئوشیمی رسوب آبراهه ای)

GENERAL DATA			
Sample No	Project Name:	Prospect Name:	
Coord. Sys.:	X(Easting):	Y(Northing):	Z(Altitude):
	Date:	Sampler:	Page No.:
1)Weight(Kg):		1/1)Mesh Size:	
2)Sieved:	Not Seived <input type="checkbox"/>	Sieved Dry <input type="checkbox"/>	Sieved Water <input type="checkbox"/>
3)Moisture:	Dry <input type="checkbox"/>	Damp <input type="checkbox"/>	Wet <input type="checkbox"/>
4)Colour:	Black <input type="checkbox"/> Olive <input type="checkbox"/>	Grey <input type="checkbox"/> White <input type="checkbox"/>	Brown <input type="checkbox"/> Red <input type="checkbox"/> Yellow <input type="checkbox"/> Purple <input type="checkbox"/>
5)Unsieved Texture	Bouldery <input type="checkbox"/> Gravely <input type="checkbox"/>	Sandy <input type="checkbox"/> Silty <input type="checkbox"/>	Clayey <input type="checkbox"/>
6)Terrain:	Flat(>=0° & <=3°) <input type="checkbox"/>	Gentle(>3° & <=10°) <input type="checkbox"/>	Steep(>30°) <input type="checkbox"/>
	Moderate(>10° & <=30°) <input type="checkbox"/>	Circular Feature <input type="checkbox"/>	Linear Feature <input type="checkbox"/>
	Topographic Depression <input type="checkbox"/>	Topographic High <input type="checkbox"/>	
7)Mineralisation Present:	In Float <input type="checkbox"/>	In Outcrop <input type="checkbox"/>	In Float and Outcrop <input type="checkbox"/> None Observed <input type="checkbox"/>
8)Alteration Present**:	In Float <input type="checkbox"/>	In Outcrop <input type="checkbox"/>	In Float and Outcrop <input type="checkbox"/> None Observed <input type="checkbox"/>
9)Outcrop Lithology:	No Outcrop Observed <input type="checkbox"/>		
<i>Sediments</i>	Sandstone <input type="checkbox"/>	Conglomerate <input type="checkbox"/>	Siltstone/Shale <input type="checkbox"/>
	Black Shale <input type="checkbox"/>	Calcareous Sediment <input type="checkbox"/>	Limestone/Dolomite <input type="checkbox"/>
	Chert <input type="checkbox"/>	Banded Iron Formation <input type="checkbox"/>	Phosphates <input type="checkbox"/>
	Evaporites/Chemical Precipitate <input type="checkbox"/>	Coal <input type="checkbox"/>	
<i>Volcanics</i>	Volcaniclastic <input type="checkbox"/>	Acid Volcanics <input type="checkbox"/>	Intermediate Volcanics <input type="checkbox"/>
	Basic Volcanics <input type="checkbox"/>	Ultrabasic Volcanics <input type="checkbox"/>	Kimberlite/Lamproite <input type="checkbox"/>
<i>Intrusive</i>	Acid Intrusive <input type="checkbox"/>	Intermediate Intrusive <input type="checkbox"/>	Basic Intrusive <input type="checkbox"/>
	Ultrabasic Intrusive <input type="checkbox"/>		
<i>Metamorphic</i>	Meta-sediment - Siliclastic <input type="checkbox"/>	Meta-sediment - Calcareous <input type="checkbox"/>	Metasediment - Graphitic <input type="checkbox"/>
	Meta-igneous - Acid/Intermediate <input type="checkbox"/>	Meta-igneous - Basic/Ultrabasic <input type="checkbox"/>	Hornfels <input type="checkbox"/>
<i>Metosomatic</i>	Exoskarn <input type="checkbox"/>	Endoskarn <input type="checkbox"/>	
10)Float Lithology:	No Float Observed <input type="checkbox"/>		
<i>Sediments</i>	Sandstone <input type="checkbox"/>	Conglomerate <input type="checkbox"/>	Siltstone/Shale <input type="checkbox"/>
	Black Shale <input type="checkbox"/>	Calcareous Sediment <input type="checkbox"/>	Limestone/Dolomite <input type="checkbox"/>
	Chert <input type="checkbox"/>	Banded Iron Formation <input type="checkbox"/>	Phosphates <input type="checkbox"/>
	Evaporites/Chemical Precipitates <input type="checkbox"/>	Coal <input type="checkbox"/>	
<i>Volcanics</i>	Volcaniclastic <input type="checkbox"/>	Acid Volcanics <input type="checkbox"/>	Intermediate Volcanics <input type="checkbox"/>
	Basic Volcanics <input type="checkbox"/>	Ultrabasic Volcanics <input type="checkbox"/>	Kimberlite/Lamproite <input type="checkbox"/>
<i>Intrusive</i>	Acid Intrusive <input type="checkbox"/>	Intermediate Intrusive <input type="checkbox"/>	Basic Intrusive <input type="checkbox"/>
	Ultrabasic Intrusive <input type="checkbox"/>		
<i>Metamorphic</i>	Meta-sediment - Siliclastic <input type="checkbox"/>	Meta-sediment - Calcareous <input type="checkbox"/>	Metasediment - Graphitic <input type="checkbox"/>
	Meta-igneous - Acid/Intermediate <input type="checkbox"/>	Meta-igneous - Basic/Ultrabasic <input type="checkbox"/>	Hornfels <input type="checkbox"/>
<i>Metosomatic</i>	Exoskarn <input type="checkbox"/>	Endoskarn <input type="checkbox"/>	
11)Contamination:	None Observed <input type="checkbox"/>	Mining <input type="checkbox"/>	Drilling <input type="checkbox"/>
	Agricultural <input type="checkbox"/>	Livestock <input type="checkbox"/>	
12)Comments:			
*			
**			

۲-۴- نمونه برداری ژئوشیمیایی

مطالعات توجیهی مختلف در محیط‌های نمونه برداری گوناگون و طی پروژه‌های مختلف ناحیه‌ای، نیمه تفصیلی و تفصیلی جزء زیر ۸۰ مش را به عنوان مناسب‌ترین اندازه دانه‌ها برای برداشت نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای معرفی می‌کنند. در ایران نیز طبق روال معمول در پروژه‌های ژئوشیمیایی مختلف نمونه‌های ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای با ابعاد ۸۰- مش برداشت می‌شود. با توجه به برداشت نمونه در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ و بدست آمدن تعدادی ناهنجاری جهت بررسی‌های تفصیلی تر نیز بایستی از همین مش استفاده نمود.

نمونه‌های ژئوشیمی از بستر آبراهه و با استفاده از جزء زیر الک ۸۰ مش برداشت شده است که خود در واقع نوعی آماده‌سازی مقدماتی نیز تلقی می‌شود. وزن نمونه‌های برداشت شده ژئوشیمی حدود ۳۰۰ گرم و نمونه‌های کانی سنگین حدود ۱۰ کیلوگرم می‌باشد. برای نمونه‌های ژئوشیمی و کانی سنگین به ترتیب از الک ۸۰- مش و ۲۰ مش در صحرا استفاده می‌شود.

روش نمونه برداری در صحرا به این صورت است که با استفاده از نقشه‌های نمونه برداری تهیه شده و مختصات بدست آمده از نقاط طراحی شده، آبراهه مورد نظر شناسایی و نمونه برداشت می‌گردد (نمونه‌های ژئوشیمی و کانی سنگین). از مناطقی که دارای کانی سازی، گسله و یا آلتراسیون بودند نمونه‌های مینرالیزه و یا سنگی به صورت Chip sample گرفته شد. لیست نمونه‌ها همراه با مختصات محل آنها در پیوست ۱ آورده شده است؛ شماره گذاری نمونه‌ها هم به صورتی است که حروف اول و دوم به ترتیب نشانگر شرکت زرکوه اکتشاف و نام پروژه (ZV) و حرف سوم مربوط به نوع نمونه برداری می‌باشد (G-رسوب آبراهه‌ای، H-کانی سنگین و I-نمونه‌های مینرالیزه و سنگی)، بعد از این حروف شماره نمونه برداشت شده آمده است. در ضمن باید در نظر داشت که در صورت خیس بودن محیط نمونه برداری، نمونه‌ها به صورت الک نشده برداشت گردیده و پس از خشک شدن در محل کمپ، آماده می‌شوند.

جدول شماره ۲-۲ تعداد نمونه‌های پیش‌بینی شده در مراحل مختلف و همچنین برداشت شده در مرحله اول را نشان می‌دهد. تمامی نمونه‌ها پس از بسته‌بندی به کارگاه آماده‌سازی نمونه‌ها واقع در رباط کریم تهران ارسال گردید (چارت شماره ۲).

جدول ۲-۲- تعداد نمونه های پیشنهادی بر اساس شرح خدمات و برداشت شده در مراحل مختلف پروژه

مجموع	Polish	Thin sections	XRD,XRF	کانی سنگین	سنگ و مینرالیزه	ژئوشیمی		
۴۲۹	---	---	---	۷۸	در صورت نیاز	۳۵۱	شرح خدمات	مرحله اول (تعداد نمونه به عدد)
۴۲۵	---	---	--	۷۷	۷	۳۴۱	گرفته شده	
۱۷۵		۲۰	۱۵	۴۰	۱۰۰	---	شرح خدمات	مرحله دوم (تعداد نمونه به عدد)
---	---	---	---	---	---	---	گرفته شده	

۲-۵- آماده‌سازی نمونه‌ها

کلیه نمونه‌های برداشت شده شامل نمونه‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، مینرالیزه و آلتراسیون، پس از تأیید نهایی عملیات نمونه‌برداری توسط ناظر محترم کارفرما، برای آماده‌سازی و آنالیز به آزمایشگاه زرآما ارسال گردید. برخی نمونه‌های ژئوشیمی که به علت وجود جریان آب در بعضی آبراهه‌ها و خیس بودن محل نمونه‌برداری الک نشده بودند، پس از انتقال به کمپ خشک شده و با الک سایز ۸۰-مش الک گردیدند. از هر یک از نمونه‌های آماده‌سازی شده یک نمونه جهت بایگانی بطور مستقل برداشت شد تا در صورت لزوم در مراحل بعدی استفاده گردد (چارت شماره ۱، ۲، ۳، ۴).



چارت شماره ۲

آماده‌سازی نمونه‌های خیس و مرطوب

برداشت نمونه از رسوبات واقع در بستر آبراهه‌ها

به وزن ۵ تا ۱۰ کیلوگرم



خشک کردن نمونه‌ها در فضای باز و یا

در کوره الکتریکی در درجه حرارت پایین



خرد کردن نمونه بعد از خشک شدن به منظور عبور از الک ۸۰- مش



تقسیم نمونه



بایگانی بقیه نمونه مرحله پایان پروژه ← ۲۰ گرم پودر تا حد ۲۰۰- مش



تقسیم نمونه‌ها



بایگانی دائم باقی مانده نمونه (۱۰۰ گرم)



۵۰ گرم آزمایشگاه



۵۰ گرم به آزمایشگاه‌های

مختلف

چارت شماره ۳

آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین

برداشت نمونه به حجم ۳ الی ۵ لیتر بعد از عبور از الک ۲۰- مش

و ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم برای نمونه‌های مرطوب و خیس

↓
گل شویی

↓
لاوک شویی (Panning)

↓
حجم سنجی بعد از لاوک شویی

↓
انتخاب حجم حدود ۲۵ سانتی متر مکعب

↓
جهت عبور از محلول برموفرم گیری



↓
جداسازی مغناطیسی با آهنربای دستی

↓
بخش کانی‌های غیرمغناطیسی

مانند: زیرکن، طلا

کاسیتیریت و سینابر N.M

↓
بخش کانی‌های نیمه مغناطیسی

مانند: پیروکسن، پیریت،

کالکوپیریت و آمفیبول A.V

↓
بخش کانی‌های مغناطیسی

مانند: مگنتیت و هماتیت

آپاتیت A.A

←←←
مطالعه کانی‌های هر سه بخش زیر میکروسکوپ بنیوکولر

↓
شناسایی و درصددهی هر یک از کانی‌ها

↓
محاسبه عیار نیمه کمی کانی‌ها بر حسب ppm

چارت شماره ۴

آماده‌سازی نمونه‌های سنگ Rock Sample Preparation

برداشت نمونه به وزن یک تا ۵ کیلوگرم

رطوبت‌گیری نمونه‌ها

خردایش نمونه تا قطعات ۵ الی ۸ میلی‌متر

تقسیم با تقسیم‌کن تا حد ۱kg

خردایش تا حد ۲ الی ۳ میلی‌متر

تقسیم با تقسیم‌کن

بایگانی تا مرحله پایان

تا حد ۲۰۰ گرم

نرمایش تا حد ۲۰۰-مش

تقسیم به سه قسمت

۵۰ گرم تجزیه‌های ویژه

۵۰ گرم تجزیه عنصری

۱۰۰ گرم بایگانی دائم

۲-۶- آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی

در این پروژه ۴۰ عنصر یعنی Au, Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, As, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, La, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Sn, Sr, Te, Th, Ti, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. حداقل و حداکثر عیار قابل اندازه‌گیری و روش آنالیز نمونه‌ها در صورت آنالیز نمونه‌ها ارایه شده‌اند (جدول شماره ۲-۳).

جدول ۲-۳- مقادیر حدحساسیت و روش آنالیز عناصر

Elements	Unit	D.L.	Method	Elements	Unit	D.L.	Method	Elements	Unit	D.L.	Method	Elements	Unit	D.L.	Method
Au	ppb	1	PM-01	Bi	ppm	0.2	ME-02	Nb	ppm	1	ME-02	Te	ppm	0.1	ME-02
Al	ppm	100	ME-02	Cd	ppm	0.1	ME-02	Ni	ppm	1	ME-02	Th	ppm	0.5	ME-02
Ca	ppm	100	ME-02	Ce	ppm	1	ME-02	P	ppm	100	ME-02	Ti	ppm	100	ME-02
Fe	ppm	100	ME-02	Co	ppm	1	ME-02	Pb	ppm	1	ME-02	U	ppm	0.5	ME-02
K	ppm	100	ME-02	Cr	ppm	1	ME-02	Rb	ppm	1	ME-02	V	ppm	2	ME-02
Mg	ppm	100	ME-02	Cu	ppm	1	ME-02	S	ppm	50	ME-02	W	ppm	0.5	ME-02
Na	ppm	100	ME-02	La	ppm	1	ME-02	Sb	ppm	0.5	ME-02	Y	ppm	0.5	ME-02
As	ppm	0.5	ME-02	Li	ppm	1	ME-02	Sc	ppm	0.5	ME-02	Yb	ppm	0.2	ME-02
Ba	ppm	2	ME-02	Mn	ppm	5	ME-02	Sn	ppm	0.5	ME-02	Zn	ppm	1	ME-02
Be	ppm	0.2	ME-02	Mo	ppm	0.5	ME-02	Sr	ppm	2	ME-02	Zr	ppm	5	ME-02

۲-۶-۱- دقت آنالیز نمونه‌ها

در مباحث ژئوشیمی یکی از سه مؤلفه اصلی خطای کلی در عملیات اکتشافی، خطای آزمایشگاهی می‌باشد و تعیین این خطا برای اطلاع از میزان دقت آنالیز حائز اهمیت است. از آنجا که در پروژه‌های ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ تا ۱:۵۰۰,۰۰۰ هدف سنجش نسبی مقادیر هر عنصر نسبت به یکدیگر به منظور معرفی نواحی امیدبخش می‌باشد. لذا دقت اندازه‌گیری‌ها در مقایسه با صحت آنها از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. به همین دلیل با آنالیز تکراری نمونه‌های ژئوشیمیایی دقت عملیات مورد بررسی قرار گرفت.

برای بررسی دقت آنالیز به ازاء هر ۱۰-۱۵ نمونه ژئوشیمیایی یک نمونه تکراری (حدود ۱۰٪ کل نمونه‌ها) آنالیز می‌گردد. در پروژه ژئوشیمیایی ورچه ۱، مجموعاً ۳۰ نمونه به صورت تکراری و کاملاً تصادفی از محدوده مورد بررسی انتخاب گردیدند. این نمونه‌ها با کدهای مشخصی انتخاب شدند، به طوری که امکان تشخیص نمونه مشابه آن وجود نداشته باشد و سپس همراه بقیه نمونه‌ها

به آزمایشگاه ارسال گردید. روش بررسی دقت آزمایشگاهی جهت تعیین میزان اطمینان به داده‌ها می‌باشد. بعضی از عناصر به علت دارا بودن مقادیر بالای سنسورد در نمونه‌های تکراری ممکن است که درصد خطای بالایی از خود بروز دهند، جدول شماره ۲-۴ نتایج جفت نمونه‌های تکراری را نشان می‌دهد.

راه عملی بررسی خطای اینگونه عناصر استفاده از نمونه‌هایی است که عیار عنصر در آنها ده یا پانزده برابر حدتشخیص دستگاهی باشد. در کنترل دقت آنالیز نمونه‌ها حساسیت برروی نتایج مشابه و یا نزدیک به هم می‌باشد. حال چنانچه این تکرار با واقعیات مقادیر عناصر در نمونه‌ها همراه باشد دقت آزمایشگاه نیز بالاتر خواهد بود. البته کنترل مقادیر واقعی عناصر در نمونه‌ها مبحث بررسی صحت (Accuracy) همراه با نمونه‌های استاندارد را پیش می‌آورد که در این پروژه به آن پرداخته نشده است. جهت محاسبه خطای نمونه‌های تکراری از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$\%R.A.E. = \frac{2}{n} \sum \frac{|X_1 - X_2|}{X_1 + X_2} \times 100$$

در این فرمول R.A.E. (Relative Analytical Error) برابر با خطای نسبی، n تعداد نمونه‌ها، X_1 و X_2 مقادیر نمونه‌های اصلی و تکراری می‌باشد. بر این اساس کمترین خطا مربوط به عناصر Co, Fe, K, Zn, P, Sr, Te, Mg, Mn, Y, V, Li, Pb, Sc, Ba با حد زیر ۱۰٪ و بیشترین خطا مربوط به عناصر Au و Sb بترتیب مقدار ۳۸٪ و ۲۸٪ است، که به دلیل بالابودن مقادیر سنسورد می‌باشد (جدول شماره ۲-۵). در مورد عناصر Cr, Mo, S, Sn, W میزان خطای آنالیز بین ۲۰ تا ۲۵ درصد می‌باشد. یکی از دلایل اصلی میزان پایین بودن میانگین عیار این عناصر در کل داده‌های خام است که با کوچکترین تغییر جزئی خطا را بیش از حد نشان می‌دهد به عنوان مثال مقدار ۲ گرم درتن قلع اگر در داده تکراری ۴ گرم درتن باشد در محاسبات خطای آنالیز خطا دوبرابر نشان داده می‌شود در حالی که در تفسیر نهایی این عنصر تأثیر چندانی در نتیجه نخواهد داشت ولی این خطا برای طلا غیر قابل اغماض است.

جهت مشاهده تمامی خطاها و مقایسه آنها نمودار خطی (Line chart)، مقادیر خطا در قالب شکل شماره ۲-۱ است. با توجه به مقدار خطای آنالیز، عناصر Au, Sb دارای خطایی بیش از حد مجاز هستند.

جدول ۲-۴- لیست نمونه‌های تکراری

Row	Samples No.	Duplicate No.
1	ZVG-347	ZVG-370
2	ZVG-332	ZVG-371
3	ZVG-320	ZVG-372
4	ZVG-307	ZVG-373
5	ZVG-298	ZVG-374
6	ZVG-286	ZVG-375
7	ZVG-280	ZVG-376
8	ZVG-271	ZVG-377
9	ZVG-266	ZVG-378
10	ZVG-224	ZVG-380
11	ZVG-212	ZVG-381
12	ZVG-201	ZVG-382
13	ZVG-195	ZVG-383
14	ZVG-188	ZVG-384
15	ZVG-170	ZVG-385
16	ZVG-163	ZVG-386
17	ZVG-151	ZVG-387
18	ZVG-145	ZVG-388
19	ZVG-140	ZVG-389
20	ZVG-121	ZVG-390
21	ZVG-109	ZVG-391
22	ZVG-97	ZVG-392
23	ZVG-114	ZVG-393
24	ZVG-60	ZVG-394
25	ZVG-232	ZVG-395
26	ZVG-32	ZVG-396
27	ZVG-257	ZVG-397
28	ZVG-361	ZVG-398
29	ZVG-74	ZVG-399

جدول ۲-۵- نتایج محاسبه خطای نسبی آنالیز در نمونه‌های تکراری

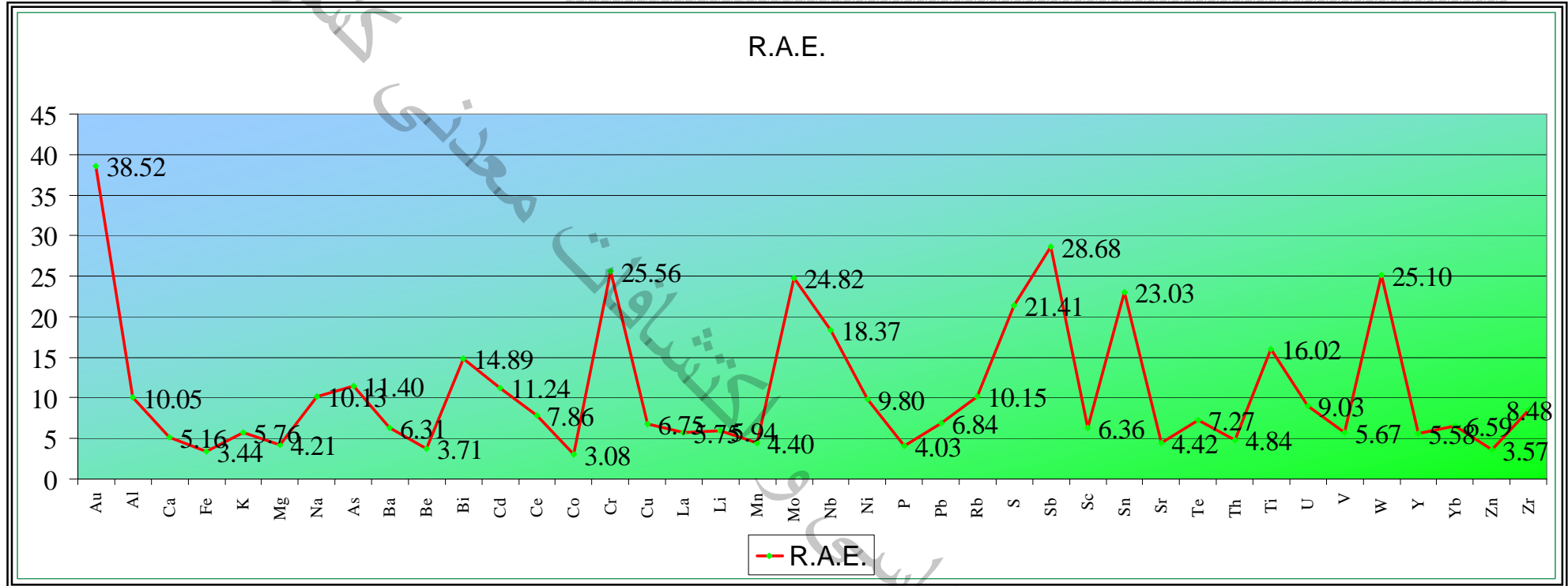
Elements	Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	As	Ba	Be
%R.A.E.	38.52	10.05	5.16	3.44	5.76	4.21	10.13	11.40	6.31	3.71
Elements	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	La	Li	Mn	Mo
%R.A.E.	14.89	11.24	7.86	3.08	25.56	6.75	5.75	5.94	4.40	24.82
Elements	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr
%R.A.E.	18.37	9.80	4.03	6.84	10.15	21.41	28.68	6.36	23.03	4.42
Elements	Te	Th	Ti	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
%R.A.E.	7.27	4.84	16.02	9.03	5.67	25.10	5.58	6.59	3.57	8.48



ZARKUH EXPLORATION

گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



شکل ۲-۱- نمودار خطی (Line chart) میزان خطای نسبی آنالیز در نمونه‌های تکراری

۷-۲- پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها

۷-۲-۱- مقدمه

نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی، با استفاده از نرم‌افزارهای ژئوشیمیایی مانند SPSS و نرم‌افزارهای دیگری چون Surfer و اتوکد مورد پردازش قرار گرفتند. علاوه بر تهیه نمودارهای انتشار عناصر، گروه‌بندی آنومالی‌ها با استفاده از پارامترهای آماری تهیه شده و در تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. محاسبات تک‌متغیره شامل محاسبه پارامترهای آماری، رسم هیستوگرام‌ها، جدایش ناهنجاری‌ها و رسم نقشه‌های تک‌عنصری و چندمتغیره شامل Correlation matrix، همبستگی خطی Liner correlaton و محاسبات چندعاملی Factor analysis نیز انجام شده که در فصول مربوطه توضیحات لازم ارایه می‌گردند.

۷-۲-۲- فایل‌بندی داده‌های خام

داده‌های ورودی از آزمایشگاه دارای فرمت خاصی است که برای نرم‌افزار مورد استفاده برای انجام کارهای کامپیوتری یعنی SPSS قابل استفاده نیست. بنابراین لازم است در آن تغییراتی صورت بگیرد و بطور منظم جدول‌بندی شود؛ در فرمت ذکر شده نمونه‌ها بدین صورت تنظیم شده‌اند: در ستون اول شماره نمونه‌ها، در ستون دوم موقعیت نمونه‌ها بر حسب UTM و بعد عنصر مورد نظر که عیار آنها در زیرشان آورده می‌شود، نوشته می‌شوند (جدول شماره ۱-۲)، این فایل بصورت xls ذخیره و توسط SPSS پردازش می‌شود.

۷-۲-۳- حذف و جایگزینی داده‌های سنسورد

مهم‌ترین پارامتر در انتخاب روش آنالیز حد حساسیت آن می‌باشد. اصولاً وجود مقادیر سنسورد برای یک عنصر در تجزیه و تحلیل‌های آماری اختلال ایجاد می‌کنند و علاوه بر این از آن‌جا که در اکتشافات ژئوشیمیایی اهمیت و کاربرد مقادیر عددی مربوط به هر یک از عناصر صرفاً به منظور مقایسه نسبی آنها با یکدیگر برای تعیین مقادیر آنومالی می‌باشد، لذا حصول مقادیر عددی (غیرسنسورد) برای یک عنصر از درجه اهمیت بالایی برخوردار است. حد حساسیت یک روش آزمایشگاهی برای یک عنصر در ارتباط با مقدار زمینه آن انتخاب می‌شود و باید کوچکتر از آن باشد. در ادامه با توجه به مقدار زمینه عناصر مختلف و توانایی روش‌های آزمایشگاهی روش مناسب آنالیز انتخاب می‌گردد. لذا با توجه به توضیحات فوق مقادیر حد حساسیت برای عناصر مورد نظر با توجه به تکنیک‌های آزمایشگاهی موجود و مقدار زمینه عناصر تعیین شده است تا با توجه به فراوانی کم

عناصر در برخی از این سنگ‌ها تا حد امکان مقادیر عددی و غیرسنسورد حاصل شود. داده‌های سنسورد به داده‌هایی اطلاق می‌گردد که دارای نماد کوچکتر (>) و بزرگتر (<) است. این داده‌ها معرف عدم قدرت تشخیص دستگاه‌هاست، به عبارت دیگر، حد حساسیت دستگاه مورد استفاده است. به این معنی که مقادیر کمتر از مقدار حساسیت دستگاه قابل اندازه‌گیری نیست و در نتیجه با نماد کوچکتر بیان می‌شود و بالعکس اگر مقدار اندازه‌گیری شده از حساسیت دستگاه بیشتر باشد، مقدار مربوطه با نماد بزرگتر بیان می‌گردد. لازم به ذکر است اینگونه مقادیر در داده‌پردازی معنی‌دار نیستند و می‌بایستی به طرق مختلف جایگزین گردند که برخی از این روش‌ها عبارتند از:

۱- روش بیشترین درست‌نمایی کوهن (Cohen Maximum Likelihood).

۲- نصف مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچکتر و ۱/۵ برابر برای داده‌های با نماد بزرگتر.

۳- ۳/۴ مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچکتر و ۴/۳ برای داده‌های با نماد بزرگتر (روش ترسیمی).

در این پروژه از روش سوم برای جایگزینی داده‌ها استفاده شده است. که از بین ۹/۳۸٪ مقادیر عنصر طلا و ۱/۳٪ مقادیر سنسورد سولفور سنسورد بوده که به ترتیب با مقادیر ۰/۷۵ و ۳۷/۵ جایگزین شده‌اند (جدول شماره ۲-۶).

جدول ۲-۶- عناصر سنسورد شده و مقادیر جایگزین متغیرهای حذفی

Element	Au	S
No. of censored data	35	5
percent of censored data	9.38	1.34
D.L	1 (ppb)	50 (ppm)
replacement value	0.75	37.5

۸-۲- مطالعات آماری تک متغیره

۸-۲-۱- مقدمه

امروزه علمی وجود ندارد که به نحوی با آمار در ارتباط نباشد، چرا که انتقال و درک بهتر علوم به وسیله چارت، شکل و... بهتر صورت می گیرد و خود به خود این امر در حیطه علمی که با مقادیر عددی فراوان و طیف وسیع سروکار دارد، ملموس تر و گسترده تر است. در علوم اکتشافی و به خصوص اکتشافات ژئوشیمیایی که برپایه داده های عددی حاصل از تجزیه شیمیایی نمونه ها استوار است، این امر اجتناب ناپذیر می باشد. اولین گام در این بررسی ها، مطالعات آماری تک متغیره بوده و شرط اساسی در این حالت عدم وابستگی متغیرها با یکدیگر می باشد، به این معنی که هر متغیر بطور جداگانه و مستقل تغییر می کند، اما باید توجه نمود که این امر امکان پذیر نیست. در صورتی که ارتباط متغیرها مدنظر باشد مبحث مطالعات آماری چند متغیره پیش می آید که بعداً تشریح خواهد شد.

۸-۲-۲- پارامترهای آماری داده های خام

مهمترین گام در پردازش داده ها، بدست آوردن پارامترهای آماری و نحوه توزیع آنهاست، و اولین گزینه ای که به عنوان مهمترین و جامع ترین اطلاعات آماری فراروی داده پردازان قرار می گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده ها را در حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه ها و تشابه یا تمایز آن را با یک توزیع نرمال به نمایش می گذارد. همچنین پارامترهای چولگی و کشیدگی که به ترتیب میزان تقارن و حول میانگین و تیزی منحنی توزیع را نشان می دهند، در صورت نزدیک شدن به مقادیر صفر برای چولگی و ۳ برای کشیدگی حاکی از نزدیکی توزیع داده ها به توزیع نرمال می باشد. با توجه به مقادیر محاسبه در جدول زیر عناصری که کشیدگی و چولگی آنها مابین مقادیر ذکر شده قرار بگیرد مانند باریوم، بریلیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم دارای توزیع نرمال و داده های عناصری مانند طلا، آرسنیک، بیسموت، کادمیوم، کرم، مس، منگنز، مولیبدن، نیکل و سرب دارای توزیع نرمال نبوده، در مراحل بعدی نرمال شدند. بنابراین پارامترهای آماری داده های خام برای نمونه های برداشت شده از هر محدوده توسط نرم افزار SPSS محاسبه شده و در جدول شماره ۲-۷ نشان داده شده اند.

جدول ۲-۷- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics		Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	As
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		2.25	61689.13	33625.00	40261.12	19082.68	11759.19	5724.74	18.31
Median		2	61176	31125	39615	19108.5	11736.5	5744	17.5
Mode		2	53733	3407	35946	16369	10764	4609	15.5
Std. Deviation		1.64	5959.05	18784.11	4687.65	2179.34	1183.22	1222.23	5.91
Variance		2.70	35510270.48	352842623.47	21974074.28	4749535.88	1400007.89	1493841.58	34.97
Skewness		3.65	0.35	0.57	0.57	0.01	-0.02	-0.11	2.43
Kurtosis		23.41	-0.16	-0.14	0.52	-0.39	-0.33	1.06	11.55
Minimum		0.75	46838	3407	30666	12103	8472	1990	8.4
Maximum		17	78048	91038	61698	24941	14709	9478	58.6
CV%		72.92	9.66	55.86	11.64	11.42	10.06	21.35	32.29
Percentiles	25	1	57555.25	19065.75	36489.25	17475.75	10974	5066.75	14.5
	50	2	61176	31125	39615	19108.5	11736.5	5744	17.5
	75	3	65500.25	45116	43714.25	20738	12633	6496	20.8

a: Multiple modes exist. The smallest value is shown

ادامه جدول ۲-۷- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics		Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cu
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		370.35	1.99	0.68	0.23	86.94	20.61	141.72	47.98
Median		368.5	1.9	0.66	0.22	81	19	122.5	37
Mode		374	1.8	0.66	0.22	66	17	109	29
Std. Deviation		50.30	0.31	0.12	0.03	24.13	5.32	116.72	62.85
Variance		2530.20	0.10	0.02	0.00	582.49	28.30	13623.67	3949.91
Skewness		0.16	0.50	1.14	3.18	1.29	2.14	8.54	8.98
Kurtosis		0.21	-0.42	5.30	31.86	2.28	8.71	91.61	95.63
Minimum		233	1.4	0.38	0.16	47	10	65	17
Maximum		527	2.8	1.49	0.49	194	57	1648	842
CV%		13.58	15.56	18.37	11.44	27.76	25.82	82.36	130.99
Percentiles	25	339.25	1.8	0.6	0.21	69.25	17	110	31
	50	368.5	1.9	0.66	0.22	81	19	122.5	37
	75	398.25	2.2	0.74	0.24	99.75	23	137	45

a: Multiple modes exist. The smallest value is shown

ادامه جدول ۲-۷- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics		La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		46.86	42.56	899.93	0.86	21.59	68.00	632.79	26.72
Median		44	41	873.5	0.67	21	66	618	23
Mode		33	40	887	0.64	20	69	590	21
Std. Deviation		14.40	6.25	223.96	1.25	4.08	18.39	102.64	19.57
Variance		207.43	39.10	50157.75	1.56	16.62	338.37	10534.27	382.88
Skewness		1.23	1.06	2.12	8.08	0.09	4.01	2.10	8.58
Kurtosis		2.03	2.13	9.25	65.57	-0.04	24.86	7.67	97.76
Minimum		22	26	473	0.6	9	29	409	15
Maximum		108	70	2421	12.3	32	200	1241	286
CV%		30.74	14.69	24.89	145.60	18.88	27.05	16.22	73.22
Percentiles	25	36	39	750	0.64	19	60	577	21
	50	44	41	873.5	0.67	21	66	618	23
	75	54	45	1000.75	0.73	24	73	665	26
a: Multiple modes exist. The smallest value is shown									

ادامه جدول ۲-۷- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics		Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Te	Th
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		90.62	130.59	0.93	13.29	2.37	132.72	0.17	12.74
Median		89	122.5	0.86	13.1	2.4	123	0.17	12.4
Mode		82	97	0.71	13.1	2.5	110	0.16	11.7
Std. Deviation		12.99	54.76	0.30	1.48	0.38	43.71	0.01	2.28
Variance		168.83	2998.89	0.09	2.19	0.15	1910.19	0.00	5.20
Skewness		0.47	4.03	4.80	1.48	0.92	1.35	0.34	0.64
Kurtosis		-0.48	31.21	48.41	5.40	5.98	3.71	-0.07	0.07
Minimum		66	37.5	0.65	10.1	1.2	62	0.13	8.1
Maximum		126	622	4.3	22.4	4.9	394	0.22	19.9
CV%		14.34	41.94	31.86	11.15	16.12	32.93	8.97	17.90
Percentiles	25	81	101	0.72	12.3	2.1	100	0.16	11
	50	89	122.5	0.86	13.1	2.4	123	0.17	12.4
	75	99	147	1.0475	13.9	2.6	160	0.18	14.2
a: Multiple modes exist. The smallest value is shown									

ادامه جدول ۲-۷- جدول پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics		Ti	U	V	W	Y_A	Yb	Zn	Zr
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		5013.30	2.50	123.61	1.77	20.40	2.35	87.02	127.19
Median		4716	2.5	122.5	1.77	19	2.2	86	130
Mode		3694	2.5	110	1.8	18	2.2	88	133
Std. Deviation		1180.91	0.29	16.02	0.26	6.12	0.52	14.43	18.99
Variance		1394545.85	0.08	256.79	0.07	37.51	0.27	208.34	360.46
Skewness		0.68	-0.07	0.04	0.23	3.07	3.70	4.81	-1.01
Kurtosis		-0.04	0.39	-0.54	0.49	11.10	17.19	48.17	1.34
Minimum		2076	1.5	82	1	13	1.7	64	63
Maximum		8728	3.3	162	2.72	54	5.8	250	171
CV%		23.56	11.57	12.96	14.90	30.02	22.10	16.59	14.93
Percentiles	25	4135	2.3	112	1.5925	17	2.1	79	118
	50	4716	2.5	122.5	1.77	19	2.2	86	130
	75	5800.75	2.7	137	1.9375	21	2.4	92	140
a: Multiple modes exist. The smallest value is shown									

۲-۸-۳- رسم هیستوگرام داده‌های خام

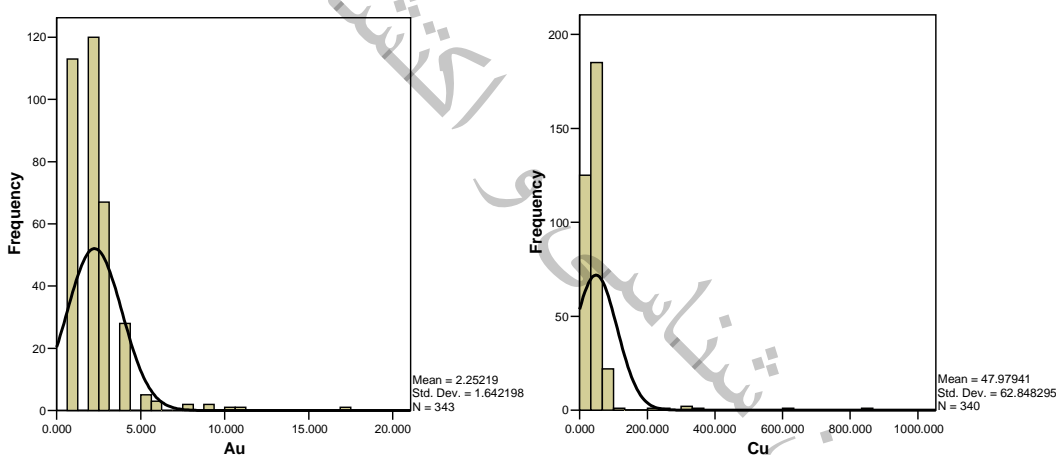
جهت مشخص نمودن تابع توزیع مربوط به یک عنصر می‌توان از هیستوگرام استفاده نمود. در محور افقی هر هیستوگرام تعداد کلاس‌ها و در محور عمودی تعداد نمونه‌های موجود در هر کلاس مشخص شده است. در این چارت می‌توان موقعیت (Location)، پراکندگی (Dispersion) و شکل (Shape) را تعیین نمود.

آنچه می‌تواند در تغییر هر کدام از پارامترهای فوق مؤثر باشد، عبارت است از تعداد نمونه‌های اخذ شده، به این معنی که نمونه‌برداری‌های گوناگون در یک جامعه می‌تواند در تغییر آماره‌های گوناگون اثر داشته باشد و شاید نتوان به راحتی جامعه واقعی را بدست آورد، اما با استفاده از روش‌های مختلف این نتایج به جامعه کل منتسب می‌گردد.

هیستوگرام‌ها به همراه جدول پارامترهای آماری، اولین پارامترهایی هستند که امکان پردازش‌های بعدی را در اختیار کارشناسان قرار می‌دهند. هیستوگرام داده‌های خام نمونه‌های ژئوشیمیایی محدوده ورچه در پیوست ۲ نمایش داده شده است. با مشاهده هیستوگرام‌ها می‌توان نوع تابع توزیع، وجود یا عدم چولگی و نوع آنرا بدست آورد. چنانچه شکل هیستوگرام در توزیع داده‌های خام به یک شکل بالنسبه نرمال نزدیک باشد نمی‌توان انتظار آنومالی‌های ارزشمند از آنرا

داشت و این جامعه بیانگر تغییرات در یک زمینه نرمال خواهد بود. با بررسی هیستوگرام‌ها و پارامترهای آماری عناصر مورد بررسی مشاهده می‌گردد که در این محدوده عناصر As, Bi, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb و Au دارای توزیع نرمال نبوده و تابع توزیع نرمال در جوامع عناصری مانند Mg, K, Na و Al مشاهده می‌گردد.

چنانچه شکل یک هیستوگرام در توزیع داده‌های خام به صورت نرمال و یا نزدیک به نرمال ظاهر شود نمی‌توان انتظار آنومالی‌های ارزشمندی را داشت و این جامعه بیانگر تغییرات در یک زمینه نرمال خواهد بود. هیستوگرام Au و Cu نشانگر عدم نرمال بودن داده‌ها در این گروه از عناصر بوده که با توجه به این نتایج و همچنین مقادیر پارامترهای آماری احتمال وجود آنومالی در این عناصر را قوت می‌بخشد (شکل شماره ۲-۲). با مشاهده شکل هیستوگرام‌ها نیز می‌توان به طور نسبی حدآستانه و آنومالی را تعیین کرد. باید دقت نمود که در تعدادی از کلاس‌ها با مقادیر کم، هیچگونه نمونه‌ای وجود ندارد و در نتیجه همین موضوع در انحراف از حالت نرمال می‌تواند مؤثر باشد.



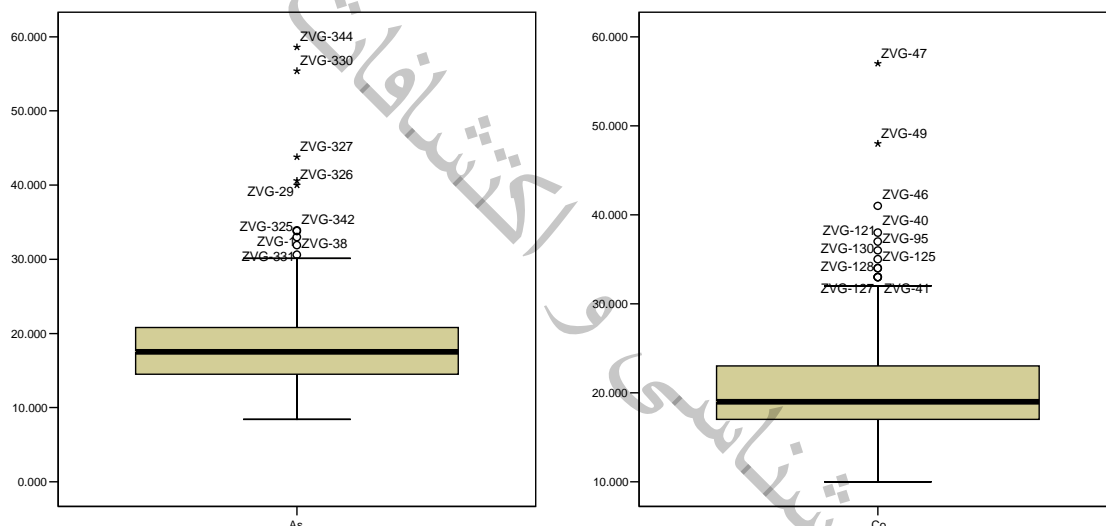
شکل ۲-۲- هیستوگرام داده های خام عناصر طلا و مس

۲-۸-۴- جدایش مقادیر خارج از رده

مقادیر خارج از رده به مقادیری گفته می‌شود که به نحو چشمگیری خارج از مقادیر داده‌ها در منتهی‌الیه مقادیر کم یا زیاد قرار داشته باشند. مقادیر خارج از رده می‌توانند مهم باشند زیرا: این مقادیر می‌توانند آنومالی یا ناهنجاری باشند و می‌توان آنها را به مناطقی متناسب کرد که دارای کانی‌سازی هستند.

این مقادیر ممکن است مقادیر خارج از رده کاذب باشند که از خطای بالای نمونه‌برداری ناشی می‌شوند.

برای تعیین و جدایش مقادیر خارج از رده از نمودار باکس پلات در نرم افزار SPSS استفاده گردید (شکل شماره ۲-۳). مقادیری که حداکثر فاصله را از جامعه داده‌ها داشته و یا خارج نمودن آنها جامعه داده‌ها را نرمال و یا تا حدودی به جامعه نرمال نزدیک نمود، به عنوان مقادیر خارج از رده شناخته شدند (پیوست ۳). پس از مشخص شدن این مقادیر، بالاترین مقدار عددی در بین داده‌ها را به جای داده‌های خیلی بالا و کمترین مقدار را نیز برای مقادیر خیلی پایین خارج از رده جایگزین نمودیم. با بررسی باکس پلات‌ها مشخص شد که کشیدگی انتهایی نمودارهای عناصری همچون آرسنیک، کبالت، کرم، مس، مولیبدن، گوگرد، آنتیموان، Sc, Y, Yb روی قابل توجه می‌باشند که این کشیدگی به سمت مقادیر مثبت است و نتایج آنها با هیستوگرام‌های عناصر مذکور نیز تا حدودی مطابقت نشان می‌دهد؛ و عناصر زیرکونیوم و چندین نمونه (۵ نمونه) از نیکل کشیدگی منفی نشان می‌دهند.



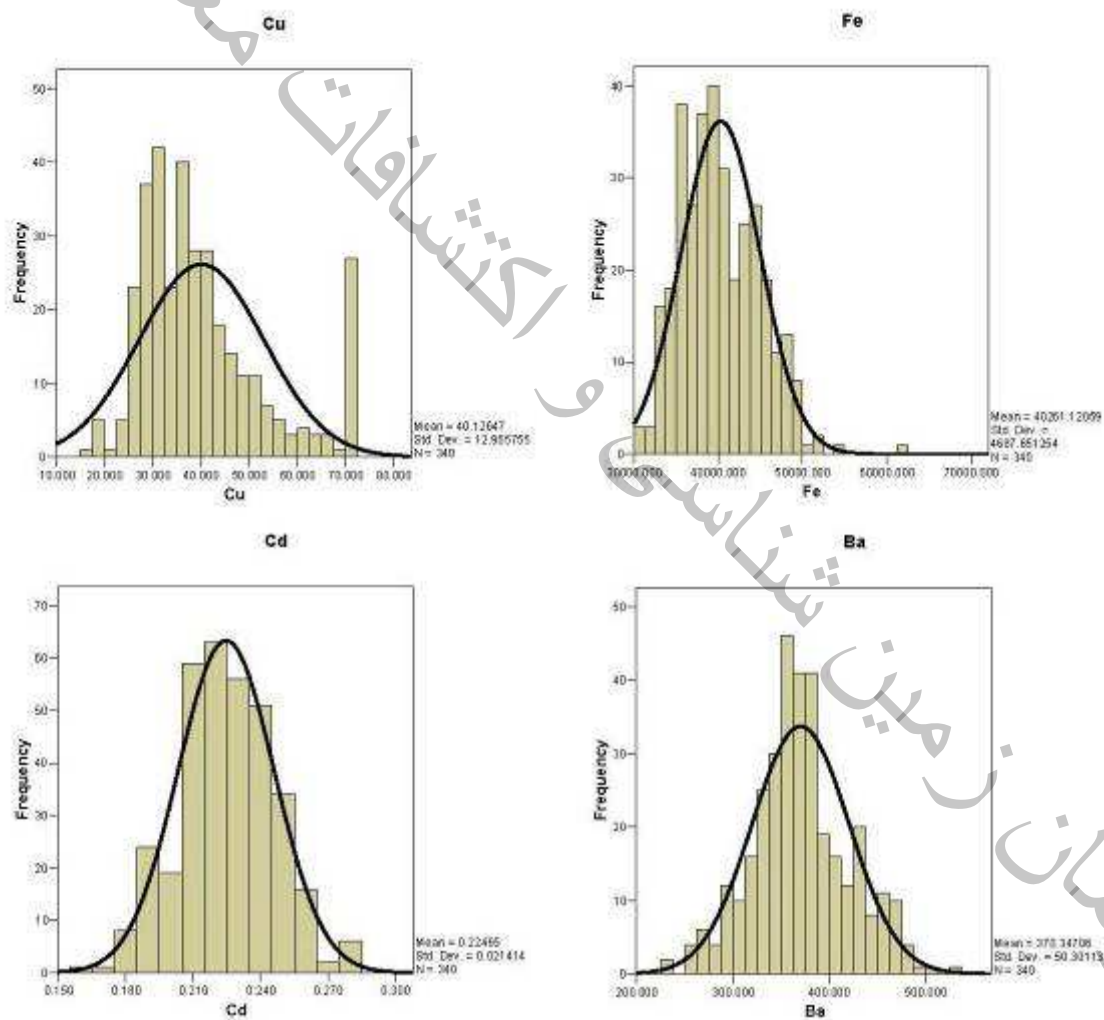
شکل ۲-۳- نمودار باکس پلات عناصر آرسنیک و کبالت در محدوده ورچه یک

۲-۹- نرمال سازی داده‌های خام و بررسی پارامترهای آماری داده‌های نرمال

اکثر محاسبات و روش‌های آماری نیازمند داده‌های نرمال شده هستند. از خصوصیات یک توزیع نرمال چنانچه گفتیم می‌توان به کشیدگی در حد ۳، چولگی در حد صفر، انطباق تقریبی سه آماره میانگین، میانه و مد، شکل زنگوله‌ای متقارن و ... اشاره کرد. در مرحله اول وضعیت داده‌ها از دیدگاه نرمال بودن مشخص می‌شود. در صورت نرمال یا لاگ نرمال بودن تقریبی داده‌ها حتی المقدور بررسی‌ها به ترتیب بر روی همان داده‌های خام یا لگاریتم داده‌ها انجام شده در غیر این صورت برای نرمال سازی می‌توان از تبدیل لگاریتمی چند متغیره یا تبدیل کاکس و باکس استفاده نمود. در این

پروژه ابتدا از داده‌های غیرنرمال لگاریتم ساده گرفته شد پس از لگاریتم‌گیری بعضی از داده‌هایی که نرمال نشدند مقادیر خارج از رده بوسیله روش باکس پلات شناسایی و این مقادیر تا جایی که نمونه‌ها نرمال و یا نزدیک (بین ۱۰ تا ۱۵٪ اختلاف) به نرمال شوند، با نزدیکترین مقدار مربوط به داده مورد نظر جایگزین شدند (پیوست ۴).

پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده در جدول شماره ۲-۸ ارایه شده است. همچنین هیستوگرام نمونه‌ها بعد از نرمال‌سازی ترسیم شده که در پیوست ۵ آورده شده‌اند. همانطور که از جدول پارامترهای آماری مشخص است عناصری همچون طلا، کرم، نیکل و لیتیم پس از تبدیل لگاریتمی داده‌ها نرمال شده‌اند و مقادیر کشیدگی و چولگی آنها به حد قابل قبولی رسید.



شکل ۲-۴- هیستوگرام داده های نرمال شده عناصر Fe, Cu, Cd, Ba

جدول ۲-۸- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده ورچه یک

Statistics		Au	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	As
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.63	61689.13	33625.00	40261.12	19082.68	11759.19	5721.65	18.03
Median		0.69	61176.00	31125.00	39615.00	19108.50	11736.50	5744.00	17.50
Mode		0.69	53733.00	3407.00	35946.00	16369.00	10764.00	8881.00	30.60
Std. Deviation		0.59	5959.05	18784.11	4687.65	2179.34	1183.22	1213.67	4.76
Variance		0.35	35510270.48	352842623.47	21974074.28	4749535.88	1400007.89	1472988.25	22.68
Skewness		0.25	0.35	0.57	0.57	0.01	-0.02	-0.17	0.69
Kurtosis		-0.09	-0.16	-0.14	0.52	-0.39	-0.33	0.95	0.20
Minimum		-0.29	46838.00	3407.00	30666.00	12103.00	8472.00	1990.00	8.40
Maximum		2.83	78048.00	91038.00	61698.00	24941.00	14709.00	8881.00	30.60
CV%		94.33	9.66	55.86	11.64	11.42	10.06	21.21	26.41
Percentiles	25	0	57555.25	19065.75	36489.25	17475.75	10974	5066.75	14.5
	50	0.693147	61176	31125	39615	19108.5	11736.5	5744	17.5
	75	1.09861	65500.25	45116	43714.25	20738	12633	6496	20.8

a: Multiple modes exist. The smallest value is shown

ادامه جدول ۲-۸- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده ورچه یک

Statistics		Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cu
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		370.35	1.99	0.67	0.22	4.43	20.42	125.90	40.13
Median		368.50	1.90	0.66	0.22	4.39	19.00	122.50	37.00
Mode		374.00	1.80	0.66	0.22	4.19	17.00	185.00	29.00
Std. Deviation		50.30	0.31	0.12	0.02	0.26	4.58	24.43	12.97
Variance		2530.20	0.10	0.01	0.00	0.07	20.94	596.61	168.11
Skewness		0.16	0.50	0.34	0.01	0.51	0.97	0.63	1.06
Kurtosis		0.21	-0.42	0.17	-0.04	0.07	0.72	0.58	0.47
Minimum		233.00	1.40	0.38	0.16	3.85	10.00	65.00	17.00
Maximum		527.00	2.80	0.99	0.28	5.27	33.00	185.00	71.00
CV%		13.58	15.56	17.15	9.53	5.79	22.41	19.40	32.31
Percentiles	25	339.25	1.8	0.6	0.21	4.2377075	17	110	31
	50	368.5	1.9	0.66	0.22	4.39445	19	122.5	37
	75	398.25	2.2	0.74	0.24	4.6026575	23	137	45

a: Multiple modes exist. The smallest value is shown

ادامه جدول ۲-۸- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده ورچه یک

Statistics		La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	P	Pb
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		3.80	3.74	6.78	0.69	21.59	66.43	6.44	23.67
Median		3.78	3.71	6.77	0.67	21.00	66.00	6.43	23.00
Mode		3.50	3.69	6.79	0.64	20.00	69.00	6.38	21.00
Std. Deviation		0.29	0.14	0.22	0.08	4.06	11.10	0.15	4.28
Variance		0.08	0.02	0.05	0.01	16.50	123.31	0.02	18.36
Skewness		0.40	0.44	0.71	1.31	0.07	-0.01	1.09	0.72
Kurtosis		-0.08	1.21	1.83	0.86	-0.08	1.82	3.49	-0.01
Minimum		3.09	3.26	6.16	0.60	9.00	29.00	6.01	15.00
Maximum		4.68	4.25	7.79	0.90	31.00	96.00	7.12	33.00
CV%		7.52	3.77	3.27	11.81	18.82	16.72	2.28	18.10
Percentiles	25	3.58352	3.66356	6.62007	0.64	19	60	6.35784	21
	50	3.78419	3.71357	6.77251	0.67	21	66	6.42649	23
	75	3.98898	3.80666	6.9085025	0.73	24	73	6.49979	26

a: Multiple modes exist. The smallest value is shown

ادامه جدول ۲-۸- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده ورچه یک

Statistics		Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Te	Th
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		90.62	4.81	0.92	2.58	2.37	4.84	0.17	12.74
Median		89.00	4.81	0.86	2.57	2.40	4.81	0.17	12.40
Mode		82.00	4.57	0.71	2.57	2.50	4.70	0.16	11.70
Std. Deviation		12.99	0.35	0.24	0.11	0.35	0.31	0.01	2.28
Variance		168.83	0.12	0.06	0.01	0.12	0.09	0.00	5.20
Skewness		0.47	0.08	1.06	0.83	-0.19	0.31	0.34	0.64
Kurtosis		-0.48	2.88	0.53	2.28	-0.02	-0.09	-0.07	0.07
Minimum		66.00	3.62	0.65	2.31	1.20	4.13	0.13	8.10
Maximum		126.00	6.43	1.75	3.11	3.10	5.98	0.22	19.90
CV%		14.34	7.32	25.71	4.10	14.67	6.35	8.97	17.90
Percentiles	25	81	4.61512	0.72	2.5096	2.1	4.60517	0.16	11
	50	89	4.8081	0.86	2.57261	2.4	4.81218	0.17	12.4
	75	99	4.99043	1.0475	2.63189	2.6	5.07517	0.18	14.2

a: Multiple modes exist. The smallest value is shown

ادامه جدول ۲-۸- پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده مربوط به محدوده ورچه یک

Statistics		Ti	U	V	W	Y_A	Yb	Zn	Zr
N	Valid	341	341	341	341	341	341	341	341
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		5013.30	2.50	123.61	1.77	19.54	2.29	86.41	127.31
Median		4716.00	2.50	122.50	1.77	19.00	2.20	86.00	130.00
Mode		3694.00	2.50	110.00	1.80	18.00	2.20	88.00	133.00
Std. Deviation		1180.91	0.29	16.02	0.26	3.29	0.28	10.73	18.64
Variance		1394545.85	0.08	256.79	0.07	10.84	0.08	115.03	347.29
Skewness		0.68	-0.07	0.04	0.23	0.87	0.98	0.71	-0.91
Kurtosis		0.04	0.39	-0.54	0.49	0.30	0.89	0.94	0.97
Minimum		2076.00	1.50	82.00	1.00	13.00	1.70	64.00	74.00
Maximum		8728.00	3.30	162.00	2.72	27.00	3.00	119.00	171.00
CV%		23.56	11.57	12.96	14.90	16.85	12.30	12.41	14.64
Percentiles	25	4135	2.3	112	1.5925	17	2.1	79	118
	50	4716	2.5	122.5	1.77	19	2.2	86	130
	75	5800.75	2.7	137	1.9375	21	2.4	92	140

a: Multiple modes exist. The smallest value is shown

۲-۱۰- محاسبه و رسم ضرایب همبستگی عناصر

۲-۱۰-۱- مقدمه

همانطور که در قسمت‌های قبل تشریح گردید، در مطالعات یک متغیره و بررسی‌های آماری مربوط به آنها، عدم وابستگی متغیرها ملاک اصلی است، اما عملاً چنین چیزی را نمی‌توان در طبیعت مشاهده نمود، چرا که عوامل مختلفی از قبیل عوامل ژنتیکی و غیره می‌توانند در ارتباط و وابستگی متغیرها به یکدیگر مؤثر باشد. بنابراین مقدار این وابستگی را می‌توان بصورت یک عدد بیان نمود، در صورتی که ارتباطی خطی بین دو متغیر وجود داشته باشد، به نحوی که با افزایش یک متغیر، مقدار متغیر دیگر نیز افزایش یابد، این همبستگی را به صورت مستقیم و مثبت معرفی می‌کنند و در صورتی که ارتباط خطی بین دو متغیر به نحوی باشد که با افزایش یک متغیر، مقدار متغیر دیگر نیز کاهش یابد، همبستگی دو متغیر غیرمستقیم خواهد بود. همچنین این ارتباط را می‌توان به صورت مثبت و منفی نیز معرفی نمود. لازم به ذکر است، مقدار ضریب همبستگی می‌تواند بین +۱ و -۱ تغییر کند. به نحوی که مقدار ضریب همبستگی +۱ مؤید همبستگی کامل و مستقیم متغیرهاست، در حالی که ضریب همبستگی -۱ نشانگر همبستگی غیرمستقیم و کامل دو متغیر است و ضریب همبستگی صفر، عدم ارتباط بین دو متغیر را نشان می‌دهد.

کاربرد ضرایب همبستگی خطی مشکلاتی را به همراه دارد که در اینجا چند تا از آنها ذکر می‌شود: یکی از فرض‌های اولیه در محاسبه ضریب همبستگی نرمال بودن جوامع است. در این پروژه داده‌ها را به وسیله روش لگاریتم ساده نرمال کرده و با استفاده از پارامترهای آماری و هیستوگرام‌ها مورد آزمون قرار دادیم و با توجه به اینکه بعضی داده‌ها مانند آرسنیک، کبالت و مس پس از لگاریتم ساده نرمال نشدند مقادیر خارج از رده را با استفاده از Boxplot شناسایی و جایگزین کردیم. بعد از این مرحله تقریباً تمامی داده‌ها نرمال یا نزدیک به نرمال شدند، بنابراین توزیع همه عناصر را نرمال فرض کردیم.

در محاسبه ضریب همبستگی خطی (روش پیرسن)^۲ تأثیر نمونه‌های دورافتاده^۳ که ممکن است ناشی از خطای اندازه‌گیری یا حتی آنومالی باشد، بسیار زیاد است، بطوریکه گاهی وجود یک نمونه دور افتاده موجب افزایش قابل توجهی در میزان ضریب همبستگی می‌شود. برای کاهش این تأثیر دو راه وجود دارد: یکی محاسبه ضریب همبستگی با استفاده از روش‌های ناپارامتری مانند روش اسپیرمن^۴ و

^۲ - Pearson.

^۳ - Outlier.

^۴ - Spearman.

دیگری خارج نمودن این نوع داده‌ها از گروه نمونه‌هاست که در حالت دوم می‌توان از روش‌های ترسیمی یا روش‌های آماری استفاده نمود که در این تحقیق از روش آماری استفاده شده است. یکی از فرض‌های اساسی در روش‌های آماری دو متغیره مانند ضریب همبستگی و رگرسیون^۵ استقلال جوامع آماری از یکدیگر است.

در محاسبه ضریب همبستگی بین نسبت‌های عناصر با یک مشکل مواجه هستیم و آن، این است که با تقسیم کردن متغیرها بر متغیر دیگر همبستگی بطور کاذب افزایش می‌یابد و در نتیجه، مشکل مجموع ثابت نیز شدیدتر می‌شود. برای حل این مشکل راه‌حل‌های متفاوتی توسط افراد مختلف ارائه شده است که بهترین آنها راه حل اتکینسون^۶ (۱۹۸۶) می‌باشد. اصول و مفاهیم بکار رفته در این روش را می‌توان در کتاب‌های مختلف آماری ژئوشیمی مشاهده کرد (رولینسون^۷، ۱۹۹۳). برای این منظور فایل حاوی داده‌های نرمال شده را به محیط نرم‌افزار SPSS/Win انتقال داده و در آنجا ضرایب همبستگی به همراه سطح معنی‌دار بودن وابسته به آنها محاسبه می‌گردد. ابتدا ماتریس همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن که مستقل از نوع تابع توزیع متغیر مورد بررسی است، محاسبه می‌گردد. ماتریس همبستگی حاصل در پیوست ۶ آورده شده است. در این جدول سطح معنی‌دار بودن وابسته به هر یک از ضرایب همبستگی معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد (با اهمیت) و وجود دو ستاره بیانگر سطح همبستگی بسیار معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۹ درصد (بسیار با اهمیت) بین دو متغیر می‌باشد.

۱۱-۲- شرح ماتریس ضرایب همبستگی

اصولاً وقتی گفته می‌شود ضریب همبستگی محاسبه شده از نظر آماری معنی‌دار است، منظور آن است که به لحاظ منطقی می‌توان مطمئن بود که بین متغیرها همبستگی قوی وجود دارد و با درجه معینی از اطمینان همبستگی محاسبه شده با صفر تفاوت دارد. اندازه ضریب همبستگی تعیین‌کننده درجه همبستگی بین متغیرهاست. همبستگی‌هایی که ضرایب آنها بین ۰/۳۵-۰/۲ است، نشان‌دهنده همبستگی پایین بین متغیرهاست (حتی اگر ضرایب موردنظر از نظر آماری معنی‌دار باشد)، مانند ضریب همبستگی بین Cu و Sn یا Ni. ضریب همبستگی ۰/۲ فقط ۴ درصد از تغییرات مشترک بین دو متغیر را تبیین می‌کند (مجذور ضریب همبستگی نشان‌دهنده

^۵ - Regression.

^۶ - Atchinson.

^۷ - Rollinson.

تغییرات مشترک دو متغیر است)، ضرایبی که در دامنه فوق قرار می گیرند فقط در کشف روابط بین متغیرها مفید هستند و برای تخمین یک متغیر از روی متغیر دیگر هیچگونه ارزشی ندارند.

با همبستگی هایی که ضرایب آنها بین $0/65-0/35$ قرار دارند، مانند ضریب همبستگی بین Cu-Mn (0.425)، امکان تخمین موفقیت آمیز گروهی وجود دارد. ضریب همبستگی حدود $0/4$ فقط می تواند ۲۰ درصد از تغییرات مشترک بین متغیرها را تبیین کند؛ کاملاً واضح است که اینگونه پیش بینی ها با خطا همراه هستند. ضرایبی که در دامنه مورد بحث قرار دارند وقتی قابل استفاده هستند که با متغیرهای دیگر ترکیب شوند (تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه)، ترکیب متغیرهایی که ضرایب همبستگی آنها بین $0/65-0/35$ قرار دارند با قبول چند درصد خطا در تخمین های منفرد قابل استفاده می باشند.

با همبستگی هایی که ضرایب آنها بین $0/75-0/65$ قرار دارند می توان تخمین گروهی دقیق انجام داد. با افزایش همبستگی بالا در این محدوده امکان تخمین های منفرد دقیق نیز وجود دارد. ضرایب همبستگی بالاتر از $0/85$ نشان دهنده همبستگی بسیار نزدیک بین متغیرهاست که چنین ضرایبی را در این پروژه می توان بین متغیرهای Cu-Fe با مقدار $0/816$ ، Th و La با مقدار $0/961$ مشاهده کرد. ضریب همبستگی $0/85$ می تواند ۷۲ درصد از تغییرات مشترک بین متغیرها را تبیین کند. اگر ضریب همبستگی در چنین حدی بدست آید می توان از آن برای تخمین های منفرد و گروهی استفاده کرد. در زیر به چند همبستگی عناصر مهم اشاره می شود:

۲-۱۱-۱- مس

عنصر مس با بیشتر عناصر کانساری همبستگی مثبت و معنی دار نشان می دهد. بالاترین ضریب همبستگی مثبت بالای آن $0/5$ آن با عناصر Fe(816) و Be(805) در حد اعتبار ۹۹٪ می باشد. بعد از آن با عناصر V, K, Co, Ce, Te, Ti, Th, Te, Zn, Pb همبستگی بالایی را دارد که در این بین با توجه به نتایج مس، سرب و تا حدودی روی می تواند دارای اهمیت باشد. با در نظر گرفتن لیتولوژی منطقه و وجود سنگ های رسوبی مانند شیل می تواند دلالت بر وجود تیپ های کانی سازی مس، سرب و روی در سنگ های رسوبی باشد. همچنین مس با استرانسیم و کلسیم در قطب مخالف قرار می گیرد که این امر احتمال همراهی مس در سنگ های آهنی را کاهش می دهد.

۲-۱۱-۲- طلا

طلا همبستگی مثبت و معنی داری با عنصر آرسنیک Au-As به مقدار $0/139$ در حد اعتبار ۹۹٪ دارد. ولی با بقیه عناصر به غیر از آنتیموان که همبستگی منفی و معنی دار دارد، ارتباطی را نشان

نمی‌دهد. به هر حال عدم همراهی آنتیموان با طلا و پایین بودن مقادیر آن حکایت از عدم اهمیت کانساری این عنصر است.

۱۲-۲- تجزیه و تحلیل فاکتوری

بطور کلی امروزه در اکتشافات ژئوشیمیایی یکی از پیچیده‌ترین مسائل مطالعه همزمان تغییرات متغیرهای مورد بررسی در یک نقطه و در نهایت انعکاس نحوه تغییرات آنهاست. در واقع مسأله اصلی بیان همبستگی بین مقادیر غلظت عناصر و یا کانی‌ها به منظور نمایش الگوی تغییرات همزمان آنها در یک مکان است. به همین منظور و در جهت کاستن از تعداد داده‌ها از تجزیه و تحلیل فاکتوری استفاده شده است.

با انجام تجزیه عاملی بر روی داده‌های نرمال شده، ابتدا باید میزان اعتبار آن را بررسی کنیم. آزمون‌های KMO و Bartlett شاخصی برای مقایسه مقادیر ضرایب همبستگی ساده و جزیی بر روی کلیه متغیرها هستند. مقادیر بزرگ KMO دلالت بر تأیید تجزیه عاملی دارد. برای مقادیر حدود ۰/۹ این کمیت، تجزیه عاملی بسیار مناسب، در حد ۰/۸ مناسب، ۰/۷ متعادل، ۰/۶ متوسط، ۰/۵ ناچیز و کمتر از ۰/۵ نامناسب می‌باشد. با توجه به جدول KMO برابر ۰/۸۶۵ برای تجزیه عاملی انجام شده وضعیت متعادل و قابل قبولی را نشان می‌دهد (جدول شماره ۲-۹).

جدول ۲-۹- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		.865
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	15974.999
	df	780
	Sig.	.000

همچنین عدم ردآزمون کرویت که به آزمون فرض ماتریس واحد بودن ضرایب همبستگی اشاره می‌کند به این معنی است که کلیه متغیرها مستقل از یکدیگر عمل می‌کنند. صحت نتایج اجرا مبتنی بر فرض نرمال بودن توزیع داده‌هاست. برای تجزیه عاملی از روش مؤلفه‌های اصلی (Principal Components) استفاده شده است، که در آن برآورد ماتریس ضرایب همبستگی را به دست می‌آوریم. با محاسبه مقادیر ویژه این ماتریس، p مقادیر بزرگتر از یک را در نظر می‌گیریم و برای آنها بردارهای ویژه را محاسبه می‌کنیم. جدول بلوک‌بندی‌ها (Communalities) میزان اشتراک هر متغیر با بخشی از واریانس آن است که به عامل‌های مشترک مربوط می‌شود. مقادیر ۱ در ستون اولیه (Initial) مربوط

به اولیه بودن برآوردها و ساخته نشدن عامل هاست، یعنی هر متغیر ۱۰۰٪ تغییرات هر عامل را نشان می دهد (جدول شماره ۲-۱۰). در ستون استخراج (Extraction) این مقادیر پس از ساختن عامل ها، اصلاح شده اند که با توجه به جدول، عناصر Th, V, La به ترتیب با مقدار ۰/۹۴ و ۰/۹۳ بیشترین و Sb با ۰/۲۹ کمترین مقدار را در بین عناصر دارا هستند. بنابراین همه عناصر به غیر از U, Sb و Sn دارای ضریب اشتراک < 0.5 و قابل قبول دارند عنصر آنتیموان به علت پایین بودن زیاد ضریب اشتراک از محاسبات کنار گذاشته شد ولی دو عنصر اورانیوم و قلع به علت اهمیت آنها و نزدیکی زیاد به مقدار ۰/۵ در محاسبات منظور گردیدند.

جدول ۲-۱۰- نتایج آنالیز فاکتوری داده های نرمال

Communalities		
	Initial	Extraction
Au	1	0.64
Al	1	0.77
Ca	1	0.84
Fe	1	0.89
K	1	0.82
Mg	1	0.85
Na	1	0.73
As	1	0.68
Ba	1	0.84
Be	1	0.91
Bi	1	0.63
Cd	1	0.55
Ce	1	0.93
Co	1	0.78
Cr	1	0.82
Cu	1	0.72
La	1	0.93
Li	1	0.77
Mn	1	0.70
Mo	1	0.72
Nb	1	0.78
Ni	1	0.89
P	1	0.71
Pb	1	0.74
Rb	1	0.75
S	1	0.73
Sb	1	0.29
Sc	1	0.84
Sn	1	0.47
Sr	1	0.87
Te	1	0.64
Th	1	0.94
Ti	1	0.76
U	1	0.44
V	1	0.93
W	1	0.68
Y	1	0.83
Yb	1	0.89
Zn	1	0.77
Zr	1	0.80

Extraction Method: Principal Component Analysis.

انتخاب تعداد فاکتورها بر اساس محاسبه مقادیر $eigen\ value > 1$ که پارامتر مناسبتری جهت انتخاب تعداد فاکتور می باشد، صورت گرفت. البته در بررسیهای آماری ژئوشیمیایی از نمودار صخره‌ای هم (Scree plot) که مقادیر ویژه بر حسب اهمیت آنها از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ترسیم می‌گردد، استفاده می‌شود. با توجه به نمودار شماره ۲-۶، مقادیر ویژه بالای یک و یا دومین شکست معتبر بالای یک، برای انتخاب مؤلفه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین با توجه به نمودار فوق اگر مقادیر ویژه بالای یک را در نظر بگیریم تعداد ۹ فاکتور و در صورت انتخاب دومین شکست معتبر بالای یک تعداد ۵ فاکتور معرفی خواهند شد که با توجه به تجربه مشاور و همچنین همخوانی تعداد فاکتورهای بالای یک نمودار صخره‌ای با جدول واریانس کل (Variance Total Explained) مقادیر ویژه، تعداد ۹ فاکتور انتخاب گردیدند. در جدول شماره ۲-۱۱ تعبیر واریانس کل (Variance Explained Total) مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل محاسبه شده‌اند. مجموعه درصد ضرایب ویژه (EigenValues) تمامی متغیرها بر اساس PCA در حالت اولیه 100% می‌باشد ولی پس از محاسبات Loading و سپس در حالت Rotation با تابع (Varimax) تعداد ۹ فاکتور منظور شده که مجموعاً 75.62% کل جامعه را پوشش می‌دهند.

برای بررسی برخی از فاکتورهای محاسبه شده از جداول Rotated component matrix به ترتیب برای تمامی عناصر (به استثنای Sb که پیشتر علت حذف آن از محاسبات ذکر گردید) و جدول شماره ۲-۱۲ برای عناصر کانسارساز تهیه شد تا بتوان ارتباط بین آنها را به خوبی بررسی نمود، که در زیر به طور اجمالی به شرح آنها پراخته می‌شود:

در جدول شماره ۲-۱۳ عناصر Be, Fe, V, K, Ca, Sr, Th, Ce, La, Rb, Ti, Te, Co, Ba, Bi, Cu, Nb, Mn, U در فاکتور اول قرار می‌گیرند که ۳۴٪ واریانس کلی منطقه را به خود اختصاص داده است، با توجه اینکه معمولاً در آنالیز فاکتوری غالب عوامل سنگ‌ساز منطقه در گروه اول قرار می‌گیرند بنابراین حضور برخی از عناصر کانسارساز مانند Bi, Cu, V و غیره احتمال همراهی و یا قرارگیری این عناصر در ساختمان سنگ‌های منطقه را قوت می‌بخشد. مس در ساختمان آمفیبول و عناصر وانادیم و اسکاندیم نیز جانشین یون آهن در ساختمان کانی‌های مگنتیت، تیتانومگنتیت، پیروکسن و آمفیبول می‌گردد. کلسیم و استرانسیم که جفت عنصر ایزومورفیک می‌باشند در قطب مخالف عناصر ذکر شده قرار می‌گیرند. عناصر Zr, Mg, Al متعلق به فاکتور دوم با پوشش واریانسی ۱۱٪ بوده، فاکتور سوم شامل عناصر Yb, Y, Li، عناصر Pb, Zn, Cd در گروه چهارم و Mo, Cr، Ni در گروه پنجم قرار می‌گیرند؛ در گروه ششم عناصر P, Na, -As, Sc و گروه هفتم شامل عناصر W, S می‌باشد. گروه هشتم و نهم هر کدام دربرگیرنده یک عنصر می‌باشند که عنصر Sn در گروه هشت و Au هم در گروه نهم قرار گرفته است.

در جدول شماره ۲-۱۴ که فقط برای عناصر کانسازساز تهیه شده موارد زیر بدست می آید:

V, Be, Fe, Ba, Co, Bi, Ti, Cu, Sr, Mn شامل ۱ فاکتور شماره ۱

در جدول کلی، فاکتور ۱ بیشتر این عناصر را در برمی گرفت و این نشانگر نقش بالا در بین عناصر کانسازی است؛ بیشترین واریانس عناصر کانسازی نیز به این عناصر تعلق دارد که این مسئله می تواند مربوط به بالابودن آنها در زمینه منطقه باشد، به عنوان مثال مقادیر بالای مس در برخی از نمونه ها، نشانه کانی سازی در منطقه می باشد.

در فاکتورهای دیگر غالباً عناصر پارائنز باهم در یک گروه قرار گرفته اند مانند Cr, Ni, Mo که در گروه دوم، Pb, Zn, Cd در گروه چهارم و عناصر Au, As که در گروه پنجم قرار دارند، البته قابل ذکر است که مقادیر پایین نتایج آنالیز از اعتبار این همبستگی ها می کاهد.

جدول ۲-۱۱- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	13.88	34.69	34.69	13.88	34.69	34.69	13.12	32.81	32.81
2	4.71	11.77	46.46	4.71	11.77	46.46	3.30	8.25	41.06
3	3.07	7.68	54.14	3.07	7.68	54.14	2.69	6.73	47.80
4	1.96	4.90	59.04	1.96	4.90	59.04	2.26	5.65	53.44
5	1.81	4.52	63.56	1.81	4.52	63.56	2.19	5.46	58.91
6	1.34	3.35	66.92	1.34	3.35	66.92	2.11	5.27	64.17
7	1.28	3.20	70.11	1.28	3.20	70.11	1.76	4.40	68.57
8	1.17	2.93	73.05	1.17	2.93	73.05	1.48	3.71	72.28
9	1.03	2.57	75.62	1.03	2.57	75.62	1.34	3.34	75.62
10	0.98	2.46	78.08						
11	0.90	2.24	80.32						
12	0.79	1.96	82.29						
13	0.76	1.90	84.19						
14	0.71	1.77	85.96						
15	0.66	1.66	87.62						
16	0.65	1.62	89.23						
17	0.53	1.34	90.57						
18	0.50	1.26	91.83						
19	0.45	1.13	92.96						
20	0.37	0.91	93.88						
21	0.34	0.86	94.73						
22	0.31	0.78	95.51						
23	0.27	0.68	96.19						
24	0.25	0.63	96.83						
25	0.22	0.54	97.36						
26	0.17	0.43	97.79						
27	0.16	0.40	98.19						
28	0.12	0.31	98.50						
29	0.10	0.25	98.76						
30	0.10	0.24	99.00						
31	0.08	0.19	99.19						
32	0.06	0.16	99.35						
33	0.06	0.15	99.50						
34	0.05	0.12	99.62						
35	0.04	0.09	99.71						
36	0.04	0.09	99.81						
37	0.03	0.07	99.88						
38	0.03	0.06	99.94						
39	0.02	0.05	99.99						
40	0.00	0.01	100.00						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

جدول ۲-۱۲- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال

Component Matrix(a)									
Component	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Be	0.94								
V	0.91								
Fe	0.91								
K	0.87								
Co	0.83								
Ce	0.81								
Ca	-0.81								
Ba	0.81								
Th	0.81								
La	0.80								
Sr	-0.79								
Rb	0.77								
Bi	0.76								
Ti	0.75								
Te	0.75								
Cu	0.74								
Mn	0.67								
Nb	0.67								
Zn	0.60								
As	0.49								
Pb	0.47			0.41					
Al	0.47		0.44						
U	-0.46								
Mg		0.82							
Zr		0.81							
Ni		0.78							
Cr		0.72							
P		0.46							
Sc	0.40		0.75						
Yb			0.73						
Y			0.67						
Na			0.60						
Li				0.50					
Cd				0.44					
S		0.50			0.56				
W					0.40				
Mo				0.45			0.57		
Au								-0.55	
Sb									
Sn									

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a: 9 components extracted.

جدول ۲-۱۳- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال

Rotated Component Matrix(a)									
Component	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Be	0.92								
Fe	0.90								
V	0.88								
K	0.85								
Ca	-0.84								
Sr	-0.83								
Th	0.83								
Ce	0.82								
La	0.81								
Rb	0.80								
Ti	0.78								
Te	0.76								
Co	0.74								
Ba	0.74								
Bi	0.74								
Cu	0.69								
Nb	0.69						0.42		
Mn	0.56			0.51					
U	-0.51								
Zr		0.80							
Mg		0.76							
Al	0.43	0.53						0.46	
Yb			0.83						
Y			0.81						
Li			0.76						
Pb				0.80					
Zn	0.44			0.69					
Cd				0.47				0.40	
Mo					0.82				
Cr		0.47			0.75				
Ni		0.59			0.65				
P						0.80			
Na						0.72			
As	0.46					-0.54			
Sc	0.45		0.49			0.51			
W							0.75		
S							0.60		
Sn								0.58	
Au									-0.77

Extraction Method: Principal Component Analysis.

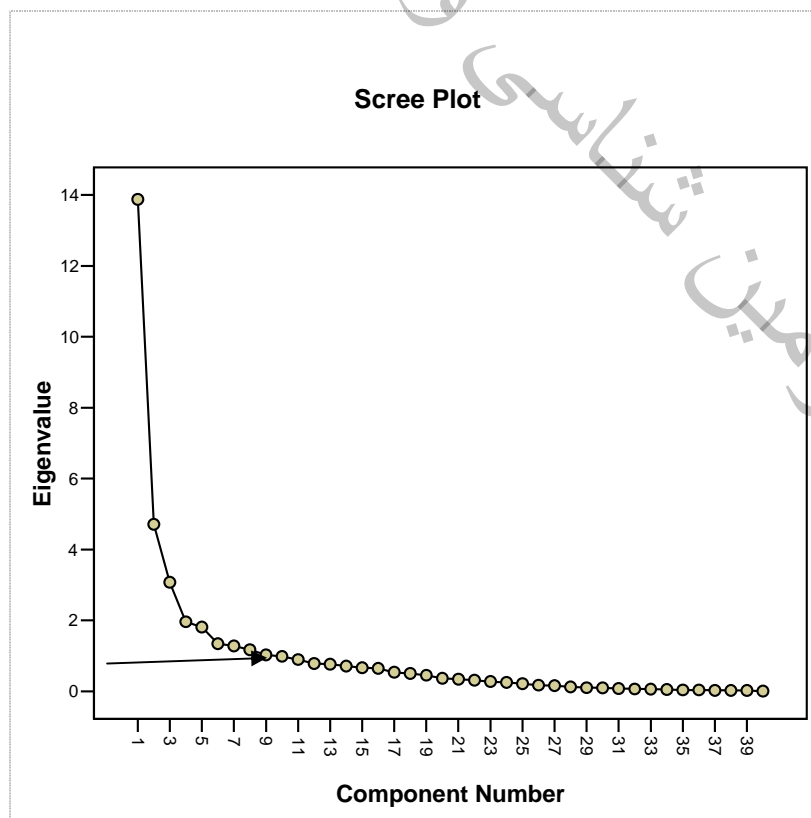
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a: Rotation converged in 16 iterations.

جدول ۲-۱۴- نتایج آنالیز فاکتوری داده‌های نرمال برای عناصر کانسار ساز

Component	1	2	3	4	5
V	0.93				
Be	0.93				
Fe	0.89				
Ba	0.83				
Co	0.79				
Bi	0.78				
Ti	0.76				
Cu	0.76				
Sr	-0.73		0.51		
Mn	0.58			0.42	
Cr		0.89			
Ni		0.82			
Mo		0.75			
S			0.84		
Mg		0.41	0.67		
W		0.11	0.53		0.45
Pb				0.79	
Zn				0.70	
Cd				0.58	
Sn				0.28	
Au					0.65
As	0.44				0.45

Extraction Method: Principal Component Analysis.
 Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization
 a: Rotation converged in 7 iterations.



شکل ۲-۵- انتخاب تعداد فاکتورهای داده‌های نرمال توسط نمودار صخره ای

فصل سوم

تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی و

معرفی مناطق آنومال

فصل سوم - تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی و معرفی مناطق آنومال

۳-۱ - مقدمه

ترسیم نقشه‌ها به عنوان محصول نهایی، باعث به تصویر کشیده شدن مقادیر عددی داده‌ها و یا به عبارتی ترسیم نمادین متغیرها می‌گردد. بدین منظور نقشه‌ها با توجه به در برداشتن کلیه اطلاعات اعم از موقعیت نمونه‌ها، نحوه توزیع عیاری، وضعیت توپوگرافی و سیستم آبراهه‌ها، موقعیت جاده‌ها، روستاها و شهرها و سایر اطلاعات به عنوان یکی از مهمترین اسناد هر گزارش محسوب می‌شوند. بنابراین خصیصه‌های ساده بودن و دقیق بودن نقشه‌ها کمک بسیاری در مفهوم بودن آنها می‌کند. نقشه‌ها معرف مناطق حاوی بالاترین پتانسیل اکتشافی هستند اما این پتانسیل نایستی به مفهوم تمرکز ماده (مواد) معدنی در مناطق ناهنجار باشد زیرا متغیرهای حاکم بر طبیعت به قدری زیاد است که احاطه به تمامی آنها تقریباً غیرممکن است. هدف نهایی، معرفی مناطقی است که در آنها گروهی از نمونه‌ها بطور مشترک در دسته‌ای از عناصر آنومال نشان داده‌اند.

۳-۲ - تعیین آنومالی‌های ژئوشیمیایی

اصولاً در جوامع آماری ژئوشیمیایی همواره دو جامعه آنومال و غیرآنومال قابل تشخیص است، بطوریکه در هر توزیع می‌توان جامعه را به سه بخش تقسیم نمود. بخش اول اکثریت جامعه را تشکیل می‌دهد و شامل مقادیر زمینه‌ای می‌باشد. بخش دوم معرف جامعه آنومال بوده و بخش سوم، جامعه حدواسط دو جامعه فوق می‌باشد. در نتیجه برای تعیین مقادیر آنومال، داده‌های ژئوشیمیایی به دو دسته مقدار زمینه و آنومالی تقسیم می‌شوند. مرز بین این دو گروه همان حدآستانه‌ای می‌باشد و مقادیر بالای حد آستانه‌ای به عنوان آنومالی تلقی می‌گردند که ممکن است بیانگر وجود نهشته‌های شناخته شده یا ناشناخته باشند.

روش‌های آماری مختلفی برای تعیین مقادیر حدآستانه‌ای و آنومالی وجود دارد که با مقایسه نتایج حاصل از هر روش آنومالی‌های نهایی انتخاب خواهند شد. این روش‌ها عبارتند از:

الف- روش حد آستانه‌ای $(\bar{X} + 2S)$

ب- روش PN

ج- روش انفصال آماری

در این پروژه برای تعیین آنومالی‌ها از روش اول استفاده شده است، بنابراین فقط به شرح روش اول پرداخته شد و از توضیحات اضافی در مورد دو روش بعدی خودداری گردید.

الف- روش حد آستانه‌ای ($\bar{X} + 2S$)

معمول‌ترین روش آماری جهت تعیین مقدار حد آستانه‌ای برابر قراردادن آن با مقدار میانگین یا میانه (یا لگاریتم آنها) به اضافه یک، دو یا سه برابر انحراف معیار است. در این تحقیق مقدار حد آستانه‌ای برابر مقدار میانگین به اضافه دو برابر انحراف معیار در نظر گرفته شده است. برای تمایز بین آنومالی‌های ممکن، آنومالی‌های قطعی از حد آستانه‌ای به اضافه انحراف معیار هر متغیر استفاده می‌شود. بدین ترتیب برای هر متغیر پنج گروه کاملاً متمایز مشخص می‌گردد که بصورت زیر می‌باشد:

\bar{X}	مقادیر زمینه
$\bar{X} + S$	مقادیر حد آستانه‌ای
$\bar{X} + 2S$	مقادیر آنومالی ممکن
$\bar{X} + 2S <$	مقادیر آنومالی احتمالی $< \bar{X} + 3S$
$\bar{X} + 3S <$	مقادیر آنومالی قطعی

بر طبق تجزیه و تحلیل آماری در یک توزیع نرمال $2/14$ درصد از داده‌های یک‌سری معین مقادیرشان بین $\bar{X} + S$ و $\bar{X} + 2S$ (نمونه‌های آنومالی ممکن)، $0/13$ درصد بین $\bar{X} + 2S$ و $\bar{X} + 3S$ (نمونه‌های آنومالی احتمالی) و $0/01$ درصد بزرگتر از $\bar{X} + 3S$ (نمونه‌های آنومالی قطعی) می‌باشد. بنابراین در هر 10000 نمونه در یک جامعه نرمال می‌توان انتظار داشت که در مورد هر متغیر 214 نمونه آنومالی ممکن، 13 نمونه آنومالی احتمالی و 1 نمونه آنومالی قطعی وجود داشته باشد؛ شرط استفاده از روش فوق برای بدست آوردن این مقادیر نرمال بودن تابع توزیع عناصر می‌باشد.

لازم به یادآوری است جهت تعیین دامنه آنومالی‌ها ابتدا انتشار کلیه نمونه‌ها با حذف عیار عناصر خارج از رده (یعنی عیارهای فوق‌العاده و غیرعادی) و استفاده از تبدیل داده‌ها به لگاریتم Ln به انتشاری نسبتاً نرمال و سپس مقادیر میانگین و انحراف معیار محاسبه و با تعیین مقادیر واقع بین $\bar{X} + S$ ، $\bar{X} + 2S$ ، $\bar{X} + 3S$ گروه‌بندی آنومالی‌ها صورت گرفته است.

با توجه به نتایج حاصل از محاسبات آماری و مرزبندی دامنه تمرکز عناصر تعداد 12 نقشه تحت نام نقشه‌های آنومالی تهیه شده که هر یک مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. برای عناصری که از نظر پتانسیل اکتشافی فاقد ارزش قابل توجیهی بوده‌اند، نقشه انتشار آنومالی تهیه نشده است ولی مشخصات آماری و تجزیه‌ای آنها در جداول مربوطه ارائه شده‌اند.

کلیه نقشه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای ژئوشیمیایی چون SPSS، Surfer و اتوکد تهیه و ارائه شده‌اند. علاوه بر محاسبات آماری متداول جهت ارزیابی آنومالی‌ها از برخی روش‌های ویژه‌ای نیز استفاده شده که در بخش مربوطه، توضیحات لازم داده شده است.

۳-۳- انتشار عناصر در محدوده اکتشافی

در این بخش از گزارش چگونگی انتشار زون‌های آنومالی گروه‌های مختلف عنصری در محدوده‌های اکتشافی مورد بحث قرار می‌گیرند.

۳-۳-۱- بررسی آنومالی‌های عنصر طلا

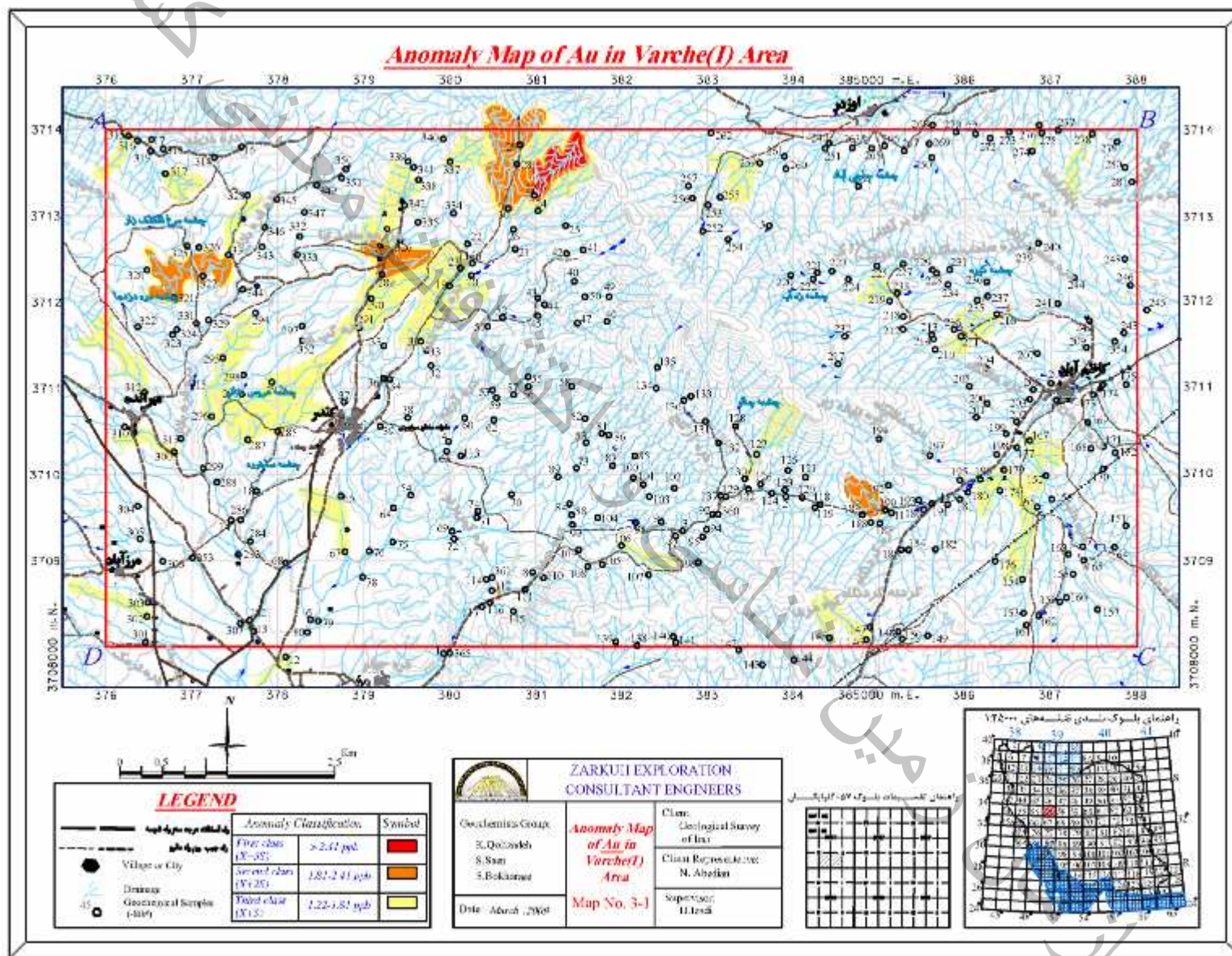
حداقل و حداکثر عیار طلا در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای از 0.75ppb تا 17ppb با میانگین 2.25ppb می‌باشد. ناهنجاری‌های این عنصر به صورت یک آنومالی درجه ۱ و سه آنومالی درجه ۲ دیده می‌شود (نقشه شماره ۳-۱). آنومالی درجه یک در شمال منطقه و شمال شرق روستای کندر قرار گرفته است. این آنومالی متأثر از نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای ZVG-27, 28, 29, 30 بوده که حالت زونینگ در این محدوده به خوبی دیده می‌شود. نمونه کانی‌سنگین ZVH-30 از این حوضه برداشت شده که کانی‌های هماتیت، لیمونیت و پیریت‌اکسید، گوتیت و مالاکیت در آن معرفی شده‌اند. سنگ‌های رخنمون یافته براساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی ورچه عبارتند از: شیل‌های تیره تا اسلیت و ماسه‌سنگ که در برخی نقاط رگه‌های سیلیسی نیز دیده می‌شوند. آنومالی‌های درجه دو این عنصر در شمال روستای کندر و شمال روستای میرانده و جنوب غرب روستای کاظم‌آباد دیده می‌شوند. لیتولوژی غالب این مناطق شیل‌های تیره تا اسلیت می‌باشند.



ZARKUH EXPLORATION

گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



نقشه ۳-۱- نقشه انومالی های عنصر طلا

۳-۲- بررسی آنومالی‌های عنصر آرسنیک

میانگین حداقل، حداکثر و میانگین عنصر آرسنیک در نمونه‌های رسوب آبراه‌ای به ترتیب 8ppm, 58.6ppm, 18ppm می‌باشد. مقادیر بالای 40ppm در رسوبات آبراه‌ای می‌تواند نشانگر آنومالی در نمونه‌ها باشد، بنابراین ۵ نمونه این شرایط را دارا بوده و در صورت داشتن زونالیته خوب و همپوشانی با دیگر عناصر پارائنز ارزشمند تلقی می‌گردند (نقشه شماره ۳-۲). تمام آنومالی‌های این عنصر از نوع درجه II و III بوده که در بخش‌های مختلف محدوده به خصوص در شمال غرب و شمال محدوده متمرکز می‌باشند. دو آنومالی کوچک در شرق و یک آنومالی نیز در جنوب محدوده دیده می‌شوند که مساحت تقریبی آنها ۸ هکتار و متأثر از تک نمونه‌های رسوب آبراه‌ای می‌باشند.

بزرگترین آنومالی‌های این عنصر در شمال شرق روستای میرانده و شمال روستای کندر واقع شده‌اند. آنومالی شمال شرق روستای میرانده به صورت یک آنومالی درجه II به مساحت تقریبی یک کیلومتر مربع می‌باشد. این آنومالی متأثر از ۶ نمونه رسوب آبراه‌ای ZVG-325, 326, 327, 330, 331, 334 و دو نمونه کانی سنگین ZVG-327, 331 است (جدول ۳-۱). در نمونه‌های کانی سنگین کانی‌هایی مانند هماتیت، گوتیت، لیمونیت، گارنت، پیریت اکسید، کاسیتريت و گزنوتیم (Xenotime) دیده می‌شود.

آنومالی درجه دوم دیگری به مساحت تقریبی ۴۵ هکتار واقع در شمال روستای کندر واقع شده است. این آنومالی از دو نمونه ZVG-297, 298 متأثر شده که زونالیته نسبتاً خوبی هم از خود نشان می‌دهد. سنگ‌های در برگیرنده این حوضه آنومال را شیل و ماسه‌سنگ با میان‌لایه‌هایی از آهک تشکیل می‌دهند.

جدول ۳-۱- نتایج بررسی آنومالی های عنصر آرسنیک

ردیف	اولویت بندی آنومالی ها	آنومالی درجه	موقعیت	نمونه های آنومال به همراه عیار عنصر (ppm)	کانی های سنگین
۱	آنومالی شماره ۱ آرسنیک	۲	شمال شرق میرانده	325(33),326(40),327(43.8),330(55.4),331(31.9),344(58.6)	پیریت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، گوتیت، پیریت-اکسید، کاسیتریت، گزنوتیم
۲	آنومالی شماره ۲ آرسنیک	۲	شمال کندر	297(29.5),298(27.8)	دارای کانی های سنگین هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت-اکسید، لیمونیت-سنگ های در برگیرنده شامل شیل و ماسه سنگ با میان لایه هایی از آهک
۳	آنومالی شماره ۳ آرسنیک	۲	شمال کندر	342(33.8)	دارای کانی های سنگین، مگنتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت اکسید
۴	آنومالی شماره ۴ آرسنیک	۲	شمال شرق کندر	29(40.6)	-----
۵	آنومالی شماره ۵ آرسنیک	۲	شمال شرق کندر	47(28)	-----
۶	آنومالی شماره ۶ آرسنیک	۲	شرق کندر	38(30.6)	-----
۷	آنومالی شماره ۷ آرسنیک	۲	جنوب شرق کندر	64(30.1)	-----
۸	آنومالی شماره ۸ آرسنیک	۲	غرب کندر	287(28.7)	-----
۹	آنومالی شماره ۹ آرسنیک	۲	شرق کندر	73(27.8)	-----
۱۰	آنومالی شماره ۱۰ آرسنیک	۲	شمال شرق دره حیدر	1(33.9)	دارای کانی های سنگین، مگنتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت اکسید
۱۱	آنومالی شماره ۱۱ آرسنیک	۲	شمال شرق کاظم آباد	246(28.2)	-----
۱۲	آنومالی شماره ۱۲ آرسنیک	۲	شمال غرب کاظم آباد	236(29.8)	-----

۳-۳-۳- بررسی آنومالی های عنصر مس

مقادیر حداقل و حداکثر عیار عنصر مس در نمونه های رسوب آبراهه ای 842ppm, 31ppm با میانگین 48ppm می باشد. با توجه به اینکه مقادیر بالای 100ppm در نمونه های رسوب آبراهه ای می تواند برای عنصر مس حائز اهمیت باشد بنابراین این شرط در ۹ نمونه صدق می کند (نقشه شماره ۳-۳).

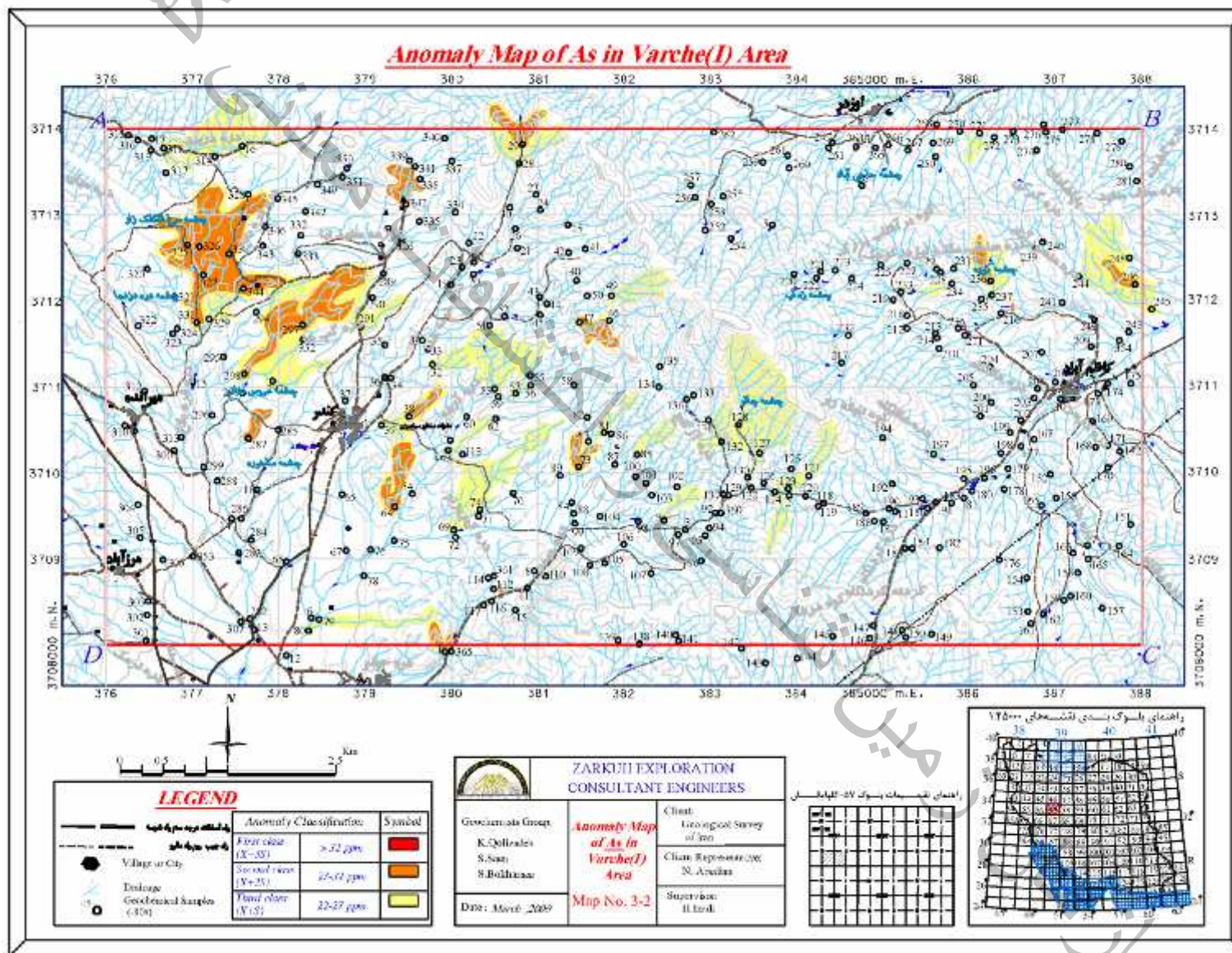
آنومالی این عنصر به صورت یک آنومالی درجه دو در شمال شرق روستای کندر به مساحت ۸ کیلومتر مربع دیده می شود، که با آنومالی های عنصر طلا همپوشانی نشان می دهد. این آنومالی متأثر از ۲۵ نمونه ژئوشیمیایی و ۹ نمونه کانی سنگین است که از کانی های مهم قابل مشاهده می توان به

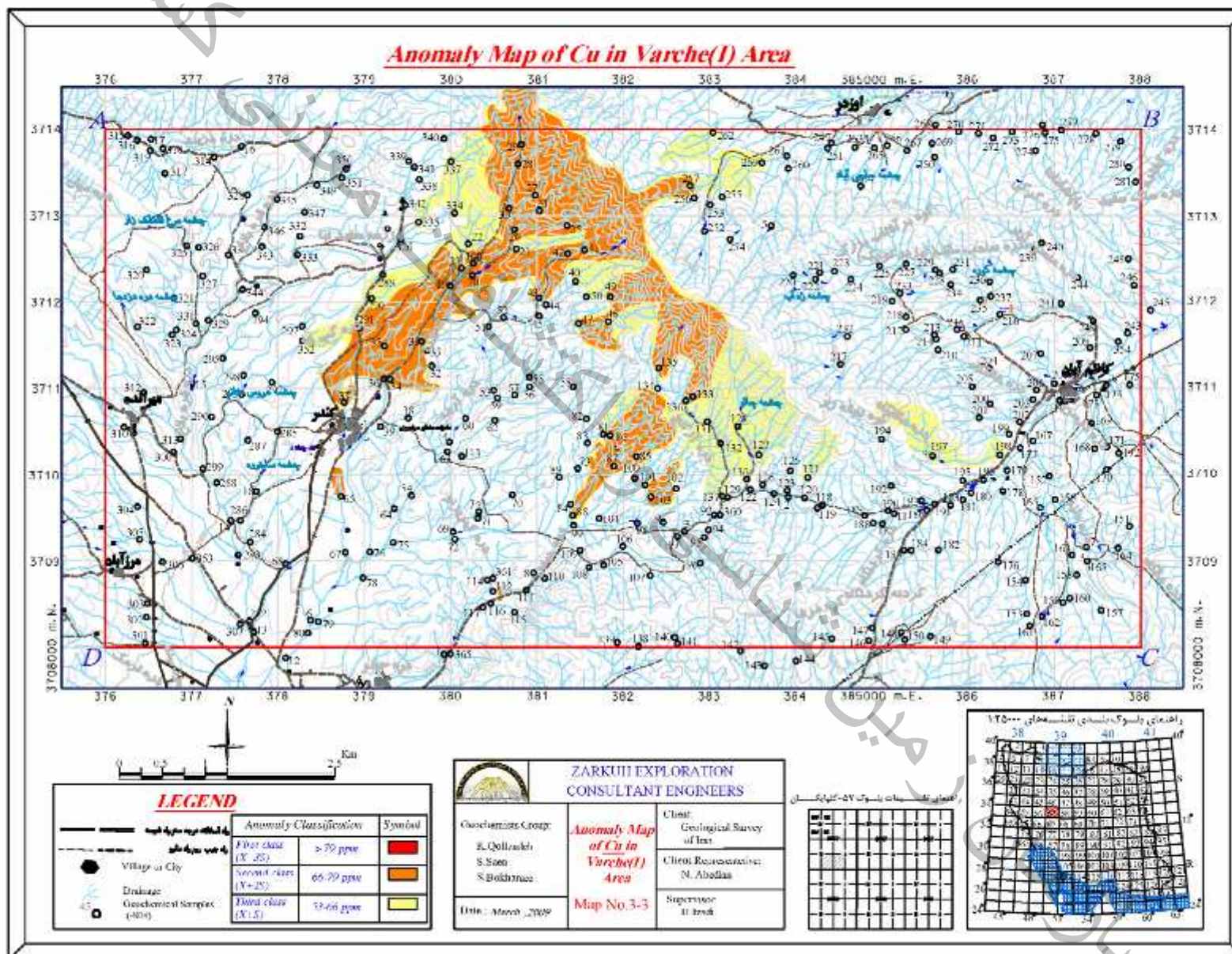
هماتیت، لیمونیت، گوتیت، پیریت اکسید، مالاکیت و همچنین سرب طبیعی در نمونه ZVH-23، ۱۱ ذره و کاسیتريت و طلا در نمونه ZVH-36 هر کدام به ترتیب تعداد ۲۸ و ۶ ذره اشاره کرد که اهمیت این ناحیه را نشان می دهد.

آنومالی درجه دو دیگری نیز در شرق روستای کندر دیده می شود که این آنومالی مرتبط با نمونه های رسوب آبراهه های 85, 86, 87, 88 ZVG می باشد. لیتولوژی اصلی نیز شامل شیل، ماسه سنگ با میان لایه هایی از آهک و در برخی نقاط رگه هایی از سیلیس می باشد.

جدول ۳-۲- نتایج بررسی آنومالی های عنصر مس

ردیف	آنومالی های بندی اولین	آنومالی درجه	مختصات مختصات مختصات	نمونه های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	کانی های سنگین
۱	آنومالی شماره ۱ مس	۲	شمال شرق کندر	19(96),20(72),23(60),24(97),25(114),26(81),27(251),28(305),29(333),30(353),31(80),34(74),35(80),36(71),37(84),41(81),42(81),43(74),47(70),49(83),133(70),135(67),166(96),257(99),291(67)	دارای کانی های سنگین پیریت، مالاکیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، گوتیت، پیریت-اکسید، کاسیتريت، طلا
۲	آنومالی شماره ۲ مس	۲	شرق کندر	85(842),86(94),87(600),88(221)	-----
۳	آنومالی شماره ۳ مس	۲	شرق کندر	103(83)	-----
۴	آنومالی شماره ۴ مس	۲	جنوب کندر	65(69)	-----





۳-۳-۴- بررسی آنومالی‌های عنصر بیسموت

عیار حداقل، حداکثر و میانگین عنصر بیسموت در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای 0.38ppm, 1.5ppm, 0.67ppm می‌باشد. با توجه به اینکه مقادیر بیسموت در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای بیش از 1ppm می‌تواند امیدبخش باشد بنابراین با توجه به این شرط، ۴ نمونه دارای اهمیت هستند. آنومالی درجه I بیسموت با مساحت تقریبی ۲ کیلومتر مربع در شمال شرق روستای کندر قابل مشاهده است. ۹ نمونه ژئوشیمی متعلق به این آنومالی بوده و لیتولوژی آن نیز شیل، اسلیت و ماسه سنگ می‌باشد (نقشه شماره ۳-۴).

آنومالی‌های دیگری نیز در محدوده به صورت پراکنده در شرق روستای کندر دیده می‌شوند که به غیر از یک آنومالی که متأثر از ۳ نمونه بوده، بقیه آنومالی‌ها تک نمونه‌ای هستند.

جدول ۳-۳- نتایج بررسی آنومالی‌های عنصر بیسموت

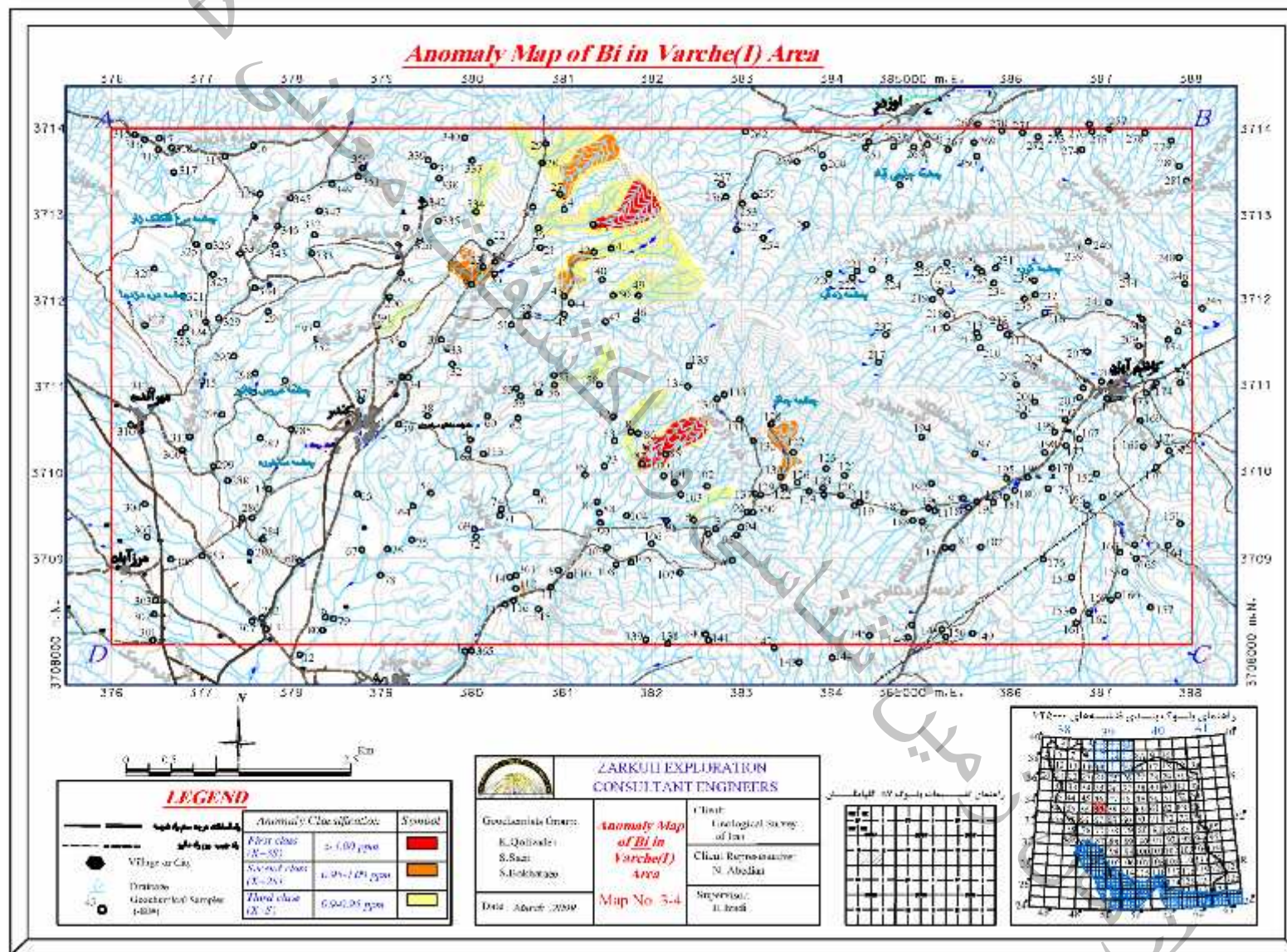
ردیف	آنومالی‌ها اولین بندی	آنومالی درجه	موقعیت نمونه	نمونه‌های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	کانی‌های سنگین
۱	آنومالی شماره ۱ بیسموت	۱	شمال شرق کندر	25(1.02),26(0.93),27(0.99),28(0.9),41(0.94),42(0.92),43(0.95),49(0.9),50(0.9)	دارای کانی‌های سنگین پیریت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، گوتیت، پیریت-اکسید، کاسیت، مگنتیت
۲	آنومالی شماره ۲ بیسموت	۱	شرق کندر	81(0.9),85(1.49),87(1.13)	-----
۳	آنومالی شماره ۳ بیسموت	۲	شرق کندر	130(0.95)	-----
۴	آنومالی شماره ۴ بیسموت	۲	شمال شرق کندر	19(0.63)	-----

۳-۵- بررسی آنومالی‌های عنصر مولیبدن

مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین مولیبدن در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای به ترتیب 0.6ppm, 12.3ppm و 0.85ppm می‌باشد. ۶ نمونه از نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای دارای عیار بیش از 5ppm (حداقل عیار امیدبخش مولیبدن در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای) بوده و در صورت داشتن زونالیته خوب و همپوشانی با دیگر عناصر اهمیت زیادی خواهند داشت (نقشه شماره ۳-۵). ۳ آنومالی درجه I مولیبدن در محدوده دیده می‌شود که در شمال‌شرق و جنوب روستای کندر و جنوب روستای کاظم‌آباد قرار دارند. این آنومالی‌ها متأثر از تک نمونه بوده و مساحت هر حوضه تقریباً بین ۱۲-۱۵ هکتار تغییر می‌کند. علاوه بر آنها ۴ آنومالی درجه II نیز در محدوده مشاهده می‌شوند، که این حوضه‌ها نیز در شمال‌شرق روستای کندر و بین کندر-کاظم‌آباد با مساحت تقریبی ۱۰ هکتار قرار دارند. آنومالی‌های درجه I فاقد زونالیته بوده ولی دو آنومالی درجه II جنوب و غرب روستای کاظم‌آباد زونالیته خوبی از خود نشان می‌دهند. تنوع لیتولوژی در این مناطق نیز کم و غالباً شیل و ماسه‌سنگ می‌باشد.

جدول ۳-۴- نتایج بررسی آنومالی‌های عنصر مولیبدن

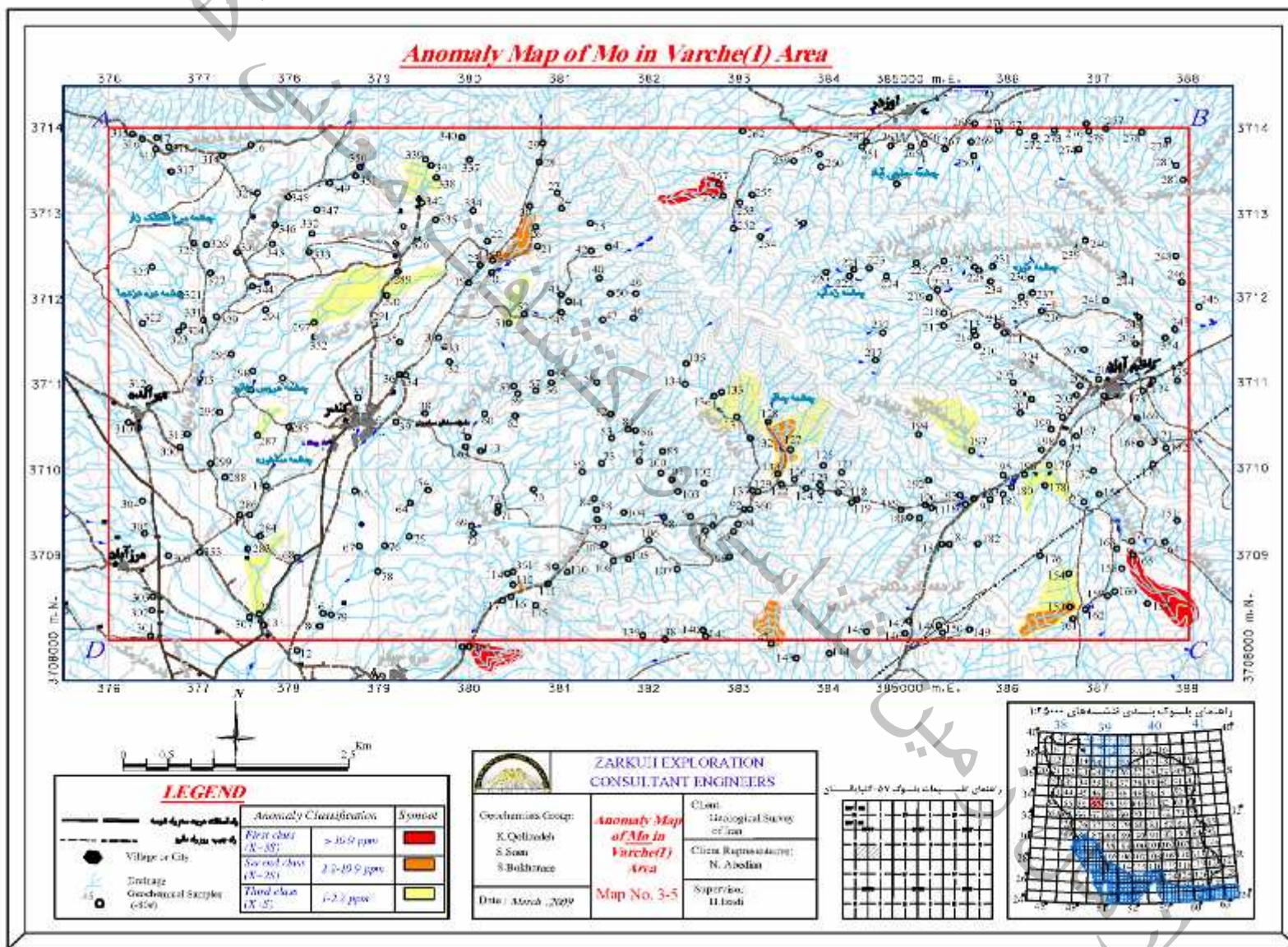
ردیف	آبراهه شماره و موقعیت	آبراهه شماره	موقعیت	عیار عنصر (ppm)	کانی‌های سنگین
۱	آنومالی شماره ۱ مولیبدن	۱	شمال‌شرق کندر	257(12.3)	-----
۲	آنومالی شماره ۲ مولیبدن	۱	جنوب کندر	365(11.8)	-----
۳	آنومالی شماره ۳ مولیبدن	۱	جنوب کاظم‌آباد	165(11.5)	-----
۴	آنومالی شماره ۴ مولیبدن	۲	شمال شرق کندر	166(10.2)	دارای کانی‌های سنگین هماتیت، ملاکیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت
۵	آنومالی شماره ۵ مولیبدن	۲	جنوب منطقه	142(2.2)	-----
۶	آنومالی شماره ۶ مولیبدن	۲	بین کندر و کاظم‌آباد	130(8.67)	دارای کانی‌های سنگین هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت
۷	آنومالی شماره ۷ مولیبدن	۲	جنوب کاظم‌آباد	153(2.55)	-----





گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورجه ۱»



نقشه ۳-۵- نقشه آنومالی های عنصر مولیبدن

۳-۳-۶- بررسی آنومالی‌های عنصر سرب

حداقل و حداکثر عیار سرب در نمونه‌های آبراهه‌های 15ppm, 286ppm, با میانگین 26ppm می‌باشد. با توجه به اینکه مقادیر بالای 100ppm در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای می‌توانند امیدبخش تلقی گردند، بنابراین ۴ نمونه این شرط را دارا می‌باشند. ۳ آنومالی کوچک به صورت درجه I در شمال و جنوب غرب روستای کاظم‌آباد و جنوب روستای کندر دیده می‌شوند که متأثر از تنگی نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای هستند (نقشه شماره ۳-۶). آنومالی‌های درجه دوم نیز به تعداد ۳ آنومالی بین دو روستای کندر و کاظم‌آباد واقع شده‌اند. تمام آنومالی‌ها فاقد زونیگ هستند و با توجه به احتمال آلودگی بالای سرب باید در بررسی و کنترل آنها این شرایط را در نظر گرفت.

جدول ۳-۵- نتایج بررسی آنومالی‌های عنصر سرب

ردیف	اولویت بندی آنومالی‌ها	درجه آنومالی	موقعیت جغرافیایی	نمونه‌های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	کانی‌های سنگین
۱	آنومالی شماره ۱ سرب	۱	شمال کاظم آباد	281(122)	-----
۲	آنومالی شماره ۲ سرب	۱	جنوب غرب کاظم آباد	146(286)	-----
۳	آنومالی شماره ۳ سرب	۱	جنوب کندر	6(146)	-----
۴	آنومالی شماره ۴ سرب	۲	شرق کندر	86(90)	-----
۵	آنومالی شماره ۵ سرب	۲	شرق کندر	103(118)	-----
۶	آنومالی شماره ۶ سرب	۲	جنوب غرب کاظم آباد	196(89)	دارای کانی‌های سنگین مگنتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت، گالن، اسفالریت، سرب سیت، اسمیت زونیگ

۳-۳-۷- بررسی آنومالی‌های عنصر قلع

عیار حداقل، حداکثر و میانگین عنصر قلع به ترتیب 1.2ppm, 5ppm, و 2.6ppm می‌باشد. مقادیر قلع در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای پایین و در حد امیدبخش نیستند اما با توجه به اینکه در نمونه‌های کانی‌سنگین در ۹ نمونه کاسیتريت گزارش شده است، بنابراین نقشه آنومالی‌ها برای این عنصر تهیه و ترسیم شد (نقشه شماره ۳-۷). برطبق نقشه آنومالی‌های درجه I این عنصر در جنوب

غرب روستای کاظم آباد (مساحت تقریبی ۱۵ هکتار و متأثر از دو نمونه و دارای زونالیته) و شمال روستای کندر (دو آنومالی کوچک بدون زونالیته و تک نمونه‌ای) واقع شده‌اند. نقشه‌های مربوط به عناصر باریم، گوگرد، تنگستن، روی و نیکل نیز به ترتیب ضمیمه گزارش است.

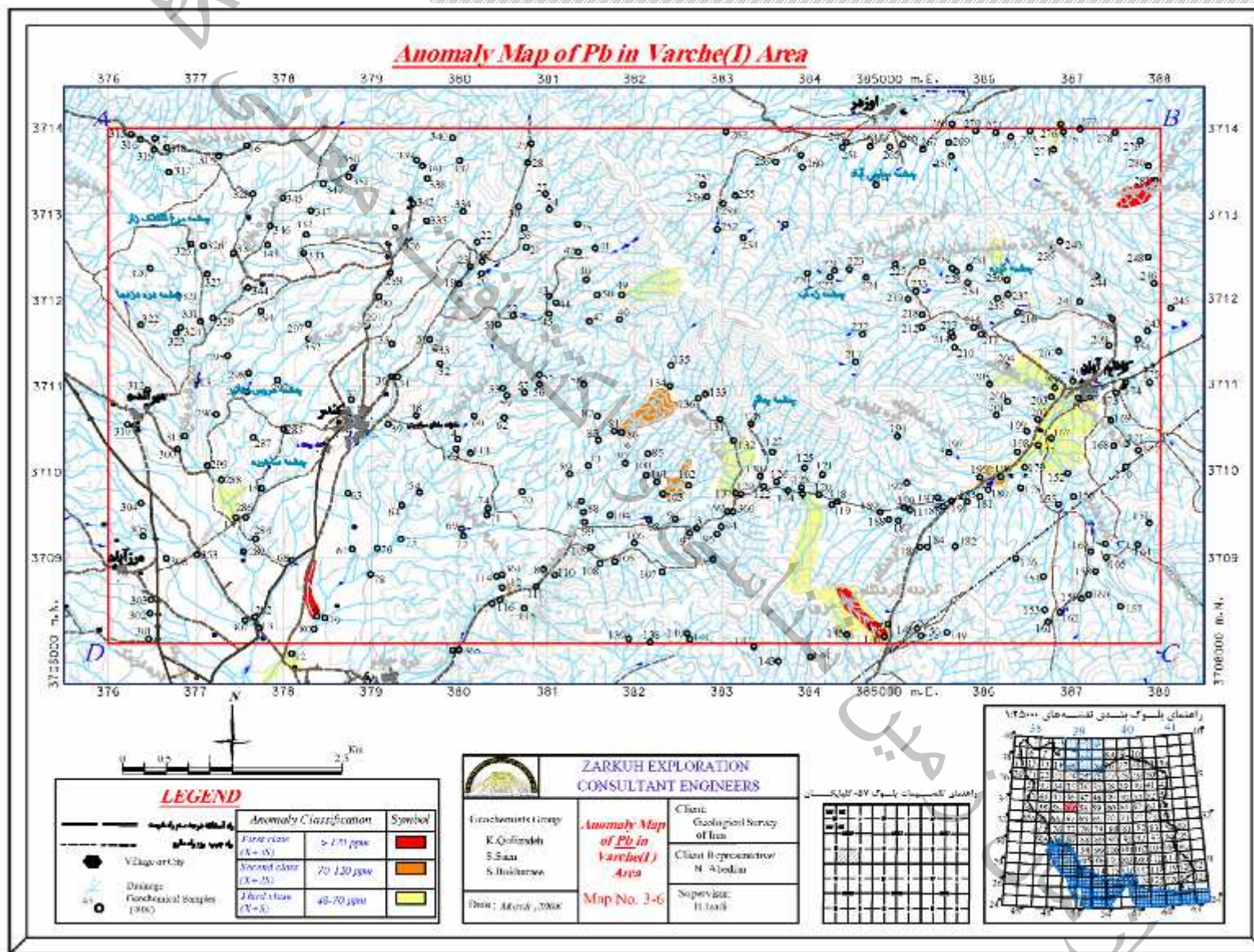
جدول ۳-۶- نتایج بررسی آنومالی‌های عنصر قلع

ردیف	آنومالی‌های ابتدای اولویت	آنومالی درجه	موقعیت	نمونه‌های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	کانی‌های سنگین
۱	آنومالی شماره ۱ قلع	۱	جنوب غرب کاظم آباد	2(3.4), 119(3.1), 123(3.1)	-----
۲	آنومالی شماره ۲ قلع	۱	شمال کندر	291(4.9)	-----
۳	آنومالی شماره ۳ قلع	۱	شمال کندر	334(4.1)	-----
۴	آنومالی شماره ۴ قلع	۲	شرق کندر	63(3.1)	دارای کانی‌های سنگین هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت اکسید، پیریت لیمونیت
۵	آنومالی شماره ۵ قلع	۲	جنوب شرق کندر	72(3.1)	-----
۶	آنومالی شماره ۶ قلع	۲	جنوب غرب کاظم آباد	195(3.1)	-----
۷	آنومالی شماره ۷ قلع	۲	شمال غرب کاظم آباد	227(3.1)	-----



گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»

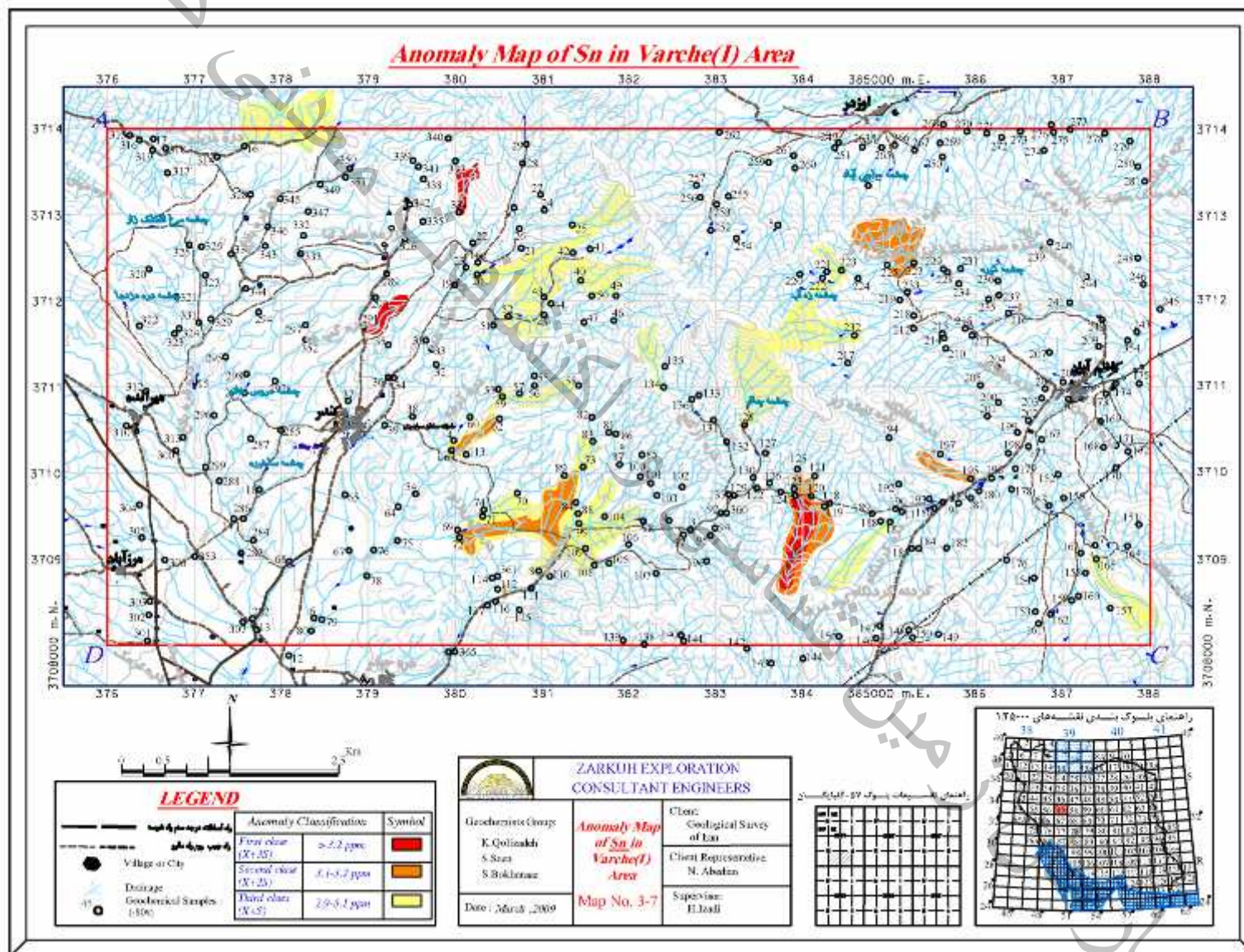


نقشه ۳-۶- نقشه انومالی های عنصر سرب



گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



۳-۴- شرح نقشه‌های فاکتوری

پس از محاسبه نتایج آنالیز نرمال شده به روش آنالیز فاکتوری، ۹ فاکتور بدست آمد. از بین فاکتورهای مذکور ۳ فاکتور اول، چهارم و پنجم به خاطر داشتن عناصر مهم، برای تهیه نقشه انتخاب گردیدند. فاکتور ۱ و ۳ فاقد آنومالی شاخصی برای تفسیر می‌باشند. در فاکتورهای دیگر نیز به عنوان مثال در فاکتورهای ۸ و ۹ در هر کدام به ترتیب فقط قلع و طلا وجود دارند که با توجه به اعضای هر فاکتور برای تهیه نقشه مناسب نمی‌باشند و نتایج مفیدی را ارائه نمی‌دهند. در زیر شرح ۳ فاکتور انتخاب شده برای تهیه نقشه آمده است.

۳-۴-۱- شرح آنومالی‌های فاکتور اول

فاکتور اول شامل عناصر Be, Fe, V, K, Ca, Sr, Th, Ce, La, Rb, Ti, Te, Co, Ba, Bi, Cu, Nb, Mn, U می‌باشد، که با آنومالی‌های عناصر دیگر مانند مس، روی، بیسموت، مولیبدن و تنگستن همپوشانی دارد (نقشه شماره ۳-۸). آنومالی این فاکتور در شمال شرق و شرق روستای کندر قرار دارد و مساحت تقریبی حوضه در حدود ۸۰ هکتار با لیتولوژی شیل، اسلیت و ماسه سنگ است. نمونه‌های کانی‌سنگین ZVH-43, 130, 132 از این حوضه‌ها برداشت شده که شرح این نمونه‌ها در بخش بررسی آنومالی‌های عناصر مس و بیسموت آورده شده است.

۳-۴-۲- شرح آنومالی‌های فاکتور چهارم

فاکتور چهارم شامل عناصر Pb, Zn, Cd بوده که با آنومالی‌های عناصر سرب و روی، مس، قلع و گوگرد همپوشانی دارد. آنومالی‌های این فاکتور به صورت ۲ آنومالی درجه I کوچک و چندین آنومالی درجه II در نیمه شرقی محدوده دیده می‌شود. از مهمترین این آنومالی‌ها می‌توان به آنومالی درجه I شمال غرب روستای کاظم‌آباد اشاره کرد، وسعت تقریبی این محدوده ۸ هکتار بوده که دو نمونه ژئوشیمیایی ZVG-236, 237 از این حوضه برداشت شده است. نمونه کانی‌سنگین ZVH-237 نیز مربوط به همین حوضه بوده که کانی‌های هماتیت، لیمونیت، پیریت اکسید، گوتیت و ۳ ذره نقره از آن گزارش شده‌اند. آنومالی درجه I دیگری متأثر از تک نمونه رسوب آبراهه‌ای ZVG-2 با مساحت تقریبی ۱۰ هکتار نیز در این محدوده دیده می‌شود (نقشه شماره ۳-۹).

۳-۴-۳- شرح آنومالی‌های فاکتور پنجم

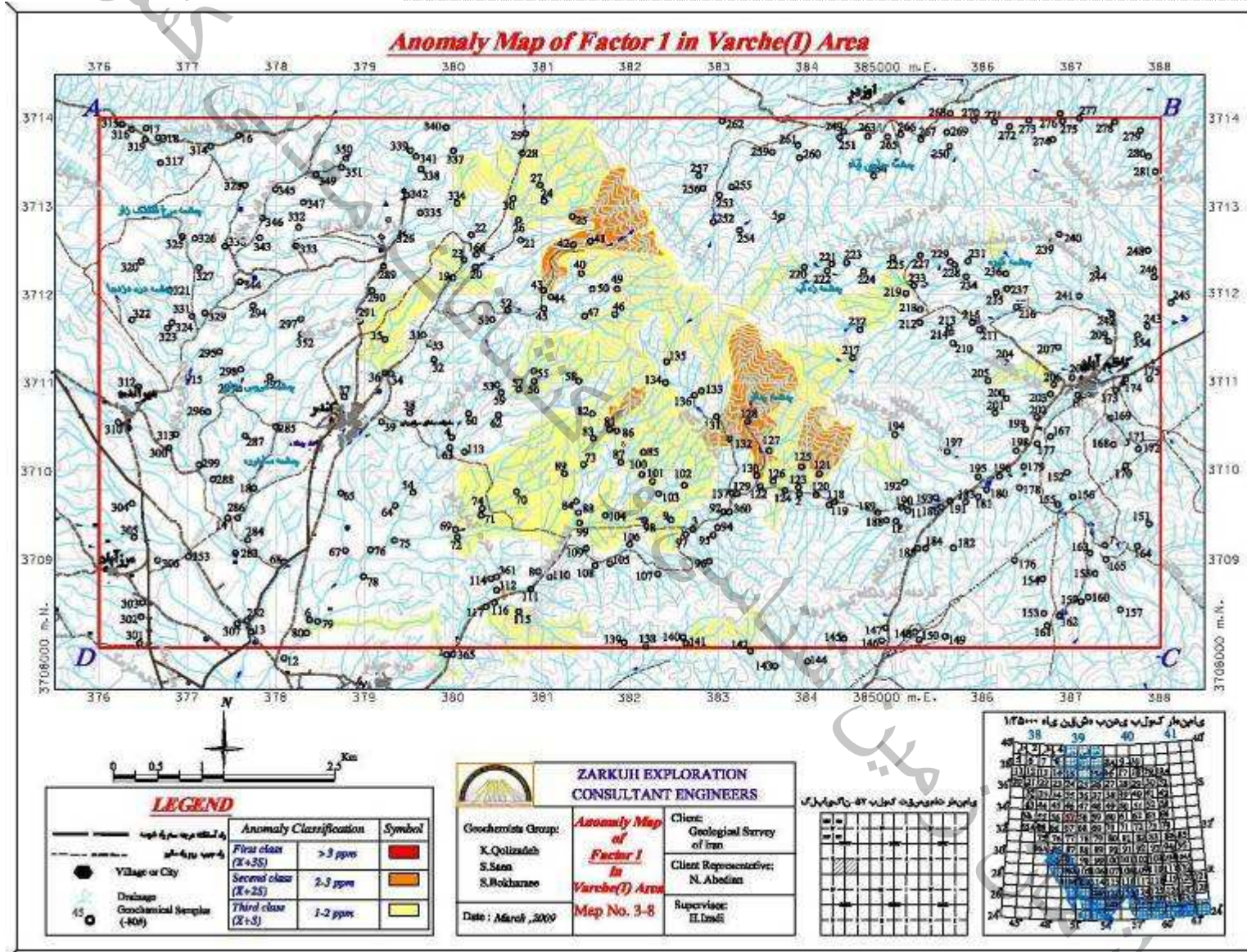
فاکتور پنجم شامل عناصر Mo, Cr, Ni می‌باشد که به صورت آنومالی‌های درجه I و درجه II در سطح محدوده به خصوص بین روستاهای کندر- کاظم‌آباد و جنوب روستاهای فوق‌الذکر قرار دارند. آنومالی‌های فوق با مساحت تقریبی ۵-۱۵ هکتار، غالباً متأثر از تک نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای می‌باشد (نقشه شماره ۳-۱۰). لیتولوژی این حوضه‌ها نیز بیشتر شامل شیل، اسلیت و ماسه‌سنگ با میان‌لایه‌هایی از آهک است.



ZARKUH EXPLORATION

گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



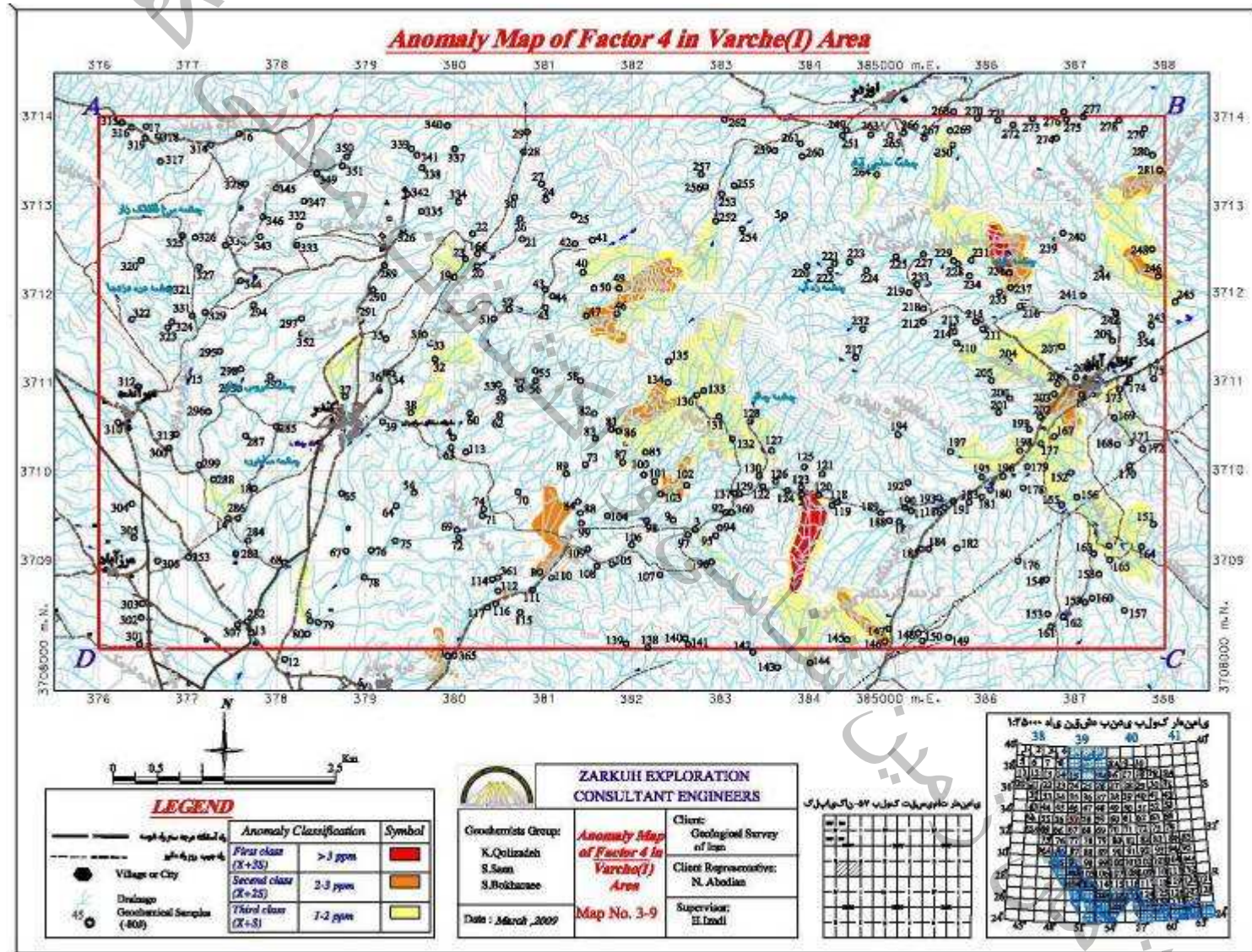
نقشه ۳-۸- نقشه آنومالی فاکتور اول



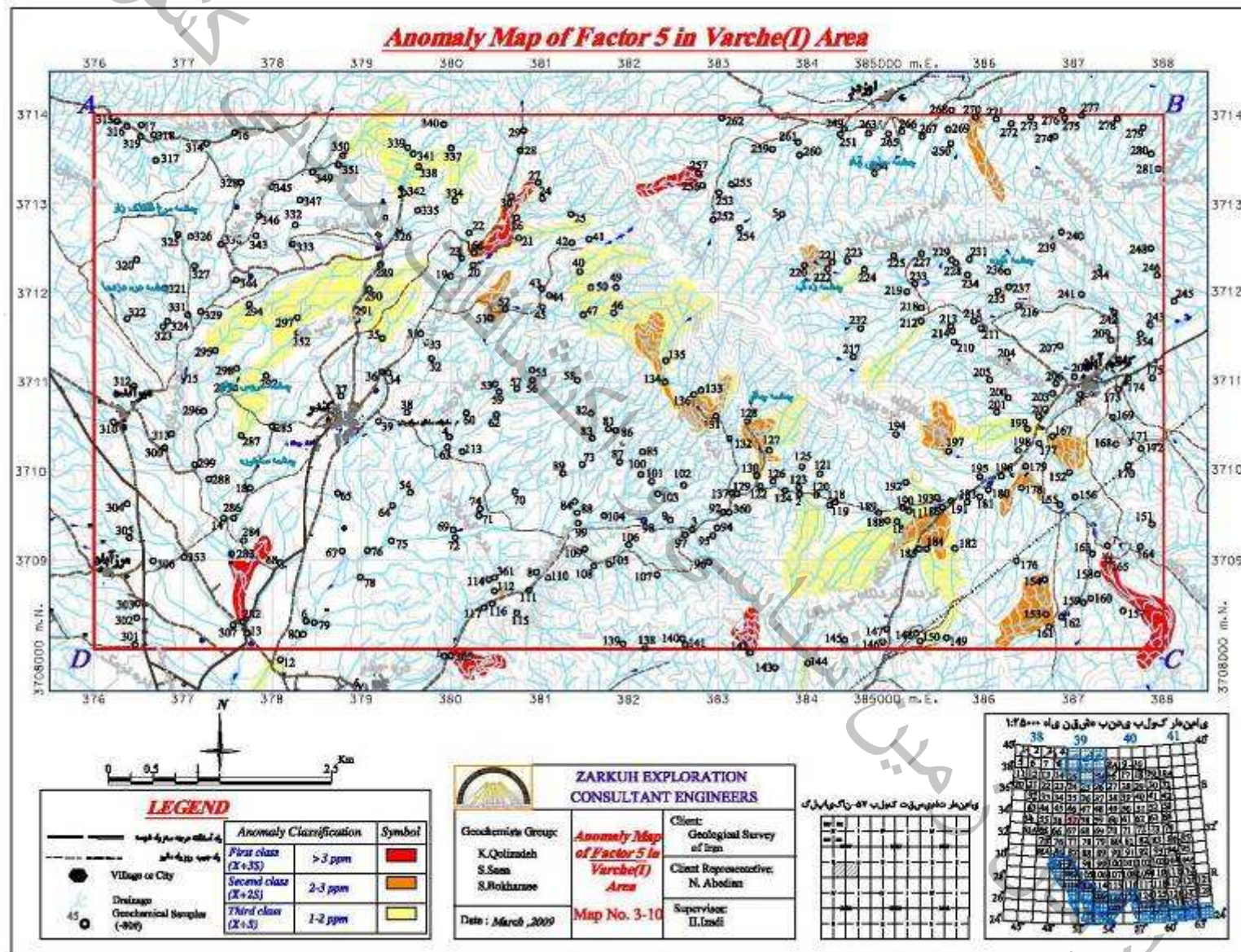
ZARKUH EXPLORATION

گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



نقشه ۳-۹- نقشه آنومالی فاکتور چهارم



نقشه ۳-۱۰- نقشه انومالی فاکتور پنجم

۳-۵- شرح نقشه تلفیق

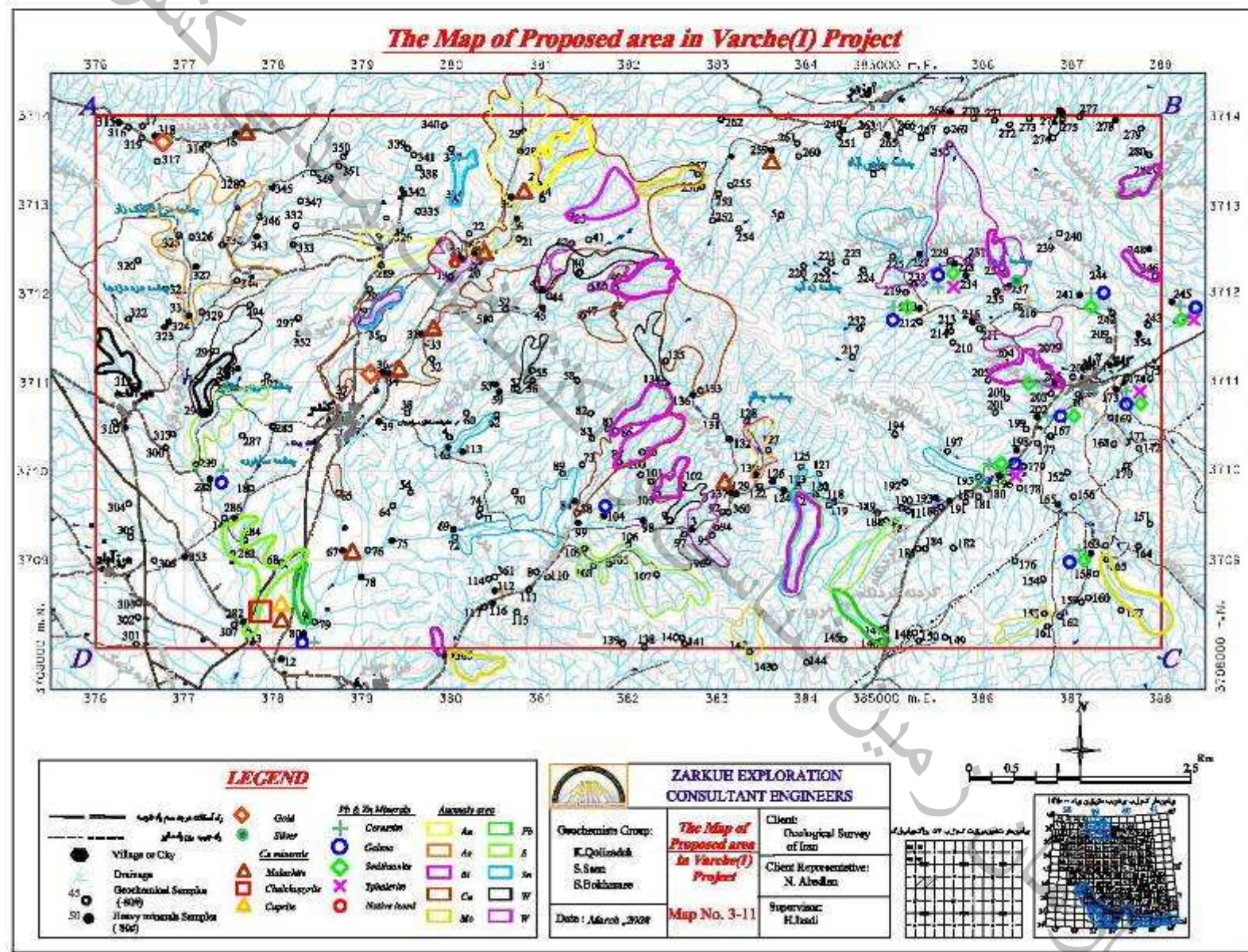
برای تعیین مناطق مهم و با ارزش در پروژه‌های ژئوشیمیایی، تهیه نقشه‌های آنومالی و توصیف آنها با توجه به همپوشانی، گسترش و زونالیته آنومالی‌ها معنی و مفهوم می‌یابد. بنابراین از مواردی که در این مواقع اهمیت پیدا می‌کند معنی‌دار بودن همپوشانی‌های عناصر، گسترش مناسب و قابل قبول با توجه به لیتولوژی دربرگیرنده و شرایط زمین‌شناسی مطلوب است. مشاهده مجموعه مناسبی از این عوامل می‌تواند در انتخاب و معرفی یک محدوده آنومالی برای ادامه اکتشاف، نقش مهمی را ایفا نماید. با در نظر گرفتن شرایط مذکور، حوضه‌های آنومال در قالب یک نقشه تلفیقی تهیه شد، تا امکان بهتری برای مشاهده مفاهیم اولیه ارزش‌گذاری بوجود آید. بدین ترتیب آنومالی‌های درجه I و II هر عنصر و نقشه‌های فاکتوری بر روی یک نقشه ترسیم شدند (نقشه شماره ۳-۱۱). از موارد مهمی که در ارتباط با این نقشه می‌توان به طور خلاصه بیان کرد به شرح زیر است:

- نزدیک به ۳۰ درصد منطقه تحت پوشش آنومالی‌های درجه I و II قرار گرفته است.
- بزرگترین آنومالی متعلق به عنصر مس می‌باشد که وسعتی حدود ۶ کیلومتر را دربرمی‌گیرد و با بیشتر آنومالی‌های عناصر دیگر مانند طلا، بیسموت، قلع، تنگستن و روی همپوشانی دارد.

- آنومالی‌های مهم منطقه غالباً متمرکز در شمال‌شرق و شرق روستای کندر می‌باشند و در مناطق دیگر به صورت پراکنده و تک‌نمونه‌ای دیده می‌شوند.
- عناصر Au, Bi, Mo, Sn, Pb, Zn, W, S دارای آنومالی‌های درجه I و II و عنصر Cu دارای آنومالی درجه دوم می‌باشند که بر روی نقشه تلفیقی ترسیم شده‌اند.
- با توجه به عیار گوگرد در نمونه‌های ژئوشیمیایی و عدم همپوشانی با دیگر عناصر، آنومالی‌های این عنصر از اهمیت چندانی برخوردار نیستند.

۳-۶- معرفی مناطق دارای آنومالی

بررسی و ترسیم نقشه تلفیق با استفاده از تمامی اطلاعات موجود اعم از نتایج آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی رسوب آبراهه‌ای و کانی‌سنگین، نقشه‌های تک‌عنصری و فاکتوری، لیتولوژی منطقه، احتمال وجود کانی‌سازی یا رگه‌های سیلیسی، آلتراسیون و غیره منجر به معرفی چندین محدوده پتانسیل‌دار گردید (نقشه شماره ۳-۱۲). گسترش و همپوشانی آنومالی‌ها در شمال و شمال‌شرق روستای کندر مطلوب و مناسب بوده و باعث شده که این منطقه به عنوان اولویت اول اکتشافی قرارگیرد.



به غیر منطقه مذکور چندین منطقه کوچک دیگر نیز تعیین شده‌اند که در زیر توضیح داده می‌شوند:

۳-۶-۱- محدوده شماره ۱ (شمال شرق روستای کندر)

محدوده شماره ۱ در شمال و شمال شرق روستای کندر به مساحت تقریبی ۸ کیلومترمربع قرار گرفته است. لیتولوژی غالب این محدوده بیشتر شیل، اسلیت و ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از آهک است که در برخی نقاط رگه‌هایی از سیلیس را نیز می‌توان در داخل آنها مشاهده کرد؛ در بعضی از این رگه‌ها به طور خیلی جزئی و بطئی آثاری از ملاکیت دیده می‌شود. آنومالی‌های مهم در این محدوده شامل آنومالی‌های درجه I عناصر Au, Mo, Bi, Sn, فاکتور ۵ و آنومالی درجه II عناصر Cu, Au, Mo, Pb, W, Bi, فاکتور ۱ و ۴ می‌باشند. از منطقه آنومال شماره ۱، ۸ نمونه کانی‌سنگین برداشت شده است که از مهمترین کانی‌های اقتصادی مشاهده شده می‌توان به ملاکیت، طلا (ZVH-36)، شیلیت، کاسیتريت و سرب طبیعی اشاره کرد.

۳-۶-۲- محدوده شماره ۲ (شرق کندر)

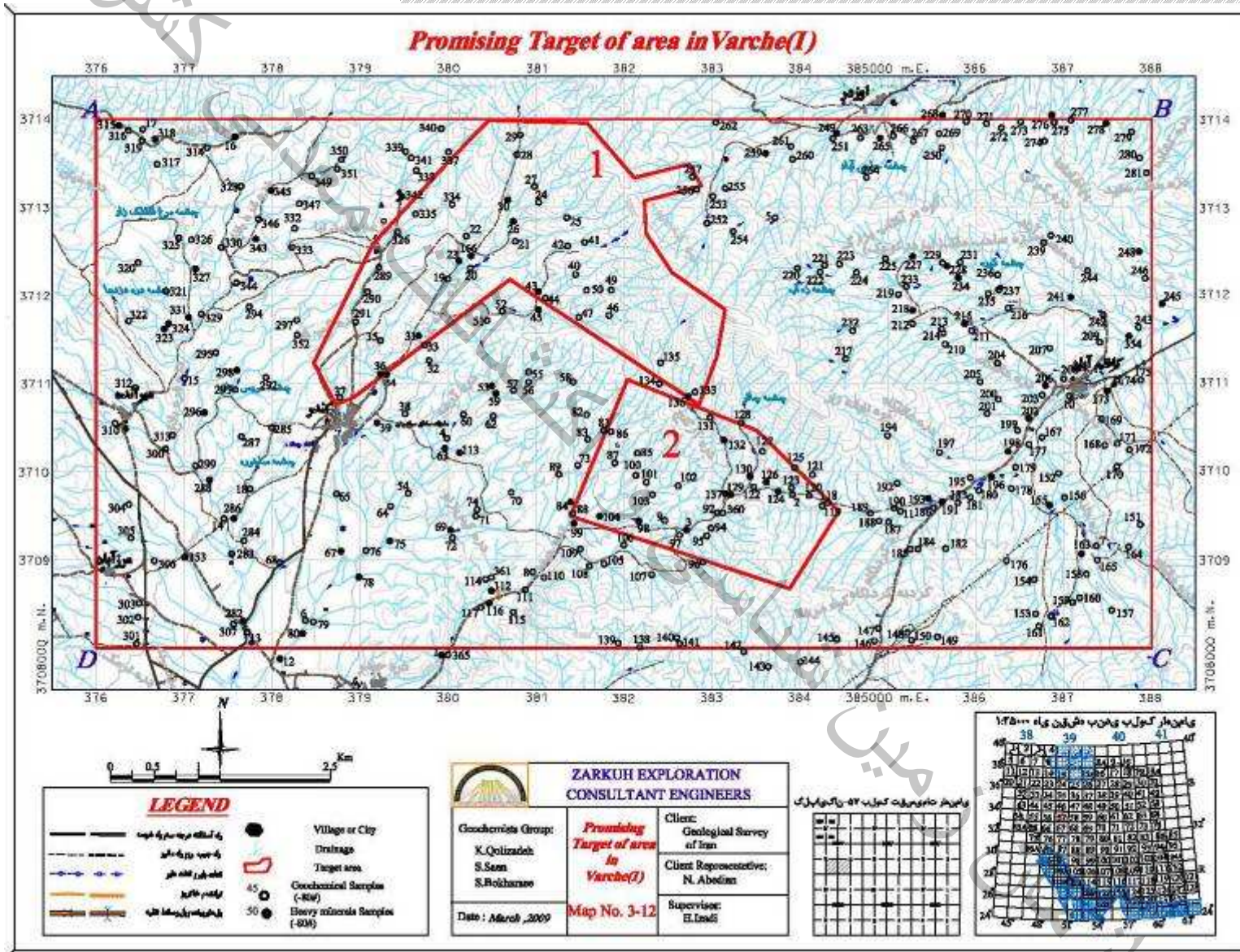
محدوده شماره ۲ در شرق روستای کندر به مساحت تقریبی ۴ کیلومترمربع واقع شده است. لیتولوژی غالب این محدوده بیشتر شیل، اسلیت و ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از آهک می‌باشد. آنومالی‌های مهم در این محدوده شامل آنومالی‌های درجه I عناصر Bi, Zn, Sn, فاکتور ۴ و درجه II عناصر Cu, Mo, Pb, Sn, Zn, Bi, فاکتور ۱ و ۵ می‌باشند. از منطقه آنومال شماره ۲، ۹ نمونه کانی-سنگین برداشت شده است که از مهمترین کانی‌های اقتصادی مشاهده شده می‌توان به گالن، شیلیت، کاسیتريت و زنوتایم اشاره کرد. علاوه بر دو محدوده معرفی شده برخی از نمونه‌های کانی‌سنگین به علت داشتن کانی‌های مهمی مانند طلا (نمونه شماره ZVH-318)، گالن و سروزیت (ZVH-163, 196, 228, 202, 208, 80, 288,)، نقره (ZVH-237)، کاسیتريت (ZVH-296, 16, 12, 353, 318) نیاز به کنترل دارند که حوضه بالادست این نمونه با توجه به وضعیت زمین‌شناسی منطقه بررسی خواهد شد.



ZARKUH EXPLORATION

گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



۳-۷- اکتشافات کانی سنگین

۳-۷-۱- پیشگفتار

بسیاری از آنومالی‌های حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی بویژه در مقیاس ناحیه‌ای علاوه بر منشاء گرفتن از پدیده‌های کانی‌سازی (Ore Mineralization) در رابطه با عوامل دیگری نیز می‌باشند که عبارتند از: کانی‌های سنگ‌ساز (Rock Forming Mineral)، عوامل آلودگی (Contamination factors)، خطای ناشی از نمونه‌برداری (Sampling error)، خطای آزمایشگاهی (Analytical error) و بالاخره خطای ناشی از حذف سنگ‌بستر که معمولاً در طی پروسه پردازش داده‌ها پدیدار می‌شود. جهت رفع و کاهش عوامل فوق‌الذکر تأیید صحت عملیات اکتشافی و تعیین رابطه زون‌های آنومالی با کانی‌های سنگین کانسارساز از روش برداشت و مطالعه کانی‌های سنگین استفاده می‌شود، در ورقه ۱:۲۵،۰۰۰ ورچه بعد از برداشت نمونه‌های کانی‌سنگین، آماده‌سازی و مطالعه آنها صورت گرفت. نتایج حاصل از مطالعه نمونه‌ها مورد پردازش قرار گرفته و نقشه‌های انتشار کانی‌های کانسارساز تهیه گردید. در این فصل علاوه بر موارد فوق اشاره‌ای بر نحوه آماده‌سازی و مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین نیز شده است (نقشه شماره ۳-۱۳).

۳-۷-۲- مطالعه و مکانیزم تشکیل کانی‌های سنگین

کلیه نمونه‌های کانی‌سنگین براساس نمودار شماره ۳، مورد آماده‌سازی قرار گرفته و پس از مطالعه کانی‌های فلزی و غیرفلزی با استفاده از میکروسکوپ بینوکولر مقادیر مورد مطالعه با استفاده از فرمول $G = X.Y.B.d.10000/A.C.2.7$ تبدیل به گرم‌درتن می‌شوند و در نتیجه مقادیر حاصل که به صورت نیمه کمی هستند، در محاسبات آماری مورد استفاده قرار می‌گیرند (پیوست ۷). پارامترهای بکار رفته در فرمول فوق عبارتند از:

G = عیار کانی موجود در نمونه بر حسب ppm.

X = مقدار کانی سنگین شناسایی شده زیر بینوکولر بر حسب درصد.

Y = حجم کانی سنگین پس از عبور از محلول برموفرم بر حسب سانتی‌متر مکعب.

B = مقدار رسوب باقی‌مانده پس از لاک‌شویی (panning) بر حسب سانتی‌متر مکعب.

کانی‌های سنگین به صورت ذرات پراکنده (Disperse mineralization) در متن‌سنگ نیز تشکیل می‌شوند در محیط‌های ثانویه کانی‌های سنگین از دو منشأ کاملاً متفاوت تحت تأثیر عوامل فرسایشی تخریبی و تجزیه فیزیکی و یا هوازدگی (Weathering) بوجود می‌آیند. کانی‌های سنگین مشتق‌شده از کانی‌های سنگ‌ساز (Rock forming minerals) مثل پیروکسن‌های آمفیبول- تورمالین و غیره

نیز در محیط‌های ثانویه تمرکز می‌یابند و همزمان کانی‌های سنگین کانسار ساز مثل کالکوپیریت، پیریت، گالن، اسفالریت و غیره به صورت زون‌های آنومالی کانی سنگین نیز تجمع می‌یابند. کانی‌های سنگین به دلیل وزن مخصوص بالای خود که بیش از ۲/۹۸ می‌باشند، نمی‌توانند فاصله زیادی را از منشأ طی کنند، لذا حضور آنها در زون‌های آنومالی نویدی بر حضور احتمالی پدیده‌های کانی‌سازی در فاصله‌ای نه چندان دور خواهد بود.

بدلیل خطای نسبتاً بالای آماده‌سازی کانی‌های سنگین عدم حضور برخی از کانی‌ها که حدزمینه پایینی در محیط‌های اولیه سنگ در برگیرنده (مثل طلا) دارند، نمی‌توانند مؤید عدم حضور کانی‌سازی باشند، ولی حضور هر یک از کانی‌ها تأییدی بر احتمال بسیار بالای پدیده کانی‌سازی مربوطه خواهد بود؛ بطور مثال حضور کانی‌های سینابر (HgS)، رآلگار (AsS) و اریمنت (As_2S_3) هر یک تأییدی بر احتمال پدیده کانی‌سازی خود این کانی‌ها و نیز طلاست، اگرچه طلای ناتیو در نمونه‌های اخذ شده به دلیل خطای بالای آماده‌سازی از نمونه آماده‌سازی حذف و مورد شناسایی قرار نگرفته باشد. حضور کانی‌های کانسار ساز همچون گالن، اسفالریت، همی‌مورفیت، باریت و غیره که به عنوان کانی‌های پاراژنز کانی‌سازی سرب و روی محسوب می‌شوند و یا کانی‌هایی همانند ژاروسیت ($KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$)، که نماینده حضور پدیده آلتراسیون‌های هیدروترمالی بوده و یا کانی‌سازی‌هایی از نوع جانشینی (Replacement deposits) که به همراه کانی باریت، فیروزه و گالن می‌باشند نیز می‌تواند نشان‌دهنده انطباق با آنومالی‌های عناصر سرب و روی بوده که ضمن تأیید صحت عملیات اکتشافی تأییدی بر حضور کانی‌سازی‌های فوق‌الذکر در حوضه آبرگیر نمونه‌های بالادست است.

همانگونه که قبلاً اشاره گردید کانی‌های اسمیت‌زونیت، کانی‌ثانویه روی ($ZnCO_3$) و یا سروزیت ($PbCO_3$)، کانی‌ثانویه سرب به همراه گالن، آزوریت و مالاکیت نشان‌دهنده حضور زون اکسیدی در پدیده‌های کانی‌سازی هیدروترمالی از نوع جانشینی هستند به همین دلیل مطالعه و شناسایی کانی‌های سنگین اقتصادی فوق‌الذکر ضمن تأیید صحت عملیات اکتشافی می‌تواند به عنوان کانی‌های ردیاب در کشف و شناسایی رگه‌ها و زون کانی‌ساز در سنگ‌های بالادست باشند که در مرحله کنترل آنومالی‌ها، نقش کلیدی و راهنما را در کنترل حوضه آبرگیر بالادست نمونه‌ها ایفا می‌نمایند.

۳-۷-۳- مطالعات آماری کانی‌های سنگین

۳-۷-۳-۱- محاسبه پارامترهای آماری و بررسی اطلاعات آماری

اطلاعات در مورد نحوه توزیع داده‌ها و دستیابی به پارامترهای آماری اولین گزینه‌ای است که به عنوان بهترین و جامع‌ترین اطلاعات آماری فراروی داده‌پردازان قرار می‌گیرد. این اطلاعات نحوه تمایل به میانگین، پراکندگی داده‌ها در حول میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه و تشابه یا تمایز آن با یک توزیع نرمال را به طور فشرده در یک جدول به نمایش می‌گذارد. این مقادیر برای تمام نمونه‌های کانی سنگین در این پروژه محاسبه گردیده که نتایج آن در جدول شماره ۳-۷ آمده است.

جدول ۳-۷- پارامترهای آماری داده‌های مربوط به نتایج کانی سنگین

Statistics		Magnetite	Apatite	Zircon	Rutile	Anatase	Sphene	Barite	Carbonates	FQ
N	Valid	77	77	77	77	77	77	77	77	77
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.3159	0.0025	0.6968	0.0289	0.0095	0.0229	0.0274	0.1548	0.5715
Median		0.0166	0	0.0262	0	0	0	0	0	0.0137
Mode		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Deviation		1.9052	0.0217	3.8760	0.0654	0.0351	0.1983	0.1554	0.8686	2.3107
Variance		3.63	0	15.023	0.004	0.001	0.039	0.024	0.754	5.339
Skewness		8.415	8.775	7.8	3.765	5.157	8.773	8.331	6.504	5.351
Kurtosis		72.443	77	63.918	16.565	30.496	76.974	71.531	43.374	29.254
Range		16.576	0.1908	32.76	0.40512	0.2496	1.74	1.35	6.504	14.25
Minimum		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum		16.576	0.1908	32.76	0.40512	0.2496	1.74	1.35	6.504	14.25
cv%		603.0899	877.5043	556.2346	226.4930	370.3856	866.3334	567.3410	561.0161	404.3335
percentiles	50	0.0166	0	0.0262	0	0	0	0	0	0.0137
	75	0.0725	0	0.1236	0.0270	0	0	0	0.0054	0.0798
	90	0.2735	0	0.3669	0.0844	0.01872	0	0.0432	0.0555	0.7114

ادامه جدول ۳-۷- پارامترهای آماری داده‌های مربوط به نتایج کانی سنگین

Statistics		Nigrine	Galena	Cerussite	Malachite	Gold	Sapphir	Scheelite	Silver	Andalusite
N	Valid	77	77	77	77	77	77	77	77	77
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.0069	0.0108	0.0242	0.0590	0.0013	0.0012	0.5312	0.0004	2.9696
Median		0	0	0	0	0	0	0	0	0.03072
Mode		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Deviation		0.0469	0.0310	0.1088	0.3420	0.0082	0.0102	3.3011	0.0038	14.3468
Variance		0.002	0.001	0.012	0.117	0	0	10.897	0	205.83
Skewness		8.208	3.224	5.702	7.914	6.448	8.775	8.488	8.775	6.207
Kurtosis		69.556	10.38	32.706	65.971	42.045	77	73.454	77	41.092
Range		0.4032	0.162	0.7074	2.912	0.06	0.0896	28.8	0.0336	107.52
Minimum		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum		0.4032	0.162	0.7074	2.912	0.06	0.0896	28.8	0.0336	107.52
cv%		680.3058	288.4210	448.9386	579.4642	628.9181	877.5241	621.3977	877.4244	483.1217
percentiles	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03072
	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0.128
	90	0	0.06	0.042968	0.01536	0	0	0.5808	0	1.1392

ادامه جدول ۳-۷- پارامترهای آماری داده‌های مربوط به نتایج کانی سنگین

Statistics		Disthene	Staurolite	Cassiterite	Nativelead	Xenotime	Sphalerite	Smithsonite	Maciquite	Vanadinite
N	Valid	77	77	77	77	77	77	77	77	77
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.2065	0.0163	0.3135	0.0014	0.0016	0.0010	0.0084	0.0238	0.0277
Median		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mode		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Deviation		1.0934	0.0544	1.5900	0.0123	0.0107	0.0048	0.0404	0.1215	0.1072
Variance		1.196	0.003	2.528	0	0	0	0.002	0.015	0.011
Skewness		6.913	4.461	5.694	8.775	7.951	5.071	6.562	6.669	4.597
Kurtosis		50.119	22.499	32.236	77	66.044	26.844	46.385	47.5	22.657
Range		8.64	0.3552	10.008	0.108	0.0912	0.032	0.31464	0.94896	0.69
Minimum		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum		8.64	0.3552	10.008	0.108	0.0912	0.032	0.31464	0.94896	0.69
cv%		529.5132	334.7366	507.2411	877.4947	659.3344	464.5197	478.7125	511.3218	387.3573
percentiles	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	75	0.0288	0	0	0	0	0	0	0	0
	90	0.1728	0.071632	0.115648	0	0	0	0.0146832	0.0231968	0.01656

ادامه جدول ۳-۷- پارامترهای آماری داده‌های مربوط به نتایج کانی سنگین

Statistics		Chalcopyrite	Cuprite	Hematite	Goethite	Limonite	Pyriteoxide	Pyritelimonite	Pyroxens	Amphibols
N	Valid	77	77	77	77	77	77	77	77	77
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.0026	0.0114	254.6660	8.8194	2.5089	9.6363	0.9293	1.1659	2.8696
Median		0	0	100.992	2.816	0.608	1.44	0.01424	0.00512	0.512
Mode		0	0	33.66400(a)	1.056	.30400(a)	.36000(a)	0	0	0.512
Std. Deviation		0.0230	0.1001	429.2353	19.0630	6.5948	28.9781	3.5850	8.7515	9.4607
Variance		0.001	0.01	184243	363.398	43.491	839.728	12.852	76.589	89.504
Skewness		8.775	8.775	4.046	5.082	5.281	5.846	6.43	8.718	6.837
Kurtosis		77	77	19.782	31.454	33.029	37.708	47.219	76.314	51.267
Range		0.2016	0.8784	2823.568	140.8	48.64	216	28.48	76.8	76.8
Minimum		0	0	4.208	0	0	0	0	0	0
Maximum		0.2016	0.8784	2827.776	140.8	48.64	216	28.48	76.8	76.8
cv%		877.4903	877.4958	168.5484	216.1489	262.8555	300.7173	385.7739	750.6478	329.6870
percentiles	50	0	0	100.992	2.816	0.608	1.44	0.01424	0.00512	0.512
	75	0	0	252.48	8.624	1.824	6.84	0.06764	0.0256	1.792
	90	0	0	716.2016	22.176	6.4448	27	2.3496	0.5632	5.12

ادامه جدول ۳-۷- پارامترهای آماری داده‌های مربوط به نتایج کانی سنگین

Statistics		Epidots	Garnets	Chlorite	Biotite	Phlogopite	Sericite	Altreadsilicate
N	Valid	77	77	77	77	77	77	77
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.5535	15.6414	0.1452	1.7576	0.0012	3.3836	4.0458
Median		0.01088	0.00624	0.0048	0	0	1.32	0.864
Mode		0	0	0	0	0	1.32	0.432
Std. Deviation		3.787	66.151	0.883	11.315	0.007	7.898	9.145
Variance		14.343	4375.932	0.78	128.025	0	62.377	83.626
Skewness		8.273	4.599	7.342	7.068	7.061	6.91	4.675
Kurtosis		70.35	20.628	56.449	52.115	53.503	53.603	26.748
Range		32.64	374.4	7.2	90	0.059	65.989	64.798
Minimum		0	0	0	0	0	0.011	0.00216
Maximum		32.64	374.4	7.2	90	0.05949	66	64.8
cv%		684.2229	422.9211	607.9392	643.7502	590.7428	233.4177	105.7296
percentiles	50	0.011	0.006	0.005	0	0	1.32	0.864
	75	0.030	0.078	0.019	0.014	0	3.41	4.104
	90	0.077	7.488	0.058	0.050	0	6.072	10.886

بر اساس اطلاعات حاصله از این جدول و جدول نتایج نمونه‌های کانی سنگین (جدول ۷ پیوست)، از

میان ۷۷ نمونه اخذ شده، کانی‌هایی مانند هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت اکسید و قطعات حاصل از سنگ‌های دگرگونه تقریباً در همه نمونه‌ها مشاهده شده‌اند.

از کانی‌های مهم نیز می‌توان به عناصر طلا و نقره اشاره کرد؛ که طلا در ۲ نمونه به شماره‌های ZVG-36, 318 با مقادیر ۶ و ۴ ذره و نقره در نمونه ZVG-237 با مقدار 0.03ppm دیده می‌شوند.

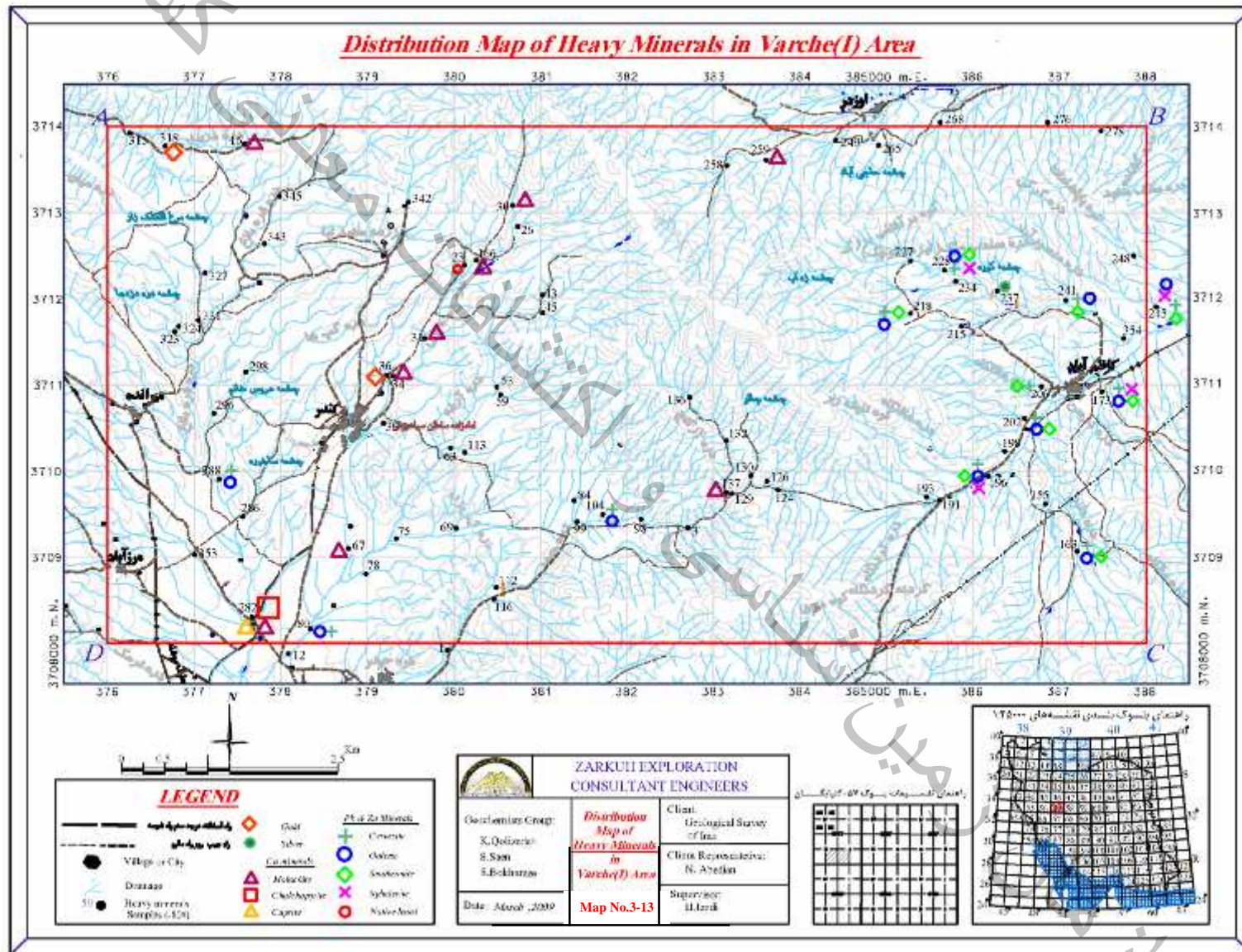
از کانی‌های گروه مس می‌توان به مالاکیت (۹ نمونه)، کالکوپیریت و کوپریت (یک نمونه)، از کانی‌های گروه سرب و روی نیز گالن (۱۱ نمونه)، سروسیت (۱۲ نمونه)، اسفالریت (۴ نمونه)، اسمیت زونیت (۹ نمونه)، سرب‌ناتیو (یک نمونه) و کاستریت از کانی‌های عنصر قلع در ۱۱ نمونه اشاره کرد. علاوه بر کانه‌های ذکر شده یک سری کانه‌های دیگر مانند دیستن و آندالوزیت، اغلب متعلق به سنگ‌های دگرگونی، دیده می‌شود. از این بین دیستن، هیچوقت در سنگ‌های آذرین دیده نمی‌شود و مختص سنگ‌های دگرگونی مانند شیست‌ها و گنیس‌هاست که همراه با روتیل، گرونا، موسکویت و کوارتز دیده می‌شود و با توجه به گستردگی شیست‌ها در منطقه، می‌تواند مرتبط با آنها باشد.

۳-۷-۴- روش تهیه نقشه‌های کانی‌سنگین

با توجه به اهمیت کانی‌های سنگین در اکتشافات ژئوشیمیایی تصمیم بر آن شد که نمایش نقشه‌های کانی‌سنگین بر اساس حضور کانی سنگین‌های مهم و ارزشمند به صورت (Symbol Map) تنظیم گردد. بر این اساس کانی‌های مهم و اقتصادی (جدول شماره ۳-۸) عناصری مانند مس، سرب و روی، طلا، نقره و قلع انتخاب و هر کدام از آنها به صورت نشانه‌ها و رنگ‌های متفاوت بر روی نقشه نمایش داده شدند (نقشه شماره ۳-۱۳). در ضمن رنگ و نوع نشانه به نحوی انتخاب شده است که در همپوشانی کانی‌های مختلف در یک نمونه امکان تشخیص همگی آنها وجود داشته باشد.

جدول ۳-۸- مشخصات کانی های سنگین مهم

Sample	XXX	YYY	Galena	Cerussite	Malachite	Gold	Silver	Nativelead	Sphalerite	Smithsonite	Chalcocopyrite	Cuprite
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ZVH-104	381723	3709496	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-137	383150	3709751	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-16	377580	3713790	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-163	387202	3709070	0.16	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00
ZVH-166	380263	3712448	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-173	387490	3710920	0.11	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
ZVH-196	386177	3709940	0.11	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.31	0.00	0.00
ZVH-202	386597	3710610	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
ZVH-206	386792	3710980	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
ZVH-218	385280	3711830	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
ZVH-228	385670	3712333	0.12	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00
ZVH-23	380125	3712391	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-237	386280	3712090	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-241	387077	3711980	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
ZVH-245	388115	3711905	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00
ZVH-259	383610	3713610	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-282	377670	3708307	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.88
ZVH-288	377290	3709900	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-30	380679	3713084	0.00	0.00	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-31	379664	3711541	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-318	376677	3713757	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-34	379300	3711103	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-36	379197	3711122	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-67	378782	3709100	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZVH-80	378346	3708167	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



فصل چهارم

مرحله کنترل آنومالی، تعبیر و تفسیر

سازمان زمین شناسی و اکتشافات

فصل چهارم - مرحله کنترل آنومالی، تعبیر و تفسیر

۴-۱- مقدمه

بر اساس شرح خدمات تعداد کل نمونه‌های پیش‌بینی شده در مرحله دوم پروژه ورچه (۱) حدود ۱۸۵ نمونه است. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز داده‌های ژئوشیمیایی و مطالعات کانی‌سنگین در مرحله نخست پروژه، در کل ناحیه اکتشافی ۲ محدوده همراه با چندین تک نمونه که نتایج آنالیز کانی‌سنگین یا رسوب آبراهه‌ای آنها دارای مقادیر بالایی بودند برای مرحله دوم و انجام عملیات کنترل آنومالی‌ها مناسب تشخیص داده شد (نقشه شماره ۳-۱۲). انتخاب این محدوده‌ها براساس نقشه‌های آنومالی عناصر با ارزش صورت گرفت که اهم آنها عبارتند از طلا، مس، سرب، روی، نقره و مولیبدن. البته باید توجه داشت که از میان این عناصر طلا و مس از اهمیت بیشتری برخوردارند و همانطور که در نقشه شماره ۳-۱۱ دیده می‌شود، محدوده شماره یک به لحاظ آنومالی‌های اکثر عناصر مهم اکتشافی و همچنین کانی‌های سنگین بسیار قابل توجه می‌باشد.

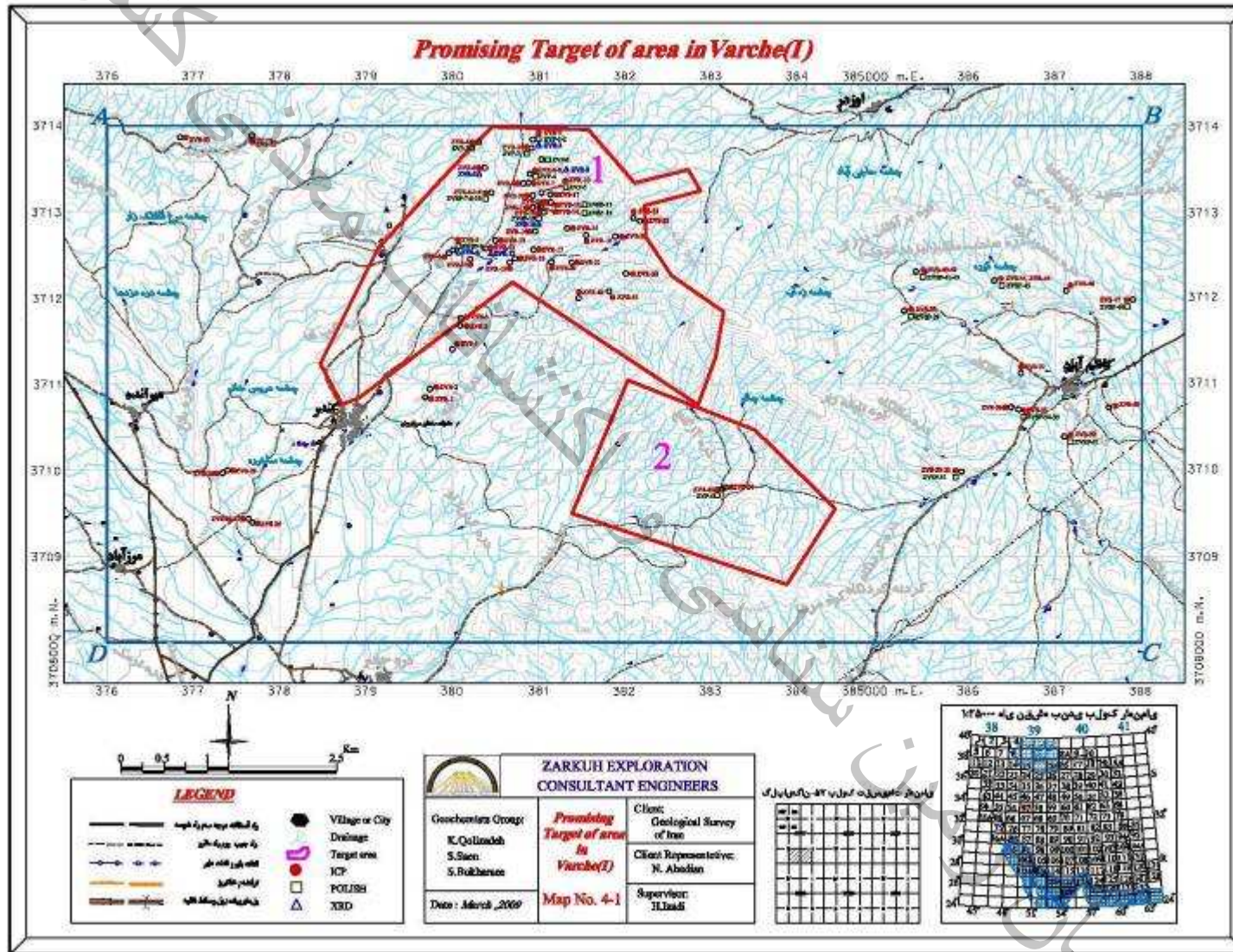
با توجه به موارد فوق عملیات کنترل آنومالی‌ها در دو محدوده انتخاب شده، انجام گرفت. با استناد به مشاهدات صحرایی تعداد ۹۰ نمونه سنگی از زون‌های کانی‌سازی شده برای آنالیز ICP و تهیه مقاطع صیقلی و ۶ نمونه نیز برای آنالیز به روش XRD برداشت شد (نقشه شماره ۴-۱). با در نظر گرفتن این که در مرحله اول غالب آبراهه‌های مهم جهت برداشت نمونه‌های کانی‌سنگین انتخاب شده و نمونه کانی‌سنگین از آنها برداشت و مطالعه گردیده بود، بنابراین در این مرحله، برداشت نمونه کانی‌سنگین صورت نگرفت. لیست نمونه‌های برداشت شده همراه با مختصات جغرافیایی محل برداشت آنها در جدول شماره ۴-۱ ارائه شده است.

نحوه نمونه‌برداری هم به صورت Chip و به تعداد تقریبی ۲۰ قطعه برای هر نمونه به وزن ۲-۳ کیلوگرم می‌باشد که در رگه‌ها به صورت عرضی، به طوریکه نمونه نماینده کل رگه باشد صورت گرفت. محل نمونه‌برداری در اغلب موارد با رنگ شماره‌گذاری و مختصات محل نمونه همراه با مشخصات آن یادداشت می‌گردید. برای شماره‌گذاری نمونه‌ها نیز ابتدا حرف Z (حرف اول شرکت مهندسین مشاور زرکوه)، حرف دوم V (ابتدای حرف پروژه ورچه) و حرف سوم R، P و یا D (علامت اختصاری نوع نمونه‌برداری به ترتیب برای نمونه‌های سنگی مینرالیزه، پولیش، XRD) و بعد شماره نمونه نوشته می‌شود.



گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورچه ۱»



نقشه ۴-۱- نمونه های برداشت شده جهت عملیات کنترل آنومالی

جدول ۴-۱- لیست نمونه‌های برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی در محدوده ورچه

ردیف	شماره نمونه	X	Y
1	ZVR-1	379690	3710851
2	ZVR-2	379744	3710941
3	ZVR-3	380934	3713842
4	ZVR-4	380314	3713811
5	ZVR-5	380381	3713510
6	ZVR-6	380823	3713326
7	ZVR-7	380879	3713332
8	ZVR-8	380902	3713435
9	ZVR-9	380902	3713435
10	ZVR-10	381033	3713219
11	ZVR-11	380205	3712448
12	ZVR-12	380388	3712577
13	ZVR-13	380505	3712666
14	ZVR-14	380966	3712773
15	ZVR-15	381333	3712810
16	ZVR-16	381552	3712726
17	ZVR-17	380943	3712557
18	ZVR-18	380724	3712454
19	ZVR-19	380671	3712410
20	ZVR-20	382015	3712280
21	ZVR-30	381893	3712713
22	ZVR-31	380920	3713734
23	ZVR-32	380937	3713187
24	ZVS-36	386485	3710729
25	ZVS-37	386599	3711121
26	ZVR-41	381817	3712071
27	ZVR-42	381469	3711997
28	ZVR-43	383143	3709786
29	ZVR-44	386286	3712200
30	ZVS-1	380002	3711404
31	ZVS-2	380093	3711679
32	ZVS-3	380094	3711756
33	ZVS-4	379963	3712517
34	ZVS-5	380005	3712553
35	ZVS-6	380456	3713220
36	ZVS-7	380456	3713220
37	ZVS-9	380456	3713220
38	ZVS-11	380944	3713047
39	ZVS-12	380992	3713066
40	ZVS-14	381014	3713059
41	ZVS-16	381143	3713106
42	ZVS-17	381142	3713195
43	ZVS-18	381058	3712993
44	ZVS-20	381153	3712414
45	ZVS-21	381383	3712418

ادامه جدول ۴-۱- لیست نمونه‌های برداشت شده در مرحله کنترل آنومالی در محدوده ورچه

ردیف	شماره نمونه	X	Y
46	ZVS-22	382179	3712895
47	ZVS-23	382101	3712926
48	ZVS-24	383163	3709796
49	ZVS-25	377677	3709393
50	ZVS-26	377640	3709432
51	ZVS-27	377640	3709432
52	ZVS-28	377341	3709969
53	ZVS-29	377390	3710001
54	ZVS-30	385913	3709984
55	ZVS-32	385913	3709984
56	ZVS-33	386570	3710703
57	ZVS-37	386599	3711121
58	ZVS-38	385243	3711849
59	ZVS-40	385384	3712301
60	ZVS-42	385384	3712301
61	ZVS-44	386286	3712200
62	ZVS-46	387117	3712080
63	ZVS-47	387891	3711979
64	ZVS-49	387614	3710725
65	ZVS-50	387096	3710393
66	ZVS-52	377675	3713884
67	ZVS-53	378168	3713565
68	ZVP-1	380934	3713842
69	ZVP-2	380934	3713842
70	ZVP-3	380314	3713811
71	ZVP-4	380902	3713435
72	ZVP-5	381033	3713219
73	ZVP-6	383149	3709790
74	ZVP-7	380920	3713734
75	ZVP-8	381036	3713606
76	ZVSP-5	380005	3712553
77	ZVSP-8	380456	3713220
78	ZVSP-10	380456	3713220
79	ZVSP-13	380992	3713066
80	ZVSP-15	381014	3713059
81	ZVSP-19	381058	3712993
82	ZVSP-31	385913	3709984
83	ZVSP-34	386570	3710703
84	ZVSP-35	386570	3710703
85	ZVSP-39	385243	3711849
86	ZVSP-41	385384	3712301
87	ZVSP-43	385384	3712301
88	ZVSP-45	386286	3712200
89	ZVSP-48	387891	3711979
90	ZVSP-51	387096	3710393

کلیه نمونه‌ها پس از برداشت و بسته‌بندی به آزمایشگاه زارآما در تهران ارسال و آنالیز گردید. نحوه آماده‌سازی نمونه‌های برداشت شده برای آنالیز در چارت شماره ۴ در فصل دوم و در چارت شماره ۵ در همین فصل آمده است. همچنین تعداد نمونه‌های پیشنهادی مطابق با شرح خدمات و آنالیز شده در جدول شماره ۴-۲ تنظیم گردیده است.



جدول ۴-۲- تعداد نمونه های پیشنهادی بر اساس شرح خدمات و برداشت شده، در مراحل مختلف پروژه

مجموع	Polish	Tin sections	XRD,XRF	کانی سنگین	سنگ و مینرالیزه	ژئوشیمی		
۴۲۶	---	---	---	۷۳	در صورت نیاز	۳۵۳	شرح خدمات	مرحله اول (تعداد نمونه به عدد)
۴۳۰	---	---	--	۷۹	۵	۳۴۶	گرفته شده	
۱۸۵		۲۰	۱۵	۵۰	۱۰۰-۵۰	---	شرح خدمات	مرحله دوم (تعداد نمونه به عدد)
۱۲۰	۲۴	---	۶	---	۹۰	---	گرفته شده	

بخش غربی محدوده شماره ۱ نخستین ناحیه‌ای بود که جهت کنترل آنومالی مورد ارزیابی و نمونه برداری قرار گرفت. سنگ‌های این محدوده شامل شیست‌های سبز تیره و آندالوزیت شیست بودند که در قسمت‌های شمالی محدوده، ارتفاعات با لیتولوژی سنگ آهک دیده می‌شد (تصویر شماره ۴-۱). در داخل شیست‌ها رگه‌های متعدد سیلیسی (برخی از این رگه‌ها دارای سیلیس متخلخل بوده) همراه با اکسیدهای آهن وجود دارد که در بیشتر آن‌ها می‌توان کانی‌سازی‌های مس مانند مالاکیت، آزوریت و به مقدار جزئی کالکوپیریت را مشاهده کرد (تصاویر شماره ۴-۲ و ۴-۳).



تصویر ۴-۱- نمایی از محدوده شماره یک که ارتفاعات آهکی در انتهای تصویر دیده می‌شود (دید به سمت

شمال)



تصویر ۴-۲- کانی مالاکیت به صورت بلوری در داخل رگه سیلیسی همراه با اکسیدهای آهن

ضخامت این رگه‌ها از چند سانتی‌متر تا ۱۰ متر تغییر می‌کند و طول بیرون‌زدگی آنها نیز بسیار متغیر است بطوری که در رخنمون‌های واقع در شمال غرب محدوده شماره ۱ (شمال شرق روستای کندر)، طول رگه کانی‌سازی به بیش از ۱۰۰ متر نیز می‌رسد (تصویر ۴-۳).



تصویر ۴-۳- کانی سازی مالاکیت، آزوریت و در داخل رگه سیلیسی و شیست‌ها

۴-۲- بررسی زون‌های کانی‌ساز

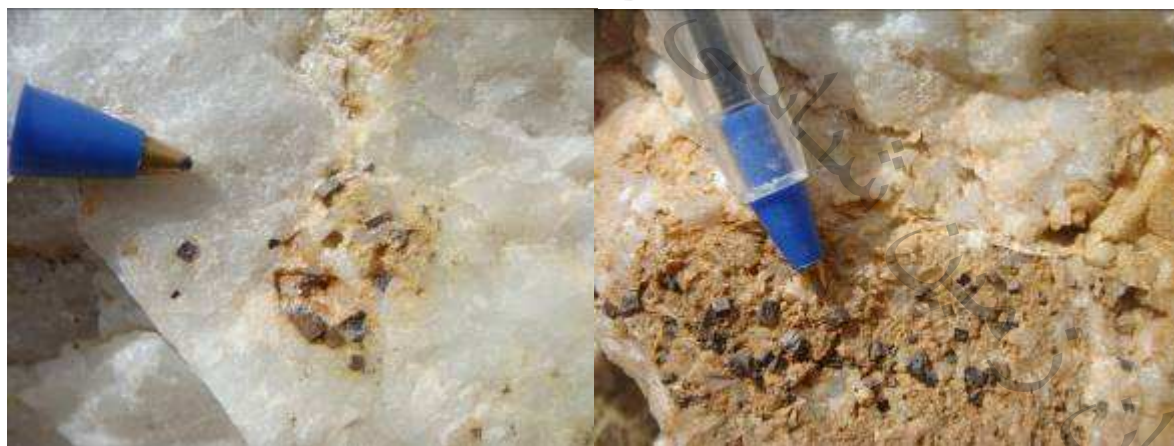
همانگونه که در نقشه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه توضیح داده شد، گسترشی وسیع از سنگ‌های شیل و ماسه‌سنگ ژوراسیک دیده می‌شود. برخی جاها به طور موضعی تحت تأثیر دگرگونی قرار گرفته‌اند به خصوص محل کتاکت شیل‌ها با سنگ آهک باعث تشکیل شیست‌های سبز تیره و در موارد نادر آندالوزیت شیست گردیده است. در داخل این واحدها رگه‌های سیلیسی با ضخامت‌های متغیر از چند دسی‌متر تا حدود ۱۰ متر و طول بیش از ۱۰۰ متر دیده می‌شوند که در برخی مناطق نیز به عنوان معدن سیلیس مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند (مانند معدن سیلیس جنوب غرب روستای اوزدر). این در حالی است که در بعضی از رگه‌ها و گاهاً سنگ میزبان دربرگیرنده رگه (شیست)، کانی‌سازی‌های کربناته و سولفیدی مس صورت گرفته است.

در کل با توجه به مطالعه و بررسی صحرایی رگه‌های موجود در محدوده شماره ۱، می‌توان مطالب زیر را در ارتباط با این رگه‌ها عنوان نمود:

بر اساس مشخصات رگه‌ها دو تیپ رگه در این محدوده دیده می‌شود. رگه‌های بزرگ سیلیسی-هماتی-لیمونیتی با ضخامت ۴ تا ۱۰ متر (تصویر شماره ۴-۴) و طول متوسط ۱۰۰ متر (گاهاً به بیش از ۱۰۰ متر نیز می‌رسد)، همراه با کانی‌سازی بالای مس که شامل ملاکیت، آزوریت، کالکوپیریت و اکسیدهای آهن هستند؛ که در سطح شکسته برخی از رگه‌ها، پیریت‌های سالم و شکل‌دار به ابعاد ۱-۵ میلی‌متر نیز دیده می‌شود (تصویر شماره ۴-۵). امتداد غالب رگه‌ها N110 تا 160 با شیب تقریبی ۷۰ درجه یا بیشتر به سمت شمال شرق می‌باشند. برخی از این رگه‌ها دارای دو قسمت تیره و روشن شبیه میگماتیت‌ها بوده که کانی‌سازی در هر دو قسمت نیز قابل مشاهده است. علاوه بر این در رگه‌ای با مختصات ۳۸۰۹۰۲ و ۳۷۱۳۴۳۵ کانی‌سازی به مقدار نسبتاً زیاد و در حجم گسترده به صورت رگچه‌های ریز و پراکنده به ابعاد چند سانتی‌متر (5mm-10Cm) داخل شیست‌ها صورت گرفته است که طول زون کانی‌سازی به بیش از ۱۰۰ متر و ضخامت آن تا ۱۰ متر می‌باشد، به نظر می‌رسد که فعالیت‌هایی نیز قبلاً برای استخراج بر روی این رگه صورت گرفته است که آثار آن به صورت حفاری در برخی از بخش‌های این رگه دیده می‌شود (تصاویر شماره ۴-۶). نکته جالب توجه اینکه در جاهایی که رخنمون آندالوزیت‌شیست بیشتر است میزان کانی‌سازی نیز بیشتر می‌باشد که این می‌تواند نشانگر تأثیر دگرگونی در تشکیل رگه‌ها باشد. البته بیشتر این رخنمون‌ها در بخش شمالی روستای کندر و غرب محدوده شماره ۱ متمرکزند که به سمت شرق میزان آنها به شدت کاهش می‌یابد.



تصویر ۴-۴- رگه سیلیسی دارای کانی سازی به ضخامت نزدیک به ۱۰ متر در غرب محدوده شماره ۱ (دید به سمت شمال شرق)



تصویر ۴-۵- وجود پیریت های شکل دار داخل سیلیس که برخی از آنها اکسید شده اند



تصویر ۴-۶- آثار حفاری‌های قدیمی بر روی رگه دارای کانی‌سازی مس در غرب محدوده شماره ۱
(شکل سمت راست-دید به سمت شمال غرب، شکل سمت چپ-دید به سمت شمال)

به منظور بررسی و مطالعات توصیفی رگه‌ها، نمونه‌های مختلفی جهت آنالیز شیمیایی برداشت گردیده که هر کدام از آنالیزها برای اهداف مختلفی صورت می‌گیرد. نتایج آنالیز شیمیایی ICP برای تعیین میزان عناصر اقتصادی موجود در رگه‌ها مانند طلا، نقره، مس و غیره، نتایج XRD برای آلتراسیون، مقاطع صیقلی هم برای مطالعه کانه‌های موجود در رگه‌ها استفاده می‌شود. از مناطقی که دارای کانی‌سازی بودند به خصوص رگه‌های سیلیسی نمونه‌هایی برای مطالعات کانی‌شناسی (مطالعه مقاطع صیقلی) برداشت گردید که نتایج این نمونه‌ها همراه با مختصات آنها در جدول ۴-۳ ارائه شده است. مطالعه این نمونه‌ها نشان می‌دهد که در اکثر آنها غالب کانی‌شناسی بیشتر مربوط به کانه‌های مس همراه با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن می‌باشد. در اکثر نمونه‌ها مهمترین کانه‌ها مالاکیت و آزوریت بوده که معمولاً به صورت رگه، رگچه‌ای و شکستگی‌ها تشکیل شده‌اند. ضخامت آنها متغیر و از ۰,۱ - ۱ میلیمتر می‌باشد (تصویر ۴-۸).

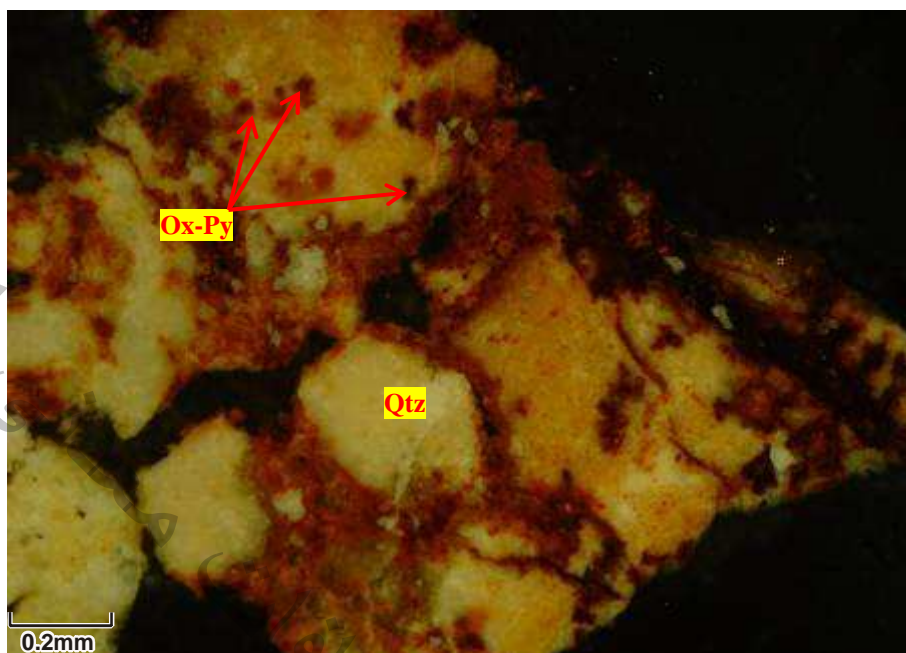
در برخی نمونه‌ها مانند ZVSP-43, ZVP-8 که از رگه‌های بزرگ و دارای کانی‌سازی گرفته شده‌اند نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که قسمت عمده سنگ را کانیهای غیرفلزی مانند کوارتز تشکیل می‌دهد. کوارتزها ریز بلور بوده و سطح آنها با اکسیدها، هیدروکسیدهای آهن و به مقدار کمتر با مالاکیت آغشته‌گی دارد (تصویر ۴-۷). مقدار کوارتز در این نمونه‌ها به بیش از ۷۰٪ می‌رسد. کانیهای فلزی حدود ۲۰-۳۰ درصد نمونه را شامل می‌شوند. بافت کلی نمونه به صورت جان‌شینی، پرکننده فضای خالی و کلوفرمی است که سنگ میزبان و کانه‌ها در آن به صورت پراکنده و درگیر با هم دیده می‌شوند. مهمترین کانیهای فلزی تشکیل دهنده نمونه گوتیت، هماتیت، پیریت، کالکوپیریت،

کولیت، آزوریت و مالاکیت هستند. اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن شامل هماتیت و گوتیت است که بیشترین مقدار کانیهای فلزی را تشکیل می‌دهند. گوتیت کانی آهن داری است که در مراحل بعدی جانشین هماتیت شده و در بعضی موارد مجموعه دو کانی هماتیت و گوتیت به همراه یکدیگر و با بافت کلوفرمی دیده می‌شوند (تصاویر ۴-۹ و ۴-۱۰). هماتیت اغلب با کوارتز درگیر بوده است. کانی گوتیت موجود در نمونه‌های مذکور ناشی از آلتراسیون هماتیت بوده و بخش کمی از آن مربوط به آلتراسیون پیریت است. مقدار گوتیت بیشتر از هماتیت می‌باشد. گوتیت در بخش‌های حاشیه‌ای هماتیت و در محل شکستگی‌ها وجود دارد.

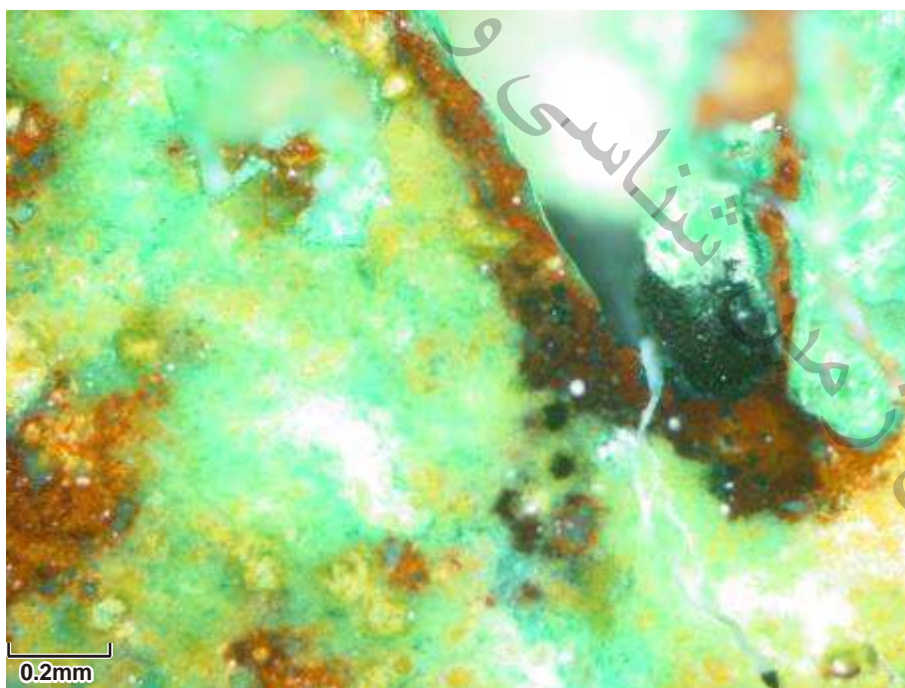
پیریت به شکل افشان و پراکنده در داخل متن سیلیسی که با اندازه کمتر از ۰/۰۷ میلی‌متر دیده می‌شود و غالباً شکل دار و اکسیده هستند. شدت دگرسانی در نمونه‌ها به قدری زیاد است که در بیشتر موارد کانیهای پیریت به طور کامل به گوتیت تبدیل شده و تنها قالب آنها باقی مانده است و به ندرت بقایایی از پیریت داخل گوتیت مشاهده می‌گردد (تصویر ۴-۱۱). کالکوپیریت مهمترین کانی مس در این نمونه‌هاست که این کانه از حاشیه‌ها اکسید شده و به کولیت تبدیل می‌گردد که به ترتیب با رنگ زرد و خاکستری مایل به آبی در مقطع قابل شناسایی هستند (تصاویر ۴-۱۲ و ۴-۱۳). در اثر انحلال کانی‌های سولفیدی مس، محلولهای مس‌دار آزاد شده و باعث تشکیل مالاکیت به صورت آغشتگی و پرکنندگی حفرات و شکستگی‌ها شده‌اند.

جدول ۴-۳- نتایج مطالعه نمونه های مقاطع صیقلی ورچه با میکروسکوپ

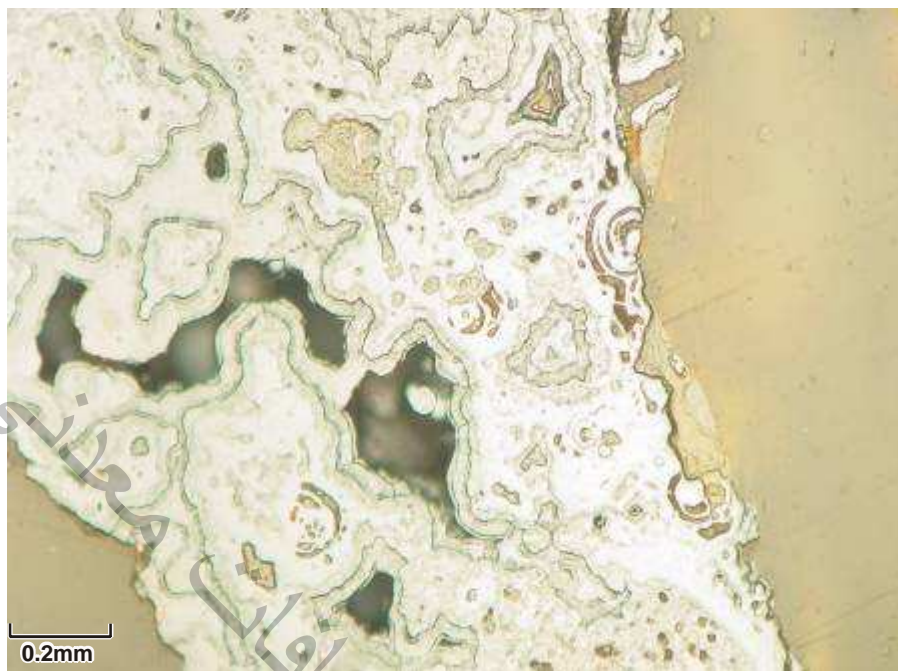
ردیف	شماره نمونه	X	Y	کانی شناسی	بافت
1	ZVP-1	380934	3713842	آغشتگی مالاکیت در حفرات و اکسیدهای آهن به مقدار جزئی	پرکننده حفرات
2	ZVP-2	380934	3713842	هماتیت و گوتیت	پرکننده حفرات و کلوفرمی
3	ZVP-3	380314	3713811	کالکوپیریت، کولیت، پیریت، مالاکیت، گوتیت و هماتیت	جانشینی، پرکننده و کلوفرمی
4	ZVP-4	380902	3713435	مالاکیت، گوتیت و هماتیت	جانشینی و کلوفرمی
5	ZVP-5	381033	3713219	مالاکیت، گوتیت و هماتیت	جانشینی و کلوفرمی
6	ZVP-6	383149	3709790	پیریت اکسیده در متن سیلیسی	جانشینی و پرکننده و افشان
7	ZVP-7	380920	3713734	آغشتگی متن سیلیسی با مالاکیت و آزوریت	پرکننده حفرات و رگچه ها
8	ZVP-8	381036	3713606	کالکوپیریت، کولیت، پیریت، مالاکیت، گوتیت و هماتیت	جانشینی، پرکننده و کلوفرمی
9	ZVSP-5	380005	3712553	مالاکیت، گوتیت و هماتیت	جانشینی و کلوفرمی
10	ZVSP-8	380456	3713220	دانه های شکل دار پیریت اکسیده و مالاکیت	پرکننده حفرات و رگچه ها و جانشینی
11	ZVSP-10	380456	3713220	مالاکیت	پرکننده حفرات و رگچه ها
12	ZVSP-13	380992	3713066	مالاکیت و پیریت های ریز شکل دار	پرکننده حفرات و رگچه ها و افشان
13	ZVSP-15	381014	3713059	مالاکیت، گوتیت و هماتیت	جانشینی و کلوفرمی
14	ZVSP-19	381058	3712993	کالکوپیریت، کولیت، مالاکیت، گوتیت و هماتیت	جانشینی، پرکننده و کلوفرمی
15	ZVSP-31	385913	3709984	مالاکیت و دانه های ریز پیریت با اندازه متوسط ۱۰۰ میکرون	افشان و پرکننده حفرات
16	ZVSP-34	386570	3710703	مالاکیت، گوتیت و هماتیت و مقدار کمی پیریت اکسیده	جانشینی و پرکننده حفرات
17	ZVSP-35	386570	3710703	هماتیت سوزنی شکل و گوتیت	پرکننده، جانشینی و کلوفرم
18	ZVSP-39	385243	3711849	هماتیت، گوتیت، لیمونیت و مالاکیت	پرکننده، جانشینی و کلوفرم
19	ZVSP-41	385384	3712301	هماتیت و گوتیت	جانشینی و کلوفرمی
20	ZVSP-43	385384	3712301	کالکوپیریت، کولیت، پیریت، مالاکیت، گوتیت و هماتیت	جانشینی، پرکننده و کلوفرمی
21	ZVSP-45	386286	3712200	رگچه های حاوی مالاکیت و مقدار کم آزوریت	پرکننده حفرات و رگچه ها
22	ZVSP-48	387891	3711979	پیریت اکسیده در متن سیلیسی	جانشینی و پرکننده و افشان
23	ZVSP-51	387096	3710393	هماتیت و گوتیت و مالاکیت	پرکننده حفرات و رگچه ها



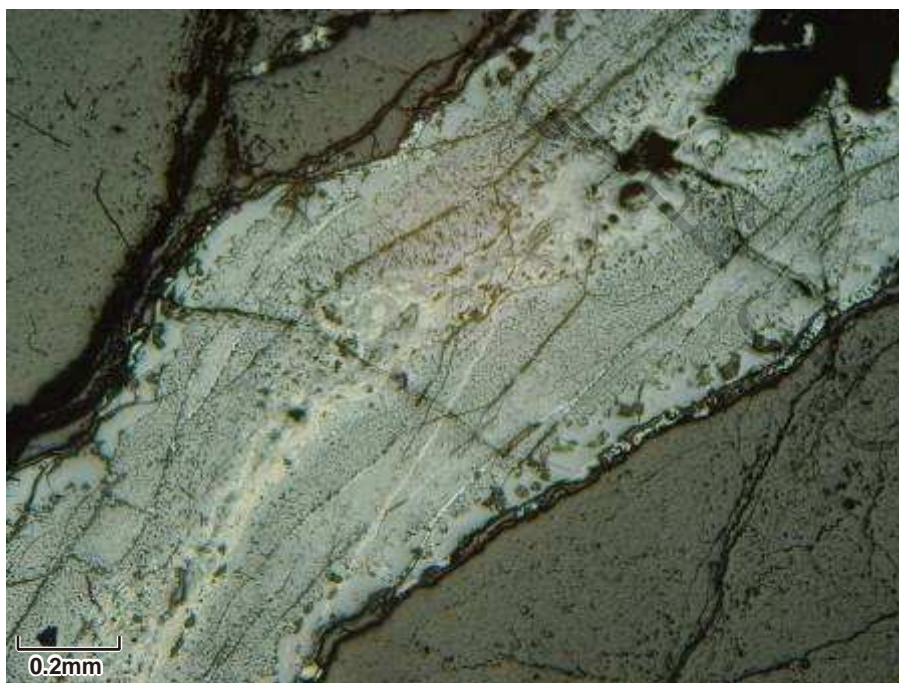
تصویر ۴-۷- دانه های کوارتز (Qtz) همراه با اکسیدهای آهن و ادخالهای ریزیریت اکسیده (Ox-Py) (تصویر در نور RI-XPL).



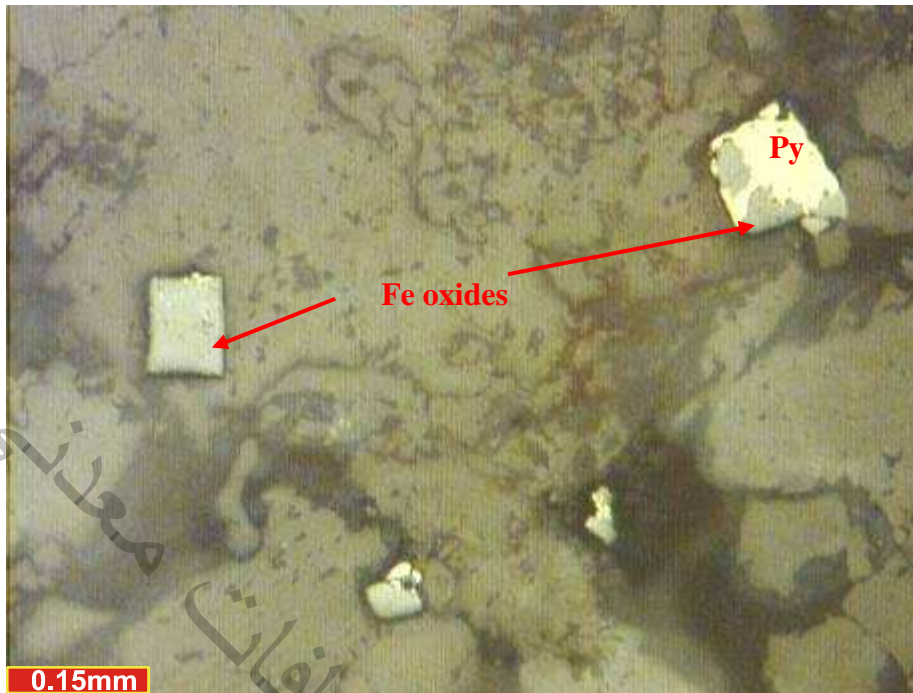
تصویر ۴-۸- آغستگی بخش باطله با مالاکیت و اکسیدهای آهن (تصویر در نور RI-XPL).



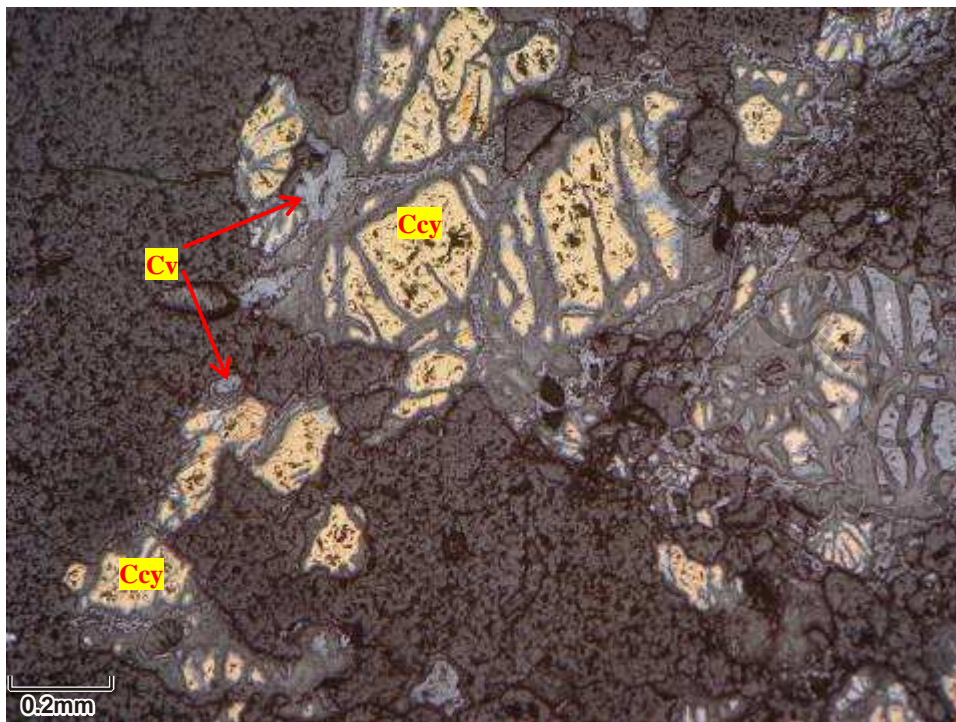
تصویر ۴-۹- کانی هماتیت و گوتیت با بافت کلوفرمی و جانیشینی (تصویر در نور RI-PPL).



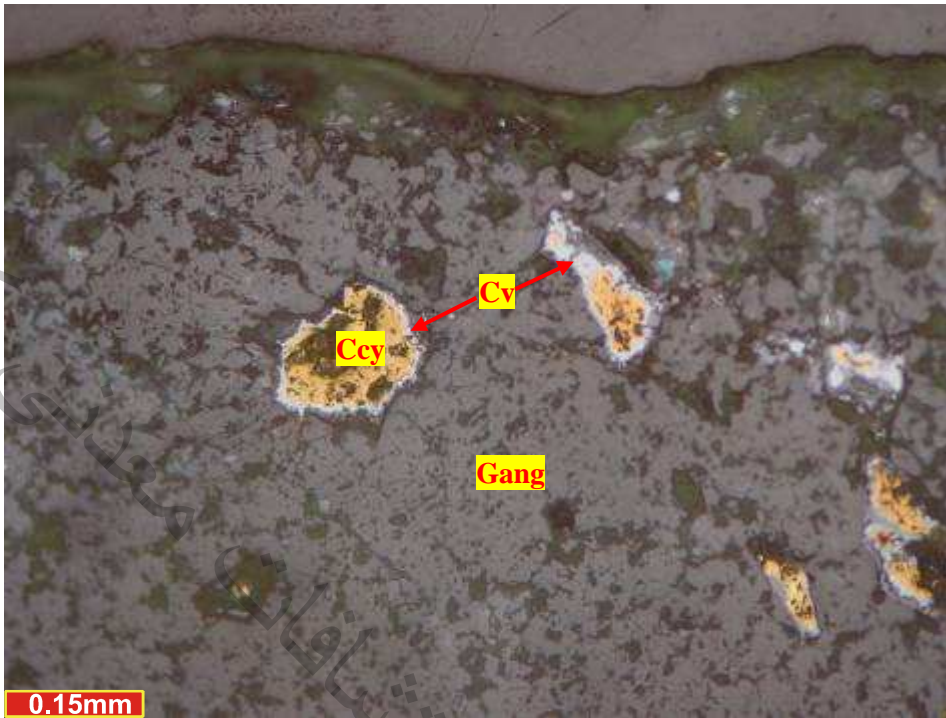
تصویر ۴-۱۰- کانی هماتیت و گوتیت با بافت کلوفرمی و جانیشینی در رگچه ها (تصویر در نور RI-PPL).



تصویر ۴-۱۱- جانشینی پیریت توسط اکسیدهای آهن (تصویر در نور RI-PPL).



تصویر ۴-۱۲- تبدیل کالکوپیریت (Cpy) از حاشیه ها به کولیت (Cv) (تصویر در نور RI-PPL).



تصویر ۴-۱۳- پراکندگی دانه های کالکوپیریت (Cpy) در داخل متن سیلیسی که از حاشیه ها به کولیت (Cv) تبدیل شده‌اند (تصویر در نور RI-PPL).

از رگه‌های موجود در غرب محدوده شماره ۱ (رگه‌های سری اول) تعداد ۲۰ نمونه برای آنالیز ICP برداشت شد.

با توجه به نتایج آنالیز عناصر مس، نقره، طلا، سرب، آهن و به مقدار کمتر روی غنی‌شدگی دارند بدین منظور برای مطالعه بهتر، هر یک از عناصر را به طور جداگانه در رگه‌ها مورد بررسی قرار می‌دهیم:

چنانچه در توضیحات مربوط به رگه‌ها عنوان گردید، کانه‌سازی خوبی از عنصر مس در رگه‌ها دیده می‌شد که شامل کانه‌های مختلفی مانند ملاکیت، آزوریت و کالکوپیریت می‌باشد. نتایج آنالیز شیمیایی رگه‌ها نشانگر بالابودن مقادیر این عنصر می‌باشد؛ به نحوی که کمترین عیار آن به مقدار ۸۵ گرم در تن در نمونه شماره ZVS-36 با مختصات ۳۷۱۰۷۲۹ و ۳۸۶۴۸۵، میانگین ۱٪ و بیشترین مقدار آن در ۱۰ نمونه اخذ شده از رگه‌های سری اول (جدول ۴-۴) به ۵/۵٪ (نمونه شماره ZVR-8 با مختصات ۳۷۱۳۴۳۵ و ۳۸۰۹۰۲) می‌رسد.

اگرچه به غیر از عنصر مس عناصر دیگر نیز تا حدودی غنی‌شدگی نشان می‌دهند ولی این غنی‌شدگی برای این عناصر به تنهایی در حد اقتصادی نیست و ارزش آنها می‌تواند به علت همراهی با مس

باشد. بیشترین مقدار عنصر نقره در این رگه‌ها در نمونه ZVR-10 به مقدار ۱,۸۱ گرم درتن مشاهده شده که از رگه سیلیسی به ضخامت نزدیک به ۱۰ متر و طول بیش از ۱۰۰ متر گرفته شده است. بیشترین مقادیر عناصر سرب، طلا، آرسنیک و آهن نیز به ترتیب ۱۸۴۱ گرم درتن (ZVS-12 با مختصات ۳۷۱۳۰۶۶ و ۳۸۰۹۹۲)، ۲۰۰ میلی‌گرم درتن، ۱۸۶۵ گرم درتن و ۱۸٪ (نمونه ZVR-31 با مختصات ۳۷۱۳۷۳۴ و ۳۸۰۹۲۰) گزارش شده است. مقادیر آهن نیز در برخی از نمونه‌ها غنی‌شدگی نشان می‌دهد که از این موارد می‌توان به نمونه ZVS-5 با ۱۵٪ و ZVS-22 با ۱۲٪ اشاره کرد. این نمونه‌ها از کناره‌های اطراف رگه سیلیسی یا قسمت‌های متخلخل سیلیس همراه با اکسید آهن و از ضخامت‌هایی در حدود ۰/۵-۱ متر اخذ گردیده است.

جدول ۴-۴- نتایج آنالیز برخی از عناصر رگه های سری اول

ROW	Element	Au	Fe	K	Ag	As	Cd	Cu	Mn	Pb	S	Zn
	DL	1	100	100	0.1	0.5	0.1	1	5	1	50	1
	Unit	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	ZVR-10	123	35864	3531	1.81	16.7	0.27	11738	145	413	566	123
2	ZVR-3	117	39659	5727	0.26	180.4	0.29	8631	124	18	85	56
3	ZVR-4	188	30836	5118	1.33	80.7	0.25	18635	129	17	745	108
4	ZVR-6	17	34872	2325	0.24	16.8	0.26	9770	162	157	545	56
5	ZVR-7	5	25056	4562	0.23	16	0.26	151	208	228	323	22
6	ZVR-8	54	18997	10343	0.27	12.7	0.27	55283	280	23	364	227
7	ZVR-9	195	42867	2897	0.29	47.4	0.26	8049	113	22	212	65
8	ZVS-12	197	22750	3091	1.51	7.9	0.25	10739	61	1841	841	91
9	ZVS-14	146	46298	3349	1.09	8	0.25	12595	117	19	493	103
10	ZVS-16	90	35799	2596	0.26	60	0.28	406	155	17	3731	35
11	ZVS-17	16	69001	3355	0.24	223.6	0.68	489	356	187	1051	67
12	ZVS-18	187	34899	3113	0.76	8.6	0.26	8749	140	1432	1216	67
13	ZVS-22	55	127374	6549	0.25	282.2	1.13	1412	178	666	787	63
14	ZVS-36	2	47965	461	0.26	8.3	0.27	85	9896	26	< 50	43
15	ZVS-4	38	49171	1976	0.22	90.4	0.27	518	103	119	275	29
16	ZVS-40	15	53232	2651	0.21	48.6	0.27	1069	1595	26	231	41
17	ZVS-42	22	34625	2227	0.23	16.2	0.27	1141	1662	19	498	37
18	ZVS-5	144	151664	919	0.3	742.1	2.41	17327	111	77	588	124
19	ZVS-6	12	19169	1666	0.22	47.4	0.28	1340	89	17	1018	22
20	ZVS-9	166	24913	12149	0.27	31.4	0.28	14797	69	18	101	70

سری دوم رگه‌هایی با ضخامت کمتر از یک متر (بعضاً حدود یک متر) و طول‌های متغیر بین ۲۰-۵ متر هستند، که عمده تمرکز آنها در سمت شرقی محدوده آنومالی شماره یک می‌باشد و به ندرت در غرب آن دیده می‌شوند. این رگه‌ها دارای امتداد غالب N110 با شیب تقریباً قائم بوده و گاه‌ها هم به صورت زونینگ دیده می‌شوند به طوری که بخش مرکزی دارای سیلیس سفید و روشن و

نسبتاً خالص بوده و اطراف آنها لایه‌ای از سیلیس با اکسید آهن زیاد و به ضخامت چند سانتی‌متر دربر می‌گیرد. اکثر آنها دارای اختلاط کمی با سنگ دربرگیرنده (شیست‌های تیره) بوده و معمولاً فاقد کانی‌سازی و یا دارای کانی‌سازی خیلی جزئی از مالاکیت هستند. پیریت در این رگه‌ها اکسید شده و پیریت سالم نیز تقریباً دیده نمی‌شود.

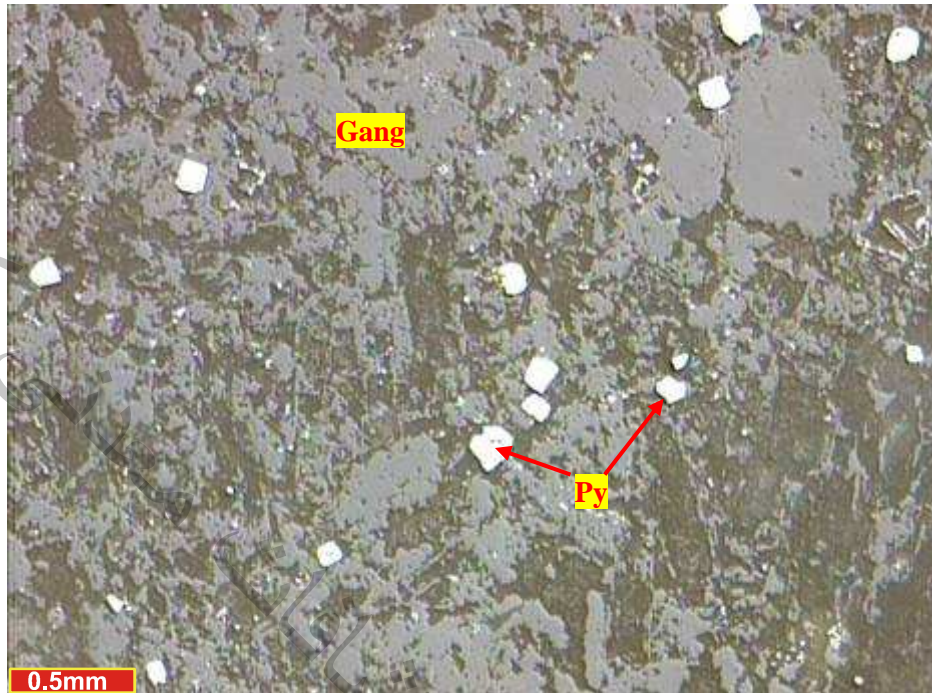
در محدوده شماره دو، کانی‌سازی خاصی مشاهده نشده و فقط در برخی نقاط شیست‌های کمی سیلیسی شده همراه با رگه‌های نازک سیلیس به طول ۲-۳ متر و ضخامت ۱-۱۰ سانتی‌متر دیده می‌شوند که فاقد کانی‌سازی هستند (تصویر ۴-۱۶). در برخی موارد لکه‌های تیره‌رنگ که احتمالاً کانه فلزی باشد، به چشم می‌خورد. مطالعه نمونه‌های گرفته شده برای مقطع صیقلی نشانگر وجود کانی‌سازی اندک مالاکیت، اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن می‌باشد. این کانیها دارای بافت پرکننده فضای خالی هستند و اغلب شکستگیها و حفرات نمونه را پر کرده‌اند (تصویر ۴-۱۵). کانی‌های پیریت به صورت ذرات کوچک در داخل متن سیلیسی قابل مشاهده هستند (تصویر ۴-۱۴) و غالباً شکل‌دار بوده و به گوتیت و هماتیت تجزیه شده‌اند. اندازه آنها گاهاً به ۰,۵ میلی‌متر هم می‌رسد. اکسیدهای آهن بیشتر رگه‌ها، رگچه‌ها و شکستگیها را در این رگه‌ها پر کرده‌اند.

تعداد نمونه‌های گرفته شده از این رگه‌ها به علت گستردگی آنها در کل محدوده که در هر دو منطقه آنومالی معرفی شده در مرحله اول دیده می‌شوند، ۳۹ نمونه برای تجزیه عنصری به روش ICP بوده که نتایج آنالیز آن در جدول ۴-۵ آورده شده است.

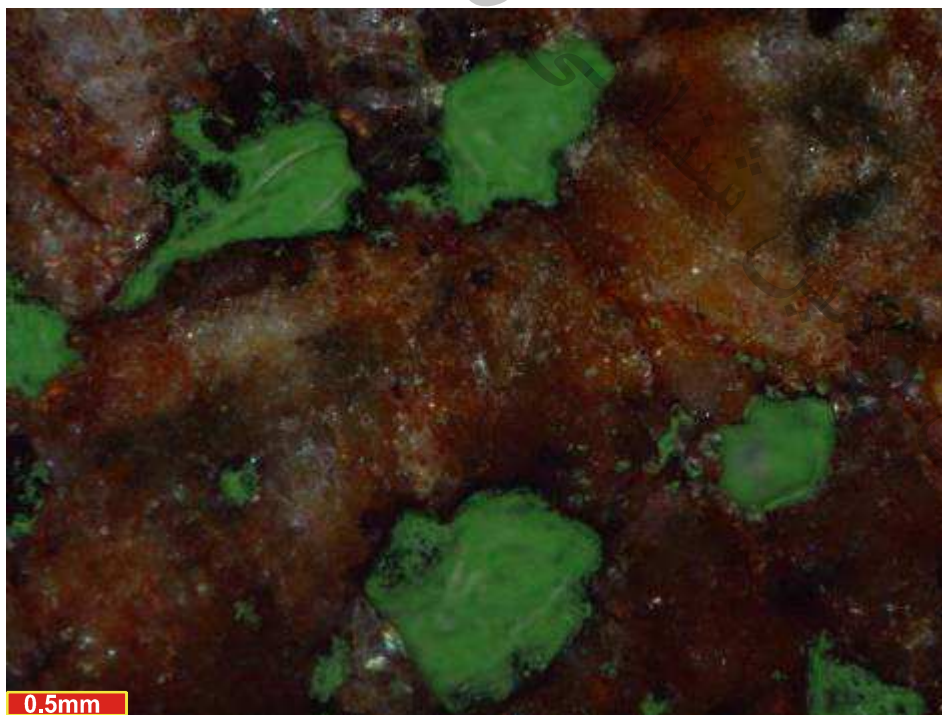
با توجه به جدول، مقادیر نتایج آنالیز در کل پایین است و برای هیچ کدام از عناصر به عیار اقتصادی نمی‌رسد. عیار طلا از کمترین مقدار یعنی ۱ میلی‌گرم در تن تا بیشترین آن ۲۰۰ میلی‌گرم در تن تغییر می‌کند. عیار مس نیز تقریباً ارتباط مستقیم با دیگر عناصر اقتصادی به خصوص طلا دارد و در نمونه‌های ZVR-31,41,44,46 و غیره این همبستگی تا حدودی مشاهده می‌گردد. به طوریکه با افزایش مقدار مس، عیار طلا و حتی دیگر عناصر مانند آهن و آرسنیک نیز بالا می‌رود. مثلاً در نمونه ZVR-31 مقدار آهن به ۱۸٪ و آرسنیک به ۱۸۶۵ گرم در تن نیز می‌رسد. ولی در کل این افزایش به منزله رسیدن به حد کانساری و اقتصادی نیست.

جدول ۴-۵- نتایج آنالیز برخی از عناصر رگه های سری دوم

Row	Element DL Unit	Au 1 ppb	Fe 100 ppm	K 100 ppm	Ag 0.1 ppm	As 0.5 ppm	Ba 2 ppm	Cd 0.1 ppm	Cu 1 ppm	Mn 5 ppm	Pb 1 ppm	S 50 ppm	Sn 0.5 ppm	W 0.5 ppm	Zn 1 ppm
1	ZVR-1	1	18169	607	0.22	10.5	15	0.27	52	192	28	808	4.3	1.9	28
2	ZVR-11	1	22604	1267	0.18	8.2	28	0.25	117	242	17	84	4.1	1.95	34
3	ZVR-13	18	28792	3459	0.25	63.3	57	0.26	126	237	57	461	4.2	1.83	43
4	ZVR-14	3	29871	1269	0.2	12.6	26	0.26	102	176	43	573	4	1.84	32
5	ZVR-15	3	25668	1262	0.22	11.5	22	0.27	204	150	120	< 50	4	1.8	23
6	ZVR-16	1	17794	1401	0.2	8.5	30	0.25	109	316	55	77	4.1	1.78	29
7	ZVR-17	1	18974	1884	0.17	30.3	29	0.25	48	190	19	152	3.9	1.77	26
8	ZVR-18	4	19522	296	0.25	35.2	16	0.27	131	122	498	662	4.4	1.89	20
9	ZVR-19	6	28790	328	0.21	9.6	17	0.26	96	181	29	237	4.1	1.91	26
10	ZVR-2	1	12516	194	0.18	8.3	10	0.25	24	91	19	< 50	4.2	1.81	15
11	ZVR-30	4	55822	1269	0.2	83.3	26	0.26	994	159	74	123	3.9	1.76	36
12	ZVR-31	200	182744	7470	0.31	1865.3	97	7.24	4777	248	97	627	5.4	1.75	90
13	ZVR-41	198	84424	2573	1.92	14.6	43	0.27	5475	198	19	334	6	1.65	84
14	ZVR-42	43	34041	6307	0.25	9.5	106	0.27	523	365	156	63	4.4	1.9	39
15	ZVR-44	102	16857	728	0.21	7.9	30	0.27	4570	423	15	196	3.8	1.6	60
16	ZVR-5	199	60403	9908	0.26	98.5	3209	0.27	289	300	71	916	4.2	1.88	127
17	ZVS-1	1	9914	277	0.2	8.4	87	0.25	87	1098	15	72	4.1	1.9	16
18	ZVS-11	5	19236	2205	0.22	62.3	30	0.26	118	81	244	469	4.3	1.88	20
19	ZVS-2	10	22267	380	0.23	13.9	137	0.27	135	3311	18	< 50	4.3	1.88	26
20	ZVS-20	1	23713	3659	0.17	8.3	51	0.26	68	402	16	73	4	1.84	25
21	ZVS-21	17	75350	2623	0.23	41.9	38	0.27	195	302	19	479	4.2	1.87	35
22	ZVS-24	49	60145	760	0.29	248.5	103	0.28	397	951	55	1094	4.4	1.75	68
23	ZVS-25	1	12411	632	0.17	8.6	15	0.25	34	108	15	57	4.3	1.78	21
24	ZVS-26	6	25455	346	0.2	8	34	0.27	82	452	16	133	3.8	1.89	36
25	ZVS-27	1	30408	1481	0.26	8.6	25	0.27	75	250	24	110	4.3	1.79	34
26	ZVS-28	2	15808	586	0.21	8.7	16	0.26	38	78	16	< 50	4.1	1.87	18
27	ZVS-29	30	20191	1530	0.23	8.5	34	0.26	88	200	27	288	4.1	1.85	26
28	ZVS-3	80	48724	910	0.28	9	25	0.26	207	189	19	214	3.9	1.88	28
29	ZVS-30	2	49329	6641	0.26	20.7	154	0.26	184	1134	47	181	4.3	1.89	77
30	ZVS-32	2	40307	12296	0.24	17.7	250	0.26	87	1300	18	86	4.2	1.84	72
31	ZVS-33	3	205501	1255	1.5	8.1	75	0.28	32	36166	68	427	3.7	1.82	120
32	ZVS-38	20	50437	1396	1.99	58.2	32	0.26	388	393	505	1528	4.1	1.84	50
33	ZVS-44	2	23280	1578	0.19	29.4	53	0.27	78	1122	83	79	4.1	1.86	40
34	ZVS-46	163	43695	3956	1.03	92.7	64	1.02	544	504	1893	402	4.5	1.5	639
35	ZVS-47	7	41307	2844	0.33	31.6	56	0.27	341	210	141	687	4.1	1.85	40
36	ZVS-49	2	51432	1365	0.28	35.6	128	0.27	281	4496	727	153	4	1.86	53
37	ZVS-50	3	213451	1175	0.33	8.7	46	0.26	38	12938	78	85	3.6	1.78	137
38	ZVS-52	34	21087	1165	0.2	19.1	22	0.25	39	191	34	165	3.9	1.81	44
39	ZVS-53	1	19940	1006	0.2	8.5	63	0.26	48	464	30	< 50	4.5	1.9	32



تصویر ۴-۱۴- پراکندگی یکنواخت پیریت در متن نمونه (تصویر در نور RI-PPL).



تصویر ۴-۱۵- پرشدگی و آغشتگی بخش باطله با مالاکیت (سبز) و اکسیدهای آهن (تصویر در نور RI-XPL).



تصویر ۴-۱۶- رگه سیلیس از نوع دوم با ابعاد تقریبی ۰/۵ در ۱۰ متر فاقد کانی سازی (دید به سمت شمال غرب)



تصویر ۴-۱۷- رگه سیلیسی به ضخامت کمتر از ۰/۵ متر در داخل شیست ها که در شرق محدوده شماره ۱ واقع شده اند (دید به سمت شمال)

علاوه بر رگه‌های سیلیسی به منظور بررسی دقیق‌تر منطقه، چندین نمونه از سنگ میزبان رگه‌ها به خصوص شیست‌ها گرفته شد (جدول ۴-۶)، که نتایج آنها نیز نشانگر میزان پایین عناصر مهم و اقتصادی می‌باشد و فقط در دو مورد میزان مس به کمی بیش از ۱۰۰ گرم در تن می‌رسد. هر چند با این اطلاعات نمی‌توان به درستی در مورد منشأ عناصر کانی‌ساز سخنی به میان آورد ولی با توجه همین اطلاعات کم شاید بتوان به نقش عواملی مانند محلول‌های هیدروترمال یا گسل‌ها را در منطقه بیشتر مورد مطالعه قرار داد.

جدول ۴-۶- نتایج آنالیز مربوط به سنگ میزبان رگه‌ها

Element	Au	Fe	K	Ag	As	Ba	Cu	Mn	Pb	S	Sn	W	Zn
DL	1	100	100	0.1	0.5	2	1	5	1	50	0.5	0.5	1
Unit	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ZVR-12	3	44274	23293	0.21	8.7	388	35	571	18	376	5	2.06	81
ZVR-20	1	51457	16053	0.22	14.9	266	106	880	17	139	7.2	1.89	175
ZVR-32	6	35518	25753	0.25	9.4	423	25	308	17	158	4.7	1.87	60
ZVR-43	1	23830	4236	0.32	12.2	113	107	1176	42	54	4.1	1.85	50
ZVS-23	6	40195	16265	0.2	16.3	294	87	695	16	< 50	4	1.79	65
ZVS-37	2	49027	22678	0.28	16.9	401	44	892	18	181	4.8	2.02	132

۴-۳- رابطه آنومالی‌ها با هاله‌های دگرسانی

در محدوده ورچه آلتراسیون شاخص و گسترده‌ای که بتوان به آن اشاره کرد دیده نمی‌شود و تنها آلتراسیون قابل ذکر در محدوده اکتشافی از نوع سیلیسی شدن هست که در منطقه دیده می‌شود. جهت تعیین و تفکیک زون‌های آلتراسیون در محدوده مورد مطالعه علاوه بر بررسی‌ها و مشاهدات صحرایی تعداد ۶ نمونه از بخش‌های مختلف محدوده مورد مطالعه (سنگ‌های دربرگیرنده، سنگ دیواره و بخش‌های آلتراه شده) برداشت شده و این نمونه‌ها جهت آنالیز به روش آزمایش دیفرکتومتری پرتو ایکس (X.R.D.) به آزمایشگاه زرازا ارسال گردید که پس از آنالیز نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند؛ بر طبق نتایج آنالیز کانی‌های زیر شناسایی شدند (جدول ۴-۷).

طبق نتایج کانی کوارتز تنها کانی مشاهده شده در فاز اصلی است و کانی‌های کلسیت، گوتیت، مسکویت و ایلیت در بیشتر نمونه‌ها در فاز فرعی دیده می‌شود. قابل ذکر است که مالاکیت در نمونه شماره ZVR-8 و در فاز فرعی مشاهده شده است.

جدول ۴-۷- نتایج آنالیز نمونه ها به روش XRD

Sample No.	Mineral		
	Major Phase(s)	Minor Phase(s)	Trace Phase(s)
ZVS-5	Qz	Cal, Go	-----
ZVS-18	Qz	Mus, Ill	-----
ZVR-3	Qz	-----	Mus, Ill
ZVR-5	Qz	Mus, Ill, Go	Alb
ZVR-8	Qz	Mus, Ill, Mal, Az, Ka	-----
ZVR-12	Qz	Mus, Ill, Cl, Alb, Rut	-----

Qz: Quartz. Cal: Calcite. Go: Goethite. Mus: Muscovite. Ill: Illite. Alb: Albite. Mal: Malachite. Az: Azurite. Ka: Kaolinite. Cl: Chlorite. Rut: Rutile.

فصل پنجم

معرفی مناطق امیدبخش، نتیجه‌گیری و
پیشنهادهات

سازمان زمین‌شناسی و

فصل پنجم - معرفی مناطق امیدبخش، نتیجه گیری و پیشنهادات

۱-۵- معرفی مناطق امیدبخش

انتخاب مناطق امیدبخش بر مبنای کلیه اطلاعات بدست آمده طی انجام پروژه ورچه و جمع بندی آنها صورت گرفته است، این مجموعه اطلاعات شامل:

الف: مجموعه اطلاعات ژئوشیمیایی که منجر به شناخت حوضه های آنومالی درجه اول و دوم عناصر شده است. از میان این آنومالی ها، توجه بیشتری به ناهنجاری های درجه اول عناصر Pb, Sb, Zn, Au, Cu, W و همپوشانی های آنها شده است.

ب: نتایج مطالعات کانی سنگین و بررسی انطباق یا عدم انطباق کانی های سنگین مهم مانند طلا، نقره، مس، سرب و روی با آنومالی های ژئوشیمیایی متناظر آنها.

ج: بررسی مشاهدات صحرایی منطقه از لحاظ وجود آلتراسیون و کانی سازی که کانی سازی های عنصری مانند مس (مالاکیت، آزوریت، کالکوپیریت) و برخی سولفیدها را به صورت رگه ای و همراه با رگه های سیلیسی - هماتیتی - لیمونیتی نشان می دهد.

د: نمونه های مینرالیزه برداشت شده از سطح منطقه که نتایج آنالیز آنها در جدول ۵-۱ آورده شده است. نتایج مطالعه نمونه های صیقلی برداشت شده از محل کانی سازی های موجود در رگه ها نشانگر وجود کانه هایی مانند کالکوپیریت، کوولیت، مالاکیت، آزوریت و پیریت می باشد. نتایج آنالیز عنصر Cu در برخی از نمونه ها قابل توجه بوده و در برخی نمونه ها به ۰.۵٪ نیز می رسد.

ه: وضعیت زمین شناسی از دیدگاه جنس، سن و ویژگی های تکتونیکی منطقه و ارتباط احتمالی آنها با کانی سازی.

بر اساس دانسته های فوق، از دو محدوده معرفی شده در مرحله اول، یک منطقه به عنوان منطقه امیدبخش برای ادامه عملیات اکتشافی انتخاب شده که در نقشه ۵-۱ آورده شده است؛ در ادامه نیز به شرح مشخصات این محدوده می پردازیم.

۱-۱-۵- محدوده امید بخش

این منطقه با وسعت ۲/۸۶ کیلومتر مربع در شمال شرق روستای کندر واقع شده است. انتخاب این محدوده بر اساس تلفیقی از داده های زمین شناسی، تکتونیک و ژئوشیمی (شامل نتایج نمونه های رسوب آبراهه ای، کانی سنگین و نمونه های مینرالیزه) صورت گرفته است. آنومالی های مهم در این محدوده شامل آنومالی های درجه I عناصر Au, Mo, Bi, Sn، فاکتور ۵ و آنومالی درجه II

عناصر Cu, Au, Mo, Pb, W, Bi، فاکتور ۱ و ۴ می‌باشند. از محدوده امیدبخش، ۸ نمونه کانی‌سنگین برداشت شده است که از مهمترین کانی‌های اقتصادی مشاهده شده می‌توان به مالاکیت، طلا (ZVH-36)، شیلیت، کاسیتريت و سرب طبیعی اشاره کرد. لیتولوژی غالب این محدوده بیشتر شیل، اسلیت و ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از آهک است که در برخی نقاط رگه‌هایی از سیلیس را نیز می‌توان در داخل آنها مشاهده کرد.

در مرحله کنترل آنومالی کانی‌سازی‌های خوبی از مس مانند مالاکیت، آزوریت و کالکوپریت همراه با رگه‌های بزرگ سیلیس-اکسید آهن مشاهده شد (با ابعاد ۵ متر در ۱۰۰ متر). از این مناطق نمونه‌های سنگی برای آنالیز شیمیایی برداشت گردید که نتایج نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده مقادیر بالایی از Cu را نشان داده‌اند. به طوریکه مقادیر بالایی از Cu در چندین نمونه مینرالیزه برداشت شده نشانگر ماکزیمم مقدار آن تا ۵,۵٪ نیز می‌باشد. میانگین عیار آن نیز در ۲۱ نمونه متعلق به این محدوده ۱۰۰۰ گرم در تن است که غالباً از رگه‌های سیلیسی موجود از این محدوده اخذ گردیده‌اند. بیشترین مقادیر طلا نیز بین ۱۰۰ میلی‌گرم در تن تا ۲۰۰ میلی‌گرم در تن تغییر می‌کند. آلتراسیون غالبی در محدوده دیده نمی‌شود و نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های XRD بیانگر وجود آلتراسیون سیلیسی در آن است. گسل‌ها در جهات مختلف مشاهده شده و عمدتاً تمامی واحدها را قطع می‌کنند.

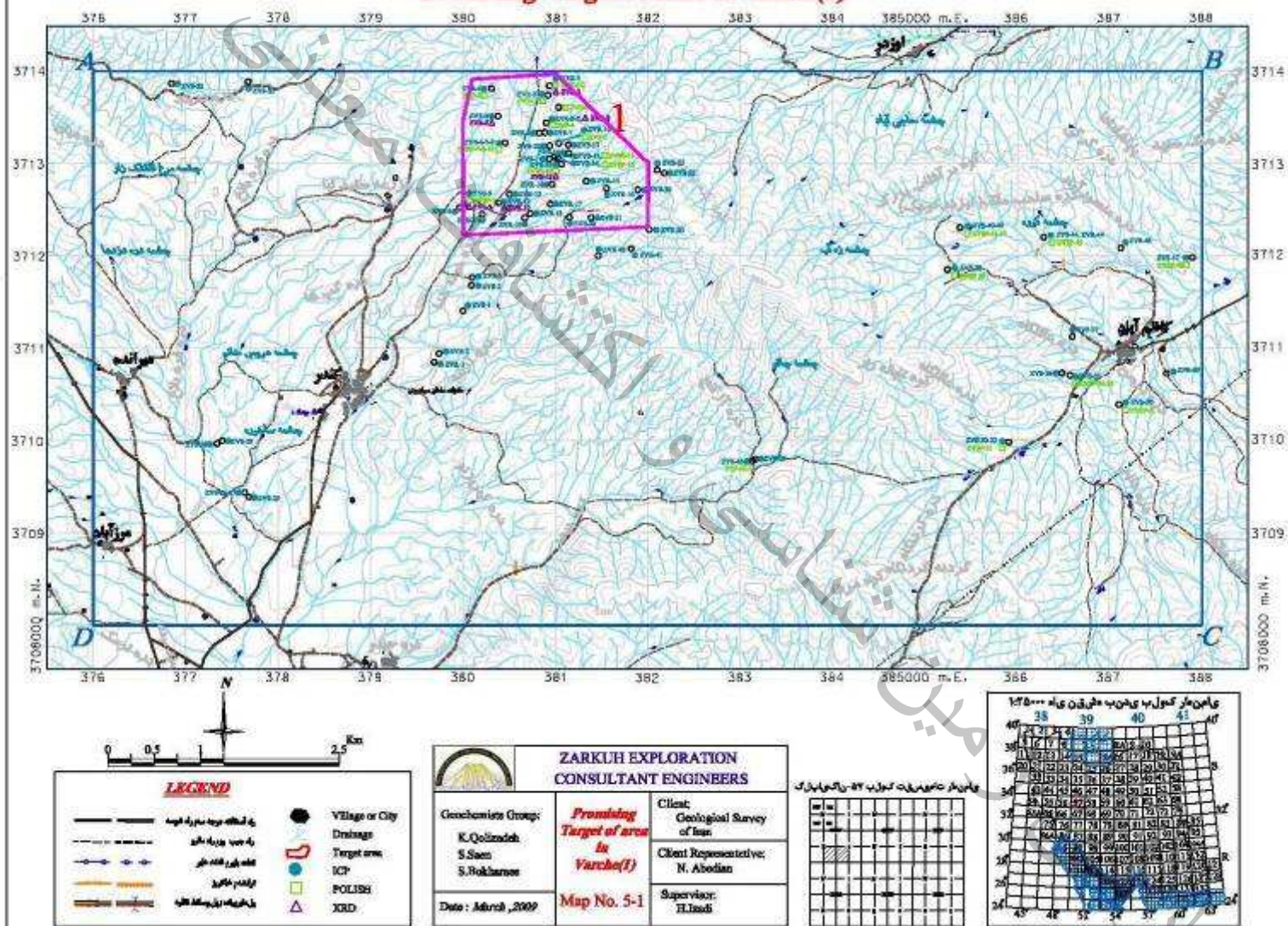


ZARKUH EXPLORATION

گزارش نهایی پروژه

«پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده اکتشافی ورجه ۱»

Promising Target of area in Varche(I)



نقشه ۵-۱- محدوده امید بخش

جدول ۵-۱- نتایج آنالیز نمونه ها از محدوده امیدبخش

ردیف	نوع نمونه	شماره نمونه	X	Y	Au	As	Cu	Pb	Ag	Sb	Zn
					ppb	ppm					
1	Geochemical Samples	ZVG-19	379998	3712185	4	22,2	96	36	--	1,19	106
2		ZVG-20	380255	3712308	2	15,4	72	26	--	1,41	90
3		ZVG-21	380764	3712613	3	15,7	65	24	--	0,94	93
4		ZVG-22	380206	3712674	2	18	56	24	--	0,67	99
5		ZVG-23	380125	3712391	5	20,1	60	25	--	0,71	93
6		ZVG-24	381030	3713056	6	16	97	25	--	0,71	89
7		ZVG-25	381350	3712883	2	18,3	114	21	--	0,69	87
8		ZVG-26	380740	3712833	1	14,5	81	41	--	0,86	93
9		ZVG-27	380741	3712840	17	16,9	251	21	--	1,67	93
10		ZVG-28	380790	3713656	6	26,6	305	22	--	0,75	91
11		ZVG-29	380821	3713821	9	40,6	333	18	--	0,65	78
12		ZVG-30	380679	3713084	11	21,1	96	26	--	0,77	94
13		ZVG-40	381449	3712237	2	20,8	57	29	--	1,44	106
14		ZVG-41	381553	3712601	0,75	19,4	81	24	--	1,1	87
15		ZVG-42	381358	3712560	1	17,6	81	29	--	0,95	93
16		ZVG-166	380263	3712448	0,75	13,9	96	22	--	1,33	83
17		ZVG-334	380046	3713030	1	22,1	60	27	--	0,79	102
18		ZVG-337	380005	3713625	4	16,3	54	22	--	0,71	86
1	Mineralization Samples	ZVR-3	380934	3713842	117	180,4	8631	18	0,26	--	56
2		ZVR-4	380314	3713811	188	80,7	18635	17	1,33	--	108
3		ZVR-5	380381	3713510	199	98,5	289	71	0,26	--	127
4		ZVR-6	380823	3713326	17	16,8	9770	157	0,24	--	56
5		ZVR-7	380879	3713332	5	16	151	228	0,23	--	22
6		ZVR-8	380902	3713435	54	12,7	55283	23	0,27	--	227
7		ZVR-9	380902	3713435	195	47,4	8049	22	0,29	--	65
8		ZVR-10	381033	3713219	123	16,7	11738	413	1,81	--	123
9		ZVR-11	380205	3712448	1	8,2	117	17	0,18	--	34
10		ZVR-12	380388	3712577	3	8,7	35	18	0,21	--	81
11		ZVR-13	380505	3712666	18	63,3	126	57	0,25	--	43
12		ZVR-14	380966	3712773	3	12,6	102	43	0,2	--	32
13		ZVR-15	381333	3712810	3	11,5	204	120	0,22	--	23
14		ZVR-16	381552	3712726	1	8,5	109	55	0,2	--	29
15		ZVR-17	380943	3712557	1	30,3	48	19	0,17	--	26
16		ZVR-18	380724	3712454	4	35,2	131	498	0,25	--	20
17		ZVR-19	380671	3712410	6	9,6	96	29	0,21	--	26
18		ZVR-30	381893	3712713	4	83,3	994	74	0,2	--	36
19		ZVR-31	380920	3713734	200	1865,3	4777	97	0,31	--	90
20		ZVR-32	380937	3713187	6	9,4	25	17	0,25	--	60
	Heavy mineral Samples				Gold (ثره)	Barite (ppm)	Pb,Zn,Cu Groups (ppm)				
1		ZVH-23	380125	3712391	--	--	--				
2		ZVH-26	380740	3712833	--	--	--				
3		ZVH-30	380679	3713084	--	0,09	Malachite (2,91)				
4		ZVH-166	380263	3712448	--	...	Malachite(0,08)				
	polish sample				کانی شناسی (زیر میکروسکوپ)				بافت		
1		ZVP-1	380934	3713842	آغشتگی ملاکیت در حفرات و اکسیدهای آهن به مقدار جزئی				پرکننده حفرات		
2		ZVP-2	380934	3713842	هماتیت و گوتیت				پرکننده حفرات و کلوفرمی		
3		ZVP-3	380314	3713811	کالکوپیریت، کولولیت، پیریت، ملاکیت، گوتیت و هماتیت				جاننشینی، پرکننده و کلوفرمی		
4		ZVP-4	380902	3713435	ملاکیت، گوتیت و هماتیت				جاننشینی و کلوفرمی		
5		ZVP-5	381033	3713219	ملاکیت، گوتیت و هماتیت				جاننشینی و کلوفرمی		
7		ZVP-7	380920	3713734	آغشتگی متن سیلیسی با ملاکیت و آزوریت				پرکننده حفرات و رگچه ها		
8		ZVP-8	381036	3713606	کالکوپیریت، کولولیت، پیریت، ملاکیت، گوتیت و هماتیت				جاننشینی، پرکننده و کلوفرمی		
9		ZVSP-5	380005	3712553	ملاکیت، گوتیت و هماتیت				جاننشینی و کلوفرمی		
10		ZVSP-8	380456	3713220	دانه های شکل دار پیریت اکسیده و ملاکیت				پرکننده حفرات و رگچه ها و جاننشینی		
11		ZVSP-10	380456	3713220	ملاکیت				پرکننده حفرات و رگچه ها		
12		ZVSP-13	380992	3713066	ملاکیت و پیریت های ریز شکل دار				پرکننده حفرات و رگچه ها و افشان		
13		ZVSP-15	381014	3713059	ملاکیت، گوتیت و هماتیت				جاننشینی و کلوفرمی		
14		ZVSP-19	381058	3712993	کالکوپیریت، کولولیت، ملاکیت، گوتیت و هماتیت				جاننشینی، پرکننده و کلوفرمی		

۵-۲- نتیجه گیری

محدوده اکتشافی ورچه (۱) در شمال شهرستان الیگودرز از توابع استان لرستان و در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورچه در مرز استان‌های مرکزی و لرستان واقع شده است. این محدوده براساس نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمی ناحیه‌ای ۱:۱۰۰,۰۰۰ ورچه، مورد ارزیابی و جهت ادامه اکتشافات در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ با وسعت ۶۰ کیلومترمربع از طرف سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انتخاب و معرفی گردیده است.

با توجه به کلیه نتایج حاصل از مطالعات صحرایی (برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی، چکشی، مقاطع صیقلی و XRD)، آزمایشگاهی و دفتری طی انجام پروژه نتایج زیر بدست آمد:

- برداشت ۳۴۳ نمونه ژئوشیمیایی رسوب آبراهه‌ای و ۷۷ نمونه کانی‌سنگین در مرحله اول و اخذ نتایج آنالیز آنها.

- فایل بندی داده‌های ژئوشیمیایی، جایگزینی داده‌های سنسورد و محاسبه خطای آنالیز که خطای Au و Sb بیش از حد مجاز بود.

- هیستوگرام، باکس پلات و جدول پارامترهای آماری برای تمام عناصر تهیه شد. با توجه به نتایج عناصری مانند باریم، بریلیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم دارای توزیع نرمال و داده‌های عناصری مانند طلا، آرسنیک، بیسموت، کادمیوم، کرم، مس، منگنز، مولیبدن، نیکل و سرب دارای توزیع نرمال نبوده و در مراحل بعدی نرمال شدند.

- با بررسی باکس پلات‌ها مشخص شد که کشیدگی انتهایی نمودارهای عناصری همچون آرسنیک، کبالت، کرم، مس، مولیبدن، گوگرد، آنتیموان، Sc, Y, Yb روی قابل توجه می‌باشند که این کشیدگی به سمت مقادیر مثبت است و نتایج آنها با هیستوگرام‌های عناصر مذکور نیز تا حدودی مطابقت نشان می‌دهد؛ و عناصر زیرکونیوم و چندین نمونه (۵ نمونه) از نیکل کشیدگی منفی نشان می‌دهند.

- بررسی ضرایب همبستگی نشانگر آن است که مس با اکثر عناصر کانساری مانند Ce, Te, Ti, Th, Te, Zn, Pb, همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد ولی طلا با اکثر عناصر پارائز همبستگی نشان نمی‌دهد.

- بررسی آماری چند متغیره با محاسبه آنالیز فاکتوری صورت گرفت که بر طبق نتایج آن ۹ گروه مشخص گردید. در بین آنها فاکتور اول بیشتر بیانگر تغییرات لیتولوژیک منطقه که ۳۴٪ واریانس کلی منطقه را به خود اختصاص داده است، عناصر Zr, Mg, Al متعلق به فاکتور دوم با پوشش واریانسی ۱۱/۷٪ بوده، فاکتور سوم شامل عناصر Yb, Y, Li، عناصر Pb, Zn, Cd در

گروه چهارم و Ni, Cr, Mo در گروه پنجم قرار می‌گیرند؛ در گروه ششم عناصر As, Na, P, Sc و گروه هفتم شامل عناصر S, W می‌باشد. گروه هشتم و نهم هر کدام دربرگیرنده یک عنصر می‌باشند که عنصر Sn در گروه هشت و Au هم در گروه نهم قرار گرفته است.

- بر اساس اطلاعات حاصله از نتایج نمونه‌های کانی‌سنگین، از میان ۷۷ نمونه اخذ شده، کانی‌هایی مانند همتایت، گوتیت، لیمونیت، پیریت‌اکسید و قطعات حاصل از سنگ‌های دگرگونه تقریباً در همه نمونه‌ها مشاهده شده‌اند. از کانی‌های مهم نیز می‌توان به عناصر طلا و نقره اشاره کرد؛ که طلا در ۲ نمونه به شماره‌های ZVG-36, 318 با مقادیر ۶ و ۴ ذره و نقره در نمونه ZVG-237 با مقدار 0.03ppm دیده می‌شوند.

- با توجه به نتایج حاصل از محاسبات آماری و مرزبندی دامنه تمرکز عناصر، تعداد ۱۲ نقشه تحت عنوان نقشه‌های آنومالی تهیه شده که هر یک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. دو محدوده آنومالی نتیجه بررسی نقشه‌های آنومالی بود که مهمترین آن، محدوده شماره یک در شمال روستای کندر و محدوده شماره دو آنومالی شرق روستای کندر بود که علاوه بر آنها چندین تک نمونه مهم که نتایج آنالیز آنها دارای مقادیر خوبی مانند طلا یا کانه‌های مهم فلزی بود مورد مطالعه قرار گرفتند.

- بررسی حوضه‌های بالادست نمونه‌های ژئوشیمیایی در مرحله کنترل آنومالی باعث کشف چندین رگه بزرگ سیلیسی همراه با کانی‌سازی مس گردید که طول آنها گاه‌ها به بیش از ۱۰۰ متر و ضخامت تا ۱۰ متر می‌رسد. به منظور بررسی و مطالعات توصیفی رگه‌ها، نمونه‌های مختلفی جهت آنالیز شیمیایی برداشت گردید. با توجه به نتایج آنالیز عناصر مس، نقره، طلا، سرب، آهن و به مقدار کمتر روی غنی‌شدگی دارند به نحوی که بیشترین مقدار مس در یکی از نمونه‌های اخذ شده از رگه‌ها به ۵/۵٪ (نمونه شماره ZVR-8 با مختصات ۳۷۱۳۴۳۵ و ۳۸۰۹۰۲) می‌رسد. همچنین کانه‌سازی خوبی از عنصر مس در رگه‌ها دیده می‌شد که شامل کانه‌های مختلفی مانند مالاکیت، آزوریت و کالکوپیریت می‌باشد.

- پس از مطالعات لازم در مرحله کنترل آنومالی و برداشت نمونه از مناطق مذکور، آنالیز و بررسی نتایج نمونه‌های مختلف مرحله کنترل آنومالی، در نهایت یک منطقه به عنوان منطقه امیدبخش، معرفی گردید، که انتخاب این مناطق با توجه به همپوشانی‌های قابل توجه ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی، کانی‌سنگین، نتایج نمونه‌های مینرالیزه، تکتونیک منطقه، آلتراسیون و لیتولوژی مناسب صورت گرفت.

محدوده مذکور از نقطه نظر ادامه اکتشاف از ارزش و توان بالایی برخوردار بوده و لزوم ادامه اکتشاف در فاز ۱:۵,۰۰۰ را تأیید می‌نماید که از مهمترین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بالا بودن عیار عناصری مانند مس، سرب و روی در نتایج نمونه‌های ژئوشیمیایی مرحله اول.
- وجود کانیهای مهم مانند طلا، نقره، گالن، سروزیت در نمونه‌های مطالعه شده کانی سنگین.
- تکتونیزه بودن منطقه و وجود گسلهای متعدد در منطقه مورد مطالعه.
- رگه‌های سیلیسی با ضخامت تا ۱۰ متر و طول بیش از ۱۰۰ متر که در سطح دارای کانی سازی کالکوپیریت، مالاکیت و آزوریت بوده‌اند.
- کنده کاریهای و تونلهای قدیمی در منطقه که احتمالاً به منظور برداشت کانیهای مس دار حفر شده‌اند.
- بالا بودن عیار عناصری مانند مس، نقره، طلا و سرب در نمونه‌های سنگی برداشت شده از مناطق کانی سازی شده.

۳-۵- پیشنهادات

با توجه به نتایج نهایی حاصل از اجرای پروژه ورچه یک، همچنین احتمال وجود ادامه کانی سازی در مناطق گسله و یا دیگر بخشهای منطقه به صورت پنهان، جهت ادامه اکتشاف براساس اولویت مناطق امیدبخش، شرح خدمات زیر برای عناصر مس، نقره، طلا، سرب و روی ارایه می-گردد:

- ۱- تهیه نقشه زمین شناسی- معدنی به مقیاس ۱:۵,۰۰۰ در محدوده ای به وسعت حدود ۵ کیلومتر مربع.
- ۱-۱- تفکیک واحدهای سنگی، سیستم گسله و زون آلتراسیون و ارتباط آنها با یکدیگر.
- ۲-۱- جانمایی کلیه رگه‌ها و رگچه‌های سیلیسی، دایک‌ها و زون های کانی ساز.
- ۳-۱- حفر ترانشه عمود بر روند عمومی رگه‌ها و زون‌های آلتره، برداشت مقاطع زمین شناسی و نمونه برداری از دیواره ترانشه‌ها و به تفکیک از زون های کانی ساز.
- ۲- اکتشافات ژئوشیمیایی تفصیلی خاک یا سنگ.
- ۱-۲- طراحی بهینه شبکه نمونه برداری خاک و یا سنگ.
- ۲-۲- برداشت نمونه از ایستگاه نمونه برداری.
- ۳-۲- تجزیه کلیه نمونه‌ها.
- ۴-۲- تهیه نقشه‌های آنومالی از ایستگاه نمونه برداری.
- ۵-۲- تلفیق اطلاعات اکتشافات ژئوشیمیایی با اطلاعات نقشه زمین شناسی و ترانشه به منظور تعیین نوع کانی سازی، محدوده های کانساری و محدوده‌های مناسب حفاری.
- ۶-۲- تهیه گزارش نهایی.

منابع :

۱. اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران - حسنی پاک (۱۳۷۰).
۲. زمین آمار، انتشارات دانشگاه تهران - حسنی پاک (۱۳۷۷).
۳. زمین شناسی ایران، دانشگاه پیام نور - خسرو تهرانی (۱۳۷۵).
۴. زمین شناسی ایران، انتشارات امیر کبیر - درویش زاده (۱۳۷۰).
۵. اکتشافات ژئوشیمیایی، کانیهای سنگین و بررسی نواحی ناهنجار در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰
ورچه - جلد دوم - علوی نائینی، مشکانی، اصفهانی پور (تیر ۱۳۷۹).
۶. نقشه ۱:۲۵۰,۰۰۰ گلیایگان.
۷. سایت اینترنتی پایگاه داده های علوم زمین.
۸. سایت اینترنتی مرکز آمار ایران
9. Hand book of exploration geochemistry volum 2- Govett. G.J.S (1983)
10. Introduction to geological data analysis, bleak well sciene- M. Sandiland P.M.C. Cabe (1996).
11. Thompson, M. and Howart, R.J., Duplicate analysis in geocjemical practice, Part 1: Theoretical approach and estimation of analytical Reproducibility, Analyst, V.101, and PP.690-698
12. Aeromagnetic Map of Iran [Golpayegan] 1:250.000: E.Yousefi and J.L.Friedberg.- [Tehran]: Ministry of Industry and Mines .Geological Survey of Iran1977.

پیوست

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور