



جمهوری اسلامی ایران

وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح زمین شناسی عمومی (پروژه ژئوشیمی)

گزارش « انجام اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای برگه ۱:۲۵,۰۰۰ نقده ۱ »

مجری طرح

مهندس ناصر عابدیان

مجری فنی

مهندس ابراهیم شاهین

ناظر طرح

مهندس مصطفی مستعان



مهندسین مشاور زرناپ اکتشاف

تابستان ۸۷

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
چکیده	.....
فصل اول- کلیات	..... ۱
۱-۱- مقدمه	..... ۲
۲-۱- هدف مطالعه	..... ۲
۳-۱- موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی، آب و هوا و راههای دسترسی	..... ۳
۴-۱- اهداف پروژه و روش کار	..... ۳
۵-۱- مطالعات انجام شده پیشین	..... ۷
۱-۵-۱- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰: ۱ برگه نقده (سازمان زمین شناسی کشور)	..... ۷
۲-۵-۱- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰: ۱ نقده (سازمان زمین شناسی کشور)	..... ۸
۶-۱- خلاصه زمین شناسی منطقه در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰	..... ۸
۱-۶-۱- مقدمه	..... ۸
۲-۶-۱- شرح واحدها	..... ۱۰
۷-۱- اطلاعات ژئوشیمیایی در مقیاس کوچکتر	..... ۱۱
۱-۷-۱- بررسی بر روی داده های ژئوشیمیایی	..... ۱۱
۲-۷-۱- نتایج بدست آمده از مطالعه کانیهای سنگین در محدوده نقده I	..... ۱۹
۸-۱- اطلاعات ژئوفیزیک هوایی	..... ۲۴
فصل دوم:	..... ۲۵
اکتشافات ژئوشیمیایی	..... ۲۵
۱-۲- روش نمونه برداری و اهداف آن	..... ۲۶
۱-۱-۲- مقدمه	..... ۲۶
۲-۲- تجزیه تحلیل سایز و فاصله نمونه برداری (عملیات نمونه برداری توجیهی (Orientation survey)	..... ۲۶
۱-۲-۲- مقدمه	..... ۲۶
۲-۲-۲- فایل بندی داده ها و محاسبات تعیین مناسبترین سایز	..... ۲۷
۳-۲-۲- ترسیم نمودارهای خطی (Line chart)	..... ۲۹
۴-۲-۲- تنظیم جدول عیارها و انتخاب بر مبنای نظر کارشناسی	..... ۲۹
۵-۲-۲- تاثیر فاصله در عیار نسبی سایز انتخابی	..... ۳۳
۶-۲-۲- نتیجه گیری	..... ۳۵
۳-۲- طراحی شبکه نمونه برداری ونحوه نمونه برداری وکدگذاری نمونه ها	..... ۳۵

۳۵	..... طراحی شبکه نمونه برداری	۱-۳-۲
۳۶	..... نمونه برداری و اهمیت آن	۲-۳-۲
۳۸	..... استفاده از GPS	۳-۳-۲
۳۸	..... عملیات صحرائی نمونه برداری ونحوه کدگذاری نمونه ها	۴-۳-۲
۳۹	..... کارت های نمونه برداری استاندارد (Sampling Card)	۵-۳-۲
۴۲	..... مدیریت عملیات صحرائی	۶-۳-۲
۴۳	..... نحوه آماده سازی نمونه های ژئوشیمیایی	۴-۲
۴۳	..... بررسی روش آنالیز و تجزیه تحلیل دقت و صحت داده ها	۵-۲
۴۸	..... بررسیهای اولیه آماری	۶-۲
۴۸	..... جایگزینی داده های سنسورد و داده های با مقادیر منفی	۱-۶-۲
۴۹	..... بررسیهای آماری تک متغیره	۲-۶-۲
۵۰	..... جدول پارامترهای آماری	۱-۲-۶-۲
۵۱	..... ترسیم هیستوگرامها و شرح آنها	۲-۲-۶-۲
۵۶	..... بررسیهای آماری چند متغیره	۳-۶-۲
۵۶	..... پردازش آماری دو متغیره (ضرایب همبستگی)	۱-۳-۶-۲
۶۱	..... پردازش آماری چند متغیره	۲-۳-۶-۲
۶۶	..... روش تهیه نقشه های ژئوشیمیایی	۷-۲
۶۶	..... مقدمه	۱-۷-۲
۶۶	..... تکنیک رسم نقشه ها	۲-۷-۲
۶۷	..... تعبیر و تفسیر نقشه های ژئوشیمیایی	۸-۲
۶۸	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر طلا (شکل ۲-۶)	۱-۸-۲
۶۸	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر روی (شکل ۲-۷)	۲-۸-۲
۶۹	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر سرب (شکل ۲-۸)	۳-۸-۲
۶۹	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر کبالت (شکل ۲-۹)	۴-۸-۲
۷۰	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر مس (شکل ۲-۱۰)	۵-۸-۲
۷۱	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر منگنز (شکل ۲-۱۱)	۶-۸-۲
۷۱	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر باریم (شکل ۲-۱۲)	۷-۸-۲
۷۲	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر جیوه (شکل ۲-۱۳)	۸-۸-۲
۷۳	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر نقره (شکل ۲-۱۴)	۹-۸-۲
۷۳	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر آرسنیک (شکل ۲-۱۵)	۱۰-۸-۲
۷۴	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر بیسموت (شکل ۲-۱۶)	۱۱-۸-۲
۷۵	..... شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر مولیبدن (شکل ۲-۱۷)	۱۲-۸-۲
۷۷	..... معرفی مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی (Complex Anomaly Map) (شکل ۲-۱۸)	۹-۲

۱۱۴.....	فصل سوم:
۱۱۴.....	اکتشافات کانیهای سنگین.....
۱۱۵.....	۳-۱- روش نمونه برداری و اهداف آن.....
۱۱۵.....	۳-۱-۱- مقدمه.....
۱۱۵.....	۳-۱-۲- تعریف کانیهای سنگین (Heavy minerals).....
۱۱۵.....	۳-۲- تجزیه تحلیل سایز و فاصله نمونه برداری.....
۱۱۶.....	۳-۳- طراحی شبکه نمونه برداری ونحوه نمونه برداری وکدگذاری نمونه ها.....
۱۱۶.....	۳-۳-۱- نحوه نمونه برداری نمونه‌های کانی سنگین وکدگذاری آنها.....
۱۱۶.....	۳-۴- نحوه آماده سازی نمونه‌های کانی سنگین.....
۱۱۷.....	۳-۵- مطالعه نمونه‌های کانی سنگین.....
۱۱۷.....	۳-۵-۱- کمی کردن (Quantitative) داده های کانیهای سنگین.....
۱۱۸.....	۳-۶- بررسیهای آماری اولیه.....
۱۲۱.....	۳-۷- روش تهیه نقشه های کانی سنگین.....
۱۲۱.....	۳-۸- تعبیر و تفسیر نقشه های کانی سنگین.....
۱۲۳.....	۳-۹- معرفی مناطق امیدبخش کانی سنگین.....
۱۲۷.....	فصل چهارم - کنترل ناهنجاری.....
۱۲۸.....	۴-۱- مقدمه.....
۱۲۹.....	۴-۲- معرفی محدوده های کنترل ناهنجاری.....
۱۲۹.....	۴-۲-۱- دلایل انتخاب محدوده های کنترل ناهنجاری در برگه نقده.....
۱۳۲.....	۴-۲-۲- شرح عملیات صحرائی محدوده های ناهنجان.....
۱۳۲.....	۴-۲-۲-۱- محدوده ناهنجان شماره ۱: جنوب دیلگه.....
۱۳۳.....	۴-۲-۲-۲- محدوده ناهنجان شماره ۲: شمالغرب دیلگه.....
۱۳۳.....	۴-۲-۲-۳- محدوده ناهنجان شماره ۳: شمال بازرگه.....
۱۳۴.....	۴-۲-۲-۴- محدوده ناهنجان شماره ۴: حد فاصل دیلگه و بازرگه.....
۱۳۴.....	۴-۲-۲-۵- محدوده ناهنجان شماره ۵: جنوب شرق بازرگه.....
۱۳۵.....	۴-۲-۲-۶- محدوده ناهنجان شماره ۶: شمال سرهولان.....
۱۳۵.....	۴-۲-۲-۷- محدوده ناهنجان شماره ۷: شرق کوه لندی شیخان-شمالغرب سرهولان.....
۱۳۶.....	۴-۲-۲-۸- محدوده ناهنجان شماره ۸: جنوب کیله پایین.....
۱۳۷.....	۴-۲-۲-۹- محدوده ناهنجان شماره ۹: غرب شیوبرسی-شمال کیله پایین.....
۱۳۷.....	۴-۲-۲-۱۰- محدوده ناهنجان شماره ۱۰: شمالشرق بابکر آباد.....
۱۳۸.....	۴-۲-۲-۱۱- محدوده ناهنجان شماره ۱۱: غرب احمد عزیز.....
۱۳۹.....	۴-۲-۲-۱۲- محدوده ناهنجان شماره ۱۲: غرب جمیلان.....
۱۳۹.....	۴-۳- نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین برگه ۲۵۰،۰۰۰: نقده ۱ (نمونه های مرحله دوم).....
۱۴۱.....	۴-۴- نتیجه گیری از عملیات کنترل صحرائی.....

فصل پنجم: تعبیر و تفسیر داده ها	۱۴۳
۱-۵- بحث ژنتیکی زونهای کانی سازی	۱۴۴
۲-۵- رابطه آنومالیاها با سنگ شناسی، فرایندهای تکنونیک، هاله های آلتراسیون و نهشته های معدنی	۱۴۶
۳-۵- رابطه آنومالی ها با اندیس های معدنی، کانسارها و معادن متروکه	۱۴۷
۴-۵- ارزیابی اکتشافی و اقتصادی یافته ها	۱۴۷
۱-۴-۵- یافته هایی از مدارک و گزارشات قبلی	۱۴۷
۲-۴-۵- ارزیابی یافته های گزارش اخیر	۱۴۸
۵-۵- معرفی مناطق امیدبخش پتانسیل دار، جهت ادامه اکتشاف	۱۵۰
فصل ششم: نتایج و پیشنهاد ها	۱۶۰
۱-۶- جمع بندی نتایج	۱۶۱
۲-۶- ارائه پیشنهادها	۱۶۲
منابع و ماخذ	۱۶۴

تقدیر و تشکر

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف در راستای اجرای پروژه " انجام اکتشافات ژئوشیمیائی ناحیه ای برگه ۱:۲۵,۰۰۰ نرده ۱ " از مساعدت‌ها و پشتیبانی‌های مسئولین محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور بهره‌مند شده که بدینوسیله از ایشان قدردانی به عمل می‌آید:

- از جناب آقای مهندس ناصر عابدیان (معاونت محترم اکتشاف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور) و مجری طرح که با ارائه نظرات ارزشمند خود در مراحل مختلف راهگشای بسیاری از مشکلات بوده‌اند، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

- از جناب آقای مهندس ابراهیم شاهین (مجری فنی) به جهت همکاری صمیمانه و همراهی در طول پروژه، سپاسگزاری می‌گردد.

- از جناب آقای مهندس مصطفی مستعان، ناظر محترم پروژه که در تمامی مراحل عملیات صحرایی و دفتری با تجارب ارزنده خویش راهنمایی‌های ارزشمندی در زمینه پیشبرد پروژه و رفع مشکلات آن ارائه نمودند، سپاسگزاری می‌شود.

- از کارشناسان محترم بخش اکتشافات ژئوشیمی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور که جهت پر بار شدن این پروژه ما را یاری نمودند نیز سپاسگزاری می‌گردد.

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

مدیریت و کارشناسان

مهندسین مشاور زرناب اکتشاف

چکیده

منطقه اکتشافی نطقه I در مساحتی حدود ۱۳۴ کیلومتر مربع، با برداشت ۶۲۵ نمونه ژئوشیمی و ۱۹۹ نمونه کانی سنگین تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ قرار گرفت. نمونه ها با توجه به شرایط فصلی نامناسب طی دو مرحله برداشت شدند و دو مرحله آنالیز شیمیایی را نیز پشت سر گذراندند. نتایج آنالیز مرحله نخست به دلیل فقدان بسیاری از عناصر کانساری کنار گذاشته شد. در مرحله دوم نمونه ها برای ۵۳ عنصر آنالیز شدند و عنصر طلا از سری آنالیزهای قدیمی به این مجموعه اضافه گردید.

بررسی نتایج آنالیزهای ژئوشیمیایی نشان از غنی شدگی نسبی در عناصر Co, As, Mo, Ag, Al, Pb, Au دارد ولی بررسی خطای نسبی، میزان اطمینان به این نتایج را تا حدود زیادی کاسته است. در مجموع خطای ۷۴ درصد عناصر بیش از حد مجاز (۲۰ درصد) می باشد. همبستگی های طلا با آرسنیک، سرب، منگنز، قلع، باریم، آهن و بیسموت می تواند امید بخش تلقی شود، هرچند طلا با آنتیموان و روی همبستگی نشان نداده و همبستگی طلا با گوگرد نیز منفی و معنی دار است.

همین ویژگی (همبستگی طلا با آرسنیک) در بررسی های آنالیز فاکتوری و در قالب فاکتور پنجم نیز تأیید شده است. نقشه های عناصر Hg, Ba, Mn, Co, Zn, Pb, Mo, Cu, Bi, As, Ag, Au با استفاده از داده های لگاریتمی و تخمین با روش عکس مجذور فاصله (شعاع جستجو ۸۰۰ متر) ترسیم گردیدند و مناطق ناهنجار آنها در قالب یک نقشه بصورت مجموعه ناهنجاری ها نمایش داده شد. در سه منطقه نشانه هایی از گسترش منطقه بندی (Zonality) و همپوشانی مناسبی از ناهنجاریهای ژئوشیمیایی بدست آمد.

پس از تعیین محدوده های ناهنجار، مرحله کنترل ناهنجاریها با تعیین حوضه های مورد نظر و پیمایش آنها و برداشت ۱۱ نمونه کانی سنگین و ۱۴ نمونه مینرالیزه انجام گردید. در نتایج این مرحله هر چند حوضه های طلا دار مجددی شناسایی نشدند اما نتایج برخی از نمونه ها ی مینرالیزه شواهدی را از کانی سازی Pb, Zn, As, Ag و تا حدودی Fe, Cu را مسجل نمود. بررسی نتایج نمونه های کانی سنگین (مرحله اول و مرحله کنترل ناهنجاری) و نتایج ترسیم نقشه های ناهنجاری عناصر ژئوشیمیایی نشان از عدم همراهی نتایج آنها با یکدیگر میدهد.

در نهایت پس از معرفی محدوده های امید بخش بدست آمده از مرحله ترسیم نقشه های ژئوشیمیایی و مطالعه نمونه های کانی سنگین و با در نظر گرفتن کیه مدارک و اطلاعات یک منطقه به وسعت ۴۳ کیلومتر مربع جهت تهیه نقشه زمین شناسی-آلتراسیون در مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰ معرفی گردید.

فصل اول - کلیات

۱-۱- مقدمه

قرارداد انجام اکتشاف ژئوشیمیایی ناحیه ای برگه ۱:۲۵,۰۰۰ نطقه بین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (کارفرما) و مهندسين مشاور زرناب اکتشاف (مشاور) طی شماره ۲۱۹-۵۰۰ مورخ ۸۵/۱/۲۰ منعقد گردید. در شرح خدمات این قرارداد (پیوست ۲) طراحی نمونه برداری را منوط به انجام عملیات نمونه برداری توجیهی نموده که پس از برداشت نمونه های توجیهی (۹ نمونه در ۵ سائز مجموعاً ۴۵ نمونه) و آنالیز آنها در آزمایشگاه Amdel طراحی شبکه نمونه برداری به انجام رسید. مرحله برداشت نمونه های اصلی در ۸۵/۷/۳۰ آغاز گردید. متأسفانه بدلیل آغاز فصل سرما در منطقه و مسدود شدن راههای دسترسی، تنها بخشی از نمونه ها (۷۸ نمونه ژئوشیمی، ۲۳ کانی سنگین و ۵ نمونه مینرالیزه) برداشت گردید و ادامه فعالیتها به سال ۸۶ موكول گردید. در خرداد ۸۶ ادامه عملیات برداشت نمونه ها به انجام رسید و نهایتاً در تاریخ ۸۶/۴/۱۷ تعداد ۶۲۶ نمونه ژئوشیمی آبراهه ای پس از آماده سازی مقدماتی و ۲۶ نمونه سنگی طی نامه شماره ۸۶۰۹/۳۶۳۵ به کارفرما تحویل گردید. پس از آماده سازی نهایی نمونه ها در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی تعداد ۳۰ نمونه تکراری در ۸۶/۵/۳۰ انتخاب و کدگذاری گردید. نتایج آنالیزتعداد ۶۰۴ نمونه به مشاور اعلام گردید.

نمونه های تحویلی به آزمایشگاه برای ۳۵ عنصر آنالیز شدند. نتایج آنالیز عناصر Hg, Sn, W, Tl, Te, S, Cd, Sb, As, Bi, Mo, Ag در داده های ارسالی لحاظ نگردیده بود.

هرچند با توجه به گذشت زمان چاره ای جز ادامه پروژه نبود اما مکاتبات متعددی با کارفرما انجام گردید تا علل عدم کارایی داده های مذکور توجیه گردد. پس از جلسات متعدد تصمیم بر آن شد تا نمونه ها مجدداً با روش مناسبتری آنالیز شوند. نهایتاً تعداد ۶۲۵ نمونه بهمراه ۳۰ نمونه تکراری مجدداً تحویل آزمایشگاه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور گردید. در مرحله جدید نمونه ها برای ۵۳ عنصر آنالیز شدند و نتایج آنالیز عنصر طلا از سری آنالیزهای قدیمی به این مجموعه اضافه گردید.

۱-۲- هدف مطالعه

هدف از مطالعات اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ ارزیابی درجه اعتبار ناهنجاری های ژئوشیمیایی، کانی سنگین، دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی و ... اعلام شده است. در نهایت پس از برداشت نمونه های توجیهی و شناسایی سائز بهینه و فاصله مناسب نمونه ها و طراحی نهایی، آنالیز نهایی (مرحله دوم) نمونه های برداشت شده برای ۵۳ عنصر بهمراه طلا (از

مرحله اول) انجام گردید. نتایج نمونه های کانی سنگین مرحله نخست با توجه به مشخص شدن کانی های با ارزشی همچون طلا (۳ نمونه)، کاسیتريت (۲ نمونه)، اورپیمنت (۶ نمونه)، رالگار (۵ نمونه)، سینابر (۱۷ نمونه) می تواند در زمینه تحقیق و دستیابی به محدوده های امید بخش سودمند واقع گردد. در مرحله کنترل ناهنجاری نیز تعداد ۱۱ نمونه کانی سنگین و ۱۴ نمونه مینرالیزه برداشت گردید. نتایج آماده سازی و مطالعه نمونه های کانی سنگین موید نتایج مرحله نخست نبود.

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

ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی نقشه، بخشی از چهار گوش ۱:۲۵۰۰۰۰ مهاباد است که در محدوده استان آذربایجان غربی قرار دارد. این ورقه شامل چهار برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ نقشه، هنگ آباد، پیرانشهر و نالوس می باشد. محدوده مورد مطالعه (نقشه I) در بخش شمال شرقی برگه هنگ آباد در موقعیت: گوشه جنوب غربی با مختصات $37^{\circ} 36'$ و $45^{\circ} 23'$ و گوشه شمال شرقی با مختصات $36^{\circ} 44'$ و $45^{\circ} 30'$ واقع شده است. (شکل ۱-۱).

رخمونهای منطقه را سنگهای با ترکیب و سنهای مختلف پدید آورده است که به طور عمده در برگیرنده سنگهای آذرین، رسوبی و دگرگونی از زمان پرکامبرین تا عهد حاضر است. از این رو پایداری و فرسایش آنها در برابر عوامل زمین شناسی یکسان نیست. واحدهای کربناته و سنگهای ولکانیک به علت پایداری در برابر فرسایش بلندترین ارتفاعات منطقه را ساخته اند، حال آنکه واحدهای شیلی و ماسه ای نقاط پست منطقه را پدید آورده اند. مهمترین جاده های ارتباطی منطقه، جاده مهاباد- نقشه- پیرانشهر می باشد. افزون بر آن جاده های آسفالته، شوسه و خاکی های فرعی فراوان نیز وجود دارد که از جاده های فوق منشعب شده و آبادیهای منطقه را به همدیگر وصل می کنند. این منطقه از دیدگاه آب و هوایی، ناحیه ای نیمه خشک با زمستانهای سرد و تابستانهای معتدل است.

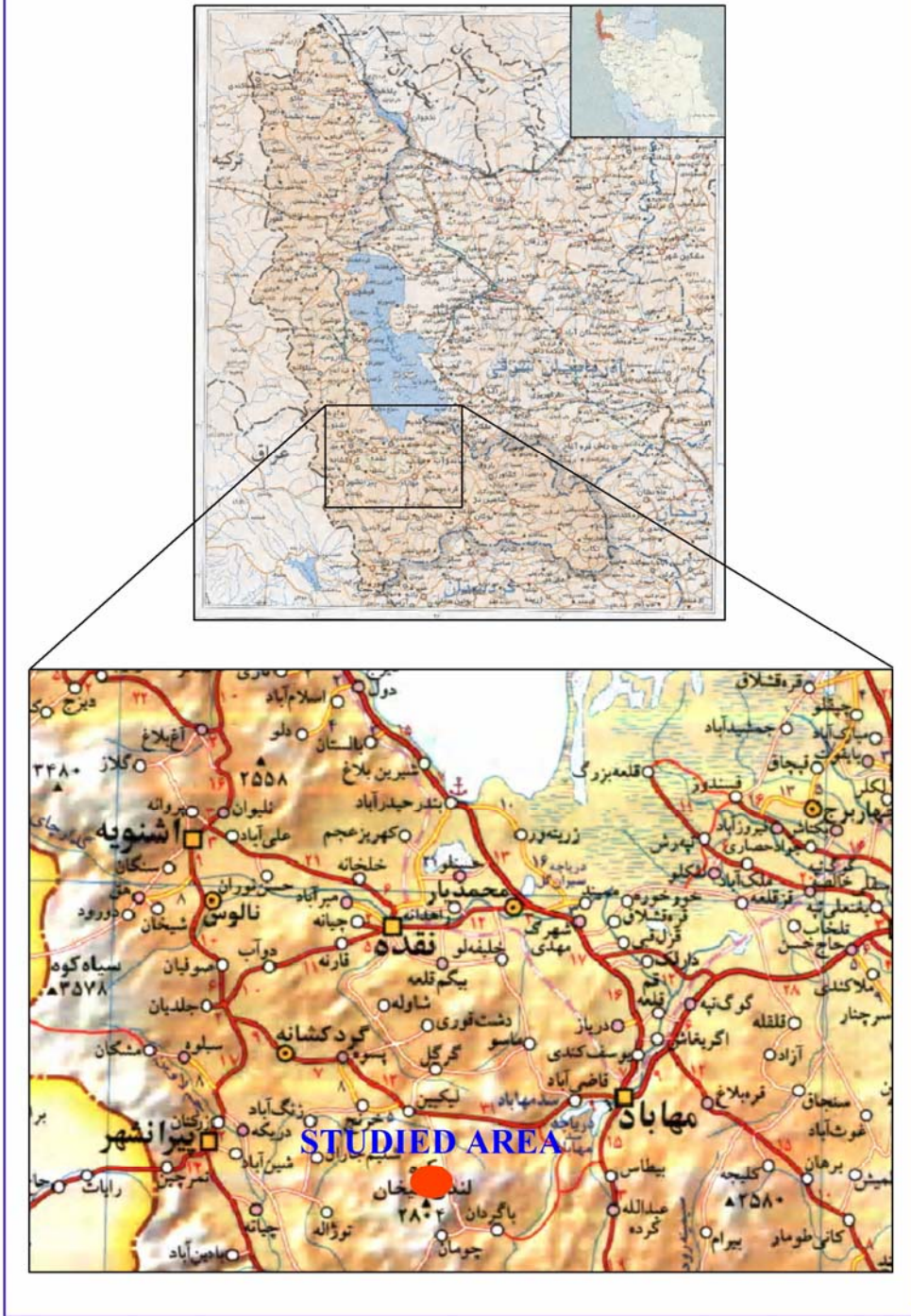
۴-۱- اهداف پروژه و روش کار

همانگونه که در سرفصل ۱-۲ عنوان گردید اهداف پروژه به طور اخص ارزیابی ناهنجاریهای بدست آمده از مطالعات ناحیه ای به همراه تلفیق با سایر داده های به دست آمده در این مرحله می باشد. در نهایت چنانچه مجموعه اطلاعات بتواند منجر به معرفی منطقه ای بعنوان محدوده امید بخش گردد، این محدوده یا محدوده ها جهت ادامه فعالیت های اکتشافی در مقیاس

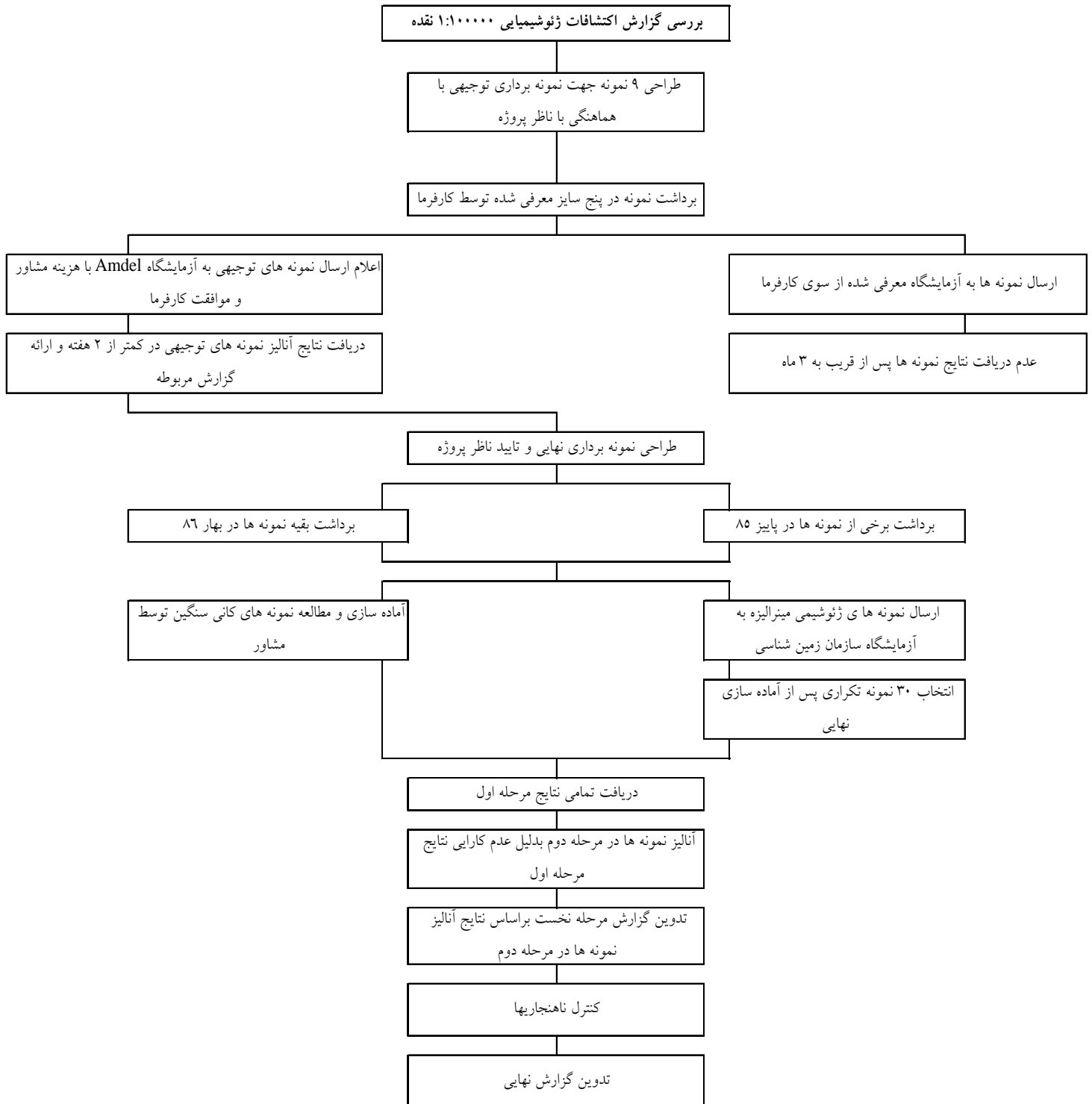
۱:۵۰۰۰ معرفی می گردند. به طور اعم نیز پروژه های اکتشافی در مقیاس ۱: ۲۵,۰۰۰ میتواند علاوه بر کاربردهای اکتشافی ، کاربردهای زیست محیطی و کشاورزی را نیز پوشش دهد.

روشهای اکتشافی در نیل به اهداف پروژه می تواند مشتمل بر روشهای متداول در کاوشهای ژئوشیمیایی ۱: ۲۵۰۰۰ باشد که شامل روش های اکتشافی با برداشت نمونه از محیط رسوب آبراهه ای، خاک، سنگ، آب، گیاه و ... باشد. هر یک از این روشها با توجه به شرایط محیطی کاربردهای خاصی دارند اما در مناطق کوهستانی (همچون منطقه مورد مطالعه) روش برداشت نمونه از آبراهه ها منظور شده است. با توجه به موارد ذکر شده روش کار در پروژه مزبور در نمودار شکل ۱-۲ مشخص شده است.

INDEX MAP



شکل ۱-۱: راههای دسترسی به محدوده نتهه I



شکل ۱-۲: نمودار روش اجرای پروژه

۱-۵-۵- مطالعات انجام شده پیشین

۱-۵-۱- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ برگه نته (سازمان زمین شناسی

(کشور)

پس از دریافت گزارش مذکور بررسیهایی در زمینه مطالعات آماری و ترسیم نقشه ها و معرفی ناهنجاریها بر روی این گزارش توسط مشاور انجام گرفت. در این برگه مجموعه تعداد ۴۴۹ نمونه ژئوشیمی و ۱۵۳ نمونه کانی سنگین برداشت شده است. از دیدگاه نتایج نمونه های ژئوشیمیایی میزان حداکثر عیار طلا، مس، سرب، نقره، قلع، روی، مولیبدن، آرسنیک، آنتیموان، بیسموت، جیوه و تنگستن به ترتیب برابر با (ppb) ۲۳ میلی گرم در تن، ۸۵، ۵۰، ۰/۱۹، ۷/۶، ۴، ۲۸۰، ۷۱/۹، ۲۱، ۱/۶، ۰/۹ و ۴/۶ (ppm) گرم در تن می باشد که به استثناء طلا، روی، آرسنیک و آنتیموان در مورد سایر عناصر نشان چندانی از غنی شدگی مشاهده نشده است. در مورد میزان میانگین عناصر ذکر شده هیچکدام از عناصر اثری از غنی شدگی نشان نداده اند. (جدول ۱-۱)

بررسیهای دیگری نیز بر روی این گزارش انجام گردیده است که در سرفصل ۷-۱ (اطلاعات ژئوشیمیایی در مقیاس کوچکتر) به آنها پرداخته خواهد شد.

Table ۱-۱: Statistical parameters of analytical data in ۱:۱۰۰,۰۰۰ geochemical exploration report

		AU	B	CU	PB	AG	SN	ZN	MO	AS	SB	BI	HG	W
N	Valid	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹	۴۴۹
	Missing	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳
Mean		۱,۷۳۴	۳۰,۶۹	۳۵,۶	۱۶,۲	۰,۱۰۳۴۵	۳,۰۰۳	۱۰۳	۱,۱۷۷	۱۲,۱۵	۱,۰۶۹۵	۰,۲۱۲۸	۰,۰۶۰۹	۱,۰۸۴۷
Std. Deviation		۱,۷۰۱	۱۶,۲۴	۹,۶۹	۶,۱	۰,۰۲۶۴۳	۰,۷۶۳	۱۹,۳	۰,۴۳۹	۷,۲۷۵	۱,۲۳۵۷	۰,۱۳۲۱	۰,۰۴۹۹	۰,۴۰۵۸
Minimum		۰,۱	۷	۶	۳	۰,۰۱	۱,۴	۱۰	۰,۵	۰,۶	۰,۱۳	۰,۱	۰,۰۵	۰,۱۴
Maximum		۲۳	۱۳۰	۸۵	۵۰	۰,۱۹	۷,۶	۲۸۰	۴	۷۱,۹	۲۱	۱,۶	۰,۹	۴,۶
Percentiles	۲۵	۱,۱	۱۹,۷۵	۳۰	۱۲	۰,۰۸۵	۲,۵	۹۰	۰,۹۱۵	۸,۰۰۵	۰,۵۱	۰,۱۲	۰,۰۵	۰,۸۶
	۵۰	۱,۴	۲۹	۳۴	۱۵	۰,۱	۲,۹	۱۰۲	۱,۱	۱۰,۹	۰,۷۸	۰,۱۹	۰,۰۵	۱,۰۵
	۷۵	۱,۸	۳۸	۴۰	۱۹	۰,۱۲	۳,۴	۱۱۰	۱,۳۵	۱۴,۲	۱,۱۴	۰,۲۶	۰,۰۵۵	۱,۳۵

۱-۵-۲- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقشه (سازمان زمین شناسی کشور)

براساس نقشه مزبور پی سنگ منطقه را میکاشیست های پرکامبرین تشکیل داده و بروزدهایی از سنگهای کرتاسه شامل شیل و ماسه سنگ، سنگهای ولکانیکی، آهک میکروکریستاله و دولومیت نیز در منطقه مشاهده شده است. توده گرانیتی کرتاسه بالا- پالوسن در شرق منطقه مشخص شده است که بخشهایی از یک باتولیت بزرگ است که در حواشی، سنگها را دستخوش دگرگونی مجاورتی کرده است.

۱-۶-۱- خلاصه زمین شناسی منطقه در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰

۱-۶-۱- مقدمه

ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقشه بر اساس تقسیم بندی زونهای ساختاری ایران توسط اشتوکلین در زون ساختاری سنندج- سیرجان و بر اساس تقسیم بندی افتخار نژاد در زون ساختاری جداگانه ای بنام زون خوی- مهاباد واقع می گردد.

طبق نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰۰ مهاباد قدیمی ترین واحدهای سنگی تشکیل دهنده در ناحیه مورد مطالعه، سن پرکامبرین داشته و شامل یکسری سنگهای دگرگونی با لیتولوژی میکاشیست همراه با سنگهای آتشفشانی می باشد.

در محدوده مورد مطالعه واحدهای ژوراسیک- کرتاسه از گسترش قابل توجهی برخوردار هستند. همچنین در محدوده مورد مطالعه واحدهای پالوسن و ائوسن مشاهده نشده، واحدهای کواترنر نیز به صورت تراسهای آبرفتی در شمال و شرق محدوده گسترش دارد.

در زیر به شرح مختصر هر یک از واحدهای رخنمون دار در منطقه بر اساس ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقشه پرداخته شده است. در شکل ۱-۳ نقشه زمین شناسی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقشه نمایش داده شده است.

شکل ۱-۳

۱-۶-۲- شرح واحدها

واحد پرکامبرین - پالئوزوئیک (Psh)

سنگهای متعلق به این دوره از گسترش نسبتاً خوبی در بخش شرقی محدوده مورد مطالعه برخوردار است و به طور کلی در برگیرنده میکاشیست همراه با سنگهای آتشفشانی می‌باشد. با توجه به موقعیت این سنگهای دگرگونه که در شمال غرب کشور برونزد دارند می‌توان سن پرکامبرین- پالئوزوئیک را برای واحد فوق پیشنهاد نمود.

ژوراسیک - کرتاسه (Kd, K1, Ksh, Kv)

سنگهای متعلق به این دوره از گسترش و ضخامت بسیار زیادی در محدوده مورد مطالعه برخوردار است که با توجه به لیتولوژی به بخشهای مختلف تقسیم گردیده‌اند، ولی به طور کلی در برگیرنده مجموعه‌ای از شیل و ماسه سنگهای خاکستری تیره و کمتر قرمز رنگ همراه با سنگهای کربناته می‌باشند که درجه دگرگونی نسبتاً ضعیفی را متحمل شده‌اند. بخشهای کربناته شامل سنگ آهک، آهک دولومیتی و دولومیت‌های بلورین می‌باشد که در بخشهای آهکی بیشتر فسیلهای کرتاسه پیشین یافت می‌شود. در درون واحد شیل آهکی این مجموعه نیز لایه‌هایی از یکسری سنگهای آتشفشانی تشکیل شده که رنگ عمومی آنها خاکستری تیره است و به صورت دو بخش مجزا در جنوب و جنوب شرق محدوده مورد مطالعه دیده می‌شود. این واحد شیستوزیته خوبی از خود نشان می‌دهد و ترکیب سنگ شناختی آن در حد آندزیت تا بازالت می‌باشد.

افزون بر آن لایه‌هایی از کنگلومرای ضخیم لایه با قطعات کاملاً گرد شده در ابعاد مختلف درون واحدهای مختلف متعلق به این دوره جای گرفته که اغلب به حالت عدسی شکل بوده و به طور جانبی به شیل و ماسه سنگ تبدیل می‌گردد.

کرتاسه بالا - پالئوسن توده نفوذی (گرانیت - گرانودیوریت gr1)

در گستره‌ای به نسبت وسیع در ورقه نفاه برونزدهایی از یک گرانیت آکالن دیده می‌شود که مجموعه نهشته‌های کرتاسه و سنگهای قدیمی‌تر را قطع کرده و خود به طور دگرشیب توسط نهشته‌های میوسن پوشیده می‌گردد. آپوفیزه‌هایی از این توده به داخل واحدهای مختلف نفوذ نموده است. این گرانیت به حالت یک باتولیت بزرگی است که منطقه نسبتاً وسیعی از سنگهای پیرامون خود را دگرگون نموده و باعث تشکیل یکسری کانی سازی در حواشی خود شده است. به نظر

می‌رسد که این توده در دو فاز به دورن رخنمونهای منطقه نفوذ نموده و دارای ترکیبی در حد گرانودیوریت بوده که بیشتر فرسوده شده و با توجه به رنگ نسبتاً تیره و گاه متمایل به سبز معادن سنگ ساختمانی بسیار زیادی را تشکیل داده است. توده گرانیت که ظاهراً در مرحله بعد به درون توده اولیه نفوذ نموده بیشتر رنگ سفید داشته و حالت صخره ساز دارد.

این توده بخش عظیمی از سنگهای اطراف خود را که شامل یکسری سنگهای رسوبی و ولکانیک می‌باشد، دگرگون نموده و آنها را سیلیسفاید نیز نموده است که خود بعنوان یک محدوده مشخص در ورقه قابل تفکیک است.

کواترنر

نهشته‌های مربوط به این دوره در برگیرنده پادگانه‌های قدیمی و جوان نهشته‌های دشت می‌باشد. پادگانه‌های قدیمی که سطح به نسبت گسترده‌ای را در نقاط گوناگون نقشه پوشانده‌اند، از نظر لیتولوژی از یک کنگلومرای نیمه سخت تشکیل شده و به صورت افقی سازنده‌های قدیمی‌تر را پوشانده است. پادگانه‌های جوان و نهشته‌های دشت که در ارتفاعی پائین‌تر نسبت به پادگانه‌های قدیمی قرار گرفته‌اند از دیگر نهشته‌های زمان کواترنر می‌باشند

۱-۲-۱- اطلاعات ژئوشیمیایی در مقیاس کوچکتر

۱-۲-۱-۱- بررسی بر روی داده های ژئوشیمیایی

همانگونه که در سرفصل ۱-۵ (مطالعات انجام شده پیشین) اشاره گردید، اطلاعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده مورد بررسی مجدد قرار گرفته و بررسی‌هایی روی آنها انجام گرفت. در زیر خلاصه ای از این نتایج آورده شده است. لازم به ذکر است که هدف عمده از این پردازش‌ها یافتن الگوی مناسب جهت نیل به اهداف پروژه است.

ناهنجاری‌های عنصر مس در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده، مقدار عنصر مس از ۶ تا حداکثر ۸۵ گرم در تن تغییر می‌کند. در این ناحیه مقادیر بیشتر از ۴۸ گرم در تن به عنوان ناهنجاری عنصر مس در نظر گرفته شده است. این ناهنجاری‌ها در برگه‌های ۱:۵۰,۰۰۰ نقده، هنگ آباد، نالوس و پیرانشهر پراکنده می‌باشند. شرح مختصر ناهنجاری‌های مهم مس که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I شمال شرق برگه هنگ‌آباد) می‌باشد در جدول ۱-۲ آورده شده است.

جدول ۱-۲: ناهنجاریهای ژئوشیمی عنصر مس در محدوده نته I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ-۱۴۷	۲ کیلومتری شرق روستای شیوبرسی در شمال شرق برگه هنگ آباد	۵۴	.....	K ^۱ ,Icp
NAQ-۱۵۲	پیرامون روستای دیلکه در شمال شرق برگه هنگ آباد	۵۴	Pb,Sb,Sn	K ^۱ ,h

ناهنجاریهای عنصر طلا در محدوده نته I

در وره ۱:۱۰۰,۰۰۰ نته مقدار طلا از ۰/۱۴ تا حداکثر ۲۳ میلی گرم در تن تغییر می کند. در این وره ناهنجاریهای به نسبت با اهمیتی از عنصر طلا در برگه های ۱:۵۰,۰۰۰ نته، هنگ آباد و نالوس پراکنده می باشد. شرح مختصر ناهنجاری مهم طلا که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نته I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۳ آورده شده است.

جدول ۱-۳: ناهنجاری ژئوشیمی عنصر طلا در محدوده نته I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ-۱۱۵	۵ کیلومتری جنوب شرق روستای لیگ بین در شمال برگه هنگ آباد	۰,۰۰۹۱	Sb,As	K ^۱ ,gr,Icp,Pc,h

ناهنجاریهای عنصر سرب در محدوده نته I

در وره ۱:۱۰۰,۰۰۰ نته مقدار عنصر سرب از ۲/۷ گرم در تن تا حداکثر ۵۰ گرم در تن تغییر می کند. در این وره مقادیر بالای ۲۵ گرم در تن به عنوان ناهنجاری در نظر گرفته شده است. این ناهنجاریها در برگه های ۱:۵۰,۰۰۰ نته، هنگ آباد و نالوس پراکنده می باشند. شرح مختصر ناهنجاریهای مهم سرب که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نته I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۴ آورده شده است.

جدول ۱-۴ : ناهنجاریهای ژئوشیمی عنصر سرب در محدوده نقده I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ-۱۵۱	۵۰۰ متری جنوب روستای دیلکه در شمال شرق برگه هنگ آباد	۵۰	Sn	K _۱ ,h,gr
NAQ-۱۵۲	۴/۵ کیلومتری شرق روستای شیوبرسی در شمال شرق برگه هنگ آباد	۳۶	As,Sb,Cu	K _۱ ,h

ناهنجاریهای عنصر روی در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده مقدار عنصر روی از ۵۳ تا حداکثر ۲۸۰ گرم در تن تغییر می کند. ناهنجاریهای با اهمیت این عنصر در برگه های هنگ آباد، نالوس و نقده پراکنده می باشند. اما ناهنجاری مهمی از این عنصر که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I شمال شرق برگه هنگ آباد) باشد گزارش نشده است.

ناهنجاریهای عنصر بر در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده مقدار عنصر بر از ۶/۶ تا حداکثر ۱۳۰ گرم در تن تغییر می کند. ناهنجاریهای با اهمیت این عنصر در برگه هنگ آباد و در شرق روستای میشه ده پائین و جنوب بابکر آباد قرار دارند. شرح مختصر ناهنجاریهای مهم بر که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۵ آورده شده است.

جدول ۱-۵ : ناهنجاریهای ژئوشیمی عنصر بر در محدوده نقده I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ-۱۶۲	۲ کیلومتری جنوب روستای بابکر آباد در مرکز برگه هنگ آباد	۷۸	W	Ksh,Pr
NAQ-۱۵۷	۵۰۰ متری جنوب روستای کانی زرد در مرکز برگه هنگ آباد	۷۱	.....	Ksh,Pr
NAQ-۱۶۰	۱/۵ کیلومتری شمال روستای کانی زرد در مرکز برگه هنگ آباد	۷۰	As	Ksh,Pr

ناهنجاری های عنصر آرسنیک در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده مقدار آرسنیک از حداقل ۲/۷۳ تا حداکثر ۷۱/۹ گرم در تن تغییر می کند. ناهنجاری های مهم این عنصر در برگه های ۱:۵۰,۰۰۰ نقده، هنگ آباد متمرکز بوده و می تواند به عنوان راهنمای اکتشافی حایز اهمیت باشد. شرح مختصر ناهنجاری های مهم آرسنیک که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۶ آورده شده است.

جدول ۱-۶: ناهنجاری های ژئوشیمی عنصر آرسنیک در محدوده نقده I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگ های بالا دست
NAQ-۱۵۲	پیرامون روستای دیلکه در شمال شرق برگه هنگ آباد	۳۸,۴	Pb,Sb, Sn,Bi, Cu	K _۱ ,h
NAQ-۱۱۷	۶ کیلومتری شرق روستای لیگ بین در شمال شرق برگه هنگ آباد	۳۵,۲	.....	K _۱
NAQ-۱۱۶	۵ کیلومتری جنوب شرق روستای لیگ بین در شمال برگه هنگ آباد	۲۴,۲	Sb,W	K _۱ ,h,gr,Pc
NAQ-۱۴۶	۳ کیلومتری شرق روستای شیوبرسی در شمال شرق برگه هنگ آباد	۲۴,۲	Sb	K _۱ ,Icb,gr
NAQ-۱۶۰	۱/۵ کیلومتری شمال روستای کانی زرد در مرکز برگه هنگ آباد	۲۴	B	Pr,Ksh
NAQ-۱۴۹	۲ کیلومتری شرق روستای شیوبرسی در شمال شرق برگه هنگ آباد	۲۳	Sb	K _۱ ,Q,Icb

ناهنجاری های عنصر آنتیموان در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده مقدار عنصر آنتیموان از مقدار ۰/۱۲ تا حداکثر ۲۱ گرم در تن تغییر می کند. در این ناحیه نمونه های ناهنجار در سه برگه ۱:۵۰,۰۰۰ نقده، هنگ آباد و نالوس پراکنده می باشند. شرح مختصر ناهنجاری های مهم آنتیموان که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشند در جدول ۱-۷ آورده شده است.

جدول ۱-۷: ناهنجاریهای ژئوشیمی عنصر آنتیموان در محدوده نتهده I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ-۱۵۲	پیرامون روستای دیلکه در شمال شرق برگه هنگ آباد	۵,۹۳	As,Cu, Sn,Pb,Bi	K _۱ ,h
NAQ-۱۱۵	۵ کیلومتری جنوب شرق روستای لیگ بین در شمال برگه هنگ آباد	۳,۸	Au	K _۱ ,gr,Icb,Pc,h
NAQ-۱۴۶	۳ کیلومتری شرق روستای شیوبرسی در شمال شرق برگه هنگ آباد	۳,۴۶	As	Icb,gr,K _۱
NAQ-۱۴۹	۲/۵ کیلومتری شرق روستای شیوبرسی در شمال شرق برگه هنگ آباد	۳,۴۹	As	K _۱ ,Q,Icb
NAQ-۱۴۸	۳ کیلومتری شمال شرق روستای شیوبرسی در شمال شرق برگه هنگ آباد	۲,۹۳	.....	K _۱
NAQ-۱۱۶	۵ کیلومتری جنوب شرق روستای لیگ بین در شمال برگه هنگ آباد	۲,۹۱	As,W	K _۱ ,h,gr,Pc

ناهنجاریهای عنصر نقره در محدوده نتهده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نتهده مقدار نقره از ۰/۰۱۰ تا حداکثر ۰/۱۹ گرم در تن تغییر می کند. در ناحیه مورد مطالعه مقادیر بیشتر از ۰/۱۵ گرم در تن به عنوان ناهنجاری در نظر گرفته شده و در برگه های ۱:۵۰,۰۰۰ نتهده، هنگ آباد و نالوس پراکنده می باشد. شرح مختصر ناهنجاری مهم نقره که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نتهده I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۸ آورده شده است.

جدول ۱-۸: ناهنجاری ژئوشیمی عنصر نقره در محدوده نتهده I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ-۱۴۶	۱ کیلومتری جنوب شرق روستای بازرگه در برگه هنگ آباد	۰,۱۸	As,Sb, Cu	K _۱

ناهنجاری های عنصر جیوه در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده مقدار عنصر جیوه از ۰/۰۵ تا حداکثر ۰/۹ گرم در تن تغییر می کند. نمونه های ناهنجار در این ناحیه به تقریب در کل ورقه پراکنده بوده و پیوستگی فضایی با اهمیتی بین آنها مشاهده نمی شود. شرح مختصر ناهنجاری های مهم جیوه که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۹ آورده شده است.

جدول ۱-۹: ناهنجاری های ژئوشیمی عنصر جیوه در محدوده نقده I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگ های بالا دست
NAQ-۱۲۲	۳ کیلومتری شرق روستای لیگ بین در شمال شرق برگه هنگ آباد	۰,۱۴	.....	gr,K _۱ ,Ksh, h,Pc
NAQ-۱۲۴	۱/۵ کیلومتری شرق روستای لیگ بین در شمال شرق برگه هنگ آباد	۰,۱۲	.....	K _۱

ناهنجاری های عنصر مولیبدن در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده مقدار مولیبدن از ۰/۵ تا حداکثر ۴ گرم در تن تغییر می کند. ناهنجاری های این عنصر در برگه های ۱:۵۰,۰۰۰ نقده، هنگ آباد، نالوس و پیرانشهر پراکنده می باشد. شرح مختصر ناهنجاری های مهم مولیبدن که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۱۰ آورده شده است.

جدول ۱-۱۰ : ناهنجاریهای ژئوشیمی عنصر مولیدن در محدوده نتهه I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ-۱۵۰	۱/۵ کیلومتری جنوب روستای دیلکه در شمال شرق برگه هنگ آباد	۳,۶	Sn,As	h,gr,Pc
NAQ-۱۳۳	۲ کیلومتری شمال شرق روستای احمد عزیز در شمال برگه هنگ آباد	۲,۴	..,Cu, Zn,..	K۱
NAQ-۱۴۸	۲ کیلومتری غرب روستای دیلکه در شمال شرق برگه هنگ آباد	۲,۲	Sn,Sb	K۱,Ksh
NAQ-۱۴۵	۳ کیلومتری جنوب شرق روستای شیوبرسی در شرق برگه هنگ آباد	۲	.....	K۱,Icb

ناهنجاریهای عنصر قلع در محدوده نتهه I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نتهه مقدار عنصر قلع از ۱/۴ تا حداکثر ۷/۶ گرم در تن تغییر می کند. در ناحیه مورد مطالعه مقادیر بیشتر از ۳/۸ گرم در تن به عنوان ناهنجاری در نظر گرفته شده که در برگه های ۱:۵۰,۰۰۰ نتهه، هنگ آباد و نالوس پراکنده می باشد. شرح مختصر ناهنجاریهای مهم قلع که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نتهه I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۱۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱۱ : ناهنجاریهای ژئوشیمی عنصر قلع در محدوده نتهه I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ-۱۵۰	۱/۵ کیلومتری جنوب روستای دیلکه در شمال شرق برگه هنگ آباد	۵,۴	Mo,As	gr,h,Pc
NAQ-۱۵۲	۴/۵ کیلومتری شرق روستای شیوبرسی در شمال شرق برگه هنگ آباد	۵,۱	As,Sb,Cu	K۱, h
NAQ-۱۴۸	۲ کیلومتری غرب روستای دیلکه در شمال شرق برگه هنگ آباد	۵	Mo,Sb	K۱,Ksh

ناهنجاری های عنصر تنگستن در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده مقدار عنصر تنگستن از ۰/۴۵ تا حداکثر ۴/۶۱ گرم در تن تغییر می کند. در این ناحیه مقادیر بیشتر از ۱/۶۵ گرم در تن به عنوان ناهنجاری در نظر گرفته شده و این ناهنجاری ها در برگه های ۱:۵۰,۰۰۰ نقده، هنگ آباد و نالوس پراکنده می باشند. شرح مختصر ناهنجاری های مهم تنگستن که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I شمال شرق برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۱۲ آورده شده است.

جدول ۱-۱۲ : ناهنجاری های ژئوشیمی عنصر تنگستن در محدوده نقده I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگ های بالا دست
NAQ-۱۱۶	۵ کیلومتری جنوب شرقی روستای لیگ بین در شمال برگه هنگ آباد	۲,۹	Sb,As	H,gr,Pc
NAQ-۱۶۲	۲ کیلومتری جنوب روستای بابکرآباد در برگه هنگ آباد	۲,۰۷	B	Ksh,Pr
NAQ-۱۱۷	۵ کیلومتری جنوب شرقی روستای لیگ بین در شمال برگه هنگ آباد	۱,۹	.....	K _۱
NAQ-۱۶۹	۵۰۰ متری شمال روستای بابکر آباد در مرکز برگه هنگ آباد	۱,۷۵	Bi	Kv,K _۱
NAQ-۱۷۴	۱ کیلومتری شمال روستای شیوبرسی در برگه هنگ آباد	۱,۶۸	.....	K _۱ ,Ksh

ناهنجاری عنصر بیسموت در محدوده نقده I

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ نقده عنصر بیسموت از مقدار ۰/۱ تا حداکثر ۱/۶ گرم در تن تغییر می کند. ناهنجاری های این عنصر در برگه های ۱:۵۰۰۰۰ نقده، نالوس و هنگ آباد پراکنده می باشد. شرح مختصر ناهنجاری مهم بیسموت که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I، شمال برگه هنگ آباد) می باشد در جدول ۱-۱۳ آورده شده است.

جدول ۱-۱۳ : ناهنجاری ژئوشیمی عنصر بیسموت در محدوده نته I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	مقدار (ppm)	عناصر همراه	سنگهای بالا دست
NAQ- ۱۶۹	۵۰۰ متری شمال روستای بابکر آباد در مرکز برگه هنگ آباد	۰,۵	W	Ksh, K۱

۱-۷-۲- نتایج بدست آمده از مطالعه کانیهای سنگین در محدوده نته I

از ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نته تعداد ۱۵۳ کانی سنگین برداشت گردید که از این تعداد ۶۰ نمونه در برگه هنگ آباد، ۳۷ نمونه در برگه نته، ۴۴ نمونه در برگه نالوس و ۱۲ نمونه در برگه پیرانشهر قرار دارد. به طور کلی مطالعه و بررسی نمونه‌های کانی سنگین در این ورقه منجر به معرفی ناهنجاریهای طلا، کانیهای حاوی مس، سرب و روی و گردید.

ناهنجاریهای طلا

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نته از تعداد ۱۵۳ نمونه کانی سنگین برداشت شده ۸ نمونه حاوی عنصر طلا می‌باشد، که از این ۸ نمونه، ۱ نمونه در محدوده مورد مطالعه (نته I) واقع در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هنگ آباد قرار دارد. شرح مختصر مربوط به این ناهنجاری در جدول ۱-۱۴ آورده شده است.

جدول ۱-۱۴ : ناهنجاری کانه طلا در محدوده نته I

شماره نمونه	موقعیت جغرافیایی	کانیهای همراه	سنگهای بالا دست	تعداد (ذره)
NAQ-۱۶۹	۵۰۰ متری شمال شرق روستای بابکرآباد	گوتیت، پیریت اکسید، سیلیکات آلتره	آهک، شیل، توف و آندزیت کرتاسه	۱

ناهنجاریهای کانیهای مس

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده از تعداد ۱۵۳ نمونه کانی سنگین برداشت شده ۲۷ نمونه حاوی کانیهای مس می باشد، مس شامل مس طبیعی (در ۶ نمونه)، مالاکیت (در ۲ نمونه) و بروشانیت (در ۱۹ نمونه) می باشد. شرح مختصر ناهنجاریهای مس که مربوط به محدوده مورد مطالعه (نقده I) می باشد در جدول ۱-۱۵ آورده شده است.

جدول ۱-۱۵: ناهنجاری کانیهای مس در محدوده نقده I

تعداد (ذره)	سنگهای بالا دست	کانیهای همراه	موقعیت جغرافیایی	کانیهای مس	شماره نمونه
۱	آهک، شیل، آهک و دولومیت به سن پرمین	اپیدوت، پیریت اکسید	۳۰۰ متری غرب روستای بابکرآباد	بروشانیت	NAQ-۱۷۰

ناهنجاریهای کانیهای سرب

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده از تعداد ۱۵۳ نمونه کانی سنگین برداشت شده، ۲۳ نمونه حاوی کانیهای سرب می باشند، که از این ۲۳ نمونه، ۳ نمونه در محدوده مورد مطالعه (نقده I) واقع در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هنگ آباد قرار دارد. شرح مختصر مربوط به این ناهنجاریها در جدول ۱-۱۶ آورده شده است.

جدول ۱-۱۶ : ناهنجاری کانیهای سرب در محدوده نقده I

شماره نمونه	کانیهای سرب	موقعیت جغرافیایی	کانیهای همراه	سنگهای بالا دست	تعداد (ذره)
NAQ- ۱۴۹	گالن، سروزیت	۲۰۰ متری جنوب روستای بازرگه	اسمیت زونیت، همی مورفیت، گوتیت، پیریت اکسید، گارنت	کمپلکس دگرگونی با سن نامشخص، آهک و دولومیت پریمین	۲۰۱
NAQ- ۱۳۲	گالن، سروزیت	۱,۵ کیلومتری شرق - شمال شرق روستای احمد عزیز	گوتیت، پیریت اکسید، باریت، اپیدوت	آهک و شیل کرتاسه	۱۰۱
NAQ- ۱۵۷	گالن، سروزیت	۵۰۰ متری جنوب شرق روستای کانی زرد	گوتیت، اپیدوت، آپاتیت، هماتیت	آهک و شیل کرتاسه، هورنفلس غیرقابل تفکیک کرتاسه	۲۰۱

ناهنجاریهای کانیهای روی

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده از تعداد ۱۵۳ نمونه کانی سنگین برداشت شده، ۸ نمونه حاوی کانیهای روی می باشد، که از این ۸ نمونه، ۱ نمونه در محدوده مورد مطالعه (نقده I) واقع در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هنگ آباد قرار دارد. شرح مختصر مربوط به این ناهنجاری در جدول ۱-۱۷ آورده شده است.

جدول ۱-۱۷ : ناهنجاری کانیهای روی در محدوده نقده I

شماره نمونه	کانیهای روی	موقعیت جغرافیایی	کانیهای همراه	سنگهای بالا دست	تعداد (ذره)
NAQ-۱۴۹	اسمیت زونیت، همی مورفیت	۲۰۰ متری جنوب روستای بازرگه	گالن، سروزیت، گوتیت، پیریت اکسید	آهک و شیل کرتاسه سازند باروت	۱۰۱

ناهنجاریهای کانی شنلیت

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده از تعداد ۱۵۳ نمونه کانی سنگین برداشت شده، تعداد ۹ نمونه حاوی کانی شنلیت می باشد، که از این تعداد نمونه ای که در محدوده مورد مطالعه (نقده I) در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هنگ آباد قرار بگیرد گزارش نگردد.

ناهنجاریهای کانی سینابر

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده از تعداد ۱۵۳ نمونه کانی سنگین برداشت شده، تعداد ۱۳ نمونه دارای کانی سینابر می باشد. از این ۱۳ نمونه، تنها یک نمونه در محدوده مورد مطالعه (نقده I واقع در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هنگ آباد) قرار دارد، شرح مختصر مربوط به این ناهنجاری در جدول ۱-۱۸ آورده شده است.

جدول ۱-۱۸: ناهنجاری کانیهای سینابر در محدوده نقده I

مقدار (ppm)	سنگهای بالا دست	کانیهای همراه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه
۰,۰۱	آهک و شیل کرتاسه	سروزیت، باریت، هماتیت، گوتیت، پیریت لیمونیت	۲,۵ کیلومتری جنوب شرق روستای کانی باغ	NAQ-۱۲۲

ناهنجاریهای کانی پیریت اکسید

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده کانی پیریت به صورت پیریت، پیریت اکسید و پیریت لیمونیت در نمونه های کانی سنگین مشاهده شده است و در این میان کانی پیریت اکسید به طور عمده در بیشتر محدوده ها گسترده و پراکنده است. در این بخش به توصیف مختصر چند نمونه ناهنجار که در محدوده مورد مطالعه (نقده I) که در واقع بخشی از برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هنگ آباد می باشد) قرار گرفته اند به صورت جدول ۱-۱۹ پرداخته می شود.

جدول ۱-۱۹ : ناهنجاریهای کانی پیریت اکسید در محدوده نقده I

مقدار (ppm)	سنگهای بالا دست	کانیهای همراه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه
۱۳۴۵,۱	گرانیت (پالئوسن؟)، هورنفلس	آپاتیت، لیمونیت، زیرکن، منیتیت	۲ کیلومتری شمال غرب روستای دیلکه	NAQ-۱۱۶
۱۳۴۰,۱	آهک، شیل، واحد ولکانیکی کرتاسه	گوتیت	۲۰۰ متری غرب روستای بابکرآباد	NAQ-۱۷۰

ناهنجاریهای کانی باریت

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده باریت در اکثر نمونه‌ها قابل مشاهده می‌باشد. لذا در این بخش تنها نمونه‌هایی که دارای مقادیر بالای باریت می‌باشند آورده شده است. در این بخش تنها یک نمونه در محدوده مورد مطالعه (نقده I که در واقع بخشی از برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هنگ آباد می‌باشد) قرار گرفته است، که شرح مختصر مربوط به این ناهنجاری در جدول ۱-۲۰ آورده شده است.

جدول ۱-۲۰ : ناهنجاری کانی باریت در محدوده نقده I

مقدار (ppm)	سنگهای بالا دست	کانیهای همراه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه
۱۰,۰۴	آهک و شیل کرتاسه	سروزیت، سینابر، هماتیت، گوتیت، پیریت لیمونیت	۲,۵ کیلومتری جنوب شرق روستای کانی باغ	NAQ-۱۲۲

ناهنجاریهای کانی سلسین

در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده از تعداد ۱۵۳ نمونه کانی سنگین تنها ۳ نمونه حاوی کانی سلسین می‌باشد. از این ۳ نمونه تنها ۱ نمونه در محدوده مورد مطالعه (نقده I که در واقع بخشی از برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هنگ آباد می‌باشد) قرار گرفته است که شرح مختصر مربوط به این ناهنجاری در جدول ۱-۲۱ آورده شده است

جدول ۱-۲۱ : ناهنجاری کانی سلسین در محدوده نقده I

تعداد (ذره)	سنگهای بالا دست	کانیهای همراه	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه
۱	شیل و آهک کرتاسه	گوتیت، پیریت اکسید	۱,۵ کیلومتری جنوب غرب روستای لیک بین	NAQ-۱۳۴

۱-۸-۱ اطلاعات ژئوفیزیک هوایی

نقشه ژئوفیزیک هوایی در مقیاس ۲۵۰,۰۰۰ (مهاباد) بعنوان یک لایه اطلاعاتی در طراحی نمونه های اصلی مورد استفاده قرار گرفته است. پارامترهای مهم این نقشه شامل گسلهای عمیق، پهنه های کم عمق مگنتیتی و ناودیس به عنوان یک لایه اطلاعاتی در طراحی نمونه برداری مورد استفاده قرار گرفته است.

فصل دوم:

اکتشافات ژئوشیمیائی

۱-۲- روش نمونه برداری و اهداف آن

در این سرفصل بطور اجمال به نحوه طراحی ، عوامل اساسی آن و نمونه برداری اشاره می شود.

۱-۱-۲- مقدمه

بطور تجربی ثابت شده است که اکتشافات ژئوشیمیایی با استفاده از رسوبات آبراهه‌ای می‌تواند در پیجویی های ناحیه ای و اکتشافات نیمه تفصیلی کاربرد موثری داشته باشد. علت امر آن است که این رسوبات حاصل فرسایش و حمل مواد از بالا دست بوده و بنابراین معرف مناسبی از محیط های واقع در مسیر حرکت آب می‌باشند. از مزایای دیگر این محیط شرایط اکسیدان در اغلب آنهاست که موجب تحرک عناصر کانساری و در نتیجه افزایش وسعت هاله‌های آنهاست. همچنین بزرگی میدان اثر نمونه‌ها، سهولت نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها از سایر مزایای عمده این روش می باشد. البته تأثیر عواملی همچون طراحی اصولی، نمونه برداری بهینه، آنالیزهای با حد تشخیص مناسب ودقت بالا و پردازش اطلاعات نیز نایستی از نظر دور بماند.

به منظور تشخیص آنومالی‌های واقعی و تمیز انواع مرتبط با ذخایر معدنی از سایر انواع در هر ناحیه‌ای لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه‌ای (برای مثال جزء ۸۰- مش) و یا کانی سنگین (جزء ۲۰- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. قطر این جزء ثابت تابع شرایط آب و هوایی، توپوگرافی، نوع ماده معدنی و فاصله از منشاء کانی‌سازی می‌باشد. یکی از راههای شناخت جزء مناسب در نمونه‌های ژئوشیمیایی، مطالعات نمونه‌برداری توجیهی (Orientation Survey) است که در این پروژه اعمال شده است.

۲-۲- تجزیه تحلیل ساینز و فاصله نمونه برداری (عملیات نمونه برداری توجیهی Orientation survey)

۱-۲-۲- مقدمه

عملیات نمونه‌برداری توجیهی در اصل نوعی جمع آوری اطلاعات از مناطق ناشناخته و یا کمتر شناخته شده است که اهداف اجرای آن شامل دسترسی به مناسبترین ساینز نمونه‌برداری، شناخت سیمای ژئوشیمیایی منطقه و بدست آوردن زمینه‌ای جهت طراحی مناسب نمونه‌برداری

است. در پروژه اخیر هدف اول به عنوان هدف اصلی مورد نظر بوده است. آنچه که در این زمینه می توان به آن اشاره نمود این است که در مناطق کانی سازی اگر جزء مناسب نمونه برداری مشخص گردد و نمونه ها با آن سائز الک شوند از اختلاط نسبتاً زیادی از گانگ (باطله) در نمونه ها جلوگیری به عمل آمده لذا حد زمینه (Background) پایین کشیده و طبیعی است که ناهنجاریها با فاصله بیشتری از حد زمینه و حد آستانه آشکار خواهند شد. البته همانطور که ذکر شد شرط اولیه وجود مناطق کانی سازی شده است، طبیعی است که در مناطقی که کانی سازی در آنها رخ نداده در هیچ سائز (جزء خاص) شواهدی از کانی سازی و غنی شدگی به دست نخواهد آمد.

پس از برداشت نمونه های توجیهی مطابق با شرح خدمات، مهندسين مشاور زرناب اکتشاف با هماهنگی با کارفرما و با هزینه خویش، اقدام به ارسال نمونه ها به آزمایشگاه Amdel استرالیا نمود. این امر بعلا تاخیر در اعلام نتیجه آنالیزها از سوی آزمایشگاه سازمان زمین شناسی صورت گرفت. آنالیزها با روش ICP/MS بر روی ۴۳ عنصر + طلا (به روش Fire assay) انجام گردید. تعداد ۹ نمونه توجیهی در پنج سائز انتخابی جهت آنالیز به آزمایشگاه Amdel ارسال شدند. سائزهای موردنظر عبارتند از :

A=-۴۰,+۶۰ B=-۶۰,+۸۰ C=-۸۰,+۱۰۰ D=-۱۰۰,+۱۲۰ E=-۱۲۰ Mesh

۲-۲-۲- فایل بندی داده ها و محاسبات تعیین مناسبترین سائز

پس از جایگزینی داده های سنسورد و فایل بندی داده ها (جدول ۲-۱) داده های هر سائز مرتب شده و انتخاب سائز بهینه از دو مسیر انجام گرفت. لازم است به این نکته اشاره گردد که تقریباً میزان عیار حداکثر (Max) غالب عناصر فاقد غنی شدگی بوده است. (به استثناء طلا در یک مورد ۱۲ ppb، تیتانیوم در تمامی نمونه ها، آهن و منگنز در یک مورد) بنابراین نمونه های مذکور نشانه ای از کانی سازی در حد غنی شدگی را هم در بر ندارند. از اینرو انتخاب سائز بهینه و فاصله مناسب نمونه برداری بر مبنای اطلاعات حاصله از آنالیز نمونه ها انجام شده که شاید نتایج چندان موثری را در بر نداشته باشد.

با توجه به ضرورت استفاده از داده های آنالیز شده، بر آن شدیم که روال بررسی نمونه های توجیهی را با علم به مسئله فوق الذکر ادامه دهیم.

(جدول ۱-۲)

۲-۲-۳- ترسیم نمودارهای خطی (Line chart)

پس از تنظیم فایلها، نمودارهای خطی ۱۲ عنصر ترسیم گردید (شکل ۲-۱). براساس این نمودارها انتخاب سایز بهینه بشرح زیر خواهد بود.

در عنصر باریم سایز A تقریباً در قریب به اتفاق نمونه ها سایز بهینه انتخاب شده اما توجه به مقدار ماکزیمم این عنصر احتمال وجود غنی شدگی را بشدت کاهش میدهد.

در عناصر Pb، Au، Cu، Sn و As سایز بهینه بطور نسبی سایز E انتخاب شده است اما هیچکدام از این عناصر (به استثنا یک نمونه در عنصر طلا با ۱۲ ppb) نشانی از غنی شدگی نسبی را دربر ندارند.

در عناصر Mo و Ti دو سایز C و D تقریباً بطور یکسان و بالاتر از بقیه سایزها قرار گرفته اند. همین امر تا حدودی در مورد عنصر Fe نیز صادق است.

انتخاب سایز بهینه در عناصر Zn و Ag تقریباً امکانپذیر نمیشد.

اگر مبنای انتخاب را فراوانی عناصر در سایز مورد نظر بدانیم بنابراین سایز E با توجه به اینکه شش عنصر از ۱۲ عنصر انتخابی را در خود جای داده است. بعنوان سایز بهینه انتخاب خواهد شد، اما ذکر این نکته ضروری است که تقریباً تمامی این شش عنصر فاقد غنی شدگی نسبی می باشند.

چنانچه مبنا را بر اساس عنصر (عناصری) قرار دهیم که غنی شدگی در آنها مسجل شده است. فقط میتوان به Ti و تا حدودی Fe اشاره کرد که این دو تقریباً در سایزهای C و D اندکی بهتر از سایر سایزها تجمع یافته اند.

۲-۲-۴- تنظیم جدول عیارها و انتخاب بر مبنای نظر کارشناسی

برای این منظور از جداول اولیه عیاری در مورد عناصر استفاده کرده ایم. انتخاب سایز بهینه در اینجا علاوه بر عیار نسبی قابل توجه بر اساس اختلاف معنی دار عیار یکی از سایزها نسبت به سایر سایزها نهایی شده است. در جدول ۲-۲ این انتخاب انجام شده و بر اساس آن جدول ۲-۳ تنظیم شده است.

جدول ۲-۲

جدول ۲-۳: جمع بندی انتخاب سائز بهینه با روش نظر کارشناسی

سائز نام عنصر	A	B	C	D	E
Au					۱
Mn			۲		۳
Ti			۳	۶	
Fe			۳	۴	۲
As					۵
Zn					۱
W					۱
Ce					۹
سائز	A	B	C	D	E
Total	...	...	۸	۱۰	۲۲

(شکل ۱-۲)

بنابراین و براساس نتایج جدول ۲-۳ سایز E (سایز ریز دانه) بعنوان سایز بهینه انتخاب شده است. البته در این مورد ذکر نکات زیر ضروری است:

- تنها به عنصر Ti در حد غنی شدگی نسبی در این جدول امتیاز داده شده است.
- به برخی از عناصر تنها در یکی و یا چند مورد امتیاز داده شده که علاوه بر عیار نسبی، اختلاف معنی دار نیز مدنظر بوده است از آنجمله میتوان به طلا و منگنز اشاره کرد.
- برخی از عناصر از جمله As و Ce نزدیک به حد غنی شدگی بودند، لذا به آنها امتیاز داده شد.

۲-۲-۵- تاثیر فاصله در عیار نسبی سایز انتخابی

بر اساس شرح خدمات قرارداد و با توجه به فاصله نمونه ها از یکدیگر و از منبع کانی سازی احتمالی، در این بخش از گزارش به تاثیر فاصله در تغییر عیار پرداخته میشود. مجدداً به این نکته اشاره میگردد که عیار غالب عناصر هیچگونه اثری از کانی سازی در بر نداشته بنابراین بررسی بعد فاصله در آن شاید از لحاظ محتوایی چندان ارزش نداشته باشد. از نتایج آنالیز سایز انتخابی (سایز E) در این مرحله استفاده شده و عناصر Ti, Fe, W, As, Au و Ce جز عناصری بودند که جهت این امر انتخاب شدند. (شکل ۲-۲) در مورد این شکل موارد زیر قابل اشاره میباشد:

در مورد W, As, Au نزدیکترین نمونه (نمونه ۱-ZNQ) که در اینجا با فاصله O مشخص شده است. عیار چندانی نشان نداده اما نمونه دوم (نمونه ۲-ZNQ - فاصله ۱۰۰ متر) در طلا و آرسنیک بیشترین مقدار را نشان داده است. این امر در مورد تنگستن مشخص نیست و میزان عیار این عنصر همزمان با دور شدن از منشاروند خاصی را نشان نداده است.

در مورد Ti و Fe نیز نمونه دوم (نمونه ۲-ZNQ) حاوی عیار متمایزی از سایر فواصل است. در مورد آهن بنظر میرسد عیار از نمونه سوم (۳-ZNQ) تا نمونه نهم (۲-ZNQ) افزایش یافته و این روند تا حدودی در مورد تیتانیوم هم صدق میکند. در مورد Ce نیز نمونه دوم (۲-ZNQ) تا حدودی غنی تر از بقیه نمونه هاست اما تاثیر فاصله بر عیار چندان مشخص نیست.

(شکل ۲-۲).

۲-۲-۶- نتیجه گیری

با توجه به نتایج آنالیز نمونه ها و بررسی آنها بنظر نمیرسد در آبراهه اصلی نشانی از کانی سازی وجود داشته باشد. غالب عیارها فاقد کانی سازی و در حد عیارهای زمینه (Background) می باشند.

بنظر میرسد در فرادست نمونه شماره ۲-ZNQ و شاید در آبراهه های فرعی فرادست این نمونه نشانی از کانی سازی وجود داشته باشد، اما شدت آن چندان بالا نمی باشد. دلیل این امر هم افت شدید عیار در نمونه سوم و نمونه های بعد از آن است.

۲-۳- طراحی شبکه نمونه برداری ونحوه نمونه برداری وکدگذاری

نمونه ها

۲-۳-۱- طراحی شبکه نمونه برداری

بطور کلی در طراحی محل نمونه ها علاوه بر در نظر گرفتن نقشه زمین شناسی، نقشه ژئوفیزیک هوایی (در صورت دسترسی)، عوامل ساختاری و سیستم های گسلی و واحدهای بالقوه و مستعد کانی سازی موارد زیر نیز مد نظر می باشد:

- ✓ دستیابی به توزیع یکنواخت نمونه ها در سطح منطقه
- ✓ رعایت نسبی چگالی نمونه برداری بر اساس شرح خدمات
- ✓ توزیع همگون و حتی الامکان متناسب نمونه ها در سطح حوضه آبریز و تعداد انشعاب آن
- ✓ اولویت طراحی نمونه ها از آبراهه هایی که سنگ بستر خود را قطع کرده اند
- ✓ در نظر داشتن اصل مهم Sample junction
- ✓ بررسی امکانات جاده ای و مواصلاتی
- ✓ پرهیز از مناطق کشاورزی و فرودست روستاها

با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای مذکور و با بررسی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ هنگ آباد به شماره (۵۰۶۳II)، حوضه های آبریز شناسائی گردید و سپس طراحی محل نمونه ها به انجام رسید. شکل شماره ۲-۳ موقعیت نمونه هارا نشان می دهد.

پس از طراحی محل نمونه‌ها بر روی نقشه‌های توپوگرافی و با استفاده از امکانات نرم افزاری، موقعیت نمونه‌ها در سیستم مختصات (UTM) مشخص و شماره گذاری آنها انجام گردید. این مختصات در GPS کارشناسان ذخیره و در اختیار گروه‌های نمونه‌برداری قرار گرفت.

۲-۳-۲- نمونه‌برداری و اهمیت آن

نتایج آنالیز نمونه‌هایی که توسط کارشناسان از پهنه‌های مختلف برداشت می‌شود مبنای تهیه اطلاعاتی خواهد بود که اساس تمام مراحل داده‌پردازی و تدوین گزارش را در بر دارد. خطای نمونه‌برداری که عمدتاً ناشی از عدم آگاهی و توجه ناکافی به این امر مهم است، باعث تسلسل خطا در بخشهای بعدی گزارش خواهد شد. این امر لاجرم تأثیر نامطلوبی بر روند کار گذاشته و تصحیح اصولی این خطا (خطای نمونه‌برداری) فقط با تکرار نمونه‌برداری امکان‌پذیر خواهد بود. بنابراین آشنایی به اهمیت نمونه‌برداری، دانش و تجربه کافی شخص نمونه‌بردار و از همه مهمتر وجدان آگاه و مسئولیت پذیری از ابزارهای اساسی در اجرای موفق این مرحله خواهد بود.

باید در نظر داشت که برداشت هر نمونه صحیح در صورت وجود شواهد کانساری می‌تواند آغازی بر فعالیتهای بعدی و لاجرم امیدواری به کشف آن باشد، در صورتیکه اگر نمونه‌ها بطریقه اصولی و مطابق استاندارد برداشت نشوند، امر شناسایی این شواهد صورت نگرفته و شاید صدها سال دیگر نیز مورد توجه قرار نگیرد. علاوه بر این خسران که تا حدودی به وجدان و مسئولیت هر فرد برمی‌گردد، ضررهای فراوان مالی نیز از این عدم توجه تحمیل خواهد شد.

با توجه به تجارب گذشته، مسجل شده است که بخش عمده‌ای از عدم دسترسی به اطلاعات مطلوب، ناشی از نمونه‌برداری غیر اصولی و غلط بوده و ضرورت اجتناب از آن بر مسئولین پروژه‌های اکتشافات ژئوشیمیایی، مدیران پروژه و کارشناسان ذیربط واجب است.

شکل ۲-۳

۲-۳-۳- استفاده از GPS

کارشناسان نمونه بردار با آگاهی کامل از نقاط ضعف و قوت GPS در دستور العمل اجرایی خویش این نکات را مدنظر داشتند:

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 نقطه یابی در نظر گرفته شده است.

مختصات قرائت شده از متن نقشه های توپوگرافی (مختصات دفتری) بعنوان مبنای مختصاتی در پردازش و ترسیم نقشه ها در نظر گرفته شده است. مگر در موارد جابجایی نمونه ها که مختصات صحرائی مد نظر بوده است.

مختصات محل برداشت نمونه ها (مختصات صحرائی Field coordinate) با مختصات دفتری مقایسه شده و میزان جابجایی و خطای GPS و سایر خطاها بر آورد شده است. از مختصات صحرائی در کنترل ناهنجاریها و بازدیدهای بعدی استفاده شده است.

مختصات صحرائی که توسط GPS و با توجه به دقت دستگاهی و تواناییهای آن قرائت شده، در برگه‌های نمونه برداری (Sampling Card) ثبت شده است.

۲-۳-۴- عملیات صحرائی نمونه برداری ونحوه کد گذاری نمونه ها

عملیات نمونه برداری نهایی در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با اعزام ۵ اکیپ نمونه برداری در مناطق مختلف انجام شد. مراحل عملیاتی پروژه با تمهیداتی در زمینه اسکان اکیپ‌ها، شناسایی اولیه جاده‌ها، تهیه خودروهای صحرائی و لوازم مورد نیاز نمونه برداران با نظارت مدیر عملیات صحرائی انجام گردید.

هر گروه نمونه برداری متشکل از یک کارشناس، دو کارگر، خودرو صحرائی و راننده به همراه تجهیزات نمونه برداری از جمله : GPS، نقشه ۱:۵۰,۰۰۰ توپوگرافی منطقه که محل نمونه‌ها قبلاً روی آن مشخص شده بود، کارت‌های استاندارد نمونه برداری (sampling card)، سرندهای مورد نیاز، بیلچه، کیسه‌های پلاستیکی ضخیم و اسپری رنگ جهت علامت گذاری و درج شماره نمونه در محل نمونه عازم ماموریت شدند. کارشناسان پس از پیدا کردن محل نمونه در محل نمونه با استفاده از نقشه و تطبیق آن با مختصات ذخیره شده در GPS با در نظر گرفتن موارد دستورالعمل فوق و اطمینان از مناسب بودن محل نمونه، به صورتی که نمونه برداشت شده حتی المقدور معرف

نواحی بالادست باشد، نمونه‌ها را برداشت نمودند در صورت مشاهده مواردی منجمله کانی‌سازی و آلتراسیون در آبراهه‌های فرعی که در آنها نمونه‌ای طراحی نشده بود به کارشناس نمونه بردار اختیار طراحی و برداشت نمونه از آبراهه‌های مذکور داده شده است.

در صورت مشاهده مواردی، منجمله کانی‌سازی و آلتراسیون در آبراهه‌های فرعی که در آنها نمونه‌ای طراحی نشده باشد، به کارشناس نمونه‌بردار اختیار طراحی و برداشت نمونه از آبراهه‌های مذکور داده شده است.

نحوه کدگذاری نمونه های ژئوشیمی به این صورت بوده که ابتدا کد ZN معرف حروف اول نام مشاور (Z) و نام منطقه (N) و سپس شماره سریال نمونه درج شده است. در مورد نمونه های مینرالیزه بعد از کد ZN حرف (I) به معنای ICP قید شده است.

۲-۳-۵- کارت‌های نمونه‌برداری استاندارد (Sampling Card)

یکی از وظایف اصلی کارشناس نمونه‌بردار، علاوه بر برداشت نمونه، تکمیل کارت نمونه‌برداری است که با استفاده از Global Geochemical Sampling Center طراحی و بهینه شده است (جدول شماره ۲-۴). یکی از اهداف 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 :

الف: 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 برجا (Outcrop) محدوده (آیتمهای ۹ و ۱۰)

هنر آلودگی احتمالی در محدوده (آیتم ۱۱)

تمامی بخش‌ها و باکس‌های طراحی شده (بویژه بخش اطلاعات کلی General Data) توسط کارشناس و در هنگام نمونه‌برداری تکمیل شده است. در ضمن در صورت مشاهده آلتراسیون و کانی‌سازی، کارشناس نمونه‌بردار موظف به توضیح آن در ستون Comments خواهد بود.

جدول شماره (۲-۴): 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"/>	Brown <input type="checkbox"/> Red <input type="checkbox"/> Yellow <input type="checkbox"/> Purple <input type="checkbox"/>
5)Unsieved Texture	Bouldery <input type="checkbox"/>	Gravely <input type="checkbox"/>	Sandy <input type="checkbox"/> Silty <input type="checkbox"/> Clayey <input type="checkbox"/>
6)Terrain:	Flat(>=0° & <=3°) <input type="checkbox"/> 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 - Graphitic <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 - Graphitic <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:			
* **			

۲-۳-۶- مدیریت عملیات صحرائی

با توجه به اهمیت بسیار بالای نمونه برداری و با هدف به حداقل رساندن خطاهای این مرحله، مدیریت عملیات صحرائی در اختیار یکی از کارشناسان زبده مشاور قرار داده شده که بصورت تمام وقت در عملیات صحرائی شرکت نموده است. از جمله اهم وظایف این مدیریت می توان به موارد زیر اشاره کرد:

✓ سازماندهی بهینه گروهها و انتخاب بهترین مسیرهای دسترسی (با توجه به بازدید مقدماتی).

✓ همراهی گروهها بصورت متناوب و کنترل مستقیم عملیات نمونه برداری.

✓ کنترل مجدد نمونهها و تکمیل چک لیست نمونه برداری روزانه هر اکیپ و تحویل گرفتن نمونهها.

✓ نظارت دقیق و مداوم بر تکمیل نقشه پیشرفت کار و کارتهای نمونه برداری در پایان هر روز کاری.

✓ بررسی نمونههای سنگی برداشت شده توسط گروهها و انتخاب آنها جهت مطالعات بعدی.

✓ کنترل مناطقی که بعنوان محدودههای بالقوه پتانسیل دار توسط گروههای نمونه برداری معرفی شده است.

✓ نظارت مؤثر بر خشک کردن نمونههای خیس و الک نمودن آنها در راستای کاهش آلودگی و به حداقل رساندن خطاهای انسانی.

✓ نظارت مؤثر بر شستشو و آماده سازی نمونههای کانی سنگین در صورتیکه این نمونهها در کمپ صحرائی یا در منطقه شستشو و آماده سازی می شوند.

✓ تکمیل لیست نهایی و کنترل نهایی نمونهها، بسته بندی و ارسال آنها به دفتر شرکت.

با توجه به موارد ذکر شده در منطقه مورد مطالعه و در طی دو مرحله در سالهای ۸۵ و ۸۶ مجموعاً تعداد ۶۲۶ نمونه ژئوشیمی و ۱۹۹ نمونه کانی سنگین و ۲۶ نمونه مینرالیزه برداشت گردید. هر چند از نتایج ۶۲۵ نمونه ژئوشیمی و ۱۹۹ نمونه کانی سنگین در این گزارش استفاده شده است.

۲-۴- نحوه آماده سازی نمونه های ژئوشیمیایی

با توجه به اقلیم منطقه نفعده و با عنایت به فصل نمونه برداری تمامی نمونه های برداشت شده کاملاً خیس بوده لذا جهت خشک کردن و آماده سازی اولیه (الک کردن در سایز ۱۲۰ مش) تمامی نمونه ها پس از انتقال به تهران به آزمایشگاه شرکت زرناب فرستاده شدند. نمونه ها در آون (Oven) خشک شده و سپس در سایز ۱۲۰ مش الک شده و در نهایت با هماهنگی با کارفرمای محترم به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و فرآوری کرج (IMPRC) جهت آماده سازی نهایی (پودر کردن) و آنالیز ارسال شدند. در مرحله دوم نمونه ها به روش تغلیظ کربن اکتیو و سپس اسپکتروگرافی برای طلا و Icp برای عناصر دیگر در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور آنالیز شدند.

نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی بصورت ارسالی از آزمایشگاه در پیوست ۱ آورده شده است.

۲-۵- بررسی روش آنالیز و تجزیه تحلیل دقت و صحت داده ها

از میان ۶۲۵ نمونه برداشت شده، پس از آماده سازی نهایی (پودر # ۲۰۰) تعداد ۳۰ نمونه بصورت تصادفی به عنوان نمونه تکراری انتخاب و کد گذاری رمزی می شود. نمونه ها به همراه لیست نهایی (۶۵۵ نمونه شامل نمونه های برداشت شده به اضافه نمونه های تکراری) پس از کنترل نهایی بسته بندی شده و جهت آنالیز به آزمایشگاه تحویل داده شد.

نتایج نمونه های تکراری و نمونه های اصلی متناظر آنها در جداول ۲-۵ و ۲-۶ مشخص شده است. پس از جایگزینی داده های سنسورد با نصف مقادیر حد تشخیص، خطای آنالیز با استفاده از فرمول محاسبه شده است.

$$RAE\% = 100 \times \frac{2}{n} \sum \frac{|X_1 - X_2|}{X_1 + X_2}$$

در این فرمول RAE برابر با خطای نسبی (Relative Analytical Error)، تعداد نمونه های تکراری و X_1 و X_2 مقادیر عیار نمونه های اصلی و تکراری می باشد.

بر اساس محاسبات خطای آنالیز، نمودار خطی (Line chart) خطا همراه با نتایج خطا در شکل ۲-۴ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از محاسبه خطا ذکر موارد زیر ضروری است:

- خطای مجاز (< ۲۰٪) در عناصر P (کمترین خطا با ۹/۱٪)، V, Mn, Fe, Sr, Cu, Te
Be, S, Eu, U, Ti, Ni, Mg بدست آمده است. به عبارت دیگر ۱۴ عنصر (۲۷ درصد عناصر)
حاوی خطای مجاز هستند.

- عناصر Ba, Bi, Sm, Ca, Zr, Co, Th, K, Dy, Na, Y, Li, Ce, Yb, Sc Rb, Nb, Zn,
از جمله عناصری هستند که خطای آنها بیش از ۲۰ و کمتر از ۴۰ درصد است و بعبارتی
خطای غیر مجاز دارند، این عناصر ۳۸/۵٪ کل عناصر را در بردارند. قرارگرفتن عناصر اصلی
همچون K, Ca, Na در بین این عناصر شک برانگیز است. در بررسی فایل‌های داده‌ها مشخص
گردید که اختلاف عیار در نمونه‌های متناظر عنصر Ca از حداقل ۱۳,۸ تا حداکثر ۲۴۱۰,۶ ppm
محاسبه شده که میزان بسیار بالائی است. عیار کلسیم در نمونه Zn-۲۵۰ با حدود ۳,۷٪ و در نمونه
تکراری حدود ۱,۳٪ محاسبه شده است.

- عناصر Ga, Tl, Ge, Sb, La, Cd, Ag, W, Ta, Cs, As, Nd, Al, Se, Pb, Mo, Hf,
Hg, حاوی خطای بیش از ۴۰ درصد تا حداکثر خطا Hg (۱۱۸٪) می‌باشند. در بین این عناصر که
مجموعاً حدود ۳۵٪ عناصر آنالیز شده را در بردارند، مشاهده عنصری همچون Al که از عناصر
اصلی است شک برانگیز است. بنظر برسد روش آنالیز جهت عناصر اصلی چندان مورد تأیید نبوده
است. وجود خطای بالای عناصری همچون Tl, Se, Mo, Sb, Ag, در میان این مجموعه شاید
بدلیل وجود داده‌های سنسورد بوده است.

- باتوجه به اینکه در مرحله دوم عنصر طلا آنالیز نشده و نتایج نمونه‌های تکراری عنصر B
نیز عموماً گزارش نشده، لذا خطاگیری این دو عنصر انجام نشده است.

- در مجموع خطای بخش عمده‌ای از عناصر (حدود ۷۴ درصد) بیش از ۲۰ درصد بوده و
غیرقابل اعتماد است. در بین عناصر مورد نظر تنها به نتایج عناصری همچون S, Ti, Te, Cu, Sr,
Fe, Mn می‌توان اطمینان نمود.

جدول ۲-۵

جدول ۲-۶

شکل ۲-۴

۶-۲- بررسیهای اولیه آماری

۶-۲-۱- جایگزینی داده‌های سنسورد و داده‌های با مقادیر منفی

داده‌های سنسورد به داده‌هایی اطلاق می‌شود که به صورت مقادیر کمتر از و یا بیشتر از حد حساسیت دستگاهی (>,<) گزارش شده‌اند. این داده‌ها با توجه به مقادیر بسیار زیاد و یا بسیار کم عناصر و با عنایت به حد تشخیص دستگاه گزارش می‌شوند. بدیهی است که سنجش مقادیر کمتر از حد حساسیت دستگاه در توانایی دستگاه نبوده و آنرا با نماد (<) نشان می‌دهد. با توجه به اینکه این مقادیر، ویژگی کمیتی (Quantitative) نداشته، لذا نمی‌توانند بصورت یک داده عددی در سیستم داده پردازی وارد شوند. در ضمن حذف آنها از سیستم نیز منجر به نادیده گرفتن بخشی از اطلاعات می‌شود. جایگزینی و تخمین داده‌های سنسورد با روشهای مختلفی انجام می‌شود که از جمله این روش‌ها می‌توان به روش بیشترین درست نمایی کوهن (Cohen Maximum Likelihood)، روش ترسیمی و روش‌های جایگزینی ساده اشاره کرد. روشهای جایگزینی ساده شامل جایگزینی نصف و یا $\frac{3}{4}$ حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر از (<) و $\frac{4}{3}$ حد حساسیت برای مقادیر بزرگتر از (>) حد حساسیت دستگاهی می‌باشد. در این پروژه در نتایج ارسالی از سوی آزمایشگاه تعداد ۱۱ عنصر حاوی داده سنسورد بوده اند که با جایگزینی نصف مقدار حد تشخیص به مجموعه داده‌های عددی تبدیل شده اند. جدول ۲-۷ این عناصر و مشخصه‌های آنها نشان داده شده است.

جدول ۲-۷- تعداد و مشخصه های داده های سنسورد و مقادیر جایگزینی آن ها

ردیف	نام عنصر	حد تشخیص	تعداد داده سنسورد	تعداد کل داده ها	درصد داده سنسورد	مقدار جایگزین
۱	Ag	۰,۱	۱۸۴	۶۲۵	۲۹,۴	۰,۰۵
۲	Bi	۰,۵	۳۷	۶۲۵	۵,۹	۰,۲۵
۳	Cd	۰,۱	۴	۶۲۵	۰,۶	۰,۰۵
۴	Mo	۰,۵	۱۲۴	۶۲۵	۱۹,۸	۰,۲۵
۵	Sb	۰,۵	۲۷۲	۶۲۵	۴۳,۵	۰,۲۵
۶	Se	۱	۳۱۷	۶۲۵	۵۰,۷	۰,۵
۷	Ta	۰,۱	۳۱	۶۲۵	۵	۰,۰۵
۸	Te	۰,۱	۳۴	۶۲۵	۵,۴	۰,۰۵
۹	Th	۰,۳	۱	۶۲۵	۰,۱۶	۰,۱۵
۱۰	Tl	۰,۵	۲۸۷	۶۲۵	۴۵,۹	۰,۲۵
۱۱	W	۰,۵	۲۱	۶۲۵	۳,۴	۰,۲۵

درضمن در سری داده های گزارش شده از سوی آزمایشگاه در عناصر Cr, Hg, Ni, Pb, Rb, Zn مجموعاً تعداد ۱۷ داده به صورت مقادیر منفی ارائه شده بود که به مقادیر مثبت تغییر داده شدند. علاوه بر آن در دو نمونه از داده های عنصر B نیز نتایج به صورت ؟؟؟ گزارش شده بود که در داده پردازی به عنوان داده Missing تلقی خواهد شد.

نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی پس از جایگزینی مقادیر سنسورد به همراه موقعیت آنها در سیستم UTM در پیوست ۲ آورده شده است.

۲-۶-۲- بررسیهای آماری تک متغیره

داده پردازی تک متغیره باتکیه بر آمار کلاسیک به صورت توصیفی (جدول پارامترهای آماری) و نمودارهای گرافیکی (هیستوگرامها، باکس پلاتها و سایر نمودارها)، اولین گام در مسیر داده پردازی است که حاوی اطلاعات سودمندی برای کارشناسان است. این مرحله به عنوان مقدمه ای بر داده پردازی دو متغیره و چند متغیره محسوب شده و بر این اساس مجموعه داده پردازی

با این مبحث آغاز می‌گردد. لازم به ذکر است که مراحل پردازش داده‌ها بر روی نتایج ۶۲۵ نمونه انجام شده است.

۱-۲-۶-۲- جدول پارامترهای آماری

جدول پارامترهای آماری خصوصیتی از جمله ماکزیمم، مینیمم، واریانس، میانه، میانگین، خطای استاندارد میانگین، انحراف معیار، کشیدگی، چولگی و ضرایب تغییرات (CV%) را در بردارد. با توجه به اینکه انحراف معیار جوامع مختلف پارامتر مناسبی برای مقایسه درجه تغییرپذیری آنها نسبت به یکدیگر نیست به همین سبب از ضریب تغییرات یا CV%، که حاصل تقسیم انحراف معیار به میانگین می‌باشد، استفاده می‌شود. این پارامتر معیاری از تغییرپذیری نسبی بوده و امکان مقایسه تغییرات در تمامی عناصر را فراهم می‌نماید. بیشترین ضریب تغییرات را سرب با ۰.۸۷۳٪ و سپس عنصر مولیبدن با ۰.۳۸۳٪ نشان داده‌است. مقدار این پارامتر در عناصر نقره (۰.۳۵۱٪)، طلا (۰.۱۵۳٪)، جیوه (۰.۱۲۹٪) و کبالت (۰.۹۹٪) محاسبه شده که قابل توجه می‌باشد.

در بررسی میزان CV% لازم است نکات زیر جهت اطلاع ذکر گردد:

- میزان بالای این پارامتر در عناصر Mo, Pb مربوط به تنها یک نمونه بوده که در مورد سرب نمونه شماره Zn-۴۸۰ با عیار ۶۳۷۸ppm و در مورد مولیبدن نمونه Zn- ۶۳۲ با عیار ۱۱۴ppm می‌باشد. با توجه به اینکه خطای این دو عنصر نیز بالای ۴۰ درصد است. سطح اطمینان به این دو نمونه نیز کاهش می‌یابد.

در مورد طلا تعداد ۹۹ نمونه عیاری بیش از ۱۰ppb دارند و عیار ۱۷ نمونه بیش از ۱۶ppb گزارش شده است. میزان حداکثر این عنصر ارزشمند نیز ۷۰ppb می‌باشد. در صورتیکه می‌توانستیم به میزان خطای آنالیز (که در این عنصر محاسبه نشده است) این عنصری ببریم شاید بگونه مشخص تری در این مورد داوری می‌کردیم. از سوی دیگر می‌توان در مراحل بعدی داده‌پردازی (همبستگی، فاکتور آنالیز) و ترسیم نقشه‌ها و کنترل ناهنجاری تا حدودی به میزان اعتبار نتایج آنالیز طلا پی‌برد. در کل نتایج آنالیز عنصر طلا و میزان نمونه‌های نسبتاً پر عیار آن قابل توجه می‌باشد.

نقره نیز تنها سه نمونه بالای ۱ ppm دارد و نمونه حداکثری آن با عیار ۱۷,۹ ppm قابل توجه بوده است، عیار طلا در این نمونه فقط ۱ppb گزارش شده است.

از جمله سایر پارامترهای آماری، چولگی و کشیدگی است که با استفاده از آنها می‌توان به نرمال بودن یا لاگ نرمال بودن جوامع پی‌برد. هر چه این دو مقدار بترتیب به ۰ و ۳ نزدیکتر باشند آن جامعه نرمالتر خواهد بود.

علاوه بر موارد فوق درصدهای فراوانی (۳۰، ۶۰، ۸۰، ۹۰، ۹۵، ۹۸، و ۹۹ درصد) در این جدول منعکس شده است. این درصدها به عنوان مکمل مقادیر Max و Min است. میزان حداکثر عیار عناصر Au, Al, As, Bi, Ce, Co, Mo, Ni, Rb, S, Ti قابل توجه می باشد. عیار میانگین در هیچ عنصری قابل توجه نمی باشد. در جداول ۲-۸ و ۲-۹ پارامترهای آماری داده‌های خام و لگاریتمی نشان داده شده است.

۲-۲-۶-۲- ترسیم هیستوگرامها و شرح آنها

هیستوگرامها بصورت نمودارهای دوماحوری می‌باشند که در آنها محور x نمایانگر تعداد کلاسه (Interval) عیاری داده‌ها و محور y فراوانی هر کدام از این کلاسه‌ها را نشان می‌دهد. سه ویژگی جامعه آماری یعنی موقعیت (Location)، پراکندگی (Dispersion) و شکل (Shape) توسط هیستوگرام مشخص می‌شود. محاسبه موقعیت در یک جامعه آماری با محاسبه میانگین حسابی و هندسی جامعه، مد (Mode) و میانه امکانپذیر می‌باشد و محاسبه پراکندگی آن را آماره‌هایی همچون حد (Range)، انحراف درون چارکی (Interquartile Devision) واریانس و انحراف معیار بیان می‌کند. شکل یک هیستوگرام از پارامترهایی همچون چولگی و کشیدگی تاثیر می‌پذیرد.

هیستوگرامها به همراه جدول پارامترهای آماری، اولین پارامترهایی هستند که امکان پردازش‌های بعدی را در اختیار کارشناسان قرار می‌دهند. هیستوگرام برخی از داده‌های خام و لگاریتمی نمونه‌های ژئوشیمیایی منطقه در شکل ۲-۵ نمایش داده شده است. با مشاهده هیستوگرامها می‌توان نوع تابع توزیع، وجود یا عدم چولگی و نوع آن را بدست آورد. چنانچه شکل هیستوگرام در توزیع داده‌های خام به یک شکل بالنسبه نرمال نزدیک باشد نمی‌توان انتظار آنومالی‌های ارزشمند از آنرا داشت و این جامعه بیانگر تغییرات در یک زمینه نرمال خواهد بود. ضمناً با استفاده از هیستوگرامها می‌توان به نسبت داده‌های سنسورد به داده‌های غیر سنسورد پی برد. در ارتباط با هیستوگرامهای خام و لگاریتمی موارد زیر قابل ذکر است:

✓ تابع توزیع جوامع داده‌های خام عناصر Dy, Fe, Ge, Be, Sc, V, Zr به حالت نرمال نزدیکتر است.

✓ جامعه داده‌های لگاریتمی عناصر Ba, Ce, As, K, Sr وضعیت نرمالتری نسبت به جامعه داده‌های خام نشان داده‌اند. تابع توزیع نوع L و تاثیر داده (داده‌های) خارج از رده در جوامع عناصر Pb, Bi, Ca, Mo, Co, Ag, Ce, Ti مشاهده می‌شود.

- ✓ دو یا چند مدی در جامعه داده های خام عناصر کلسیم، سدیم، آلومینیوم، روی و لانتانیوم مشاهده می شود. حد تشخیص نامناسب یا وجود داده سنسورد در جوامع Ag,Mo,Sb,Se,Te,Tl مشاهده شده است.
- ✓ انتخاب یک جامعه نسبتاً نرمال با مشاهده هیستوگرامها همراه با در نظر داشتن پارامترهای چولگی و کشیدگی در جدول پارامترهای آماری مقدور خواهد بود. هیستوگرام تمامی عناصر در پیوست شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول ۸-۲

جدول ۹-۲

شکل ۲-۵

۲-۶-۳- بررسیهای آماری چند متغیره

۲-۶-۳-۱- پردازش آماری دو متغیره (ضرایب همبستگی)

هنوز هم در بسیاری از محاسبات دو متغیره، ضرایب همبستگی به عنوان یکی از اصول شناخته شده بکار می رود و بسیاری از کارشناسان دامنه پاراژنتیک عناصر را بر اساس ضرایب همبستگی آنها می سنجند. چندی پیش از آن، برای اعتبار ضرایب همبستگی، حدی تعریف شده ($\pm 0,5$) قرار می دادند. بعقیده بعضی از صاحب نظران برای یافتن ضریب همبستگی معتبر بایستی از جوامع نرمال استفاده کرده و لذا به نرمال کردن داده ها با استفاده از نرم افزارهای گوناگون می پرداختند.

همزمان با پیشرفت نرم افزارهای آماری و امکان محاسبات اتوماتیک حد اعتبار (Significant Level)، دیگر مبنای اعتبار از ($\pm 0,5$) تغییر کرد و بر اساس تعداد نمونه ای که مبنای سنجش ضرایب همبستگی بود حد اعتبار ممکن بود بسیار پایین تر یا بالاتر قرار گیرد. در پروژه نفعده ضریب همبستگی ۰,۱۰۷ نیز اعتبار ۹۹٪ را دارا می باشد.

بنظر می رسد همیشه دامنه همبستگی ها معرف واقعیات پاراژنتیکی عناصر نباشند دلایل این امر به شرح زیر می باشد:

۱- عوامل سیستماتیکی در دستگاههای آنالیز وجود دارد که گاهاً باعث ایجاد همبستگی های کاذب شده و کارشناسان را با مشکل روبرو می کند. این عوامل بایستی در هنگام آنالیز نمونه ها کاملاً شناسایی شده و نقش آنها به حداقل رسد. در بسیاری از این موارد در صورت عدم احاطه کامل به پاراژنهای واقعی در طبیعت، ممکن است کارشناسان با مواردی گمراه کننده هم روبرو شوند.

۲- در مجموعه داده ها (به فرض اینکه روش آنالیز تا حد امکان معتبر باشد) وجود تنها یک نمونه خارج از رده (Outlier) می تواند به صورت مشهودی ضریب همبستگی (در روش پیرسون) را تغییر دهد، در صورتیکه همبستگی واقعی شاید به مراتب کمتر و یا بیشتر از مقداری باشد که نرم افزار گزارش کرده است.

۳- به تجربه ثابت شده که در مطالعات ناحیه ای و نیمه تفصیلی و حتی در بعضی اوقات در مطالعات تفصیلی، همبستگی های یک جامعه معرف دو یا چند زیر خانواده می باشند که در هم

ادغام شده و بعضاً نتایج همبستگی ضعیفی را نشان می‌دهند. اما اگر زیر خانواده‌ها که متأثر از عواملی همچون زمین‌شناسی، آلتراسیون، مینرالیزاسیون و ... می‌باشند، شناسایی شده و از هم جدا شوند، ضریب همبستگی به دست آمده اعتبار بیشتری خواهد یافت.

۴- ضریب همبستگی متأثر از تعداد نمونه‌ای است که محاسبات بر مبنای آن واقع شده، در تعداد اندک نمونه، بعضاً ضرایب همبستگی معتبری بدست نخواهد آمد.

علیرغم مطالب مذکور محاسبه ضریب همبستگی در سری داده‌ها امری اجتناب ناپذیر است. محاسبه ضریب همبستگی از راههای گوناگون امکانپذیر است که حساسیت بعضی از آنها به نرمال بودن تابع توزیع، مانع کارایی آنها در سایر توابع توزیع می‌شود. انتخاب بهینه روش محاسباتی ضریب همبستگی آن است که به نوع تابع توزیع وابستگی چندانی نداشته باشد. با توجه به مراتب بالا در محاسبه ضرایب همبستگی، از توابع ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده شده است.

ماتریکس ضریب همبستگی تمامی متغیرها در جدول ۲-۱۰ نشان داده است. برای تسهیل در نتیجه‌گیری جدول ۲-۱۱ تنظیم شده است که ضرایب همبستگی عناصر مهم را نشان داده است. انتخاب این عناصر بر مبنای احتمال پتانسیل نسبی آنها صورت گرفته است. در زیر به چند همبستگی عناصر مهم (برگرفته از جدول ۲-۱۱) اشاره می‌شود:

طلا

بیشترین همبستگی طلا با آرسنیک (۰/۳۷۴) بدست آمده است، هر چند مقدار ضریب همبستگی کمتر از ۰/۳ است اما با توجه به تعداد نمونه‌های برداشت شده، مقادیر ضریب همبستگی حتی تا ۰/۱۰۹ نیز از حد اعتبار ۹۹ درصد برخوردار است. عناصری که پس از آرسنیک با طلا همبستگی دارند شامل Sn, Mn, Pb, Bi, Fe, Ba می‌باشد. طلا با عنصر S (۰/۱۹۸ -) Au-S همبستگی منفی و معنی‌دار (در حد اعتبار ۹۹٪) نشان داده است.

در این مجموعه‌ها همبستگی مثبت طلا با عناصر Sn, Pb, Bi, Fe, As می‌تواند معنی‌دار و مهم تلقی گردد اما میزان مطلق آنها چندان قابل توجه نیست. طلا با عناصر Cd, Cu, Co, W نیز در حد اعتبار ۹۵٪ همبستگی نشان داده است. عدم همبستگی طلا با نقره، آنتیموان و روی از جمله نکات منفی این بخش است.

نقره

همبستگی نسبتاً بالا اما معتبر نقره با عناصر Zn, Cu, Bi, Pb, Cd, Mn, Co, Ni, Sn, W, Fe, Cr حد اکثر (۰/۲۵۸) Mn-Ag تا حداقل (۰/۱۰۴) Cr-Ag مشاهده شده است. عدم همبستگی نقره

با عناصر S, Ba, Mo, Au, Sb و همبستگی منفی و بسیار ضعیف نقره با Hg و As نیز مدنظر خواهد بود.

آرسنیک

بیشترین همبستگی این عنصر با طلا (۰/۳۷۴) و در پی آن با عناصر Cd, Ba, Fe, Mn, W, Pb از حداکثر (۰/۲۹۰) As- Pb تا حداقل (۰/۱۲۷) As- Cd محاسبه شده است. قدر مطلق ضرایب چندان بالا نیست اما درجه اعتبار آنها ۹۹٪ می باشد. عدم همبستگی As با عناصر Mo, Sb, Zn, Ag, Cu بایستی مدنظر باشد. لازم به ذکر است که خطای آنالیز عنصر آرسنیک ۴۹ درصد بوده است..

مس

مس بالاترین همبستگی را با آهن (۰/۵۳۸) و بعد از آن با عناصر Zn, Mn, Co از ۰/۵۱۵ تا ۰/۴۹۰ نشان داده است. علاوه بر این عنصر مس با عناصر Pb, Bi, Sn, Cr, Ni, B, S, W, Cd, Ag نیز در حد اعتبار ۹۹٪ همبستگی نشان داده که دامنه آن (۰/۴۵۹) Cu- Ni تا (۰/۱۷۱) Cu- Ba در نوسان است. همبستگی مس با مولیبدن با مقدار (۰/۰۹۸) و طلا (۰/۰۹۵) و با درجه اعتبار ۹۵٪ گزارش شده است.

سرب

بیشترین همبستگی سرب با عنصر Ba و به میزان (۰/۴۲۲) و پس از آن با عناصر Zn, Cd, Pb- Mn (۰/۲۹۳) از حداکثر (۰/۱۱۲) Pb- Mo در حد اعتبار ۹۹٪ بدست آمده است. با توجه به اینکه سرب با آنتیموان نیز همبستگی ۰/۰۹۴ (در حد اعتبار ۹۵٪) نشان داده بنظر می رسد تنها عناصری که در این مجموعه با سرب همبستگی نشان نداده اند عناصر S, Hg می باشد. در لیست داده های عنصر سرب یک داده با عیار ۶۳۷۸ ppm بسیار تعجب برانگیز است. زیرا در ردیف دوم عیار ۱۶۸ppm رسیده و از طرف دیگر نمونه با عیار بالای سرب در هیچکدام از سایر عناصر مقادیر قابل توجهی در بر نداشته است.

جدول ۱۱-۲

۲-۳-۶-۲- پردازش آماری چند متغیره

- مقدمه

آنالیز فاکتوری یکی از روش‌های چند متغیره است که هدف اولیه آن تفسیر ساختار ماتریس واریانس - کوواریانس مجموعه‌ای از داده‌های چند متغیره است. این روش رابطه‌ای را در میان متغیره‌های به ظاهر بی ارتباط با یکدیگر برقرار کرده و در پی تحقق اهداف زیر خواهد بود:

الف: تعیین و شناخت متغیره‌های کنترل‌کننده اصلی در میان یک سری از داده‌های ژئوشیمیایی و یا به عبارت دیگر، یافتن کمترین تعداد از متغیره‌هایی که بیشترین تغییرات مشاهده شده را در میان سری داده‌ها نشان بدهند.

ب: تعیین سهم نسبی هر یک از متغیره‌ها در به وجود آمدن تغییرات توزیع عناصر. آنچه که لازمه ورود داده‌ها به محیط چند متغیره است، مبنای نرمال بودن نسبی آنهاست. انتخاب جوامع بر مبنای هیستوگرام‌ها و توجه به پارامترهای آماری کشیدگی و چولگی صورت گرفته است.

پس از قرار گرفتن داده‌ها در محیط آنالیز فاکتوری راه‌های کنترلی برای تأیید روش وجود دارد که بایستی مد نظر داده‌پرداز باشد، از آنجمله آزمون مربع کای (خی) که در قالب جدول KMO بیان شده و با استناد به آن سطح اعتماد به نحوه آنالیز فاکتوری مورد بررسی قرار می‌گیرد، از سایر روش‌های کنترلی در نظر گرفتن مبنای انتخاب آنها در پروسه Extraction است که به گونه‌ای درصد مشارکت (Communalities) تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) را بیان می‌کند. در ضمن مجموعه واریانس که در قالب آنالیز فاکتوری پوشش داده شده نیز نبایستی از نظر کارشناسان دور بماند و نسبت این واریانس‌ها به فاکتورهای اول و دوم و سوم و ... نیز بایستی مد نظر قرار گیرد.

تعیین تعداد فاکتورها با توجه به معیارهایی از جمله $Eigen\ value > 1$ و یا تکیه بر نمودار صخره‌ای Scree plot و یا نظرات کارشناسی تعیین می‌گردد. تجربه پردازشگر و احاطه آن به مجموعه‌ای از توانمندی‌های نرم‌افزارها و ویژگی‌های زمین‌شناسی و خصوصیات همبستگیها و یا عدم همبستگی عناصر در این زمینه ضروری است.

نحوه تفسیر فاکتورها و دلایل مستند در مورد اطلاق هر کدام از آنها به پدیده‌هایی از جمله پارامترهای زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی ویا کانی‌سازی و رد یا قبول هر کدام از آنها نیز بایستی مد

نظر باشد و در نهایت در مرحله کنترل آنومالی، تأیید یا رد آنومالی‌های حاصل از کار داده‌پردازی چند متغیره مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

آنالیز فاکتوری داده‌های منطقه نفعه

همانگونه که در سرفصل پیشین ذکر گردید نرمال بودن نسبی جامعه داده‌های مورد نظر جزو شروط آنالیز فاکتوری است. لذا با در نظر گرفتن هیستوگرام‌ها و مقادیر چولگی و کشیدگی، جوامع نسبتاً نرمال از بین داده‌های خام و لگاریتمی انتخاب شدند. جامعه خام

عناصر $Zr, Be, Cr, Cs, Cu, Dy, Eu, Fe, Ge, Ga, Hf, K, Mn, S, Sc, Sm, Sn, Th, U, V, Yb, Zn$ در این مرحله انتخاب شده و در مورد سایر عناصر از جوامع لگاریتمی آنها استفاده شده است. آنالیز فاکتوری در دو مرحله، بار اول برای تمام عناصر و بار دوم برای ۲۸ عنصر انتخابی انجام شده است. در مرحله نخست ۱۱ فاکتور به دست آمد که نتایج آن در جدول ۲-۱۲ آورده شده است و در مرحله دوم ۸ فاکتور حاصل گردید. (جدول ۲-۱۳).

با توجه به اینکه نتایج مرحله دوم به طور نسبی اهمیت بیشتری در توجیه فاکتورها دارند لذا در زیر به شرح نتایج این مرحله پرداخته می‌شود:

ضرایب Communalities (اشتراک) عناصر حاکی از آن است که ضریب اشتراک عناصر مورد نظر از حداقل ۰,۵ (عنصر Au) تا حداکثر ۰,۹۱۱ (عنصر Fe) محاسبه شده است که در حد قابل قبول می‌باشند. نمودار صخره ای (Scree plot) نشان از شکست تقریبی نمودار در فاکتور چهارم الی پنجم دارد. اما تجربه مشاور بر آن است که محاسبه مقادیر $Eigen Value > 1$ پارامتر مناسبتری جهت انتخاب تعداد فاکتور می‌باشد.

جدول Total Variance Explained نشان از انتخاب تعداد ۸ فاکتور دارد که مجموعاً ۷۱/۳۳٪ تغییرات کل منطقه را پوشش می‌دهند که درصد نسبتاً بالایی می‌باشد. از این میان فاکتور اول با ۱۹/۷۷٪ بیشترین و فاکتور هشتم با ۳/۸۱٪ کمترین مقادیر را نشان داده اند. مقادیر فاکتورهای سوم الی هشتم کمتر از ۱۰٪ می‌باشد و سه فاکتور اول مجموعاً حدود ۴۲٪ تغییرات را پوشش داده اند که حد مطلوبی محسوب می‌گردد. جدول Rotated Component Matrix فاکتورهای هشت گانه را نشان داده است که در زیر به شرح مختصر چند فاکتور مهم پرداخته می‌شود:

فاکتور اول شامل عناصر $Fe, Ti, Te, V, Mn, Sr, Th, Cu, (Sn)$

این فاکتور که ۱۹,۷۷٪ واریانس کلی منطقه را به خود اختصاص داده است هر چند عناصری همچون Cu,Te,Mn را در بر دارد اما در مجموع متاثر از همبستگی های قوی مابین Fe,Te,V,Mn,Th است.

فاکتور دوم با مجموعه عناصر Ni,Cr,Zn,U,S,(Cu),(Co)

این فاکتور با پوشش واریانسی در حدود ۱۱,۹۷٪ متشکل از عناصری است که بیشتر در سنگهای مافیک و اولترامافیک حضور دارند هر چند نشانی از این نوع سنگها در منطقه مورد مطالعه دیده نشده است.

فاکتور سوم با عناصر W,Bi,Sn,Co,(Ni)

این فاکتور ۹,۸۷٪ از مجموع واریانس کلی منطقه را پوشش می دهد. حضور عناصر Sn,W در این فاکتور به احتمال زیاد در ارتباط با توده نفوذی گرانیتی می باشد.

فاکتور چهارم با عناصر Ba,Rb,Pb,(Th) به احتمال همراهی سرب را در گانگ باریتی تداعی می کند.

فاکتور پنجم با عناصر As,Au می تواند معرف مناطقی با پتانسیل احتمالی طلا در منطقه باشد.

فاکتور ششم با عناصر Mo,-Sb,(U) همراهی Mo,U میتواند معنای پتانسیل احتمالی اورانیم در منطقه باشد. هر چند حداکثر عیار اورانیم ۱۰ ppm گزارش شده است.

فاکتور هفتم با عناصر Ag,Cd,(Pb) همراهی دو عنصر Ag,Cd در این فاکتور کاملاً توجیه پذیر است.

فاکتور هشتم تنها عنصر Hg را نشان داده است.

جدول ۲-۱۲

جدول ۲-۱۳

۲-۷- روش تهیه نقشه های ژئوشیمیایی

۲-۷-۱- مقدمه

یکی از راههای درک ارتباط بین داده‌ها و اطلاعات بررسی شده در یک پروژه اکتشافی، ترسیم نقشه است. نقشه‌ها بصورت نمادین، حاصل مراحل داده پردازی، تحلیل و تخمین مناسب داده‌ها بوده و کمک بسیار موثری در درک ارتباطات بین اجزای موجود و تعبیر و تفسیر نتایج و نهایتاً طراحی بهینه فاز بعدی می‌کنند.

نقشه‌ها با توجه به در برداشتن کلیه اطلاعات اعم از موقعیت نمونه‌ها، نحوه توزیع عیاری، وضعیت توپوگرافی و سیستم آبراهه‌ها، موقعیت جاده‌ها، روستاها و شهرها و سایر اطلاعات بعنوان یکی از مهمترین اسناد هر گزارش محسوب می‌شوند. بنابراین خصیصه‌های ساده بودن و دقیق بودن نقشه‌ها کمک بسیاری در مفهوم بودن آنها می‌کند. نقشه‌ها معرف مناطق حاوی بالاترین پتانسیل اکتشافی هستند اما این پتانسیل نبایستی به مفهوم تمرکز ماده (مواد) معدنی در مناطق ناهنجار باشد، بلکه هدف نهایی، معرفی مناطقی است که در آنها گروهی از نمونه‌ها بطور مشترک در دسته ای از عناصر ناهنجاری نشان داده اند.

۲-۷-۲- تکنیک رسم نقشه‌ها

امروزه ترسیم نقشه‌ها با استفاده از نرم افزارها و توانمندیهای آنها اجرا می‌شود، روشهای مختلف رسم نقشه‌ها و الگوریتم‌های معمول در تخمین در این نرم افزارها پیش‌بینی شده‌است. از جنبه ریاضی، ترسیم نقشه به معنی ایجاد پیوستگی بین یک سری داده منفصل است، ایجاد چنین پیوستگی در آشکارسازی روابط بین اجزای مورد مطالعه موثر و مفید است. اساس بسیاری از نرم افزارها تعریف شبکه ای منظم در سرتاسر منطقه و تخمین هر سلول از شبکه با توجه به اطلاعات موجود می‌باشد.

با توجه به این امر است که نحوه طراحی نمونه در پهنه منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود. محل نمونه‌ها بایستی به گونه‌ای تعیین گردد که علاوه بر لحاظ نمودن پارامترهای مهم در مرحله طراحی، تمام نواحی مهم منطقه تحت پوشش قرارگیرند تا اطلاعات از پهنه منطقه بصورت حتی‌المقدور یکنواختی کسب شود، دلیل این امر این است که هیچ نرم افزاری نمیتواند کمبود اطلاعات را جبران نماید.

با توجه به تنوع لیتولوژی، کثرت عوامل ناهمگن ساز، تعدد پارامترهای دخیل در کانی‌سازی، نحوه مهاجرت و جایگیری عناصر و ... نحوه توزیع نمونه‌ها بایستی در نقشه طراحی به گونه‌ای باشد که حوضه‌ای از منطقه فاقد اطلاعات نباشد.

✓ نمایش داده‌ها در روی نقشه به گونه‌های متعددی امکانپذیر است، از آنجمله می‌توان به روشهای زیر اشاره کرد:

✓ نقشه‌های نمادی Symbol Map با استفاده از نمادهایی متناسب با افزایش کمیت مورد نظر، اطلاعات به نقشه منتقل می‌شوند.

✓ نقشه‌های کنتوری Contour Map نمایش اطلاعات متفرق بصورت اطلاعات منسجم و پیوسته با استفاده از کنتور صورت می‌گیرد. برای این منظور از روش درون‌یابی (Interpolation) استفاده می‌شود.

✓ نقشه‌های طیفی Spectral Map نوعی از نقشه‌های کنتوری است که فضای بین کنتورها توسط طیفی از رنگ‌های تعریف شده پوشیده می‌شوند.

✓ نقشه‌های تخمین شبکه Grid Estimation Map در این روش با در نظر گرفتن جهت آبراهه، مساحت حوضه آبریز و وزن دهی عیار هر نمونه بر مبنای مساحت حوضه و نمونه‌های بالادست، الگوریتم تخمین تعریف شده‌است.

در این پروژه نقشه‌ها با استفاده از داده‌های لگاریتمی عناصر و به صورت نقشه‌های کنتوری ترسیم شده‌اند، تخمین داده‌ها با استفاده از روش عکس مجذور فاصله (Inverse Distance to a Power) در نرم افزار ۸ Surfer انجام شده‌است. روش ID یک روش وزن دهی در سیستم درون-یابی (Interpolation) است که وزن بر اساس فاصله نقاط حاوی داده از مرکز نقطه تخمین زده شده محاسبه می‌شود و بر مبنای $1/d^2$ در نظر گرفته شده‌است. این روش تخمین با توجه به شناخت سایر روشها و اولویت نسبی آن در نظر گرفته شده‌است. در این پروژه شعاع جستجو ۸۰۰ متر در نظر گرفته شده‌است.

۸-۲- تعبیر و تفسیر نقشه‌های ژئوشیمیایی

پس از بررسی مقدماتی و تکیه بر نتایج مراحل پردازش قبلی، نقشه مناطق ناهنجار ۱۲ عنصر ترسیم و نقشه‌های هر عنصر بر مبنای نتایج خام (با کد A) و نتایج لگاریتمی (با کد B) ترسیم شده‌اند.

۲-۸-۱- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر طلا (شکل ۲-۶)

نتایج آنالیز طلا در داده های ژئوشیمی از حداقل ۰/۵ تا حداکثر ۷۰ میلی گرم در تن گزارش شده است که با توجه به اینکه عیارهای بیش از ۵ میلی گرم در تن در رسوبات آبراهه ای میتواند حائز اهمیت باشد لذا قریب به ۱۷ درصد از داده ها (۹۹ نمونه از ۵۹۵ نمونه آنالیز شده برای طلا) عیاری بیش از ۵ میلی گرم در تن دارند. در شکل ۲-۶ ناهنجاری های درجه I بصورت کاملاً معنی دار و متمرکز در چهار ناحیه مشاهده شده اند. از میان آنها میتوان به ناهنجاری جنوب شرق بازرگه اشاره نمود که با روند NW-SE و با گسترشی در حدود ۲/۴ کیلومتر مربع از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. در این آنومالی ۱۷ نمونه قرار دارد که بر اهمیت آن می افزاید. بخشی از این آنومالی با ناهنجاری های درجه اول عناصر As, Ba, Mo و درجه دوم Ag, Al, Cd, Ce, Ba, Co, Cu, Mo, Pb همپوشانی دارد. هرچند در این آنومالی ۴ نمونه کانی سنگین برداشت شده اما آثاری از ذرات طلا در آنها یافت نشده است.

آنومالی های بزرگ دیگری از طلا در جنوب شرق احمد عزیز، کوه جمیلان، کوه قلعه دم (دیلگه) و غرب سرهولان مشاهده شده که در جدول ۲-۱۴ آورده شده است.

۲-۸-۲- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر روی (شکل ۲-۷)

حداقل و حداکثر عیار روی در نمونه های رسوب آبراهه ای از ۱/۶ ppm تا حداکثر ۲۹۸ ppm و میانگین آن ۹۸ گرم در تن می باشد. با توجه به اینکه مقادیر بالای ۳۰۰ گرم در تن در نمونه های رسوب آبراهه ای می تواند ناهنجار تلقی شود، هیچکدام از نمونه ها حایز این شرط نمی باشد. نقشه ناهنجاری های نسبی در شکل ۲-۷ و مشخصات مناطق ناهنجار در جدول ۲-۱۵ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- ناهنجاری های این عنصر بصورت سه ناهنجاری درجه II گسترش یافته اند. ناهنجاری ردیف اول، ناهنجاری جنوب شرق بازرگه بوده که از نمونه های کانی سنگین محصور در این محدوده، نمونه کانی سنگین ۳۹۳ فقط باریت گزارش شده و اثری از کانی زائی روی مشخص نشده است. لیتولوژی این منطقه ناهنجار شامل میکا شیست-سنگ آهک-تناوب شیل و ماسه سنگ است.
- همپوشانی ناهنجاری مذکور با ناهنجاری درجه اول عناصر Ag, As, Ba, Mo و درجه دوم Ag, Cd, Al, Co, Cu, Au, Mo, Ba, Pb, Sn, S مشخص گردیده است.

۲-۸-۳- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر سرب (شکل ۲-۸)

حداقل و حداکثر عیار سرب در نمونه های رسوب آبراهه ای از ۰/۹۶ ppm تا ۶۳۷۷ ppm با عیار میانگین ۲۹,۳ گرم در تن می باشد. با توجه به اینکه عیار سرب در رسوبات آبراهه ای از مقدار ۱۰۰ ppm به بالا می تواند امید بخش تلقی گردد، تنها دو نمونه حائز این شرط می باشند. نقشه ناهنجاری ها در شکل ۲-۸ و مشخصات مناطق ناهنجر در جدول ۲-۱۶ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- ناهنجاری های این عنصر بطور عمده در بخش شرقی محدوده متمرکز شده که در مجموع مساحتی در حدود ۶/۵ کیلومتر مربع را دربر گرفته است. این ناهنجاریها با آنومالی عناصری چون Zn, Ag, Al, As, Au, Ba, Cd, Co, Cu, Mo و همپوشانی نشان میدهد.

- در نمونه های کانی سنگین، تمرکز عمده کانی گالن در بخش شمال شرقی محدوده میباشد اما این نمونه ها با حوضه ناهنجر سرب قابل انطباق نیست، قابل ذکر است مقادیر بالای سروزیت در ارتباط با دوحوضه ناهنجر دیلگه و بازرگه میباشد. در شش نمونه سینابر و سروزیت گزارش شده که تمرکز عمده این نمونه ها در حوالی بابکر آباد میباشد.

لیتولوژی مناطق ناهنجر شامل نهشته های آلویال جوان، دولومیت، شلیست، تناوب شیل و ماسه سنگ می باشد.

۲-۸-۴- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر کبالت (شکل ۲-۹)

حداقل و حداکثر عیار کبالت از ۶ ppm تا حداکثر ۸۲۱ ppm و میانگین آن ۳۳,۳ ppm می باشد. نقشه ناهنجاری ها در شکل ۲-۹ و مشخصات مناطق ناهنجر در جدول ۲-۱۷ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- تمرکز ناهنجاری های این عنصر در غرب محدوده عمدتاً بابکرآباد مشخص گردیده است. در این منطقه در نمونه کانی سنگین، شماره ۳۱۲ گالن و سینابر مشخص گردیده است.

در حوضه های ناهنجار این عنصر، حداکثر همپوشانی در محدوده ناهنجار کوه جمیلان، با ناهنجاری درجه II عناصری چون Fe, Hg, Au, Sn, Ag و ناهنجاری درجه I Au مشاهده شده است.

۲-۸-۵- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر مس (شکل ۲-۱۰)

حداقل و حداکثر عیار مس از ۰,۳ppm تا ۱۲۷ ppm و میانگین آن ۳۷ppm است. نظر به اینکه مقادیر بالای ۷۰ ppm در مورد عنصر مس می توانند امیدوار کننده تلقی گردد، تنها ۴ نمونه برداشت شده واجد این شرط می باشند. اطلاق ناهنجاری در مورد این عنصر معنای غنی شدگی کانساری ندارد. نقشه ناهنجاریها در شکل ۲-۱۰ و مشخصات نمونه ای ناهنجار در جدول ۲-۱۸ ارائه شده است از مجموع اطلاعات بدست آمده می توان نتایج زیر را اخذ نمود:

- پنج حوضه ناهنجار برای این عناصر مشخص گردیده است.
- گسترش ناهنجاری در شیورسی، جنوب غربی کیله پایین و بخش شرقی منطقه در دیلگه، بازرگه و سرهولان مشخص گردیده است.
- نمونه کانی سنگین مستقیم، مربوط به ناهنجاری شمال سرهولان، نمونه ۸۴ می باشد که در آن کانیهای سنگین مالاکیت و باریت ثبت شده است.
- در نمونه کانی سنگین و فرودست ناهنجاری مربوط به نمونه شماره ۳۶۸ نمونه شماره ZN-۳۶۷-H کانیهای سنگین باریت و سروزیت ثبت گردیده است.

۲-۸-۶- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر منگنز (شکل ۲-۱۱)

عیار منگنز در نمونه های ژئوشیمی از حداقل ۱۰۸ppm تا حداکثر ۲۴۳۴ppm و میانگین آن ۱۱۲۶ گرم در تن می باشد. با توجه به اینکه عیار بالای ۲۵۰۰ ppm در نمونه های ژئوشیمی در مورد عنصر Mn حائز اهمیت است، لذا ناهنجاریهای این عنصر تنها جنبه نسبی داشته و چندان قابل توجه نمیباشد.

نقشه ناهنجاری ها در شکل ۲-۱۱ و مشخصات مناطق ناهنجر در جدول ۲-۱۹ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- کلیه ناهنجاری های مربوط به این عنصر به صورت درجه II می باشند.
- کانیهای سنگین مستقیم مشاهده شده در ناهنجاری های درجه II مشتمل بر باریت و شلیت میباشد.
- در نمونه های کانی سنگین غیر مستقیم نیز باریت گزارش شده است.
- سنگهای دربرگیرنده مناطق ناهنجر شامل نهشته های دولومیت-تناوب شیل و ماسه سنگ و سنگ آهک می باشد.
- بخشی از ناهنجاریهای این عنصر همپوشانی با ناهنجاری عناصری از جمله Bi,Co,Mo بصورت درجه I و بخشی با Cu,Mo,Sn,Au,Ti و Ba بصورت درجه I دارند.

۲-۸-۷- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر باریم (شکل ۲-۱۲)

عیار عنصر باریم از حداقل ۴۴,۲۱ تا ۱۱۴۶ گرم در تن و میانگین آن ۳۶۵,۴۵ گرم در تن مشخص گردیده است. با عنایت به اینکه عیار بالای ۱۰۰۰ ppm عنصر باریم در رسوبات آبراهه ای می تواند ارزشمند تلقی شود، بر این اساس ۴ نمونه ۴۴۱,۴۴۰,۱۴۴ و ۱۳۱ دارای این شرط می باشند. نقشه ناهنجاری ها در شکل ۲-۱۲ و مشخصات مناطق ناهنجر در جدول ۲-۲۰ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- ناهنجاری های این عنصر به صورت دو ناهنجاری در جنوبشرقی بازرگه و شمال سرهولان متمرکز شده اند که وسعت آنها در حدود ۵ کیلومتر مربع می باشد.
- در نمونه کانی سنگین مستقیم و غیر مستقیم برداشت شده باریم گزارش گردیده است.
- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل دولومیت، سنگ آهک، تناوب شیل، ماسه سنگ و میکاشیست می باشد.
- همپوشانی ناهنجاریهای این عنصر با عناصر Al,As بصورت درجه اول و Cu,Au,W و Ti بصورت درجه دوم مشخص گردیده است.

۸-۸-۲- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر جیوه (شکل ۲-۱۳)

علت اصلی شرح جیوه بخاطر مشاهده سینابر در نمونه های کانی سنگین می باشد.

حداقل و حداکثر عیار جیوه از ۰,۰۱ppm تا ۰,۹۹ppm و میانگین آن ۰,۰۵ppm است. نظر به اینکه مقادیر بالای ۱ppm در مورد عنصر جیوه می توانند امیدوار کننده تلقی گردد، هیچکدام از نمونه های برداشت شده واجد این شرط نمی باشند. اطلاق ناهنجاری در مورد این عنصر به صورت نسبی بوده و معنای غنی شدگی کانساری ندارد. نقشه ناهنجاریها در شکل ۲-۱۳ و مشخصات نمونه های ناهنجر در جدول ۲-۲ ارائه شده است از مجموع اطلاعات بدست آمده می توان نتایج زیر را اخذ نمود:

- پنج حوضه ناهنجر درجه II برای این عناصر مشخص گردیده است.
- گسترش ناهنجاری در شیوبرسی، جنوب غربی کیله پایین و بخش شرقی منطقه در دیلگه، بازرگه و سرهولان مشخص گردیده است.

۲-۸-۹- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر نقره (شکل ۲-۱۴)

عیار عنصر نقره از حداقل ۰,۰۵ تا ۱۷,۹ گرم در تن و میانگین آن ۰,۲۱ گرم در تن مشخص گردیده است. با عنایت به اینکه عیار بالای ۱ ppm عنصر نقره در رسوبات آبراهه ای می تواند ارزشمند تلقی شود، بر این اساس ۳ نمونه ۲۷۲,۴۷۲ و ۵۱۷ دارای این شرط می باشند. نقشه ناهنجاری ها در شکل ۲-۱۴ و مشخصات مناطق ناهنجار در جدول ۲-۲۲ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- ناهنجاری های این عنصر به صورت سه ناهنجاری در شمال بازرگه (درجه یک و دو) ، شمالغرب سرهولان و شمالشرق کوه قلعه دم متمرکز شده اند که وسعت مجموعه آنها در حدود ۱/۱ کیلومتر مربع می باشد.
- در ۵ نمونه کانی سنگین مستقیم و غیر مستقیم برداشت شده اثری از کانیهای حاوی نقره دیده نشده است اما شواهدی از باریت در ۴ نمونه، کاسیتريت، سروزیت، سینابر و شلیت هر کدام در یک نمونه مشاهده شده است.
- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل دولومیت، سنگ آهک، تناوب شیل، ماسه سنگ و برونزدهایی از سنگهای ولکانیکی کرتاسه می باشد.
- همپوشانی ناهنجاریهای این عنصر با عناصر Zn,S در نمونه های ۵۱۷ و ۴۷۲ دیده شده است.

۲-۸-۱۰- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر آرسنیک (شکل ۲-۱۵)

عیار عنصر آرسنیک از حداقل ۰,۴۸ تا ۱۶۳,۵ گرم در تن و میانگین آن ۱۶,۸ گرم در تن مشخص گردیده است. با عنایت به اینکه عیار بالای ۴۰ ppm عنصر آرسنیک در رسوبات آبراهه ای می تواند ارزشمند تلقی شود، بر این اساس ۳۹ نمونه دارای این شرط می باشند. نقشه ناهنجاری ها در شکل ۲-۱۵ و مشخصات مناطق ناهنجار در جدول ۲-۲۳ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- ناهنجاری های این عنصر به صورت یک ناهنجاری بزرگ در شرق بازرگه، جنوب دیلگه به مساحت ۵/۸ کیلومتر مربع و دو ناهنجاری در جنوبغرب منطقه، شمال و شرق کانی زرد مجموعاً به مساحت ۱/۶ کیلومتر مربع هر سه به صورت ناهنجاری های درجه اول مشخص شده اند.

الف: آنومالی بازرگه:

- در ۹ نمونه کانی سنگین مستقیم که از آنومالی شرق بازرگه برداشت شده شواهدی از رالگار و اورپیمنت در یک نمونه مستقیم و یک نمونه غیر مستقیم مشاهده شده است. همچنین شواهدی از باریت در همه نمونه ها، کاسیتريت در یک نمونه، سروزیت در سه نمونه، پیرولوزیت، طلا، سرب طبیعی و شلیت هر کدام در یک نمونه مشاهده شده است.
- همپوشانی در شمال با ناهنجاری های Au, Cu, Fe, Zn, Cd و در جنوب با ناهنجاری های Au, Mo, Zn, Pb, Cu, Cd, Ba مشاهده شده است.
- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل دولومیت، سنگ آهک، تناوب شیل، ماسه سنگ و گرانیت کرتاسه و برونزدهایی از سنگهای میکاشیست پرکامبرین می باشد.

ب: آنومالیهای کانی زرد:

- در ۳ نمونه کانی سنگین مستقیم که از آنومالی شمال و شرق کانی زرد برداشت شده اثری از کانیهای حاوی آرسنیک دیده نشده است اما شواهدی از باریت در همه نمونه ها و سروزیت در یک نمونه مشاهده شده است.
- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل دولومیت، سنگ آهک، تناوب شیل، ماسه سنگ و برونزدهایی از سنگهای آهکی کرتاسه می باشد.
- هیچگونه همپوشانی در این ناهنجاری دیده نشده است.

۲-۸-۱۱- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر بیسموت (شکل ۲-۱۶)

عیار عنصر بیسموت از حداقل ۰,۲۵ تا ۵,۷۸ گرم در تن و میانگین آن ۰,۸۱ گرم در تن مشخص گردیده است. با عنایت به اینکه عیار بالای ۱ ppm عنصر بیسموت در رسوبات آبراهه ای می تواند ارزشمند تلقی شود، بر این اساس ۳۹ نمونه دارای این شرط می باشند. نقشه ناهنجاری ها در شکل ۲-۱۶ و مشخصات مناطق ناهنجار در جدول ۲-۲۴ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- ناهنجاری های این عنصر به صورت یک ناهنجاری بزرگ در جنوب شرق منطقه مورد مطالعه (سرهولان) به مساحت ۳/۵ کیلومتر مربع و یک ناهنجاری در شرق، جنوب شرق منطقه، شمال سرهولان به مساحت ۰/۸ کیلومتر مربع و یک ناهنجاری در غرب جنوب غرب (کوه شاخه لند) به مساحت ۱ کیلومتر مربع هر سه به صورت ناهنجاری های درجه اول مشخص شده اند.

الف: آنومالی سرهولان:

- در ۹ نمونه کانی سنگین مستقیم که از آنومالی سرهولان برداشت شده شواهدی از باریت در همه نمونه ها، سروزیت در ۴ نمونه، پیرولوزیت در ۲ نمونه، سرب طبیعی و کرومیت هر کدام در یک نمونه مشاهده شده است.

- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل دولومیت، سنگ آهک، تناوب شیل، ماسه سنگ و برونزدهایی از سنگهای ولکانیکی کرتاسه می باشد.

- همپوشانی با ناهنجاری های W, Mn, Ba مشاهده شده است.

ب: آنومالی شمال سرهولان:

- در ۲ نمونه کانی سنگین مستقیم که از آنومالی شمال سرهولان برداشت شده شواهدی از باریت در همه نمونه ها و سروزیت، گالن و مالاکیت در یک نمونه مشاهده شده است.

- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل تناوب شیل، ماسه سنگ و سنگ آهک کرتاسه می باشد.

- همپوشانی با ناهنجاری های W, Cu مشاهده شده است.

ج: آنومالی شاخه لند:

- در ۲ نمونه کانی سنگین مستقیم که از آنومالی شاخه لند برداشت شده شواهدی از باریت و سینابر در همه نمونه ها و پیرولوزیت در یک نمونه مشاهده شده است.

- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل سنگ آهک کرتاسه می باشد.

- همپوشانی با ناهنجاری های W, Sn, Co مشاهده شده است.

۱۲-۸-۲- شرح نقشه ناهنجاریهای عنصر مولیبدن (شکل ۲-۱۷)

عیار عنصر مولیبدن از حداقل ۰,۲۵ تا ۱۱۳,۶۶ گرم در تن و میانگین آن ۱,۲۲ گرم در تن مشخص گردیده است. با عنایت به اینکه عیار بالای ۵ ppm عنصر مولیبدن در رسوبات آبراهه ای

می تواند ارزشمند تلقی شود، بر این اساس ۷ نمونه دارای این شرط می باشند. نقشه ناهنجاری ها در شکل ۲-۱۷ و مشخصات مناطق ناهنچار در جدول ۲-۲۵ مشخص گردیده است. از مجموع اطلاعات بدست آمده نتایج زیر را می توان بیان نمود:

- ناهنجاری های این عنصر به صورت یک ناهنجاری نسبتا بزرگ در شمال غرب منطقه مورد مطالعه (احمد عزیز) به مساحت ۲/۸ کیلومتر مربع و یک ناهنجاری در جنوبشرق بازرگه، شرق منطقه به مساحت ۱/۲ کیلومتر مربع مشخص شده اند.

الف: آنومالی احمد عزیز:

- در ۲ نمونه کانی سنگین مستقیم و یک نمونه غیرمستقیم که از آنومالی احمد عزیز برداشت شده شواهدی از باریت در همه نمونه ها، سروزیت در یک نمونه، پیرولوزیت در یک نمونه، گالن در یک نمونه و شلیت در دو نمونه مشاهده شده است.

- همپوشانی در شمال با ناهنجاری های Au, Cu, Fe, Zn, Cd و در جنوب با ناهنجاری های $Au, Mo, Zn, Pb, Cu, Cd, Ba$ مشاهده شده است.

- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل دولومیت، سنگ آهک، تناوب شیل، ماسه سنگ و برونزدهایی از سنگهای آهکی کرتاسه می باشد.

- همپوشانی با ناهنجاری های Mn, Sn به صورت ناهنجاری درجه دوم مشاهده شده است.

ب: آنومالی جنوب شرق بازرگه:

- در ۱ نمونه کانی سنگین مستقیم که از آنومالی جنوب شرق بازرگه برداشت شده شواهدی از باریت مشاهده شده است.

- لیتولوژی بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ شامل تناوب شیل، ماسه سنگ و آهک کرتاسه به همراه میکاشیست و سنگهای ولکانیکی پرکامبرین می باشد.

- همپوشانی با ناهنجاری های Au, Cu, Ba, Cd مشاهده شده است.

مشخصات مناطق ناهنچار دو عنصر تیتانیم و آلومینیوم در جداول ۲-۲۶ و ۲-۲۷ آورده شده است.

نقشه ناهنجاری برخی از عناصر که به صورت مشروح آورده نشد در پیوست ۴ نمایش داده شده است.

۹-۲- معرفی مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی (Complex Anomaly Map) (شکل ۲-۱۸)

ارزش ترسیم نقشه‌های ناهنجاری و توصیف آنها با توجه به همپوشانی، گسترش و زونالیتیه ناهنجاریها معنی و مفهوم می‌یابد. بدیهی است چنانچه ناهنجاریها همپوشانی‌های معنی‌دار و گسترش مطلوب داشته‌باشند، همچنین از لیتولوژی مناسب و ساختار مطلوب نیز برخوردار باشند می‌توانند بازتاب ارزش و پتانسیل اقتصادی باشند. با این دیدگاه نقشه‌های ناهنجاری با توجه به حوضه‌های فرادست مربوطه در قالب یک نقشه بنام Complex Anomaly map ترسیم شده تا بتوان مفاهیم اولیه ارزش‌گذاری آنها را بصورت یکجا مشاهده نمود. در نقشه مربوطه (شکل ۲-۱۸) مواردی بچشم می‌خورد که در ذیل به آنها اشاره می‌شود.

ناهنجاریهای عناصر گوناگون در تمامی سطح نقشه پراکنده شده‌اند اما تمرکز، گسترش و همپوشانی نسبتاً جالب توجهی از آنها در شرق بازرگه، شرق احمد عزیز، جنوبشرق منطقه مورد مطالعه (سرهولان) و غرب منطقه مورد مطالعه (کوه شاخه لند، جنوب غرب بابکر آباد) بدست آمده است. علاوه بر موارد فوق در جنوب غرب منطقه نیز ناهنجاریهای نسبتاً وسیعی از آهن و تنگستن (شهره کوه بردزنگی) همچنین در جنوب شرق کیله پایین ناهنجاریهای همپوشانی از کبالت و قلع مشاهده شده است. آنومالی بسیار بزرگی از گوگرد نیز در شمالشرق منطقه مورد مطالعه بدست آمده که همپوشانی‌های ضعیف و کم وسعتی از عناصر Ag, Zn آنرا همراهی می‌کند.

ناهنجاریهای درجه اول طلا در جنوبشرق بازرگه و شرق احمدعزیز بازونالیتیه جالب توجهی از ناهنجاریهای درجه دوم طلا دربرگرفته شده‌اند. همپوشانی ناهنجاریهای طلا در جنوبشرق بازرگه بیشتر، As و در مرحله بعد با Cu, Pb, Zn, Mo و بطور محدودتری با Ag, Cd مشاهده شده است. در صورتیکه در شرق احمد عزیز دو آنومالی از طلا مشاهده شده که در آنومالی شمالشرق احمد عزیز همپوشانی‌ها بطور نسبی با قلع و به میزان کمتری Fe, Co, Hg و در جنوبشرق احمد عزیز همپوشانی کامل با ناهنجاری کادمیوم و به گونه محدودی با قلع مشخص شده است.

گسترده‌ترین ناهنجاری آرسنیک در شرق بازرگه واقع شده که بطور نسبی با ناهنجاری Ba, Mo, Al, Fe, Ti, Au, Cd, Zn, Ag, Co همپوشانی دارد، عمده همپوشانی‌ها در بخش جنوبی این ناهنجاری قرار گرفته است.

ناهنجاری مس و مولیبدن به استثناء یک منطقه (جنوبشرق بازرگه) همپوشانی نشان نداده‌اند. اما درمورد سرب و روی همپوشانی در اغلب ناهنجاریها مشاهده شده است.

بین ناهنجاریهایی طلاوبیسموت همپوشانی دیده نشده است.

بین ناهنجاری عناصر قلع و تنگستن در غرب منطقه همپوشانی مشاهده شده، اما در شرق و در اطراف توده نفوذی هیچگونه همپوشانی از ناهنجاریهای این عناصر بدست نیامده است. ناهنجاریهایی قلع در شمالغرب منطقه با Mn و بطور نسبی با Fe همپوشانی نشان داده اند. در مجموع و با توجه به خطای نسبی بالای آنالیز دستگاهی که میزان اطمینان به نتایج آنالیزها و بالطبع نقشه های مناطق ناهنجر را کاهش می دهد. میتوان سه منطقه (محدوده) شماره ۱، ۲، ۳ را به ترتیب در شرق بازرگه - احمد عزیز و جنوب غرب بابکرآباد معرفی کرد که شرح کامل این مناطق در مبحث معرفی مناطق امید بخش آورده شده است.

جداول

و

ها

نقشه

فصل سوم:

اکتشافات کانپهای سنگین

۳-۱- روش نمونه برداری و اهداف آن

۳-۱-۱- مقدمه

روش برداشت نمونه های کانیهای سنگین و مطالعه نتایج آن می تواند با توجه به توانمندی های بعضاً انحصاری این روش به صورت یک روش تکمیلی در کنار اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای قرار گیرد. با توجه به این امر در شرح خدمات پروژه مزبور برداشت، آماده سازی، جدایش و مطالعه این نمونه ها نیز در دستور کار قرار گرفته است. تعداد ۱۹۷ نمونه کانی سنگین در منطقه مورد مطالعه و ۲ نمونه کانی سنگین به شماره های ZN-۱۶۶ و ZN ۱۶۷ از خارج از منطقه برداشت گردید.

۳-۱-۲- تعریف کانیهای سنگین (Heavy minerals)

کانیهای سنگین به بخشی از رسوبات تخریبی حوضه های رسوبی اطلاق می شود که وزن مخصوص آنها بیش از ۲/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب باشد. این کانیها از لحاظ ویژگیهای فیزیکی دامنه گسترده ای را در میدین هوازدگی فیزیکی، مقاومت فرسایشی در اثر حمل و نقل، وزن مخصوص، خواص مغناطیسی، رنگ و... نشان می دهند. آنها از دیدگاه ترکیب شیمیایی و نحوه واکنش در محیطهای گوناگون نیز تنوع و تکرار نشان می دهند. فاز تشکیل آنها (فازهای سیلیکاته، سولفیدی، اکسیده)، نحوه واکنش آنها در محیطهای مختلف (محیط های اسیدی، خنثی، قلیایی)، میزان حلالیت آنها در آب، از جمله پارامترهایی است که در تجمع (ته نشست) و یا پراکندگی آنها نقش به سزایی را ایفا می نمایند. کانیهای سنگین با توجه به تعریف بالا، دامنه گسترده ای را نشان می دهند و با توجه به نیازها می توان آنها را در دسته بندی های ویژه ای قرار داد.

۳-۲- تجزیه تحلیل ساینز و فاصله نمونه برداری

نمونه های کانی سنگین به صورت مخلوط (الک نشده) و به حجمی بالغ بر ۱۵-۲۰ لیتر برداشت شدند. این نمونه ها با توجه به موارد ذکر شده در شرح خدمات ارائه شده از سوی کارفرمای محترم طراحی و برداشت شدند.

۳-۳- طراحی شبکه نمونه برداری ونحوه نمونه برداری وکدگذاری

نمونه ها

علاوه بر مواردی که در طراحی نمونه های ژئوشیمیایی به آنها اشاره گردید مواردی همچون تعداد نمونه در نظر گرفته شده وسایت های طراحی بهینه به منظور پوشش حداکثری حوضه ها در هنگام طراحی نمونه های کانی سنگین در نظر گرفته شده است. در شکل ۲-۳ موقعیت نمونه های کانی سنگین نمایش داده شده است.

۳-۳-۱- نحوه نمونه برداری نمونه های کانی سنگین وکدگذاری آنها

نمونه های کانی سنگین با رعایت دستورالعملهای خاص برداشت شدند. موارد مهم در این دستورالعمل شامل گسترش حوضه آبریز، پهنای آبراهه، شیب توپوگرافی، رژیم بارندگی، اجتناب از حواشی آبراهه ها و انتخاب مئاندرها و رسوبات با دانه بندی مختلف و ناهمگن می باشد. در آبراهه های با عرض بیش از ۳ متر، نمونه های کانی سنگین در امتداد یک خط شکسته و در چندین نقطه از عرض آبراهه برداشت می شود. عمق برداشت نمونه بین ۵۰-۳۰ سانتیمتر است. نمونه ها در آبراهه های خشک در حجم ۱۰-۵ لیتر از زیر الک ۲۰ مش و در آبراهه های خیس بطور مخلوط و الک نشده به حجم ۲۰-۱۵ لیتر برداشت می شود.

نحوه کدگذاری نمونه های کانی سنگین به این صورت بوده که ابتدا کد ZN معرف حروف اول نام مشاور (Z) و نام منطقه (N) و سپس شماره سریال نمونه و در انتها حرف (H) درج شده است.

۳-۴- نحوه آماده سازی نمونه های کانی سنگین

آماده سازی نمونه های کانی سنگین در دو مرحله در کمپ صحرائی و آزمایشگاه صورت می گیرد:

الف: آماده سازی در کمپ صحرائی شامل گل شویی در آب و لاوک شویی نمونه ها با هدف تغلیظ کانیهای سنگین انجام می شود.

ب: آماده سازی در آزمایشگاه شامل عملیات حجم سنجی، تقسیم کردن نمونه در صورت لزوم، جدایش ثقلی با بروموفورم، حجم سنجی بخش کنسانتره کانیهای سنگین حاصله از جدایش ثقلی، جدایش مغناطیسی در دو مرحله و نهایتاً جدایش سه فراکسیون مختلف AA (کانیهای دارای

خاصیت مغناطیسی شدید)، AV (کانیهای دارای خاصیت مغناطیسی متوسط) و NM (کانیهای فاقد خاصیت مغناطیسی) خواهد بود.

۳-۵- مطالعه نمونه‌های کانی سنگین

بخشهای سه گانه مذکور با میکروسکوپ دو چشمی (بینوکولر) مطالعه می‌شوند. مبنای مطالعات، نظرات و تجربیات یک مینرالوژیست مجرب است که در این زمینه تبحر داشته و به روشهای کمکی (میکروشیمی، سختی سنجی، رنگ آمیزی و ...) آشنایی کامل داشته باشد. مطالعه تمامی فراکسیونهای نمونه و مشخص کردن ذرات مشاهده شده و تکمیل جدول مربوطه بر اساس میزان کانی‌های مطالعه شده در هر بخش منجر به تکمیل مطالعات کیفی در زمینه کانیهای سنگین می‌گردد.

۳-۵-۱- کمی کردن (Quantitative) داده های کانیهای سنگین

برای تبدیل داده های کیفی به کمی و در نتیجه امکان محاسبات آماری و پردازشها از فرمولی استفاده شده که توسط کارشناسان سابق بخش اکتشافات ژئوشیمیایی سازمان زمین شناسی (۱). تدین اسلامی - ف. آزم) برای اولین بار ارائه شد.

$$ppm = \frac{X.Y.B.10000D}{A.C.D'}$$

این فرمول

X = درصد کانی محاسبه شده در هر بخش از سه بخش مورد مطالعه

Y = حجم نمونه پس از جدایش با محلول سنگین (برومفورم)

B = حجم نمونه پس از شستشو و تغلیظ

A = حجم نمونه برداشت شده (نمونه اولیه)

C = حجم انتخابی برای جدایش با محلول سنگین

D = وزن مخصوص کانی مطالعه شده

D' = میانگین وزن مخصوص رسوبات

بایستی به این نکته توجه داشت که وجود کانیهای با ارزش همچون طلا، نقره، پلاتین، سینابر و ... حتی در تعداد ذرات بسیار اندک می تواند موردعنايت قرار گیرد هر چند نتایج کمی

کردن این کانیها شاید با بزرگ نمایی همراه باشد اما در مورد کانیهای سنگ ساز و کانیهایی اقتصادی که از فراوانی نسبی بیشتری برخوردارند، محاسبه این فرمول نتایج منطقی و قابل قیاسی را در برخواهد داشت. در پیوست شماره ۵ نتایج داده های کیفی نمونه های کانی سنگین که بدل به داده های کمی شده اند مشخص شده است. نتیجه این تبدیل کیفی به کمی را نشان می دهد.

۳-۶- بررسیهای آماری اولیه

پس از کمی کردن داده های کانیهای سنگین جدول پارامترهای آماری این داده ها (جدول ۳-۱) تنظیم گردید. بر اساس اطلاعات این جدول کانی های با ارزشی همچون طلا (۳ نمونه)، کاسیتريت (۲ نمونه)، اورپیمنت (۶ نمونه)، رالگار (۵ نمونه)، سینابر (۱۷ نمونه) و شثلیت (۲۹ نمونه) در نمونه ها یافت شده است. مقدار کانیهای مذکور در تمانی نمونه ها به استثنا دو نمونه از سینابر به صورت ذرات اندک pts گزارش شده است.

در این میان ۳ نمونه حاوی ذرات طلا بوده که تعداد ذرات طلای مشاهده شده در این نمونه ها ۱ ذره در هر نمونه و ابعاد آنها از حداقل ۳۰۰ تا حداکثر ۹۰۰ میکرون در نوسان بوده است. (جدول ۳-۲). ذکر این نکته ضروری است که درشت بودن ذرات طلا نشان از نزدیکی به کانی سازی احتمالی طلا می باشد.

در میان ۳ نمونه حاوی طلا نمونه های حاوی باریت (هر سه نمونه)، سروزیت (دو نمونه) و مگنتیت (هر سه نمونه که یکی از آنها دومین نمونه پرعیار مگنتیت می باشد) مشاهده شده است. اما در این نمونه ها آثاری از سینابر، گالن، رالگار، اورپیمنت و مالاکیت دیده نشده است.

جدول ۱-۳

از کانیهای گروه سرب سروزیت در ۸۱، گالن در ۲۸ و سرب طبیعی در ۱۰ نمونه یافت شده‌اند، از کانیهای گروه مس کالکوپیریت (۲ نمونه) و مالاکیت (۲ نمونه) یافت شده که در هیچ نمونه ای بصورت مشترک یافت نشده اند. از سایر کانیهای سنگین می‌توان به کرومیت اشاره کرد این کانی در ۱۱ نمونه و با عیار حداکثر ۲۵/۸ گرم در تن شناسایی شده که هیچکدام از آنها طلا دار نمی باشند. از کانیهای گروه آهن، مگنتیت و هماتیت در تمامی نمونه ها یافت شده و میانگین آنها های طلا دار می باشند. به ترتیب ۶۸,۳ppm, ۲۴,۵ می باشد. گارنت نیز در ۵۰ نمونه یافت شده که ۲ نمونه از آنها نمونه کانیهای با اهمیت مشاهده شده در نمونه های کانی سنگین در جدول ۳-۳ مشخص گردیده است.

جدول ۳-۲: مشخصات ذرات طلا در نمونه های کانی سنگین

Sample Number	Gold Grain Size & Number Grain										Roundness	Shape	T. Grains
	vcU	vcL	cU	cL	mU	mL	fU	fL	vfU	vfL			
ZN-۴۰۷-H											SA	LU-Sp	۱
ZN-۴۶۳-H											SR	Fi	۱
ZN-۴۸۷-H											SR	Lu-FL	۱

A=Angular

SA=Subangular

SR=subrounded

SA=subangular

cU=۷۱۰-۱۰۰۰μ

cL=۵۰۰-۷۱۰μ

mU=۳۵۰-۵۰۰μ

mL=۲۵۰-۳۵۰μ

Fu=۱۷۷-۲۵۰μ

FL=۱۲۵-۱۷۷μ

vfU=۸۸-۱۲۵μ

vfL=۸۲-۸۸μ

Lu=Lumpy

Fi=Films

FL:Fibrous Lamelar

Lu:Lumpy

Sp:Spongy

Fi:Filmy

جدول ۳-۳: کانیهای سنگین با اهمیت از دیدگاه اکتشافی

Element	No
Pyrite	۱۳۲
Cerussite	۸۱
Scheelite	۲۹
Galena	۲۷
Cinnabar	۱۷
Native Lead	۱۰
Realgar	۵
Orpiment	۶
Gold	۳
Barite	۱۹۸
Malachite	۲
Cassiterite	۲
Chalcopyrite	۲

۳-۷- روش تهیه نقشه های کانی سنگین

با توجه به اهمیت کانیهای سنگین در اکتشافات ژئوشیمیایی و با عنایت به پوشش حوضه های آبریز تصمیم بر آن شد که نمایش نقشه های کانی سنگین بر اساس محدوده حوضه تحت پوشش هر نمونه ترسیم گردد. بنابراین نقشه مجموعه نمونه های مهم و ارزشمند شناسایی و بر اساس حوضه تحت پوشش، محدوده آن ترسیم گردید. (شکل ۳-۱)

۳-۸- تعبیر و تفسیر نقشه های کانی سنگین

بر اساس مطالعه تعداد ۱۹۹ کانی سنگین محدوده برگه ۱:۲۵/۰۰۰ نطقه، بنظر می رسد عمده ترین واحدهای سنگی رخنمون یافته در محدوده را سنگهای کربناته، شیل، مارن، ماسه سنگ و سنگهای آذرین تشکیل دهند. ضمناً با توجه به حضور کرومیت، الیون، سرپانتین و اسپنیل، احتمال حضور سنگهای افیولیتی یا بازیک در منطقه می رود اما با در نظر گرفتن مقدار کم و انتشار محدود کرومیت و اسپنیل بنظر می رسد که این نوع سنگها رخنمون چندانی در منطقه نداشته

باشند. در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰/۰۰۰ نفعده وجود سنگهای کربناته (آهک، دولومیت، تناوبی از آهک و دولومیت و ماسه سنگ) و همچنین حضور شیل و مارن نیز کاملاً مشخص شده است. وجود سنگهای آذرین از نوع نفوذی (گرانیت، گرانودیوریت، دیوریت و دیوریت گابرو) نیز اثبات شده است اما رخنمونی از سنگهای الترابازیک یا افیولیت در این برگه مشاهده نشده است که با توجه به حضور کرومیت در تعدادی از نمونه های این برگه، کنترل دقیق نمونه های بالادست و آبراهه های آنها الزامی بنظر می رسد.

واحدهایی نظیر سنگهای کربناته، شیل و ماسه سنگ می توانند جایگاه مناسبی برای کانیهای سرب، روی، مس و طلا باشند که وجود کانیهای عنصر سرب به صورت سرب طبیعی (در ۱۰ نمونه)، گالن (در ۲۵ نمونه) و سروزیت (در ۶۰ نمونه) که اکثراً به صورت مقادیر بسیار جزئی (pts) بوده اند. این موضوع را تأیید می نماید. از کانیهای روی، کانی خاصی در این محدوده شناسایی و گزارش نشده است. با توجه به حضور کربنات و باریت در اکثر نمونه ها و وجود کانیهای سرب در آنها، بنظر می رسد که محلولهای هیدروترمال از سنگهای نفوذی منشأ گرفته و در واحدهای رسوبی (عمدتاً کربناتها و شیل) جایگزین شده اند. باریت عموماً به صورت گانگ کانی سازی سرب در بسیاری از نمونه های این برگه، وجود داشته است.

با توجه به حضور آمفیبول (در ۲۳ نمونه)، پیروکسن (در ۱۲۹ نمونه)، آپاتیت (در ۲۷ نمونه) و ایلمنیت (در ۹۱ نمونه) احتمال وجود سنگهای ولکانیکی نیمه اسید تا بازیک در منطقه می رود. این سنگها هم پتانسیل کانی سازی داشته و هم به عنوان جایگاه مناسبی برای کانی سازی های احتمالی مطرح می باشند و وجود آثار ضعیف مس (به صورت مالاکیت و کالکوپیریت هر کدام در ۲ نمونه) احتمالاً در ارتباط با این واحدها می باشند.

با توجه به وجود قابل توجه کانیهای نظیر آپاتیت، زیرکن، اسفن و روتیل احتمال وجود سنگهای نفوذی نیمه عمیق، و عمیق دور از انتظار نیست. وجود زیرکن های شکل وار و بدون گردشگی به احتمال فراوان ناشی از سنگهای نفوذی همچون گرانیت و گرانودیوریت می باشد و حضور زیرکن های درشت و صورتی رنگ نشانگر فرآیندهای دگرسانی یا هیدروترمال می باشد و با در نظر داشتن این موضوع که واحدهای کربناتی در این منطقه بسیار گسترده می باشند، امکان تشکیل اسکارن نیز در منطقه می رود که حضور کانیهای نظیر گارنت، آمفیبول، اپیدوت و شلیت می تواند دلیلی بر این مطلب باشد. از طرف دیگر وجود کانیهای نظیر گارنت، آندالوریت، مسکویت، کوارتز، اپیدوت و حتی بیوتیت و آمفیبول (اگر ثانویه باشد) می تواند نشانگر حضور رخساره های دگرگونی در حد شیبست در محدوده باشد.

وجود کانیهای آرسنیکدار نظیر رآلگار (در ۵ نمونه) و اورپیمنت (در ۶ نمونه) که اکثراً در حد بسیار جزئی (pts) بوده به اثبات رسیده است. با توجه به اینکه این کانیها مقاوم نبوده و در چرخه فرسایش سریعاً از بین می روند، لذا امکان حمل طولانی آنها غیرممکن بوده و احتمالاً منشا آنها چندان فاصله ای تا محل برداشت نمونه نداشته باشد. این کانیها در ردیابی کانسارهای طلا، نقره و آنتیموان کاربرد دارند.

با در نظر داشتن این موضوع که کانی سینابر بندرت در طبیعت مشاهده می شود، در نمونه های محدوده برگه نقره نیز عموماً در حد چند ذره بوده (۱ تا ۳ ذره) اما در ۲ نمونه تعداد نسبتاً زیادی از آن (حدود ۱۲ و ۶ ذره) گزارش شده که غالباً به صورت نیمه گرد شده تا نیمه زاویه دار بوده و نشاندهنده این است که مسافت کمی را طی کرده اند. این کانی نیز ردیاب بسیار مناسبی جهت طلا می باشد و معمولاً در سنگهای کربناته برشی شده و دما پائین یافت می گردد. هرچند حوضه های سه نمونه طلا دار فاقد سینابر بوده اند اما در در حوضه های بزرگ که در سرفصل بعدی معرفی می شوند کانیهای سینابر، رآلگار و اورپیمنت یافت شده است.

کانیهای آهن دار مانند مگنتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت و الیزبیت پراکندگی متفاوتی داشته و درصد آنها در فراکسیون AA و AV متغیر است. با توجه به حضور این کانیها در اکثر نمونه های برگه نقره، نمی توانند به عنوان معرف کانی سازی آهن مورد توجه قرار گیرند اما احتمال اینکه بتوان افزایش آنها را با زونهای کانی سازی مرتبط دانست، وجود دارد. به ویژه اینکه درصد کانیهای خانواده سرب، مس (بسیار ضعیف)، طلا و حتی ردیابهایی مانند آرسنیک و جیوه نشاندهنده اهمیت دوچندان آنهاست که نیاز به کنترل دقیق نمونه های بالادست و آبراهه های آنها الزامی است.

در مجموع بنظر می رسد که کانی سازی های احتمالی در برگه ۱:۲۵,۰۰۰ نقره به صورت رگه ای و با ژنز هیدروترمالی باشند که غالب آنها از نوع کانی سازی سرب و بطور ضعیف تر مس، طلا و باریت همراه سرب می باشند.

۳-۹- معرفی مناطق امیدبخش کانی سنگین

براساس نقشه ترسیمی از حوضه های کانیهای سنگین مهم (شکل ۳-۱) که شامل مناطق حاوی ۱۳ کانی مهم وارزشمند می باشد میتوان به حوضه های مهم مجموعه کانی سنگین دست یافت. این حوضه ها عبارتند از:

الف: حوضه جنوب بارزگه (شماره ۱): این حوضه که در مرکز منطقه قرار دارد دربرگیرنده مجموعه ای از کانیهای سنگین مهم از جمله شلیت، طلا، رالگار، سینابر، اورپیمنت، پیرولوویت، کاسیتريت، گالن و سرب طبیعی است. از نمونه های مهم در این حوضه میتوان به نمونه شماره ۴۰۷ اشاره کرد که در این زیر حوضه فقط یک ذره طلا به اندازه ۷۰۰ میکرون یافت شده است. نمونه های شماره ۳۹۹ و ۴۰۴ که در آنها کانیهای سنگین مهم از جمله شلیت، رالگار، اورپیمنت، پیرولوویت، سروزیت، گالن و سرب طبیعی مشاهده شده است. در نمونه های شماره ۳۹۸ و ۴۰۰ کانیهای سنگین مهم از جمله رالگار، اورپیمنت، کاسیتريت و سروزیت ثبت شده است. همچنین در نمونه شماره ۳۸۷ کانیهای سنگین مهم شامل رالگار، سینابر و شلیت مشاهده شده است.

ب: حوضه شمال دیلگه-شمال کوه قلعه دم (شماره ۲): این حوضه که در شمالشرق منطقه قرار دارد دربرگیرنده مجموعه ای از کانیهای سنگین مهم از جمله شلیت، طلا، رالگار، اورپیمنت، پیرولوویت، سروزیت، گالن و سرب طبیعی است. از نمونه های مهم در این حوضه میتوان به نمونه شماره ۴۸۷ اشاره کرد که در آن علاوه بر ثبت یک ذره طلا به اندازه ۹۰۰ میکرون کانیهای سروزیت و شلیت نیز یافت شده است. در نمونه های شماره ۴۹۲ و ۴۸۳ کانیهای سنگین مهم از جمله شلیت، رالگار، پیرولوویت و سروزیت مشاهده شده است.

علاوه بر این دو حوضه که اهمیت بالایی را دربردارند حوضه های دیگری نیز مشاهده شده است که از لحاظ کانیهای سنگین حائز اهمیت می باشند. این حوضه ها شامل:

ج: حوضه غرب کوه لندی شیخان (شماره ۳): این حوضه در جنوب منطقه واقع شده و شامل مجموعه ای از کانیهای سنگین سرب طبیعی و گالن است. (نمونه های شماره ۱۵۲، ۱۵۱، ۱۵۶ و ۱۶۲)

د: حوضه شمال سرهولان (شماره ۴): این حوضه در جنوبشرق منطقه واقع شده و شامل مجموعه ای از کانیهای سنگین سرب طبیعی، کرومیت و گالن است. (نمونه های شماره ۱۱۰، ۱۲۹، ۱۳۱ و ۱۳۲)

ح: حوضه حاشیه شرقی (شماره ۵): این حوضه نیز در حاشیه شرقی منطقه واقع شده و شامل مجموعه ای از کانیهای سنگین سرب طبیعی، پیرولوویت، سروزیت و گالن است. (نمونه های شماره ۴۳۴ و ۴۲۹)

و: حوضه شمال احمدعزیز (شماره ۶): این حوضه در شمالغرب منطقه واقع شده و شامل کانیهای سنگین سینابر، شلیت، سروزیت و کرومیت است. (نمونه های شماره ۶۶۵، ۵۹۲، ۵۸۶ و ۶۶۱)

ز : حوضه جنوب دیلگه (شماره ۷): در این حوضه نمونه شماره ۴۶۳ حاوی یک ذره طلا به اندازه ۳۰۰ میکرون برداشت شده است. این نمونه معرف کانی سنگین مهم وارزشمند دیگری نبوده است.

ح : حوضه شمال شرقی (شماره ۸): در این زیر حوضه کانیهای سنگین سروزیت و گالن مشاهده شده است. (نمونه های شماره ۵۶۳، ۵۵۵، ۵۲۴، ۶۶ و ۵۳۱).
در شکل ۱-۳ حوضه های مزبور مذکور مشخص شده اند.

شکل ۱-۳

فصل چهارم - کنترل ناهنجاری

۴-۱-مقدمه

روند داده پردازی و در پی آن ترسیم نقشه ها منجر به شناخت محدوده های ناهنجاری گردید که کنترل، پالایش و اولویت بندی در آنها از ضروریات یک گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی است. طبیعی است که تمامی ناهنجاریها نمی توانند معرف کانی سازی واقعی باشند و برخی از ناهنجاریها کاذب و بی ارزش بوده که بایستی در مرحله کنترل ناهنجاریها شناسایی و حذف شوند. عواملی که می توانند باعث بروز این ناهنجاریها شوند عبارتند از:

✓ آلودگیهای مختلف در منطقه مورد مطالعه (صنعتی، کشاورزی، زیست محیطی،

انسانی و....)

✓ خطای آزمایشگاهی

✓ آلودگی نمونه ها در حین مراحل نمونه برداری، آماده سازی و آنالیز

✓ اثر سنگ بالادست (در صورتیکه این اثر خنثی نشده باشد)

شناخت آنومالیهای واقعی در مرحله کنترل ناهنجاریها و تا حدودی قبل از آن امکانپذیر است، عواملی همچون انطباق با محیط های حاوی پتانسیل، زونالیتیه معنی دار در ناهنجاریها و گسترش نسبی آن و از همه مهمتر همپوشانی ناهنجاریها در عناصر مختلف در تمیز آنومالیهای واقعی موثر هستند.

برای تأیید یا رد ناهنجاریها، فاز کنترل ناهنجاریها انجام میشود. این مرحله شامل برداشت نمونه از مناطق دگرسان شده، زونهای مینرالیزه احتمالی، سیستم های درزه و شکاف پر شده توسط موادمعدنی (Plumbing Systems) و بالاخره برداشت، آماده سازی و مطالعه نمونه های کانی سنگین می باشد. با توجه به ضعف اطلاعات حاصله از آنالیزهای ژئوشیمیایی در راستای شناخت فاز پیدایش کانی سازی، اطلاعات تکمیلی نمونه های کانی سنگین میتوانند راهگشای شناخت واقعی از نوع کانی سازی منطقه باشد. در مرحله کنترل ناهنجاری تعداد ۱۱ نمونه کانی سنگین و ۱۴ نمونه مینرالیزه برداشت گردید.

۴-۲- معرفی محدوده‌های کنترل ناهنجاری

پس از مراحل پردازش داده‌ها و ترسیم نقشه‌های ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و تلفیق نتایج آنها با اطلاعات حاصله از مطالعه نمونه‌های کانی سنگین مرحله اول (۱۹۹ نمونه) مناطق امیدبخش جهت کنترل صحرایی و برداشت نمونه‌های بیشتر شناسایی گردیدند.

تلفیق ناهنجاری عناصر مورد نظر در قالب یک نقشه مجموعه ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی (Complex Anomaly) به‌مراه ناهنجاری‌های معرفی شده در مرحله مطالعه نمونه‌های کانی سنگین منجر به تهیه نقشه مجموعه ناهنجاری‌های ژئوشیمی و کانی سنگین گردید که در آن مناطق انتخاب شده جهت کنترل ناهنجاری و حوضه‌های مرتبط با آن از شماره ۱ الی شماره ۱۲ در برگه نطقه مشخص شده است. شکل ۴-۱ موقعیت این نمونه‌ها را نشان می‌دهند.

۴-۲-۱- دلایل انتخاب محدوده‌های کنترل ناهنجاری در برگه نطقه

با توجه به مجموعه ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی در محور (شمال کوه قلعه دم، دیلگه، بازرگه) شامل ناهنجاری‌های نسبتاً گسترده‌ای از عناصر Mo, Fe, Zn, Cu, Ag, Ti, Pb, As, Au و ثبت هر سه نمونه طلا دار کانی سنگین در این منطقه، همچنین گسترش مجموعه‌ای از ناهنجاری‌های Au, Sn, Mo, Co, Cd, Cu در (محور کوه جمیلان - احمد عزیز - شمال بابکر آباد) که همپوشانی ناهنجاری‌های طلا با کادمیوم در شرق احمد عزیز و طلا با قلع در کوه جمیلان حاکی از اهمیت آنهاست، باعث گردید که برخی از حوضه‌ها واقع در این دو محور در برنامه کنترل ناهنجاری قرار گیرد. به غیر از حوضه‌های واقع در محور‌های فوق، سه حوضه نیز در محور کیله - شیوبرسی و بابکر آباد جهت کنترل ناهنجاری معرفی گردید، دلیل انتخاب این حوضه‌ها ناهنجاری ژئوشیمی مس و ثبت طلا در نمونه کانی سنگین ژئوشیمی مرحله ۱:۱۰۰,۰۰۰- توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، می‌باشد.

جدول شماره ۴-۱ مشخصات مناطق مورد نظر جهت کنترل در برگه ۱:۲۵,۰۰۰ نطقه ۱ را

نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱: مشخصات مناطق مورد نظر جهت کنترل ناهنجاری در برگه ۱:۲۵,۰۰۰ نقده ۱

شکل ۱-۴

۴-۲-۲- شرح عملیات صحرایی محدوده‌های ناهنجار

پس از انتخاب مناطق اولویت دار جهت کنترل ناهنجاری، اکیپ اکتشافی مشاور با هماهنگی با کارفرما و ناظر محترم جهت کنترل مناطق و برداشت نمونه‌ها عازم منطقه شدند. در زیر شرح مختصری از محدوده‌های ناهنجار آورده شده است. لیست نمونه‌های برداشت شده در مرحله کنترل ناهنجاری به همراه موقعیت برداشت، نوع آنالیز و شرح صحرایی مربوطه در جدول ۴-۲ آورده شده است. نتایج نمونه‌های کانی سنگین و مینرالیزه برداشت شده از این محدوده در پیوست ۵ آورده شده است.

۴-۲-۲-۱- محدوده ناهنجار شماره ۱: جنوب دیلگه

این محدوده در جنوب دیلگه و در شرق محدوده مورد مطالعه، با مساحت ۰/۰۹ کیلومتر مربع و روندی شرقی- غربی واقع شده است. عمده‌ترین دلیل انتخاب این محدوده، وجود ناهنجاری ژئوشیمیایی طلا با عیار ۲۰ ppb متاثر از نمونه ZN-۵۰۵ میباشد. در ذیل به تشریح این حوضه می‌پردازیم.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک که بصورت کتاکت متامورفیسم میباشد.

نمونه کانی سنگین این محدوده با کد ZNH-۱۳ از محل نمونه ZN-۵۰۵ برداشت شده است که در بر دارنده مقادیری از کانی‌های گروه آهن، سروزیت و سرب طبیعی در حد Pts و شلیت به مقدار ۰/۵ گرم در تن میباشد. در همین حوضه سه نمونه سنگی با کدهای ZNI-۹, ۱۰, ۱۱ از یک رگه سیلیسی- آتره - متخلخل - اکسید آهن دار - همراه با کانی‌سازی کانی‌های قوس و قزحی در حاشیه یک گسل مشرف به دیلگه، جهت آنالیز Icp برداشت شده است. در جدول ۴-۳ نتایج برخی از عناصر در این نمونه‌ها آورده شده است. مقادیر قابل توجه به صورت پررنگ آورده شده است.

جدول ۴-۳: نتایج آنالیز برخی از عناصر قابل توجه در محدوده ناهنجار شماره ۱، جنوب دیلگه

Field No	X	Y	Ag	As	Bi	Cd	Ce	Cu	Fe2O3	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr
ZNI-9	543031	4061934	6.53	28777.00	8.89	29.24	204.09	1041.96	50.13	3334.48	21.92	50.48	77.61	76.95	5815.23	754.75
ZNI-10	543031	4061934	3.96	19283.00	8.95	12.48	175.57	724.58	47.49	637.33	13.18	43.03	72.66	80.33	5453.33	740.41
ZNI-11	543031	4061934	2.98	347.23	7.99	0.80	171.03	4974.17	42.12	94.54	1.03	35.49	66.54	62.22	242.92	683.88

مقادیر عناصر اکسیدی بر حسب درصد و سایر عناصر ppm می‌باشد

جدول ۴-۴: نتایج آنالیز برخی از عناصر در محدوده ناهنجار شماره ۳، شمال بازرگه

Field No	X	Y	Ag	%Al ₂ O ₃	As	B	Bi	Cd	Cu	Hg	Sb	Zn	Zr
ZNI-25	540520	4061770	0.28	3.80	<1	2.92	<0.5	<0.1	13.14	<0.05	0.31	8.25	349.74

مقادیر عناصر اکسیدی بر حسب در صد و سایر عناصر ppm می باشد

۴-۲-۲-۴- محدوده ناهنجار شماره ۴: حد فاصل دیلگه و بازرگه

این محدوده در شرق-شمالشرق محدوده مورد مطالعه و شمال بازرگه واقع شده و با توجه به عیار سرب در نمونه ZN-۴۸۰ با مقدار ۶۳۷۷ ppm انتخاب شده است. این حوضه سطحی برابر با ۰/۰۴ کیلومتر مربع را پوشش داده است.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک.

پدیده آلتراسیون اکسید آهنی در درز و شکاف سنگهای آهکی و ماسه سنگی و رگچه های چرتی شده در این بخش دیده میشود. سه نمونه سنگی ۲۴, ۲۳, ۲۲-ZNI از این محدوده برداشت شده و در جدول ۴-۵ نتایج برخی از عناصر در این نمونه ها آورده شده است.

جدول ۴-۵: نتایج آنالیز برخی از عناصر در محدوده ناهنجار شماره ۴، حد فاصل دیلگه و بازرگه

Field No	X	Y	Ag	As	Bi	%CaO	Ce	Cu	%Fe ₂ O ₃	Sn	Pb	U	W	Zn	Zr
ZNI-23	591395	4062330	0.85	69.00	8.69	4.58	196.40	42.87	45.82	38.55	133.80	72.75	71.96	201.83	720.98
ZNI-22	591395	4062330	0.53	28.70	1.34	11.71	60.15	17.25	9.80	8.08	79.78	12.77	7.00	75.45	186.16
ZNI-24	591395	4062330	0.81	30.27	8.88	4.28	174.51	11.26	47.52	39.52	159.73	73.79	71.87	171.78	799.91

مقادیر عناصر اکسیدی بر حسب در صد و سایر عناصر ppm می باشد

با توجه به نتایج نمونه برداشت شده، شواهدی از کانی سازی سرب به دست نیامده است.

۴-۲-۲-۵- محدوده ناهنجار شماره ۵: جنوب شرق بازرگه

این محدوده در شرق محدوده مورد مطالعه و در جنوب شرق بازرگه واقع شده و با توجه به عیار طلا در دو نمونه ZN-۳۹۵ و ZN-۳۹۷ با مقادیر ۳۵ و ۴۰ ppb انتخاب شده است. این دو حوضه در مجموع سطحی برابر با ۰/۱۴ کیلومتر مربع را پوشش داده اند.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از میکاشیست و آهک.

دو نمونه کانی سنگین، باکدهای ZNH-۲,۳ در محل نمونه های ZN-۳۹۵ و ZN-۳۹۷ طراحی و برداشت گردید. در محل نمونه ZNH-۲ برونزدهایی از آهک - ماسه کوارتزار مشاهده گردید و در محل نمونه ZNH-۳ آثاری از قطعات نابرجای سیلیس و رخنمون هایی از واحدهای آهکی دیده شد. بر اساس مطالعات نمونه های اخیر، کانی های گروه آهن و پیریت اکسید در

نمونه های کانی سنگین برداشت شده مشاهده میگردد. متاسفانه در این نمونه ها در مرحله کنترل ناهنجاری طلا ثبت نشده است.

۴-۲-۲-۶- محدوده ناهنجار شماره ۶: شمال سرهولان

این محدوده در شرق-جنوب شرق محدوده مورد مطالعه و شمال سرهولان واقع شده و با توجه به عیار مس در نمونه ZN-۸۴ با مقدار ppm ۱۰۱ مثبت یک ذره مالاکیت در نمونه کانی سنگین برداشت شده از این محل انتخاب شده است. این حوضه سطحی برابر با ۰/۲۷ کیلومتر مربع را پوشش داده است.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک.

در پیمایش های صحرایی در جنوب این محدوده از شیرابه های سیلیسی متخلخل و حفره دار همراه با آثار اکسیدهای آهن - (هماتیت، لیمونیت و آثار ضعیف پیریت اکسیده و برجا) دو نمونه ZNI-۵ و ZNI-۵ جهت آنالیز ICP برداشت گردید.

در جدول ۶-۴ نتایج برخی از عناصر در این نمونه ها آورده شده است.

جدول ۶-۴: نتایج آنالیز برخی از عناصر در محدوده ناهنجار شماره ۶، شمال سرهولان

Field No	X	Y	Ag	As	Ba	Cu	Hg	Mn	Mo	P	Pb	Sb	Sn	Ti	Zn
ZNI-4	543940	4057430	0.93	13.58	61.00	96.98	<0.05	1165.75	1.03	3020.31	45.52	0.44	3.69	2574.26	23.32
ZNI-5	543380	4057460	1.60	13.52	99.04	33.70	<0.05	1093.52	1.16	1012.96	1187.52	0.28	1.93	863.63	466.61

مقادیر عناصر اکسیدی بر حسب در صد و سایر عناصر ppm می باشد

تنها در یکی از نمونه ها (ZNI-۵) شواهد ضعیفی از کانی سازی سرب و نقره مشاهده شده است.

۴-۲-۲-۷- محدوده ناهنجار شماره ۷: شرق کوه لندی شیخان-شمالغرب سرهولان

این محدوده در جنوب شرق محدوده مورد مطالعه و شمالغرب سرهولان، با مساحت ۰/۱۱ کیلومتر مربع و روندی تقریباً شمالی- جنوبی واقع شده است. عمده ترین دلیل انتخاب این محدوده، وجود ناهنجاری ژئوشیمیایی طلا با عیار ۲۲ ppb متاثر از نمونه ZN-۲۰ میباشد.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک همچنین واحد آهک میکرو کریستالین.

در پیمایش های صحرائی با توجه به وجود کانی سازی در پایین دست این حوضه، محل نمونه برداری به ۳۰۰ متر پایین تر انتقال داده شد. در این بخش یک نمونه کانی سنگین و دو نمونه سنگی برداشت گردید. نمونه ZNI-۷ از یک قطعه سیلیس کاملاً آتره - متخلخل - شدیداً اکسید آهن دار - بیش از ۳۰٪ Fe - هماتیت - لیمونیت - گوتیت و نمونه ZNI-۸ از قطعات سیلیسی، الیژیست و اکسیدهای آهن برداشت شده اند. این قطعات سیلیس بصورت خطی بر روی یک گسل و در میان واحد گسترده آهکی رخنمون محدودی پیدا کرده اند.

در نمونه کانی سنگین ZNH-۶ کانی های گروه آهن و حداکثر مقدار الیژیست به میزان ۷۱۳ ppm ثبت شده است. در جدول ۴-۷ نتایج برخی از عناصر در دو نمونه ZNI-۷،۸ آورده شده است.

جدول ۴-۷: نتایج آنالیز برخی از عناصر در محدوده ناهنجار شماره ۷: شرق لندی شیخان

Field No	X	Y	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Ce	Cu	%Fe2O3	Ni
ZNI-7	541930	4056790	1.11	24941.00	763.38	9.26	15.48	225.86	47.99	62.29	165.47
ZNI-8	541930	4056790	0.83	193.40	3195.45	6.42	0.36	129.85	16.43	32.72	41.32

Field No	X	Y	P	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr
ZNI-7	541930	4056790	3773.34	291.18	30.80	41.10	79.14	78.23	569.39	1015.30
ZNI-8	541930	4056790	539.10	121.59	1.33	28.07	53.34	43.83	93.08	433.61

مقادیر عناصر اکسیدی بر حسب در صد و سایر عناصر ppm می باشد

در این نمونه ها و بویژه در نمونه ZNI-۷ نیز شواهدی از کانی سازی مشاهده شده که نتیجه تایید ناهنجاری اولیه است.

۴-۲-۲-۱- محدوده ناهنجار شماره ۸: جنوب کیله پایین

این محدوده در مرکز- غرب منطقه مورد مطالعه و در جنوب کیله پایین ، با مساحت ۰/۱۲ کیلومتر مربع و روندی تقریباً شمالی- جنوبی واقع شده است. عمده ترین دلیل انتخاب این محدوده، وجود ناهنجاری ژئوشیمیایی مس با عیار ۱۲۶ ppm متاثر از نمونه ZN-۳۶۴ میباشد.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک.

در مرحله کنترل ناهنجاری از محدوده مورد نظر یک نمونه سنگی و یک نمونه کانی سنگین برداشت گردید. در محل برداشت نمونه کانی سنگین ZNH-۱۷ شواهدی از برونزدهای آهک- ماسه سنگ - شیل دارای آلتراسیون مشاهده شده است. در این نمونه کانی های گروه آهن، کانی های گروه سرب شامل سروزیت و سرب طبیعی در حد pts، همچنین حداکثر مقدار پیریت اکسید به مقدار ۳۶۰ گرم در تن ثبت شده است.

نمونه سنگی ZNI-۱۸ نیز در این حوضه از یک قطعه سنگ ولکانیک حد واسط - حفره دار شدیداً آتره هماتی - اکسید آهنی برداشت گردید. در جدول ۴-۸ نتایج برخی از عناصر در نمونه ZNI-۱۸ آورده شده است.

جدول ۴-۸: نتایج آنالیز برخی از عناصر در محدوده ناهنجار شماره ۸: جنوب کیله پایین

Field No	X	Y	Ag	As	Cd	Cu	%Fe2O3	Sb	Sn	Ti	U	Zn	Zr
ZNI-18	537830	4058870	0.79	1.21	<0.1	64.70	12.77	0.35	12.95	12485.68	18.95	86.72	328.64

مقادیر عناصر اکسیدی بر حسب در صد و سایر عناصر ppm می باشد

۴-۲-۲-۹ - محدوده ناهنجار شماره ۹: غرب شیوبرسی - شمال کیله پایین

این محدوده در مرکز - غرب منطقه مورد مطالعه، با مساحت ۰/۱۷ کیلومتر مربع و روندی تقریباً شرقی - غربی واقع شده است. عمده ترین دلیل انتخاب این محدوده، وجود ناهنجاری ژئوشیمیایی مس با عیار ۱۲۴ ppm متاثر از نمونه ZN-۳۶۸ میباشد.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک.

در مرحله کنترل ناهنجاری از پایین دست محدوده مورد نظر یک نمونه کانی سنگین برداشت گردید. در محل نمونه کانی سنگین ZNH-۱۹ برونزدهایی از آهک با رگچه های کلسیتی مشاهده شده است. در این نمونه شواهدی از کانی های گروه آهن بدست آمده است.

۴-۲-۲-۱۰ - محدوده ناهنجار شماره ۱۰: شمال شرقی بابکر آباد

این محدوده در غرب منطقه مورد مطالعه در شمال شرق بابکر آباد، با مساحت ۰/۷ کیلومتر مربع و روندی تقریباً شمال شرقی - جنوب غربی واقع شده است. عمده ترین دلیل انتخاب این محدوده، وجود ذره طلا در نمونه کانی سنگین برداشت شده در مرحله اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ برگه نقده ۱ میباشد.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک همچنین واحد آهک میکرو کریستالین.

در مرحله کنترل ناهنجاری از پایین دست محدوده مورد نظر یک نمونه کانی سنگین برداشت گردید. در محل برداشت نمونه کانی سنگین ZNH-۱۶ برونزدهایی از واحد آهک و ماسه سنگ مشاهده شده است. در این نمونه شواهدی از کانی های گروه آهن ثبت شده و متاسفانه آثاری از طلا بدست نیامده است.

۴-۲-۱۱ - محدوده ناهنجار شماره ۱۱: غرب احمد عزیز

این محدوده در غرب احمد عزیز و در شمالغرب منطقه مورد مطالعه، با مساحت ۱ کیلومتر مربع و روندی تقریباً شرقی-غربی واقع شده است. عمده ترین دلیل انتخاب این محدوده، وجود ناهنجاری ژئوشیمیایی مولیبدن با بازه عیاری ۱۴-۱۱۳ ppm متاثر از نمونه های ZN-۶۴۲ و ۶۳۲-ZN میباشد.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک همچنین واحد آهک میکرو کریستالین.

در مرحله کنترل ناهنجاری از محدوده مورد نظر یک نمونه سنگی و یک نمونه کانی سنگین برداشت گردید. در محل برداشت نمونه کانی سنگین ZNH-۱۵ شواهدی از آهک و ماسه سنگ، بعضاً قطعاتی اکسید آهن دار مشاهده شده است. در این نمونه آثاری از کانی های گروه آهن، کانی های گروه سرب شامل سروزیت و سرب طبیعی در حد pts، همچنین پیریت و پیریت اکسید در حد pts ثبت شده است.

نمونه سنگی ZNI-۱۴ نیز در این حوضه از یک قطعه نابرجا -آلتره-سیلیسی- اکسید آهن- بیشتر هماتیته برداشت گردید. در جدول ۴-۹ نتایج برخی از عناصر در نمونه ZNI-۱۴ آورده شده است. در این نمونه نتایج چندان جالب توجه نبوده است.

جدول ۴-۹: نتایج آنالیز برخی از عناصر در محدوده ناهنجار شماره ۱۱، غرب احمد عزیز

Field No	X	Y	Ag	%Al ₂ O ₃	As	Ba	Bi	%CaO	Cu	Hg	Mn	Mo	P	Pb	Sb	Sn	Zr
ZNI-14	535776	4063504	0.64	8.26	14.03	326.20	0.71	4.24	24.51	<0.05	1090.21	0.90	2604.73	19.34	0.47	4.10	415.32

مقادیر عناصر اکسیدی بر حسب در صد و سایر عناصر ppm می باشد

۴-۲-۱۲ - محدوده ناهنجار شماره ۱۲: غرب کوه جمیلان

این محدوده بصورت دو حوضه در دامنه کوه جمیلان و در بخش شمالی منطقه مورد مطالعه، با مساحت ۰/۳۸ کیلومتر مربع و روندی تقریباً شرقی-غربی واقع شده است. دلیل انتخاب این محدوده، وجود ناهنجاری ژئوشیمیایی طلا متاثر از نمونه های ZN-۵۸۵ و ZN-۵۸۹ با مقادیر ۳۰ ppb و ۷۰ می باشد.

لیتولوژی این محدوده بر اساس نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده عبارتست از تناوب شیل با ماسه سنگ و آهک همچنین دولومیت.

در مرحله کنترل ناهنجاری از محدوده مورد نظر دو نمونه کانی سنگین برداشت گردید. در محل برداشت نمونه های کانی سنگین ZNH-۲۰ و ZNH-۲۱ برونزدهایی از آهک - کنگلومرا مشاهده شده است. در این نمونه ها آثاری از کانی های گروه آهن ثبت شده است اما متأسفانه شواهدی از کانه ارزشمند طلا در آنها بدست نیامده است.

در خاتمه بحث محدوده های کنترل ناهنجاری، مشخصات نمونه ZNI-۱ که در غرب بازرگه خارج از محدوده های کنترل ناهنجاری از یک رگه سیلیسی همراه با آثار اکسید آهن - هماتیت - لیمونیت - بعضاً برشی، دارای آثار ضعیف پیریت اکسیده برداشت شده، آورده شده است.

جدول ۴-۱۰: نتایج آنالیز برخی از عناصر در محدوده ناهنجار شماره ۱۲: غرب کوه جمیلان

Field No	X	Y	Ag	%Al ₂ O ₃	As	Bi	Cu	%Fe ₂ O ₃	Pb	Sn	U	Zr
ZNI-1	539759	4061283	1.20	5.59	130.23	3.39	31.57	23.11	109.67	16.29	29.45	508.69

مقادیر عناصر اکسیدی بر حسب در صد و سایر عناصر ppm می باشد

۴-۳-نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین برگه ۱:۲۵,۰۰۰ نقشه ۱ (نمونه های مرحله دوم)

با توجه به تعداد ۱۱ نمونه کانی سنگین که در مرحله کنترل ناهنجاری ها از مناطق انتخابی در محدوده مورد مطالعه برداشت گردید نتایجی به شرح زیر بدست آمد.

مهمترین کانیهای مشاهده شده عبارتند از مگنتیت، هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت اکسید، پیریت، زیرکن، باریت، اپیدوت، سرپانتین، کانیهای کربناته و و کانیهای سیلیکاته آلتره و در مرحله بعد به مقدار کمتر پیریت لیمونیت، ایلمنت، اسفن، روتیل، گارنت و کلریت.

مهمترین کانیهای کانسار ساز مشاهده شده نیز عبارتند از: سرب طبیعی، سروزیت و شلیت با توجه به نتایج حاصل از مطالعه ۱۱ نمونه فوق از کانیهای کانسار ساز مهم می توان به خانواده سرب اشاره نمود که بصورت سروزیت و سرب طبیعی در سه نمونه به شماره های ۱۷، ۱۵، ۱۳-ZNH به مقدار بسیار جزئی (Pts) گزارش شده است. باریت به عنوان گانگ کانی سازی سرب نیز در تمام نمونه ها حضور داشته و بیشترین مقدار آن مربوط به نمونه ۲۶-ZNH است که حدود ۳۶ ppm بوده است. شایان ذکر است که مقادیر باریت در این نمونه ها مجموعاً کمتر از ۱ ppm بوده اما در نمونه های سرب دار مقدار آن به بیش از ۱ ppm رسیده است.

علاوه بر سرب طبیعی از دیگر کانیهای مهم به شلیت نیز میتوان اشاره کرد که تنها در یک نمونه به شماره ۱۳-ZNH و با مقدار ۰/۵۱ ppm گزارش شده است.

از کانیهای خانواده آهن مقادیر گوتیت و لیمونیت قابل توجه بوده است بطوریکه بیشترین مقدار گوتیت (۸۳۶ ppm) در نمونه ۶-ZNH و بیشترین مقدار لیمونیت (۵۰۶/۶۶ ppm) در نمونه ۱۷-ZNH مشاهده شده است. از نظر مگنتیت و هماتیت این نمونه ها وضعیت خوبی ندارند بطوریکه بیشترین مقدار مگنتیت با عدد ۱۰۳ ppm در دو نمونه به شماره های ۲۶-۲۰-ZNH و بیشترین مقدار هماتیت با حدود ۳۵۷/۶۸ ppm در نمونه ۲۶-ZNH گزارش شده است. الیزیت نیز در چهار نمونه حضور داشته که بیشترین مقدار آن در نمونه ۶-ZNH با حدود ۷۱۳/۸۵ ppm ثبت شده است. از کانیهای سولفید آهن به پیریت و پیریت اکسید می توان اشاره نمود که در نمونه های مورد مطالعه حضور داشتند. پیریت در دو نمونه به شماره های ۱۷، ۱۵-ZNH به ترتیب با مقادیر ۰/۰۱ ppm و ۰/۶۶ و پیریت اکسید در تمام نمونه ها وجود داشته است و بیشترین مقدار آن با حدود ۱۹۹/۵ ppm مربوط به نمونه ۳-ZNH است. پیریت لیمونیت نیز در سه نمونه به شماره های ۱۷، ۱۵، ۳-ZNH با مقادیر بسیار جزئی حضور داشته است که البته این سه نمونه حاوی پیریت و بیشترین مقادیر پیریت اکسید نیز بوده اند.

ضمناً با توجه به حضور کانیهای نظیر گارنت، بیوتیت، اپیدوت بنظر می رسد که برونزدهایی از واحدهای دگرگونی در منطقه وجود داشته باشد. علاوه بر آن با توجه به حضور آپاتیت، زیرکن، ایلمنیت و روتیل احتمال وجود واحدهای آذرین نفوذی نیمه عمیق ... در منطقه می رود.

۴-۴- نتیجه گیری از عملیات کنترل صحرائی

- با توجه به یافته های حاصل در این مرحله میتوان به نتایج زیر دست یافت:
- ✓ هر چند برداشت نمونه های کانی سنگین در مرحله دوم شواهدی از کانی سازی طلا را تایید نکرد اما در بعضی از نواحی نتایج امیدبخشی از نمونه های مینرالیزه بدست آمد.
 - ✓ کانیهای خانواده سرب، بصورت سرروزیت و سرب طبیعی در سه نمونه به شماره های ۱۷, ۱۵, ۱۳-ZNH و به مقدار بسیار جزئی (Pts) گزارش شده است.
 - ✓ تنها در نمونه ۱۳-ZNH، شثلیت به مقدار ۰/۵ ppm ثبت شده است.
 - ✓ با توجه به تعدد حوضه های کنترل شده به استناد ناهنجاری ژئوشیمی مس، در هیچکدام از نمونه های سنگی و کانی سنگین مقادیر جالب توجه مس و کانه های مس ثبت نگردید.
 - ✓ با جمع بندی کلیه نتایج تنها دو حوضه ۱ و ۷ یعنی جنوب دیلگه و شرق لندی شیخان از نظر غنی شدگی مقادیر در نمونه های سنگی و کانی سنگین قابل توجه میباشند.
 - ✓ از نمونه برداشت شده از رگه سیلیسی غرب بازرگه (خارج از محدوده کنترل ناهنجاری) نیز تاحدودی غنی شدگی ضعیفی در برخی از عناصر مشاهده میشود.

فصل پنجم: تعبیر و تفسیر داده ها

۱-۵- بحث ژنتیکی زون‌های کانی‌سازی

زمینه ورود به مباحث ژنتیکی یک کانسار در ابتدا نقشه زمین‌شناسی حداقل در مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰، پی بردن به ارتباط ماگماتیسم و کانی‌زایی از طریق بررسی ماهیت توده‌های آذرین (کالک الکالن، الکالن یا تلوئیتی)، جایگاه تکتونیکی آنها (VAG, ORG, WPG یا Syn COLG)، شناخت سری ماگمایی (مگنتیتی یا ایلمنیتی)، بررسی‌های عمق و حرارت شکل‌گیری توده با استفاده از اطلاعات سیالات درگیر، مطالعات ایزوتوپی و سایر اطلاعات پترولوژیکی منطقه و بویژه توده‌های نفوذی می‌باشد. در بررسی‌های گزارش اخیر و بنا به تعریف خاصی که از اکتشاف ژئوشیمیایی ۱:۲۵,۰۰۰ شده است، هیچگونه اطلاعاتی از مجموعه اطلاعات و داده‌هایی که در بالا به آنها اشاره گردید در اختیار مشاور قرار نگرفته است. هرچند تقریباً تمامی مجموعه اطلاعات فوق بایستی در قالب تهیه نقشه زمین‌شناسی با تمرکز شناسایی ژنز کانسار جمع‌آوری و بررسی گردد.

با توجه به نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ منطقه و انتقال داده‌های اکتشافات ژئوشیمیایی، کانی سنگین بر روی آن اطلاعات و نتایجی به شرح زیر بدست آمده است:

الف: توده گرانیتی و مجموعه ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین محور کوه قلعه دم،

دیلگه، بازرگه (محدوده شماره ۱)

- توده نفوذی گرانیتی منطقه به مساحت تقریبی ۲/۵ کیلومتر مربع (تقریباً ۲ درصد از منطقه مورد مطالعه) در شرق منطقه مورد مطالعه قرار دارد که در حواشی باعث ایجاد کتاکت متامرفیسم و هورنفلس زایی در سنگهای دربرگیرنده شده است.

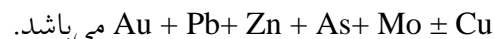
- در بررسی‌های ناحیه‌ای ۱:۱۰۰,۰۰۰ یک نمونه ژئوشیمی با عیار ۹pbب (نمونه ۱۱۵) در رودخانه بازرگه و یک نمونه کانی سنگین حاوی یک ذره طلا با اندازه ۱۲۵ میکرون (نمونه ۱۶۹) یافت شده است. (گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی در زون مهاباد - مریوان، اکتشافات ژئوشیمیایی - کانی سنگین در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده- سازمان زمین‌شناسی ۱۳۸۳). هیچکدام از این دو نمونه ارتباطی را با توده نفوذی نشان نداده‌اند.

- در بررسی‌های اخیر آنومالیهای درجه اول طلای ژئوشیمی با معیار $Au > 20pbب$ دربرگیرنده ۵ حوضه ناهنجار بوده که هیچکدام از آنها نیز با توده نفوذی ارتباطی نشان نداده‌اند، علاوه بر آن سه نمونه کانی سنگین نیز حاوی شواهدی از کانی‌سازی طلا بوده که یکی از آنها (نمونه ZN-۴۶۳-H) در ارتباط با توده نفوذی بوده است.

- از ۱۶ نمونه ژئوشیمی که از حوضه های منتهی به توده نفوذی برداشت شده تنها یک نمونه حاوی ناهنجاری درجه دوم طلا (نمونه ۱۲ppb = ZN-۱) بوده است. - تنها در بخش شمالی محدوده توده نفوذی، ناهنجاریهایی از عناصر As, Au₂ (تنها در یک نمونه) مشاهده شده است.

- در ۴ نمونه کانی سنگین که از محدوده توده نفوذی برداشت شده شواهدی از طلا (در یک نمونه)، کاستیریت (در یک نمونه)، سروزیت (در سه نمونه)، گالن، پیرولوویت، سروزیت، سینابر، اورپیمنت و شلیت (در یک نمونه) دیده شده است. نمونه حاوی طلا فاقد کانیهای دیگر بود و در یک نمونه (نمونه ZN-۴۵۵-H) مجموعه ای از کانیهای سروزیت، کاستیریت، سینابر، اورپیمنت و شلیت یافت شده است. از مجموعه ۱۹۹ نمونه کانی سنگین، شلیت در ۲۹ نمونه، اورپیمنت در ۶ نمونه، سینابر در ۱۷ نمونه و کاستیریت تنها در ۲ نمونه مشاهده شده است.

- تمرکز ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین عمدتاً در شمال و جنوب توده نفوذی و با فاصله ای در حدود ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ متر از مرز توده قرار گرفته است. این ناهنجاریها شامل



- ناهنجاریهای کانی سنگین نیز عموماً در اطراف توده نفوذی شکل گرفته که در مجموع شامل
Cinn. + Cer. + Real. ± Gold ± Orp. ± Gal. ± Sch. میباشد.

در مرحله کنترل ناهنجاریها در این منطقه ۵ حوضه مورد بررسی، پیمایش و نمونه برداری مجدد قرار گرفت. هر چند در ۴ نمونه کانی سنگین که در مرحله کنترل ناهنجاریها برداشت گردید شواهدی از کانی سازی طلا بدست نیامد اما نتایج برخی از نمونه های مینرالیزه بویژه در جنوب دیلگه امید بخش تلقی شده و توجیه مناسبی برای ادامه عملیات اکتشافی را مطرح مینماید.

ب: مجموعه ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین محور کوه جمیلان - احمد عزیز - شمال
بابکر آباد (محدوده شماره ۲)

- برونزدهایی از واحد های رسوبی کرتاسه (دولومیت، آهک، شیل و ماسه سنگ) در این منطقه مشخص شده و مجموعه ناهنجاریهای ژئوشیمیایی Au₂+Sn+Mo+Mn+Co+Cd+Cu و ناهنجاریهای کانی سنگین Sch.+Cinn.+Chr.+Cerr. مشاهده شده اند.

- ناهنجاریهای ژئوشیمی طلا، کبالت، کادمیوم و قلع در بخش شرقی و ناهنجاریهای مولیبدن، منگنز، کبالت و قلع در بخش غربی منطقه مشاهده شده است. بخش شرقی بیشتر مجموعه تناوب شیل و ماسه سنگ رادر بر دارد، در صورتیکه واحد دولومیتی بیشتر در غرب منطقه برونزد دارد.

در مرحله کنترل ناهنجاری در این منطقه سه حوضه پیمایش گردید که در آنها سه نمونه کانی سنگین و یک نمونه مینرالیزه برداشت گردید. در نمونه های کانی سنگین شواهد ضعیفی از کانی سازی بدست آمده که نمیتوان از نتایج آنها بعنوان تاییدی بر نتایج اولیه (بویژه ناهنجاری ژئوشیمیایی) استفاده نمود.

ج: مجموعه ناهنجاریهای غرب و جنوب بابکرآباد (محدوده شماره ۳)

مجموعه ای از ناهنجاریهای W, Sn, Mo, Bi, Co رادبردارد. این مجموعه بیشتر در برونزدهایی از آهک به همراه تناوب شیل، ماسه سنگ و آهک کرتاسه تشکیل شده است.

۵-۲- رابطه آنومالی ها با سنگ شناسی، فرایندهای تکنونیک، هاله های

آلتراسیون ونهشته های معدنی

همانگونه که در بخش ۵-۱ نیز اشاره گردید، ارتباط مستقیم اندکی میان ناهنجاریهای طلا) ژئوشیمی و کانی سنگین) با توده نفوذی (گرانیتی) شرق منطقه بدست آمد. اما غالب ناهنجاریهای ژئوشیمی و کانی سنگین در شمال، جنوب و غرب این توده تشکیل شده اند. ذکر این نکته نیز لازم است که مجموعه ناهنجاری محور کوه جمیلان- احمد عزیز - شمال بابکرآباد هیچگونه ارتباطی به توده نفوذی نداشته و براساس اطلاعات نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ شواهدی از توده های نفوذی در این منطقه ثبت نشده است. در صورتیکه بالاترین ناهنجاری ژئوشیمی طلا (Zn=۵۸۵=۷۰ ppb) در شمال منطقه قرار دارد. مجموعه ای از برونزدهای رسوبی کرتاسه (شیل، ماسه سنگ، آهک و دولومیت) در این محدوده برونزد دارد.

در ارتباط با تکنونیک و پدیده های مرتبط با آن، بایستی اشاره نمود که در محور کوه قلعه دم ، دیلگه- بازرگه تمرکز و تراکم گسلها بیشتر از محور غربی است ولی این امر با توجه به نقشه زمین- شناسی، مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ نمی تواند تعیین کننده باشد. در خارج از محور کوه قلعه دم در جنوب و جنوب غرب آن تمرکز گسلها در واحد آهکی کرتاسه بسیار بیشتر بوده اما آنومالیهای بسیار اندک و کم اهمیتی در این مناطق ثبت شده است. به عقیده مشاور مباحث مرتبط با فصل پنجم می بایست پس از تهیه نقشه زمین شناسی و با ویژگیهای ذکر شده در سرآغاز سرفصل ۵-۱ تدوین گردد.

۵-۳- رابطه آنومالی ها با اندیس های معدنی، کانسارها و معادن متروکه

در محدوده مورد مطالعه هیچگونه اندیس معدنی، کانسار و معدن متروکه وجود نداشته است.

۵-۴- ارزیابی اکتشافی و اقتصادی یافته ها

مبنای ارزیابی بر اساس دو سری اطلاعات است که بصورت داده های قدیمی و داده ها و یافته های حاصل از عملیات اکتشافی اخیر تقسیم بندی می گردد.

۵-۴-۱- یافته هایی از مدارک و گزارشات قبلی

نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ مهاباد و نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده به همراه نقشه ژئومغناطیس هوایی ۱:۲۵۰۰۰۰ مهاباد مجموعه اطلاعات نقشه ای منطقه مورد مطالعه را در بر دارند. بر اساس این نقشه ها حدود ۹۵ درصد منطقه مورد مطالعه را واحدهای رسوبی کرتاسه شامل آهک، دولومیت، شیل و ماسه سنگ در بر گرفته و تنها در شرق منطقه برونزادی از توده نفوذی گرانیتی که در واحدهای میکا شایست و سنگ های ولکانیکی متعلق به پرکامبرین نفوذ کرده دیده می شود. در جنوب منطقه نیز برونزدهای اندکی از سنگ های ولکانیکی کرتاسه دیده شده است.

محدوده هایی از توده های مغناطیسی کم عمق (Shallow Magnetic Bodies) بر اساس نقشه ژئومغناطیس هوایی در محدوده مشخص شده است که بزرگترین آنها منطبق بر مرکز منطقه ناهنجار (محور کوه قلعه دم - دیگله - بازرگه) می باشد. بخشی از توده نفوذی که با ناهنجاری های Ti, Sn, W و .. همپوشانی دارد.

گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی کانی سنگین در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نقده نیز از بخش دیگری از اطلاعات اکتشافی را در گذشته در اختیار می گذاشت. این گزارش که در سال ۱۳۸۳ تدوین شده ناهنجاری هایی از عناصر

Au (۹ppb), Pb (۳۶-۵۰ppm), As(۲۳-۳۸ppm), Sb (۲,۹-۵,۹ppm),

Ag (۰,۱۸ ppm), Cu (۵۴ppm), Hg (۰,۱۳ ppm), Mo(۲-۳,۶ppm), Sn(۵-۵,۴ppm),

W(۱,۷-۲,۹ ppm) و Bi(۰,۵ ppm)

گزارش نموده است. به نظر مشاور هیچکدام از مقادیر گزارش شده (به استثنای میزان حداکثر Au, Sb و تا حدودی Sn) حاوی مقادیر ناهنجار به معنای واقعی کلمه نیستند. در ضمن از این گزارش نیز در بررسی نتایج نمونه های کانی سنگین استفاده گردید. بر این اساس یک نمونه حاوی یک ذره طلا (نمونه ۱۶۹-NAQ)، سه نمونه حاوی ۱ یا ۲ ذره گالن و سروزیت، یک نمونه حاوی یک ذره کانی های روی، یک نمونه حاوی سینابر و یک نمونه حاوی باریت گزارش شده است. آنچه که از ارزیابی و انطباق نتایج گزارش ناحیه ای ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ با گزارش اخیر (اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای برگه ۱:۲۵۰۰۰ نقده I) حاصل شده شامل موارد زیر است:

- انطباقی فی مابین ناهنجاری ژئوشیمیایی طلا و همچنین ناهنجاری کانی سنگین طلا در این دو پروژه بدست نیامد. هر چند در سر شاخه های رودخانه بازرگه ناهنجاری های طلای ژئوشیمی در پروژه ۱:۲۵۰۰۰ بیشتر با ناهنجاری های ژئوشیمیایی پروژه ۱:۱۰۰۰۰۰ انطباق نشان می دهد.

- معیارناهنجاری عناصر در پروژه اخیر همانگونه که در متن گزارش نیز به آن اشاره شده در مورد عناصر W, Hg, Ag و Pb حداقل ۲ تا ۵ برابر پروژه ۱:۱۰۰۰۰۰ بوده است. در مورد آرسنیک نیز ناهنجاری های پروژه اخیر بیشتر از ۴۰ppm در نظر گرفته شده است.

۵-۴-۲- ارزیابی یافته های گزارش اخیر

الف: طلا

چنانچه با توجه به عدم اطلاع از خطای عنصر طلا بتوان به داده های این عنصر اطمینان کرد، نتایج آن بسیار قابل توجه است. عیار ۱۷ درصد نمونه ها (۹۹نمونه) بیش از ۵ ppb بوده، ۵ نمونه عیاری بیش از ۲۰ ppb، ۱۷ نمونه عیاری بیش از ۱۶ppb نشان داده اند. میزان حداکثر این عنصر ارزشمند نیز ۷۰ ppb عیارسنجی شده است. ناهنجاری های این عنصر (درجه اول و دوم) در شرق و شمالغرب منطقه مشخص شده اند. بهترین ناهنجاری این عنصر با مساحتی در حدود ۲/۳ کیلومتر مربع در جنوب شرق بازرگه به دست آمده که همپوشانی آن باناهنجاری های As, Cu, Cd, Mo, Ba, Pb بر اهمیت آن می افزاید. در ۴ نمونه کانی سنگین برداشت شده از این ناهنجاری ذراتی از طلا مشاهده نگردید. در مرحله کنترل ناهنجاری نیز نمونه های کانی سنگین برداشت شده از ناهنجاریهای ژئوشیمیایی طلا فاقد آثاری از این کانه ارزشمند بودند.

ب: سایر عناصر

علاوه بر طلا، میزان حداکثر عیار در عناصر نقره (۱۷/۹ppm)، آلومینیوم (۳۹ درصد)، آرسنیک (۱۶۴ppm)، کبالت (۸۲۱ppm)، مولیبدن (۱۱۳ppm)، سرب (۶۳۷۸ppm) بسیار جالب توجه است. از عناصر یاد شده تنها عنصر آلومینیوم است که با ۱۰ درصد میانگین نشان از میزان بالای این عنصر در رسوبات آبراهه ای دارد. با نگاهی به خطای این عناصر (Ag ۴۹درصد)، (Al ۴۳ درصد)، (As ۴۶As) درصد)، (Co ۲۵درصد)، (Mo ۶۷ درصد) و (Pb ۷۰ درصد) سطح اطمینان به نتایج آنالیز بسیار افت خواهد کرد. اگر به اختلاف عیار نمونه های متناظر (نمونه اصلی و نمونه تکراری) نگاهی بیاندازیم به راحتی در خواهیم یافت که بطور مثال میزان حداکثر اختلاف عیار عنصر آلومینیوم تا حداکثر ۲۶/۴ درصد چه اندازه گویای اختلاف فاحش در آنالیز نمونه های متناظر است. در مورد آرسنیک حداکثر این اختلاف به ۳۴ ppm رسیده است. در مورد نتایج آنالیز سرب ذکر این نکته ضروری است که ماکزیمم عیار این عنصر به گونه قابل توجهی بالاست اما بایستی توجه نمود که میزان عیار عناصر Mo, Ag, Au, Cd, Zn و... در این نمونه در حد بالایی قرار ندارد، در ضمن در ردیف دوم عنصر سرب نمونه ای با عیار ۱۶۸ ppm قرار دارد.

ج: انطباق نتایج ژئوشیمی و کانی سنگین

یکی از مواردی که در ارزیابی داده ها می تواند کمک موثری در اخذ نتایج نهایی نماید انطباق یا عدم انطباق نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمی و نتایج مطالعه نمونه های کانی سنگین است. علت عدم انطباق به احتمال زیاد به خطای آنالیز نمونه های ژئوشیمی بر می گردد زیرا کانی های مشاهده شده در نمونه های کانی سنگین قابل بررسی مجدد هستند. در زیر به پاره ای از موارد عدم انطباق اشاره می شود.

ناهنجاری های طلا - در خروجی آبراهه ای که نمونه (Au = ۷۰ ppb) ZN-۵۸۵ از آن برداشت شده در مرحله نخست نمونه کانی سنگین ZN-۵۸۶-H و در مرحله کنترل ناهنجاری نمونه کانی سنگین ZNH-۲۱ برداشت شده که نه تنها شواهدی از طلا در بردارد، بلکه میزان پیریت، پیریت اکسید و پیریت لیمونیت، گوتیت، مگنتیت و هماتیت آن نیز اندک است. هر چند شواهدی از سروزیت- کرومیت و باریت در آن یافت شده است.

در خروجی آبراهه های دو نمونه ناهنجار درجه اول طلا (نمونه های ۳۹۷ و ۳۹۵ به ترتیب با عیار ۴۰ و ۳۵) در مرحله کنترل ناهنجاری دو نمونه کانی سنگین ZNH-۳ و ZNH-۲ برداشت گردید، علاوه بر آن در خروجی آبراهه اصلی، نمونه کانی سنگین ZN-۴۰۰-H برداشت شده و در همین محدوده ناهنجاری که بزرگترین ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر طلاست ۴ نمونه کانی سنگین دیگر

برداشت شده که در آنها شواهدی از ذرات طلا دیده نشده است، همچنین در سه نمونه کانی سنگین طلا دار نشانی از ناهنجاری ژئوشیمیایی طلا بدست نیامده است.

ناهنجاری های سرب، روی و کروم-عدم انطباق در ناهنجاری های ژئوشیمیایی و کانی سنگین در این عناصر نیز مشاهده شده است.

ناهنجاری های ژئوشیمیایی و کانی سنگین مس تنها در یک نمونه انطباق دارد. در مرحله کنترل ناهنجاری نیز شواهدی از انطباق ناهنجاریهای ژئوشیمیایی مس با نتایج نمونه های کانی سنگین بدست نیامد.

ناهنجاری های ژئوشیمیایی و کانی سنگین باریم، قلع و آرسنیک نیز انطباقی نشان نداده اند. در منطقه شمال سرهولان بین ناهنجاری ژئوشیمیایی سرب و ناهنجاری کانی سنگین همپوشانی مشاهده شده است.

۵-۵- معرفی مناطق امیدبخش پتانسیل دار، جهت ادامه اکتشاف

با توجه به تمامی مواردی که در سر فصل قبلی به آنها اشاره گردید و با عنایت به مجموعه داده ای که در اختیار مشاور قرار دارد مناطقی بطور نسبی حاوی پتانسیل هستند. اگر به نقشه مجموعه ناهنجاری ها (شکل ۲-۱۸) مراجعه شود، می توان به سادگی دریافت که بخش عمده ای از منطقه را ناهنجاری های عناصر گوناگون پوشانده است. اگر از ناهنجاری های فاقد همپوشانی، با گسترش اندک (نمونه های منفرد) و ناهنجاری هایی کم اهمیت صرف نظر شود، مجموعه ناهنجاری های ژئوشیمیایی در سه محور بیشترین همپوشانی و گسترش و اهمیت را دربردارند، به منظور بررسی انطباق نتایج نمونه های کانی سنگین و ناهنجاریهای ژئوشیمیایی بطور عمده و هدفمند در این سه محور تعدادی نمونه کانی سنگین (در دو مرحله) برداشت گردید و نتایج این نمونه ها به تفکیک هر بخش در قالب یک جدول آورده شده است. (شکل ۵-۱)

محدوده شماره ۱ (محور شمال کوه قلعه دم، دیلگه، بازرگه)

این محدوده قریب به ۲۱ کیلومتر مربع وسعت دارد، ناهنجاری های نسبتاً گسترده ای از عناصر Mo, Fe, Zn, Cu, Ag, Ti, Pb, As, Au در این منطقه به دست آمده که کم و بیش با یکدیگر همپوشانی دارند. علاوه بر این مورد، اهمیت این محدوده در قرار گرفتن چهار زون ناهنجاری کانی سنگین است که مجموعه ای از کانی های ارزشمند طلا، سینابر، رآلگار، اورپیمینیت، شلیت، گالن، سروزیت، سرب طبیعی و پیرولوویت را دربر دارد. مجموعه مساحت این چهار زون بالغ بر ۵/۸ کیلومتر می شود که از آنها ۱۶ نمونه کانی سنگین برداشت شده است. هر سه نمونه طلا دار

در این منطقه واقع شده اند. در جدول ۵-۱ لیست کلیه نمونه های کانی سنگین برداشت شده از این محدوده به همراه نتایج آورده شده است. از این محدوده ۷ نمونه مینرالیزه برداشت شده که در جدول ۵-۲ نتایج آنها آورده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از نمونه های کانی سنگین و نمونه های مینرالیزه و بویژه با عنایت به نتایج عناصری همچون Cu, Fe, Pb, Zn و As رگه سیلیسی واقع در جنوب دیلگه میتواند مشخصه یک رگه کانی ساز بصورت پلی متال را در برداشته باشد.

محدوده شماره ۱ همچنین با دربرداشتن تنها برونزد توده نفوذی، شواهدی از توده مغناطیسی کم عمق و مجموعه ای از گسل ها و دگرگونی ناشی از نفوذ توده گرانیته می تواند مهم و ارزشمند تلقی شود.

محدوده شماره ۲ (محور کوه جمیلان- احمد عزیز- شمال بابکر آباد)

مساحت تقریبی این محدوده ۱۲/۴ کیلومتر مربع است. از دیدگاه زمین شناسی واحد های رسوبی کرتاسه شامل دولومیت سنگ آهک و تناوبی از شیل، ماسه سنگ و سنگ آهک به همراه آلویوم های کواترنری محدوده را پوشانده است. در این محدوده مجموعه ای از ناهنجاری های Au, Sn, Mo, Co, Cd, Cu بدست آمده است که همپوشانی ناهنجاری های طلا با کادمیوم در شرق احمد عزیز و طلا با قلع در کوه جمیلان حاکی از اهمیت آنهاست. در غرب این منطقه نیز ناهنجاری گسترده ای از قلع وجود دارد که با ناهنجاری های مولیبدن، کبالت و مس همپوشانی دارد.

بین ناهنجاری های طلا در محدوده شماره ۱ و ناهنجاری های طلای محدوده شماره ۲ تمایزاتی مشاهده می شود که از آنجمله می توان به همراهی طلا با Mo, As در محدوده شماره یک و همراهی این عنصر با Cd و Sn در محدوده شماره ۲ اشاره کرد. آنچه که به عنوان تشابه این دو محدوده مشخص گردیده، عدم همراهی نمونه های طلا دار کانی سنگین با ناهنجاری های طلای ژئوشیمی است. در محدوده شماره ۲ یک زون ناهنجاری کانی سنگین شناسایی شده که در شمال و شمال شرق احمد عزیز قرار گرفته است. در این زون کانی های سنگین سینابر، شلیت، کرومیت و سروزیت بدست آمده است در جنوب احمد عزیز نیز در دو نمونه مالاکیت، سرب طبیعی و سروزیت ثبت شده است. در غرب احمد عزیز نیز در نمونه کانی سنگین بر داشت شده در مرحله کنترل ناهنجاری، کانی های گروه آهن، کانی های گروه سرب شامل سروزیت و سرب طبیعی در حد pts، همچنین پیریت و پیریت اکسید در حد pts ثبت شده است.

در جدول ۵-۳ لیست ۱۸ نمونه کانی سنگین و در جدول ۵-۴ نتیجه تنها نمونه سنگی (ZNI-۱۴) برداشت شده از این محدوده آورده شده است.

محدوده شماره ۳ (محور بابکر آباد- کوه شاخه لند)

مساحت این محدوده بالغ بر ۵/۴ کیلومتر است که در غرب منطقه مورد مطالعه قرار دارد. در این محدوده ناهنجاری های گسترده ای از قلع، تنگستن، تیتانیوم بصورت همپوشان بدست آمده است. علاوه بر آن در جنوب منطقه نیز یک ناهنجاری از عنصر بیسموت مشخص شده است. هرچند زون مشخص و قابل توجهی از کانی های سنگین در این منطقه بدست نیامده اما نمونه شماره ZN-۷۰-H حاوی کانی های سینابر، کرومیت، گالن و مس طبیعی است لازم به ذکر است که کانیهای خانواده سرب در بیش از نیمی از نمونه های محصور در این محدوده گزارش شده است. در جدول ۵-۵ لیست ۱۳ نمونه کانی سنگین واقع در این محدوده به همراه نتایج آورده شده است.

علاوه بر محدوده های فوق الذکر، محدوده هایی نیز بر اساس نتایج کانی سنگین معرفی می گردد که در بعضی از آنها ناهنجاری های نسبتاً مهمی از نتایج نمونه های ژئوشیمی نیز بدست آمده است:

محدوده شماره ۴ (شمال سرهولان)

این محدوده با مساحت ۱/۸ کیلومتر مربع براساس ناهنجاری های کانی سنگین گالن، کرومیت، مس طبیعی و همچنین پوشش بخشی از آن توسط ناهنجاری طلا و همپوشانی کامل آن با ناهنجاری سرب معرفی شده است. این محدوده با تناوبی از شیل و ماسه سنگ به همراه سنگ آهک پوشیده شده است. در جدول ۶-۵ لیست ۵ نمونه برداشت شده از این محدوده به همراه نتایج آورده شده است.

محدوده شماره ۵ (شمال کوه قلعه دم- شمالشرق منطقه)

این محدوده بر اساس ناهنجاری های کانی سنگین (گالن و سروزیت) و شلیت معرفی شده است. در این محدوده ناهنجاری گوگرد گسترش دارد و تنها یک نمونه از آن با ناهنجاری عنصر روی همپوشانی نشان داده است. تقریباً تمامی این محدوده را دولومیت کرتاسه پوشانده است. در جدول ۷-۵ لیست ۷ نمونه برداشت شده از این محدوده به همراه نتایج آورده شده است.

محدوده شماره ۶ (کوه لندی شیخان)

این محدوده نیز بر اساس ناهنجاری های کانی سنگین (گالن، سرب طبیعی، سروزیت) و اورپیمنت معرفی شده است. در بخش کوچکی از این محدوده ناهنجاری های ژئوشیمیایی بیسموت و تنگستن بدست آمده است. در جدول ۵-۸ لیست ۵ نمونه برداشت شده از این محدوده به همراه نتایج آورده شده است.

شکل ۱-۵

جدول ۱-۵

جدول ۲-۵

جدول ۳-۵

جدول ۵-۵

جدول ۵-۶

جدول ۵-۷

جدول ۵-۸

فصل نشم: نتایج و پیشنهاد ها

۶-۱- جمع بندی نتایج

منطقه اکتشافی نقده I در مساحتی حدود ۱۳۴ کیلومتر مربع، با برداشت ۶۲۵ نمونه ژئوشیمی و ۲۱۰ نمونه کانی سنگین (در دو مرحله) و ۱۴ نمونه مینرالیزه تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ قرار گرفت. نمونه ها با توجه به شرایط فصلی نامناسب طی دو مرحله برداشت شدند و دو مرحله آنالیز شیمیایی را نیز پشت سر گذراندند.

بررسی نتایج آنالیزهای ژئوشیمیایی نشان از غنی شدگی نسبی در عناصر Co, As, Mo, Ag, Al, Pb, Au دارد ولی بررسی خطای نسبی، میزان اطمینان به این نتایج را تا حدود زیادی کاسته است. در مجموع خطای ۷۴ درصد عناصر بیش از حد مجاز می باشد. همبستگی های طلا با آرسنیک، سرب، منگنز، قلع، باریم، آهن و بیسموت می تواند امید بخش تلقی شود، هرچند طلا با آنتیموان و روی همبستگی نشان نداده و همبستگی طلا با گوگرد نیز منفی و معنی دار است.

همین ویژگی (همبستگی طلا با آرسنیک) در بررسی های آنالیز فاکتوری و در قالب فاکتور پنجم نیز تأیید شده است. نقشه های عناصر Hg, Ba, Mn, Co, Zn, Pb, Mo, Cu, Bi, As, Ag, Au با استفاده از داده های لگاریتمی و تخمین با روش عکس مجذور فاصله (شعاع جستجو ۸۰۰ متر) ترسیم گردیدند و مناطق ناهنجار آنها در قالب یک نقشه بصورت مجموعه ناهنجاری ها نمایش داده شد.

در نقشه (شکل ۲-۱۸) چنانچه همپوشانی های معنی دار ناهنجاریها، گسترش و منطقه بندی آنها توجه شود سه محدوده بعنوان محدوده های امید بخش ناهنجاریهای ژئوشیمیایی به ترتیب اولویت معرفی شده است. (محدوده های شماره ۱، ۲ و ۳ در شکل ۵-۱). مهمترین آنها محدوده ای در شرق منطقه مورد مطالعه (محور شمال کوه قلعه دم-دیلگه-بازرگه) میباشد که علاوه بر همپوشانی مهم و گسترده ژئوشیمیایی، شواهدی از نتایج مطالعات کانیهای سنگین نیز موید آن است. هر چند این نتایج انطباق چندانی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی نشان نداده است.

همپوشانی نسبی ناهنجاریهای ژئوشیمیایی عناصر مهم Au, As, Ag, Zn, Pb و شواهدی از کانیهای سنگین ارزشمند همچون طلا، سینابر، الگار، اورپیمنت، شلیت، گالن، سروزیت، سرب طبیعی و پیرولوویت و نتایج چندین نمونه مینرالیزه در ثبت مقادیر نسبتاً قابل توجهی از Zn, Fe, Cu, As و Ag همگی دال بر اهمیت این منطقه میباشد. در ضمن بایستی به این نکته نیز اشاره کرد که محدوده شماره ۱ در برگرنده تنها برونزد توده نفوذی منطقه مورد مطالعه بوده و دگرگونیهای ناشی از نفوذ آن که شواهد نقشه ژئومغناطیس هوایی ۱:۲۵,۰۰۰ نیز آثاری از توده مغناطیسی کم عمق را در این محدوده نشان داده است.

در محدوده شماره ۲ (شمالغرب منطقه مورد مطالعه- محور کوه جمیلان، احمدعزیز-شمال بابکر آباد) نیز شواهدی از ناهنجاریهای ژئوشیمیایی Cu و Au, Sn, Mo, Cd, Co و شواهدی از حضور کانیهای

سنگین مهم گروه سرب، سینابر، شلیت، کرومیت و ملاکیت بدست آمده است که انطباق چندانی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی نشان نداده اند. مجموعه ناهنجاریهای ژئوشیمیایی طلا و عناصر همراه در این محدوده با محدوده شماره ۱ تفاوت نشان میدهد. رخساره های این محدوده بیشتر متعلق به واحدهای کرتاسه میباشند.

در محدوده شماره ۳ (غرب- جنوبغرب منطقه مورد مطالعه- جنوب بابکر آباد) هر چند شواهدی از ناهنجاریهای ژئوشیمیایی Ti و Sn, W بدست آمده اما این ناهنجاریها نه تنها توسط نمونه های کانی سنگین تایید نشده اند بلکه عدم برونزد توده های نفوذی اسیدی در این منطقه تا حدودی از اهمیت ناهنجاریهای ژئوشیمیایی کاسته است. در این محدوده و بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ نقده برونزدهایی از آهنک، شیل و ماسه سنگ کرتاسه مشاهده شده است.

۶-۲-ارائه پیشنهادها

با توجه به جمع بندی اطلاعات حاصله از ناهنجاریهای ژئوشیمیایی، مطالعه نمونه های کانیهای سنگین در مرحله نخست و مرحله کنترل ناهنجاریها و نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه و همچنین توجه به وضعیت برونزد واحدهای لیتولوژیکی و بررسی پیشینه مطالعاتی منطقه بویژه اکتشافات ناحیه ای ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ پیشنهاد زیر جهت ادامه عملیات اکتشافی ارائه میگردد:

-تهیه نقشه زمین شناسی-آلتراسیون در مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰ در منطقه شرقی محدوده مورد مطالعه (شکل ۶-۱)

با توجه به ویژگیهای این منطقه از لحاظ برونزدهای مستعد و مناسب برای تشکیل یک کانسار احتمالی، همچنین شواهد بدست آمده از نقشه ژئومغناطیس هوایی و مهمتر از همه ناهنجاریهای گسترده و همپوشان از عناصر مهم و ارزشمند بهمراه نتایج مطالعه نمونه های کانی سنگین این منطقه با وسعت ۴۳ کیلومتر مربع جهت تهیه نقشه زمین شناسی-آلتراسیون با توجه به شرح خدمات استاندارد تهیه این نقشه ها پیشنهاد میگردد.

با توجه به یافتن سه ذره نسبتاً درشت طلا در این منطقه همراه با شواهدی از سینابر-شلیت-کاسیتريت-رالگار-اورپیمنت-کانیهای گروه سرب و ناهنجاریهای گسترده از پردازش های نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی لازم است توجه ویژه ای به بخش زمین شناسی اقتصادی و بخش آلتراسیون در هنگام تهیه نقشه و گزارش این منطقه مبذول گردد. همچنین توصیه میشود که حوضه های مهم این منطقه که به خوبی در گزارش اخیر معرفی شده اند در هنگام تهیه نقشه زمین شناسی مورد پیمایش دقیق قرار گرفته و از برونزدهای مشکوک به کانی سازی آنها نمونه برداری مناسب بعمل آید.

منابع و ماخذ

- ۱- نقشه ژئومغناطیس هوایی ۱:۲۵۰,۰۰۰ مهاباد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، زمینه از انتشارات سازمان جغرافیایی کشور
- ۲- خداپنده، ع.ا. سلطانی، غ: نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- ۳- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. (۱۳۷۵): نقشه توپوگرافی ۱:۵۰,۰۰۰ هنگ آباد
- ۴- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در زون مهاباد- مریوان اکتشافات ژئوشیمیایی- کانی سنگین در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ نقده
- ۵- حسنی پاک، ع.ا. (۱۳۷۷): اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۶- حسنی پاک، ع.ا.: تحلیل داده های اکتشافی
- ۷- حسنی پاک، ع.ا.: نمونه برداری معدنی
- ۸- زرگر، م. راهنمای جامع ۱۰-SPSS
- ۹- ولگانگ بونیک ترجمه فریدون مهرابی - واکاوی کانیهای سنگین