



شرکت تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران

گزارش نهایی

" طرح اکتشاف عمومی ۱:۲۵،۰۰۰ فلزات عناصر سرب و
روی در منطقه پیکوه - اوشک طبس استان یزد "

کارفرما: شرکت تحقیقات و کاربرد مواد معدنی

ناظر: مهندس هادی نظام‌پور و مهندس رضا پورعبداللهی



مهندسین مشاور زرکوه اکتشاف

آذرماه ۱۳۸۷

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول- کلیات.....	۲
۱-۱- پیشگفتار.....	۲
۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی.....	۳
۳-۱- روش کار.....	۶
۱-۳-۱- مطالعات دفتری.....	۶
۲-۳-۱- عملیات صحرائی.....	۶
۳-۳-۱- آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها.....	۱۱
۴-۱- ارزیابی سوابق مطالعاتی و اکتشافی موجود.....	۱۲
۵-۱- پراکندگی کانسارهای سرب و روی در منطقه.....	۱۴
۱-۵-۱- دسته‌بندی کانسارهای سرب و روی در ایران.....	۱۴
۲-۵-۱- کانسارهای سرب و روی پیرامون فردوس و طبس.....	۱۴
۳-۵-۱- کانی‌زایی.....	۱۵
۴-۵-۱- کانسار پیکوه یا اوشک (اوشک ۱ و ۲).....	۱۵
فصل دوم- مطالعات زمین‌شناسی و ساختمان.....	۱۹
۱-۲- ساختمان عمومی.....	۱۹
۱-۱-۲- خرد قاره ایران مرکزی.....	۱۹
۲-۲- زمین‌شناسی عمومی.....	۲۱
۳-۲- شرح واحدهای سنگی.....	۲۲
۱-۳-۲- واحد DCs (سازند شیشتو مربوط به گروه ازبک‌کوه).....	۲۲
۲-۳-۲- واحد Pj (سازند جمال).....	۲۴
۳-۳-۲- واحد TRsr (سازند سرخ شیل).....	۲۵
۴-۳-۲- واحد TRsh (سازند شتری).....	۲۶
۵-۳-۲- واحد Js (سازند شمشک).....	۲۷
۶-۳-۲- واحد Qt ₁	۲۸
۷-۳-۲- واحد آذرین EO ^a	۲۸
۴-۲- آلتراسیون.....	۲۹
۵-۲- زمین‌شناسی ساختمانی و کانی‌سازی.....	۲۹

فصل سوم- اکتشافات ژئوشیمیایی	۳۲
۱-۳- پیشگفتار	۳۲
۲-۳- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی	۳۲
۳-۳- نمونه برداری	۳۲
۱-۳-۳- انتخاب محیط نمونه برداری	۳۲
۲-۳-۳- طراحی شبکه بهینه نمونه برداری	۳۳
۳-۳-۳- تعیین نقاط نمونه برداری و عملیات برداشت نمونه های ژئوشیمیایی	۳۴
۴-۳-۳- آماده سازی نمونه ها	۴۱
۵-۳-۳- آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی	۴۱
۶-۳-۳- کنترل صحت و دقت آنالیزها (QA/QC)	۴۵
فصل چهارم- پردازش و تجزیه و تحلیل داده ها	۵۰
۱-۴- پیشگفتار	۵۰
۲-۴- فایل بندی داده های خام	۵۰
۳-۴- روش آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی و حد حساسیت دستگاه ها	۵۰
۴-۴- مطالعات آماری تک متغیره	۵۲
۱-۴-۴- پیشگفتار	۵۲
۲-۴-۴- محاسبات آماری داده های خام	۵۲
۳-۴-۴- رسم هیستوگرام داده های خام	۵۵
۴-۴-۴- جدایش مقادیر خارج از رده	۵۷
۵-۴- نرمال سازی داده های خام و بررسی پارامترهای آماری داده های نرمال	۶۱
۶-۴- محاسبه و رسم ضرایب همبستگی عناصر	۶۴
۷-۴- شرح ماتریس ضرایب همبستگی	۶۷
۱-۷-۴- تجزیه و تحلیل فاکتوری	۶۸
فصل پنجم- انتشار عناصر	۷۶
۱-۵- تعیین آنومالی های ژئوشیمیایی	۷۶
۲-۵- ترسیم نقشه های آنومالی حاصل از روش حد آستانه ای به اضافه مقادیری از انحراف معیار	۷۷
۳-۵- انتشار عناصر در محدوده های اکتشافی	۷۸
۱-۳-۵- بررسی آنومالی های عناصر سرب و روی	۷۸

۷۹	۲-۳-۵- بررسی آنومالی های عنصر نقره.....
۷۹	۳-۳-۵- بررسی آنومالی های عنصر باریم.....
۸۰	۴-۳-۵- بررسی آنومالی های عنصر گوگرد.....
۸۱	۴-۵- شرح نقشه های چندعنصری.....
۸۱	۱-۴-۵- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور اول.....
۸۱	۲-۴-۵- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور دوم.....
۸۱	۳-۴-۵- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور پنجم.....
۸۳	فصل ششم- مطالعات کانی های سنگین.....
۸۳	۱-۶- پیشگفتار.....
۸۳	۲-۶- آماده سازی و مطالعه کانی های سنگین.....
۸۵	۳-۶- پردازش داده های کانی های سنگین.....
۸۸	فصل هفتم- معرفی مناطق امیدبخش.....
۸۸	۱-۷- پیشگفتار.....
۸۸	۲-۷- منطقه امیدبخش شماره A.....
۸۹	۳-۷- منطقه امیدبخش شماره B.....
۸۹	۴-۷- منطقه امیدبخش شماره C.....
۹۱	فصل هشتم- ارزیابی اکتشافی بر روی معادن متروکه.....
۹۱	۱-۸- پیشگفتار.....
۹۱	۲-۸- معادن قدیمی سه درخت.....
۹۲	۱-۲-۸- تونل شماره ۱ (Lower tunnel).....
۹۵	۲-۲-۸- تونل شماره ۲ (Upper tunnel).....
۹۸	۳-۲-۸- تونل شماره ۳.....
۱۰۰	۴-۲-۸- تونل شماره ۴.....
۱۰۱	۳-۸- معادن اوشک ۱.....
۱۰۳	۱-۳-۸- تونل پایینی.....
۱۰۴	۲-۳-۸- تونل بالایی.....
۱۰۶	۳-۳-۸- افق سنگ آهک پایینی.....
۱۰۸	۴-۳-۸- افق سنگ آهک بالایی.....
۱۰۹	۴-۸- معادن اوشک ۲.....

۱۱۲	..... ۵-۸- معادن کمر معدنک
۱۱۵	..... ۶-۸- ارزیابی تونل‌ها
۱۱۵	..... ۱-۶-۸- ارزیابی تونل‌های اوشک ۱
۱۱۷	..... ۲-۶-۸- ارزیابی تونل اوشک ۲
۱۱۷	..... ۳-۶-۸- ارزیابی معدن سه‌درخت
۱۱۸	..... ۴-۵-۸- ارزیابی تونل کمر معدنک
۱۱۸	..... ۷-۸- ارتباط کانی‌سازی‌ها با ساختار زمین‌شناسی و واحدهای سنگی
۱۲۰	..... فصل نهم- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۲۰	..... ۱-۹- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۱۲۳	..... ۲-۹- پیشنهادات
۱۲۶	..... منابع

پیوست‌ها:

- ۱- صورت تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی
- ۲- صورت تجزیه نمونه‌های کانی‌سنگین
- ۳- شرح مقاطع نازک و صیقلی واحدهای سنگی
- ۴- نمودارهای XRD
- ۵- مشخصات و صورت آنالیزهای نمونه‌های تونل
- ۶- نتایج تجزیه ICP نمونه‌های کانی‌سنگین
- ۷- گزارش QA آزمایشگاه آمدل
- ۸- جداول همبستگی عناصر
- ۹- مقاطع و مشخصات تونل‌ها
 - ۹-۱- تونل شماره ۱ معدن قدیمی سه‌درخت (در جلد گزارش)
 - ۹-۲- تونل شماره ۲ معدن قدیمی سه‌درخت (در جلد گزارش)
 - ۹-۳- تونل معدن اوشک ۱
 - ۹-۴- تونل معدن اوشک ۲ (در جلد گزارش)
 - ۹-۵- تونل کمر معدنک (در جلد گزارش)
- ۱۰- نقشه‌ها
 - ۱۰-۱- نقشه توپوگرافی منطقه پیکوه- اوشک در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ (در جلد گزارش)
 - ۱۰-۲- عکس ماهواره‌ای منطقه پیکوه- اوشک
 - ۱۰-۳- نقشه زمین‌شناسی منطقه پیکوه- اوشک در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ (در جلد گزارش)
 - ۱۰-۴- نقشه آنومالی چیروک در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ (در جلد گزارش)

- ۵-۱۰- نقشه طراحی برداشت نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین در دفتر
- ۶-۱۰- نقشه جانمایی نمونه‌ها بعد از برداشت در صحرا
- ۷-۱۰- نقشه آنومالی سرب در منطقه پیکوه- اوشک
- ۸-۱۰- نقشه آنومالی روی در منطقه پیکوه- اوشک
- ۹-۱۰- نقشه آنومالی نقره در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۰-۱۰- نقشه آنومالی باریم در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۱-۱۰- نقشه آنومالی گوگرد در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۲-۱۰- نقشه آنومالی فاکتور ۱ در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۳-۱۰- نقشه آنومالی فاکتور ۲ در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۴-۱۰- نقشه آنومالی فاکتور ۳ در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۵-۱۰- نقشه آنومالی فاکتور ۴ در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۶-۱۰- نقشه آنومالی فاکتور ۵ در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۷-۱۰- نقشه پراکندگی کانی‌های سنگین در منطقه پیکوه- اوشک
- ۱۸-۱۰- نقشه تلفیقی عناصر مهم در منطقه پیکوه- اوشک

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱- مختصات محدوده مورد بررسی.....	۳
جدول ۲- مختصات اصلاح شده رئوس محدوده مورد بررسی	۳
جدول ۲- موقعیت جغرافیایی مقاطع نازک	۹
جدول ۴ - شماره نمونه‌ها و مختصات محل برداشت آنها	۲۳
جدول ۵- کارت نمونه‌برداری استاندارد (نمونه‌های ژئوشیمی رسوب آبراه‌ای).....	۴۰
جدول ۶- مقادیر حد حساسیت و روش آنالیز آنها.....	۴۱
جدول ۷- جدول نمونه‌های تکراری	۴۷
جدول ۸- عناصر سنسورد شده و مقادیر جایگزین متغیرهای حذفی.....	۵۱
جدول ۹- مقادیر پارامترهای آماری داده‌های خام.....	۵۳
جدول ۱۰- مقادیر Outlier در نمونه‌های ژئوشیمیایی	۵۹
جدول ۱۱- مقادیر پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده.....	۶۲
جدول ۱۲ - نتایج آنالیز فاکتوری نمونه‌های رسوب آبراه‌ای.....	۷۱
جدول ۱۳ - مقادیر پارامترهای آماری کانی‌های سنگین	۸۶
جدول ۱۴ - نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل شماره ۱ در مرحله اول و دوم اکتشاف	۹۴
جدول ۱۵ - نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل شماره ۲ در مرحله اول اکتشاف.....	۹۷
جدول ۱۶- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل شماره ۲ در مرحله دوم اکتشاف.....	۹۷
جدول ۱۷ - نتایج آنالیز نمونه برداشت شده از تونل شماره ۳.....	۹۹
جدول ۱۸ - نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از تونل شماره ۴.....	۱۰۱
جدول ۱۹- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل پایینی اوشک ۱.....	۱۰۴
جدول ۲۰ - نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل بالایی اوشک ۱.....	۱۰۶
جدول ۲۱ - نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل بالایی اوشک ۱ در مرحله کنترل آنومالی‌ها.....	۱۰۶
جدول ۲۲ - نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از افق سنگ آهک پایینی.....	۱۰۷
جدول ۲۳- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از افق سنگ آهک بالایی.....	۱۰۹
جدول ۲۴ - نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از افق تونل اوشک ۲.....	۱۱۱
جدول ۲۵ - نتایج نمونه‌های برداشت شده از تونل ۱.....	۱۱۴
جدول ۲۶ - نتایج نمونه‌های برداشت شده از تونل ۲.....	۱۱۴
جدول ۲۷ - نسبت ضرایب عناصر در معدن سه‌درخت	۱۱۷

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن	۵
شکل ۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه پهنه‌بندی ایران	۲۰
شکل ۳- نمودار کنترلی خطای آنالیز	۴۸
شکل ۴- هیستوگرام‌های توزیع فراوانی عناصر	۵۶
شکل ۵- باکس پلات جوامع عناصر سرب، روی، نقره و سولفور	۵۸
شکل ۶- هیستوگرام داده‌های نرمال شده عناصر سرب و روی	۶۲

فهرست تصاویر

صفحه	عنوان
۲۳	تصویر ۱ - نمایی از سازند شیشتو در محدوده مورد مطالعه (لایه‌های سنگ آهک، دولومیت و شیل).....
۲۵	تصویر ۲ - نمایی از سازندهای جمال در زیر و سرخ شیل در بالای آن.....
۲۷	تصویر ۳ - نمایی از دولومیت سازند شتری در محدوده مورد مطالعه.....
۲۸	تصویر ۴ - نمایی از سازند شمشک در محدوده مورد مطالعه با کتاکت گسله در زیر واحد جمال.....
	تصویر ۵ - نمایی از نقاط نمونه‌برداری و چاله‌های حفر شده؛ در عکس بالا تعداد نقاط حفر شده در یک آبراه عریض نشان داده شده است. عکس پایین سمت راست چاله حفر شده و عکس پایین سمت چپ شماره نمونه نوشته شده بر روی تخته سنگ را نشان می‌دهد.....
۳۸	تصویر ۷ - نمایی از داخل تونل استخراجی شماره ۱ در محل معادن سه درخت؛ محل نمونه‌های برداشت شده به همراه مقادیر سرب و روی آنها در شکل دیده می‌شوند.....
۹۴	تصویر ۸ - نمایی از تونل قدیمی در محل معادن سه درخت که در افق بالایی ماده معدنی حفر شده است.....
۹۶	تصویر ۹ - نمایی از داخل تونل شماره ۲ در محل معادن سه درخت و موقعیت نمونه‌های برداشت شده.....
۹۸	تصویر ۱۰ - نمایی از کانی‌سازی گالن در تونل شماره ۳.....
۹۹	تصویر ۱۱ - نمایی از مقطع صیقلی نمونه ۱۸-۱۱-۱۸۶ در زیر میکروسکوپ.....
۱۰۰	تصویر ۱۲ - نمایی از موقعیت تونل‌های پایینی و بالایی اوشک ۱.....
۱۰۲	تصویر ۱۳ - دورنمایی از موقعیت تونل‌های اوشک ۱ و افق‌های سنگ‌آهک نمونه‌برداری شده.....
۱۰۲	تصویر ۱۴ - نمایی از دهانه تونل پایینی در محل معادن اوشک ۱.....
۱۰۳	تصویر ۱۵ - نمایی از داخل تونل پایینی اوشک و محل نمونه‌های برداشت شده.....
۱۰۴	تصویر ۱۶ - نمایی از دهانه تونل بالایی در محل معدن اوشک ۱ و موقعیت نمونه‌های برداشت شده.....
۱۰۵	تصویر ۱۷ - نمایی از افق سنگ‌آهک پایینی و نمونه‌های برداشت شده.....
۱۰۷	تصویر ۱۸ - نمایی از افق بالایی نمونه‌برداری از سنگ آهک و دولومیت.....
۱۰۸	تصویر ۱۹ - نمایی از دهانه تونل اصلی اوشک ۲.....
۱۱۰	تصویر ۲۰ - نمایی از دپوی ماده معدنی حاوی کانی‌های روی و سرب در محل معدن اوشک ۲.....
۱۱۲	تصویر ۲۱ - نمایی از دهانه تونل معدن قدیمی کمر معدنک.....
۱۱۳	تصویر ۲۲ - نمایی از نمونه‌برداری به صورت کانالی از دیواره تونل.....

تقدیر و تشکر

در راستای انجام طرح "اکتشاف عمومی ۱:۲۵۰۰۰ فلزات عناصر سرب و روی در منطقه پی کوه اوشک طبس استان یزد" افراد مختلفی همکاری داشته‌اند، که بر خود لازم می‌دانیم از تمامی این عزیزان تشکر و قدردانی نماییم:

- جناب آقای مهندس هدایتی مدیریت مؤسسه تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران.

- جناب آقای مهندس اقبالی مدیر بخش اکتشافات مؤسسه تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران.

- آقایان مهندس نظام‌پور، مهندس مقدوری و مهندس پورعبداللهی ناظرین محترم پروژه که در تمامی مراحل عملیات صحرایی و دفتری راهنمایی‌های ارزشمندی در زمینه پیشبرد پروژه و رفع مشکلات آن ارائه نمودند.

- از خانم مهندس علوی و خانم مهندس رفیعی که در پیگیری امور مربوط به پروژه ما را یاری نمودند.

- از افراد زیر که این پروژه را یاری نموده و در مراحل مختلف از انجام مراحل صحرایی تا تهیه گزارش نهایی همکاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

ملاحظات	نام	فاز اکتشافی
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	سلیمان کوثری (مدیر و مشاور علمی پروژه)	نمونه برداری
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	احمد رضایی (مسئول پروژه)	
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	کاظم قلی زاده	
کارشناس ارشد مهندسی اکتشاف معدن	سینا صائن	
کارشناس زمین‌شناسی	احمد سامع	
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	احمد رضایی	پردازش داده‌ها و تهیه نقشه‌ها و گزارش
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	کاظم قلی زاده (بخش ژئوشیمی)	
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	سمیه بخارایی (بخش ژئوشیمی)	
آزمایشگاه زرآزما	آنالیز شیمیایی	آنالیز
آزمایشگاه زرآزما	کانی سنگین	
کارشناس ارشد زمین‌شناسی	سمیه بخارایی	ویرایش و نهایی کردن گزارش
کارشناس صنایع	کیهان کوثری	کنترل پروژه

مهندسين مشاور زرکوه اکتشاف امید دارد که با اجرای این پروژه توانسته باشد قدمی در راه

شناسایی پتانسیل‌های معدنی کشور عزیزمان برداشته باشد.

چکیده

محدوده اکتشافی اوشک یکی از مناطق پتانسیل‌دار در ۷۵ کیلومتری جنوب‌شرق طبس بوده که در امتداد زون معدنی سرب و روی کوه جمال قرار دارد. این پروژه، در راستای اجرای پروژه "اکتشاف عمومی ۱:۲۵۰۰۰ فلزات عناصر سرب و روی در منطقه پیکوه- اوشک طبس در استان یزد" موضوع قرارداد شماره ۵۱۲ مورخه ۱۳۸۵/۲/۳۰ می‌باشد. با توجه به نقشه زمین‌شناسی- آلتراسیون تهیه شده از منطقه و مطالعات ژئوشیمیایی انجام شده نتایج به دست آمده به شرح زیر خلاصه می‌گردد:

- واحدهای سنگی موجود در این محدوده شامل رخساره‌های رسوبی گروه طبس (سازند شتری و سازند شمشک) است که اغلب شامل آهک، آهک دولومیتی، دولومیت و شیل هستند.

- محاسبات آماری، ترسیم هیستوگرام‌ها و باکس پلات‌ها نشان از احتمال غنی‌شدگی در عناصر سرب، روی و باریت می‌باشد.

- مطالعات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای انجام شده منتهی به معرفی چهار زون آنومالی گردیده که اغلب این آنومالی‌ها واقع در محدوده‌های پایین‌دست کانسارهای اوشک و سه‌درخت است. به عبارت دیگر آنومالی‌های معرفی شده حاشیه و هاله کانسارهای مذکور بوده و فاقد ارزش اکتشافی هستند. عیار بقیه زون‌های آنومالی در حدزمینه لیتولوژی غالب منطقه مانند سازند شتری و سازند شمشک می‌باشد و در اولویت ادامه اکتشاف قرار ندارند.

- اغلب کانی‌سازی‌ها از نوع سرب و روی بوده که در آهک‌های ریفی و دولومیت‌های سازند جمال به ویژه در امتداد گسل‌های محدوده که از روند عمومی شمال‌غرب- جنوب‌شرق پیروی می‌نمایند، تشکیل شده‌اند.

- در محدوده کانسارهای اوشک ۱ و ۲ تعدادی تونل استخراجی وجود دارد که آثاری از کانی‌سازی در امتداد شکستگی‌های دیواره تونل‌ها مشاهده می‌گردد. عیار برخی از نمونه‌های اخذ شده در حد اقتصادی است ولی عیار نمونه‌های مربوط به تونل شماره ۲ اوشک قابل توجه نمی‌باشد.

- در تونل‌های چهارگانه معدن سه‌درخت نیز عیار سرب و روی اغلب در حد عیار اقتصادی است.

- در یک جمع‌بندی کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که زون‌های پتانسیل‌دار و احتمالاً کانی‌ساز اقتصادی منحصراً در کانسار اوشک ۱ و تونل‌های دو و سه کانسار سه‌درخت بوده و بقیه محدوده فاقد پتانسیل کانی‌سازی می‌باشد.

فصل اول

کلیات

فصل اول - کلیات

۱-۱- پیشگفتار

گزارش حاضر، شرح فعالیت‌های شرکت مهندسين مشاور زرکوه اکتشاف طی عملیات صحرائی در راستای اجرای پروژه "اکتشاف عمومی ۱:۲۵۰۰۰ فلزات عناصر سرب و روی در منطقه پیکوه- اوشک طبس در استان یزد" موضوع قرارداد شماره ۵۱۲ مورخه ۱۳۸۵/۲/۳۰ می‌باشد.

محدوده اکتشافی اوشک یکی از مناطق پتانسیل‌دار در ۷۵ کیلومتری جنوب‌شرق طبس بوده که در امتداد زون معدنی سرب و روی کوه جمال قرار دارد. راه‌های دسترسی به آن از طریق جاده آسفالته طبس- دیهوک امکان‌پذیر است (شکل شماره ۱). بر اساس شرح خدمات مصوب، پروژه مذکور دارای چهار مرحله اکتشافی شامل تهیه نقشه زمین‌شناسی، اکتشافات ژئوشیمیایی، اکتشافات چکشی و ارزیابی تونل‌های معدنی است.

با توجه به حضور معادن متعدد سرب و روی اوشک ۱ و ۲، سه‌درخت و غیره توجه ویژه‌ای به کنترل صحرائی آنومالی‌ها و ارزیابی معادن متروکه فوق‌الذکر گردیده است. عملیات اکتشافی در دو مرحله صحرائی، جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی و اکتشافات ژئوشیمیایی و در مرحله دوم کنترل آنومالی‌ها و همچنین اکتشاف در امتداد تونل‌ها انجام شده است.

این گزارش مشتمل بر نه فصل است؛ کلیات در فصل اول، در فصل دوم مطالعات زمین‌شناسی، اکتشافات ژئوشیمیایی در فصل سوم، در فصل چهارم نیز پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها مشاهده می‌شود. مبحث انتشار عناصر در فصل پنجم آورده شده است. مطالعات کانی‌سنگین در فصل ششم، معرفی مناطق امیدبخش در فصل هفتم، ارزیابی اکتشافی بر روی معادن متروکه در فصل هشتم بحث شده‌اند. در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات در فصل نهم و نقشه‌ها، نمودارها و جداول در پیوست ارائه شده است.

در فصل ارزیابی تونل‌ها سعی گردیده که با استفاده از برخی روش‌های مدل‌سازی ژئوشیمیایی به برخی مسایل کانی‌سازی جواب داده شود و احتمال کانی‌سازی در عمق نیز مورد بررسی قرار گیرد.

۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

محدوده مورد مطالعه در فاصله تقریبی ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی طبس و ۳۰ کیلومتری جنوب دیهوک واقع است. براساس اطلاعات موجود (پیوست شماره ۱ قرارداد)، محدوده طرح به صورت هفت ضلعی abcdefg به مساحت تقریبی ۵۰ کیلومتر مربع می‌باشد (جدول شماره ۱). مختصات رئوس هفت ضلعی محدوده، مطابق پیوست قرارداد عبارتست از:

جدول ۱- مختصات محدوده مورد بررسی

ID	XX	YY	ID	XX	YY
a	۵۳۸۷۹۶/۳۴	۳۶۵۸۷۱۴/۵۸	e	۵۴۴۷۱۵/۵۱	۳۶۵۲۱۸۷/۳۷
b	۵۴۳۶۳۹/۴۲	۳۶۶۰۴۶۵/۳۷	f	۵۴۶۳۳۱/۷۲	۳۶۴۶۱۱۱/۳۲
c	۵۴۶۱۱۷/۶۳	۳۶۵۴۱۲۱/۶۱	g	۵۴۴۸۵۷/۴۷	۳۶۴۵۴۵۳/۶۹
d	۵۴۴۳۷۵/۳۳	۳۶۵۳۲۶۲/۳۲			

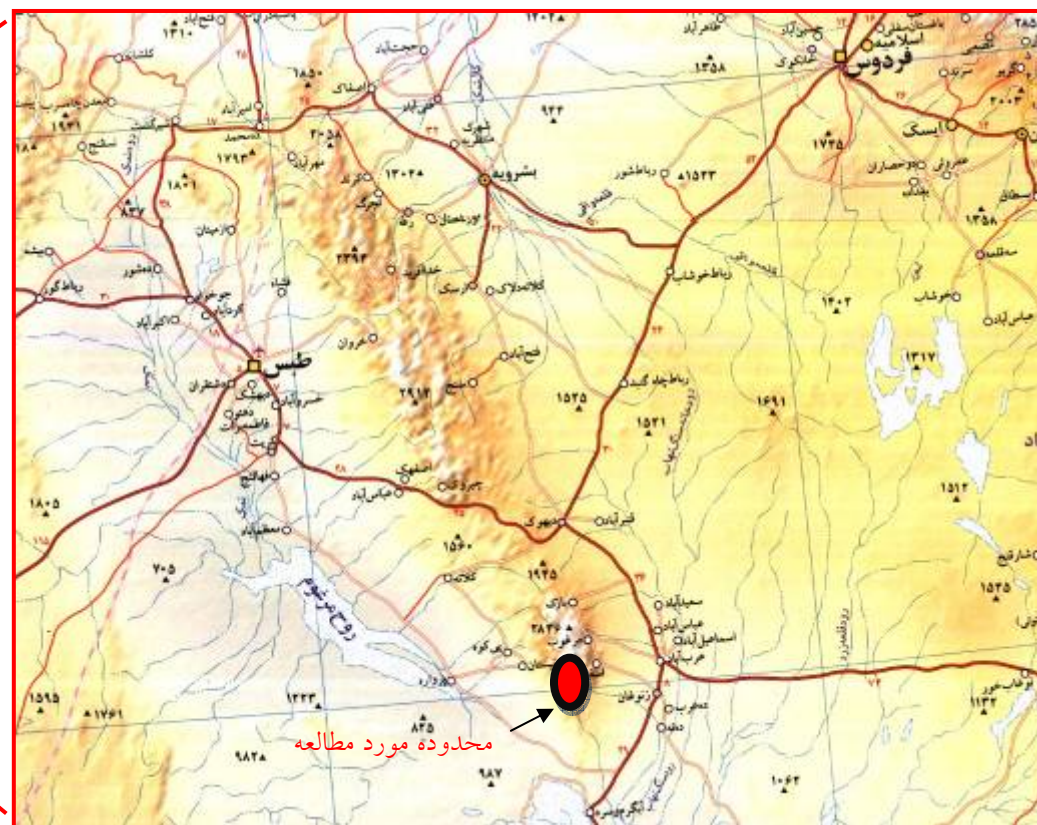
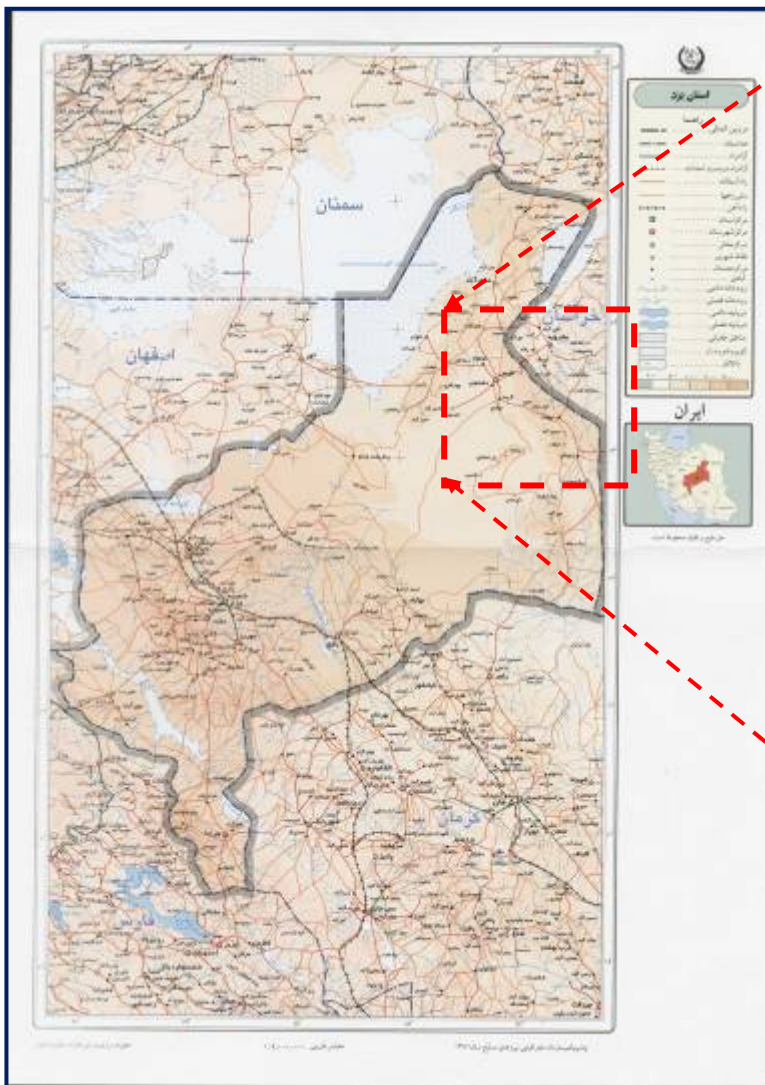
با توجه به حضور محدوده معدنی اوشک در حاشیه جنوب غربی محدوده اکتشاف (خارج از محدوده) و اهمیت ویژه‌ای که از نظر پتانسیل در این محدوده وجود داشت، در خلال بازدید صحرائی و با توجه به ارزیابی‌های کارشناسی صورت گرفته قرار شد که محدوده مذکور به محدوده اکتشافی مصوب (پیوست شماره یک قرارداد)، اضافه گردیده و تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی و زمین‌شناسی- معدنی قرارگیرد، لذا عملاً مساحت محدوده اکتشافی از ۵۰ کیلومتر مربع به ۶۵ کیلومتر مربع افزایش یافت (جدول شماره ۲). مشخصات نهایی محدوده اکتشافی به شرح زیر اصلاح گردید.

جدول ۲- مختصات اصلاح شده رئوس محدوده مورد بررسی

ID	XX	YY	ID	XX	YY
a	۵۳۸۷۹۶/۳۴	۳۶۵۸۷۱۴/۵۸	e	۵۴۶۴۸۱	۳۶۴۵۴۵۸
b	۵۴۳۶۳۹/۴۲	۳۶۶۰۴۶۵/۳۷	f	۵۴۲۳۷۰	۳۶۴۵۴۷۵
c	۵۴۶۱۱۷/۶۳	۳۶۵۴۱۲۱/۶۱	g	۵۴۰۴۲۴	۳۶۵۵۱۵۱
d	۵۴۴۳۷۵/۳۳	۳۶۵۳۲۶۲/۳۲			

دسترسی به محدوده مورد مطالعه و کنسارهای این منطقه، از طریق جاده آسفالته طبس- دیهوک انجام می‌شود. از کیلومتر ۶۰ این جاده و از ۱۵ کیلومتر مانده به دیهوک، راه آسفالته‌ای از سمت جنوب جاده (سمت چپ) منشعب و پس از ۱۵ کیلومتر به آبادی پیکوه می‌رسد. ۱۰ کیلومتر ابتدایی این راه، آسفالت و ۵ کیلومتر انتهایی آن، راه خاکی زیرسازی شده می‌باشد. از پیکوه تا آبادی نیستان نیز راه خاکی مناسب به طول ۴ کیلومتر می‌باشد. آبادی نیستان در گوشه شمال‌غربی محدوده واقع است. جهت دسترسی به رخنمون‌های محدوده بایستی از راه خاکی نامناسب که از نیستان تا کوه اوشک در جنوب محدوده ادامه دارد، استفاده نمود که این راه به دلیل باران‌های فصلی از بین‌رفته و احتیاج به مرمت دارد. شکل شماره ۱ موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن را نشان می‌دهد.

از نظر توپوگرافی، محدوده اکتشافی واقع در ارتفاعات شرقی پیکوه- اوشک کوهستانی مرتفع بوده و به ویژه در حاشیه کوه اسفندیاری صعب‌العبور است. از نظر شرایط آب و هوایی، منطقه دارای آب و هوای کاملاً کویری و خشک است و فعالیت‌های کشاورزی منحصر به مناطقی است که از آب قنات استفاده می‌کنند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه و راههای دسترسی به آن

۳-۱- روش کار

فعالیت‌های انجام گرفته بر روی محدوده سرب و روی اوشک شامل مطالعات دفتری قبل از عملیات صحرایی، عملیات صحرایی و مطالعات دفتری و تدوین گزارش به شرح زیر می‌باشد.

۱-۳-۱- مطالعات دفتری

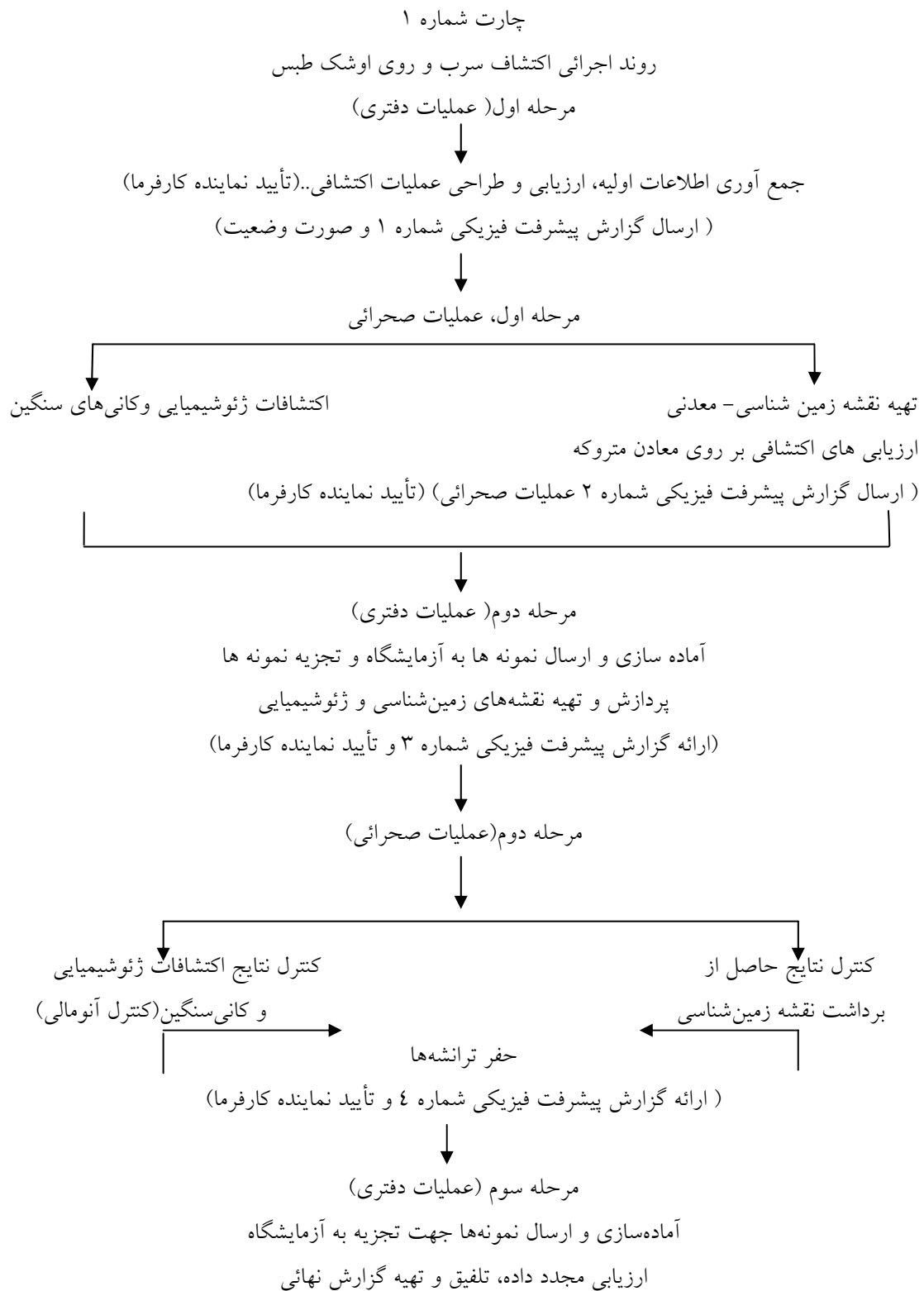
- پیش از عملیات صحرایی، مطالعات دفتری و فعالیت‌های زیر صورت گرفت:
- گردآوری و خرید نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه شامل فایل رقومی ۲ نقشه به شماره‌های 7455 I NE و 7456 II SE و پلات نقشه‌های مذکور (پیوست ۱۰-۱).
 - گردآوری نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه، تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
 - سفارش و خرید عکس‌های هوایی محدوده اکتشافی در مقیاس ۱:۴۰,۰۰۰ و بزرگ کردن آنها به مقیاس دو برابر.
 - طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمی بر روی نقشه‌های توپوگرافی به تعداد ۱۹۲ نمونه ژئوشیمی و ۴۸ نمونه کانی‌سنگین.
 - استخراج موقعیت نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین (مختصات دفتری) و انتقال آنها به دستگاه GPS.
 - طراحی و تهیه کارت‌های نمونه‌برداری ژئوشیمی و کانی‌سنگین.
- در نمودار شماره ۱، روند اجرایی اکتشاف سرب و روی اوشک طبس آورده شده است.

۲-۳-۱- عملیات صحرایی

عملیات صحرایی انجام گرفته بر روی محدوده اکتشافی شامل تهیه نقشه زمین‌شناسی، عملیات برداشت نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین و مطالعه و برداشت تونل‌های کارهای قدیمی است.

۱-۲-۳-۱- تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ و شرح واحدهای سنگی منطقه

نقشه زمین‌شناسی و کانی‌سازی این محدوده در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰، در وسعتی حدود ۶۲ کیلومتر مربع با استفاده از عکس‌های هوایی منطقه تهیه گردید. عکس‌های هوایی کار شده جهت



این مقیاس، حاصل بزرگ‌نمایی دو برابر عکس‌های ۱:۴۰,۰۰۰ منطقه می‌باشد. عکس‌های هوایی ۱:۴۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه در بلوک‌های ۶۲ (بشرویه) و ۷۲ (نابندان) سازمان نقشه‌برداری قرار گرفته‌اند. به منظور اصلاح خطای عکس‌های هوایی در حاشیه و مرکز آن، از نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ به عنوان نقشه مبنا استفاده شد. شماره نقشه‌های مزبور به شرح زیر است: 7455 I NE و 7456 II SE.

با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی مذکور محدوده اکتشاف پس از اسکن، به صورت یک نقشه واحد توپوگرافی تهیه گردیده که به عنوان نقشه پایه زمین‌شناسی و ژئوشیمیایی مورد استفاده قرار گرفته است (پیوست شماره ۱۰-۱).

عکس‌های ماهواره‌ای مربوط به این منطقه جمع‌آوری و موقعیت محدوده اکتشافی بر روی آن پیاده شده است (پیوست شماره ۱۰-۲). در نامگذاری واحدهای تفکیک شده بر روی عکس‌ها، از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ منطقه کمک گرفته شده است. بر اساس روند واحدهای زمین‌شناسی موجود در منطقه، مسیرهای پیمایش زمینی جهت تهیه نقشه و پیاده کردن عوارض ساختمانی بر روی آن آورده شده‌اند.

حین تهیه نقشه زمین‌شناسی (پیوست شماره ۱۰-۳)، تعداد ۱۹ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک و شناسایی واحدهای سنگی برداشت شد. لیست نمونه‌های برداشت شده به همراه مختصات آنها به شرح جدول ۳ و شرح مقاطع مطالعه شده در پیوست شماره ۳ گزارش ارائه شده است.

جهت تهیه نقشه زمین‌شناسی، چندین تراورس در جهت عمود بر روند لایه‌ها و سازندهای محدوده، از غرب به شرق صورت گرفته است. در خلال پیمایش صحرایی ضمن برداشت نمونه از واحدهای مختلف سنگی، کلیه پدیده‌های زمین‌شناسی که قبلاً فتوزئولوژی شده‌اند مورد مطالعه و ثبت قرار گرفته‌اند. در نقشه پیوست شماره ۱۰-۳ موقعیت کلیه نمونه‌های مربوط به مطالعات زمین‌شناسی همراه پروفیل‌های برداشت ارائه شده است.

۱-۳-۲- برداشت نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین

نمونه‌برداری ژئوشیمی و کانی‌سنگین در محدوده اکتشافی پیکوه-اوشک، توسط اکیپ کارشناسی با تجربه و با نظارت مستمر در طول عملیات صحرایی انجام پذیرفت.

در پیوست شماره ۲ قرارداد فیما بین (شرح خدمات)، طراحی و اجرای شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمی آبراه‌ای با برداشت تعداد ۲۵۰ نمونه رسوب آبراه‌ای و تعداد ۵۰ نمونه کانی‌سنگین

پیش‌بینی شده بود. طی طرحی که در گزارش مقدماتی آورده و تحویل کارفرما گردید، تعداد ۱۹۲ نمونه ژئوشیمی آبراهه‌ای و تعداد ۴۸ نمونه کانی‌سنگین طراحی شد.

جدول ۳- موقعیت جغرافیایی مقاطع نازک

شماره مقطع نازک	نام سازند	XXX	YYY
86-PI-1-T	سازند شتری	541839	3658262
86-PI-2-T	دولومیت شتری	542321	3657943
86-PI-3-T	سازند شتری	541518	3657918
86-PI-4-T	سازند شتری	542565	3657394
86-PI-23-T	دولومیت شتری	542654	3655670
86-PI-24-T	سازند شتری	اوشک ۱	تونل پایینی
86-PI-7-T	سنگ آهک جمال	544536	3648304
86-PI-22-T	سنگ آهک جمال	542748	3655299
86-PI-56-T	سازند شیشو	544026	3698719
86-PI-57-T	سازند شیشو	543840	3649516
86-PI-58-T	سازند شیشو	543522	3649725
86-PI-59-T	سازند شیشو	543656	3649666
86-PI-60-T	سازند شیشو	544192	3648356
86-PI-61-T	سازند شیشو	544242	3648307
86-PI-64-T	سازند شیشو	543354	3651309
86-PI-62-T	دایک دیابازی	542158	3659058
86-PI-65-T	سرخ شیل	542486	3655279
86-PI-70-T	سنگ آذرین	542885	3645710
86-PI-250-T	سنگ آذرین	542763	3659836

با توجه به سیستم توپوگرافی و حضور توپوگرافی صخره‌ای که امکان دستیابی به سرشاخه‌ها را غیرممکن ساخته است و همچنین عدم تغییرات لیتولوژی شدید ضمن تغییر موقعیت برخی از نمونه‌ها از تعداد نمونه‌های ژئوشیمیایی کسر و به تعداد نمونه‌های کانی‌سنگین افزوده شده است. با توجه به تغییرات به عمل آمده که مورد تأیید ناظر نیز بوده، تعداد ۱۷۴ نمونه ژئوشیمی و ۶۲ نمونه کانی‌سنگین در محدوده اکتشافی برداشت شد.

موقعیت نمونه‌های طراحی شده در دفتر و قبل از عملیات صحرائی در نقشه پیوست شماره ۱۰-۵، همچنین موقعیت نمونه‌های برداشت شده در صحرا، بر روی نقشه پیوست شماره ۱۰-۶ در پیوست گزارش آورده شده است.

روش کار نمونه‌برداری به شرح ذیل بوده است:

- کارشناس مجهز به GPS، نقشه‌های توپوگرافی و سایر ابزارهای مورد نیاز از قبیل سرندهای استاندارد بوده و در یافتن محل دقیق نمونه از نقشه‌های توپوگرافی و GPS کمک گرفته است.

- کارشناس نمونه‌بردار، همزمان با نمونه‌برداری اقدام به تکمیل کارت‌های نمونه‌برداری استاندارد نموده است. در مناطق مورد نظر جهت نمونه‌برداری، با توجه به عرض بستر آبراهه یا رودخانه در یک یا چندین محل، گودال‌هایی با عمق حدود ۳۰ سانتی‌متر حفر شده است. در کلیه نقاط نمونه‌برداری به استثنای پهنه‌های نمکی و رسی جهت بازیابی مجدد محل، با رنگ شماره نمونه روی دیواره‌های سنگی، درختان و غیره ثبت شده است.

- کارشناس زمین‌شناس نمونه‌بردار، موظف به بررسی وضعیت محل نمونه‌برداری، نوع رسوب آبراهه، سنگ‌های رخنمون یافته و یا نبرجا، آثار کانی‌سازی و آلتراسیون احتمالی چه به صورت برجا و یا شناور در رسوبات بوده و کلیه اطلاعات حاصله را در محل، در کارت‌های نمونه‌برداری درج نموده‌اند.

- در صورت لزوم و با ذکر مستندات، کارشناس اختیار حذف یا افزایش نمونه‌ها را داشته‌اند.

- موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری با استفاده از GPS برداشت و در کارت‌های نمونه‌برداری ثبت شده است (سیستم UTM-WGS84).

- پس از کنترل لیست‌ها با نمونه‌های موجود، نمونه‌ها در کیسه‌های جداگانه قرار گرفته و نقشه پیشرفت کار تکمیل شده است.

- کد نمونه‌برداری انتخاب شده برای کلیه نمونه‌های ژئوشیمی با حروف 86PI-X-G است که حرف X شماره نمونه بوده و برای نمونه‌های کانی‌سنگین با کد 86PI شروع شده و سپس شماره نمونه مشخص گردیده و پسوند H در انتها آورده شده است.

- لیست نمونه‌های ژئوشیمیایی برداشت شده به تعداد ۱۷۴ نمونه در پیوست آورده شده است. نمونه‌هایی که خشک بوده و قابل الک کردن بوده‌اند به وزن ۲۵۰ گرم زیر الک ۶۰ مش (۶۰-) گرفته شده‌اند.
- لیست نمونه‌های کانی‌سنگین برداشت شده به تعداد ۶۲ نمونه در پیوست آورده شده است. نمونه‌های کانی‌سنگین با حجم حدود ۱۰ لیتر جهت شستشو و آماده‌سازی برداشت و این مقدار در صحرا با الک ۲۰ مش الک شده‌اند.
- کلیه نمونه‌های ژئوشیمی، کانی‌سنگین و نمونه‌های متفرقه تحویل کارگاه آماده‌سازی آزمایشگاه شده‌اند.
- نمونه‌های برداشت شده جهت انجام آنالیز ICP-MS برای ۴۴ عنصر همراه طلا به نمایندگی آزمایشگاه Amdel استرالیا تحویل خواهد شد. مابقی آزمایش‌ها در داخل ایران و توسط آزمایشگاه زرآما انجام می‌گردد.

۱-۳-۳- آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها

- نمونه‌ها پس از کنترل نهایی در کمپ صحرائی همراه با لیست مربوطه (شماره نمونه‌ها و آنالیز مورد نظر) جهت آماده‌سازی اولیه به کارگاه شرکت زرآما تحویل داده شده‌اند. نمونه‌هایی که با هدف آنالیز ICP برداشت شده‌اند مراحل زیر را در کارگاه آماده‌سازی پشت سر گذارده‌اند:
 - کنترل مجدد تعداد نمونه‌ها با لیست ارسالی از منطقه و تحویل نمونه‌ها به کارگاه.
 - خردایش تمامی نمونه‌ها توسط Jaw Crusher تا رسیدن ابعاد نمونه به حدود 1-3 mm.
 - تقسیم نمونه توسط تقسیم‌کن مخروطی به ۸ قسمت و انتخاب یک قسمت جهت پودر کردن.
 - بایگانی نمودن بخش خردایش شده.
 - پودر کردن حدود 200 gr از نمونه تا اندازه #200 (۷۵ میکرون).
 - بایگانی نمودن ۱۰۰ گرم از بخش پودر شده و ارسال حدود ۱۰۰ گرم جهت آنالیزهای مورد نظر.
 - نمونه‌های آنالیز ICP پس از بسته‌بندی در کیسه‌های ۲۰ عددی و تهیه لیست آنها، به آزمایشگاه Amdel در کشور استرالیا فرستاده شدند.

در مورد سایر آنالیزها (XRF, XRD) نیز از پودر #200 جهت آنالیز مربوطه استفاده می‌شود که نحوه آماده‌سازی آن مطابق دستورالعمل فوق است. نمونه‌های مقاطع نازک و صیقلی جهت تهیه و مطالعه، به کارگاه‌های مربوطه ارسال گردیده‌اند.

۱-۴- ارزیابی سوابق مطالعاتی و اکتشافی موجود

گزارشات مربوط به شرح نقشه‌های زمین‌شناسی چهارگوش بشرویه (اشتوکلین و دیگران، ۱۳۴۹) و (Kluyver, et al. 1981) به مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ بخشی از گزارشات مدون است که اطلاعات اولیه زمین‌شناسی را فراهم ساخته‌اند. توصیف مقاطع تیپ زمین‌شناسی، برای اولین بار در گزارشات مذکور به خوبی معرفی گردیده‌اند. در گزارشات مذکور علاوه بر توصیف و معرفی واحدها و سازندهای موجود، اشاره‌ای به پتانسیل‌های معدنی و کانی‌سازی به ویژه، کانسارهای مس، سرب و روی دارند.

مس به صورت اندیس‌های پراکنده به ویژه در محدوده کوه اسفندیار واقع در شرق روستای گزو و خارج از محدوده اکتشافی گزارش شده است. کانی‌سازی به صورت پیریت، کالکوپیریت، در رابطه با توده گرانودیوریتی که به حالت دایک و رگه و رگچه‌های افشان در داخل دولومیت‌های تراسیک و ماسه‌سنگ‌های ژوراسیک تزریق شده‌اند، عیار مس 2.5% همراه با روی با عیار 5.25% در گزارش مذکور (افتخارنژاد و دیگران، ۱۹۷۱) گزارش شده است.

اندیس‌ها و معادن متروکه متعددی از سرب و روی در کل ورقه ۱:۲۵۰,۰۰۰ گزارش شده که برخی از آنها عبارتند از اندیس سرب و روی راقه، جیروک، گدارسرخ و اوشک که اندیس آخر، در محدوده اکتشافی قرار دارد. کانی‌سازی سرب و روی اغلب در قاعده سازند ناینند و بالای سازند شتری و در واحد دولومیتی شکل گرفته‌اند. به اعتقاد کلابور و همکاران، ۱۹۸۳، کانی‌سازی‌های سرب و روی در رابطه با سیستم گسله و کارست‌های قدیمی (Paleokarst field) می‌باشند که اغلب به صورت رگه و رگچه و یا دایک در امتداد خطوط گسله تزریق و تشکیل شده‌اند، علاوه بر اندیس سرب و روی اوشک، تعدادی اندیس و معدن متروکه به نام سه درخت و اوشک ۲ در محدوده اکتشافی وجود دارد که در طی این مرحله از اکتشاف به تفصیل مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفته‌اند.

اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ چیروک در سال ۱۳۸۴ با برداشت ۷۷۸ نمونه ژئوشیمیایی با چگالی یک نمونه برای هر ۲ الی ۳ کیلومترمربع برای مناطق با بیرون‌زدگی

سنگ‌بستر و یک نمونه در هر ۷ کیلومترمربع در مناطق آبرفتی برداشت گردیده است. علاوه بر نمونه‌های ژئوشیمیایی آبراهه‌ای، تعداد ۱۰۱ نمونه کانی‌سنگین و ۵۲ نمونه مینرالیزه از محدوده آنومالی‌ها طراحی و برداشت شده است (تهران پادیر، ۱۳۸۴).

نتایج حاصل از مطالعات فوق‌الذکر منتهی به معرفی ۶ محدوده ناهنجاری به ویژه در امتداد گسل‌های موجود در منطقه و محدوده کانسارها و اندیس‌های شناخته شده بوده است. آنومالی شماره ۳ معروف به آنومالی گزو منطبق بر محدوده کانسار و اندیس‌های مس موجود در محدوده مذکور می‌باشد. اغلب این کانی‌سازی‌ها به صورت رگه‌های باریت، کالکوپیریت و اکسیدهای مس و سرب و روی هستند. اغلب سرشاخه‌های مشتق شده از آثار و اندیس‌های کانی‌سازی دارای نمونه‌های پرعیار در حد آنومالی‌های درجه یک و برای عناصر Fe و Pb, Zn, Sb, As, Ba, Cu بوده، به طوریکه عیار روی و مس در برخی از نمونه‌های آبرفتی به ۴۵۱ گرم در تن روی و ۸/۳ گرم در تن رگه مس می‌رسد.

حضور توده پورفیری گرانودیوریتی در محدوده کانسار گزو، عاملی در تشکیل اندیس‌ها و کانی‌سازی‌های مس این محدوده می‌باشد. بطوریکه حضور برخی آلتراسیون‌های هیدروترمالی و زون‌های غنی‌شدگی سوپرژن و هیپوژن، در رابطه با توده مذکور و بالطبع کانی‌سازی‌هایی که ایجاد شده را وابسته به این توده دانست.

آنومالی گدار سرخ (آنومالی شماره ۲) که در گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه چیروک معرفی شده نیز مانند آنومالی‌های مس، در واحدهای آهک جمال، سازند سرخ شیل، شیل و ماسه‌سنگ‌های سازند شتری و سازند سردر تشکیل شده است. در نمونه‌های کانی‌سنگین این این محدوده، کانی‌های باریت به وفور گزارش شده و آنومالی‌های عنصری این محدوده نیز که انطباق جامعی با یکدیگر دارند در محدوده حوضه آبرگیر کانسار فوق‌الذکر قرار گرفته‌اند. عناصر مربوط به این آنومالی عبارتند از: Ba, Pb, Zn, Fe, As, Sb.

لازم به یادآوری است که اغلب آنومالی‌های ژئوشیمیایی معرفی شده در ورقه چیروک در رابطه مستقیم با حضور اندیس‌ها و معادن متروکه بوده و هیچ یک از آنومالی‌های معرفی شده خارج از محدوده‌های فوق‌الذکر نیستند.

۱-۵-۰- پراکندگی کانسارهای سرب و روی در منطقه

۱-۵-۱- دسته‌بندی کانسارهای سرب و روی در ایران

با توجه به توزیع پراکندگی کانسارها و نشانه‌های معدنی سرب و روی در کشور می‌توان جایگاه این ذخایر را با توجه به ویژگی ساختاری و زمین‌شناسی و با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- کانسارهای محور ملایر- اصفهان واقع در زون سندج- سیرجان.
 - کانسارهای سرب و روی در ایران مرکزی واقع در استان‌های یزد، کرمان و ناحیه انارک.
 - کانسارهای سرب و روی در زون البرز واقع در البرز شرقی، مرکزی و غربی (ناحیه زنجان و طارم).
 - کانسارهای سرب و روی شرق ایران واقع در ناحیه طبس، نیم‌پهنه زابل- بلوچ (جنوب خراسان تا تفتان).
 - کانسارهای سرب و روی واقع در زون کویر- سبزواری.
 - کانسارهای سرب و روی آذربایجان.
 - کانسارهای سرب و روی منطقه حد واسط البرز، ایران مرکزی، سندج- سیرجان (زون ارومیه‌دختر).
- کانسارهای موجود در محدوده مورد مطالعه از این نظر در زمره کانسارهای سرب و روی شرق ایران واقع در ناحیه طبس، نیم‌پهنه زابل- بلوچ (جنوب خراسان تا تفتان) قرار می‌گیرند. در زیر شرح مختصری از این جایگاه و کانسارهای موجود در محدوده مورد مطالعه می‌آید.

۱-۵-۲- کانسارهای سرب و روی پیرامون فردوس و طبس

۱-۵-۲-۱- موقعیت جغرافیایی

این ناحیه در بخش‌های جنوبی استان خراسان جنوبی و بخش شمالی استان یزد در محدوده میان طول‌های جغرافیایی $57^{\circ} 15'$ تا $57^{\circ} 30'$ و عرض‌های جغرافیایی $32^{\circ} 45'$ تا $33^{\circ} 15'$ جای دارد. آب و هوای منطقه نیمه‌خشک و بیابانی است. تابستان‌های آن گرم و خشک و زمستان‌ها سرد

و همراه با بارندگی پراکنده است. از دیدگاه زمین‌ریخت‌شناسی، این ناحیه از مناطق کوهستانی تا نیمه‌کوهستانی و دشت‌های هموار پدید آمده است. بلندی‌های آن در برگیرنده دنباله کوه‌های شتری، کوه اسفندیار و کوه سیاه است که دارای روند همگانی شمال شمال‌غربی- جنوب جنوب‌شرقی هستند. در میان این رشته کوه‌ها دشت‌هایی هموار جای دارند. بلندترین نقطه ناحیه ۳۰۰۰ متر و پست‌ترین نقطه ۱۲۵۰ متر از سطح دریا بلندا دارند. راه دسترسی به کانسارهای این محدوده از طریق جاده آسفالتی طبس- دیهوک- بشرویه- فردوس و نیگنان- اصفاک امکان‌پذیر است.

۱-۵-۳- کانی‌زایی

کانسارهایی که در این ناحیه جای دارند در برگیرنده کانسارهای پیکوه (اوشک ۱ و ۲)، چاه‌آهن (کال‌سبز)، ترشیرعلی، فرمایو (کانسارهای کوه‌سیاه)، قلعه‌چاه، شوراب و گدارسرخ هستند. کانی‌زایی در همه کانسارهای یاد شده به جز شوراب، درون سنگ‌های رسوبی در بیشتر موارد با پیکره رگه‌ای است. امتداد کانی‌زایی تا اندازه‌ای زیاد با روند همگانی ساختارهای منطقه مطابقت می‌کند. ماده معدنی سولفورزی از نوع گالن و اسفالریت به همراه کالامین، سروزیت و اسمیت‌زونیت، لیمونیت، مالاکیت و آزوریت است. کانی‌های گانگ، اغلب کلسیت و کوارتز هستند. پدیده دگرسانی سطحی در منطقه گسترش چندانی ندارد و در بیشتر موارد به صورت آثاری از لیمونیت و هماتیت و اکسید منگنز دیده می‌شود. به دلیل همراهی کالامین و سروزیت با گالن و بافت تناوبی و گاه افشان در متن سنگ‌ها می‌توان احتمال داد که خاستگاه ماده معدنی به استثناء قلعه‌چاه، شوراب و پیکوه، همزمان با رسوبگذاری است و ماده معدنی در اثر حرکات ساختاری بعدی درون شکاف‌ها و گسله‌ها انباشتگی یافته باشد.

۱-۵-۴- کانسار پیکوه یا اوشک (اوشک ۱ و ۲)

۱-۵-۴-۱- موقعیت جغرافیایی

این کانسار در جنوب‌شرقی شهرستان طبس جای دارد و مختصات جغرافیایی آن به صورت زیر است:

- اوشک ۱ $57^{\circ} 27' 40''$ طول شرقی و $32^{\circ} 57' 58''$ عرض شمالی است.

- اوشک ۲ $57^{\circ} 28' 14''$ طول شرقی و $32^{\circ} 56' 20''$ عرض شمالی است.

کانسار در یال غربی کوه اسفندیار در بلندای میانگین ۱۲۰۰ متری از سطح دریا جای دارد. نزدیکترین روستاها به آن، پیکوه و نیستان است. راه دسترسی به کانسار از طریق جاده طبس-دیپوک انجام می‌گیرد.

۱-۵-۴-۲- تاریخچه فعالیت‌های اکتشافی و استخراجی

از این کانسار در سال‌های ۱۳۴۰-۱۳۳۰ بهره‌برداری می‌شده است و در سال ۱۳۴۰ تعطیل شده است. کانسار اوشک شامل دو بخش اوشک ۱ و ۲ است. کار معدنی در اوشک ۱ به صورت ۲ تونل و یک کار شدادی است. طول تونل اول حدود ۱۰ متر است. کانسار اوشک ۲ نیز دارای ۱ تونل عمود بر رگه به طول ۶۰ متر، یک دستک به طول ۱۵ متر و شماری کار شدادی است. روش بهره‌برداری در اوشک ۲ به صورت اتاق و پایه بوده است.

۱-۵-۴-۳- زمین‌شناسی و کانی‌زایی

- اوشک ۱

در محدوده کانسار، سنگ‌های آهکی ریفی رخنمون دارد که متعلق به بخش‌هایی از سازند جمال و یا بخش حوض‌خان سازند نایبند می‌باشند. این لایه‌ها دارای راستای شمالی-جنوبی بوده و با همبری گسلی بر روی شیل و ماسه‌سنگ سازند شیشتو جای می‌گیرند. سنگ میزبان ماده معدنی آهک‌های ریفی است. در این آهک‌ها درزه‌های زیادی با روند شمال‌غربی- جنوب‌شرقی دیده می‌شوند ماده معدنی غالباً شامل گالن، ولفنیت یا استولزیت به همراه کانی‌های فرعی مالاکیت و آزوریت می‌باشد. دگرسانی در همبری زون کانه‌دار از نوع آرژیلی خفیف همراه با هماتیت و لیمونیت بوده و گانگ ماده معدنی کلسیت است. طول قابل تعقیب زون کانه‌دار کمتر از ۰/۵ کیلومتر و پهنای زون دگرسان تا ۳ متر می‌رسد.

- اوشک ۲

زمین‌شناسی اوشک ۲ همانند اوشک ۱ است. راستای لایه‌ها در اینجا N60W و شیب به سوی شمال‌شرقی می‌باشد. گسلی با روند شمال- شمال‌غربی در سنگ‌های آهکی و همچنین سنگ‌های آواری سازند شیشتو کارساز بوده است. گالن در پیکر رگه‌ای تا رگچه‌ای به همراه کلسیت در راستای درزه‌هایی با روند شمال‌شرق- جنوب‌غرب دیده می‌شود. آثار دگرسانی در چهره لیمونیتی‌شدن، قابل مشاهده است. درازای زون کانه‌دار نزدیک به ۱ کیلومتر و ستبرای آن



بین ۰/۳ تا ۰/۷ متر است. ذخیره این دو کانسار حدود ۸۳,۰۰۰ تن برآورد شده است (منبع کتاب کانسارهای سرب و روی در ایران- منصور قربانی، ناصر خویی، ۱۳۷۹).

فصل دوم

مطالعات زمین شناسی

فصل دوم- مطالعات زمین‌شناسی و ساختمان

۱-۲- ساختمان عمومی

محدوده مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین‌شناسی، جزئی از بلوک ایران مرکزی و بلوک طبس بوده و شدیداً تکتونیزه است. شکل ۲ نقشه پهنه‌بندی ایران و موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی آن را نشان می‌دهد. در زیر به شرح مختصری از بلوک ایران مرکزی و طبس پرداخته و سپس نقشه زمین‌شناسی و واحدهای سنگی محدوده مورد مطالعه، شرح داده خواهد شد:

۱-۱-۲- خرد قاره ایران مرکزی

خرد قاره ایران مرکزی، قسمتی از ایران میانی است که با زمین‌درزهای افیولیتی سیستان، نائین، بافت، گسل درونه و افیولیت‌های کاشمر- سبزوار احاطه شده و توسط گسل‌های طویلی که به سمت غرب خمیدگی دارند و از نوع امتدادلغز راستگردند، قابل تقسیم به بلوک لوت، فرازمین شتری، فرونشست طبس، فرازمین کلمرد، بلوک پشت‌بادام، فروافتادگی بیامنه- بردسیر و بلوک یزد است.

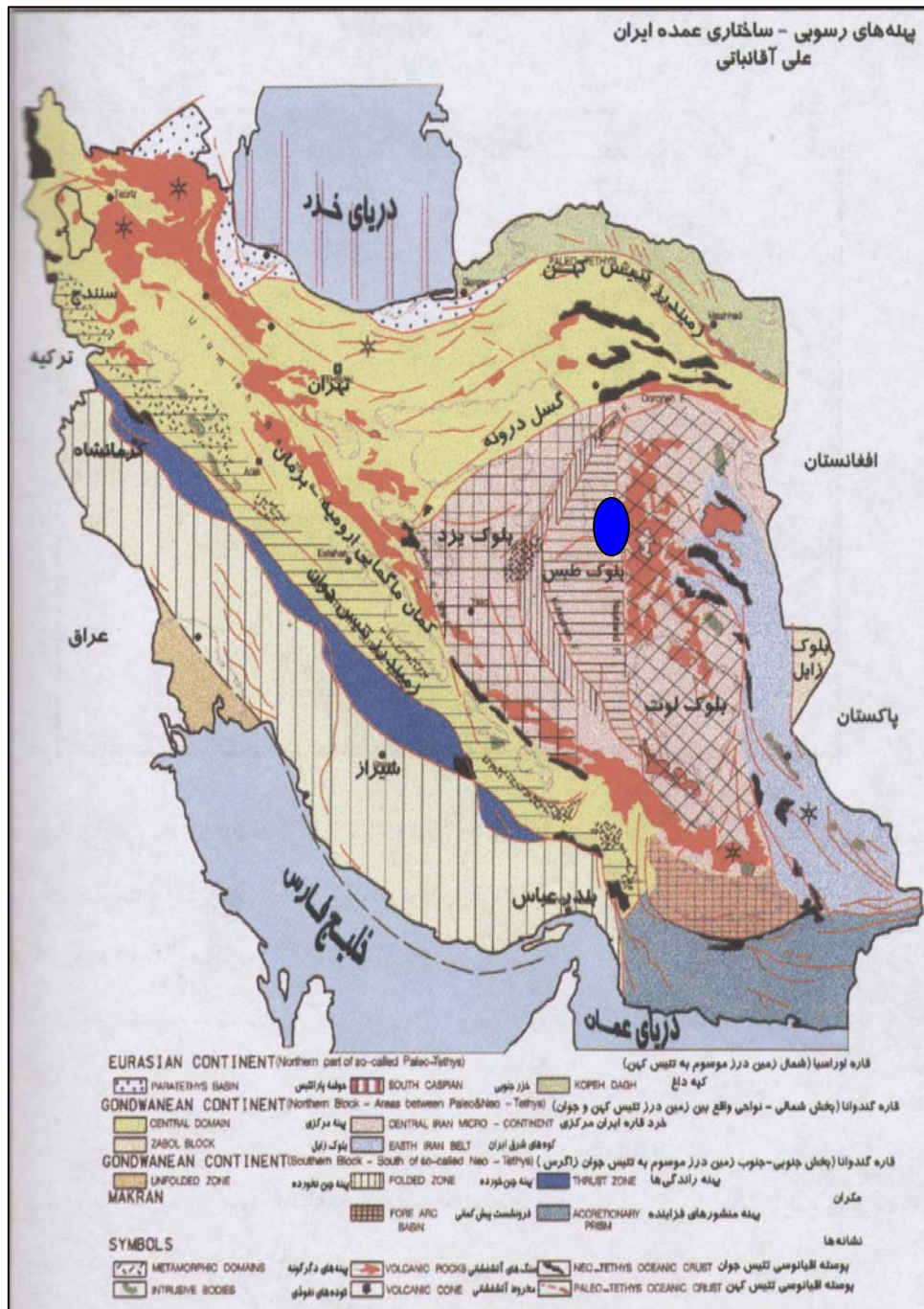
در گذشته، زون ایران مرکزی را بخشی از توده میانی ایران مرکزی می‌دانستند اما به باور اشتوکلین، بعد از سخت‌شدن پی‌سنگ پرکامبرین، بخش یادشده، در زمان پالئوزوئیک، ویژگی‌های سکویی داشته و در زمان‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک به منطقه‌ای پرتحرک و پویا تبدیل شده است. با وجود این باید گفت که الگوی ساختاری حاکم بر این زون متشکل از نوع بلوک‌های جدا شده با گسل‌های عمده است که هر یک ویژگی جداگانه داشته و پویایی این زون در همه جا یکسان نمی‌باشد. شواهد موجود نشانگر این است که:

کوهزایی کاتانگایی در این ناحیه در پرکامبرین پیشین- پسین از یک رژیم سکویی حاکم شده است.

به جز بلوک لوت و لبه جنوب‌غربی که سنگ‌های ماگمایی ترشیری در آن برونزد دارند در سایر نواحی سنگ‌های ترشیری در کمترین مقدارند.

در ردیف‌های پالئوزوئیک این منطقه، نبوده‌های چینه‌نگاری مهمی وجود دارد که مهم‌ترین آنها نبوده‌های چینه‌ای آغازی دونین میانی و کربونیفر پسین است.

ناهمسانی‌های ساختاری- رسوبی گسترده سبب شده تا بتوان زون ایران مرکزی را به نواحی مختلف تقسیم نمود که بدلیل قرارگیری محدوده در بلوک طبس به شرح آن می‌پردازیم:



شکل ۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه پهنه‌بندی ایران

- بلوک لوت با حدود ۹۰۰ Km درازا میان دو گسل ناینند در غرب و گسل نهندان در شرق قرار دارد. در مرز شمالی آن گسل درونه و در مرز جنوبی آن فرونشست جازموریان قرار دارد که حوضه پیش‌کمانی زون فرورانش مکران است. تکاپوهای آتشفشانی گسترده

و ستبر به سن ترشیری و کواترنری زمین‌لرزه‌های امروزی همراه با گسل در رسوب‌های کواترنر نمونه‌های روشنی از پویایی بلوک لوت هستند.

▪ بلوک طبس که میان گسل نایبند در شرق و گسل کلمرد- کوهبنان در غرب قرار دارد. بخشی از یک قلمرو ساختاری است که در کناره‌ها و بستر خود توسط گسل‌هایی از پی‌سنگ بریده شده به گونه‌ای که در پالئوژئیک به سبب عملکرد تنش‌های زمین‌ساختی همگرا در راستای بیشتر شرقی- غربی با خروج زمین‌ها و برآمدگی کوه‌ها به خشکی تبدیل شده است.

از نگاه ساختاری، بلوک طبس ویژگی‌های یکسانی ندارد و دست کم قابل تقسیم به چهار بخش زیر است:

الف- فرازمین شتری

ب- کفه فروافتاده طبس

ج- بلوک نایبند

د- بلوک راور- مزینو

محدوده مورد مطالعه جزیی از فرازمین شتری و در منتهی‌الیه قسمت جنوبی آن می‌باشد. فرازمین شتری با درازای بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر در بخش شمال‌شرقی بلوک طبس و در پایانه شمالی گسل نایبند قرار دارد. از نگاه ساختاری، بیشتر چین‌های این فرازمین از نوع نابرجا و به شکل نامتقارن و همراه با گسلش هستند. اثر سطح محوری آنها به موازات رشته کوه شتری است (فریدی و همکاران، ۱۳۷۹). گرایش چین‌ها بیشتر به سوی WSW است ولی در پهلو شرقی بلندی‌ها، چین‌هایی با گرایش به سوی شرق دیده می‌شود. بنا به گزارش قاسمی و همکاران، ۱۳۸۱، در فرازمین شتری، الگوی گسلش شامل گسل‌های طولی پرشیب در بخش‌های میانی و شرقی و گسل‌های راندگی در بخش‌های غربی است.

۲-۲- زمین‌شناسی عمومی

نقشه زمین‌شناسی و کانی‌سازی این محدوده در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰، در وسعتی حدود ۶۲ کیلومترمربع با استفاده از عکس‌های هوایی منطقه تهیه گردید. عکس‌های هوایی کار شده جهت این مقیاس حاصل از بزرگ‌نمایی دو برابر عکس‌های ۱:۴۰,۰۰۰ منطقه است. عکس‌های هوایی ۱:۴۰,۰۰۰ منطقه مورد مطالعه در بلوک‌های ۶۲ (بشرویه) و ۷۲ (نایبندان) سازمان نقشه‌برداری قرار گرفته‌اند. به منظور اصلاح خطای عکس‌های هوایی در حاشیه و مرکز آن، از نقشه‌های توپوگرافی

در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ به عنوان نقشه مبنا استفاده شد. شماره نقشه‌های مزبور عبارتست از: 7456 II SE و 7455 I NE

همچنین عکس‌های ماهواره‌ای مربوط به این منطقه جمع‌آوری و موقعیت محدوده اکتشافی بر روی آن پیاده شد (پیوست شماره ۱۰-۲). در نامگذاری واحدهای تفکیک شده بر روی عکس‌ها، از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ منطقه نیز کمک گرفته شده است. بر اساس روند واحدهای زمین‌شناسی موجود در منطقه، مسیرهای پیمایش زمینی جهت تهیه نقشه و پیاده کردن عوارض ساختمانی بر روی آن آورده شد و تعدادی از این مسیرها پیمایش شد. نقشه زمین‌شناسی نهایی (پیوست شماره ۱۰-۳) نیز در پیوست آورده شده است. حین تهیه نقشه زمین‌شناسی، تعداد ۱۹ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک و شناسایی واحدهای سنگی برداشت شد که نتایج مطالعاتی آنها در پیوست شماره ۳ ارائه شده است.

محدوده نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ پیکوه-اوشک، غالباً از واحدهای سنگی رسوبی تشکیل شده است. از نظر سنگ‌شناسی این واحدها عمدتاً شامل سنگ آهک، دولومیت و شیل است. ذیلاً به تشریح واحدهای سنگی شناسایی شده در مرحله کار صحرایی می‌پردازیم.

۲-۳- شرح واحدهای سنگی

۲-۳-۱- واحد DCs (سازند شیشتو مربوط به گروه ازبک‌کوه)

سازند شیشتو از لحاظ سنی متعلق به دونین فوقانی- کربونیفر آغازین و متشکل از یک واحد لیتواستراتیگرافی مشخص با تناوبی از شیل، مارن و سنگ‌آهک است. سازند شیشتو براساس ویژگی‌های لیتولوژیکی و محتویات فسیلی به دو بخش شیشتوی یک و شیشتوی دو تقسیم شده است. در محل مقطع نمونه، یک افق شیلی پر فسیل بنام افق موش، این دو بخش را از هم جدا می‌کند. بخش شیشتوی یک، شامل شیل سبز تیره و ماسه‌سنگ کوارتزیتی و سنگ‌آهک ماسه‌ای فسیل‌دار است. در رأس آن ضخامتی از شیل پرفسیل و ماسه‌سنگ و آهک الیتی وجود دارد که به آن لایه سفالوپود گفته شده است. واحد شیشتوی دو، شامل سنگ‌آهک خاکستری در قاعده با تناوبی از شیل خاکستری است. این واحد، تنها در بخش کوچکی در نیمه غربی محدوده اکتشافی برونزد دارد. تصویر شماره ۱ نمایی از این واحد را نشان می‌دهد.



تصویر ۱- نمایی از سازند شیشتو در محدوده مورد مطالعه (لایه‌های سنگ آهک، دولومیت و شیل)

از رخنمون این واحد در محدوده مورد مطالعه، تعداد ۷ نمونه به شماره های 86-PI-56-T تا 86-PI-61-T و 86-PI-64-T جهت تهیه مقطع نازک و مطالعه آن برداشت شد. شرح کامل مطالعه این مقاطع در پیوست گزارش آورده شده است. شماره نمونه‌ها و مختصات محل برداشت آنها در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۴- شماره نمونه‌ها و مختصات محل برداشت آنها

شماره نمونه	XXX	YYY	شرح نمونه
86-PI-56-T	544026	3698719	ماسه‌سنگ کمی اکسیده و حاوی قطعات سیلیسی
86-PI-57-T	543840	3649516	سنگ آهک خاکستری تیره
86-PI-58-T	543522	3649725	سنگ آهک زون خردشده
86-PI-59-T	543656	3649666	ماسه‌سنگ کمی اکسیده آغشته به اکسید آهن لیمونیتی
86-PI-60-T	544192	3648356	سنگ آهک خاکستری
86-PI-61-T	544242	3648307	ماسه‌سنگ کوارتزی سفیدرنگ
86-PI-64-T	543354	3651309	شیل سازند شیشتو

نمونه شماره PI-56-T از واحد ماسه‌سنگ سیلیسی شده برداشت شده که در مطالعات مقطع نازک بنام کوارتزیت کاتاکلاستیک محتوی رگه و رگچه‌های هیدروکسید آهن ثانویه معرفی گردیده است.

نمونه‌های PI-57-T، PI-59-T هر دو ماسه‌سنگ کوارتزیتی محتوی اکسید آهن ثانویه هستند و نمونه‌های PI-58-T، PI-60-T سنگ‌آهک ماسه‌ای و یا ماسه‌سنگ آهکی هستند. ذرات ماسه به صورت کوارتزهای آواری مشاهده می‌شوند. قابل ذکر اینکه، اکثر واحدهای سنگ آهک تحت تأثیر فعالیت‌های تکتونیکی برشی و خردشده بوده که اکثر خلل و فرج‌های ایجاد شده توسط سیلیس‌های ثانویه پر گردیده‌اند.

نمونه‌های PI-61-T و PI-64-T از واحد ماسه‌سنگ کوارتزیتی سفیدرنگ برداشت شده است. هر دو سنگ از نوع ماسه‌سنگ ریزدانه که توسط سیمانی از اکسید آهن ذرات کوارتز را در بر گرفته‌اند، می‌باشند. بافت نمونه PI-64-T به دلیل حضور تیغک‌هایی از میکا به نظر می‌رسد که تحت تأثیر دگرگونی ضعیفی قرار گرفته باشد.

۲-۳-۲- واحد Pj (سازند جمال)

نام سازند جمال از کوه جمال در رشته‌کوه‌های شتری در ایران مرکزی گرفته شده است. ضخامت آن در مقطع تیپ حدود ۴۷۳ متر و شامل سنگ‌آهک ماسیو تا ضخیم‌لایه به رنگ خاکستری تیره و گاهی سنگ‌آهک مرجانی است. در رأس آن نیز یک واحد دولومیت زرد رنگ به ضخامت ۶۰ متر وجود دارد. سطح تماس فوقانی آن با سازند سرخ شیل هم‌شیب است.

واحد نامبرده از لحاظ سنی متعلق به پرمین است. این واحد، با روند شمال شمال‌غربی- جنوب جنوب‌شرقی، قسمت وسیعی از محدوده را در بر گرفته است (تصویر شماره ۲).

نمونه شماره 86-PI-7-T از رخنمون این واحد در جنوب محدوده مورد مطالعه در مختصات 544536E, 3648304N جهت تهیه مقطع نازک و مطالعه آن برداشت شده است. این نمونه در مقطع تازه به رنگ خاکستری سربی و در مقطع هوازده نخودی است. نمونه مذکور از بخش‌های زیرین واحد برداشت گردیده است. مطالعه مقطع نازک این نمونه، آنرا سنگ آهک بیواسپارایت یا سنگ آهک فسیل‌دار مشخص کرده است که در آن کربنات‌های اسپاری نقش سیمان را بازی نموده و با اکسید آهن متن سنگ را تشکیل می‌دهند. همچنین یک نمونه به شماره 86-PI-22-T از سنگ آهک سازند جمال در محل تونل شماره ۲ معدن سه‌درخت جهت تهیه مقطع نازک و مطالعه آن برداشت گردیده است. شرح کامل مطالعه در پیوست گزارش آمده است. نام این سنگ در مقطع



تصویر ۲- نمایی از سازندهای جمال در زیر و سرخ شیل در بالای آن

نازک آهک ریزدانه (میکرواسپارایت) معرفی شده که شکستگی‌های ایجاد شده تحت تأثیر فشارهای تکتونیکی توسط بلورهای ثانویه کوارتز و اکسید آهن پر شده‌اند.

۲-۳-۳- واحد TRsr (سازند سرخ شیل)

نام این سازند از گذارسرخ در رشته کوه‌های شتری گرفته شده است. از نظر لیتولوژی، سازند مزبور شامل شیل آهکی و رسی به رنگ سرخ سفالی ویژه‌ای است که در سراسر منطقه از دور قابل تشخیص است. در لابلاهای آن لایه‌هایی از سنگ‌آهک صورتی تا زردرنگ دیده می‌شود. بر روی سازند سرخ‌شیل، سازند شتری قرار می‌گیرد که حالت پیوسته رسوب‌گذاری در بین آنها برقرار است و در کنتاکت آنها تناوبی از شیل آهکی زرد تا سبز و دولومیت دیده می‌شود. سن این سازند، تریاس آغازی تا میانی است. سازند سرخ‌شیل، سازندی شاخص، بسیار مهم و کلیدی در زمین‌شناسی شرق ایران شناخته می‌شود. سازند سرخ‌شیل به صورت دو نوار باریک با روند شمال‌غربی - جنوب‌شرقی در محدوده مورد مطالعه رخنمون محدودی داشته و گسترش چندانی هم ندارد. در تصویر شماره ۲ نمایی از این سازند در محدوده مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

۲-۳-۴- واحد TRsh (سازند شتری)

نام این سازند از کوه‌های شتری در شرق طبس انتخاب شده است (اشتوکلین، ۱۹۶۵) و شامل واحد دولومیتی ضخیم‌لایه است که در برخی مناطق در بخش فوقانی آن سنگ‌آهک (آهک اسپهک) وجود دارد. سازند شتری به حالت تدریجی سازند سرخ‌شیل را می‌پوشاند. بخش دولومیتی که به آن دولومیت اصلی گفته می‌شود حاوی دولومیت زردرنگ، لایه‌لایه و متراکم است. بخش آهکی به رنگ سفید کرم تا آبی خاکستری است ولی در کل، ضخیم‌لایه، متراکم و ریزبلور است. کنتاکت فوقانی این سازند با سازند نایبند، دگرشیب بوده که در بین آنها لاتریت و بوکسیت دیده می‌شود. واحد فوق‌الذکر متعلق به تریاس میانی است.

سازند شتری در محدوده مورد مطالعه، گسترش وسیعی در نواحی شمالی و جنوبی دارد. در سازند شتری، تعدادی رگه‌های باریت، سرب و روی و آلومینیوم (بوکسیت) و سرانجام فلئوئوریت دیده شده است.

تصویر شماره ۳ بخشی از رخنمون این سازند در منطقه را نشان می‌دهد. از این سازند در نواحی مختلف رخنمون آن، تعداد ۶ نمونه به شماره‌های 86-PI-1-T تا 86-PI-4-T و 86-PI-23-T و 86-PI-24-T جهت تهیه مقطع نازک و مطالعه آنها برداشت شد. مطالعه این مقاطع در پیوست گزارش آمده است. نمونه شماره 86-PI-1-T از بخشی از رخنمون سنگ آهک این واحد در دره قال‌کلاغ در مختصات 541839E, 3658262N برداشت شد. براساس مطالعات میکروسکوپی، اساس سنگ متشکل از کانی‌های کربناته است که تحت تأثیر منشأ تکتونیکی شدیداً خردشدگی پیدا کرده و پدیده دولومیتی شدن و تجدید تبلور را نیز تحمل کرده است. این نمونه مربوط به بخش‌های پایینی سازند شتری است. نمونه شماره 86-PI-2-T از سنگ دولومیت به رنگ خاکستری تیره در مختصات 542321E, 3657943N در شمال محدوده برداشت شده است. این نمونه همانند نمونه فوق‌الذکر شدیداً خرد شده بوده و قطعات مثلثی شکل دولومیت و آهک در متن سنگ همراه با سیمانی از اکسید آهن به وفور مشاهده می‌گردد. نوع سنگ آهک کریستالین اسپارایت محتوی رگه و رگچه‌های متشکل کربناتی است. نمونه شماره 86-PI-3-T از رخنمون سنگ‌آهک این واحد در مختصات 541518E, 3657918N برداشت شده است. نمونه شماره 86-PI-4-T به مختصات 542565E, 3657394N شدیداً برشی و خردشده و در امتداد گسلی در راستای N60W در جنوب دره قال‌کلاغ برداشت گردیده است. کانی‌سازی فلزی خاصی در راستای این گسل دیده نشد. نمونه شماره 86-PI-23-T از دولومیت شتری در نزدیکی تونل‌های معادن

سه درخت در مختصات 542654E, 3655670N برداشت شده است. نام سنگ آهک ریزدانه میکرایتی می باشد. نمونه شماره 86-PI-24-T نیز از سنگ دیواره شمالی تونل پایینی اوشک ۱ برداشت گردید.

این سنگ محتوی قطعات مستقل دولومیتی است که متن اصلی سنگ شامل رگچه های فوق العاده ظریف اکسید آهن به صورت موجی و موازی است.



تصویر ۳- نمایی از دولومیت سازند شتری در محدوده مورد مطالعه

۲-۳-۵- واحد Js (سازند شمشک)

رخساره های ژوراسیک در ایران مرکزی متنوع تر از البرز است. سازند شمشک متعلق به تریاس بالایی- ژوراسیک پایینی است و متشکل از شیل و ماسه سنگ می باشد و تنها در قسمت کوچکی در بخش شمال شرقی محدوده مورد مطالعه رخنمون دارد. روند این واحد، شمالی- جنوبی و شیب آن به سمت شرق است. تصویر شماره ۴ نمایی از این سازند در محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد.



تصویر ۴- نمایی از سازند شمشک در محدوده مورد مطالعه با کنتاکت گسله در زیر واحد جمال

۶-۳-۲- واحد Qt₁

رسوبات عهد حاضری که متعلق به کواترنری می‌باشند و شامل آبرفت‌های قدیمی به صورت تراس و مخروطه افکنه‌های شنی مشاهده می‌گردند، در بخش‌های غربی محدوده در فرودست رشته کوه‌های شتری دیده می‌شوند.

۷-۳-۲- واحد آذرین EO^a

در بخش جنوب غربی محدوده مورد مطالعه، رخنمون سنگ ولکانیک EO^a دیده می‌شود. این واحد متشکل از سنگ آذرین خروجی عموماً با ترکیب سنگ‌های متوسط آندزیتی می‌باشد. کنتاکت این واحد با سازند شیشو و بخش دولومیتی سازند شتری است. از این واحد تعداد یک نمونه به شماره 86-PI-70-T در مختصات 542885E, 3645710N جهت تهیه مقطع نازک و مطالعه آن برداشت شده است.

بافت سنگ پورفیریتیک و بعضاً گلومروپورفیریتیک با زمینه هیالومیکرولیتی است. پلاژیوکلازها اکثراً حالت زونینگ دارند. متن سنگ در اثر دگرسان شدن و تجزیه نسبی به کانی‌های میکا و کلریت تبدیل گردیده و با کانی‌های آهن به صورت جانشینی شکل گرفته است. کانی‌های فرعی این سنگ شامل آپاتیت و کانی‌های اپاک است. بطور کلی نام این سنگ تراکی آندزیت سیلیسی شده می‌باشد.

لازم به ذکر است در خلال پی‌جویی‌های صحرایی در هیچ یک از واحدهای سنگی موجود در محدوده اکتشاف، آثاری از پدیده کانی‌سازی در نمونه‌دستی و مطالعات مقاطع نازک سنگ‌شناسی مشاهده نگردیده و کانی‌سازی منحصرأ در حاشیه اندیس‌ها و معادن متروکه سرب و روی شناخته شده مشاهده می‌گردد.

۲-۴- آلتراسیون

در محدوده گزو برخی دگرسانی‌هایی چون سریسیتی، کلریتی و سیلیسی بطور پراکنده مشاهده می‌گردد، که اغلب در رابطه با حضور توده گرانودیوریتی است ولی شکل و فرم کانی‌های اولیه تقریباً دست نخورده باقی‌مانده است. براساس مطالعات انجام شده توسط لطفی و ترکیان (۱۹۷۵)، حضور برخی زون‌های دگرسانی پروپیلیتی شامل کانی‌های کلریت، اپیدوت، کلسیت و کوارتز در حاشیه توده مذکور ملاحظه می‌گردد. در محدوده اکتشافی اوشک اثری از دگرسانی‌های اشاره شده در فوق دیده نمی‌شود و منحصرأ در حاشیه رگه و رگچه‌های سرب و روی تأثیر حرارت رگه‌های تزریقی تا حدود چند سانتی‌متر سبب بروز برخی پدیده‌های دگرگونی شده‌اند.

تعدادی نمونه جهت تجزیه به روش XRD از زون‌های کانی‌ساز داخل تونل‌ها برداشت شده‌اند. کانی غالب در اکثر نمونه‌ها کوارتز به صورت SiO_2 همراه با آثاری از کلسیت، مسکویت، هماتیت است و به استثناء تغییرات حرارتی فوق‌الذکر که به صورت محلی و محدود صورت گرفته، اثری از دگرسانی‌های ناحیه‌ای در محدوده اکتشافی مشاهده نمی‌شود. نمودارهای مربوط به نتایج آنالیز XRD نمونه‌ها در پیوست شماره ۴ ارائه شده است.

۲-۵- زمین‌شناسی ساختمانی و کانی‌سازی

از نقطه نظر زمین‌شناسی ساختمانی، محدوده مورد مطالعه بخشی از زون تکتونیک طبس-شتری می‌باشد. حوضه صحرایی طبس واقع در غرب محدوده اکتشافی از نوع ویژه حوضه‌های بین کوهستانی است که دارای ارتباطی گسله از نوع Thrust با رشته کوه‌های شتری است. در حاشیه جنوبی محدوده اکتشافی، سازند شتری با ارتباطی گسله (گسل نایبند) روی سازند شیشتو قرار دارد و مجدداً در بخش میانی با روند شمال‌غرب-جنوب‌شرق و در امتداد گسلی سراسری که تا بخش شمالی محدوده اکتشاف ادامه دارد. در این قسمت رسوبات مربوط به سازند شیشتو روی سازند شتری رانده شده‌اند و همین روند در بخش شرقی محدوده (نقشه زمین‌شناسی پیوست شماره ۱۰-۳) تکرار می‌گردد.

مجموعه‌ای از تراست‌ها و گسل‌ها با روند شمال-شمال غرب و جنوب شرق روند عمومی ارتفاعات شتری را رقم می‌زنند. همچنین تعداد گسل‌های جوانتر گسل‌های فوق‌الذکر را قطع می‌نمایند که در نهایت شبکه‌ای از گسل‌ها در دو جهت مختلف ایجاد کرده‌اند. ادامه سازند شتری به تدریج باریک شده تا اینکه در انتها و در حاشیه دشت نمکی شمال ورقه نایبند و در امتداد گسل نایبند از بین می‌روند.

حضور سیستم گسل-تراستی سبب بالا آمدن بخش‌هایی از رشته کوه‌های شتری و پایین افتادگی صحرای طبس در غرب و کویر نمک در شرق گردیده است. نکته قابل ذکر اینکه در امتداد گسل سراسری نایبند به ویژه در حاشیه جنوبی محدوده اکتشاف (شمال نقشه نایبند) ولکانیک‌های ائوسن به صورت واحدهایی از برش‌های ولکانیکی و توف تشکیل شده‌اند که معادن متروکه اوشک در حاشیه همین توده‌ها شکل گرفته‌اند.

با توجه به فعالیت شدید تکتونیکی و تشکیل زون‌های متعدد گسله و رورانگی، بنظر می‌رسد که اغلب آثار فعالیت‌های کانی‌سازی در امتداد این گسیختگی‌ها شکل گرفته باشند و در واقع کانی‌سازی توسط سیستم گسله حاکم بر منطقه، کنترل می‌گردد.

تشکیل افق‌هایی از کانی‌سازی باریت، (کانسار گزو) همراه با سرب و روی (کانسارهای اوشک و سه‌درخت) در امتداد زون گسله نایبند با روند شمال-شمال غرب و جنوب شرق تشکیل شده‌اند که می‌توانند در رابطه با پدیده تکتونیکی منطقه باشند.

فصل سوم

اکتشافات ژنوسیمیایی

فصل سوم - اکتشافات ژئوشیمیایی

۱-۳- پیشگفتار

سه بخش اساسی ژئوشیمی اکتشافی عبارتند از: نمونه‌برداری، تجزیه نمونه‌ها و تفسیر نتایج. اگر خطایی در تجزیه نمونه‌ها صورت گرفته باشد باید بار دیگر آن را تکرار و از نو داده‌ها را تفسیر نمود. ولی اگر خطایی در نمونه‌برداری رخ دهد نه تنها 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 بهینه.

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.

۲-۳- اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی

در پروژه اکتشافی سرب و روی پی‌کوه-اوشک طبس هدف از اکتشافات ژئوشیمیایی تعیین پتانسیل کانی‌سازی به صورت زون‌های آنومالی در واحدهای مختلف سنگی است که بر اساس تجزیه نمونه‌های آبراهه‌ای طراحی گردیده است.

۳-۳- نمونه‌برداری

۱-۳-۳- انتخاب محیط نمونه‌برداری

بطور کلی هدف از بررسی‌های اکتشافی تعیین مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می‌باشد. با در نظر گرفتن وسعت محدوده تحت پوشش، اکتشافات ژئوشیمیایی به روش مطالعه هاله‌های لیتوژئوشیمیایی اولیه نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. لذا محیط‌های در برگیرنده هاله‌های ثانویه، تحت پوشش عملیات اکتشافی قرار می‌گیرند. اساس این مطالعات بر بررسی

هاله‌های پراکنده ثانویه عناصر در محیط‌های سطحی مانند خاک‌ها، آبرفت‌ها، رسوبات رودخانه‌ای، یخرفت‌ها، شیب‌رفت‌ها و غیره که ضمن هوازندگی سوپرژن کانسارها تشکیل می‌شوند، می‌باشد. از این رو هاله پراکندگی ثانویه منطقه‌ایست که در آن تمرکزهای غیرعادی از عناصر معینی که معرف کانی‌سازی می‌باشند، وجود دارد. این منطقه شامل مواد سنگی سخت‌نشده‌ای است که رخنمون توده‌ای کانساری و حتی گاهی هاله‌های اولیه آنها را احاطه و یا می‌پوشانند.

در ژئوشیمی اکتشافی به روش مطالعه هاله‌های ثانویه، بررسی رسوبات رودخانه‌ای جزو معمول‌ترین روش‌هاست و در حوضه‌های آبریز تحت شرایط آب و هوایی گوناگون، به ویژه با بارندگی متوسط مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش هر نمونه می‌تواند معرفی از ترکیب شیمیایی مواد بالادست خود باشد. به طور خلاصه پوشش وسیع یک نمونه، آسانی نمونه‌برداری و آماده‌سازی، سادگی اجراء و وجود هاله‌های پراکندگی وسیع از امتیازات مثبت این روش می‌باشد. بالابودن احتمال آلودگی، تغییر وضعیت و مورفولوژی رودخانه‌ها، فعال بودن پدیده رسوب‌گذاری مجدد در رسوبات رودخانه‌ای و در نتیجه مشکل شدن تفسیر داده‌ها و ربط آنها با منبع تولید آنومالی از امتیازات منفی این روش می‌باشد.

۳-۲-۳- طراحی شبکه بهینه نمونه‌برداری

یکی از مراحل مهم و اساسی هر فاز اکتشافی طراحی نقاط نمونه‌برداری است که به عنوان اساس و پایه کار بایستی بدون خطا یا با کمترین خطا صورت گیرد و در این طراحی پارامترهای مختلفی مدنظر قرار می‌گیرد:

- محدوده گسترش زون‌های آنومالی عناصر مورد بررسی (با استفاده از نتایج کارهای قبلی)
- مشاهده آثار کانی‌سازی سطحی
- نواحی اطراف گسل‌ها
- محدوده گسترش زون‌های دگرسانی سطحی
- روند شکستگی‌های موجود در منطقه
- روند واحدهای موجود در منطقه
- نواحی دارای توده‌های نفوذی و ولکانیک
- بررسی امکانات جاده‌ای و مواصلاتی

در پروژه‌های اکتشافات ژئوشیمیایی به روش رسوبات آبراهه‌ای در مقیاس ناحیه‌ای چگالی نمونه‌برداری پیشنهادی برای طراحی اولیه بر مبنای یک نمونه آبراهه‌ای برای هر $2.5-3 \text{ km}^2$

مناسب می‌باشد. در این پروژه طراحی نمونه‌برداری با توجه به نتایج قبلی و دیگر پارامترهای ذکر شده در حد مقیاس نیمه‌تفصیلی ژئوشیمیایی (۱:۲۵،۰۰۰) صورت گرفته است. بر این اساس در محدوده‌ای به وسعت ۶۲ کیلومتر مربع، ۲۴۰ نمونه اعم از نمونه‌های ژئوشیمیایی رسوب آبراهه‌ای و کانی‌سنگین برای برداشت نهایی طراحی گردید، که ۱۷۴ نمونه برای رسوب آبراهه‌ای، ۶۲ نمونه برای کانی‌سنگین و تعدادی نمونه برای تهیه مقاطع نازک و صیقلی و تعیین آلتراسیون احتمالی به روش XRD اختصاص یافت.

۳-۳-۳- تعیین نقاط نمونه‌برداری و عملیات برداشت نمونه‌های ژئوشیمیایی

برای توزیع بهینه نمونه‌ها و حصول نتایج مطلوب از داده‌های حاصل از هر نمونه، طراحی اولیه نقاط نمونه‌برداری عمدتاً براساس نوع شبکه آبراهه‌ای و تعیین مرکز ثقل آبراهه‌ها بوده است. برای این منظور ابتدا نقشه آبراهه‌های ناحیه با توجه به نقشه توپوگرافی تهیه شد. نمونه‌برداری متوالی از مرکز ثقل‌ها در مواردی عملی است که بتوان در محل نمونه‌برداری و هم‌زمان با آن ارزش اکتشافی نمونه‌ها را (مثبت یا منفی) ارزیابی کرد. در صورتی‌که چنین کاری قابل اجراء نباشد به جای روش متوالی از روش نمونه‌برداری هم‌زمان از مرکز ثقل‌ها استفاده می‌شود. طراحی شبکه نمونه‌برداری در این برگه نیز به طریقی صورت گرفت که بیشترین تطابق را با روش مرکز ثقل داشته باشد.

برای انجام نمونه‌برداری یکسری پارامترها می‌بایست مورد توجه قرارگیرد، از جمله مکان نمونه‌برداری، فاصله نمونه‌برداری و حجم نمونه‌ای که باید برداشت گردد. همچنین به علت تأثیر آب و هوا به خصوص بارندگی در نمونه‌برداری، تصمیم‌گیری در مورد زمان و فصل نمونه‌برداری می‌تواند در بعضی مناطق مهم باشد. در اکتشافات ژئوشیمیایی معمول، نمونه برداشت شده از سیلت و ماسه خیلی ریز تا متوسط که مربوط به آخرین مرحله رسوب‌گذاری در آبراهه است، انتخاب می‌گردد. در اینگونه 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
- نقاطی که انرژی و سرعت جریان آب به شدت کاهش می‌یابد: خمیدگی آبراهه یا دو شاخه شدن آبراهه و در نظر داشتن اصل مهم Sample junction (محل تقاطع آبراهه‌ها).
- پرشدگی‌های موجود در زیر تخته‌سنگ‌ها یا فرورفتگی‌ها.

البته متفاوت بودن محیط نمونه برداری در مکان‌های فوق‌الذکر برای فلزات پایه و عناصری که تقریباً پراکندگی یکسانی در بین اجزای 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.

کلیه طراحی نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین در مراحل اول عملیات صحرائی باید مورد بازدید و بازنگری و با توجه به شرایط جغرافیایی و زمین‌شناسی موجود (پس از بازدید) اصلاح گردند.

با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای مذکور و با بررسی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵,۰۰۰ منطقه به شماره‌های 7455 I NE و 7456 II SE حوضه‌های آبریز شناسایی گردیده و سپس طراحی محل نمونه‌ها به انجام رسیده است.

پس از طراحی محل نمونه‌ها بر روی نقشه‌های توپوگرافی و با استفاده از امکانات نرم‌افزاری موقعیت نمونه‌ها در سیستم مختصات (UTM) مشخص و شماره‌گذاری آنها انجام گردید. این مختصات در GPS کارشناسان ذخیره و در اختیار گروه‌های نمونه برداری قرار گرفته است.

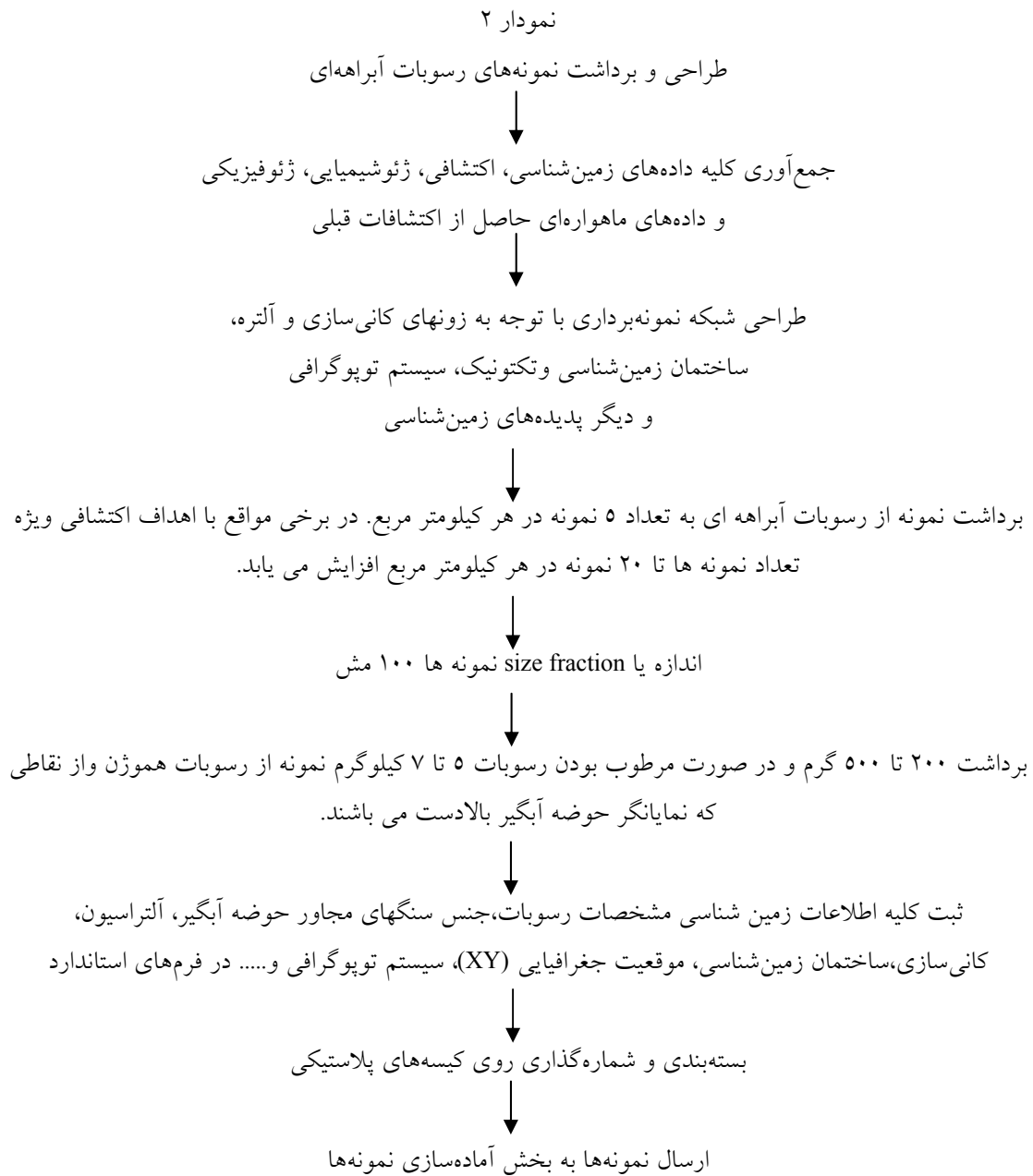
واضح است که در خلال بازدید اولیه صحرائی و قبل از شروع عملیات صحرائی، بین ۲۰ تا ۳۰ درصد طرح نمونه برداری تغییر خواهد کرد. به طوری که با استفاده از GPS می‌توان موارد زیر را کنترل و طرح نمونه برداری را بهینه ساخت.

- از مختصات ذخیره شده در GPS (مختصات دفتری) تنها در یافتن آبراهه‌های اصلی و در مناطقی که توجیه نقشه‌ها مشکل بوده استفاده شده و در وهله اول نقشه‌های توپوگرافی به عنوان مبنای نقطه‌یابی در نظر گرفته شده است.

- از مختصات قرائت شده از متن نقشه‌های توپوگرافی (مختصات دفتری) به عنوان مبنای مختصاتی در پردازش و ترسیم نقشه‌ها استفاده شده است. مگر در موارد جابجایی نمونه‌ها که مختصات صحرائی مدنظر بوده است.

با توجه به موارد ذکر شده در منطقه مورد مطالعه نمونه‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین در نقشه پیوست شماره ۱۰-۵ طراحی گردید، و در نقشه پیوست شماره ۱۰-۶ نمونه‌های برداشت شده نهایی ارائه گردیده است.

همچنین لازم به یادآوری است که مناسب‌ترین سایز برای برداشت نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای ۶۰- مش می‌باشد، علت انتخاب سایز فوق نتایج مطالعات نمونه‌های توجیهی برداشت شده توسط چینی‌ها در زون ایران مرکزی و مناسب بودن سایز ۶۰- برای مناطق کویری است که در مناطق خشک و دارای بارندگی کم، سایز بزرگ نسبت به سایزهای کوچک ارجحیت دارد. در مجموع پس از در نظر گرفتن کلیه پارامترهای زمین‌شناسی و توپوگرافی از محل هر ایستگاه، نمونه‌برداری انجام گرفت. به علت خشک بودن منطقه و عدم جریان آب در آبراهه‌ها تمامی نمونه‌ها در صحرا الک گردیدند (تصویر شماره ۵). مقدار ۵۰۰ گرم از رسوب آبراهه‌ای الک شده برداشت، سپس مشخصات محل نمونه‌برداری و مشخصات زمین‌شناسی، کانی‌سازی و ... در برگه‌های ویژه یادداشت گردید. نمونه‌های کانی‌سنگین نیز به مقدار ۶-۸ کیلوگرم از محل‌های تعیین شده با سایز ۲۰- مش برداشت گردید. تمامی نمونه‌ها پس از بسته‌بندی به کارگاه آماده‌سازی نمونه‌ها واقع در رباط کریم تهران ارسال شد. نمودار شماره ۲ روند طراحی و نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای را ارائه می‌کند.





تصویر ۵- نمایی از نقاط نمونه برداری و چاله های حفر شده؛ در عکس بالا تعداد نقاط حفر شده در یک آبراهه عریض نشان داده شده است. عکس پایین سمت راست چاله حفر شده و عکس پایین سمت چپ شماره نمونه نوشته شده بر روی تخته سنگ را نشان می دهد.

۳-۳-۱- 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. هدف از طراحی این کارتها برطرف کردن نقاط ضعفی بود که در اکثر مناطق نمونه‌برداری به ویژه در کشورهای عقب مانده 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:

- ا- اطلاعات کلی شامل شماره نمونه، نام پروژه، نام محل، سیستم مختصات مورد استفاده، مختصات نمونه و نام نمونه‌بردار ... (بخش اطلاعات کلی (General Data)
 - ب- ویژگی‌های محیط نمونه‌برداری شامل رطوبت، رنگ و ترکیب دانه‌بندی رسوبات (آیتم‌های ۱ تا ۵)
 - ج- داده‌های مرتبط با شیب محدوده، ساختارهای مختلف و توپوگرافی (آیتم ۶)
 - د- لیتولوژی نمونه‌های نابرجا (Float) و لیتولوژی رخنمون‌های برج (Outcrop) محدوده (آیتم‌های ۹ و ۱۰)
 - ه- 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. نمونه‌ای از این کارت در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- 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 Sieved <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"/>	Gravelly <input type="checkbox"/>	Sandy <input type="checkbox"/> Silty <input type="checkbox"/> Clayey <input type="checkbox"/>
6)Terrain:	Flat(>=0° & <=3°) <input type="checkbox"/> Moderate(>10° & <=30°) <input type="checkbox"/> Topographic Depression <input type="checkbox"/>	Gentle(>3° & <=10°) <input type="checkbox"/> Circular Feature <input type="checkbox"/> Topographic High <input type="checkbox"/>	Steep(>30°) <input type="checkbox"/> Linear Feature <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"/> Black Shale <input type="checkbox"/> Chert <input type="checkbox"/> Evaporites/Chemical Precipitates <input type="checkbox"/>	Conglomerate <input type="checkbox"/> Calcareous Sediment <input type="checkbox"/> Banded Iron Formation <input type="checkbox"/> Coal <input type="checkbox"/>	Siltstone/Shale <input type="checkbox"/> Limestone/Dolomite <input type="checkbox"/> Phosphates <input type="checkbox"/>
<i>Volcanics</i>	Volcaniclastic <input type="checkbox"/> Basic Volcanics <input type="checkbox"/>	Acid Volcanics <input type="checkbox"/> Ultrabasic Volcanics <input type="checkbox"/>	Intermediate Volcanics <input type="checkbox"/> Kimberlite/Lamproite <input type="checkbox"/>
<i>Intrusive</i>	Acid Intrusive <input type="checkbox"/> Ultrabasic Intrusive <input type="checkbox"/>	Intermediate Intrusive <input type="checkbox"/>	Basic Intrusive <input type="checkbox"/>
<i>Metamorphic</i>	Meta-sediment - Siliclastic <input type="checkbox"/> Meta-igneous - Acid/Intermediate <input type="checkbox"/>	Meta-sediment - Calcareous <input type="checkbox"/> Meta-igneous - Basic/Ultrabasic <input type="checkbox"/>	Metasediment - Graphite <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"/> Black Shale <input type="checkbox"/> Chert <input type="checkbox"/> Evaporites/Chemical Precipitates <input type="checkbox"/>	Conglomerate <input type="checkbox"/> Calcareous Sediment <input type="checkbox"/> Banded Iron Formation <input type="checkbox"/> Coal <input type="checkbox"/>	Siltstone/Shale <input type="checkbox"/> Limestone/Dolomite <input type="checkbox"/> Phosphates <input type="checkbox"/>
<i>Volcanics</i>	Volcaniclastic <input type="checkbox"/> Basic Volcanics <input type="checkbox"/>	Acid Volcanics <input type="checkbox"/> Ultrabasic Volcanics <input type="checkbox"/>	Intermediate Volcanics <input type="checkbox"/> Kimberlite/Lamproite <input type="checkbox"/>
<i>Intrusive</i>	Acid Intrusive <input type="checkbox"/> Ultrabasic Intrusive <input type="checkbox"/>	Intermediate Intrusive <input type="checkbox"/>	Basic Intrusive <input type="checkbox"/>
<i>Metamorphic</i>	Meta-sediment - Siliclastic <input type="checkbox"/> Meta-igneous - Acid/Intermediate <input type="checkbox"/>	Meta-sediment - Calcareous <input type="checkbox"/> Meta-igneous - Basic/Ultrabasic <input type="checkbox"/>	Metasediment - Graphite <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"/> Agricultural <input type="checkbox"/>	Mining <input type="checkbox"/> Livestock <input type="checkbox"/>	Drilling <input type="checkbox"/>
12)Comments:	* **		

۳-۳-۴- آماده‌سازی نمونه‌ها

کلیه نمونه‌های ژئوشیمیایی (رسوب آبراهه‌ای) پس از الک شدن با سایز ۶۰- مش در کیسه‌ها بسته‌بندی گردیده و برای انجام مراحل تکمیلی آماده‌سازی به کارگاه ارسال گردید. مقدار ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم از هر نمونه توسط دستگاه پودرکننده حلقوی (تا سایز ۲۰۰- مش)، برای آنالیز آماده شده، از بخش پودر شده یک نمونه تجزیه‌ای انتخاب و برای آنالیز به آزمایشگاه امدل واقع در کشور استرالیا ارسال شد. مابقی بخش پودر شده زیر ۲۰۰ مش بایگانی گردیده‌اند. چارت‌های شماره ۳، ۴ و ۵ نحوه آماده‌سازی نمونه‌ها را نشان می‌دهد.

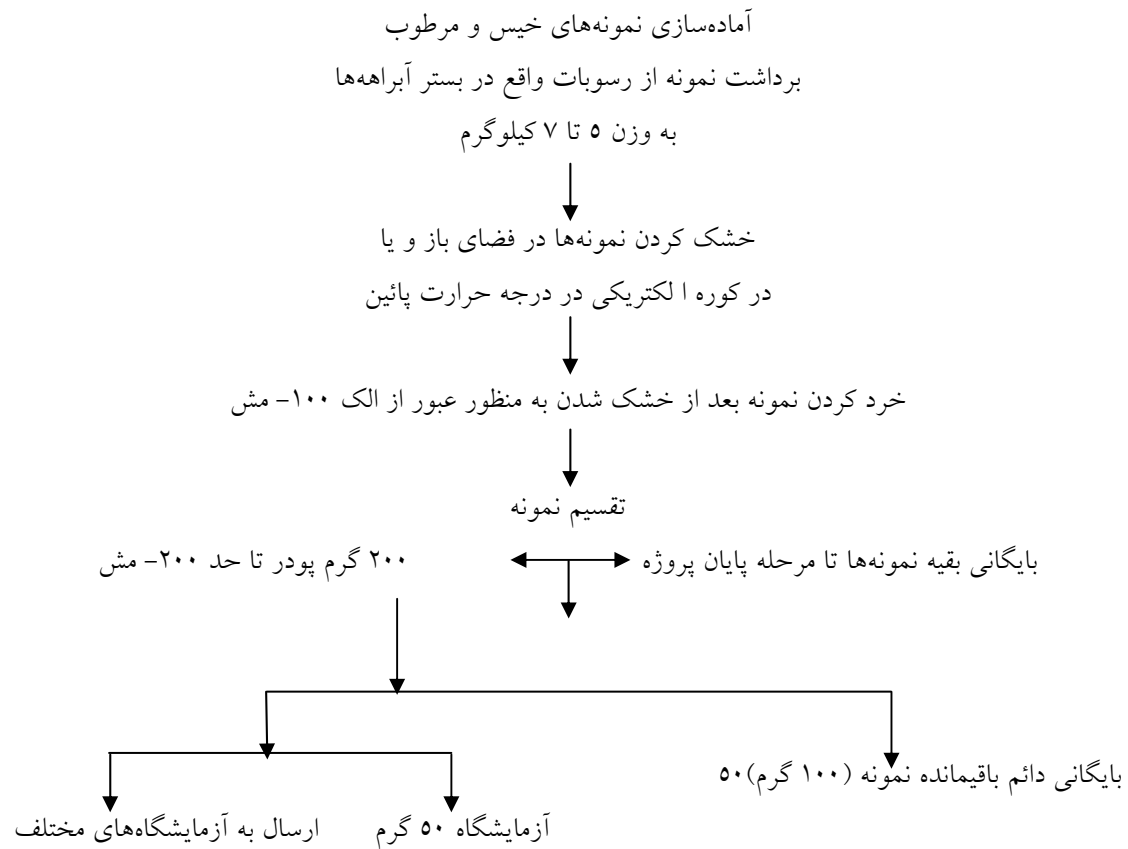
۳-۳-۵- آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی

در این پروژه ۴۴ عنصر یعنی Au, Cr, Mn, Ni, Pb, Sr, Ba, Be, Ti, Fe, Al, La, Sc, Ca, Li, p, v, Mg, k, Na, S, Zr و ... مورد تجزیه شیمیایی به روش ICP قرار گرفتند. حداقل و حداکثر عیار قابل اندازه‌گیری در صورت آنالیز نمونه‌ها ارائه شده‌اند (جدول شماره ۶).

جدول ۶- مقادیر حد حساسیت و روش آنالیز آنها

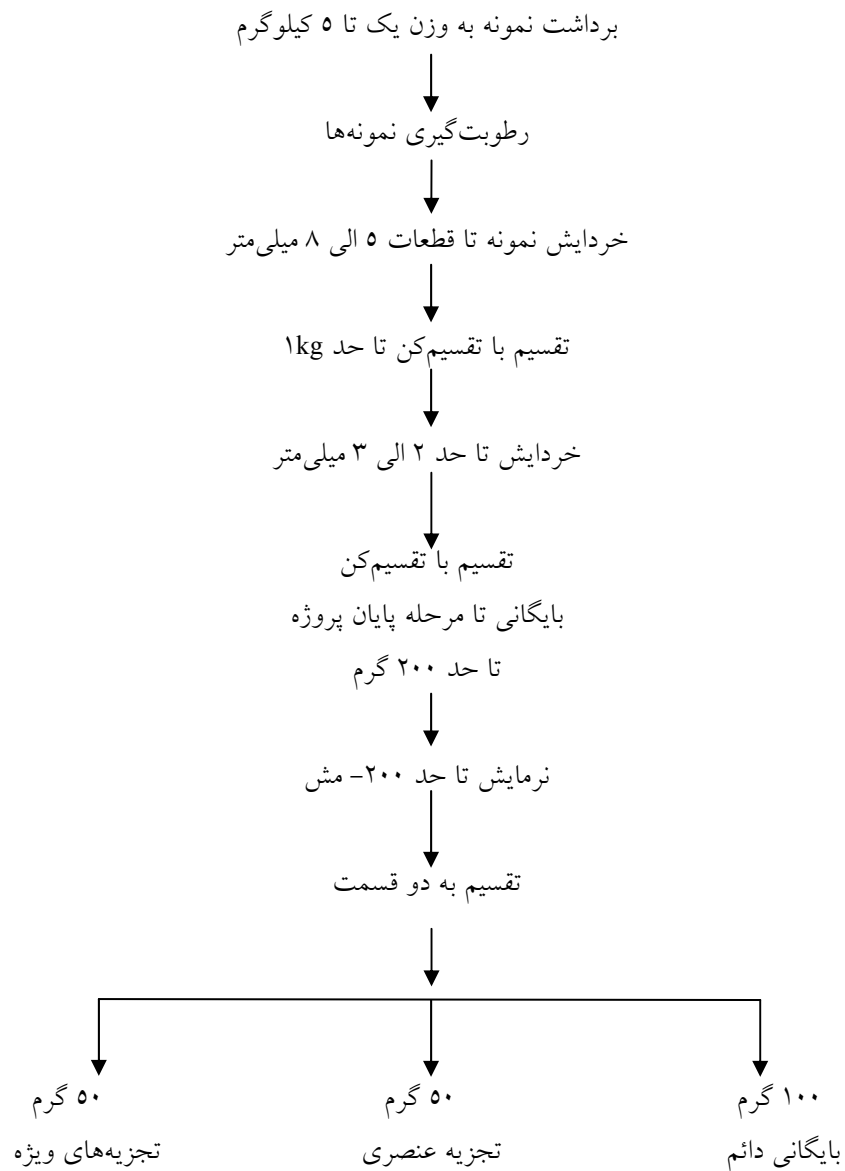
ELEMENT	UNIT	D.L	METHOD	ELEMENT	UNIT	D.L	METHOD	ELEMENT	UNIT	D.L	METHOD	ELEMENT	UNIT	D.L	METHOD
Au	ppb	1	Fire assay	Ca	ppm	10	IC3E	As	ppm	0.5	IC3M	W	ppm	0.1	IC3M
Cr	ppm	2	IC3E	Li	ppm	0.5	IC3E	B	ppm	0.5	IC3M	Cs	ppm	0.1	IC3M
Mn	ppm	2	IC3E	P	ppm	5	IC3E	Bi	ppm	0.1	IC3M	Nb	ppm	0.5	IC3M
Sr	ppm	0.1	IC3E	V	ppm	2	IC3E	Co	ppm	0.2	IC3M	U	ppm	0.02	IC3M
Ba	ppm	0.2	IC3E	Mg	ppm	10	IC3E	Cu	ppm	0.2	IC3M	Te	ppm	0.2	IC3M
Be	ppm	0.2	IC3E	K	ppm	10	IC3E	Mo	ppm	0.1	IC3M	Cd	ppm	0.1	IC3M
Ti	ppm	10	IC3E	Na	ppm	10	IC3E	Ni	ppm	2	IC3M	Rb	ppm	0.1	IC3M
Fe	ppm	100	IC3E	S	ppm	50	IC3E	Pb	ppm	0.2	IC3M	Th	ppm	0.02	IC3M
Al	ppm	10	IC3E	Zr	ppm	5	IC3E	Sb	ppm	0.1	IC3M	Y	ppm	0.05	IC3M
La	ppm	10	IC3E	Hg	ppm	0.05	IC3M	Zn	ppm	0.2	IC3M	Ce	ppm	0.5	IC3M
Sc	ppm	1	IC3E	Ag	ppm	0.01	IC3M	Sn	ppm	0.2	IC3M	Tl	ppm	0.1	IC3M

نمودار ۳



نمودار

آماده‌سازی نمونه‌های سنگ Rock Sample Preparation





۳-۳-۶- کنترل صحت و دقت آنالیزها (QA/QC)

معمولاً نتایج آزمایشگاهی قبل از پردازش مورد کنترل صحت و دقت قرار می گیرند. صحت آنالیز مربوط به میزان حساسیت و کیفیت دستگاه‌های اندازه‌گیری است که تحت کنترل و نظارت سازمان‌های استاندارد و بین‌المللی انجام می‌شود. کنترل صحت دستگاه با تجزیه نمونه‌های خالص که فاقد صفر درصد عیار هر یک از عناصر است صورت می‌گردد، در این صورت به دلیل خلوص ۱۰۰٪ عنصری نمونه‌ها، نتایج آزمایشگاهی برای هر یک از نمونه‌ها باید صفر و یا در حد صفر باشد که در این صورت به صحت اندازه‌گیری دستگاه‌ها می‌توان استناد نمود. هر آزمایشگاه گزارش ویژه‌ای در خصوص صحت دستگاه‌های خود دارد، لذا در بخش پیوست‌ها (پیوست شماره ۷)، این گزارش که مربوط به آزمایشگاه امدل است ارائه شده است.

جهت کنترل دقت نتایج که بیشتر در رابطه با کیفیت اندازه‌گیری دستگاهی است، تعدادی نمونه تکراری پس از آماده‌سازی (خردایش و نرمایش) از نمونه‌ها تهیه و تحت دو شماره مورد تجزیه قرار گرفته و پس از دریافت نتایج مورد محاسبه و تعیین درصد خطای اندازه‌گیری یا دقت آزمایشگاهی قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از این ارزیابی در زیر آمده است.

۳-۳-۱- 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 ۱:۲۵,۰۰۰ تا ۱:۵۰,۰۰۰ 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 این پروژه مجموعاً ۲۵ نمونه به صورت تکراری و کاملاً تصادفی از مجموع نمونه‌ها انتخاب گردید (جدول شماره ۷). 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. همانند عنصر Bi که با دارا بودن ۱۸٪ داده‌های سنسورد خطایی در حد ۷۶٪ از خود نشان داده است.

راه عملی بررسی خطای این‌گونه عناصر استفاده از نمونه‌هایی است که عیار عنصر در آنها ده یا پانزده برابر حد تشخیص دستگاهی باشد. در کنترل دقت آنالیز نمونه‌ها حساسیت بر روی 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

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

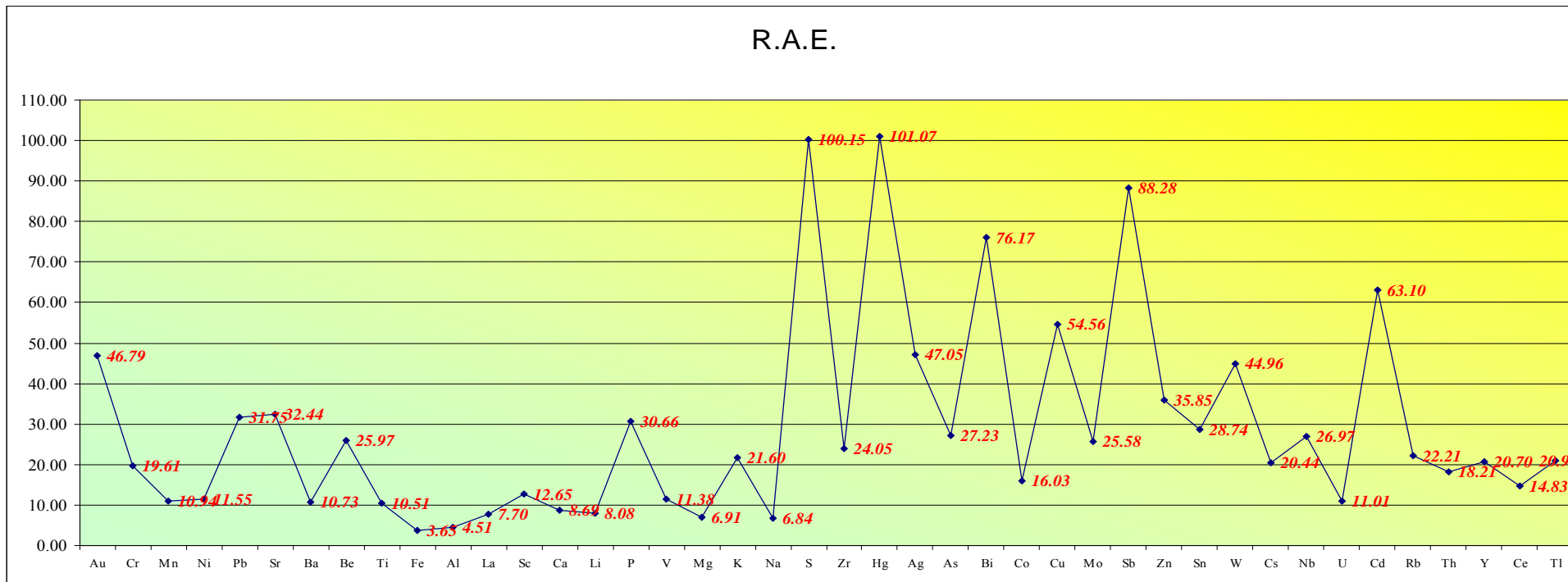
٪ استفاده می‌شود.

در این فرمول (Relative Analytical Error) R.A.E. برابر با خطای نسبی، n تعداد نمونه‌ها و X_1 و X_2 مقادیر نمونه‌های اصلی و تکراری می‌باشد. بر این اساس کمترین خطا مربوط به عناصر Fe, Al, La, Ca, Li, Mg, Na با حد زیر ۱۰٪ و بیشترین خطا مربوط به عنصر Hg به مقدار ۱۰۱٪ است، که به دلیل بالابودن مقادیر سنسورد می‌باشد. در مورد عناصر Be, Mo میزان خطای آنالیز بین ۲۰ تا ۲۵ درصد می‌باشد.

جهت مشاهده تمامی خطاها و مقایسه آنها نمودار خطی (Line chart)، مقادیر خطا در قالب شکل شماره ۳ است. اگر میزان ۲۵ درصد را خطای مجاز در نظر بگیریم عناصر Au, Pb, Zn, Cu, Ag دارای خطایی بیش از حد مجاز هستند. بنابراین در پردازش این عناصر باید محتاطانه برخورد کرد.

جدول ۷- جدول نمونه‌های تکراری

Row	New	Old
1	9	86-PI-111G
2	15	86-PI-112G
3	19	86-PI-140G
4	3	86-PI-145G
5	7	86-PI-146G
6	11	86-PI-151G
7	16	86-PI-16G
8	14	86-PI-17G
9	5	86-PI-191G
10	4	86-PI-192G
11	1	86-PI-205G
12	22	86-PI-247G
13	23	86-PI-253G
14	21	86-PI-28G
15	25	86-PI-29G
16	24	86-PI-31G
17	17	86-PI-4G
18	2	86-PI-54G
19	6	86-PI-5G
20	8	86-PI-64G
21	10	86-PI-66G
22	18	86-PI-68G
23	13	86-PI-69G
24	12	86-PI-70G
25	20	86-PI-99G



شکل ۳- نمودار کنترلی خطای آنالیز

فصل چہارم

پردازش، تجزیہ و تحلیل داده ہا

فصل چهارم - پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱- پیشگفتار

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 و چندمتغیره شامل Correlation matrix، همبستگی خطی Linear correlation، آنالیز خوشه‌ای Cluster analysis و محاسبات چند عاملی Factor analysis نیز انجام شده که در فصول مربوطه توضیحات لازم ارائه می‌گردند.

۴-۲- 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 موردنظر که عیار آنها در زیرشان آورده شده، نوشته می‌شوند. این فایل به صورت xls ذخیره و توسط SPSS پردازش می‌شود.

۴-۳- روش آنالیز نمونه‌های ژئوشیمیایی و حد حساسیت دستگاه‌ها

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 شد 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 دستگاه‌های ما و به عبارت دیگر حساسیت 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 می‌شود. لازم به ذکر است این‌گونه مقادیر در داده‌پردازی معنی‌دار نیستند و می‌بایستی به طرق مختلف جایگزین گردد که این روش‌ها عبارتند از:

أ- روش بیشترین درست‌نمایی کوهن (Cohen Maximum Likelihood)

ب- نصف مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچکتر و $1/5$ برابر برای داده‌های با نماد بزرگتر

ج- $3/4$ مقدار سنسورد برای داده‌های با نماد کوچکتر و $4/3$ برای داده‌های با نماد بزرگتر (روش ترسیمی)

در این پروژه از روش سوم برای جایگزینی داده‌ها استفاده شده است. عناصری که بیش از ۷۵٪ داده‌هایشان سنسورد بوده (B, Te) به ترتیب ۷۸٪ و ۱۰۰٪، از پردازش حذف و عناصر دیگر مانند طلا که ۱۹/۴۳٪ داده‌ها سنسورد شده، با مقادیر محاسبه شده ($3/4$ حد حساسیت) جایگزین شدند (جدول شماره ۸).

جدول ۸- عناصر سنسورد شده و مقادیر جایگزین متغیرهای حذفی

Elements	Au	S	Hg	Ag	Bi	Cd	B	Te
Total Sample	192	192	192	192	192	192	192	192
No. of censored data	34	9	101	5	33	26	175	137
Percent of censored data	19.43	5.14	57.71	2.86	18.86	14.86	100.00	78.29
Detection Limit (ppm)	1(ppb)	50	0.05	0.01	0.1	0.1	0.5	0.2
Replacement data	0.75	37.5	0.0375	0.0075	0.075	0.075	--	--

۴-۴- مطالعات آماری تک متغیره

۴-۴-۱- پیشگفتار

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 می‌گیرد و خود به خود این امر در حیطه علمی که با مقادیر عددی فراوان و طیف وسیع سروکار دارد، ملموس‌تر و گسترده‌تر است. در علوم اکتشافی و به خصوص اکتشافات ژئوشیمیایی که برپایه داده‌های عددی حاصل از تجزیه شیمیایی نمونه‌ها استوار است، این امر اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. اولین گام در این بررسی‌ها، مطالعات آماری تک متغیره بوده و شرط اساسی در این حالت عدم وابستگی متغیره‌ها با یکدیگر می‌باشد، به این معنی که هر متغیر بطور جداگانه و مستقل تغییر می‌کند؛ اما باید توجه نمود که این امر امکان‌پذیر نیست. در صورتی که ارتباط متغیره‌ها مدنظر باشد مبحث مطالعات آماری چند متغیره پیش می‌آید که بعداً تشریح خواهد شد.

۴-۴-۲- محاسبات آماری داده‌های خام

مهم‌ترین گام در پردازش داده‌ها، بدست آوردن پارامترهای آماری و نحوه توزیع آنهاست، و این اولین گزینه‌ای است که به عنوان مهم‌ترین و جامع‌ترین اطلاعات آماری فراروی داده‌پردازان قرار می‌گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده‌ها را در حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه‌ها و تشابه یا تمایز آنرا با یک توزیع نرمال به نمایش می‌گذارد. بنابراین جدول پارامترهای آماری داده‌های خام برای ۱۷۴ نمونه ترسیم شد (جدول شماره ۹). پارامترهای چولگی و کشیدگی به ترتیب میزان تقارن حول میانگین و تیزی منحنی توزیع را نشان می‌دهند، این پارامترها در صورت نزدیک شدن به مقادیر صفر برای چولگی و ۳ برای کشیدگی حاکی از نزدیکی توزیع داده‌ها به توزیع نرمال می‌باشد. با توجه به مقادیر محاسبه شده در جدول زیر عناصری که کشیدگی و چولگی آنها مابین مقادیر ذکر شده قرار بگیرد مانند نیکل و کرم دارای توزیع نرمال، و داده‌هایی مانند باریم، طلا و سرب که دارای توزیع نرمال نبوده، با استفاده از تبدیل داده‌ها سعی می‌شود که جامعه داده‌ها را تا حدودی به جامعه نرمال یا لاگ نرمال نزدیک کرد. همچنین اگر مبنای تغییرات را انحراف معیار در نظر بگیریم بیشترین انحراف معیار را به ترتیب عناصر Ca, Mg, Al, Fe, K, Na, S, Ti دارند. در بررسی اولیه پارامترهای آماری هیچگونه عیار جالب توجهی در عناصر Cu, Sn, Au و Mo دیده نشده است. میزان حداکثر عیار

عناصر Ag, S, Zn, Pb و Ba تا حدودی قابل توجه بوده که در این بین عناصر Ba, Pb, هر کدام ۳ نمونه، Ag، ۲ نمونه، Zn ۵ نمونه و S، ۱۶ نمونه عیار بالایی را دارند.

جدول ۹- مقادیر پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics	Au	Cr	Mn	Ni	Pb	Sr	Ba	Be	Ti	Fe	Al	La	
N	Valid	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mean	2.18	48.32	535	29.17	32.25	257.7	258.7	0.76	2787.09	24130.86	41594.29	16.98	
Median	2	47	518	30	22.1	262	229	0.8	2690	24000	42100	16	
Mode	2	34	508(a)	30	22(a)	271(a)	231	1	2480(a)	20800(a)	38700(a)	16	
Std. Deviation	1.681	15.1	150.4	7.349	73.95	81.59	252.5	0.278	768.945	5723.732	10273.651	4.592	
Variance	2.824	228	22624	54.01	5469	6656	63734	0.077	591275.941	32761111.33	105547898.2	21.08	
Skewness	4.151	0.336	1.488	-0.088	9.02	5.58	8.519	0.528	1.946	2.287	0.424	0.443	
Kurtosis	28	-0.526	4.021	-0.558	84.05	56.15	82.53	0.49	8.221	10.88	0.942	0.698	
Minimum	0.75	15	280	12	11	86	98	0.2	1260	11200	19900	8	
Maximum	16	90	1220	47	787	1070	2950	1.7	6990	58400	77200	32	
Percentiles	25	1	36	429	24	18.5	223	189	0.6	2340	20800	34500	14
	50	2	47	518	30	22.1	262	229	0.8	2690	24000	42100	16
	75	3	60	610	35	26.2	291	266	0.9	3100	26300	46800	20

Statistics	Sc	Ca	Li	P	V	Mg	K	Na	S	Zr	Hg	Ag	
N	Valid	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mean	6.9	1E+05	18.32	411	64.05	35837	10950	8886	568.67	52.56	0.07	0.2	
Median	7	1E+05	17.5	406	63	32300	11600	9080	200	53	0.04	0.18	
Mode	7	1E+05	17(a)	255(a)	65	21600(a)	12400	10900(a)	150	48(a)	0	0	
Std. Deviation	1.637	34213	6.316	110.2	19.39	16339	3262	2656	1480.657	13.312	0.049	0.154	
Variance	2.679	1E+09	39.89	12145	376	3E+08	1E+07	7E+06	2192345.39	177.202	0.002	0.024	
Skewness	0.143	-0.279	1.248	0.708	3.133	0.594	0.181	-0.181	4.599	0.246	1.991	4.063	
Kurtosis	0.282	-0.112	3.528	1.266	17.17	-0.25	0.157	-0.732	21.623	-0.361	4.39	26.3	
Minimum	3	22200	6.1	198	34	5270	4200	2160	37.5	24	0.038	0.008	
Maximum	12	189000	47.9	877	189	85700	22200	14300	9860	92	0.31	1.42	
Percentiles	25	6	89900	14.1	335	54	23600	8740	6820	140	43	0.04	0.13
	50	7	1E+05	17.5	406	63	32300	11600	9080	200	53	0.04	0.18
	75	8	1E+05	21.7	473	69	45200	13000	11000	290	61	0.09	0.24

ادامه جدول شماره ۹- مقادیر پارامترهای آماری داده‌های خام

Statistics		As	Bi	Co	Cu	Mo	Sb	Zn	Sn	W	Cs	Nb
N	Valid	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		11.62	0.36	8.74	15.56	1.97	1.1	41.78	1.51	0.89	3.06	6.32
Median		11	0.3	8.7	16.1	1.5	1	29.9	1.3	0.8	2.8	6.2
Mode		7(a)	0	6	16(a)	1	1	19(a)	1	1	3	6
Std. Deviation		5.862	0.291	2.673	4.53	1.409	0.438	102.8	0.707	0.364	1.429	1.728
Variance		34.37	0.085	7.143	20.52	1.986	0.192	10560	0.5	0.132	2.041	2.986
Skewness		2.238	1.049	0.785	0.123	1.68	2.26	12.56	2.122	1.628	2.885	1.196
Kurtosis		9.571	0.228	1.19	-0.329	3.418	8.705	163	6.358	4.118	12.229	2.402
Minimum		1.3	0.075	3.8	4.6	0.2	0.4	5.9	0.4	0.3	1.1	3.3
Maximum		48	1.2	18.7	27	8.1	3.7	1370	5.1	2.6	12	13.4
Percentiles	25	8.1	0.1	6.7	12	1	0.8	23	1.1	0.6	2.3	5.2
	50	11	0.3	8.7	16.1	1.5	1	29.9	1.3	0.8	2.8	6.2
	75	13.7	0.5	10.4	18.6	2.8	1.3	39.8	1.7	1	3.4	7.1

Statistics		U	Cd	Rb	Th	Y	Ce	Tl
N	Valid	175	175	175	175	175	175	175
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		2.27	0.3	39.39	5.38	10.31	38.63	0.36
Median		2.12	0.2	35	5.31	10.5	37.3	0.3
Mode		2(a)	0	23(a)	5(a)	11	36	0
Std. Deviation		0.88	0.468	17.55	1.633	2.241	10.72	0.155
Variance		0.775	0.219	307.9	2.667	5.023	114.8	0.024
Skewness		6.577	10.03	2.084	0.849	-0.206	1.246	1.788
Kurtosis		62.24	119.1	5.743	2.135	-0.259	2.912	5.026
Minimum		1.19	0.075	15.2	2.39	4.3	18.7	0.1
Maximum		11.2	5.9	120	12.3	15.7	80.7	1.1
Percentiles	25	1.82	0.1	29.5	4.3	8.97	32.3	0.3
	50	2.12	0.2	35	5.31	10.5	37.3	0.3
	75	2.46	0.4	45.7	6.26	11.8	43.2	0.4

۴-۴-۳- رسم هیستوگرام داده‌های خام

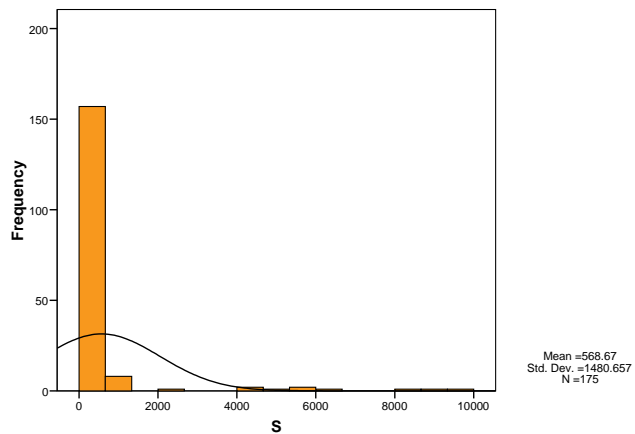
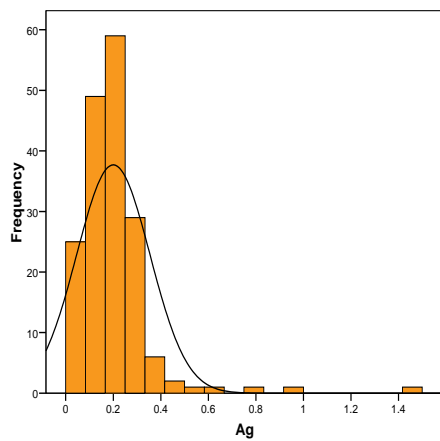
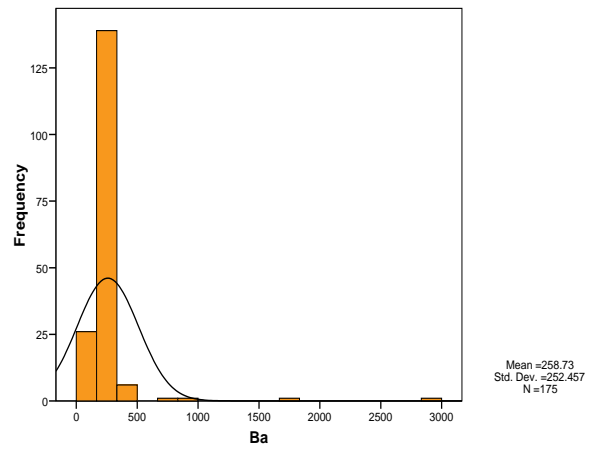
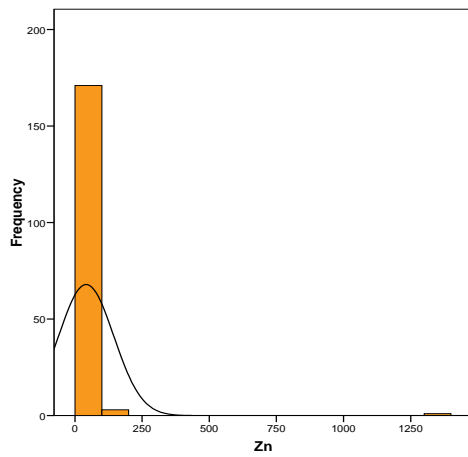
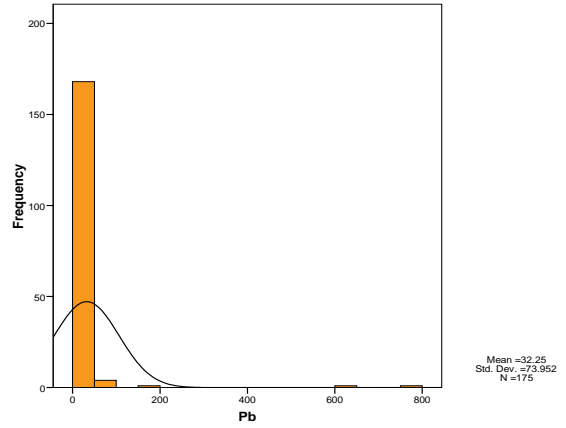
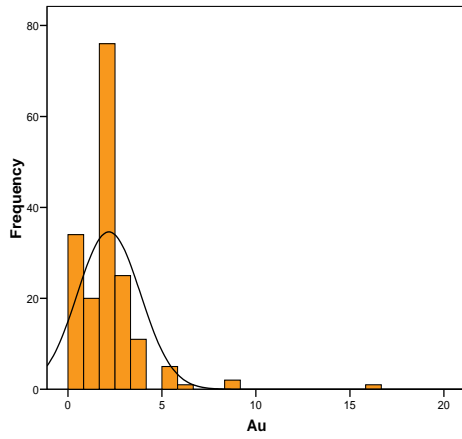
جهت مشخص نمودن تابع توزیع مربوط به یک عنصر می‌توان از هیستوگرام استفاده نمود. در محور افقی هر هیستوگرام تعداد کلاس‌ها منظور شده و در محور عمودی تعداد نمونه‌های موجود در هر کلاس مشخص شده است. در این چارت می‌توان موارد زیر را تعیین نمود:

- موقعیت (Location): این ویژگی که با محاسبه میانگین حسابی جامعه و میانگین هندسی جامعه، میانه و عیار مد محاسبه می‌شود، قادر است موقعیت هر نمونه را در کلاس مربوطه نشان دهد.
- پراکندگی (Dispersion): این ویژگی معرف پراکندگی نمونه‌ها در کلاس‌هایی است که در اطراف میانگین تغییر می‌کنند و می‌تواند به وسیله انحراف معیار و واریانس محاسبه شود.
- شکل (Shape): در این ویژگی می‌توان به فرم کلی تابع توزیع پی برد و به وسیله چولگی و کشیدگی محاسبه می‌گردد.

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.

هیستوگرام‌های فراوانی چندین عنصر در شکل شماره ۴ مشاهده می‌گردد. تابع توزیع جوامع داده‌های خام عناصر Cr, Ni و Mn به حالت نرمال نزدیک‌تر است.

با بررسی هیستوگرام‌ها و پارامترهای آماری عناصر مورد بررسی مشاهده می‌گردد که عناصر Ba, Zn, Pb و Au دارای توزیع نرمال نیستند، و تابع توزیع نوع L در جوامع عناصر Zn و Pb مشاهده می‌گردد. مقدار میانگین، میانه و مد مربوط به این عناصر در جدول پارامترهای آماری به ترتیب ۳۲، ۲۲، ۱، ۲۲ و ۲۹، ۴۱، ۲۹، ۱۹ می‌باشد و تعداد گروه‌ها در هیستوگرام جامعه Pb، ۱۶ با فاصله 50 ppm و در جامعه Zn، ۱۳ با فاصله 100 ppm می‌باشد. 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. با ملاحظه شکل توزیع فراوانی عناصر فوق می‌توان وجود جوامع آماری مختلف را مشاهده کرد. در ساده‌ترین حالت به خصوص در مورد عناصری مانند Zn, Pb و تا حدودی Ag ممکن است بصورت دو جامعه زمینه و آنومالی تلقی شود.



شکل ۴- هیستوگرام‌های توزیع فراوانی عناصر

۴-۴-۴- جدایش مقادیر خارج از رده

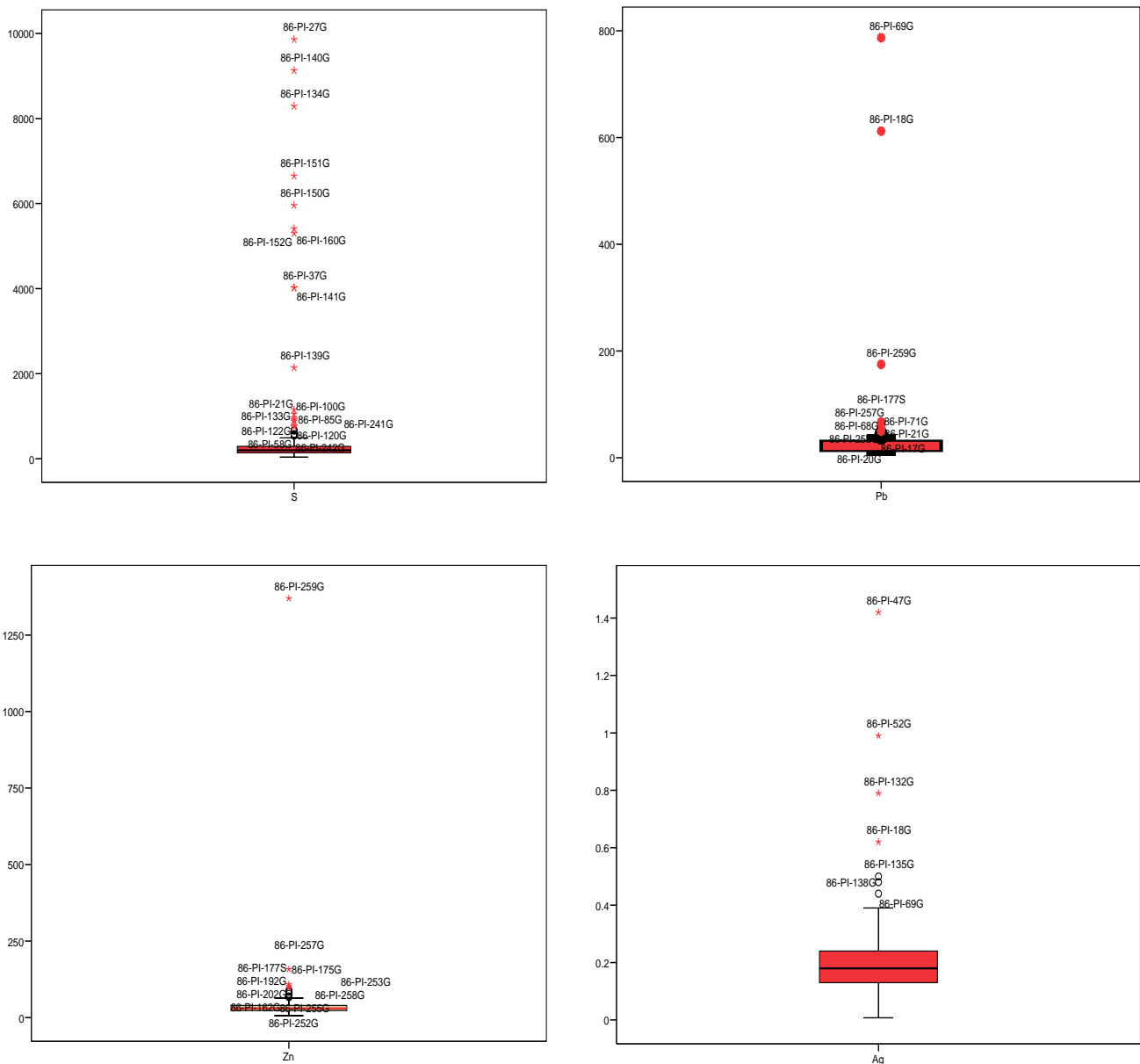
مقادیر خارج از رده به مقادیری گفته می‌شود که بنا به دلایلی که ذکر خواهد شد به نحو چشم‌گیری خارج از مقادیر داده‌ها در منتهی‌الیه مقادیر کم یا زیاد قرار داشته باشند. در این نمودارها میزان حداقل، 25%، میانه، 75% و حداکثر به نمایش گذارده شده و نمونه‌هایی نیز براساس حد بین چارکی به عنوان نمونه‌های خارج از رده (Outlier) یا فوق‌العاده (Extreme) محسوب شده‌اند (جدول شماره ۱۰). نمونه‌های خارج از رده به نمونه‌هایی اطلاق می‌شود که فرمول زیر در آنها صادق باشد:

$$\text{Outlier} = 1.5 \sim 3 (75\text{th} - 25\text{th})$$

نمونه‌هایی که مقادیر عنصری آنها بالاتر از این حد باشد به عنوان نمونه‌های فوق‌العاده نامیده می‌شوند. مقادیر خارج از رده می‌توانند مهم باشند زیرا:

- ۱- این مقادیر می‌توانند آنومالی یا ناهنجاری باشند و می‌توان آنها را به مناطقی منتسب کرد که دارای کانی‌سازی هستند.
- ۲- این مقادیر ممکن است مقادیر خارج از رده کاذب باشند که از خطای بالای نمونه‌برداری ناشی می‌شوند.

با بررسی باکس پلات‌ها (شکل شماره ۵)، مشخص شده است که کشیدگی انتهایی نمودارهای عناصری همچون سرب، نقره و سولفور قابل توجه می‌باشد. این کشیدگی به سمت مقادیر مثبت است و کشیدگی به سمت مقادیر منفی دیده نمی‌شود. در باکس پلات عنصر روی، کشیدگی مثبت بیشتر تحت تأثیر یک نمونه می‌باشد، که مقدار آن نسبت به زمینه خیلی بالا بوده و تا حدودی شک‌برانگیز است، البته احتمال اینکه این نمونه خیلی نزدیک به مناطق کانی‌ساز یا معادن متروکه باشد زیاد است.



شکل ۵- باکس پلات جوامع عناصر سرب، روی، نقره و سولفور

جدول ۱۰- مقادیر **Outlier** در نمونه‌های ژئوشیمیایی

pb		as		sr		sb	
Sample No.	Quantity	Sample No.	Quantity	Sample No.	Quantity	Sample No.	Quantity
86-PI-98G	40.5	86-PI-43G	24.1	86-PI-134G	123	86-PI-162G	2
86-PI-87G	40.5	86-PI-16G	24.1	86-PI-132G	123	86-PI-16G	2
86-PI-16G	40.5	86-PI-99G	24.1	86-PI-160G	365	86-PI-99G	2
86-PI-71G	40.5	86-PI-252G	24.1	86-PI-37G	365	86-PI-138G	2
86-PI-177S	40.5	86-PI-44G	24.1	86-PI-27G	365	86-PI-257G	2
86-PI-257G	40.5	86-PI-259G	24.1			86-PI-18G	2
86-PI-21G	40.5	86-PI-162G	24.1			86-PI-259G	2
86-PI-162G	40.5	86-PI-58G	24.1				
86-PI-259G	40.5						
86-PI-18G	40.5						
86-PI-69G	40.5						
zn		sn		cs		u	
Sample No.	Quantity	Sample No.	Quantity	Sample No.	Quantity	Sample No.	Quantity
86-PI-252G	69	86-PI-135G	2.9	86-PI-111G	5.3	86-PI-122G	3.59
86-PI-202G	69	86-PI-123G	2.9	86-PI-30G	5.3	86PI129G	3.59
86-PI-253G	69	86-PI-30G	2.9	86-PI-31G	5.3	86-PI-138G	3.59
86-PI-192G	69	86-PI-68G	2.9	86-PI-202G	5.3	86PI126G	3.59
86-PI-175G	69	86-PI-134G	2.9	86-PI-16G	5.3		
86-PI-258G	69	86-PI-57G	2.9	86-PI-135G	5.3		
86-PI-177S	69	86-PI-66G	2.9	86-PI-17G	5.3		
86-PI-257G	69	86-PI-155G	2.9	86-PI-15G	5.3		

ادامه جدول شماره ۱۰- مقادیر Outlier در نمونه‌های ژئوشیمیایی

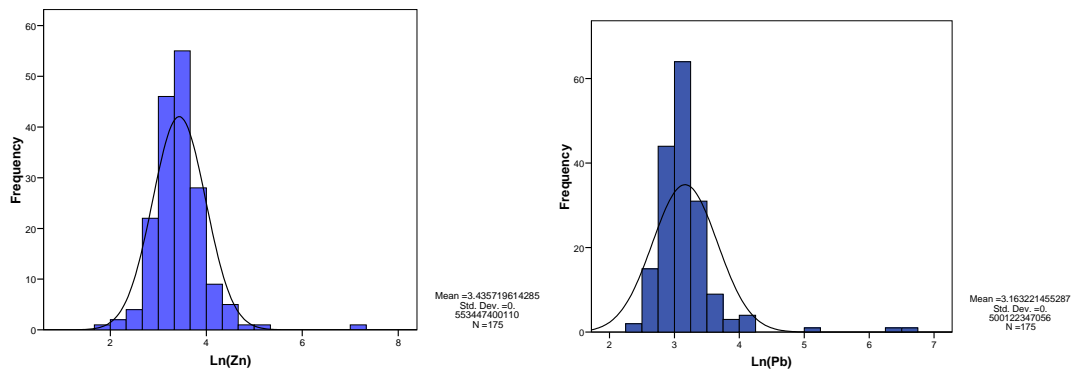
ba		fe		s	
Sample No.	Quantity	Sample No.	Quantity	Sample No.	Quantity
86-PI-202G	377	86-PI-15G	35200	86-PI-249G	490
86-PI-14G	377	86-PI-253G	35200	86-PI-242G	490
86-PI-258G	377	86-PI-254G	35200	86-PI-120G	490
86-PI-203G	377	86-PI-177S	35200	86-PI-58G	490
86-PI-20G	377	86-PI-175G	35200	86-PI-122G	490
86-PI-249G	377	86-PI-192G	35200	86-PI-85G	490
86-PI-21G	377	v		86-PI-133G	490
ag		Sample No.	Quantity	86-PI-241G	490
Sample No.	Quantity	86-PI-255G	101	86-PI-21G	490
86-PI-138G	0.48	86-PI-253G	101	86-PI-100G	490
86-PI-135G	0.48	86-PI-202G	101	86-PI-135G	490
86-PI-18G	0.48	86-PI-254G	101	86-PI-166G	490
86-PI-132G	0.48	86-PI-177S	101	86-PI-132G	490
86-PI-52G	0.48	86-PI-192G	101	86-PI-139G	490
86-PI-47G	0.48	86-PI-175G	101	86-PI-37G	490
ti				86-PI-141G	490
Sample No.	Quantity			86-PI-152G	490
86-PI-177S	4700			86-PI-160G	490
86-PI-175G	4700			86-PI-150G	490
86-PI-192G	4700			86-PI-151G	490
				86-PI-134G	490
				86-PI-140G	490
				86-PI-27G	490

۴-۵- نرمال سازی داده های خام و بررسی پارامترهای آماری داده های نرمال

اکثر محاسبات و روش های آماری نیازمند داده های نرمال شده هستند. از خصوصیات یک توزیع نرمال چنانچه گفتیم می توان به کشیدگی در حد ۳، چولگی در حد صفر، انطباق تقریبی سه آماره میانگین، میانه و مد، شکل زنگوله ای متقارن و ... اشاره کرد. در مرحله اول وضعیت داده ها از دیدگاه نرمال بودن مشخص می شود. در صورت نرمال یا لاگ نرمال بودن تقریبی داده ها حتی المقدور بررسی ها به ترتیب بر روی همان داده های خام یا لگاریتم داده ها انجام شده. در غیر این صورت برای نرمال سازی می توان از تبدیل لگاریتمی چند متغیره یا تبدیل کاکس و باکس استفاده نمود. در این پروژه ابتدا از داده های غیر نرمال لگاریتم ساده گرفته شد پس از لگاریتم گیری بعضی از داده هایی که نرمال نشدند مقادیر خارج از رده بوسیله روش باکس پلات شناسایی و این مقادیر تا جایی که نمونه ها، نرمال و یا نزدیک (بین ۱۰ تا ۱۵٪ اختلاف) به نرمال شوند، با نزدیک ترین مقدار مربوط به داده مورد نظر جایگزین شدند.

پارامترهای آماری داده های نرمال شده در جدول شماره ۱۱ ارائه شده است. همچنین هیستوگرام چند نمونه نیز بعد از نرمال سازی ترسیم و با هیستوگرام های مربوط به داده های خام در شکل شماره ۶ مشاهده می شود.

با توجه به هیستوگرام جوامع عناصر سرب و روی، جامعه داده های لگاریتمی این عناصر وضعیت نرمال تری نسبت به جامعه داده های خام نشان داده اند. بنابراین انتخاب یک جامعه نسبتاً نرمال با مشاهده هیستوگرام ها همراه با در نظر داشتن پارامترهای چولگی و کشیدگی در جدول پارامترهای آماری مقدور خواهد بود. همان طور که از جدول پارامترهای آماری مشخص است بعضی عناصر مانند طلا، کرم و بریلیوم پس از تبدیل داده ها نرمال شده اند و مقادیر کشیدگی و چولگی آنها در حد قابل قبولی می باشد.



شکل ۶- هیستوگرام داده‌های نرمال شده عناصر سرب و روی

جدول ۱۱- مقادیر پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده

Statistics		LnAu	Cr	LnMn	Ni	Pb	Sr	Ba	Be	Ti	Fe	Al
N	Valid	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
	Missing	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mean		0.59	48.32	6.25	29.17	23.4	253.42	230.03	0.76	2762.06	23815.43	41594.29
Median		0.69	47	6.25	30	22.1	262	229	0.8	2690	24000	42100
Mode		0.69	34	6.23	30	40.5	271(a)	377	0.8	2480(a)	35200	38700(a)
Std. Deviation		0.61	15.1	0.26	7.35	7.01	51.92	60.46	0.28	662.65	4489.27	10273.65
Variance		0.37	228.04	0.07	54.01	49.13	2696.09	3655.78	0.08	439	20153496	105547898.2
Skewness		0.22	0.34	0.36	-0.09	0.98	-0.45	0.32	0.53	0.67	0.37	0.42
Kurtosis		0.13	-0.53	0.67	-0.56	0.65	-0.02	0.06	0.49	0.76	0.54	0.94
Minimum		-0.29	15	5.63	12	11.4	123	98	0.2	1260	11200	19900
Maximum		2.77	90	7.11	47	40.5	365	377	1.7	4700	35200	77200
Percentiles	25	0	36	6.06	24	18.5	223	189	0.6	2340	20800	34500
	50	0.69	47	6.25	30	22.1	262	229	0.8	2690	24000	42100
	75	1.1	60	6.41	35	26.2	291	266	0.9	3100	26300	46800

ادامه جدول ۱۱- مقادیر پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده

Statistics		Sc	Ca	LnLi	LnP	V	Mg	K	Na	S	LnZr
N	Valid	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
	Missing	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mean		6.9	108642.29	2.85	5.98	62.85	35836.91	10949.71	8885.54	228.56	3.93
Median		7	109000	2.86	6.01	63	32300	11600	9080	200	3.97
Mode		7	106000	2.8	5.54	65	21600(a)	12400	10900(a)	490	3.87
Std. Deviation		1.6	34213.07	0.34	0.27	14.1	16339.28	3261.62	2656.1	129.16	0.26
Variance		2.7	1170533833.83	0.11	0.07	198.7	266972028.36	10638141.87	7054843.24	16681.28	0.07
Skewness		0.1	-0.28	-0.2	-0.2	0.58	0.59	0.18	-0.18	0.84	-0.3
Kurtosis		0.3	-0.11	0.56	0.08	0.92	-0.25	0.16	-0.73	-0.14	-0.4
Minimum		3	22200	1.81	5.29	34	5270	4200	2160	38	3.18
Maximum		12	189000	3.87	6.78	101	85700	22200	14300	490	4.52
Percentiles	25	6	89900	2.65	5.81	54	23600	8740	6820	140	3.76
	50	7	109000	2.86	6.01	63	32300	11600	9080	200	3.97
	75	8	134000	3.08	6.16	69	45200	13000	11000	290	4.11

Statistics		Ag	As	LnBi	LnCo	Cu	LnMo	Sb	Zn	Sn	LnW	Cs
N	Valid	175	174	175	175	175	175	175	175	175	175	175
	Missing	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mean		0.19	11.38	-1.37	2.12	15.56	0.45	1.07	33.01	1.46	-0.19	2.93
Median		0.18	11	-1.2	2.16	16.1	0.41	1	29.9	1.3	-0.22	2.8
Mode		0.16	24.1	-1.61	1.86	16.4(a)	0.34	1	69	1.2	-0.36	2.8
Std. Deviation		0.1	4.95	0.87	0.31	4.53	0.7	0.35	14.35	0.56	0.37	0.96
Variance		0.01	24.5	0.76	0.09	20.52	0.49	0.12	205.9	0.32	0.14	0.92
Skewness		0.69	0.95	-0.03	-0.16	0.12	-0.24	0.81	0.93	0.98	0.29	0.73
Kurtosis		0.96	1.17	-1.24	-0.02	-0.33	0.25	0.54	0.51	0.68	0.24	0.46
Minimum		0.01	1.3	-2.59	1.34	4.6	-1.61	0.4	5.9	0.4	-1.2	1.1
Maximum		0.48	28	0.18	2.93	27	2.09	2	69	2.9	0.96	5.3
Percentiles	25	0.13	8.08	-2.3	1.9	12	0	0.8	23	1.1	-0.51	2.3
	50	0.18	11	-1.2	2.16	16.1	0.41	1	29.9	1.3	-0.22	2.8
	75	0.24	13.63	-0.69	2.34	18.6	1.03	1.3	39.8	1.7	0	3.4

ادامه جدول ۱۱- مقادیر پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده

Statistics		U	LnCd	LnRb	LnTh	Y	LnCe	LnTl
N	Valid	175	175	175	175	175	175	175
	Missing	1	1	1	1	1	1	1
Mean		2.21	-1.53	3.60	1.64	10.31	3.62	-1.10
Median		2.12	-1.61	3.56	1.67	10.50	3.62	-1.20
Mode		1.74(a)	-1.61	3.12	1.53	10.50	3.58	-1.20
Std. Deviation		0.49	0.76	0.38	0.31	2.24	0.26	0.39
Variance		0.24	0.57	0.15	0.09	5.02	0.07	0.15
Skewness		0.81	0.45	0.53	-0.25	-0.21	0.10	0.29
Kurtosis		0.48	0.73	0.85	0.12	-0.26	0.80	0.38
Minimum		1.19	-2.59	2.72	0.87	4.15	2.93	-2.30
Maximum		3.59	1.77	4.79	2.51	15.70	4.39	0.10
Percentiles	25	1.82	-2.30	3.38	1.46	8.97	3.48	-1.20
	50	2.12	-1.61	3.56	1.67	10.50	3.62	-1.20
	75	2.46	-0.92	3.82	1.83	11.80	3.77	-0.92

۴-۶- محاسبه و رسم ضرایب همبستگی عناصر

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 به صورت 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 ارتباطی 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 بصورت مثبت و منفی نیز معرفی نمود. لازم به ذکر است، مقدار ضریب همبستگی می‌تواند بین $+1$ و -1 تغییر کند. به نحوی که مقدار ضریب همبستگی $+1$ مؤید همبستگی کامل و مستقیم متغیرهاست، در حالی که ضریب همبستگی -1 نشانگر همبستگی غیرمستقیم و کامل در متغیر است و ضریب همبستگی صفر، عدم ارتباط بین دو متغیر را نشان می‌دهد. بیان این نکته ضروری است که دو برابر بودن مقدار عددی ضریب همبستگی متغیرهای $X-Y$ و $X-Z$ از نظر مفهومی چنین معنایی را نمی‌رساند، بلکه نشان می‌دهد که ضریب بین $X-Y$ بزرگتر از ضریب $X-Z$ است. در کنار تعاریف فوق می‌بایستی سطح اعتماد (سطح اعتبار) نیز لحاظ شود، سطح اعتماد، معنی‌دار بودن مقادیر عددی همبستگی را نشان می‌دهد و می‌تواند با تغییر در تعداد نمونه‌ها تغییر کند. هرچه پراکندگی

نقاط در چارت پراکنش بیشتر باشد، پیوند متغیرها ضعیف‌تر است. معیار عددی این پیوند هنگامی که رابطه بین دو متغیر خطی فرض شود، ضریب همبستگی پیرسن نام دارد که با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

بنابراین چنانچه گفتیم:

r_{xy} همواره مقداری بین +۱ و -۱ دارد. ضریب همبستگی +۱ معنی همبستگی قوی مستقیم بین دو متغیر است و ضریب همبستگی -۱ به معنی همبستگی قوی معکوس بین دو متغیر است. ممکن است زوج متغیرها رابطه‌شان الزاماً خطی نباشد؛ مثلاً اگر رابطه متغیرها در چارت پراکنش به شکل منحنی دیده شود، در این حالت، r_{xy} معیار مناسبی نخواهد بود.

کاربرد ضرایب همبستگی خطی مشکلاتی را به همراه دارد که در اینجا چند تا از آنها ذکر می‌شود:

۱- 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 این که بعضی داده‌ها مانند سرب، طلا و... پس از لگاریتم ساده نرمال نشدن 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.

۲- در محاسبه ضریب همبستگی خطی (روش پیرسن)^۱ تأثیر نمونه‌های دور افتاده^۲ که ممکن است ناشی از خطای اندازه‌گیری یا حتی آنومالی باشد، بسیار زیاد است، به طوری که 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^۳ و دیگری خارج نمودن این نوع داده‌ها از گروه نمونه‌ها است که در حالت دوم می‌توان از روش‌های ترسیمی یا روش‌های آماری استفاده نمود که در این تحقیق از روش آماری استفاده شده است.

Pearson -۱

Outlier -۲

Spearman -۳

۳- یکی از فرض‌های اساسی در روش‌های آماری دو متغیره مانند ضریب همبستگی و رگرسیون^۴ استقلال جوامع آماری از یکدیگر است. در ژئوشیمی عموماً با داده‌هایی که از نظر آماری، نوعی داده‌های ترکیبی هستند، سروکار داریم. از خصوصیات این گونه داده‌ها، محاسبه متغیرها در نمونه از یک مجموع ثابت است. به عبارتی، در داده‌های ژئوشیمیایی به علت محاسبه مقدار عناصر بر حسب درصد یا ppm نوعی عدم استقلال در جوامع آماری ایجاد می‌شود که این خود در محاسبه ضریب همبستگی نمونه، ایجاد مسئله‌ای به نام مشکل مجموع ثابت می‌نماید.^۵ برای مثال، میزان SiO_2 و Al_2O_3 چون به صورت درصد گزارش می‌شود، نوعی وابستگی کاذب با هم دارند، به طوری که اگر میزان درصد SiO_2 افزایش یابد، خود به خود درصد Al_2O_3 کاهش می‌یابد.

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 به طور 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 به‌کاررفته در این روش را می‌توان در کتاب‌های مختلف آماری ژئوشیمی مشاهده کرد (رولینسون^۷، ۱۹۹۳). بطور خلاصه در این روش برای از بین بردن تأثیر مجموع ثابت و هم‌چنین همبستگی کاذب ناشی از تقسیم کردن متغیرها بر هم به جای محاسبه ضریب همبستگی بین عناصر این ضریب را بین لگاریتم نسبت‌های عناصر محاسبه می‌کنند. برای بررسی همبستگی‌های آماری بین متغیرهای مختلف، ماتریس همبستگی بین عناصر تشکیل می‌شود. 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 شماره ۸ 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.

Regression -۴

Constant Sum Problem -۵

Atchinson -۶

Rollinson -۷

۴-۷- شرح ماتریس ضرایب همبستگی

اصولاً وقتی گفته می‌شود ضریب همبستگی محاسبه شده از نظر آماری معنی دار 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. چنانچه ضریب همبستگی محاسبه شده به طور معنی داری با صفر تفاوت نداشته باشد باید فرض نمود که بین متغیرهای مورد بررسی همبستگی وجود ندارد یا این که تعداد نمونه‌های بکار برده شده برای نشان دادن این همبستگی کافی نیست سطح معنی دار بودن آماری به تعداد آزمودن‌هایی که ضریب همبستگی برای آن‌ها محاسبه شده بستگی دارد. لذا اگر تعداد نمونه‌ها به اندازه کافی باشد، همبستگی محاسبه شده هر چند کم باشد می‌تواند از نظر آماری معنی دار شود.

اندازه ضریب همبستگی تعیین‌کننده درجه همبستگی بین متغیرها است. همبستگی‌هایی که ضرایب آنها بین $0/۲-0/۳۵$ است، نشان‌دهنده همبستگی پائین بین متغیرها است (حتی اگر ضرایب مورد نظر از نظر آماری معنی دار باشد)؛ مانند ضریب همبستگی بین Pb و Bi یا Au. ضریب همبستگی $0/۲$ فقط ۴ درصد از تغییرات مشترک بین دو متغیر را تبیین می‌کند (مجذور ضریب همبستگی نشان‌دهنده تغییرات مشترک دو متغیر است). ضرایبی که در دامنه فوق قرار می‌گیرند فقط در کشف روابط بین متغیرها مفید هستند و برای تخمین یک متغیر از روی متغیر دیگر هیچگونه ارزشی ندارند.

همبستگی‌هایی که ضرایب آنها بین $0/۳۵-0/۶۵$ قرار دارند؛ مانند ضریب همبستگی بین Ti- $Cr(0.599)$, Be-S(0.367), Zn-Ba(0.431), Ag-Fe(0.381), Ag-Ti(0.399) که با ضرایب همبستگی فوق امکان تخمین موفقیت‌آمیز گروهی وجود دارد. ضریب همبستگی حدود $0/۴$ فقط می‌تواند ۲۰ درصد از تغییرات مشترک بین متغیرها را تبیین می‌کند. کاملاً واضح است که این‌گونه پیش‌بینی ما 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 $0/۳۵-0/۶۵$ قرار دارند با قبول چند درصد خطا در تخمین‌های منفرد قابل استفاده می‌باشند. در مجموعه ذکر شده وابستگی بین عناصر Zn و Ba قابل توجه است که احتمال حضور رگه‌های باریت را دارد همچنین عیار چندین نمونه مربوط به هر دو عنصر در نتایج آنالیز رسوب آبراهه‌ای بالاست.

با همبستگی‌هایی که ضرایب آن‌ها بین $0/۶۵-0/۷۵$ قرار دارند؛ مانند ضریب همبستگی بین Ni و Ba, Ti می‌توان تخمین گروهی دقیق انجام داد. با افزایش همبستگی بالا در این محدوده امکان

تخمین‌های منفرد دقیق نیز وجود دارد. ولی با توجه به مقادیر پایین Ni و Ti خیلی امیدبخش نیست. ضرایب همبستگی بالاتر از ۰/۸۵ نشان‌دهنده همبستگی بسیار نزدیک بین متغیرها است که چنین ضرایبی را در این پروژه می‌توان بین متغیرهای Ti, Al, Fe و Sc مشاهده کرد. ضریب همبستگی ۰/۸۵ می‌تواند ۷۲ درصد از تغییرات مشترک بین متغیرها را تبیین کند. اگر ضریب همبستگی در چنین حدی بدست آید می‌توان از آن برای تخمین‌های منفرد و گروهی استفاده کرد. عیار نمونه‌های عناصر مذکور نیز در حد بالایی نبوده و فقط می‌تواند مرتبط با ساختار لیتولوژیکی منطقه باشد. (پیوست شماره ۸).

۴-۷-۱- تجزیه و تحلیل فاکتوری

به‌طور 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.

هدف از به‌کارگیری این تکنیک عبارتست از:

تشخیص متغیرهای کنترل‌کننده اصلی از متغیرهای فرعی و یا به عبارت دیگر یافتن مینیمم تعداد متغیرهایی که بتوانند ماکزیمم درصد تغییرات مشاهده شده در داده‌های ژئوشیمیایی را تشریح نمایند. حداقل تعداد متغیرهای اصلی کنترل‌کننده تغییرات اصطلاحاً فاکتور نامیده می‌شوند.

تعیین سهم نسبی هر یک از متغیرها در به وجود آمدن تغییرات توزیع عناصر در اکتشافات ژئوشیمیایی فاکتورها ممکن است بیانگر آثار ترکیبی فرآیندهای ژئوشیمیایی متعددی مانند هوازدگی، توزیع ثانویه، جذب سطحی و یا حتی کانی‌سازی باشند. بنابراین فاکتور آنالیز می‌تواند به نوعی منعکس‌کننده همراهی‌های ژئوشیمیایی باشد که در خلال فرآیندهای فوق‌الذکر ایجاد می‌شوند. در حقیقت فاکتور آنالیز یک روش مبتنی بر همبستگی است و در پردازش، داده‌های ژئوشیمیایی خاصی را مشخص می‌نماید. در واقع می‌توان چنین گفت که فاکتور آنالیز یکی از بهترین روش‌ها جهت آشکارسازی روابط پنهانی بین نمونه‌ها، متغیرها و فاکتورهاست. به تجربه ثابت شده است که تجزیه و تحلیل فاکتوری تکنیک مناسبی برای کاهش داده‌ها در اکتشافات ژئوشیمیایی است به‌طوری‌که با استفاده از امتیازات فاکتوری به‌جای متغیرهای اولیه می‌توان مشاهدات صحرائی و محل تمرکز آنومالی‌ها را تفسیر نمود.

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 جزئی 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، اطراف 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 ۰/۸۹۵ برای تجزیه عاملی انجام شده وضعیت متعادل و قابل قبولی را نشان می‌دهد. همچنین عدم رد آزمون کرویت که به آزمون فرض ماتریس واحد بودن ماتریس 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 عامل‌هاست. یعنی هر متغیر ۱۰۰٪ تغییرات هر عامل را نشان می‌دهد. در ستون استخراج (Extraction) این مقادیر پس از ساختن عامل‌ها، اصلاح شده‌اند. مقادیر بالاتر از ۰/۵ برای ما اهمیت داشته که فقط یک نمونه Bi کمتر از مقدار ذکر شده بوده، ولی به علت نزدیکی زیاد به مقدار فوق ۰/۴۷ عنصر فوق نیز حذف نگردید. در جدول تعبیر واریانس کل (Total variance Explained) مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس متناظر با عوامل محاسبه شده و سپس مقادیر بزرگتر از یک استخراج و دوران داده شده‌اند (تجربه مشاور بر آن است که محاسبه مقادیر $eigen\ value > 1$ پارامتر مناسب‌تری جهت انتخاب تعداد فاکتور می‌باشد). ملاحظه می‌شود که ۸ عامل استخراج شده ۷۹/۸۸٪ واریانس نمونه‌ها را دربرمی‌گیرند. از این میان فاکتور اول با ۳۴٪ بیشترین و فاکتور هشتم با ۳/۱۵٪ کمترین مقادیر را نشان داده‌اند. مقادیر فاکتورهای اول تا سوم نزدیک به ۶۰٪ تغییرات را پوشش داده‌اند که حد مطلوبی محسوب می‌گردد.

چون در بسیاری از موارد، تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه یا حتی به تعدادی از عامل‌ها بستگی دارند، تعبیر عوامل مشکل خواهد بود. از این رو روش‌هایی به وجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک باعث تعبیر ساده‌تر عوامل شوند. این روش‌ها همان دوران عوامل هستند و به دو نوع دوران عمود و دوران مایل تقسیم می‌شوند. دوران‌های عمود استقلال عامل‌ها را از بین برده

و آن‌ها را به هم وابسته می‌کنند. در این بخش از روش Varimax برای دوران عوامل استفاده شده که دورانی متعامد بر روی ضرایب عاملی صورت می‌دهد. این روش مقادیری نسبتاً (از نظر قدر مطلق) و یا صفر به ستون‌های ماتریس ضرایب عامل‌ها اختصاص می‌دهد. در نتیجه عواملی ایجاد می‌شوند که یا شدیداً به متغیرها وابسته‌اند یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده‌تر شدن تعبیر عامل‌ها خواهد شد.

جدول ۱۲ ماتریس ضرایب عامل‌های دوران شده و چارت مؤلفه‌ها در فضای دوران را نشان می‌دهد. با استفاده از این ماتریس می‌توانیم عناصری را که در هر عامل اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند تعیین کنیم. جدول Rotated Component Matrix تمامی فاکتورها را نشان داده که در زیر به شرح مختصر شش فاکتور مهم پرداخته می‌شود:

فاکتور اول شامل عناصر La, Ce, Th, K, Cs, Ti, Al, Zr, Sc, Ba, Y, Fe, Sn, W, V, Rb, Tl, P, (-Ca), (-Mg)

این فاکتور که 35.93٪ واریانس کلی منطقه را به خود اختصاص می‌دهد، و علاوه بر آن که این مجموعه عناصری، ویژگی‌های لیتولوژی منطقه را در بردارد، مجموعه عناصر REE نیز در این فاکتور گرد آمده‌اند. هم‌چنین به نظر نمی‌رسد وجود بعضی از عناصر کانسارساز مانند Sn و Ba, W در این فاکتور با توجه به مقادیر پایین این عناصر در نمونه‌ها بیانگر خاستگاه غنی‌شدگی این عناصر در مجموعه اول باشد.

فاکتور دوم شامل عناصر Na, Sr, Ni, Mn, Cr, Li, Cu, Zn

عناصر موجود در فاکتور دوم ۱۸٪ واریانس کلی منطقه را شامل می‌گردد. همبستگی عناصر Zn, Cu در جدول همبستگی بالاست و این مجموعه می‌تواند نشانگر کانی‌سازی مس و روی در منطقه باشد ولی نتیجه‌گیری تنها با استناد به آنالیز فاکتوری عملاً غیرممکن می‌باشد، با توجه با اینکه مقادیر مس نیز امیدبخش نیست بنابراین مورد مذکور نیاز به بررسی بیشتر دارد.

فاکتور سوم شامل عناصر As, Co, (-Hg) که حضور آرسنیک و کبالت در یک مجموعه و قرارگرفتن جیوه در قطب مخالف تأمل‌برانگیز است.

فاکتور چهارم شامل Mo, U, S

فاکتور پنجم شامل Pb, Sb که این مجموعه می‌تواند به عنوان فاکتور کانی‌ساز معرفی گردد.

جدول ۱۲- نتایج آنالیز فاکتوری نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای

Communalities	Initial	Extraction
LnAu	1	0.69
Cr	1	0.77
LnMn	1	0.84
Ni	1	0.85
Pb	1	0.78
Sr	1	0.82
Ba	1	0.69
Be	1	0.88
Ti	1	0.91
Fe	1	0.90
Al	1	0.96
La	1	0.93
Sc	1	0.93
Ca	1	0.86
LnLi	1	0.91
LnP	1	0.83
V	1	0.86
Mg	1	0.85
K	1	0.90
Na	1	0.90
S	1	0.68
LnZr	1	0.91
LnHg	1	0.58
Ag	1	0.85
As	1	0.80
LnBi	1	0.47
LnCo	1	0.81
Cu	1	0.66
LnMo	1	0.80
Sb	1	0.73
Zn	1	0.79
Sn	1	0.52
LnW	1	0.58
Cs	1	0.83
LnNb	1	0.83
U	1	0.66
LnCd	1	0.80
LnRb	1	0.92
LnTh	1	0.93
Y	1	0.82
LnCe	1	0.91
LnTl	1	0.60

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.89
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	10049.92
	df	861
	Sig.	0

ادامه جدول شماره ۱۲- نتایج آنالیز فاکتوری نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای

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	18.32	43.61	43.61	18.32	43.61	43.61	14.29	34.03	34.03
2	4.94	11.76	55.37	4.94	11.76	55.37	7.74	18.42	52.45
3	2.72	6.48	61.85	2.72	6.48	61.85	2.83	6.74	59.19
4	2.30	5.47	67.32	2.30	5.47	67.32	2.19	5.22	64.41
5	1.73	4.11	71.42	1.73	4.11	71.42	1.93	4.60	69.00
6	1.40	3.34	74.76	1.40	3.34	74.76	1.74	4.15	73.15
7	1.09	2.60	77.36	1.09	2.60	77.36	1.50	3.58	76.72
8	1.05	2.51	79.88	1.05	2.51	79.88	1.32	3.15	79.88
9	0.92	2.18	82.06						
10	0.86	2.04	84.10						
11	0.75	1.79	85.89						
12	0.66	1.57	87.46						
13	0.61	1.44	88.90						
14	0.56	1.33	90.23						
15	0.47	1.11	91.35						
16	0.42	1.00	92.34						
17	0.39	0.92	93.27						
18	0.34	0.81	94.08						
19	0.33	0.79	94.87						
20	0.28	0.67	95.54						
21	0.24	0.57	96.12						
22	0.23	0.56	96.67						
23	0.20	0.47	97.14						
24	0.17	0.41	97.56						
25	0.17	0.39	97.95						
26	0.12	0.30	98.25						
27	0.10	0.23	98.48						
28	0.09	0.22	98.70						
29	0.08	0.20	98.90						
30	0.07	0.17	99.07						
31	0.06	0.15	99.22						
32	0.06	0.13	99.35						
33	0.05	0.12	99.47						
34	0.05	0.11	99.57						
35	0.04	0.08	99.66						
36	0.03	0.07	99.73						
37	0.03	0.07	99.80						
38	0.02	0.06	99.86						
39	0.02	0.05	99.90						
40	0.02	0.04	99.95						
41	0.01	0.04	99.98						
42	0.01	0.02	100.00						

ادامه جدول شماره ۱۲- نتایج آنالیز فاکتوری نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
La	0.93							
LnCe	0.91							
LnTh	0.89							
LnNb	0.88							
Ca	-0.87							
K	0.86							
Mg	-0.85							
Cs	0.82							
Be	0.81							
Ti	0.81							
Al	0.81	0.49						
LnZr	0.80	0.42						
Sc	0.70	0.63						
Ba	0.69	0.40						
Y	0.67	0.58						
Fe	0.64	0.60						
Sn	0.64							
LnW	0.62							
V	0.61	0.58						
LnRb	0.60		0.48			-0.46		
LnTl	0.59							
LnP	0.57						-0.42	
Na		0.91						
Sr		0.79						
Ni	0.43	0.79						
LnMn		0.76						
Cr		0.74						
LnLi	0.51	0.71						
Cu		0.64	0.41					
Zn		0.57	0.57					
As			0.80					
LnHg			-0.56					
LnCo	0.45	0.50	0.52					
LnBi								
LnMo				0.86				
U				0.71				
S	0.44			0.50				
Pb					0.84			
Sb					0.73			
LnCd						0.87		
LnAu							0.79	
Ag								0.89

ادامه جدول شماره ۱۲- نتایج آنالیز فاکتوری نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای

component	Rotated Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Al	0.97							
Sc	0.94							
La	0.92							
Fe	0.90							
LnTh	0.89							
LnZr	0.89							
Ti	0.88							
Mg	-0.87							
V	0.87							
LnCe	0.86							
Y	0.84							
K	0.83							
LnLi	0.82							
Ca	-0.80							
Ba	0.80							
LnNb	0.79	0.42						
Cs	0.78							
LnP	0.76							
LnMn	0.75	-0.45						
Ni	0.73							
LnW	0.72							
LnCo	0.71							
LnRb	0.70		-0.57					
Be	0.65	0.52						
Cr	0.65	-0.54						
Cu	0.61	-0.43						
Zn	0.60	-0.52						
Sn	0.49	0.41						
Sr		-0.66	0.41					
LnTl		0.65						
Na	0.56	-0.65						
S		0.63						
LnBi		0.52						
LnCd			0.62					0.47
LnMo			0.58	0.43				
LnHg			0.55					
As				0.81				
U			0.44	0.56				
Sb				0.45	0.43			
Pb					0.82			
LnAu						0.64		
Ag							-0.58	-0.62

فصل بنجم
انتشار عناصر

فصل پنجم - انتشار عناصر

۱-۵- تعیین آنومالی‌های ژئوشیمیایی

اصولاً در جوامع آماری ژئوشیمیایی همواره دو جامعه آنومالی و غیر آنومالی قابل تشخیص است، به طوری که 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 آنومالی، داده‌های ژئوشیمیایی به دو دسته مقدار زمینه و آنومالی تقسیم می‌شوند. مرز بین این دو گروه همان حدآستانه‌ای می‌باشد و مقادیر بالای حدآستانه‌ای 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 حدآستانه‌ای 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 حدآستانه‌ای برابر مقدار میانگین به اضافه انحراف معیار در نظر گرفته شده است. برای تمایز بین آنومالی‌های ممکن و آنومالی‌های قطعی، از حدآستانه‌ای به اضافه انحراف معیار هر متغیر استفاده می‌شود. بدین ترتیب برای هر متغیر پنج گروه کاملاً متمایز مشخص می‌گردد که به صورت زیر می‌باشد:

۱-	\bar{X}	مقادیر زمینه	
۲-	$\bar{X} + S$	مقادیر حد آستانه‌ای	
۳-	$\bar{X} + 2S$	مقادیر آنومالی ممکن	
۴-	$\bar{X} + 2S <$	مقادیر آنومالی احتمالی	$< \bar{X} + 3S$
۵-	$\bar{X} + 3S <$	مقادیر آنومالی قطعی	

بر طبق تجزیه و تحلیل آماری در یک توزیع نرمال $2/14$ درصد از داده‌های یک سری 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 $10,000$ 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 مقادیر فوق‌الذکر نرمال بودن تابع توزیع عناصر می‌باشد که در اینجا از داده‌هایی که با استفاده از تکنیک لگاریتم ساده نرمال و در صورت لزوم از روش جایگزینی داده‌های دورافتاده استفاده شد. برای اثبات نرمال شدن داده‌ها از هیستوگرام‌ها و پارامترهای آماری مربوط به تک‌تک عناصر استفاده گردید.

۲-۵- ترسیم نقشه‌های آنومالی حاصل از روش حدآستانه‌ای به اضافه مقادیری از انحراف معیار

برای نشان دادن نتایج حاصل از روش حدآستانه‌ای که برای جدایش جوامع آنومال و غیرآنومال در جامعه کلی نمونه‌ها به‌کار برده شد و مقایسه این نتایج با یکدیگر برای رسیدن به امیدبخش‌ترین نواحی برای انجام کارهای تکمیلی و حفاری در مقیاس کوچک، اقدام به ترسیم نقشه کنتوری برای هر یک از متغیرهای ژئوشیمیایی مورد بررسی گردید.

تخمین داده‌ها با استفاده از روش عکس مجذور فاصله (Inverse Distance to a Power) و کریجینگ در نرم‌افزار Surfer8 انجام شده است. روش ID یک روش وزن‌دهی در سیستم درونیابی (Interpolation) است که وزن براساس فاصله نقاط حاوی داده از مرکز نقطه تخمین‌زده شده، محاسبه می‌شود و بر مبنای $1/d^2$ در نظر گرفته خواهد شد. این روش تخمین با توجه به شناخت سایر روش‌ها و اولویت نسبی آن در نظر گرفته شده است. در این پروژه شعاع جستجو پس از بررسی‌های متعدد در برخی از عناصر 700 و در تعدادی 1200 متر انتخاب شد.

نقشه‌های آنومالی حاصل از روش حدآستانه‌ای به اضافه مقادیری از انحراف معیار برای عناصر Pb, Zn, S, Ag و Ba ترسیم شد که در بخش پیوست آورده شده است. لازم به ذکر است که این نقشه‌ها دربرگیرنده نمونه‌های حدآستانه‌ای، آنومالی ممکن، آنومالی احتمالی و آنومالی‌های قطعی می‌باشند.

۳-۵- انتشار عناصر در محدوده‌های اکتشافی

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

۳-۵-۱- بررسی آنومالی‌های عناصر سرب و روی

حداقل و حداکثر عیار سرب در نمونه‌های رسوب آبراه‌های 11ppm تا 787ppm با عیار میانگین 32.25ppm می‌باشد. با توجه به این که مقادیر بالای 100ppm در نمونه‌های رسوب آبراه‌ای می‌تواند امیدبخش تلقی شوند، لذا ۳ نمونه این شرط را دارا بودند (پیوست شماره ۱۰-۸). با توجه به نقشه آنومالی‌های سرب نتایج زیر حاصل می‌گردد:

- ۳ حوضه آنومالی درجه II و ۲ حوضه آنومالی درجه III در محدوده دیده می‌شود.
- آنومالی‌های سرب به صورت پراکنده در شمال، مرکز و جنوب محدوده دیده می‌شوند، وسعت آنومالی‌های درجه II نیز به ترتیب ۳، ۸ و ۱۵ هکتار است، که دارای منطقه‌بندی نیز می‌باشند.
- گسترده‌ترین آنومالی مربوط به بخش شمالی منطقه با ۱/۵ کیلومتر مربع قابل توجه است.
- بیشتر آنومالی‌ها در ارتباط با نمونه‌های رسوب آبراه‌های 86-PI-69-G, 86-PI-18-G, 86-PI-259-G, 86-PI-162-G, 86-PI-21-G, 86-PI-257-G, 86-PI-177-G, 86-PI-71-G, 86-PI-16-G, 86-PI-87-G, 86-PI-98-G, 86-PI-68-G می‌باشند. از نمونه‌های کانی‌سنگین نیز می‌توان به 86-PI-20-H, 86-PI-68-H, 86-PI-87-H, 86-PI-86-H, 86-PI-99-H, 86-PI-101-H اشاره کرد که بیشتر شامل کانی‌های باریت، پیریت، کانی‌های اکسید آهن و همچنین کانی‌های سرب و روی که در نمونه 86-PI-87 سرب طبیعی نیز مشاهده می‌گردد.

حداقل و حداکثر عیار روی در نمونه‌های رسوب آبراه‌ای از 6ppm تا 1370ppm و میانگین آن 41ppm می‌باشد. با توجه به اینکه عیار روی در رسوبات آبراه‌ای از میزان 300ppm به بالا می‌تواند امیدبخش تلقی گردد، لذا به نظر می‌رسد آنومالی این عنصر تنها در نمونه 86-PI-86-G، حاوی ارزش بالایی می‌باشد (پیوست شماره ۱۰-۹).

آنومالی عنصر روی در جنوب غرب محدوده مرتبط با معادن متروکه اوشک به صورت یک آنومالی درجه II متأثر از نمونه‌های 86-PI-259-G, 86-PI-257-G, 86-PI-253-G, 86-PI-162-G،

86-PI-167-G که سطحی حدود ۲/۴ کیلومتر مربع را در برگرفته است. رخنمون‌های سنگی این حوضه براساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰ اوشک عبارتند از واحدهای آندزیت، توف و سنگ‌آهک و دولومیت. این حوضه آنومال با آنومالی درجه II سرب هم‌پوشانی دارد. آنومالی‌های دیگری به صورت درجه III در شمال و مرکز محدوده قابل مشاهده هستند که نمونه‌های کانی‌سنگین 86-PI-245-G, 86-PI-246-G, 86-PI-247-G از این حوضه‌ها برداشت گردیده‌اند.

۵-۳-۲- بررسی آنومالی‌های عنصر نقره

میزان حداقل و حداکثر عیار نقره در نمونه‌های رسوب آبراه‌ای به ترتیب برابر با 0.02 ppm و 1.42 ppm و میانگین آن 0.2 ppm می‌باشد. با توجه به این‌که مقادیر بیش از 1 ppm نقره می‌تواند نشانی از آنومالی را در برداشته باشد، بنابراین دو نمونه 86-PI-47G, 86-PI-52-G حایز این شرط بوده که مشروط بر گستردگی، منطقه بندی و هم‌پوشانی مناسب، می‌تواند قابل توجه قرار گیرد.

آنومالی‌های این عنصر در شمال شرق (متأثر از نمونه ژئوشیمیایی 86-PI-47-G) و به‌طور تقریبی در مرکز محدوده مورد نظر (متأثر از نمونه‌های 86-PI-127-H, 86-PI-132-H) مشاهده می‌شوند. نمونه‌های کانی‌سنگین دارای مقادیری از باریت، پیریت، پیریت اکسید و کانی‌های اکسید آهن بوده که در نمونه 86-PI-132-H اثراتی از گالن، سروسیت، طلا و اسمیت‌زونیت دیده می‌شوند. سنگ‌های در برگرفته این حوضه آنومالی بر اساس نقشه ۱:۲۵,۰۰۰ اوشک را سنگ‌های دولومیت و آهک (سازند شتری) تشکیل می‌دهد (پیوست شماره ۱۰-۹).

۵-۳-۳- بررسی آنومالی‌های عنصر باریم

عیار عنصر باریم در نمونه‌های رسوب آبراه‌ای از حداقل 98.4 ppm تا حداکثر 2950 ppm و با میانگین 258.73 ppm برآورد شده است. با توجه به این‌که عیار باریم در رسوبات آبراه‌ای از میزان 1000 ppm به بالا می‌تواند امیدبخش تلقی گردد، لذا سه نمونه این شرط را دارا می‌باشند. آنومالی‌های این عنصر در شمال شرق محدوده به صورت آنومالی‌های درجه II مشاهده می‌شوند و مجموعاً سطحی حدود ۲ هکتار را در برگرفته که توسط بازه نسبتاً وسیعی از آنومالی‌های درجه II احاطه می‌شوند (پیوست شماره ۱۰-۱۰). حداکثر عیار باریم در محدوده متعلق به نمونه‌های 86-PI-249-G PI-21-G بوده که به صورت دو آنومالی منفرد نزدیک به هم و کوچک دیده می‌شود. نمونه‌های کانی‌سنگین 86-PI-20-H, 86-PI-21-H از این آنومالی برداشت گردیده که دارای شواهدی از باریت (بیشترین مقدار باریت مربوط به نمونه 86-PI-21-G با مقدار 207 ppm

می‌باشد)، کانی‌های اکسید آهن، سروسیت، گالن، مالاکیت، اسفالریت، اسمیت زونیت و کالکوسیت می‌باشد. همچنین برونزدهای این حوضه بر اساس نقشه ۱:۲۵,۰۰۰ عبارت است از واحد جمال (سنگ آهک، دولومیت)، سرخ‌شیل، واحد شتری (دولومیت، سنگ آهک)؛ این حوضه آنومال با آنومالی‌های عنصر Pb هم‌پوشانی دارد.

آنومالی‌های درجه III دیگر در غرب، مرکز و جنوب محدوده دیده می‌شوند که متأثر از نمونه‌های 86-PI-38-G, 86-PI-201-G, 86-PI-111-G, 86-PI-162-G, 86-PI-164-G, 86-PI-165-G می‌باشند. آنومالی جنوب محدوده با آنومالی درجه دوم سرب و روی هم‌پوشانی دارد، از این آنومالی نمونه‌های کانی‌سنگین 86-PI-177-H, 86-PI-253-H, 86-PI-255-H برداشت شده که حاوی باریت، پیریت، گالن، سروسیت، ماسیکوت، میمتیت، وولفینیت و کاسیتیریت می‌باشند.

لیتولوژی حوضه‌های آنومال شامل آندزیت، توف، دولومیت، سنگ آهک، شیل و ماسه سنگ است.

۴-۳-۵- بررسی آنومالی‌های عنصر گوگرد

عیار حداقل و حداکثر عنصر گوگرد در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای از حداقل 38 ppm تا حداکثر 9860 ppm با عیار میانگین 568 ppm می‌باشد. با توجه به این که عیار گوگرد در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای از میزان 1000 ppm به بالا می‌تواند امیدوارکننده تلقی گردند، لذا ۱۲ نمونه از نمونه‌ها این شرط را دارا می‌باشند.

آنومالی این عنصر به صورت درجه II در جنوب محدوده متأثر از نمونه‌های 86-PI-140-G, 86-PI-150-G و همچنین چندین آنومالی درجه III به طور پراکنده در شمال (منتهی‌الیه شمال شرق محدوده) و مرکز محدوده به چشم می‌خورد (پیوست شماره ۱۰-۱۱). نمونه‌های کانی‌سنگین مرتبط نیز بیشتر 86-PI-21-H, 86-PI-120-H, 86-PI-241-H هستند و سنگ‌های در برگیرنده این حوضه براساس نقشه ۱:۲۵,۰۰۰ اوشک سنگ آهک، دولومیت، شیل و ماسه سنگ می‌باشد.

۵-۴- شرح نقشه‌های چندعنصری

۵-۴-۱- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور اول

مجموعه عناصر شرکت‌کننده در این فاکتور La, Ce, Th, K, Cs, Ti, Al, Zr, Sc, Ba, Y, Fe, Sn, W, V, Rb, Tl, P, (-Ca), (-Mg) می‌باشند. نقشه آنومالی فاکتور اول با آنومالی‌های عناصر سرب، گوگرد، باریم و فاکتور پنجم هم‌پوشانی نشان داده است. آنومالی مهم این فاکتور در شمال با آنومالی‌های دیگر نیز به طور پراکنده در بخش‌های مرکزی محدوده مشاهده می‌شوند (پیوست شماره ۱۰-۱۲). مساحت تقریبی حوضه شمالی محدوده حدود ۱/۵ کیلومتر مربع بوده و لیتولوژی این بخش بر اساس نقشه ۱:۲۵,۰۰۰ اوشک در بردارنده واحدهای دولومیت، سنگ‌آهک و سرخ‌شیل می‌باشد.

نمونه‌های کانی‌سنگین 86-PI-132-H, 86-PI-133-H, 86-PI-204-H از حوضه‌های آنومال مربوط به فاکتور اول برداشت شده که دارای کانی‌های باریت، پیریت، اکسید آهن و به مقدار جزئی سروسیت و گالن می‌باشند.

۵-۴-۲- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور دوم

عناصر موجود در فاکتور دوم شامل عناصر Na, Sr, Ni, Mn, Cr, Li, Cu, Zn می‌باشند. نقشه آنومالی فاکتور دوم با آنومالی عنصر روی و فاکتور سوم هم‌پوشانی دارد. آنومالی این فاکتور در سطحی بیش از ۲ کیلومتر مربع در جنوب و بخش‌های مرکزی محدوده اوشک مشاهده می‌شود (پیوست شماره ۱۰-۱۳). سنگ‌های دربرگیرنده این حوضه براساس نقشه ۱:۲۵,۰۰۰ اوشک را طیفی از سنگ‌های آندزیت، توف، دولومیت و سنگ‌آهک تشکیل می‌دهد. از این حوضه نیز نمونه کانی‌سنگین 86-PI-253-H, 86-PI-177-H برداشت شده که شرح آن در بخش‌های قبلی آمده است.

۵-۴-۳- شرح نقشه مجموعه عناصر فاکتور پنجم

فاکتور پنجم شامل Pb, Sb که آنومالی‌های آن بیشتر در شمال و بخش‌های میانی محدوده با وسعتی حدود ۲/۵ کیلومتر مربع پراکنده‌اند (پیوست شماره ۱۰-۱۴). آنومالی این فاکتور با آنومالی‌های عناصر سرب، باریم و فاکتور اول هم‌پوشانی دارد. سنگ‌های دربرگیرنده این محدوده شامل سنگ‌آهک، دولومیت و سرخ‌شیل می‌باشد. نمونه‌های کانی‌سنگین مرتبط با حوضه‌های این فاکتور 86-PI-20-H, 86-PI-53-H بوده که شرح آنها در توضیح آنومالی‌های باریم آمده است.

فصل نهم

مطالعات گانی های سنگین

فصل ششم - مطالعات کانی‌های سنگین

۱-۶- پیشگفتار

در اکتشافات ژئوشیمیایی بسیاری مواقع آنومالی‌های ژئوشیمیایی معرفی شده در رابطه با نوعی غنی‌شدگی می‌باشند که در اثر استحصال عناصر موجود در کانی‌های سنگ‌ساز (Rock forming minerals) به وجود می‌آیند. در نتیجه چنین پدیده‌ای، برخی از این هاله‌ها در رابطه مستقیم با عوامل کانی‌سازی نبوده و در واقع نوعی آنومالی کاذب محسوب می‌شوند. جهت کنترل رابطه اینگونه آنومالی‌ها با پدیده کانی‌سازی روش‌های گوناگونی وجود دارد که می‌توان با به‌کارگیری آنها نه تنها صحت آنومالی‌های هاله‌های ثانویه را تأیید کرد بلکه ماهیت کانی‌سازی و تراکم کانی‌های کانسارساز نیز معلوم می‌شود. روش مطالعاتی کانی‌های سنگین یکی از روش‌های مطمئن دستیابی به موارد ذکر شده فوق است. در محدوده اکتشافی اوشک نمونه‌های کانی‌سنگین با هدف کنترل دقیق‌تر زون‌های آنومالی و همچنین تأیید کانی‌سازی‌های معرفی شده عناصر طراحی و برداشت شده‌اند. نتایج مطالعات کانی‌سنگین، در پیوست گزارش آورده شده است.

۲-۶- آماده‌سازی و مطالعه کانی‌های سنگین

نمونه‌های کانی‌سنگین بر اساس نمودار شماره ۶ مورد آماده‌سازی قرار گرفته و پس از مطالعه کانی‌های فلزی و غیرفلزی با استفاده از میکروسکوپ بینوکولر مقادیر مورد مطالعه با استفاده از فرمول $G = X.Y.B.d.10000/A.C.2.7$ (ف.آزم ۱۳۶۴) تبدیل به گرم‌درتن می‌شوند و در نتیجه مقادیر حاصل که به صورت نیمه‌کمی بوده در محاسبات آماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. پارامترهای به‌کار 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 سانتی‌مترمکعب

B = مقدار رسوب باقی‌مانده پس از لاوک‌شویی (panning) بر حسب سانتی‌مترمکعب

C = حجم انتخابی رسوب پس از لاوک‌شویی جهت عبور از محلول برموفرم بر حسب سانتی‌مترمکعب

$۲/۷$ = وزن مخصوص متوسط رسوبات رودخانه‌ای

A = حجم اولیه نمونه برداشت شده در صحرا بر حسب سانتی‌مترمکعب

نمودار ۶

نمودار جریان برداشت و مطالعه نمونه‌های کانی سنگین



نمونه‌برداری از بخش‌های درشت‌دانه (کنگلومرایی) رسوبات در امتداد محور اصلی بستر آبراهه و در محدوده‌های مناسب تمرکز کانی‌های سنگین و از کف چاله‌های ۲۰ الی ۴۰ Cm و با تراکم نسبی ۱۰ نمونه رسوبات آبراهه‌ای (نمونه‌های ژئوشیمیایی)



وزن نمونه با الک ۲۰ مش حدود ۵ کیلوگرم برای نمونه‌های خشک
وزن نمونه بدون الک ۱۵ تا ۲۰ کیلوگرم برای نمونه‌های خیس.



آماده‌سازی



مطالعه کانی‌شناسی هر یک از بخش‌های سه‌گانه کانی‌های مغناطیسی، نیمه‌مغناطیسی و غیرمغناطیسی با استفاده از بینوکولر میکروسکوب

و درصد دهی هر یک از کانی‌های اقتصادی و غیراقتصادی



محاسبات عیار هر یک از کانی‌ها بر حسب گرم در تن



تهیه گزارش نهایی آزمایشگاهی

همان‌گونه که ذکر شد نتایج حاصل از محاسبات گرم در تن کانی‌های سنگین نیمه‌کمی می‌باشند و با خطای نسبتاً زیادی که ناشی از مراحل مختلف چون نمونه‌برداری، لاوک‌شویی، برموفرم‌گیری، مگنتیت‌گیری و نیز مطالعه زیر بینوکولر می‌باشند، همراه است ولی با تمام خطاهای ناشی از مراحل فوق، عدم حضور برخی از کانی‌ها که در حد زمینه پایینی در محیط‌های اولیه (سنگ دربرگیرنده) مثل طلا دارند، نمی‌تواند مؤید عدم حضور کانی‌سازی مربوطه باشد، ولی حضور هر یک از آنها تأییدی بر احتمال بسیار بالای پدیده کانی‌سازی مربوطه خواهد بود. به‌طور مثال حضور کانی‌های سینابر (HgS)، رآلگار (AsS) و اریمانت (As_2O_3) هر یک تأییدی بر احتمال پدیده کانی‌سازی خود این کانی‌ها و نیز عنصر طلا است، اگر چه طلای ناتو حضور نداشته باشد. چون ممکن است احتمال حضور طلا به‌صورت میکرونی وجود داشته باشد.

۶-۳- پردازش داده‌های کانی‌های سنگین

پس از کمی‌کردن داده‌های کانی‌های سنگین (پیوست شماره ۲)، جدول پارامترهای آماری این داده‌ها جدول شماره ۱۳ تنظیم گردید. براساس اطلاعات حاصله، از میان ۶۲ نمونه کانی‌سنگین برداشت شده از این محدوده کانی‌هایی از جمله باریت، پیریت، پیریت اکسید، زیرکن، روتیل و کانی‌های گروه آهن در بیش از ۵۰٪ نمونه‌ها مشاهده شده است.

از کانی‌های بااهمیت می‌توان به وجود کانی‌های خانواده سرب مانند گالن ۳ نمونه، سروسیت ۱۴ نمونه، وولفنیت و میمتیت ۳ نمونه، ماسیکوت و سرب طبیعی ۲ نمونه، کانی‌های روی مانند اسفالریت ۸ نمونه و اسمیت‌زونیت ۱۱ نمونه اشاره کرد. از کانی‌های خانواده مس فقط کانی‌های مالاکیت و کالکوسیت را می‌توان نام برد که در نمونه 86PI-21-H دیده می‌شوند. عنصر طلا نیز در ۸ نمونه مشاهده می‌گردد، که بیشترین آن به مقدار 0.07 ppm در نمونه شماره 86PI-49-H و کمترین مقدار آن 0.03 ppm در نمونه شماره 86PI-300-H می‌باشد (نقشه پراکندگی کانی‌سنگین در پیوست شماره ۱۰-۱۷).

جهت کنترل بیشتر نتایج حاصل از مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین، از بخش سنگین نمونه‌های برموفرم گرفته شده تعداد ۲۰ نمونه انتخاب و پس از مخلوط نمودن سه قسمت کانی‌های سنگین شامل بخشی AA، AV و غیر مغناطیس NM و تبدیل به یک نمونه نمایانگر بخش سنگین، جهت تجزیه عنصری به روش ICP به آزمایشگاه ارسال گردید (پیوست شماره ۶). مقایسه نتایج کانی‌های سنگین و تجزیه‌های عنصری هر یک از نمونه‌ها تغییرات عمده‌ای را نشان نمی‌دهد، و منحصراً برخی عناصر که کانی‌های مربوطه آنها در نمونه‌های کانی‌سنگین بالا بوده است، بطور نسبی نیز بالا

می‌باشند، که در واقع رابطه مستقیم بین عیار عناصر در کانی‌های مربوطه را نشان می‌دهند، و هیچ یک از عیار عناصر، در حد اقتصادی نمی‌باشد.

نتایج داده‌های کمی کانی‌های سنگین در پیوست مشخص شده است. در مبحث شرح نقشه‌ها به چگونگی انطباق نتایج مطالعات کانی‌های سنگین و آنومالی‌های ژئوشیمی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

جدول ۱۳- مقادیر پارامترهای آماری کانی‌های سنگین

Statistics		Magnetite	Apatite	Zircon	Rutile	Barite	Pyrite	Galena	Cerussite	Malachite	Gold
N	Valid	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		57.5662	0.05827	0.80017	0.04895	6.1088	0.18558	0.27	0.07	0	0.01
Median		15.54	0	0.06084	0.02026	1.08	0.03012	0	0	0	0
Mode		15.54	0	0.028	0	.68(a)	0	0	0	0	0
Std. Deviation		159.015	0.123782	1.64044	0.073508	26.38912	0.635536	0.879	0.21	0.034	0.014
Variance		25285.77	0.015	2.691	0.005	696.386	0.404	0.773	0.044	0.001	0
Skewness		4.544	2.813	2.478	2.398	7.572	4.918	4.371	5.221	7.874	2.825
Kurtosis		21.071	8.636	5.292	5.722	58.695	24.594	20.303	32.82	62	7.77
Minimum		0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum		944.83	0.636	7.02	0.338	207.9	3.865	5	1	0	0
Percentiles	25	10.36	0	0.02808	0	0.3735	0.02008	0	0	0	0
	50	15.54	0	0.06084	0.02026	1.08	0.03012	0	0	0	0
	75	33.929	0.03339	0.5616	0.05486	2.97	0.06275	0	0	0	0
	90	58.4304	0.20199	3.84696	0.15614	9.504	0.22389	0.64	0.27	0	0.03
	95	449.2614	0.37206	5.4756	0.26122	17.325	1.34034	2.5	0.39	0	0.04

Statistics		Scheelite	Fluorite	Nativelead	Sphalerite	Smithsonite	Wulfenit	Mimetite	Maciqute	Cassiterite	Realgar
N	Valid	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.05	0.03	0.01	0.98	0.01
Median		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mode		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Std. Deviation		0.111	0.043	0.03	0.025	0.07	0.262	0.13	0.085	7.071	0.067
Variance		0.012	0.002	0.001	0.001	0.005	0.069	0.017	0.007	50.001	0.005
Skewness		5.706	5.667	5.5	3.499	3.972	5.406	4.414	7.58	7.804	5.786
Kurtosis		35.118	37.002	29.477	12.449	18.122	31.001	18.384	58.54	61.222	33.769
Minimum		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum		1	0	0	0	0	2	1	1	56	0
Percentiles	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	90	0	0.05	0	0.04	0.09	0	0	0	0	0
	95	0.24	0.08	0	0.08	0.19	0.55	0.43	0	1	0

فصل فتم

معرفی مناطق امپلیکس

فصل هفتم - معرفی مناطق امیدبخش

۱-۷- پیشگفتار

در پروژه اکتشاف سرب و روی اوشک- طبس انتخاب مناطق امیدبخش بر مبنای کلیه اطلاعات بدست آمده در طی برداشت‌های ژئوشیمیایی، بررسی نتایج آنومالی‌های عناصر، کانی‌های سنگین و جمع‌بندی آنها صورت گرفته است، این مجموعه اطلاعات شامل:

ا- مجموعه اطلاعات ژئوشیمیایی که منجر به شناخت حوضه‌های آنومال درجه دوم و بعضاً درجه سوم عناصر گردیده و از میان این آنومالی‌ها، توجه بیشتری به آنومالی‌های درجه اول عناصر Pb, Zn, Ba, فاکتور دوم، پنجم و هم‌پوشانی‌های آنها شده است (پیوست شماره ۱۰-۱۸).

ب- نتایج مطالعات کانی‌سنگین و بررسی انطباق یا عدم انطباق کانی‌های سنگین مهم از جمله باریت، کانی‌های آهن، کانی‌های مهم سولفیدی با آنومالی‌های ژئوشیمیایی متناظر آنها.

ج- وضعیت زمین‌شناسی از دیدگاه جنس، سن و ویژگی‌های تکتونیکی منطقه و ارتباط احتمالی آنها با کانی‌سازی.

بر اساس موارد فوق، سه منطقه به‌عنوان مناطق امیدبخش انتخاب شده که در نقشه پیوست شماره ۱۰-۱۸ مشخص شده است.

۲-۷- منطقه امیدبخش شماره A

منطقه امیدبخش A، با وسعت ۴/۵ کیلومترمربع در جنوب محدوده مورد مطالعه واقع شده است. انتخاب این محدوده بر اساس تلفیقی از داده‌های زمین‌شناسی و ژئوشیمی (شامل نتایج نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای و کانی‌سنگین) صورت گرفته است. در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵,۰۰۰ اوشک لیتولوژی این محدوده را سازندهای زمین‌شناسی شیشتو (شیل، ماسه سنگ، سنگ‌آهک)، شتری (سنگ‌آهک و دولومیت)، آندزیت و توف تشکیل می‌دهد. آلتراسیون غالب در منطقه دیده نشده ولی در صورت لزوم باید در مرحله کنترل آنومالی از محل‌های مشکوک به آلتراسیون، نمونه XRD گرفته شود. اگرچه در بعضی قسمت‌ها رگه‌های کلسیت، اکسید آهن و سیلیسی شده به خصوص در محل گسل‌ها مشاهده می‌گردد. آنومالی‌های عمده در این منطقه شامل آنومالی‌های درجه دوم Zn, Pb و فاکتور دوم و آنومالی‌های درجه سوم Ag, Ba می‌باشند.

در منطقه مذکور، ۷ نمونه کانی‌سنگین برداشت شده که علاوه بر وجود طلا، اسفالریت و سروسیت در بعضی از آنها، مقادیر خوبی از مگنتیت، لیمونیت، باریت، گوتیت، پیریت و پیریت‌لیمونیت مشاهده شده است.

۷-۳- منطقه امیدبخش شماره B

منطقه امیدبخش B، با وسعت ۱/۵ کیلومترمربع، در مرکز محدوده مورد مطالعه واقع شده است. آنومالی‌های ژئوشیمیایی درجه دوم عنصر Pb را به همراه آنومالی‌های درجه سوم عناصر Zn و فاکتور پنجم می‌توان در این محدوده مشاهده کرد. لیتولوژی بخش عمده‌ای از محدوده B را سرخ شیل، دولومیت و سنگ‌آهک می‌پوشاند. از این حوضه ۷ نمونه کانی‌سنگین به‌طور مستقیم و یک نمونه از حوضه پایین‌دست برداشت شده که دارای مقادیر بالایی از مگنتیت، لیمونیت، باریت، گوتیت، پیریت و پیریت‌لیمونیت هستند، بعضی از نمونه‌ها نیز حاوی گالن، سروسیت، اسمیت‌زونیت و اسفالریت می‌باشند.

۷-۴- منطقه امیدبخش شماره C

منطقه امیدبخش C با وسعت ۲ کیلومترمربع، در شمال محدوده مورد مطالعه واقع شده است. آنومالی‌های ژئوشیمیایی درجه دوم عناصر Pb, Ba و فاکتور پنجم همراه با آنومالی‌های درجه سوم عنصر Zn در این منطقه دیده شده است. لیتولوژی بخش عمده‌ای از محدوده شماره C را سرخ شیل، دولومیت، سنگ‌آهک، شیل و ماسه سنگ می‌پوشاند. از این حوضه ۸ نمونه کانی‌سنگین به‌طور مستقیم برداشت شده که دارای کانی‌های باریت، پیریت، کانی‌های اکسید آهن و پیریت‌لیمونیت هستند، یک نمونه نیز حاوی گالن، کالکوسیت، سروسیت، اسمیت‌زونیت و اسفالریت می‌باشد.

فصل هشتم

ارزیابی کیفی بر روی معادن مبروک

فصل هشتم - ارزیابی اکتشافی بر روی معادن متروکه

۸-۱ - پیشگفتار

طی دو مرحله عملیات صحرایی، محل کارهای قدیمی و تونل‌های استخراجی در محدوده اکتشافی و حوالی آن شناسایی و اقدام به نمونه‌برداری، ترسیم کروکی از مقاطع تونل‌ها و برداشت زمین‌شناسی آنها گردید. تونل‌های قدیمی در ۴ نقطه در محدوده اکتشافی بنام معادن سه درخت، اوشک ۱ و ۲ و کمر معدنک واقع هستند. در مرحله اول، معادن شماره ۱ اوشک و سه درخت مورد ارزیابی و نمونه‌برداری قرار گرفت و در مرحله کنترل آنومالی‌ها از معادن اوشک ۲ و معدنک نیز نمونه‌برداری شد. نمونه‌برداری‌ها از محل رگه‌ها و دیواره تونل‌ها انجام شده است. مشخصات و صورت تجزیه کلیه نمونه‌های برداشت شده از داخل تونل‌ها در پیوست شماره ۵ قابل مشاهده است.

۸-۲ - معادن قدیمی سه درخت

در محدوده اکتشافی در محلی با مختصات 542784E, 3655299N به ارتفاع 1660 واقع در دره سه درخت، عملیات استخراج ماده معدنی در چند تونل و سینه‌کار صورت گرفته است، که در بین مردم محلی به معادن سه درخت مشهور است. در این محل تعداد ۴ تونل در راستای شمال غرب - جنوب شرق (N20W)، و در شرقی‌ترین نقطه این محل، دو تونل در دو افق بالایی و پایینی در یک امتداد حفر شده است. لیتولوژی سنگ میزبان در این محل سنگ آهک ریفی خاکستری متعلق به سازند جمال به سن کربنیفر است. در واقع سنگ میزبان کانی‌سازی در این منطقه، سازند جمال (سنگ آهک به صورت متوسط لایه) است. تونل‌های معادن سه درخت، در بخش‌های بالایی سازند جمال واقع هستند، امتداد لایه‌بندی N60W و شیب آن ۱۵ درجه به سمت شمال غرب است. گسلی در راستای تونل دیده می‌شود که کانی‌سازی نیز در همین راستا صورت گرفته است؛ آثار بسیار کمی از ماده معدنی برداشت شده در این تونل دیده می‌شود اما بنظر می‌رسد که کانی‌سازی بصورت گالن و اسفالریت باشد. در زیر به شرح تونل‌های موجود و نمونه‌های برداشت شده از آنها پرداخته می‌شود:

۸-۲-۱- تونل شماره ۱ (Lower tunnel)

تونل شماره ۱، شرقی‌ترین تونل در محل این معادن است که در زیر تونل ۲ و در همان امتداد واقع است. امتداد تونل شمال‌غرب- جنوب‌شرق است و دهانه تونل در جنوب‌شرق و پیشروی تونل به سمت شمال‌غرب می‌باشد. در این محل تونلی با دهانه مثلثی‌شکل در ابعاد حدود ۴ مترمربع در طول حدود ۲۰ متر حفر شده است که سطح مقطع تونل به سمت داخل تونل کمتر شده و در انتهای آن به ۱/۵ مترمربع می‌رسد. گسلی در راستای تونل دیده می‌شود که کانی‌سازی نیز در همین راستا صورت گرفته است، حفر تونل نیز در همین امتداد صورت گرفته است. آثار بسیار کمی از ماده معدنی برداشت شده در این تونل دیده می‌شود اما به نظر می‌رسد که کانی‌سازی به صورت گالن و اسفالریت باشد. گسل‌های متقاطع نیز در این تونل و در جهات مختلف دیده می‌شود.

نمونه‌برداری از سنگ‌آهک دو طرف دیواره تونل و نیز از بخش حاوی کانی‌سازی احتمالی در انتهای تونل، در دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول تعداد ۳ نمونه و در مرحله کنترل آنومالی‌ها ۸ نمونه برداشت و به روش آنالیز ICP تجزیه شده‌اند. نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۴ نشان داده شده است. تصویر شماره ۶ نمایی از دهانه این تونل و محل گسل موجود را نشان می‌دهد. در تصویر شماره ۷ نیز نمایی از داخل تونل و محل نمونه‌های برداشت شده نشان داده شده است.



تصویر ۶- نمایی از تونل استخراجی شماره ۱ در محل معادن سه درخت؛ لایه بندی سنگ آهک و راستای گسل در عکس دیده می شوند.

نمونه برداری در مرحله دوم در امتداد ۴ مقطع عرضی که رگه را قطع می نماید نمونه برداری شده است. همانگونه که قبلاً اشاره گردید طول تونل حدود ۲۰ متر است، که به فواصل هر ۵ متر یک مقطع عرضی برداشت گردیده است. جهت کنترل کمر پایین و بالا و همچنین رگه کانی ساز، نمونه برداری طوری انجام شده که از بخش کمر پایین و بالا هر یک، یک نمونه و از بخش ماده معدنی نیز یک نمونه مستقل برداشت شده است (مقطع 'A-A'. پیوست شماره ۹-۱).

نمونه شماره PI-67-P جهت مطالعه مقطع صیقلی از تونل شماره ۱ برداشت شده است. در نمونه مذکور گالن و دیگر کانی های سرب مشاهده می گردد. گالن و کانی کربنات سرب (Cerussite) توسط سیلیس به عنوان گانگ احاطه شده است. علاوه بر کانی های مذکور آهن به صورت اکسید و مقدار ناچیزی اسمیت زونیت دیده شده است (پیوست شماره ۳).

با توجه به نتایج آنالیز نمونه ها، ملاحظه می گردد که عیار سرب و روی و دیگر عناصر در هیچ یک از نمونه های مربوط به سنگ دربرگیرنده (کمر پایین و بالای رگه) و همچنین خود رگه قابل توجه نمی باشد.



تصویر ۷- نمایی از داخل تونل استخراجی شماره ۱ در محل معادن سه درخت؛ محل نمونه‌های برداشت شده به همراه مقادیر سرب و روی آنها در شکل دیده می‌شوند.

جدول ۱۴- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل شماره ۱ در مرحله اول و دوم اکتشاف

ELEMENTS UNITS	محل نمونه برداری	Au ppb	Pb ppm	Zn ppm	Fe ppm	Hg ppm	Ag ppm	As ppm	Cu ppm	Mo ppm	Sb ppm
DETECTION		1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-107M	دیواره غربی متراژ ۵	2	8	14	0.25	<0.05	<0.5	2	<2	<0.5	0.2
86-PI-108M	دیواره شرقی متراژ ۵	3	10	20	0.44	<0.05	<0.5	2	2	<0.5	0.6
86-PI-109M	دیواره غربی متراژ ۱۰	2	12	12	0.53	<0.05	0.5	9	<2	<0.5	0.8
86-PI-110M	دیواره شرقی متراژ ۱۰	2	20	12	0.33	<0.05	<0.5	6	<2	<0.5	0.4
86-PI-111M	دیواره غربی متراژ ۱۵	3	11	20	0.49	<0.05	0.5	3	4	<0.5	0.8
86-PI-112M	دیواره شرقی متراژ ۱۵	1	20	138	0.47	<0.05	<0.5	2	<2	<0.5	0.4
86-PI-113M	دیواره غربی متراژ ۲۰	3	11	6	0.42	<0.05	0.5	5	2	<0.5	0.4
86-PI-114M	دیواره شرقی متراژ ۲۰	1	54	68	0.55	<0.05	0.5	6	<2	<0.5	0.6

ELEMENTS	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-10-I	1	286	543	18100	0.22	0.14	10.9	23.3	0.7	3.6
86-PI-11-I	0	37.4	61.3	1170	0.18	0.05	1	0	0	0.4
86-PI-12-I	0	322	307	6320	0.26	0.2	5.2	0	0	0.9

۸-۲-۲- تونل شماره ۲ (Upper tunnel)

تونل شماره ۲ در راستای تونل ۱، درست در افق بالایی با اختلاف ارتفاع حدود ۱۰ متر حفر شده است، طول این تونل به ۲۰ متر می‌رسد. امتداد تونل مانند تونل ۱ جنوب‌شرق- شمال‌غرب است. دهانه تونل با سطح مقطع ۳ مترمربع حفر شده و به تدریج به سمت انتهای تونل از این مقدار کم شده تا در انتهای تونل به ۱ مترمربع می‌رسد. در انتهای تونل، رگچه‌های بسیار نازک از ماده معدنی مانند گالن در سنگ آهک دیده می‌شود. در مجموع، کانی‌سازی شاخص و گسترده‌ای در این محل دیده نمی‌شود. کلسیت، گانگ اصلی ماده معدنی است. این تونل نیز مانند تونل شماره ۱ در امتداد گسل حفر شده و پیشروی در امتداد رگه انجام شده است. علاوه بر گسل اصلی موجود در داخل تونل، گسل‌های فرعی کوچکتر نیز درون تونل دیده می‌شوند که به صورت متقاطع از درون هم عبور کرده‌اند. در امتداد بعضی از این گسل‌ها، کانی‌سازی به صورت رگه‌های باریک با حداکثر ضخامت ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر دیده می‌شود. در مرحله اول اکتشاف از یکی از این رگه‌ها در دیواره غربی تونل، نمونه شماره 86-PI-13-I برداشت شده است که دارای عیار 6.98% سرب است (جدول شماره ۱۵).

همچنین از سنگ‌آهک دیواره‌های دو طرف این تونل نیز ۲ نمونه به شماره‌های 86-PI-14-I و 86-PI-15-I جهت آنالیز به روش ICP گرفته شد. ۹ نمونه از بخش انتهایی تونل و از سقف آن، یک نمونه به شماره 86-PI-16-I در طول ۱ متر جهت آنالیز به روش ICP برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول ۱۵ نشان داده شده است. علاوه بر نمونه‌های این مرحله از اکتشاف، در مرحله کنترل آنومالی‌ها در امتداد سه مقطع عرضی عمود بر امتداد تونل و به فواصل ۵ متری تعداد ۹ نمونه از دیواره‌های دو طرف و سقف تونل برداشت شده است. نمونه‌های شماره 86-PI-98-M تا 86-PI-100-M به ترتیب از دیواره غربی، سقف و دیواره شرقی تونل در متر ۲۰ یعنی انتهای تونل برداشت شد. نمونه‌های 86-PI-101-M تا 86-PI-103-M به ترتیب از دیواره غربی، سقف و دیواره شرقی تونل در متر ۱۲ و نمونه‌های 86-PI-104-M تا 86-PI-106-M نیز به ترتیب از دیواره غربی، سقف و

دیواره شرقی تونل در متر ۶ از دهانه تونل برداشت شده‌اند. نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با کانی‌سازی سرب و روی در جدول شماره ۱۶ نشان داده شده. تصویر شماره ۸ نمایی از دهانه این تونل و محل گسل مذکور را نشان می‌دهد. در تصویر شماره ۹ نیز نمایی از بخش داخلی تونل و محل نمونه‌های برداشت شده نشان داده شده است. همچنین در مقطع 'B-B'، (پیوست شماره ۹-۲) پلان طولی و عرضی مقاطع برداشت نمونه‌ها از داخل تونل‌ها همراه با صورت آنالیزها ارائه شده است. همانگونه که در جدول ۱۶ ارائه شده عیار سرب هم در دیواره و به ویژه در نمونه‌های مربوط به رگه دارای عیاری قابل توجه می‌باشد. مطالعه مقاطع صیقلی برداشت شده از این تونل به شماره‌های 86-PI-68-P, 86-PI-69-P نشان‌دهنده حضور کانی‌های سرب به صورت گالن و به حالت ثانویه سروزیت است که بیش از 25% سطح مقطع را پوشانیده است. لازم به یادآوری است که سروزیت در هر دو نمونه از دگرسانی گالن و به صورت انکلوزیون ظاهر شده است. کانی‌های کربنات روی (اسمیت‌زونیت و همی‌مورفیت) نیز در نمونه شماره 86-PI-69-P بخشی از سطح مقطع را پوشانیده‌اند (پیوست شماره ۳).



تصویر ۸- نمایی از تونل قدیمی در محل معادن سه درخت که در افق بالایی ماده معدنی حفر شده است

جدول ۱۵- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل شماره ۲ در مرحله اول اکتشاف

Components	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-13-I	6	69800	375	16500	0.15	31.3	6.5	9.4	0.5	46.3
86-PI-14-I	2	12400	84.1	4790	0.05	4.77	1.1	9.1	0	6.8
86-PI-15-I	0	1030	971	5140	0.14	0.38	0	11.4	0	0.5
86-PI-16-I	1	260	196	10500	0.05	0.14	4.4	1.5	0	1.3

جدول ۱۶- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل شماره ۲ در مرحله دوم اکتشاف

	محل نمونه برداری	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS		ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION		1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-98-M	دیواره غربی متراژ ۲۰	3	1930	392	0.94	<0.05	2.5	2	8	<0.5	3
86-PI-99-M	سقف تونل متراژ ۲۰	5	11400	114	1.23	<0.05	31	10	8	<0.5	8.2
86-PI-100-M	دیواره شرقی متراژ ۲۰	3	1300	510	0.8	<0.05	1	2	6	<0.5	5
86-PI-101-M	دیواره غربی متراژ ۱۲	2	1990	46	0.56	<0.05	1.5	5	2	<0.5	1.6
86-PI-102-M	سقف تونل متراژ ۱۲	2	2990	150	0.79	<0.05	2	3	6	<0.5	3
86-PI-103-M	دیواره شرقی متراژ ۱۲	2	279	392	1.03	<0.05	<0.5	5	6	<0.5	1.4
86-PI-104-M	دیواره غربی متراژ ۶	3	4760	98	0.88	<0.05	2	2	6	<0.5	2.4
86-PI-105-M	سقف تونل متراژ ۶	3	5890	162	0.67	<0.05	2.5	2	<2	<0.5	2.4
86-PI-106-M	دیواره شرقی متراژ ۶	1	29	14	0.89	<0.05	0.5	3	6	<0.5	1



تصویر ۹- نمایی از داخل تونل شماره ۲ در محل معادن سهدرخت و موقعیت نمونه‌های برداشت شده

۸-۲-۳- تونل شماره ۳

تونل شماره ۳ معادن سهدرخت به طول ۴ متر و عرض ۲ متر در راستای N20W و در راستای گسلی با همین امتداد حفر شده است. تصویر شماره ۱۰ نمایی از کانی‌سازی گالن در این تونل را نشان می‌دهد. کانی‌سازی در ضخامت کمتر از ۲۰ سانتی‌متر در پیکر گالن و احتمالاً اسفالریت دیده می‌شود. یک نمونه به شماره 86PI-17-I جهت آنالیز بروش ICP از این ضخامت گرفته شد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول شماره ۱۷ آورده شده است.



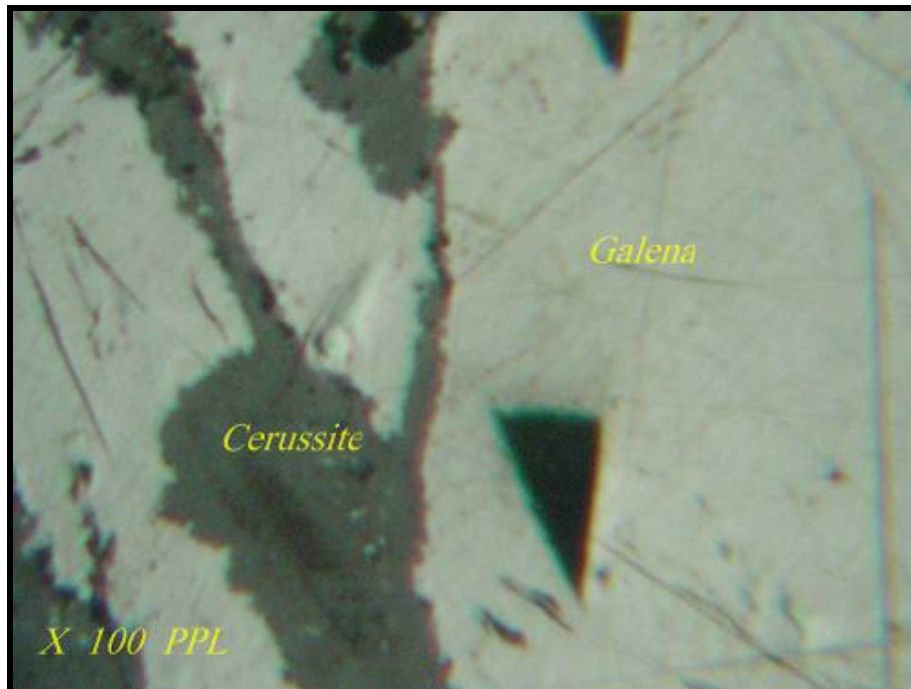
تصویر ۱۰- نمایی از کانی‌سازی گالن در تونل شماره ۳

جدول ۱۷- نتایج آنالیز نمونه برداشت شده از تونل شماره ۳

Components	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-17-I	8	49300	28300	13000	0	9.95	5.9	6.3	2.3	17.2

همچنین یک نمونه به شماره 86PI-18-P از سنگ حاوی ماده معدنی، جهت تهیه مقطع صیقلی و مطالعه آن برداشت شد. در نمونه دستی کانی گالن دیده می‌شود. حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد نمونه مزبور را گالن تشکیل داده است، کانی مذکور در حواشی و امتدادهای سطوح کلیواژ دگرسان و به آنگلیزیت و سروزیت تبدیل شده است که شدت دگرسانی در حد ۲۰ تا ۳۰ درصد است. بخشی از گانگ کوارتزی است، قابل توجه است که کانی‌های نقره که معمولاً در کانسنگ‌های سرب وجود دارد، مشاهده نمی‌شود؛ نقره در صورت وجود به صورت محلول جامد است. ضمناً در زمینه گالن قطعات کوچکی با ابعاد کمتر از ۱۰۰ میکرون که احتمالاً با مشخصات بلند مطابقت دارد. علاوه بر این هاله‌های دایره‌ای محوی در ابعاد کوچکتر از ۵۰ میکرون نیز دیده شده است که می‌تواند از کانی‌های نقره باشد، وجود قطعات پیریت نیز مورد تردید است. در تصویر شماره ۱۱ کانی‌های گالن و سروزیت در زیر میکروسکوپ نشان داده شده‌اند.

اگرچه طول این تونل محدود است ولی یک نمونه برداشت شده از رگه موجود، عیار سرب را 4.9% نشان می‌دهد.



تصویر ۱۱- نمایی از مقطع صیقلی نمونه 86-PI-18-P در زیر میکروسکوپ

۸-۲-۴- تونل شماره ۴

تونل شماره ۴ با مختصات 542784E, 3655299N به ارتفاع 1660، در غربی‌ترین نقطه محل این معادن حفر شده است. بخشی از دهانه این تونل ریزش کرده است و به همین دلیل امکان راهیابی به داخل تونل میسر نبود. ترانشه‌ای به عرض ۳ متر در طول ۴ متر درست در بالای این تونل حفر شده که آثار ماده معدنی در آن دیده نشد. امتداد تونل شمالی-جنوبی بوده و پیشروی تونل به سمت شمال می‌باشد. گسلی در محل تونل در همان امتداد و با شیب ۷۰ درجه به سمت غرب دیده می‌شود. کانی‌سازی در محل تونل به ضخامت ۱ متر مشتمل بر اکسید آهن، کلسیت، گالن و احتمالاً اسفالریت دیده می‌شود. در طول این ۱ متر، نمونه شماره 86-PI-19-I جهت آنالیز بروش ICP گرفته شد. همچنین از سنگ‌آهک دو طرف این تونل دو نمونه به شماره‌های 86-PI-20-I و 86-PI-21-I نیز جهت آنالیز بروش ICP برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول شماره ۱۸ آورده شده است. عیار سرب و روی، نقره، جیوه، آنتیموان، کادمیوم و برخی عناصر رادیواکتیو در نمونه شماره 86-PI-19-I، قابل توجه می‌باشد.

جدول ۱۸- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از تونل شماره ۴

ELEMENTS	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-19-I	4	30600	157000	11000	13.8	5.89	6	61.9	1.6	53.1
86-PI-20-I	2	894	8640	29500	0.06	0.16	8.7	15.5	1.3	7
86-PI-21-I	2	170	2260	1880	0	0	0	0.8	0.2	0.8

علاوه بر تونل‌های فوق، در چند نقطه مابین این تونل‌ها، حفره‌هایی با ابعاد مختلف حفر شده‌اند که آثاری از ماده معدنی در آنها دیده نشده. در یک نقطه به مختصات 3655344, 542703 یکی از این حفریات به طول ۳ متر و عرض ۱ متر ایجاد شده است. آثار کانی‌سازی در این محل دیده نمی‌شود و به احتمال زیاد این حفره جنبه اکتشافی داشته است.

۸-۳- معادن اوشک ۱

این معادن که به صورت دو تونل حفر شده در دو افق مختلف مشاهده می‌شوند، در جنوب‌غربی محدوده اکتشافی و خارج از مرزهای معرفی شده توسط کارفرما قرار گرفته‌اند. طی بازدیدی که از این تونل‌ها به همراه ناظر محترم طرح صورت گرفت، مقرر شد تا از این تونل‌ها نیز برداشت و نمونه‌گیری صورت گیرد.

همانگونه که عنوان شد، در محل این کارهای قدیمی، ۲ تونل در ۲ افق مختلف دیده می‌شوند که از هر دو افق نمونه‌برداری صورت گرفت. سنگ میزبان این کانی‌ها، دولومیت آهکی به رنگ خاکستری سربی در تناوب با سنگ‌آهک نخودی رنگ است. امتداد لایه‌بندی، شمالی- جنوبی و شیب آن ۷۰ درجه به سمت شرق است. مختصات محل تونل‌ها، 3647457N, 542535E و ارتفاع آن 1100 است. علاوه بر نمونه‌برداری از تونل‌ها، در دو افق در بالادست و پایین‌دست این تونل‌ها، از سنگ‌آهک میزبان کانی‌سازی به صورت پروفیل نمونه‌برداری صورت گرفت (تصویر شماره ۱۲). در تصویر شماره ۱۳ نیز موقعیت تونل‌ها نشان داده شده است. در زیر به شرح هر یک از تونل‌ها و افق‌های سنگ‌آهک پرداخته می‌شود.



تصویر ۱۲- نمایی از موقعیت تونل‌های پایینی و بالایی اوشک ۱



تصویر ۱۳- دورنمایی از موقعیت تونل‌های اوشک ۱ و افق‌های سنگ‌آهک نمونه‌برداری شده

۸-۳-۱- تونل پایینی

تونل پایینی در راستای N10W بطول ۱۵ متر حفر شده است. حفر این تونل در راستای گسلی در همین امتداد و در امتداد ماده معدنی صورت گرفته است. در این تونل (دیواره‌ها و در سقف تونل)، هیچ آثاری از ماده معدنی دیده نمی‌شود. علی‌رغم این، از سنگ‌میزبان درون تونل و همچنین از دیواره‌های دو طرف تونل نمونه‌برداری صورت گرفت تا عیار احتمالی عناصر سرب و روی در آنها بدست آید. دهانه تونل با مساحت ۲ مترمربع حفر شده و انتهای تونل نیز ریزش کرده است. تصویر شماره ۱۴، نمایی از دهانه تونل پایینی و تصویر شماره ۱۵ نیز نمایی از داخل تونل و محل نمونه‌برداری را نشان می‌دهد. تعداد ۳ نمونه به شماره‌های 86-PI-24-I تا 86-PI-26-I از دیواره‌های اطراف و از سقف تونل جهت آنالیز بروش ICP برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم در جدول شماره ۱۹ آورده شده است.



تصویر ۱۴- نمایی از دهانه تونل پایینی در محل معادن اوشک ۱

در بخش مرکزی تونل و به فاصله ۷ الی ۸ متری سه نمونه فوق به طور عمود بر روند کانی‌سازی از دیواره کمر پایین و بالای رگه برداشت شده است (پیوست شماره ۹-۳). از نمونه‌های فوق فقط نمونه مربوط به دیوار سمت شرقی (کمر بالا) دارای ۰.۶۳٪ سرب و ۰.۱۱۲٪ روی می‌باشد. این نمونه در امتداد آینه گسل دارای ذرات پراکنده کانی‌سازی، برداشت شده است و عیار بالای سرب و روی این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها در ارتباط با زون کانی‌سازی فوق‌الذکر است.



تصویر ۱۵- نمایی از داخل تونل پایینی اوشک و محل نمونه‌های برداشت شده

جدول ۱۹- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل پایینی اوشک ۱

ELEMENTS	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-24-I	0	18.1	61.5	440	0	0	0.6	1.8	0.3	0.7
86-PI-25-I	0	119	180	1580	0	0	2.7	4.5	0.4	1.5
86-PI-26-I	2	6310	1120	1830	0	1.77	10	27	0.3	10.6

۸-۳-۲- تونل بالایی

تونل بالایی در ارتفاعی در حدود ۱۰ متر بالاتر از تونل پایینی متر حفر شده است. در این محل در دهانه تونل در چند رگه در کنار هم ماده معدنی گالن و احتمالاً اسفالریت دیده می‌شود. کلسیت، گانگ اصلی کان‌سنگ بشمار می‌رود. به علت ریزش دهانه تونل امکان دسترسی به داخل تونل میسر نبود، به همین دلیل در دهانه این تونل در یک پروفیل عرضی سعی شد تا از تمامی واحدهای لیتولوژیک اعم از اینکه حاوی ماده معدنی باشند یا نباشند نمونه‌برداری به طور ممتد صورت گیرد. در این راستا تعداد ۹ نمونه از واحدهای مختلف آن برداشت شد تا عیار احتمالی عناصر سرب و روی و دیگر عناصر مهم اقتصادی بدست آید.

تلاش بر این بود تا نمونه‌برداری طوری صورت گیرد که از رگه‌های حاوی ماده معدنی نمونه‌برداری مجزا و از بخش‌هایی که به عنوان ناخالصی محسوب می‌شوند جداگانه نمونه‌برداری

شود. بدین ترتیب نمونه برداری از دیواره شمالی تا دیواره جنوبی به صورت سیستماتیک و براساس لیتولوژی سنگها صورت گرفت و تعداد ۹ نمونه به شرح جدول شماره ۲۰ برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونهها در پیوست گزارش آورده شده است. جز در یک نمونه که مقادیر سرب و روی به ترتیب ۰/۲۴ و ۳/۷ درصد است، مقادیر سرب و روی در بقیه نمونهها در حد دهم درصد است. در تصویر شماره ۱۶ نمایی از دهانه تونل بالایی اوشک و محل نمونه برداری و نیز مقادیر سرب و روی بدست آمده از آنالیز نمونهها نشان داده شده است.

در مرحله کنترل آنومالیها، از تونل بالایی اوشک ۱ تعداد ۳ نمونه کنترلی به شمارههای 86-PI-115-M تا 86-PI-117-M به ترتیب از دیواره جنوبی، سقف تونل و دیواره شمالی برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونهها در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول شماره ۲۱ آورده شده است. در این نمونهها، روی با عیار 1.3% فقط در دیواره شمالی مشاهده گردیده و بقیه نمونهها فاقد عیار قابل توجهی هستند.

همانگونه که در جداول شماره ۲۰ و ۲۱ ارائه شده است، عیار روی در این نمونه نسبت به عیار سرب افزایش چشمگیری نشان می دهند، اگرچه کانی سازی سرب و روی توأم صورت گرفته ولی فقط در این تونل مقدار عیار روی نسبت به سرب غالب است.



تصویر ۱۶- نمایی از دهانه تونل بالایی در محل معدن اوشک ۱ و موقعیت نمونههای برداشت شده

جدول ۲۰- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل بالایی اوشک ۱

ELEMENTS	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-26-I	2	6310	1120	1830	0	1.77	10	27	0.3	10.6
86-PI-27-I	0	923	1330	1960	0	0.11	9.4	22.7	0.3	7.4
86-PI-28-I	5	1570	4570	3970	0	0	24.2	117	0.7	24.3
86-PI-29-I	1	1100	4250	5850	0	0.05	29.9	152	0.4	23.5
86-PI-30-I	7	1240	5160	5520	0	0.11	55.8	196	0.6	30.7
86-PI-31-I	6	1870	1270	1530	0	0.2	35.7	120	2.1	33.2
86-PI-32-I	2	1180	3940	4240	0	0.05	59.5	214	0.8	52.1
86-PI-33-I	13	2430	37100	1710	0	0.18	233	103	1	33.6
86-PI-34-I	4	861	2620	5160	0	0.11	26.1	96.6	0.7	27

جدول ۲۱- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از تونل بالایی اوشک ۱ در مرحله کنترل آنومالی‌ها

ELEMENTS	محل نمونه برداری	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS		ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION		1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-115M	دیواره جنوبی	3	63	146	0.24	<0.05	<0.5	6	4	<0.5	0.8
86-PI-116M	سقف تونل	3	113	228	0.24	<0.05	0.5	3	6	<0.5	0.6
86-PI-117M	دیواره شمالی	8	455	13600	0.25	<0.05	0.5	38	46	<0.5	6.2

۸-۳-۳- افق سنگ آهک پایینی

در پایین دست تونل پایینی اوشک و از افق پایینی سنگ میزبان کانی سازی بصورت سیستماتیک نمونه برداری شد. این افق شامل تناوبی از سنگ آهک نخودی و دولومیت آهکی خاکستری است. هدف از عملیات نمونه برداری از دیواره تونل‌ها و سنگ میزبان کانی سازی در افق‌های مختلف، تعیین سطح فرسایش کانسار و موقعیت احتمالی ذخایر پنهان کانسار می باشد. بدین ترتیب تعداد ۱۲ نمونه به شماره‌های 86-PI-35-I تا 86-PI-47-I جهت آنالیز به روش ICP برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول شماره ۲۲ آورده شده است. تصویر شماره ۱۷ نمایی از افق سنگ آهک پایینی و موقعیت نمونه‌های برداشت شده را نشان می دهد.

عیار عناصر کانسارساز در این واحدها در حد زمینه واحدهای آهکی مشابه بوده و اثری از کانی سازی در واحدهای مذکور دیده نمی شود. نتایج آنالیز شیمیایی نشان می دهد که غنی شدگی ضعیفی در این واحدها وجود دارد.



تصویر ۱۷- نمایی از افق سنگ آهک پایینی و نمونه‌های برداشت شده

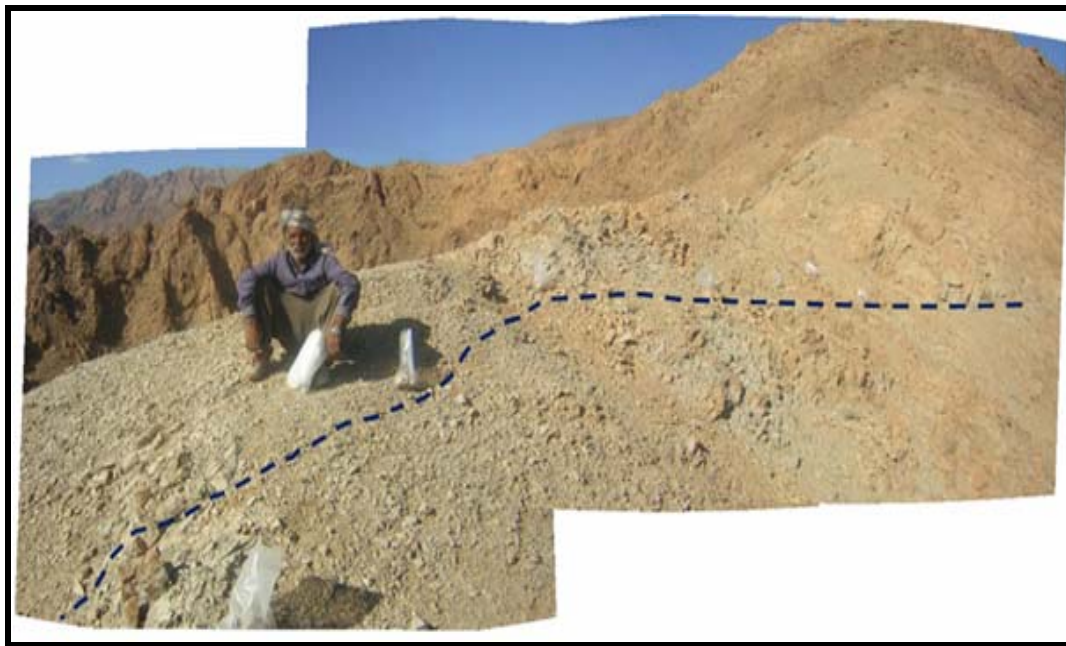
جدول ۲۲- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از افق سنگ آهک پایینی

ELEMENTS	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-35-I	0	21.1	45.3	1030	0	0	2.2	3.7	0.4	0.8
86-PI-36-I	1	7.2	27.1	1420	0	0	1.3	2.6	0.4	0.3
86-PI-37-I	3	12.5	9.2	1700	0	0	2	2.9	0.3	0.3
86-PI-39-I	2	149	108	2910	0	12.7	3	4.5	0.4	0.8
86-PI-40-I	0	7.2	26.7	1040	0	0	0.7	3.5	0.1	0.2
86-PI-41-I	1	14.2	45.4	910	0	0	1.2	4.6	0.2	0.4
86-PI-42-I	0	8.5	32.2	1050	0	0.05	1.4	3.7	0.3	0.6
86-PI-43-I	1	20.6	28.6	1510	0	0	1	6.4	0.2	0.3
86-PI-44-I	0	9.8	13	1030	0	0	0.7	2.2	0.2	0.1
86-PI-45-I	0	9.9	31.9	840	0	0	0.8	3.4	0.2	0.2
86-PI-46-I	1	19.9	55.8	860	0	0.09	0.9	4.4	0.3	0.4
86-PI-47-I	2	13.9	3.8	1280	0	0.06	2.6	3.1	0.2	1.1

از نمونه شماره 86-PI-43-G یک نمونه به شماره 86-PI-43-I جهت مطالعات مقاطع صیقلی برداشت و مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان‌دهنده حضور هیدروکسید آهن و اذخالیهای احتمالی کالکوپیریت، پیریت به اندازه ۱۵ میکرون در متن سنگ می‌باشد. حضور قطعات اکسید آهن می‌تواند در رابطه با برخی فعالیت‌های هیدروترمالی باشد (پیوست شماره ۳).

۸-۳-۴- افق سنگ آهک بالایی

در بالادست تونل بالایی اوشک و از افق بالایی سنگ‌میزبان کانی‌سازی بصورت سیستماتیک نمونه‌برداری شد. این افق نیز شامل تناوبی از سنگ‌آهک نخودی و دولومیت آهکی خاکستری است. هدف از عملیات نمونه‌برداری از دیواره تونل‌ها و سنگ‌میزبان کانی‌سازی در افق‌های مختلف، تعیین سطح فرسایش کانسار و موقعیت احتمالی ذخایر پنهان کانسار می‌باشد. بدین ترتیب تعداد ۸ نمونه به شماره‌های 86-PI-48-I تا 86-PI-55-I جهت آنالیز بروش ICP برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول شماره ۲۳ آورده شده است. تصویر شماره ۱۸ نمایی از افق سنگ آهک بالایی و موقعیت نمونه‌های برداشت شده را نشان می‌دهد.



تصویر ۱۸- نمایی از افق بالایی نمونه‌برداری از سنگ آهک و دولومیت

همانگونه که در جدول زیر آمده است، هیچ یک از نمونه‌های اخذ شده دارای عیار قابل توجهی از عناصر کانسارساز نیستند و ارقام مذکور در حدزمینه سنگ‌های مشابه می‌باشند (حدزمینه سرب در سنگ‌های آهک و دولومیت 9 ppm است). پایین بودن حد زمینه سرب در آهک‌های سازند شتری که دربرگیرنده توف‌ها می‌باشند، نشانگر عدم کانی‌سازی عناصر سرب و روی در این واحدهای سنگی است. در صورتی که سنگ‌های مذکور تغذیه‌کننده زون‌های کانی‌سازی باشند می‌بایست حد زمینه عناصر کانسارساز از حد زمینه سنگ‌های دربرگیرنده بیشتر باشد.

جدول ۲۳- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از افق سنگ آهک بالایی

ELEMENTS	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-48-I	1	2.6	15.4	600	0	0.06	0	2.3	0	0.2
86-PI-49-I	0	0	0.4	190	0	0	0	1.6	0	0
86-PI-50-I	1	19.8	64.9	1620	0	0.02	1.8	3.5	0.2	0.7
86-PI-51-I	2	0	31.1	650	0	0.18	0	3	0.1	0.3
86-PI-52-I	2	11.2	41.3	1150	0	0	1.9	2	0.1	0.2
86-PI-53-I	2	12.9	109	2790	0	0	4.2	14.7	0.3	0.9
86-PI-54-I	0	23.7	61.5	360	0	0.05	0	2.5	0	0.7
86-PI-55-I	0	2.4	22.7	1490	0	0	1.9	2.6	0.2	0.5

۸-۴- معادن اوشک ۲

با توجه به پیجویی‌های بعمل آمده در این مرحله، در بخش جنوب غربی محدوده تونل‌های قدیمی دیگری مورد بازدید قرار گرفت که از آن تحت عنوان تونل‌های اوشک ۲ نام می‌بریم. مهمترین این تونل‌ها عبارتست از یک تونل اصلی بطول حدود ۱۰۰ متر که در راستای تقریبی شرقی- غربی در مختصات 544057E, 3645507N حفر شده است.

تونل حفر شده در امتداد رگه بوده و ضخامت زون کانی‌ساز در حدود کمتر از ۲ متر است. کانی‌های سرب و بیشتر روی بصورت پراکنده و باقیمانده در دیواره تونل دیده می‌شود. یک تونل فرعی منشعب از این تونل اصلی نیز وجود دارد. که از آن نیز برداشت صورت گرفته است. تصویر شماره ۱۹ نمایی از این تونل‌ها را نشان می‌دهد. از دیواره‌های این تونل و از سقف آن در امتداد عمود بر روند کانی‌سازی تعداد ۱۲ نمونه به شماره‌های 86-PI-120-M تا 86-PI-131-M جهت آنالیز بروش ICP و بدست آوردن مقادیر عیار عناصر سرب و روی برداشت شد. نتایج کامل آنالیز نمونه‌ها در پیوست گزارش و نتایج برخی از عناصر مهم و مرتبط با پروژه در جدول شماره ۲۴ آورده شده است.

مقطع 'D-D'، (پیوست شماره ۹-۴) موقعیت مقاطع برداشت نمونه از دیواره‌ها و رگه معدنی در چهار نقطه در امتداد تونل و به فواصل تقریباً هر ۲۵ متر یک مقطع برداشت گردیده است. در پلان کف تهیه شده موقعیت روند هر یک از زون‌های کانی‌ساز معلوم شده است. نتایج تجزیه‌ای نشان‌دهنده حداکثر عیار سرب 498 گرم در تن فقط در یک نمونه است و در بقیه نمونه‌ها عیار قابل توجهی مشاهده نمی‌گردد.



تصویر ۱۹- نمایی از دهانه تونل اصلی اوشک ۲

نمونه شماره 86-PI-124-M که از سقف تونل برداشت شده است دارای آثار کمی از کانی‌سازی سرب (گالن)، به صورت ذرات و لکه‌های پراکنده است. به همین دلیل عیار بالای نسبی این نمونه مربوط به ذرات کانی‌سازی پراکنده در سنگ دربرگیرنده است.

نمونه شماره 86-PI-131-M نیز دارای 30 ppm سرب و 132 ppm روی است که به مراتب بیشتر از بقیه نمونه‌هاست. ناگفته نماند که نمونه 86-PI-123 اگرچه در محدوده زون کانی‌سازی پراکنده قرار دارند ولی فاقد عیار قابل توجه سرب و روی است.

جدول ۲۴- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از افق تونل اوشک ۲

نمونه‌های برداشت شده	محل نمونه برداری	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
		ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	DETECTION	1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-120-M	دیواره جنوبی انتهای تونل	1	4	38	0.16	<0.05	<0.5	5	2	<0.5	0.4
86-PI-121-M	سقف تونل انتهای تونل	1	3	20	0.1	<0.05	<0.5	3	4	<0.5	0.8
86-PI-122-M	دیواره شمالی انتهای تونل	2	7	54	0.16	<0.05	<0.5	5	10	0.5	1.4
86-PI-123-M	دیواره جنوبی متراژ ۷۵	1	<1	36	0.12	<0.05	<0.5	3	10	<0.5	0.2
86-PI-124-M	سقف تونل متراژ ۷۵	4	498	18	1.31	<0.05	1	5	138	1.5	7.4
86-PI-125-M	دیواره شمالی متراژ ۷۵	2	2	10	0.09	<0.05	<0.5	3	2	<0.5	<0.2
86-PI-126-M	دیواره جنوبی متراژ ۵۰	<1	1	16	0.14	<0.05	<0.5	3	<2	<0.5	0.2
86-PI-127-M	سقف تونل مکتراژ ۵۰	1	8	28	0.14	<0.05	<0.5	6	<2	<0.5	0.2
86-PI-128-M	دیواره شمالی متراژ ۵۰	2	9	38	0.09	<0.05	<0.5	3	<2	<0.5	1
86-PI-130-M	دیواره جنوبی متراژ ۲۵	2	<1	16	0.22	<0.05	<0.5	5	<2	<0.5	0.2
86-PI-131-M	سقف تونل متراژ ۲۵	2	30	132	0.54	<0.05	<0.5	7	<2	1	1
86-PI-132-M	دیواره شمالی متراژ ۲۵	6	1	14	0.18	<0.05	<0.5	5	4	<0.5	0.4

در جلوی معدن و در محل دپوی ماده معدنی مقادیری از کانی‌های روی و به مقدار کمتر سرب در حدود ۵۰ تن دپو شده که آماده حمل است (تصویر شماره ۲۰).



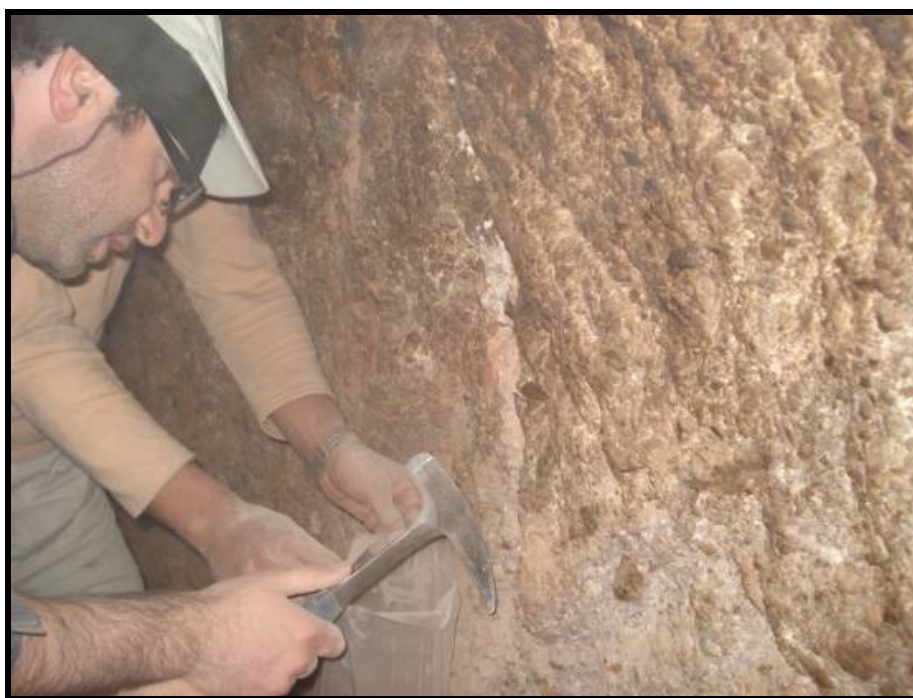
تصویر ۲۰- نمایی از دپوی ماده معدنی حاوی کانی‌های روی و سرب در محل معدن اوشک ۲

۸-۵- معادن کمر معدنک

بر اساس نتایج مرحله اول عملیات صحرایی، آنومالی گسترده‌ای در گوشه شمال‌شرق محدوده اکتشافی معرفی و در این مرحله مورد پیجویی قرار گرفت. در آبراهه‌های بالادست این محدوده و در نقطه‌ای خارج از محدوده اکتشافی تونل‌های معروف به معادن کمر معدنک مورد بازدید قرار گرفت. در این محدوده دهانه تونل اصلی در مختصات $543286E, 3660517N$ و در ارتفاع 2130 متر دیده می‌شود. سنگ‌میزبان این کانی‌سازی، سنگ آهک و دولومیت سازند شتری است. دهانه تونل با سطح مقطع ۶ مترمربع حفر شده و پس از ۳ متر ابتدایی که محوطه‌ای را تشکیل می‌دهد، تونل ۲ قسمت شده و تشکیل دو تونل فرعی را می‌دهد. امتداد تونل ۱ در راستای $N60E$ و امتداد تونل ۲ در راستای $N40W$ است. زون آلتراسیون در این تونل‌ها در ضخامت حدود ۲ متر در قالب اکسید آهن و کلسیت دیده شده اما آثار کانی‌سازی سرب و روی دیده نمی‌شود. طول تونل ۱ به ۲۰ متر و طول تونل ۲ نیز به حدود ۳۰ متر می‌رسد. از تونل ۱ در این طول در ۳ نقطه از دیواره‌های دو طرف و از سقف آن تعداد ۹ نمونه به شماره‌های $86-PI-79-M$ تا $86-PI-87-M$ جهت آنالیز به روش ICP برداشت شد. تصویرهای شماره ۲۱ و ۲۲ نمایی از دهانه تونل و نمونه‌برداری از دیواره آن را نشان می‌دهند.



تصویر ۲۱- نمایی از دهانه تونل معدن قدیمی کمر معدنک



تصویر ۲۲- نمایی از نمونه برداری به صورت کانالی از دیواره تونل

از دیواره‌های دو طرف و از سقف تونل ۲ نیز در این طول، در ۳ نقطه، تعداد ۹ نمونه به شماره‌های 86-PI-88-M تا 86-PI-96-M جهت آنالیز بروش ICP برداشت شد (جداول شماره ۲۵ و ۲۶).

جدول ۲۵- نتایج نمونه‌های برداشت شده از تونل ۱

ELEMENTS	محل نمونه برداری	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS		ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION		1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-79M	دیواره شمالی	2	331	12	0.3	0.05	0.5	<1	64	<0.5	1.8
86-PI-80M	سقف تونل	3	64	6	0.44	<0.05	<0.5	<1	14	<0.5	1.2
86-PI-81M	دیواره جنوبی	3	487	14	0.24	<0.05	<0.5	<1	48	<0.5	1.4
86-PI-82M	دیواره شمالی	3	886	18	0.91	<0.05	0.5	1	132	0.5	4
86-PI-83M	سقف تونل	1	8	18	0.1	<0.05	<0.5	2	<2	<0.5	<0.2
86-PI-84M	دیواره جنوبی	4	8130	20	1.16	<0.05	20.5	2	392	1	10.8
86-PI-85M	دیواره شمالی	2	223	14	1.63	<0.05	0.5	2	42	0.5	13.2
86-PI-86M	سقف تونل	2	398	18	0.7	<0.05	0.5	1	36	<0.5	5.6
86-PI-87M	دیواره جنوبی	2	256	12	1.56	<0.05	0.5	2	38	0.5	10.8

جدول ۲۶- نتایج نمونه‌های برداشت شده از تونل ۲

ELEMENTS	محل نمونه برداری	Au	Pb	Zn	Fe	Hg	Ag	As	Cu	Mo	Sb
UNITS		ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DETECTION		1	0.2	0.2	100	0.05	0.01	0.5	0.2	0.1	0.1
86-PI-88M	دیواره شمالی	1	14	8	0.08	<0.05	0.5	<1	4	<0.5	0.4
86-PI-89M	سقف تونل	2	52	8	0.09	<0.05	<0.5	<1	4	<0.5	<0.2
86-PI-90M	دیواره جنوبی	1	19	8	0.06	<0.05	<0.5	<1	4	<0.5	<0.2
86-PI-91M	دیواره شمالی	<1	19	8	0.13	<0.05	<0.5	2	6	<0.5	1.2
86-PI-92M	سقف تونل	1	6	10	0.1	<0.05	<0.5	<1	6	<0.5	0.4
86-PI-93M	دیواره جنوبی	2	10	12	0.13	<0.05	0.5	<1	6	<0.5	0.4
86-PI-94M	دیواره شمالی	<1	3	10	0.14	<0.05	0.5	<1	2	<0.5	0.8
86-PI-95M	سقف تونل	2	468	16	0.43	<0.05	0.5	<1	106	<0.5	4
86-PI-96M	دیواره جنوبی	<1	436	22	0.73	<0.05	0.5	1	102	0.5	6.6

مقاطع 'E-E'، (پیوست شماره ۹-۵) موقعیت تونلها، مقاطع و صورت آنالیزهای این معدن متروکه را نشان می‌دهد، همانگونه که در جداول شماره ۲۵ و ۲۶ آمده است بیشترین عیار سرب در حد 0.81% در دیواره تونل شماره یک است و بقیه نمونه‌ها فاقد عیار قابل توجه هستند. از مجموعه ۹ نمونه برداشت شده نمونه‌های شماره 79, 82, 84, 86, 87, 88 از دیواره‌ها برداشت شده‌اند که دارای کانی‌سازی پراکنده هستند و به دلیل اینکه کانی‌سازی به صورت رگه و

رگچه‌ای نبوده و تشکیل یک زون کانی‌سازی را داده‌اند، نمونه‌برداری مخلوط صورت گرفته و در نهایت عیارهای حاصل را نمی‌توان به ضخامت معلومی نسبت داد.

همانگونه که در جداول مربوطه (۲۵ و ۲۶) ملاحظه می‌گردد، عیار سرب در نمونه‌هایی که کانی‌سازی به صورت پراکنده بین ۰/۵ تا ۱/۵ متغیر است، محدوده زون‌های کانی‌ساز پراکنده در مقاطع تونل ۱ و ۲ ارائه شده است.

از یکی از رگه‌های آهن به مختصات جغرافیایی 3649669, 543599 واقع در سازند شیشتو دو نمونه به شماره‌های 86-PI-66-P و 86-PI-43-P به منظور تهیه مقطع صیقلی برداشت شده و مورد مطالعه قرار گرفته است.

مطالعات میکروسکوپی نشان‌دهنده حضور ۵ درصد کانی‌های اپاک شامل هیدروکسید آهن بوده که به صورت قطعات مستقل تا حد ۲۰۰ تا ۴۰۰ میکرون می‌باشد. گویتیت به صورت چهارگوش در بخش مرکزی هر دو مقطع به وضوح قابل تشخیص است. علاوه بر آهن تعدادی کانی‌های زردرنگ سولفوری (پیریت و کالکوپیریت) کمتر از یک درصد نیز قابل تشخیص هستند که نمایانگر برخی فعالیت‌های هیدروترمالی است.

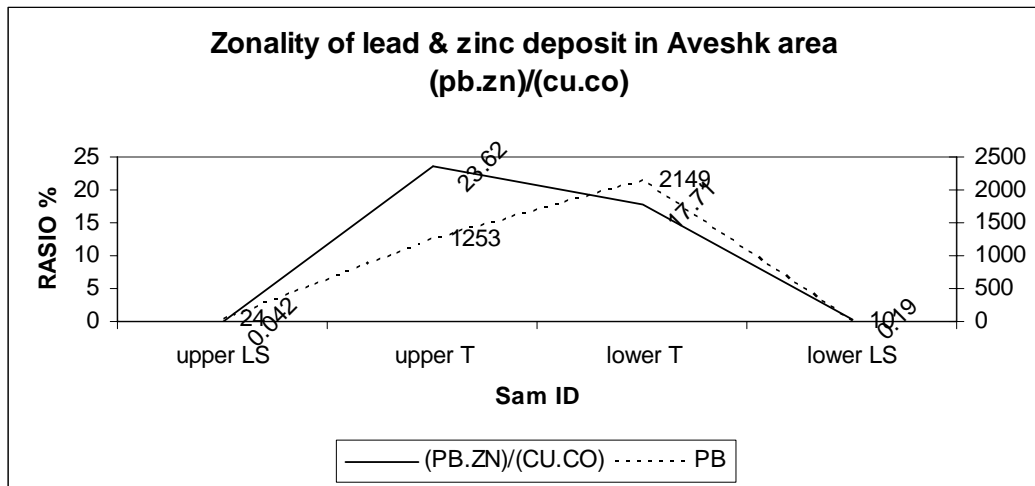
۸-۶- ارزیابی تونل‌ها

۸-۶-۱- ارزیابی تونل‌های اوشک ۱

همانگونه که قبلاً اشاره گردید در محدوده اوشک ۱ کانی‌سازی در امتداد دو تونل مشاهده می‌گردد. نمونه‌برداری از این دو تونل و دو افق سنگ آهک معروف به افق سنگ آهک بالایی و پایینی برداشت گردیده است. جهت ارزیابی با هدف تعیین سطح فرسایش کانسار برخی محاسبات بر مبنای ضرایب همبستگی عناصر انجام شده است تا بتوان روند کانی‌سازی احتمالی در افق‌های زیرین را معلوم ساخت.

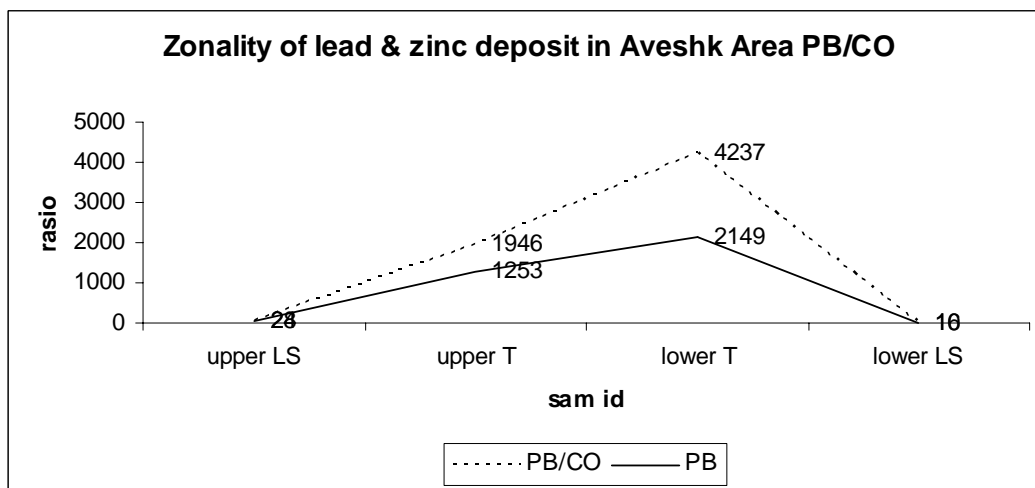
با توجه به روند عمومی کانی‌سازی در کانسارهای رگه‌ای سرب و روی معمولاً نسبت سرب و روی در سطح کانسار نسبت به مس و کبالت افزایش چشمگیری دارند، به ویژه اینکه این نسبت بر مبنای حاصل ضرب عناصر پارائز می‌باشد.

با توجه به نمونه‌های اخذشده از دیواره تونل‌ها، محاسبات سطح فرسایش در امتداد هر یک از تونل‌ها انجام شده است (نمودار شماره ۷).



نمودار ۷- نمودار نسبت سرب به روی در محدوده اوشک

در این نمودار نسبت $(pb*zn)/(cu*co)$ در چهار افق محاسبه و ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد این نسبت در تونل پایینی نسبت به تونل بالایی و دو افق آهکی دارای نسبت بیشتری بوده و افزایش نسبی نشان می‌دهد، که مفهوم آن حضور و احتمالاً ادامه کانی‌سازی با عیار اقتصادی در افق‌های پایین‌تر می‌تواند باشد. عیار سرب که کانی اصلی محسوب می‌شود در افق پایینی (۲۱۴۹ گرم در تن)، بیشتر از افق بالایی است (۱۲۵۳ گرم در تن).



نمودار ۸- نمودار نسبت سرب به کبالت در محدوده اوشک

در این نمودار نسبت سرب به کبالت ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که در تونل پایینی این نسبت با افزایش عیار سرب افزایش می‌یابد، لذا این نمودار مانند نمودار قبلی حضور احتمالی سرب را در افق‌های پایین‌تر تأیید می‌نماید. ناگفته نماند که با اطلاعات موجود نمی‌توان با قطعیت

کاهش یا افزایش کانی‌سازی را پیش‌بینی نمود ولی آنچه مسلم است احتمال ادامه کانی‌سازی در افق‌های پایین‌تر منطقی به نظر می‌رسد، لذا پیشنهاد می‌شود که یک گمانه اکتشافی در امتداد رگه حفر گردد، مشروط بر آنکه روند کانی‌سازی را در ۵۰ متری قطع نماید؛ در صورت مثبت بودن نتایج این حفاری می‌توان شبکه حفاری را گسترش داد.

۲-۶-۸- ارزیابی تونل اوشک ۲

به نظر می‌رسد که بخش‌های پرعیار تونل اوشک ۲، استخراج شده و عیار عناصر سرب و روی در دیواره یا سنگ دربرگیرنده مواد معدنی در حد پایینی است.

۳-۶-۸- ارزیابی معدن سه‌درخت

معدن سه‌درخت از چهار تونل کم عمق تشکیل شده است که از دیواره آنها نمونه‌برداری به عمل آمده است. عیارهای سرب و روی در برخی از نمونه‌ها ارقام بالایی را تشکیل می‌دهند. حضور سرب و روی غنی در دیواره تونل‌ها نشانگر رخنمون ماده معدنی در سطح می‌باشد. جهت تعیین سطح فرسایش و بررسی احتمال کانی‌سازی در عمق همان محاسباتی که برای تونل‌های اوشک انجام شد، برای محدوده سه‌درخت نیز صورت گرفته است. در جدول شماره ۲۷ نسبت ضرایب عناصر معرف ارائه شده است.

جدول ۲۷- نسبت ضرایب عناصر در معدن سه‌درخت

نام معدن	(Pb*Zn)/(Cu*Co)
تونل شماره ۱ سه‌درخت	563
تونل شماره ۲ سه‌درخت	87412
تونل شماره ۳ سه‌درخت	21936949
تونل شماره ۴ سه‌درخت	3109058

همانگونه که ملاحظه می‌گردد تونل شماره سه واقع در محدوده عیار کاملاً اقتصادی قرار دارد و کانی‌سازی در عمق تونل‌های شماره سه و چهار می‌تواند ادامه داشته باشد. لذا چنانچه بتوان در هر یک از تونل‌ها با توجه به زاویه شیب زون کانی‌سازی یک حلقه گمانه حفاری نمود که حداقل در عمق ۲۵ متری رگه را قطع نماید، می‌توان به ادامه زون کانی‌ساز در عمق اطمینان پیدا کرد.

۸-۵-۴- ارزیابی تونل کمر معدنک

در این محدوده دو تونل مشاهده می‌شود که طول یکی از آنها به ۱۰۰ متر می‌رسد. تعداد ۱۸ عدد نمونه از این تونل‌ها گرفته شده است که عیار سرب در یک یا دو نمونه به بیش از ۸۰۰۰ گرم‌درتن رسیده و بقیه نمونه‌ها فاقد ارزش اقتصادی می‌باشند. کانی‌سازی در این کانسار می‌تواند از نوع پراکنده (Disseminate) باشد.

۸-۷- ارتباط کانی‌سازی‌ها با ساختار زمین‌شناسی و واحدهای سنگی

به لحاظ ارتباط کانی‌سازی‌های موجود با ساختار زمین‌شناسی محدوده کانسارها، ارتباطی تنگاتنگ با سیستم تکتونیکی منطقه و به ویژه سیستم گسل‌های شمال‌غرب- جنوب‌شرق موجود دیده می‌شود. ناگفته نماند که اکثر تونل‌ها در امتداد گسل‌ها یعنی در امتداد رگه‌ها و زون‌های کانی‌ساز حفر گردیده و گسترش آنها روند عمومی زون‌های کانی‌ساز را دنبال می‌نماید. با توجه به اینکه تأثیر پدیده‌های آتراسیون محدود به دیواره‌های جانبی، کمرپایین و بالای رگه‌هاست و بیش از چند سانتی‌متر نمی‌باشد، لذا پدیده کانی‌سازی در امتداد گسل‌ها نقشی اساسی در چگونگی تشکیل آنها دارد.

چنانچه روند عمومی کانسارهای موجود در بخش شمالی و جنوبی کانسارهای اوشک و سه‌درخت (واقع در محدوده اکتشافی) را روی نقشه‌های زمین‌شناسی پیگیری نماییم، ملاحظه می‌گردد که اغلب کانسارها، معادن فعال و متروکه موجود در منطقه از همین روند شمال‌غرب- جنوب‌شرق و شمالی- جنوبی پیروی می‌کنند.

در رابطه با سنگ دربرگیرنده نیز می‌توان به این نتیجه رسید که منشأ اولیه کانی‌سازی در محدوده اکتشافی، واحدهای سنگی دربرگیرنده زون‌های کانی‌سازی نیستند و با توجه به شواهد موجود نمی‌توانند نقش تغذیه کننده کانی‌سازی را داشته باشند. دلیل این نظر به حدپایین زمینه عناصر در واحدهای سنگی به ویژه آهک‌ها و دولومیت‌های سازند جمال و شتری است.

نبود زون‌های کانی‌ساز در واحدهای سنگی خارج از محدوده کانسارهای قدیمی بیانگر عقیم‌بودن واحدهای سنگی محدوده اکتشاف می‌باشد و با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعات، پی‌جویی و اکتشاف تنها در محدوده معادن متروکه و اندیس‌ها ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هیچ گونه برنامه اکتشافی جدیدی در محدوده‌های خارج از کانسارها و معادن متروکه توجیهی اقتصادی نداشته و می‌بایستی بیشترین توجه به محدوده و حاشیه کانسارهای فوق‌الذکر معطوف گردد.

فصل نهم

نتیجه گیری و پیشنهادات

فصل نهم - نتیجه گیری و پیشنهادات

۹-۱- جمع بندی و نتیجه گیری

- محدوده اکتشافی سرب و روی پیکوه اوشک به وسعت ۶۲ کیلومتر مربع، از لحاظ ساختاری بخشی از بلوک طبس و در قسمت منتهی الیه جنوبی رشته کوه شتری واقع در ایران مرکزی می باشد. محدوده مورد مطالعه از لحاظ تقسیمات کشوری جزء استان یزد، شهرستان طبس و بخش دیهوک است. فاصله مرکز محدوده تا طبس حدود ۷۵ کیلومتر می باشد.
- از لحاظ چینه شناسی، واحدهای سنگی موجود در منطقه شامل سازندهای کربونیفر تا عهد حاضر می باشد.
- قدیمی ترین واحد موجود در منطقه مربوط به سازند شیشتو بوده که کنتاکت زیرین آن گسله می باشد. سازند جمال به سن پرمین آخرین واحد مربوط به دوران پالئوزوئیک است.
- واحدهای سنگی دوران مزوزوئیک شامل سه سازند سرخ شیل، شتری به سن تریاس و شمشک به سن ژوراسیک است.
- سازند سرخ شیل با رنگ خاص خود به عنوان شاخصی جهت شناسایی توالی چینه ای در منطقه قابل تشخیص است. سازند دولومیتی شتری با ضخامت زیاد، بخش های عمده ای از منطقه را در بر گرفته است. سازند شمشک نیز تنها در بخش هایی از شمال محدوده رخنمون دارد.
- از لحاظ تکتونیکی، محدوده مورد مطالعه بخشی از زون تکتونیکی رشته کوه شتری است و شدیداً تکتونیزه می باشد. ۲ راندگی اصلی در محدوده مورد مطالعه در راستای شمالی-جنوبی سراسر طول منطقه را طی می کنند. راندگی اصلی موجود در غرب محدوده، جداکننده بلوک فرازمین شتری از کفه فروافتاده طبس می باشد. عملکرد راندگی ها باعث قرارگیری واحدهای قدیمی تر بر روی سازندهای جدیدتر شده است.
- گروه عمده دیگری از گسل ها در جهت شمال غرب- جنوب شرق در بخش های شمالی و جنوبی محدوده دیده می شوند. این گسل ها عمدتاً از نوع گسل های نرمال با مؤلفه امتدادلغز بوده و عمده آنها در واحد دولومیتی شتری دیده می شوند.
- سنگ های آذرین موجود در محدوده مورد مطالعه منحصر به رخنمون سنگ ولکانیکی در جنوب غربی منطقه می باشد. ترکیب این واحد عمدتاً آندزیت و تراکی آندزیت همراه با توف های وابسته و دارای لایه بندی است. آثار التراسیون بسیار ناچیزی در بعضی نقاط در متن

سنگ مشاهده می‌گردد. کنتاکت این واحد با دولومیت‌های سازند شتری و نیز شیل و سنگ آهک سازند شیشتو می‌باشد.

- تونل‌های موجود در منطقه، در چهار نقطه مشاهده شده‌اند..

- تونل‌های کمر معدنک در شمال و کمی خارج از محدوده معرفی شده از سوی کارفرما.

- تونل‌های سه‌درخت واقع در قسمت‌های میانی محدوده.

- تونل اوشک ۱ در بخش شمالی کوه اوشک واقع در جنوب‌غرب محدوده.

- تونل اوشک ۲ در بخش جنوبی کوه اوشک واقع در جنوب محدوده.

- تونل‌های سه‌درخت در بخش میانی محدوده مورد مطالعه واقع هستند. تونل‌ها در ۴ نقطه در راستای شمال‌غرب- جنوب‌شرق حفر شده‌اند. طول تونل‌های اصلی ۱ و ۲ به ۲۰ متر می‌رسد. حفاری انجام شده در این منطقه به نظر می‌رسد مربوط به سال‌های دهه ۱۳۳۰ باشد. سنگ میزبان کانی‌سازی سنگ آهک سازند جمال می‌باشد و تونل‌ها در بخش‌های بالایی سازند جمال و زیر سازند سرخ شیل احداث شده‌اند. حفر تونل در راستای گسلی در همان امتداد صورت گرفته و کانی‌سازی نیز در ضخامت کمتر از ۱ متر مشتمل بر اکسید آهن، کلسیت، گالن و احتمالاً اسفالریت بصورت پراکنده دیده می‌شود. گسل‌های فرعی دیگری نیز به صورت متقاطع با گسل اصلی دیده شده که بعضاً در برخی از آنها آثار کانی‌سازی ناچیزی دیده می‌شود. عیار سرب و روی بعضی از نمونه‌های برداشت شده از دیواره تونل‌ها در حد اقتصادی است.

- تونل‌های کمر معدنک با فاصله کمی در خارج از محدوده معرفی شده از سوی کارفرما، در گوشه شمال‌شرقی واقع هستند. سنگ میزبان کانی‌سازی در این تونل‌ها بخش‌های بالایی سازند دولومیتی شتری است. تعداد ۱ تونل اصلی در این محل دیده می‌شود که در داخل به ۲ تونل فرعی تقسیم می‌گردد. تعدادی کنده‌کاری کوچک و ضعیف نیز در اطراف این تونل‌ها مشاهده می‌شود. کانی‌سازی در امتداد گسل‌هایی در راستای تونل‌ها بصورت پراکنده و بسیار ناچیز در قالب گالن و احتمالاً سروزیت دیده می‌شود. در مجموع عیار نمونه‌های برداشت شده از دیوار تونل‌ها در نقاط مختلف آن، چندان مطلوب نمی‌باشد.

- تونل‌های اوشک ۱ واقع در کوه اوشک محدود به ۲ تونل در دو افق بالا و پایین می‌گردد. حفر تونل‌ها در راستای گسلی در همان امتداد تونل‌ها صورت گرفته است و در تونل پایینی آثار گسل در دیوار جنوبی تونل دیده شده اما کانی‌سازی چندانانی در آن دیده نمی‌شود. تونل

- بالایی نیز طول زیادی نداشته و در نمونه‌های برداشت شده از آن، تنها تعداد محدودی از آنها عیار مناسب و اقتصادی را دارا می‌باشند. سنگ میزبان کانی‌سازی در این تونل‌ها سازند دولومیتی شتری است که البته در این منطقه کمی آهکی می‌باشد.
- تونل‌های اوشک ۲ در جنوب محدوده دارای یک تونل اصلی بطول حدود ۱۰۰ متر و تعداد معدودی تونل‌های فرعی می‌باشد. سنگ میزبان کانی‌سازی در این تونل‌ها نیز سازند دولومیت شتری است که در این نقطه نیز لایه‌های آهکی در لابلاهی دولومیت‌ها دیده می‌شوند. در چند نقطه از دیواره تونل‌ها نمونه‌برداری بصورت کانالی صورت گرفته که عیار نمونه‌های برداشت شده چندان مناسب نمی‌باشد.
- طی عملیات صحرایی صورت گرفته در چند مرحله، آثار چندانی از آلتراسیون به مقیاس‌های متفاوت دیده نشده جز در مواردی از دگرسانی در راستای گسل‌ها در محل تونل‌های قدیمی، در نقاط مختلف محدوده آثار دیگری مشاهده نشد. سنگ‌های آذرین موجود در جنوب محدوده نیز دستخوش حوادث دگرسانی بسیار ناچیزی شده‌اند ولی در مجموع سنگ سالم و دست نخورده‌ای است. آلتراسیون در راستای گسل‌ها در داخل تونل‌های قدیمی، به ضخامت کمتر از ۱ متر در قالب اکسیدهای آهن، اکسید منگنز و کلسیت است. کانی‌زایی از نوع گالن، اسفالریت به همراه کالامین، سروزیت، اسمیت‌زونیت و مالاکیت و آزوریت است. کانی‌های گانگ، اغلب کلسیت و کوارتز هستند. همانگونه که گفته شد پدیده دگرسانی سطحی چه در اطراف تونل‌ها و چه در سایر نقاط منطقه گسترش ندارد و در بیشتر موارد آن هم بصورت محدود آثاری از لیمونیت، هماتیت و اکسید منگنز دیده می‌شود.
- مطالعات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای انجام شده، در نهایت منتهی به معرفی ۳ منطقه امیدبخش کانسارهای ۳ گانه اوشک، سه‌درخت و کمر معدنک شده است. به عبارت دیگر آنومالی‌های معرفی شده، حاشیه و هاله‌های کانسارهای اوشک، سه‌درخت و کمر معدنک بوده و به همین دلیل فاقد ارزش اکتشافی هستند. عیار سایر نقاط محدوده و بقیه زون‌های آنومالی، در حد زمینه لیتولوژی غالب منطقه مانند سازند شتری و سازند شمشک می‌باشد و در اولویت ادامه اکتشاف قرار ندارند.
- کانسارهای این منطقه در زمره کانسارهای پیرامون فردوس و طبس هستند. از جمله آن کانسارها می‌توان به کال‌سبز، ترشیرعلی، فرمایو، قلعه‌چاه، شوراب و گدارسرخ اشاره کرد. کانی‌زایی در اغلب این کانسارها درون سنگ‌های رسوبی و در بیشتر موارد به صورت رگه‌ای است. در محدوده پیکوه-اوشک نیز مانند دیگر مناطق، کانی‌سازی به صورت رگه‌ای دیده می‌شود. زون‌های سه‌گانه آنومالی بدست آمده از نتایج ژئوشیمی، پس از بررسی در مرحله

کنترل آنومالی‌ها دقیقاً منطبق با تونل‌های سه‌گانه اوشک، سه‌درخت و کمر معدنک می‌باشند. این بدان معنی است که در سایر نقاط محدوده، امیدی به یافتن رگه‌های مناسب و زون‌های مستعد جهت ادامه اکتشاف چه از دیدگاه ژئوشیمی و چه از لحاظ اکتشاف چکشی در هیچ نقطه دیگر محدوده نمی‌رود.

- وجود کانی‌سازی در افق‌های مختلف سنی (سازند شتری در تونل‌های اوشک و کمر معدنک و سازند جمال در تونل‌های سه‌درخت) و ارتباط کانی‌زایی با ساز و کار گسل‌های موجود در محدوده مورد مطالعه، بدان معنی است که جهت پیدا کردن نقاط امیدبخش، بایستی به ساختار تکتونیکی و گسل‌های مستعد حاوی آلتراسیون و کانی‌زایی التفاضل ویژه‌ای نمود. گسل‌های موجود در اغلب نقاط فاقد کانی‌سازی مورد نظر بوده و تنها در بعضی نقاط آثار اکسید آهن دیده می‌شود.

- اگر چه منشاء کانی‌سازی رسوبی در این محدوده از قوت بالایی برخوردار نیست ولی، بدلیل همراهی سروریت (کربنات‌سرب) با گالن و بافت تناوبی و گاه افشان در متن سنگ‌ها، احتمالاً خاستگاه ماده معدنی در بعضی از لایه‌های رسوبی همزمان با رسوبگذاری بوده و انباشتگی ماده معدنی در اثر حرکات ساختاری بعدی درون درز و شکاف‌ها و گسله‌ها صورت گرفته است. به عبارت دیگر شاید بتوان منبع ثانویه ماده معدنی که طی فعالیت‌های بعدی درون درز و شکاف‌ها و گسله‌ها جمع گردیده است. در ارتباط با بعضی لایه‌های رسوبی سازندها در نظر گرفت و احتمال وجود منبع ثانویه را برای این امر دور از انتظار ندانست.

- در یک جمع‌بندی کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که زون‌های پتانسیل‌دار و احتمالاً کانی‌ساز اقتصادی منحصراً در کانسار اوشک ۱ و تونل‌های دو و سه کانسار سه‌درخت بوده و بقیه محدوده فاقد پتانسیل کانی‌سازی برای ادامه اکتشاف می‌باشد.

۲-۹ پیشنهادات

با توجه به اطلاعات به دست آمده از نتایج آنالیز نمونه‌ها و مطالعات سطحی محدوده (مانند نمونه‌برداری ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین، نمونه‌برداری سنگی به صورت پروفیل‌هایی در امتداد عمود بر رگه‌ها و تونل‌ها و تهیه نقشه زمین‌شناسی - معدنی) و همچنین توپوگرافی خاص و خشن منطقه که امکان مطالعات در حد مقیاس تفصیلی و نمونه‌برداری سیستماتیک به صورت شبکه‌ای را با مشکل عمده مواجه خواهد ساخت، موارد زیر برای دو محدوده کانسار اوشک ۱ و سه‌درخت پیشنهاد می‌گردد:

- ۱- تهیه نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی - معدنی در مقیاس ۱:۱۰۰۰ در مساحتی بالغ بر ۵۰ هکتار برای هر یک از محدوده‌های فوق‌الذکر.
 - ۱-۱- تهیه نقشه توپوگرافی به مقیاس ۱:۱۰۰۰.
 - ۲-۱- تهیه نقشه زمین‌شناسی با توجه به پارامترهای تکنیکی، لیتولوژی، آلتراسیون و زون‌های کانی‌سازی و ارائه آن بر روی نقشه توپوگرافی.
 - ۳-۱- برداشت و تهیه مقاطع زمین‌شناسی از داخل تونل‌ها و برداشت نمونه به صورت کانالی در امتداد دیواره تونل‌ها.
 - ۴-۱- برداشت نمونه‌های چکشی از واحدهای سنگی در امتداد حداقل دو پروفیل عمود بر روند کانی‌زایی (تونل‌ها) با اهداف مطالعاتی آلتراسیون و تجزیه عنصری.
 - ۵-۱- تلفیق کلیه اطلاعات حاصل از نقشه زمین‌شناسی و تجزیه نمونه‌های سطحی و تونل‌ها، به منظور ارزیابی اطلاعات شفاف‌سازی نتایج جهت ادامه اکتشاف و یا قطع اکتشاف.
- ۲- انجام مطالعات ژئوفیزیکی در محدوده کانسارهای اوشک ۱ و سه درخت هر یک به وسعت ۱۰ هکتار. با توجه به شرایط پیچیده توپوگرافی و واحدهای سنگی دربرگیرنده ماده معدنی و روند کانی‌سازی و ساختمان زمین‌شناسی، مطالعات ژئوفیزیکی ویژه‌ای را به شرح زیر طلب می‌نماید.
 - ۱-۲- برداشت‌های M-a-M (یکی از روش‌های الکتریکی).
 - ۲-۲- برداشت‌های SP.
 - ۳-۲- برداشت‌های RS, IP با استفاده از روش CRSP (با روش CRP اشتباه نشود).
 - ۴-۲- تعداد قرائت‌های ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ نقطه برای هر محدوده کانساری پیش‌بینی می‌گردد که قطعاً پس از بازدید این تعداد قرائت قابل تصحیح می‌باشد.قابل ذکر اینکه جهت دستیابی به اهداف اکتشافی که تعیین روند کانی‌سازی و چگونگی انتشار آن در سه‌بعد فضایی در عمق است، اجرا مراحل اکتشافات ژئوفیزیکی و رعایت سلسله مراتب آن الزامی است.
- ۳- طراحی شبکه حفاری اکتشافی و اجرای آن در مناسبترین نقطه هر کانسار، با توجه به نتایج به دست آمده از بندهای ۱ و ۲ فوق‌الذکر (تعداد حداکثر دو گمانه حفاری در هر محدوده به عمق ۵۰ و ۱۰۰ متر).
- ۴- برداشت نمونه از مغزه‌ها و تجزیه برای ۱۰ عنصر اصلی.

۵- ارزیابی و تلفیق اطلاعات زمین‌شناسی و لاگ‌های حفاری، به منظور تعیین روند کانی‌سازی در عمق، در صورت مثبت بودن نتایج حفاری‌های اولیه، شبکه حفاری در هر یک از محدوده‌های کانساری مستقلاً تهیه و ارائه می‌گردد.

منابع

- J. Eftekhari-nezhad, A. Hushmand-zadeh, M. H. Nabavi, J. Stecklin, Sh. Tatabossian and M. Zahedi. 1971: Explanatory text of the Boshruyeh Quadrangle Map (1:250,000). Geological Survey of Iran.
 - H. M. Kluyver, R. Tirrul, P. N. Chance, G. W. Johns and H. M. Meixner. 1983. Explanatory text of the Nayband Quadrangle Map (1:250,000). Geological survey of Iran.
- شرکت مشاور تهران پادیر ۱۳۸۴، گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ جیروک.

پیوست یک

صورت تجزیه نمونه‌های ژئوشیمیایی

پیوست دو

صورت تجزیه نمونه‌های کانی سنگین

پیوست سه

شرح مقاطع نازک و صیقلی و امدهای سنگی

پیوست چهار
نمودارهای XRD

پیوست پنچ

مشخصات و صورت آنالیزهای نمونه‌های تونل

پیوست شش

نتایج تجزیه ICP نمونه‌های کانی‌سنگین

پیوست هفت
گزارش QA آزمایشگاه آمدل

پیوست هشت

جداول همبستگی عناصر

پيوست نه
مقاطع و مشخصات تونلها

پیوست ده

نقشه‌ها