

تشکرات

هیچ کار تحقیقاتی و عملی به مرحله اجرا و عمل در نمی‌آید مگر با همکاری و همیاری کارشناسان و مدیران، لذا اجرای این کار از این قانون مستثناء نمی‌باشند.

از معاونت محترم اکتشاف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور جناب آقای مهندس عابدیان و جناب آقای مهندس شاهین مدیر خدمات اکتشاف با راهنمایی‌های خویش در امر انجام پروژه ما را یاری نموده‌اند، قدردانی می‌گردد.

از آقای دکتر مسعود علیپور ناظر محترم طرح، به پاس دقت و حوصله تمام که ضمن بررسی کلیه نقشه‌ها و همچنین پیگیری مجددانه، قدردانی و تشکر می‌گردد.

مدیر عامل محترم شرکت توسعه علوم زمین جناب آقای مهندس منصور صمیمی نمین که در تمام مراحل اجراء پروژه پیگیری‌های مجددانه‌ای را بعمل آورده‌اند که لازم است از زحمات ایشان قدردانی شود. تهیه نقشه‌ها، رقومی کردن داده‌ها و کلیه عملیات توسط گروه ژئوشیمی شرکت توسعه انجام پذیرفته که بدینوسیله از زحمات آقایان حجت حاج حسنی، وحید شجاعی، سجاد فاضل توسل، عباس اروجی که در امر برداشت صحرایی پروژه ما را یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

از سرکار خانم احمدیان که کار تایپ و صفحه بندی گزارش را به عهده داشتند قدردانی می‌گردد.

فصل اول

کلیات

پیشگفتار

محدوده اکتشافی قلعه ریگی از لحاظ متالوژنی بخشی از زون اکتشافی اسفندقه - دولت آباد در جنوب استان کرمان است. زون اسفندقه - دولت آباد به دلیل قرار گرفتن در بخش جنوبی زون کانه دار سندج - سیرجان، بخش هایی از زون ارومیه دختر و زون مکران دارای استعداد کانه زایی ذخائر سولفید توده ای، از نوع قبرسی و کروکو، مس پورفیری و طلای اپی ترمال است. بعلاوه این زون به دلیل داشتن مجموعه های سنگی افیولیتی بزرگترین ذخیره کرومیت ایران را در برمی گیرد.

طرح «انجام مطالعات اکتشافات ژئوشیمیایی در محدوده اکتشافی قلعه ریگی» یکی از طرحهای تلفیق داده های اکتشافی مناطق امیدبخش معدنی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور است که اجرای آن بر مبنای قرارداد شماره 500-19195 مورخ 83/12/9 به شرکت مهندسی مشاور توسعه علوم زمین واگذار گردید. اجرای این طرح با روش نمونه برداری توام ژئوشیمی و کانی سنگین به منظور شناسایی پتانسیل های معدنی در محدوده مناطق امیدبخش اکتشافی ورقه های یکصد هزارم اسفندقه، سبزواران، پاگدار و محمدآباد صورت پذیرفته است.

منطقه مطالعاتی قلعه ریگی به وسعت تقریبی 100 کیلومتر مربع جنوب شرقی شهرستان جیرفت واقع شده است.

در این مطالعات، که بر اساس ناهنجاری حاصل از بررسیهای ژئوشیمیائی 1:100,000 ورقه های سبزواران، پاگدار، اسفندقه و محمد آباد می باشد با استناد به نقشه های زمین شناسی محدوده مطالعاتی در مقیاس یکصد هزارم و نقشه ژئوفیزیک هوائی و اطلاعات حاصل از بررسیهای ژئوشیمیائی طرح شبکه نمونه برداری تهیه گردیده و برداشت نمونه های آبراهه ای، نمونه های کانی سنگین و نمونه های مینرالیزه انجام پذیرفته است. کلیه نمونه های ژئوشیمیائی جهت آنالیز عیار 44 عنصر به آزمایشگاه شرکت مهندسی مشاور توسعه علوم زمین ارسال شده است.

1-1- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

محدوده اکتشافی قلعه ریگی به وسعت یکصد کیلومتر مربع در 80 کیلومتری جنوب غربی شهرستان جیرفت واقع شده است. این محدوده باریکه‌ای است بطول 17 کیلومتر و پهنای 5/5 کیلومتر که در برگیرنده ارتفاعات کوه میل منجو است.

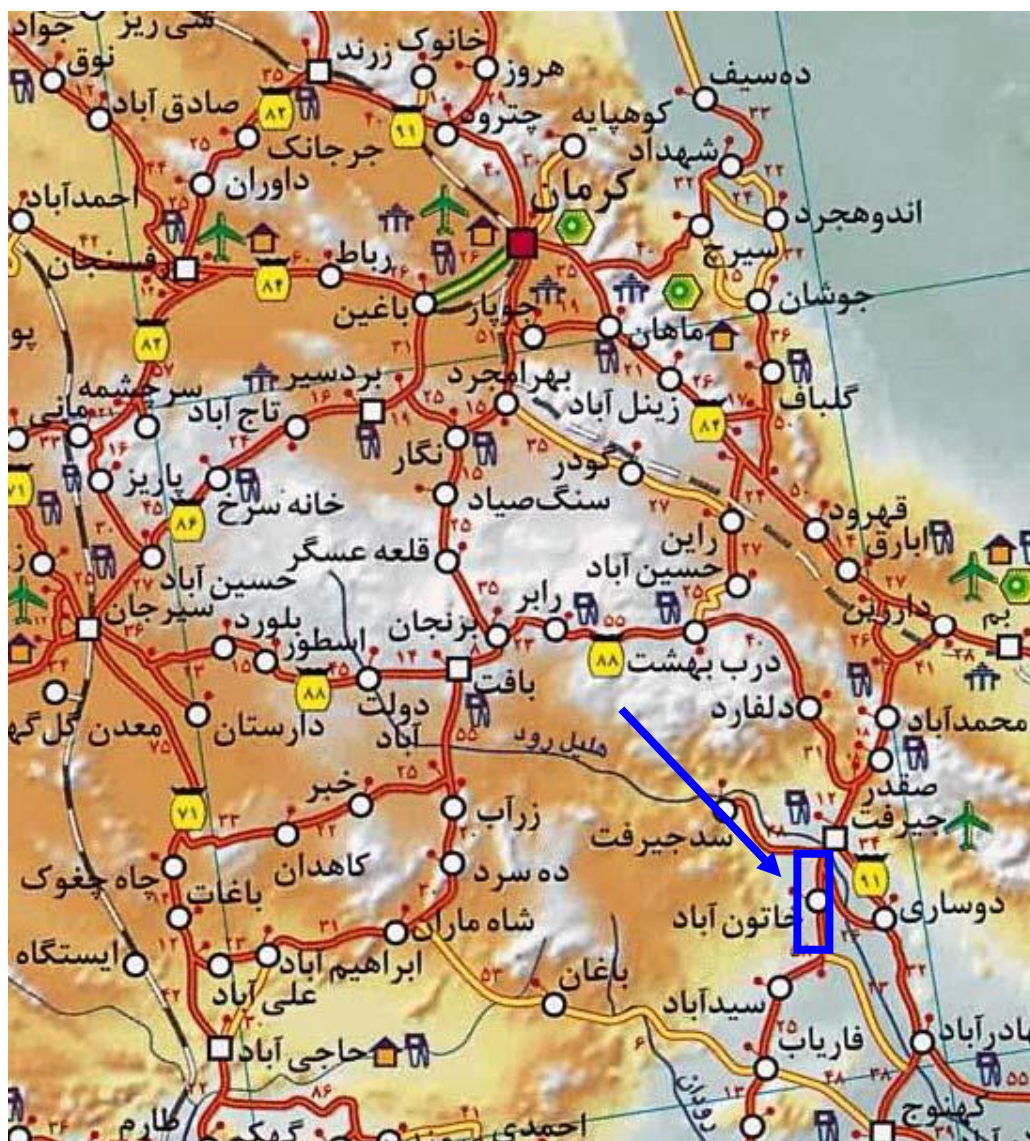
مختصات محدوده قلعه ریگی به شرح جدول زیر است:

	X	Y
A	544871	3166594
B	550506	3166594
C	550506	3149029
D	544871	3149029

مهمترین راههای ارتباطی ناحیه جاده آسفالتی جیرفت- بلوک است که از بخش شمالی محدوده‌های اکتشافی می‌گذرد همچنین در کیلومتر 55 جاده خاکی از این راه منشعب و به طرف شمال ادامه پیدا می‌کند که یکی از راههای دسترسی به محدوده قلعه ریگی میباشد این جاده فرعی که پس از طی مسافت 35 کیلومتر به سمت روستای متاع که تنها روستای موجود در منطقه میباشد منتهی می‌شود و سپس بعد از طی 30 کیلومتر به محدوده مورد مطالعه خواهیم رسید.

به علت عدم راههای شوسه و خاکی به هم پیوسته دسترسی به کوهها و رخنمونهای سنگی به سختی

امکان پذیر میباشد. (شکل 1-1).



شکل 1-1: راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه

1-2- جغرافیای طبیعی مناطق مطالعاتی:

شهرستان جیرفت نزدیکترین، بزرگترین و پرجمعیت‌ترین ناحیه جمعیتی این منطقه است. شغل عمده ساکنین این نواحی کشاورزی، دامداری، پرورش زنبور عسل و صنایع دستی از قبیل قالی، جاجیم و گلیم بافی است. اکثر ساکنین این منطقه عشایر و زبان مردم فارسی می باشد.

1-3- توپوگرافی

فراز و نشیب های محدوده مورد اکتشاف از روند کوههای منطقه و بلندیهای سرگز ورزتاغوک ومیل منجو بیش از 2484 متر در شمال منطقه واقع شده و محدودههای اکتشافی در جنوب این قله قرار گرفتهاند. کارکرد شبکه آبراهه‌ای و فرسایش سبب شده در بخشهایی به علت وجود آبراهه‌هایی با روند شمالی- جنوبی است.

1-4- آب و هوای منطقه

منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای معتدل و کوهستانی است. این منطقه دارای زمستانهای سرد و پربرف و تابستانهای گرم است. شرایط آب و هوایی منطقه به‌گونه‌ای است که حتی در ماه اول فصل بهار نیز ممکن است شرایط سردی بر منطقه حاکم باشد بنابراین محدودیت کارهای اکتشافی در این منطقه قابل توجه است به‌نحوی که تمام سال دارای شرایط دشوار است. دمای سالیانه زیاد بالا نیست به‌طوری که در روزهای گرم تابستان دمای هوا معمولاً بیش از 35 درجه سانتیگراد و در شبهای سرد گاهی به 30 درجه زیر صفر می‌رسد.

ارتفاعات منطقه آب و هوای مساعدی برای رشد پوشش گیاهی فراهم کرده به‌گونه‌ای که چراگاههای وسیعی در دامنه‌های خاوری کوهستانها به‌وجود آمده و دامپروری رونق گرفته است. میزان ریزشهای جوی در این ناحیه نسبت به فصول متغیر بوده و در کل ناحیه از میانگین بارندگی 250-350 میلیمتر برخوردار است.

1-5- اهداف پروژه و روش کار

مهمترین هدف از انجام این پروژه، بررسی ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی‌سنگین با مقیاس 1:25000 و تلفیق آن با پتانسیل‌های معدنی، واحدهای سنگی و ساختارهای تکتونیکی مولد کانه‌زایی در

محدوده مورد اکتشاف و ارائه الگوی ژنتیکی متناسب با کانه‌زایی‌های موجود در زون ساختاری اسفندقه- دولت‌آباد است.

در راستای رسیدن به این هدف انجام بررسی‌های زیر همواره ضروری بنظر می‌رسد.

1- ترسیم نقشه‌های ژئوشیمیائی پراکنش برای عنصرهای مهم ژئوشیمیایی زیر :

Mo, Nb, Ni, Ag, Al, As, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Hg, K, La, Mn
P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Sn, Sr, Th, Ti, Tl, U, W, Y, Zn, Zr

2- بررسی نقشه پراکنش کانی سنگین.

3- بررسی و کنترل ناهنجاریهای ژئوشیمیائی با برداشت، مطالعه و بررسی نمونه‌های مینرالیزه و دگرسانی.

4- مشخص نمودن مناطق با پتانسیل معدنی برای مرحله بعدی اکتشاف با تلفیق اطلاعات ژئوشیمیایی، دگرسانی، کانه‌زایی و داده‌های مربوط به نمونه‌های کانی سنگین.

5- معرفی نواحی پتانسیل‌دار برای اکتشاف تفصیلی‌تر

6- معرفی الگوهای اکتشافی برای این زون اکتشافی با هدف پی‌جوئی ذخایر طلا، کرومیت، منگنز، تیتانیم، مس

7- معرفی اندیس‌های جدید معدنی

6-1- پیشینه پژوهش

منطقه مورد اکتشاف بعنوان بخشی از زون ساختاری اسفندقه-دولت‌آباد از دیرباز مورد توجه بسیاری از

زمین‌شناسان و کارشناسان اکتشافات معدنی بوده است. مهمترین مطالعات صورت گرفته تاکنون به شرح زیر بوده است:

1- از جمله کارهای صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه می‌توان به مطالعات زمین‌شناسی که توسط دکتر علوی تهرانی و مهندس باباخانی در محدوده 1:100000 پاگدار صورت گرفته اشاره نمود ولی نقشه زمین‌شناسی آن منتشر نشد بلکه نتیجه این مطالعات به همراه گزارشات ورقه‌های دیگر زمین‌شناسی (اسفندقه - سبزواران - جبال بارز - محمدآباد - حنا) در نهایت توسط افراد فوق به صورت نقشه 1:250000 سبزواران در سال 1371 چاپ گردید. همچنین مطالعاتی توسط شرکت توسعه علوم زمین در قسمتی از این برکه نیز صورت گرفته است.

2- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی یکصد هزارم اسفندقه، سبزواران، محمدآباد و پاگدار در سازمان زمین‌شناسی کشور.

3- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی در ناحیه یزد- سبزواران، (برگه 7547) توسط دکتر علی اصغر حسنی پاک، در سال 1998 ارائه گردید.

4- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه یکصد هزارم اسفندقه که در سال توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شده است. در این گزارش نمونه ژئوشیمی طراحی و برداشت شده و براساس نقشه‌های ژئوشیمیایی که به روش کریجینگ تهیه شده مهمترین آنومالی‌های ژئوشیمیایی عناصر بخصوص As, Ba, Pb, Bi, Sb, Sn, W, Y در محدوده قلعه ریگی (شرق ورقه اسفندقه) گسترش دارند.

5- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه یکصد هزارم پاگدار که در اواخر سال 1383 در زمره طرح‌های اکتشافی سیستان و بلوچستان توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

انجام شده است.

6- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه یکصد هزارم محمدآباد که در اواخر سال 1383 در زمره طرح‌های اکتشافی سیستان و بلوچستان توسط ساز 9+مان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شده است.

7- گزارش معرفی نواحی امیدبخش زون اسفندقه - دولت آباد با استفاده از تلفیق و مدل سازی داده‌های ژئوشیمی اکتشافی، دورسنجی و ژئوفیزیک‌هوایی ورقه‌های یکصد هزارم که در سال 1385 توسط سازمان زمین‌شناسی تهیه شده است.

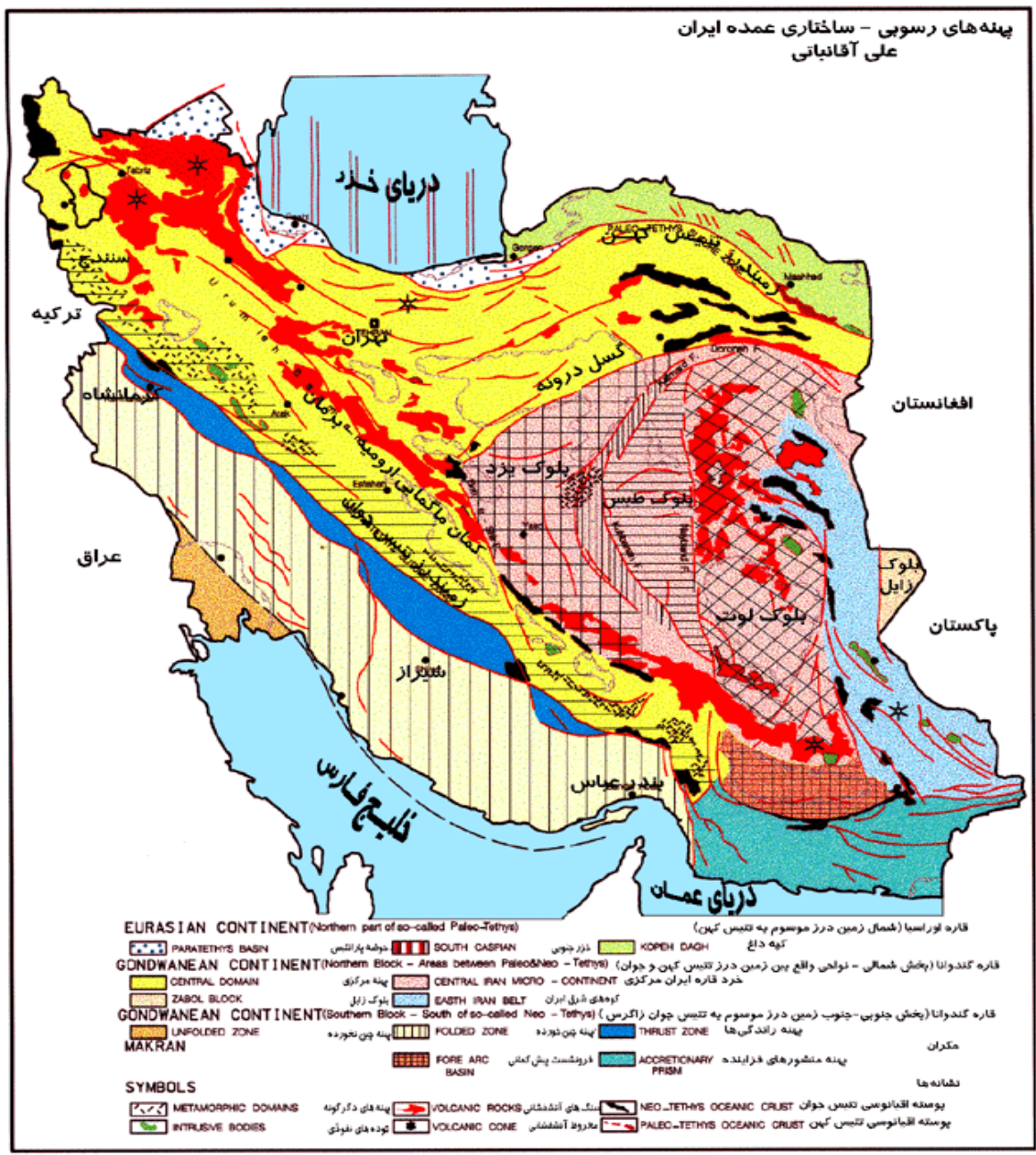
فصل دوم

زمین شناسی

ناحیه ای

2-1- جایگاه زمین‌شناسی

از نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران و بر اساس نقشه واحدهای ساختمانی - رسوبی ایران (م.ح.نبوی، 1355) منطقه مورد مطالعه در زون ایران مرکزی واقع است. قدیمی‌ترین و جوانترین رسوبات موجود در منطقه به ترتیب مربوط به زمانهای قبل از پرمین و کواترنری می‌باشد. در تقسیم بندی آقناباتی در سال 1383 محدوده مورد اکتشاف از لحاظ ساختاری بخشی از زون ساختاری سندج- سیرجان قرار دارد. گاهی از این زون بنام اسفندقه - رضائیه نیز نام می‌برند. این زون پرتکاپوترین زون ایران است. روند ثابت و کلی منطقه از مسیر زاگرس تبعیت می‌کند. در این زون ارتباط واحدهای دگرگونی گسلی است. مرز شمالی این زون فرورفتگیهایی است که همان روند زاگرس را دارند. ساختمانهای بالا آمده و فروافتاده در اثر رخداد کیمرین پیشین شکل گرفته اند. چینهای برگشته، تک شیب و گسیخته در بیشتر جاها دیده می‌شود. به کمک اندازه گیری ها روشن شده است فشار بر این زون در تریاس پسین شمالی - جنوبی بوده است. در اثر فاز لارامید شکستها گسترش یافته اند. جهت فشار مربوطه با احتمال زیاد شمال خاور- جنوب باختر بوده است.



شکل 2-1- واحدهای تکتونیکی - رسوبی ایران (آقاباتی، 1383)

2-2- چینه‌شناسی

بر اساس مطالعات صورت گرفته روی نقشه 1:250000 سبزواران، محدوده قلعه ریگی دربرگیرنده ارتفاعات میل منجو است. پیکره اصلی این ارتفاعات را اغلب واحدهای ژوراسیک به شرح زیر شکل داده است.

Js

برونزدهایی از این واحد سنگی در بخش وسیعی از منطقه قلعه‌ریگی در کنتاکت با واحدهای سنگی ولکانیکی ژوراسیک دیده می‌شود. لیتولوژی این واحد شامل ماسه‌سنگ - مارن - توفیت و آگلومرا است.

Jra

این واحد سنگی با پراکنش بسیار محدود و ناچیز در منطقه مورد مطالعه در کنتاکت با واحد سنگی Js دیده شده، لیتولوژی آن شامل سنگهای رادیولاریتی می‌باشد.

Jv

این واحد سنگی با پراکنش وسیع در نیمه شرقی محدوده قلعه‌ریگی و با پراکنش بسیار محدود و ناچیز در نیمه غربی در کنتاکت با واحدهای سنگی Js , Pzm و کواترنری دیده شده، لیتولوژی آن شامل توفهای برشی اسپیلیتی، جریانهای گدازه‌ای اسپیلیتی بازالتی و پیروکسن‌اندزیت‌بازالت می‌باشد. کهن‌ترین واحد این مجموعه یک سری اسپیلیت است که نمونه بارز آن اجزای متشکله کوه عالی چوغان می‌باشد. در بخش‌هایی نیز واحدی متشکل از کمپلکس بازالتی (Jbtv) دربرگیرنده گدازه‌های اسپیلیتی بازالتی، اندزیت بازالتی و پیروکسن دیاباز رخمون دارد.

در بخش‌های شمالی و شرقی منطقه قلعه‌ریگی نیز واحدهای ولکانیکی اسیدی شامل ریولیت، سنگهای پیروکلاستیک و ماسه سنگ با نام Jvs برونزد دارد.

نهشته‌های کواترنری

این نهشته‌ها در بر گیرنده واحدهای آبرفتی رودخانه‌ای است. مهمترین این واحد رسوبات روخانه‌ای رودخانه کرقتو را با روند شمال غرب- جنوب شرق دربرمی‌گیرد.

زمین‌شناسی اقتصادی و بررسی قابلیت‌های متالوژنی

منطقه مورد مطالعه در بخش شمال شرقی زون متالوژنیک اسفندقه - دولت‌آباد واقع شده است. زون اسفندقه - دولت‌آباد به دلیل قرار گرفتن در بخش جنوبی زون کانه‌زایی سنندج - سیرجان، بخش‌هایی از زون ارومیه دختر و زون مکران دارای استعداد کانه‌زایی ذخائر سولفید توده‌ای، از نوع قبرسی و کروکو، مس پورفیری و طلای اپی‌ترمال است. بعلاوه این زون به دلیل داشتن مجموعه‌های سنگی افیولیتی بزرگترین ذخیره کرومیت ایران را در بر می‌گیرد.

در پیکره‌های دگرگونه دوران پالئوزویک که در این منطقه دیده می‌شود. (دگرگونه‌های زون سنندج - سیرجان) ناهنجاریهای مغناطیسی شناخته شده که کارهای اکتشافی روی آن باید انجام شود. در این دگرگونه‌ها کانی‌سازی مس - سرب - روی و آهن شناخته شده است. بزرگترین و مرغوب‌ترین سنگهای تزئینی (نوع چینی) در حال حاضر از این پیکره‌های دگرگونی استخراج می‌شود. در ذیل به تعدادی از این معادن که در این خصوص فعالیت دارند اشاره می‌گردد.

فصل سوم

اکتشافات

ژئوشیمیائی

3-1- روش نمونه برداری و اهداف آن

هدف از بررسیهای اکتشافی ژئوشیمیایی به روش آبراهه‌ای مشخص کردن مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می‌باشد. با توجه به وسعت زیاد و گسترده محدوده اکتشافی، روش بررسی هاله‌های لیتوژئوشیمیائی نمی‌تواند مورد استفاده قرارگیرد چرا که در مقیاس 1:25000 مساحت محدوده فوق‌العاده زیاد بوده و در نتیجه آنقدر هزینه اکتشافی بالائی دارد که از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر نمی‌باشد. لذا محیطهای در برگیرنده هاله‌های ثانوی عنصرها در محیطهای سطحی نظیر خاکها، آبرفتها، رسوبات رودخانه‌ای، یخرفتها، شیب‌رفتها و غیره، که ضمن هوازگی سوپرژن کانسارها تشکیل می‌شوند، می‌تواند در این مرحله اکتشافی مورد توجه قرار گیرد.

در بررسیهای ژئوشیمی اکتشافی در حوضه‌های آبریز تحت شرایط آبراهه‌ای گوناگون، بویژه با بارندگی متوسط، اغلب و یا حتی به‌طور انحصاری روش بررسی رسوبات رودخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع بررسی مواد هر نمونه می‌تواند معرفی از ترکیب شیمیائی مواد بالادست خود باشد. به‌طور خلاصه پوشش وسیع یک نمونه، آسانی نمونه‌برداری و آماده‌سازی، وجود هاله‌های پراکندگی وسیع و سادگی اجرا از امتیازات مثبت این روش می‌باشد. بالا بودن احتمال آلودگی، تغییر وضعیت مورفولوژیکی و فعال بودن پدیده رسوبگذاری مجدد رودخانه‌ای و در نتیجه مشکل شدن تفسیر داده‌ها و روابط آنها با منبع تولید ناهنجاری از امتیازات منفی این روش می‌باشد. ناهنجاریهای کاذب ژئوشیمیایی را می‌توان با برداشت و مطالعه همزمان نمونه‌های کانی سنگین کنترل و مشخص نمود.

3-2- طراحی شبکه نمونه برداری، روش نمونه برداری و کدگذاری نمونه ها

3-2-1 طراحی شبکه نمونه برداری

به منظور تشخیص ناهنجاریهای ژئوشیمیایی واقعی و تمیز انواع مرتبط با ذخایر معدنی از سایر انواع در هر ناحیه لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه‌ای (برای مثال جزء 80- میس) و یا کانی سنگین

(جزء 20- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. قطر این جزء ثابت تابع شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و فاصله از منشاء کانی‌سازی می‌باشد. در مواردی که هاله‌های ثانوی اکسیدهای آهن و منگنز توسعه یافته‌اند، برداشت نمونه از چنین هاله‌هایی ممکن است موجب شدت‌بخشی به هاله‌های هیدرومورفیکی شود که در این صورت باید احتیاط‌های لازم جهت تفسیر اطلاعات به‌دست آمده صورت پذیرد. علاوه بر موارد فوق در بررسی رسوبات آبراهه‌ای برداشت نمونه‌هایی همچون قطعات کانی‌سازی شده کف آبراهه، قطعات پوشیده شده از اکسیدهای آهن و منگنز، قطعات حاوی سیلیس برای آنالیز یک یا چند عنصر یا کانی خاص، می‌تواند مفید واقع شود. البته هر یک از محیط‌های نمونه‌برداری فوق تحت شرایط خاصی می‌تواند بیشتر مفید واقع شوند.

برای طراحی شبکه نمونه‌برداری اشراف به ناهنجاریهای مقدماتی ژئوشیمیایی، نتایج مطالعات کانی سنگین در مرحله ناحیه‌ای، نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه و بالاخره تمام اطلاعات حاصل مطالعه دگرسانی‌های موجود در منطقه و بررسی‌های زمین‌شناسی اقتصادی می‌تواند مفید واقع شود. به این دلیل ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین ورقه‌های یکصد هزارم اسفندقه، پاگدار، محمدآباد و سبزواران که توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شده است، می‌تواند جهت طراحی شبکه نمونه‌برداری در این مرحله مناسب باشد. در این جا هر یک از محدوده‌های اکتشافی از نظر ناهنجاریهای موجود بررسی می‌شود. در مرحله اول با منظور سهولت بخشیدن با طراحی محل نمونه‌ها و اجرای عملیات مربوطه لازم بود در هر حوضه آبریز محدوده آبریزی آن روی برگه‌های توپوگرافی 1:25000 منطقه مشخص گردید. همچنین تعیین محدوده‌های حوضه‌های آبریز بر روی هر برگه می‌تواند در تحلیل داده‌های مربوط به آن و محدود کردن مناطق آنومالی مفید واقع شود.

70 درصد محدوده اکتشافی قلعہ ریگی دربرگیرنده بخش شرقی و جنوب شرقی ورقه یکصد هزارم اسفندقه است. بنابراین مهمترین ملاک انتخاب این محدوده می‌تواند آنومالی‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین ورقه اسفندقه باشد. بر اساس مطالعات انجام شده در محدوده ورقه یکصد هزارم اسفندقه تعداد 15 نمونه ژئوشیمیایی از محدوده اکتشافی قلعہ ریگی برداشت شده است. نتایج آنالیز این نمونه‌ها به شرح جدول 3-1

است.

براساس این جدول عناصر مس، روی، کروم، نیکل، آرسنیک، آنتیموان و کبالت تا حدودی ناهنجاری نشان می‌دهد. هرچند نتایج مطالعات کانی‌سنگین و کنترل آنومالی در این محدوده در دسترس نبود. ولی با این حال منطقه قلعه‌ریگی با اولویت اول در بخش شرقی ورقه اسفندقه معرفی گردید.

جدول 3-1- نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های ورقه اسفندقه در محدوده مورد مطالعه

S_N	X	Y	ZN	PB	AG	CR	NI	BI	SC
ES567	547172	3164410	58.8000	22.2000	0.1330	67.3000	26.1000	0.0960	13.4000
ES573	546006	3155520	76.5000	20.8000	0.1430	80.6000	33.8000	0.0840	21.1000
ES568	547565	3164900	62.8000	21.7000	0.1400	71.6000	29.1000	0.0880	17.0000
ES414	545046	3163790	74.4000	21.7000	0.1410	72.8000	29.9000	0.0890	18.0000
ES565	545666	3163740	94.2000	18.7000	0.1580	92.2000	40.8000	0.0620	27.1000
ES422	545146	3165900	71.5000	20.3000	0.1540	84.6000	33.6000	0.0710	19.3000
ES569	548764	3165130	70.2000	20.6000	0.1490	82.4000	33.1000	0.0810	20.1000
ES566	546522	3164740	67.0000	20.8000	0.1490	80.7000	31.3000	0.0800	18.1000
ES574	547947	3153920	79.0000	18.0000	0.1690	96.9000	42.6000	0.0460	27.1000
ES593	547472	3156190	72.3000	20.2000	0.1630	82.8000	33.9000	0.0600	21.6000
ES571	545987	3155990	77.8000	20.6000	0.1520	81.0000	33.5000	0.0790	20.5000
ES421	545028	3165830	53.7000	21.3000	0.1530	80.2000	30.5000	0.0810	17.3000
ES572	545213	3156260	84.5000	19.7000	0.1580	88.1000	37.1000	0.0710	24.0000
ES420	545163	3164120	72.2000	21.1000	0.1520	80.8000	30.9000	0.0830	18.7000
ES592	546184	3159660	67.2000	20.9000	0.1540	79.9000	32.0000	0.0810	19.6000
S_N	X	Y	CU	AS_	SB	CD	CO	SN	W
ES567	547172	3164410	13.4000	32.0000	1.3660	0.1040	16.4000	4.3000	0.7560
ES573	546006	3155520	26.9000	16.8000	1.3490	0.1090	22.5000	4.0000	0.6780
ES568	547565	3164900	19.2000	23.2000	1.3600	0.1060	18.8000	4.2000	0.6630
ES414	545046	3163790	21.0000	20.5000	1.3590	0.1060	19.3000	4.2000	0.6340
ES565	545666	3163740	36.1000	11.9000	1.3300	0.1150	33.7000	3.8000	0.6180
ES422	545146	3165900	21.1000	26.3000	1.3390	0.1120	24.8000	3.9000	0.5950
ES569	548764	3165130	23.7000	20.7000	1.3480	0.1100	23.0000	4.0000	0.5800
ES566	546522	3164740	19.7000	28.5000	1.3480	0.1100	23.1000	4.0000	0.5770
ES574	547947	3153920	34.0000	18.6000	1.3120	0.1210	34.7000	3.5000	0.5430
ES593	547472	3156190	24.0000	20.1000	1.3450	0.1110	27.3000	4.0000	0.5390
ES571	545987	3155990	23.9000	18.9000	1.3490	0.1090	23.2000	4.0000	0.5160
ES421	545028	3165830	17.2000	27.5000	1.3480	0.1100	19.2000	4.0000	0.4850
ES572	545213	3156260	29.9000	14.4000	1.3390	0.1130	27.8000	3.9000	0.4850
ES420	545163	3164120	20.1000	22.7000	1.3540	0.1080	22.3000	4.1000	0.4820
ES592	546184	3159660	21.8000	22.0000	1.3500	0.1090	23.2000	4.0000	0.4590

حدود 10 درصد از محدوده قله ریگی دربرگیرنده بخش شمال شرقی ورقه پاگدار است. محدوده نقشه 1:100000 پاگدار از توابع استان کرمان و شهرستان کهنوج بوده، در گوشه جنوب باختری نقشه 1:250000 سیزواران واقع است. این ورقه از ورقه‌های هم مرز با استان هرمزگان بوده، از نظر تقسیمات زمین شناسی ایران جزء زون ایران مرکزی محسوب می شود. در این برگه از روش رسوبات آبراهه‌های برای اکتشافات ژئوشیمیایی استفاده شده و شبکه نمونه‌برداری با در نظر گرفتن عواملی نظیر لیتولوژی، گسل و غیره طوری طراحی گردید که حداکثر انطباق را با روش مرکز ثقل داشته باشد. در مجموع 764 نمونه ژئوشیمیایی برداشت گردید. در این پروژه 44 عنصر یعنی Cd, Zn, Cr, Bi, Mn, Au, As, Sb, W, Sn, B, Hg, Zr, S, Na, K, Mg, V, P, Li, Ca, Sc, La, Al, Fe, Pb, Ni, Mo, Ag, Co, Cu, Ti, Ba, Be, Sr, Nb, Cs, , Ce, Y, Th, Rb, Te, U, Ni, عنصر Au به روش جذب اتمی (آماده سازی به روش Fire Assay) و بقیه عناصر به روش (ICP (MS, AES اندازه‌گیری شده است. برای حذف اثر لیتولوژی از محاسبه شاخص غنی‌شدگی با نرمالایز کردن مقادیر مربوط به تک‌تک متغیرها به میانه همان جامعه (جامعه تفکیک شده بر اساس شباهتها و تفاوت‌های لیتولوژیکی) استفاده شد. پردازش‌های آماری تک متغیره و چند متغیره از جمله محاسبه ضرایب همبستگی، آنالیز خوشه‌ای، آنالیز ویژگی، تجزیه و تحلیل فاکتوری و غیره بر روی داده‌های شاخص غنی‌شدگی اعمال شده و نتایج مورد تفسیر و تعبیر قرار گرفتند و از این طریق کمپلکس‌های پاراژنری عناصر شناسایی شد. همچنین نقشه‌های تک متغیره، آنالیز فاکتوری، آنالیز ویژگی، P.N با استفاده از برنامه تخمین شبکه‌ای برای داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی ترسیم گردید و 18 منطقه آنومالی مقدماتی داده‌های ژئوشیمیایی با استفاده از تلفیق نقشه‌های فوق معرفی گردید.

بر اساس نقشه پراکندگی کانسارهای معدنی و عملیات اکتشافی صورت گرفته در منطقه، به نظر می‌رسد که محدوده مورد مطالعه از نظر شاخصهای فلزی نظیر کروم، مس و طلا حائز اهمیت باشد. فاز کنترلی آنومالی واقعی از آنومالیهای کاذب و مشخص نمودن فاز پیدایش عناصر مختلف با مطالعات صحرایی

و برداشت کانی سنگین و نمونه‌های مینرالیزه طراحی گردید که 121 نمونه کانی سنگین و 64 نمونه مینرالیزه برداشت گردید. برای نمونه‌های کانی سنگین نیز پردازش صورت گرفته و نمودارهای مربوطه و هیستوگرام‌ها برای آنها ترسیم گردید.

در نهایت 4 محدوده (جنوب غرب مهرویه، شرق کوه سهرگل در شمال شرق پاگدار، غرب کوه ناروند در محدوده آب بید سفلی، جنوب غرب مهرویه) حاصل از تلفیق اطلاعات ژئوشیمی، کانی سنگین، مینرالیزه، دانسیته گسلها و نتایج دورسنجی و ژئوفیزیک مشخص شد تا برای انجام عملیات‌های بعدی معرفی گردد. منطقه قلعه ریگی بعنوان منطقه شرق کوه عالی چوغان (منطقه امیدبخش شماره 1) در شمال شرق ورقه پاگدار مطرح بوده و در اولویت اول اکتشافی قرار دارد.

در نهایت با توجه به نحوه گسترش آنومالیهای فاز ناحیه‌ای ورقه‌های 1:100000 اسفندقه و پاگدار، در محدوده اکتشافی قلعه ریگی تعداد 535 نمونه ژئوشیمیایی و 147 نمونه کانی سنگین به ترتیب با تراکم 5 و 1/5 نمونه در هر کیلومترمربع طراحی گردید. قطعاً در مناطقی که ناهنجاریهای فاز ناحیه‌ای گسترش دارد تراکم شبکه نمونه برداری بیشتر است.

2-2-3- روش نمونه برداری و کدگذاری نمونه ها

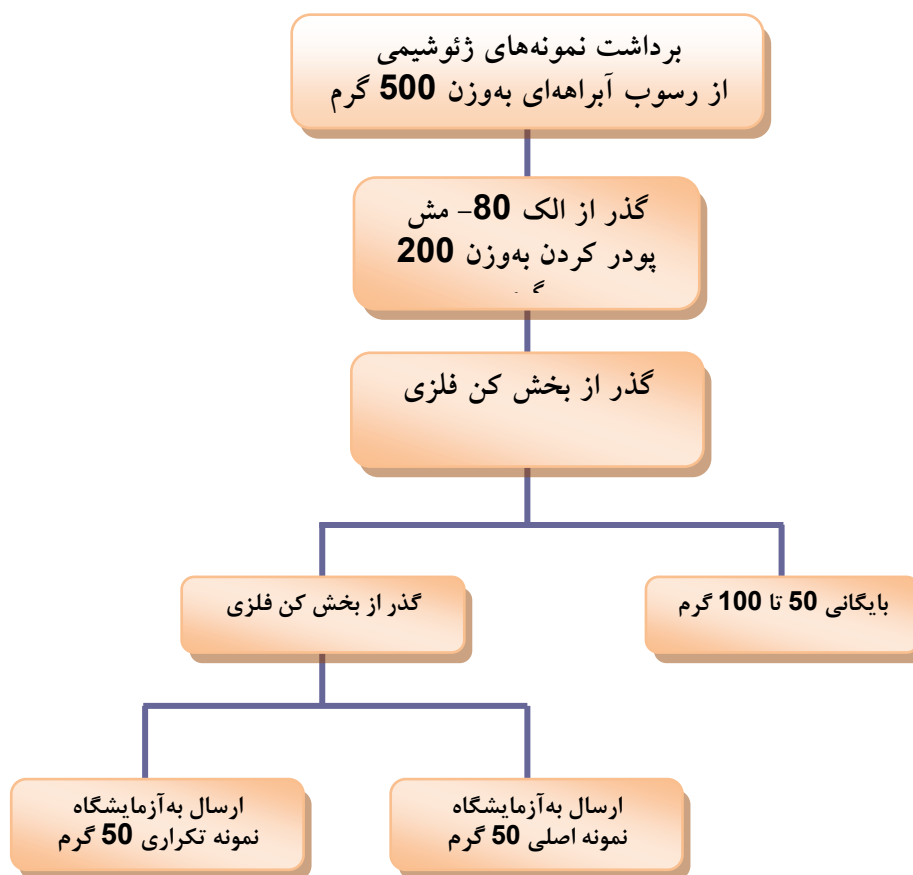
عملیات صحرائی و نمونه‌برداری به‌عنوان مهمترین گام از یک بررسی اکتشافی است. روشن است همه نتایج گرفته شده بر پایه داده‌هایی به‌دست خواهد آمد که خود از تجزیه نمونه‌ها به‌دست آمده‌اند. بنابراین اهمیت این مرحله و درستی و صحت آن تأثیر به‌سزائی در دقت یک گزارش ژئوشیمیائی دارد. کارشناسان معترفند که داده‌پردازی و محاسبات آماری و بررسی فراگیر نمی‌تواند خطای نمونه‌برداری را به‌گونه‌ای روشن و مشخص سازد و بی‌دقتی در نمونه‌برداری باعث بروز دشواریهای پرشماری خواهد شد که، افزون بر هدر رفتن هزینه‌ها، باعث به‌دست آمدن نتایج نادرست و ناهماهنگ با واقعیت خواهد شد. از این‌رو اهمیت این کار همچون سازه‌ای است که بایستی بر تکیه‌گاهی استوار و به‌دور از هرگونه سستی و کاستی نهاده شود.

لذا پس از تعیین نقاط نمونه برداری بر روی نقشه و مشخص شدن شبکه نمونه برداری، پس از یافتن محل نمونه‌ها با استفاده از نقشه توپوگرافی و دستگاه جاباب از نقاط از پیش تعیین شده بر روی نقشه، از جدیدترین رسوبات آبراهه‌ای نمونه برداشت گردید. در طی نمونه برداری برخی از معیارها به شرح زیر اعمال گردید:

- 1- در محل هر نمونه پس از کنار زدن مواد سطحی بستر آبراهه توسط بیلچه اقدام به نمونه برداری شد.
 - 2- از برداشت مواد آلی اجتناب شد، چرا که اغلب به دلیل ارتباط با پدیده جذب، غلظت فلزات در آنها بالا است. تجربه نشان داده است که در مواردی ناهنجاری در این مواد از نوع بی‌اهمیت بوده و ارتباطی با کانی‌سازی ندارد.
 - 3- در جاهائی که عرض آبراهه‌ها کم بود، سعی شد تا حد امکان نمونه‌ها از وسط آبراهه‌ها برداشت شود. در این زمینه کوشش زیادی برای اجتناب از برداشت واریزه‌های کنار آبراهه‌ها شد، زیرا این اجزاء معرف ترکیب میانگین رسوبات حوضه آبریز نیستند.
- جهت برداشت نمونه‌ها از رسوبات آبراهه‌ای همزمان 3 اکیپ نمونه برداری شامل یک کارشناس، یک کارگر و یک راننده به همراه یک کارشناس مسئول پروژه به مدت 20 روز در منطقه استقرار یافته و مبادرت به انجام نمونه برداری ژئوشیمیائی کردند.
- هر نمونه به وزن حداقل 500 گرم نمونه در اندازه 80- مش از نقاط مناسب تمرکز رسوبات در حد سیلت و رس برداشت و بر اساس شماره‌های از پیش طراحی شده داخل کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و کلیه خصوصیات زمین‌شناسی از قبیل دگرسانی، سیستم گسلی و غیره در فرم‌های ویژه ثبت و موقعیت محل برداشت با اسپری قرمز رنگ روی نزدیک‌ترین نقطه مناسب به محل نمونه شماره‌نویسی گردید.

3-3- مشخصات نمونه‌ها و روش آماده‌سازی

صحت و اهمیت هر کدام از مراحل اکتشافی برای اخذ نتایج همچون دانه‌های زنجیری هستند که سرانجام به کشف نهشته‌های پنهان می‌رسد. گسیختگی هر یک از این حلقه‌ها می‌تواند تأثیر ناخواسته در نتیجه نهائی داشته باشد. آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها نیز دانه‌هایی از این زنجیر هستند که دقت در حسن اجرای آنها حصول به نتایج واقعی را در پی دارد. پس از تعیین دقیق محل نمونه‌ها و نمونه‌برداری صحیح از رسوبهای آبراهه‌ای بر اساس طرح از پیش تعیین شده، نمونه‌ها به محل کمپ منتقل شده و همزمان با کنترل نهائی نمونه‌ها سعی بر آن بود که از هرگونه آلودگی جلوگیری به عمل آید. نمونه‌های خیس نخست در دمای محیط خشک شده و سپس با الک 80- می‌ش دانه‌بندی و شماره‌گذاری شده و به آزمایشگاه ارسال شدند. آماده‌سازی در آزمایشگاه شامل پودر کردن و همگن‌سازی می‌باشد. در این مرحله نمونه آبراهه‌ای به وسیله پودرکننده حلقوی تا زیر 200- می‌ش پودر می‌شود و از بخش پودر شده یک نمونه برای تجزیه انتخاب و بقیه بایگانی می‌گردید



شکل 3-1- روند آماده سازی نمونه‌های ژئوشیمی

3-4- روش آنالیز و نتایج

نمونه‌ها در آزمایشگاه شرکت توسعه علوم زمین پس از آماده‌سازی در چهار اسید به روشهای ICP-OES و سنجش طلا به روش Fire Assay مورد آنالیز قرار گرفتند و مقدار 44 عنصر در آنها اندازه‌گیری شد.

مهمترین پارامتر در انتخاب روش آنالیز حد حساسیت آن می‌باشد. اصولاً وجود مقادیر سنسورد برای یک عنصر در تجزیه و تحلیل‌های آماری اختلال ایجاد می‌کند. علاوه براین، از آنجا که در اکتشافات ژئوشیمیائی اهمیت و کاربرد مقدار عددی هر یک از عناصر تنها به‌منظور مقایسه نسبی آنها با یکدیگر برای تعیین مقادیر ناهنجاری می‌باشد، لذا حصول مقادیر غیرسنسورد برای یک عنصر در ارتباط با مقدار زمینه آن

انتخاب و باید کوچکتر از آن باشد. با توجه به توضیحات فوق حد حساسیت برای عنصرهای مورد نظر با توجه به تکنیکهای آزمایشگاهی موجود و مقدار زمینه عنصرها تعیین شده تا با توجه به فراوانی کم عنصرها در برخی از سنگها تا حد امکان مقادیر غیرسنسورد حاصل شود. در آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه حد حساسیت دستگاهها برای هر یک از عنصرها در جدول 2-3 آورده شده است.

جدول 2-3: حد حساسیت دستگاهها برای هر یک از عنصرهای مورد بررسی

ELEMENT	Detection Limit(PPM)	ELEMENT	Detection Limit(PPM)	ELEMENT	Detection Limit(PPM)	ELEMENT	Detection Limit(PPM)
Ag	0.01	Co	0.2	Mo	0.1	Sr	0.1
Al	10	Cr	2	Na	10	Te	0.2
As	0.5	Cs	0.1	Nb	0.5	Th	0.02
Au	1 (ppb)	Cu	0.2	Ni	2	Ti	10
B	0.5	Fe	100	P	5	Tl	0.1
Ba	0.2	Hg	0.05	Pb	0.2	U	0.02
Be	0.2	K	10	Rb	0.1	V	2
Bi	0.1	La	10	S	50	W	0.1
Ca	10	Li	0.5	Sb	0.1	Y	0.05
Cd	0.1	Mg	10	Sc	1	Zn	0.2
Ce	0.5	Mn	2	Sn	0.2	Zr	5

3-4-1- بررسی خطای نسبی آزمایشگاهی

یکی از سه مؤلفه اصلی در اکتشاف ژئوشیمیائی، خطای آزمایشگاهی است و به دست آوردن این خطا برای اطلاع از میزان دقت آنالیز حائز اهمیت است. از آنجا که در پروژه ژئوشیمیائی در مقیاس ناحیه‌ای هدف سنجش نسبی مقادیر هر عنصر نسبت به یکدیگر به منظور معرفی مناطق امیدبخش می‌باشد، لذا دقت اندازه‌گیریها در مقایسه با صحت آنها از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است. به همین دلیل با آنالیز تکراری نمونه‌های ژئوشیمیائی دقت عملیات مورد بررسی قرار گرفت. در این پروژه 30 نمونه به صورت تکراری و کاملاً تصادفی در کل محدوده مورد بررسی انتخاب گردید. جهت بررسی دقت عملیات از دیاگرام کنترلی طراحی شده برای 10٪ خطاها، که توسط تامپسون (1976) ارائه شده، استفاده گردید. بدین منظور ابتدا جدولهای مربوطه تهیه شد. در این جدولها در ستونهای اول و دوم شماره سریال نمونه‌های تکراری و جفت مربوط به هر یک، در ستونهای سوم و چهارم مقادیر اندازه‌گیری شده برای هر جفت نمونه، در ستون پنجم مقدار میانگین و در ستون ششم قدر مطلق تفاضل هر زوج نمونه آورده شده است. در دیاگرام کنترلی تامپسون محورهای افقی و قائم به ترتیب مقدار میانگین و قدر مطلق تفاضل هر دو اندازه‌گیری را نشان می‌دهند.

پس از پیاده کردن نقاط مربوط به جفت نمونه‌های آنالیز شده در صورتی که 90٪ داده‌ها زیر خط معادل 10٪ و 99٪ داده‌ها زیر خط معادل 1٪ قرار گیرند، خطا در حد 10٪ خواهد بود. بر اساس داده‌های موجود در جدول 3-5 دیاگرامهای کنترلی هر یک از عناصر ترسیم گردید.

با بررسی دیاگرام کنترلی عناصر دیده می‌شود که برای کلیه عناصر دقت آنالیز از شرایط قابل قبولی برخوردار است.

علاوه بر روش بالا روش ساده دیگری برای محاسبه خطای نسبی اندازه‌گیریها وجود دارد که با

استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$e = \frac{2}{n} \sum_{i=0}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i}$$

که در آن n تعداد نمونه‌های تکراری و x_i و y_i مقادیر اندازه‌گیری در نمونه‌های تکراری متناظر

می‌باشد.

روش دیگر محاسبه تغییرپذیری نمونه‌های تکراری محاسبه پراش دو سری اندازه‌گیری است :

$$s^2 = \frac{\pi}{4} \left[\frac{\sum (x_1 - x_2)}{N} \right]^2$$

در این رابطه s^2 پراش دو سری اندازه‌گیری، N تعداد جفت تکراری و x_1 و x_2 مقادیر اندازه‌گیری شده یک

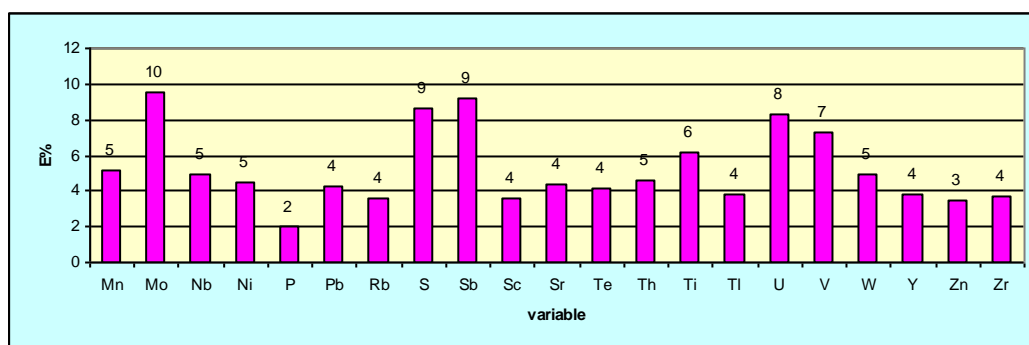
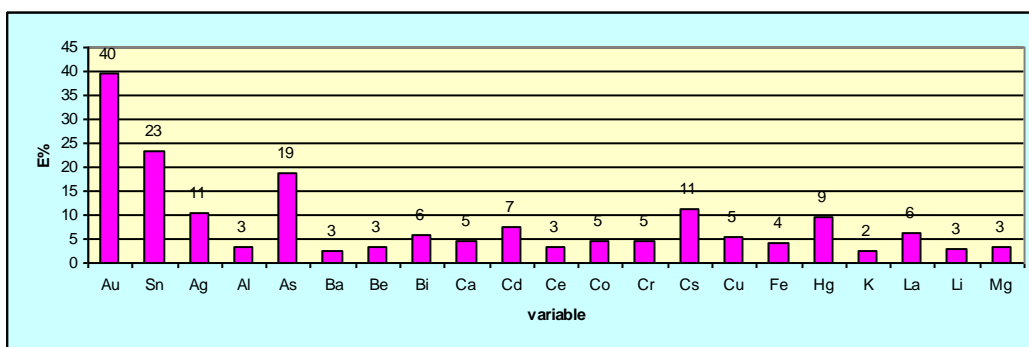
جفت نمونه تکراری است. اگر بخواهیم دقت اندازه‌گیری را محاسبه کنیم می‌توان از رابطه $CI=Z.S$ استفاده

کرد که در آن CI حدود اطمینان (نماینده دقت) و Z ضریب سطح اعتماد مطلوب است که در سطح اعتماد

95٪ برابر 1/96 است.

جدول 3-4: محاسبه میزان خطای نسبی برای عنصرهای مختلف

Variable	E	E%	CI	Variable	E	E%	CI
Au	0.40	40	1.31	Mn	0.05	5	9286.50
Sn	0.23	23	0.90	Mo	0.10	10	0.01
Ag	0.11	11	0.00	Nb	0.05	5	0.84
Al	0.03	3	6099346.29	Ni	0.05	5	7.21
As	0.19	19	2.91	P	0.02	2	216.87
Ba	0.03	3	59.84	Pb	0.04	4	4.71
Be	0.03	3	0.00	Rb	0.04	4	3.07
Bi	0.06	6	0.01	S	0.09	9	460.23
Ca	0.05	5	18201702.08	Sb	0.09	9	0.01
Cd	0.07	7	0.00	Sc	0.04	4	1.17
Ce	0.03	3	2.05	Sr	0.04	4	172.46
Co	0.05	5	1.46	Te	0.04	4	0.00
Cr	0.05	5	21.45	Th	0.05	5	1.08
Cs	0.11	11	0.53	Ti	0.06	6	143095.90
Cu	0.05	5	20.61	Tl	0.04	4	0.00
Fe	0.04	4	12442903.17	U	0.08	8	0.19
Hg	0.09	9	0.00	V	0.07	7	299.89
K	0.02	2	111877.63	W	0.05	5	0.01
La	0.06	6	1.30	Y	0.04	4	1.61
Li	0.03	3	0.61	Zn	0.03	3	19.75
Mg	0.03	3	465601.60	Zr	0.04	4	103.60



شکل 3-3: نمودار تغییرات خطای نسبی

3-5- تعبير و تفسير نتايج و تهيه اطلاعات ژئوشیمیایی

پردازش داده‌ها، طبقه‌بندی و تبدیل آنها به یک شکل قابل تفسیر است. این کار با تنظیم اطلاعات در بانکهای اطلاعاتی آغاز و با اعمال محاسبات مختلف ریاضی، آماری یا زمین‌آماری و یا رسم انواع نمودارها و نقشه‌ها اطلاعات قابل فهم تولید می‌کند. نکته خیلی مهم در اینجا این است که در هر مرحله باید با کنترل‌های پیوسته از میزان خطاهای احتمالی کاست.

در این پروژه پس از دریافت نتایج آنالیز به صورت داده‌های خام ابتدا مقادیر سنسورد محاسبه شد. پس از آن مقادیر خطای آنالیز محاسبه شد. سپس نمونه‌های خارج از رده شناسائی شده و با مقادیری جایگزین گردیدند و بالاخره مقادیر داده‌های خام نرمال شدند و عملیات آماری تک‌متغیره، دومتغیره و چندمتغیره بر روی داده‌های نرمال انجام شد و در نهایت بانک اطلاعاتی متشکل از مختصات هر نمونه، مقادیر خام داده‌ها، مقادیر نرمال شده داده‌های خام، مقادیر فاکتورهای حاصل از تجزیه عاملی شکل گرفت و با استفاده از این بانک اطلاعاتی نقشه‌های ژئوشیمیایی مربوط به هر عنصر ترسیم شد. در مرحله نهائی با استفاده از داده‌های نرمال شده ضرایب همبستگی تعیین، آنالیز خوشه‌ای و تجزیه عاملی انجام و سرانجام به روش استفاده از پارامترهای آماری ناهنجاریهای واقعی شناسائی شدند.

1-3-5- محاسبات آماری داده‌های خام

اولین گام در شناخت ویژگیهای داده‌های اکتشافی محاسبه پارامترهای آماری داده‌ها، نظیر میانگین، انحراف معیار، پراش، چولگی و کشیدگی می‌باشد. این محاسبات در واقع ابتدایی‌ترین بررسیهای آماری می‌باشد. پس از کنترل دقت آزمایشگاه و تخمین مقادیر سنسورد و حذف متغیرهایی که بیش از 50٪ سنسورد داشتند، داده‌ها در چند مرحله برای پردازش و بررسی پارامترهای آماری حاصل از آن تحت مطالعه قرار گرفتند.

داده‌های تک‌متغیره با نمایش شماری از آرایه‌های تک‌بعدی در راستای یک خط مقیاس‌بندی شده

ارائه می‌شوند. هدف از نمایش داده‌ها، اخذ نتایج بهتر و ارائه یک روش تفسیر مناسبتر آمارهای توصیفی است که به‌طور خلاصه در یک محیط نرم‌افزاری محاسبه شده و در یک محیط گرافیکی مطلوب به‌تصویر در می‌آیند.

سه ویژگی موقعیت^۱، پراکندگی^۲ و شکل^۳ توسط هیستوگرام قابل بررسی و تفسیراند. این ویژگیها به‌یک یا چند مقدار ثابت وابسته‌اند که به‌نام پارامترهای جامعه و یا پارامترهای توزیع فراوانی نامیده می‌شوند. محاسبه ریاضی این پارامترها وابسته به‌میانگین و تغییرپذیری داده‌ها است.

در این مرحله با توجه به‌تعیین ماهیت نرمال یا لاگ - نرمال هر عنصر، پارامترهای آماری دقیقتری برای عنصرها به‌دست می‌آید. هیستوگرام فراوانی، منحنی فراوانی تجمعی و جدول مربوط به‌پارامترهای آماری هر یک از عنصرهای مورد مطالعه به‌ترتیب در شکل پیوست بخش سوم و جدول آورده شده است. با توجه به‌این نمودارها می‌توان به‌نتایج زیر دست یافت :

1. حدود از نیمی از عناصر توزیع لاگ- نرمال دارند. از این میان عناصر مس، آرسنیک، روی، طلا، تنگستن و مولیبدن شدیداً غیرنرمال هستند. در اینجا وجود این خاصیت در عنصرهای مذکور به‌دلیل گسترش زون‌های کانه‌دار در واحدهای ولکانیکی بازیک و اسیدی منطقه مورد اکتشاف است.

2. عناصر نیکل، اسکاندیم، تلور، جیوه و اورانیم دارای خواص نرمالتتری نسبت به بقیه عناصر بوده بطوریکه مطابق جدول 3-5 چولگی این عناصر کمتر از 0/2 گزارش شده است.

3. شکل توزیع فراوانی برخی از عنصرها مؤید وجود جوامع آماری مختلف می‌باشد که این مسأله در ساده‌ترین حالت می‌تواند به‌صورت دو جامعه بهنجار و ناهنجار تلقی شود. ولی با توجه به‌ماهیت نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای می‌توان عوامل لیتولوژی و زمین‌شناسی را نیز در پیدایش چنین

¹-Location.

²-Dispersion.

³-Shape.

جوامعی مؤثر دانست. به عبارت دیگر عوامل گوناگونی مانند سنگ منشأ متنوع در بالادست نمونه آبراهه‌ای، فرآیند کانی‌سازی و دگرسانی و غیره می‌توانند موجب بروز شکل غیرنرمال در توزیع فراوانی مقادیر عنصری شوند. هدف اصلی مطالعات ژئوشیمیائی حذف یا دست‌کم کاهش تأثیر عوامل غیرنرمال‌کننده به‌جز عوامل کانساری می‌باشد تا با تشخیص نواحی ناهنجار به‌مناطقى که احتمال کانی‌سازی در آنها بیشتر است نزدیکتر شویم.

4. در میان عناصر آنالیز شده بر اساس شکل شماره 3-4 در پیوست بخش سوم عناصر بیسموت، جیوه، آنتیموان، تلوریم، اورانیم و زیرکنیم از توزیع دارای دو جامعه آماری مختلف (دومدی) هستند. این خاصیت ناشی از وجود دوماحیط مختلف نمونه‌برداری بوده بطوریکه در یکی از آنها عناصر در محدوده ناهنجاری و دیگری در محدوده زمینه قرار می‌گیرد.

5. در میان عناصر آنالیز شده بر اساس جدول 3-5 عناصر آرسنیک، طلا، مس، سرب، روی و مولیبدن غنی‌شدگی نشان داده و عیار به نسبت بالای آنها ناشی از کانه‌زایی است.

جدول 3-5: پارامترهای آماری داده‌های خام

Variabe	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
Ag	0.24	0.2037	0.2	0.10	0.01	3.69	27.82	0.0953	1.288
As	9.27	8.547	0.5	7.91	62.50	12.82	237.71	0.5	158.2
Au	2.26	2	1.8	1.84	3.37	10.77	154.79	1	32
Ba	237.32	215.2	213.6	105.29	11084.95	2.26	9.50	51.47	1062
Be	1.09	0.9285	1.183	1.44	2.07	14.75	230.54	0.5037	24.19
Bi	2.02	1.435	0.1	1.25	1.56	0.48	-1.09	0.1	5.262
Cd	0.39	0.3662	0.1095	0.26	0.07	2.39	14.67	0.0952	2.526
Ce	35.82	33.69	32.43	11.16	124.46	2.11	5.19	20.37	86.55
Co	22.04	21.3	18.77	5.58	31.10	0.68	1.31	7.356	45.3
Cr	120.39	108.3	108.2	59.06	3487.59	0.90	1.37	24.6	424.7
Cs	4.79	4.325	3.623	2.03	4.11	1.56	3.64	1.477	17.1
Cu	71.37	61.305	53.55	170.44	29049.15	22.20	505.18	15.54	3945
Fe	55113.61	52825	32080	21334.09	455143311.62	0.75	0.18	23120	146300
Hg	0.10	0.09805	0.0759	0.02	0.00	0.14	-0.85	0.0481	0.1664
La	15.96	15.3	12.25	6.22	38.67	1.82	5.60	4.511	51.42
Li	22.58	22.16	17.52	5.59	31.25	1.26	3.61	10.44	50.31
Mn	1265.66	1200	1087	370.66	137390.98	2.82	15.28	590.4	4432
Mo	0.95	0.6706	0.1	2.21	4.90	10.07	112.74	0.0452	28.93
Nb	15.33	15.255	14.03	2.78	7.75	0.33	3.55	5.527	30.71
Ni	59.57	60.365	34.32	20.28	411.08	0.03	-0.58	17	131.7
P	566.83	556	489.7	125.41	15727.30	1.54	7.65	294.6	1549
Pb	33.75	27.025	23.64	25.69	659.97	4.89	31.67	11.14	285.1
Rb	39.80	36.875	28.59	19.91	396.29	1.80	5.23	2.499	136.5
S	444.76	333.55	366.1	517.19	267481.80	7.32	79.60	27.6	7402
Sb	2.39	1.743	0.1	1.57	2.48	0.90	0.25	0.1	9.105
Sc	24.58	24.49	12.28	7.65	58.57	0.08	0.28	4.735	54.8
Sn	2.88	2.4	2.4	1.14	1.30	1.26	1.33	1.33	8.4
Sr	221.16	216.35	240.6	59.71	3565.02	0.98	2.32	68.48	462
Te	0.19	0.1854	0.1	0.07	0.01	0.09	-1.49	0.0961	0.3789
Th	16.94	16.71	15.67	3.43	11.76	0.60	3.68	6.323	35.83
Ti	4842.31	4516.5	3979	1488.38	2215288.58	1.50	5.24	1141	14882
Tl	0.91	0.89815	1.112	0.14	0.02	0.33	1.96	0.5	1.62
U	5.24	4.5155	2.983	2.40	5.76	0.17	-1.51	0.8616	10.67
V	182.43	173.2	113.8	71.10	5054.89	1.39	4.50	42.2	653.7
W	1.39	1.298	1.359	0.67	0.45	12.18	173.92	0.7698	11.27
Y	29.38	28.34	27.4	6.14	37.64	0.98	1.95	14.87	53.92
Zn	94.07	84.085	94.52	70.19	4925.96	12.68	180.69	56.7	1133
Zr	171.92	178.95	120.5	65.35	4270.99	0.32	-0.80	72.95	354.2

2-5-3- بررسی روشهای آماری آزمون مقادیر خارج از ردیف

در مباحث آماری به مقادیری که به طور معنی داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند، مقادیر خارج از ردیف گویند. این مقادیر گاهی به دلیل وجود خطاهای تجربی، مانند خطای آنالیز، در داده‌ها وارد می‌شوند، ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنی‌های موجود در جامعه داده‌های اکتشافی ایجاد می‌شوند. برای مثال در داده‌های اکتشافی ناحیه‌ای مقادیر ناهنجاری در این رده قرار می‌گیرند. پرواضح است که چنین توزیع‌هایی را نمی‌توان توزیع نرمال در نظر گرفت. در صورتی که به‌خواهیم تنها مقادیر خارج از ردیف را شناسایی کنیم، می‌توانیم از نمودارهای جعبه‌ای استفاده کنیم، (شکل 3-4). جدول (3-6) فهرست نمونه‌های دارای مقادیر خارج از ردیف را برای متغیرهای مختلف نشان می‌دهد. چنین داده‌هایی منجر به غیرنرمال شدن داده‌های اکتشافی می‌شود.

جدول 3-6: نمونه‌های خارج از ردیف

Au	Zn	Cd	Mn	Mo	Cu
G448AG	G418G	G416G	G496G	G96G	G418G
G297G	G416G	G418G	G141G	G92G	G416G
G495G	G428G	G550G	G303G	G90G	G422G
G337G	G550G	G409G			
G293G	G309G	G377AG			
G141G	G196G	G558G	Ag	Be	Fe
G523G	G280G		G26G	G19G	G409G
G547G	G274G		G19G	G26G	G550G
G3AG	G422G				
G525G	G420G	Pb	S	Sn	Cs
G496G	G347G	G283G	G188G	G458G	G409G
G191G	G197G	G276AG			
G382G	G322G	G347G			
G197G		G322G			
G165G					
G13G					
G142G					

جهت نرمال کردن داده‌ها اولین قدم بر طرف کردن مشکل وجود مقادیر خارج از ردیف می‌باشد. به این

منظور سه راه وجود دارد:

1. حذف مقادیر خارج از ردیف از میان داده‌های آماری، سپس نرمال کردن داده‌ها و مشخص نمودن

حد زمینه و ناهنجاری و در نهایت برگرداندن این داده‌ها به جامعه آماری.

2. جایگزینی مقادیر خارج از ردیف بوسیله آزمون مقادیر خارج از ردیف که توسط دورفل ارائه شده است، (حسنی‌پاک، 1380).

3. ساده‌ترین روش نیز جایگزینی مقادیر خارج از ردیف توسط ماکزیمم مقادیر کمتر از مقادیر خارج از ردیف می‌باشد.

در این پروژه از روش سوم استفاده شده است.

3-5-3- نرمال‌سازی داده‌های خام

روشهای گوناگونی برای نرمال کردن تابع های پراکندگی وجود دارد. مهمترین این روشها عبارتند از : تبدیل لگاریتمی سه‌پارامتری، تبدیل کاکس و باکس، استفاده از نمودار احتمال لگاریتمی، استفاده از نمودار فنی و...

پس از شناسایی و جایگزینی مقادیر خارج از ردیف در این پروژه، جهت نرمال‌سازی داده‌ها از روش تبدیل لگاریتمی سه‌پارامتری استفاده شده است. در مواردی که با تبدیل لگاریتمی ساده نتوان توزیع داده‌ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد با افزودن و یا کاستن عددی آن را می‌توان به توزیع نرمال نزدیک نمود. این روش، که به روش تبدیل لگاریتمی سه‌پارامتری معروف است، به صورت زیر تعریف می‌شود :

$$p(x) = L_n(ax \pm b)$$

است. در عمل برای ساده کردن تبدیل، مقدار a را واحد می‌گیرند، لذا تنها مسأله تعیین مقدار b معمولاً مقدار این عدد با سعی و خطا به دست می‌آید تا جایی که تابع پراکندگی با ویژگی نرمال حاصل شود.

برای اثبات نرمال شدن داده‌ها از هیستوگرامها و منحنی پراکنش تجمعی استفاده شده است. شکل

3-5 در پیوست گزارش این نمودارها را نشان می‌دهد. در جدول 3-7 پارامترهای آماری (داده‌های لگاریتمی)

مربوط به تک تک عناصرها آورده شده است. با توجه به این نمودارها و پارامترهای آماری هر متغیر می توان نتیجه گرفت که مقادیر چولگی و کشیدگی متغیرها در مقایسه با مقادیر متناظر داده های خام و لگاریتم آنها تا چه اندازه کاهش یافته و منحنی تجمعی آنها چطور به یک خط راست، که مبین پراکندگی نرمال می باشد، تبدیل شده است.

جدول 3-7: پارامترهای آماری داده های لگاریتمی

Variable	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
LnAg	-1.517	-1.591	-1.609	0.354	0.125	0.103	0.896	-2.351	-0.441
LnAs	2.044	2.146	-0.693	0.653	0.426	-0.298	4.371	-0.693	5.064
LnAu	0.693	0.693	0.588	0.351	0.123	0.147	-0.282	0.000	1.504
LnBa	5.390	5.372	5.364	0.390	0.152	0.035	1.200	3.941	6.968
LnBe	-0.625	-0.638	-0.245	0.504	0.254	0.186	1.217	-2.266	0.933
LnBi	0.500	0.361	-0.806	0.661	0.437	-0.083	-1.223	-0.806	1.661
LnCd	-1.154	-1.005	-0.030	0.658	0.433	-0.326	-1.171	-2.352	-0.030
LnCe	2.926	2.928	2.858	0.452	0.204	0.143	0.671	1.681	4.270
LnCo	3.063	3.059	2.342	0.250	0.063	-0.203	0.696	2.342	3.813
LnCr	4.666	4.685	4.684	0.517	0.267	-0.321	-0.441	3.203	6.051
LnCs	1.490	1.464	1.287	0.382	0.146	0.180	0.023	0.390	2.560
LnCu	4.087	4.116	5.330	0.388	0.150	-0.540	1.684	2.743	5.330
LnFe	10.844	10.875	10.376	0.378	0.143	0.090	-1.174	10.048	11.605
LnHg	-2.355	-2.322	-2.886	0.255	0.065	-0.248	-0.893	-2.886	-1.793
LnLa	2.705	2.728	2.506	0.355	0.126	0.173	0.839	1.507	3.940
LnLi	3.089	3.098	2.863	0.238	0.057	0.051	1.216	2.346	3.918
LnMn	7.108	7.090	6.991	0.240	0.058	0.097	1.192	6.381	7.875
LnMo	-0.466	-0.400	-2.303	0.710	0.504	0.136	4.274	-3.097	2.573
LnNb	2.712	2.725	2.641	0.193	0.037	-0.108	4.599	1.848	3.425
LnNi	4.342	4.387	3.995	0.271	0.073	-0.483	-0.504	3.611	5.022
LnP	6.317	6.321	6.194	0.207	0.043	0.013	0.364	5.686	6.997
LnPb	2.979	2.892	5.059	0.583	0.340	0.090	3.289	0.761	5.059
LnRb	3.573	3.608	2.114	0.481	0.231	-0.313	0.910	2.114	4.916
LnS	5.791	5.810	5.903	0.755	0.571	-0.056	1.035	3.318	8.480
LnSb	0.653	0.556	-0.772	0.675	0.455	0.004	-1.066	-0.772	2.209
LnSc	3.150	3.198	2.216	0.342	0.117	-0.111	0.527	2.216	4.004
LnSn	0.988	0.875	0.875	0.357	0.127	0.049	-0.604	0.285	1.887
LnSr	5.364	5.377	4.409	0.269	0.072	-0.379	1.988	4.409	6.136
LnTe	-1.729	-1.685	-2.303	0.409	0.167	-0.177	-1.555	-2.342	-0.970
LnTh	2.810	2.816	2.044	0.207	0.043	-0.626	2.457	2.044	3.579
LnTi	8.442	8.415	8.289	0.295	0.087	-0.193	2.141	7.349	9.608
LnTl	-0.112	-0.107	0.106	0.158	0.025	-0.573	2.207	-0.693	0.450
LnV	5.135	5.154	4.734	0.383	0.146	-0.244	0.778	3.742	6.483
LnW	0.283	0.261	0.884	0.174	0.030	0.067	1.704	-0.262	0.884
LnY	3.360	3.344	3.311	0.203	0.041	0.072	1.135	2.699	3.988
LnZn	4.036	3.991	4.942	0.277	0.077	0.077	1.776	3.285	4.942

LnZr	5.070	5.187	4.792	0.400	0.160	-0.178	-1.255	4.290	5.870
------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	-------	-------

3-4-5- بررسی آماری دو متغیره (تعیین ضرایب همبستگی)

برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر، بدون وابستگی به واحد اندازه‌گیری داده‌ها، پارامتر آماری دیگری به نام ضریب همبستگی تعریف می‌شود. در محاسبه ضریب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامتری آماری دیگر فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد که پراکندگی داده‌های تبدیل یافته نرمال شود. البته اینگونه تعبیر و تفسیر متغیرها باید با دقت همراه باشد. در حالتی که پراکندگی داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روشهای ناپارامتری، که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند، استفاده کرد.

محاسبه ضریب همبستگی بسته به نوع داده‌ها به دو صورت انجام می‌شود. یکی از این روشها روش پیرسون می‌باشد. در این روش فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در صورتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد یا باید از داده‌های تبدیل یافته و یا از روشهای ناپارامتری استفاده کرد. یکی از این روشها محاسبه ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن می‌باشد. در محاسبه ضریب همبستگی باید به سطوح معنی‌دار بودن آن نیز توجه کرد. به عنوان مثال ممکن است در یک سطح اعتماد مشخص ضریب همبستگی 4٪ بین دو متغیر در یک جامعه دارای 100 نمونه معنی‌دار باشد ولی همین ضریب همبستگی برای این دو متغیر در یک جامعه دارای 10 نمونه معنی‌دار نباشد.

در جدولهای (3-8) و (3-9) ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرهای 25-گانه عنصرها به روش اسپیرمن و پیرسون محاسبه شده‌اند. مقایسه ضریبهای همبستگی پیرسون و اسپیرمن نشانگر این است که ضریبهای همبستگی اسپیرمن بزرگتر از ضریبهای پیرسون می‌باشد. دلیل این امر وجود مقادیر خارج از ردیف در بین داده‌های خام است که باعث می‌شود ضریبهای همبستگی اسپیرمن غیرواقعی ارزیابی گردد. به عنوان مثال اگر مقادیر خارج از ردیف بزرگتر از داده‌ها باشد، ضریبهای همبستگی به طور غیرعادی بزرگتر برآورد

می‌شود، بنابراین ضریبهای همبستگی واقعتر، ضریبهای پیرسون بوده که برای داده‌های نرمال برآورد شده است. با توجه به جدول 3-8 ضریب همبستگی پیرسون نتایج زیر استنباط می‌شود:

❖ بیشترین میزان همبستگی در میان عنصرهای Fe, Cu, V, Ti و عناصر کمیاب قلیایی و نادر خاکی مشاهده می‌شود. منشا این عنصرها زون‌های اکسیدان رگه‌های اپی‌ترمال مرتبط با ولکانیک‌های منطقه است.

❖ عنصرهای کمیاب و نادر خاکی نظیر La, Ce, Y, Be, Ba, Cs, Sn, W, Mo دارای همبستگی‌های نسبتاً بالایی در منطقه هستند. منشا این عنصرها توده‌های ساب وولکانیک ریولیتی و فعالیت‌های واپسین دم تبلور مرتبط با آن است.

❖ طلا، جیوه و مولیبدن با تمام عنصرها دارای همبستگی ضعیف تا متوسط است.

❖ آرسنیک نیز با عنصرهای دیگر دارای همبستگی ضعیف تا متوسط است. بیشترین همبستگی این عنصر با عنصر باریم است.

❖ سرب دارای همبستگی خوبی با عنصر روی است. منشا این عناصر کانه‌زایی‌های اپی‌ترمال مرتبط با سنگ‌های ولکانیکی و ساب‌ولکانیکی منطقه است.

جدول 3-8

جدول 3-9

3-5-5- بررسیهای آماری چندمتغیره

3-5-5-1- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای

در تحلیل خوشه‌ای هدف دستیابی به ملاکی برای طبقه‌بندی هرچه مناسبتر متغیرها و یا نمونه‌ها⁴ براساس تشابه هرچه بیشتر درون گروهی و اختلاف هرچه بیشتر میان گروهی است. لذا اگر مقدار عیار مس در یک نمونه X و در نمونه دیگر Y باشد، ما با $Y-X$ سروکار داریم. این ویژگی کمک می‌کند تا بتوانیم متغیرها و نمونه‌ها را به صورت خوشه‌هایی که حداکثر تشابه ممکن را درون خود و حداکثر اختلاف را میان خود دارند رده‌بندی کنیم.

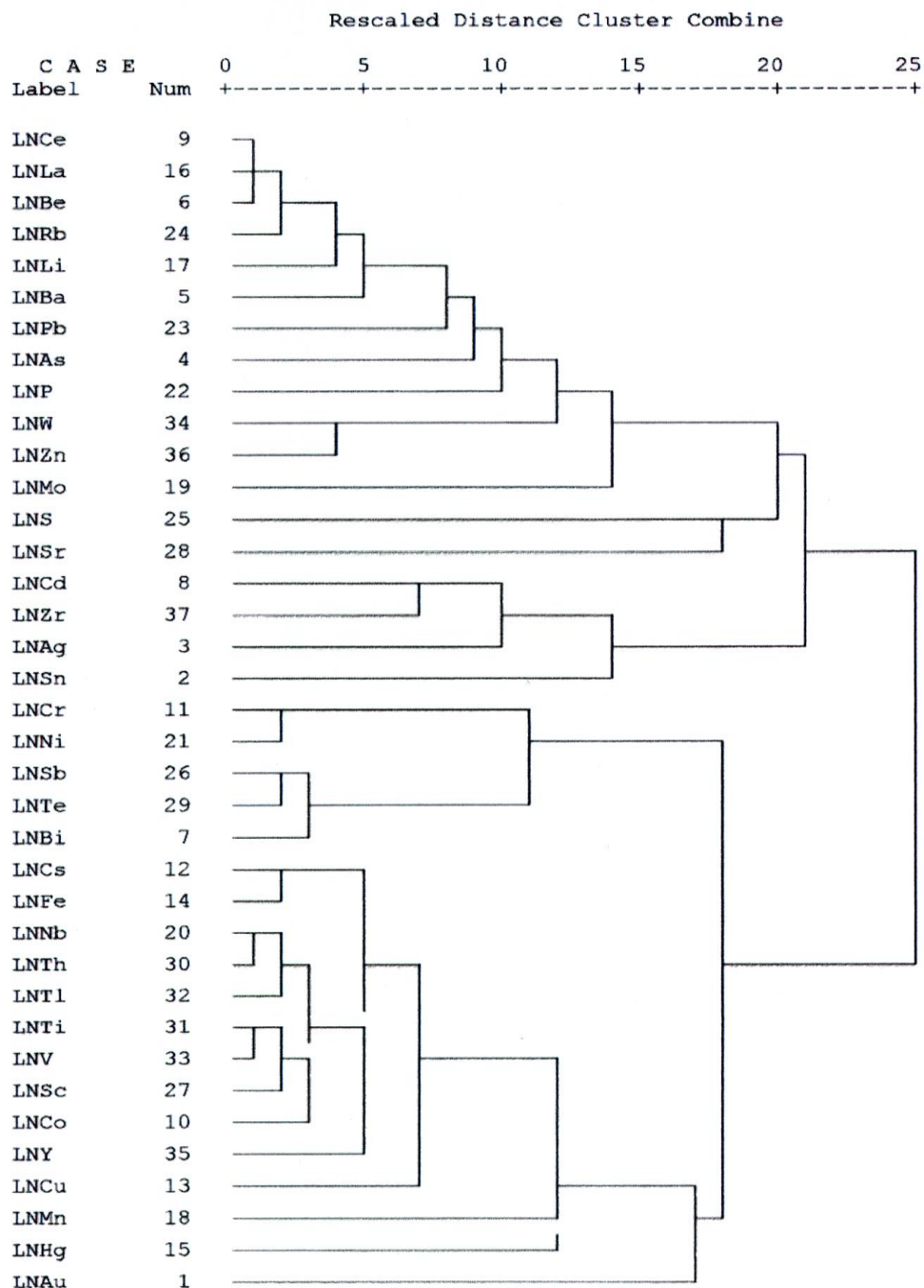
هنگامی که n نمونه را برای p متغیر مختلف مورد اندازه‌گیری قرار می‌دهیم، می‌توانیم برحسب میزان شباهتی که بین مقادیر این زوجها وجود دارد، نمونه‌ها و یا متغیرها را دسته‌بندی کنیم. این عمل هم می‌تواند منجر به گروه‌بندی واقعی و یا غیرانتظار شود که هم بررسی روابط جدید را به دنبال دارد و هم موجب کاهش داده‌ها و در نتیجه سهولت بررسی آنها می‌گردد. در روش آنالیز خوشه‌ای دو نوع گروه‌بندی وجود دارد :

- نوع اول به گروه‌بندی متغیرها می‌پردازد و نوع R نام دارد.
- نوع دوم به گروه‌بندی نمونه‌ها می‌پردازد و به نوع Q معروف است. از روش Q برای گروه‌بندی برخی جوامع سنگی نیز استفاده می‌شود.

⁴-Variables and Cases.

***** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S *****

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



شکل 3-6: آنالیز خوشه‌ای بر اساس ضرایب همبستگی پیرسون

روشهای مختلفی برای خوشه‌بندی داده‌ها وجود دارد. یکی از این روشها، روش اتصال⁵ است که در آن به ترتیب اشیاء (نمونه‌ها و متغیرها) با شباهت بیشتر با استفاده از روش بازگشتی به هم متصل می‌شوند. تمامی روشهای خوشه‌بندی مبتنی بر ماتریس شباهتها می‌باشند که با یکی از روشهای مندرج در بند پیش محاسبه می‌شود. در مرحله اول دو نمونه و یا دو متغیری که بیشترین شباهت را دارند به هم وصل می‌شوند. در هر تکرار شبیه‌ترین زوج خوشه‌ها و یا اشیاء به هم وصل می‌شوند. الگوریتمهای مختلفی برای محاسبه شباهتهای بین خوشه‌ای و بین خوشه و شیئی وجود دارد. این روشها عبارتند از : روش اتصال نزدیکترین همسایگی، روش دورترین همسایگی، روش وارد و روش اتصال عامل. شکل (3-) آنالیز خوشه‌ای عنصرها را در حالت نرمال شده نشان می‌دهد. این الگوریتم بر اساس ضرایب همبستگی مثبت پیرسون ایجاد شده است. همانطور که در بخش محاسبه خطای آنالیز عنوان گردید مقادیر خطای اندازه‌گیری شده برای تعدادی از عنصرها از مقدار 10٪ فراتر بوده است. اگر در تفسیر ساختار درختی داده‌ها موارد غیرعادی مشاهده گردیده به احتمال زیاد در ارتباط با خطائی است که در تجزیه نمونه‌ها اعمال شده است. با توجه به ساختار درختی داده‌ها (شکل 3-)، متغیرهای ژئوشیمیایی به سه گروه تقسیم می‌شوند که عبارتند از :

گروه اول: این گروه در بر گیرنده طیف وسیعی از عناصر شامل اغلب عناصر نادر خاکی و به همراه روی، ارسنیک و مولیبدن. آنومالی‌های این عناصر ناشی از کانه‌زایی‌های مرتبط با واحدهای ولکانیکی و ساب‌ولکانیکی اسیدی است.

گروه دوم: عناصر این گروه شامل عناصر کروم، نیکل، آنتیموان، تلوریم و بیسموت است. عناصر این گروه احتمالاً مرتبط با بخش‌های تحتانی سری‌های افیولیتی است.

گروه سوم : این گروه در بر گیرنده عناصر مهمی چون آهن، تیتانیوم، توریم، وانادیم، مس، منگنز، جیوه، اسکاندیم و کبالت است. آنومالی‌های عناصر این گروه مربوط به بخش‌های فوقانی افیولیت‌ها و بازالت‌های اسپلیتی است. در این بخش احتمال وجود کانسارهای سولفید توده‌ای است.

⁵-Linkage.

3-5-2-5- تجزیه عاملی (آنالیز فاکتوری)

یکی از مسائل پیچیده و مهم در اکتشافات ژئوشیمیائی بررسی همزمان عنصرهای مورد مطالعه است. یکی از روشهای بسیار قوی در این زمینه تجزیه و تحلیل فاکتوری است. این روش دو مزیت بسیار بزرگ دارد:

1- کاهش ابعاد داده‌ها

2- بیان ارتباط موجود بین عنصرهای مختلف

به‌خصوص با تعداد زیاد عنصرها مورد بررسی و تعداد زیاد نمونه‌ها نقش تجزیه و تحلیل فاکتوری بیش از پیش نمایان می‌شود، به‌طوری که فهم و درک تغییرپذیری داده‌ها را بسیار ساده‌تر می‌کند. تجزیه و تحلیل فاکتوری براساس روش PCA⁶ استوار است. این روش تکنیکی برای پیدا کردن ترکیب خطی از متغیرهای اولیه هم‌بستر است که تشکیل یک دستگاه محور مختصات جدید بدهند. این ترکیبات خطی را مؤلفه‌های اصلی می‌نامند و دارای خواص زیر هستند:

1- بخش اعظمی از تغییرپذیری توسط تعداد محدودی از متغیرهای جدید قابل توجیه است.

2- متغیرهای جدید، که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند، بین خود همبستگی نشان نمی‌دهند.

قبل از استفاده از روش PCA توجه به دو نکته ضروری است:

- اگر متغیرهای اولیه همبسته نباشند (ضریب همبستگی کوچکی داشته باشند)، دلیلی برای کاربرد این روش وجود ندارد، چرا که نتایج قابل قبولی از آنها به‌دست نمی‌آید.
 - تجزیه و تحلیل فاکتوری زمانی صورت می‌گیرد که تعداد متغیرهای اولیه به‌حد کافی باشد.
- تجزیه و تحلیل فاکتوری در چهار مرحله انجام می‌گیرد:

⁶-Principal Component Analysis.

- 1- محاسبه ضرایب همبستگی.
- 2- استخراج عاملها که شامل تعیین تعداد و روش محاسبه عاملها است.
- 3- دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی عاملها، برای آنکه روابط میان داده‌ها بهتر تفسیر شود.

4- محاسبه امتیاز هر عامل برای تک تک نمونه‌ها.

لازم به ذکر است که تجزیه و تحلیل عاملی نمونه برای 31 عنصر کار بسیار طولانی و زمان‌بری است، ولی محاسبات کامپیوتری این مشکل را برطرف کرده و با سرعت بسیار تمام محاسبات انجام می‌گیرد. نتایج حاصل از آنالیز فاکتوری در جدولهای (3-10) تا (3-14) آورده شده است.

این جدولها حاصل مراحل گوناگون آنالیز فاکتوری است که در ذیل توضیح داده می‌شوند :

جدول آزمون KMO و بارتلت⁷ (جدول 3-10) : این جدول مربوط به تست KMO است که جهت بررسی میزان اعتبار آنالیز فاکتوری صورت می‌گیرد. در واقع این جدول جهت تأیید یا رد آنالیز فاکتوری کاربرد دارد. مقادیر KMO بزرگتر از 0/9 بیانگر این است که انجام آنالیز فاکتوری از اعتبار بالایی برخوردار است. به همین ترتیب مقادیر 0/8 از اعتبار بالا، 0/7 متعادل، 0/6 اعتبار متوسط، 0/5 از اعتبار ناچیز و مقادیر KMO کمتر از 0/5 جهت انجام آنالیز فاکتوری فاقد اعتبار هستند. مقدار KMO محاسبه شده برای داده‌های مربوط به این پروژه برابر 0/86 می‌باشد. این میزان بیانگر اعتبار بالای آنالیز فاکتوری برای این داده‌ها است.

Table 3-10 : KMO and Bartlett's Test (a)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.86
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	24350.41
	df	465
	Sig.	0
a	Based on correlations	

⁷ -KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) and Bartlett's Test.

جدول مشارکتها⁸ (جدول 3-11): این جدول نشان دهنده برآورد اولیه عاملها و بیانگر میزان مشارکت عنصرها در این روش است. همانطور که مشاهده می شود اکثر عنصرها میزان Extraction بالا دارند که نشانه بالا بودن میزان مشارکت آنها است. بیشترین درصد مشارکت با ضرایب بالای 0/7 مربوط به عنصرهای Au, Cd, Mo, Pb, Mn, S, Sb, U, V, Fe, Th می باشد. بعد از این عنصرهای رده دوم عنصرهای دارای مشارکت بالا می باشند. سایر عنصرها دارای میزان مشارکت پایینی می باشد.

Table 3-11: Communalities

Variable	Raw		Rescaled	
	Initial	Extraction	Initial	Extraction
LnBa	0.173	0.145	1	0.840
LnBe	0.287	0.271	1	0.947
LnBi	0.427	0.368	1	0.863
LnCd	0.433	0.394	1	0.910
LnCe	0.220	0.193	1	0.877
LnCo	0.070	0.063	1	0.896
LnCr	0.274	0.213	1	0.777
LnCs	0.147	0.126	1	0.853
LnCu	0.169	0.110	1	0.648
LnFe	0.129	0.119	1	0.921
LnHg	0.067	0.026	1	0.391
LnLa	0.140	0.130	1	0.931
LnLi	0.063	0.046	1	0.728
LnMn	0.058	0.026	1	0.449
LnNb	0.042	0.037	1	0.888
LnNi	0.075	0.056	1	0.736
LnP	0.043	0.022	1	0.504
LnPb	0.304	0.230	1	0.756
LnRb	0.258	0.239	1	0.926
LnSb	0.432	0.392	1	0.906
LnSc	0.124	0.111	1	0.899
LnSr	0.079	0.019	1	0.245
LnTe	0.164	0.135	1	0.825
LnTh	0.045	0.040	1	0.873
LnTi	0.095	0.086	1	0.906
LnTl	0.027	0.023	1	0.849
LnV	0.152	0.142	1	0.932
LnW	0.032	0.017	1	0.538
LnY	0.045	0.032	1	0.706
LnZn	0.075	0.043	1	0.579
LnZr	0.140	0.114	1	0.817

جدول توجیه تغییرپذیری کل⁹ (جدول 12-3): از این مرحله به بعد مرحله اصلی توصیف آنالیز فاکتوری آغاز می‌گردد. تفسیر صحیح این جدول نقش مهمی در تجزیه و تحلیل فاکتوری دارد، چرا که یکی از معیارهای اصلی انتخاب تعداد فاکتورها توجیه میزان تغییرپذیری داده‌ها است، به طوری که داده‌های جدید باید حداقل تعداد ابعاد را داشته باشند و بتوانند حداکثر میزان تغییرپذیری کل داده‌ها را توجیه کنند. تعداد ابعاد جدید با استفاده از این جدول تعیین می‌شود. در این جدول پارامترهای آماری شامل مقادیر ویژه واریانس و واریانس تجمعی هر مؤلفه همراه با مقادیر مشارکت هر مؤلفه محاسبه گردیده است. بیشترین مقدار ویژه در ارتباط با مؤلفه اول (فاکتور-1) و برابر 38 و کمترین مقدار مربوط به مؤلفه چهارم (فاکتور-4) و برابر 5/126 است. همانطور که گفته شد واریانس تجمعی معیاری جهت تعیین تعداد فاکتورها می‌باشد.

با توجه به جدول مذکور مشاهده می‌شود که تعداد 4 فاکتور می‌توانند تقریباً 82% کل تغییرپذیری را توجیه کنند که با توجه به این تعداد فاکتور، مقدار قابل قبولی است. بنابراین براساس آنالیز فاکتوری برای داده‌های این پروژه 4 فاکتور معرفی شده است. این تعداد فاکتور از روی نمودار صخره‌ای¹⁰ نیز قابل تأیید است، (شکل 3-6). از بین 4 فاکتور انتخاب شده، فاکتور اول بیشترین واریانس را دارا می‌باشد و بخش زیادی از تغییرپذیری (نیمی از تغییر پذیری) را به تنهایی توجیه می‌کنند، به طوری که میزان واریانس فاکتور اول تقریباً 38% کل تغییرپذیری می‌باشد.

بعد از انتخاب 4 مؤلفه اول، مقادیر خام هر مؤلفه نسبت به هر عنصر و مقادیر تبدیل یافته و ضریب امتیازی هر مؤلفه محاسبه شده است. مقادیر خام تحت بردار خاص VARIMAX قرار گرفته‌اند. این بردار در اثر چرخش محورها بیشترین واریانس را برای هر مؤلفه محاسبه می‌نماید. همانطور که ملاحظه می‌شود بعد از چرخش فاکتورها از میزان واریانس فاکتور اول، دوم کاسته شده، و بر میزان واریانس سایر فاکتورها افزوده شده و این نشان دهنده تأثیر بیشتر این فاکتورها در چرخش است.

⁹-Total Variance Explained.

¹⁰-Scree Plot.

Table 3-12: Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1.808	37.739	37.739	1.808	37.739	37.739	1.016	21.212	21.212
2	1.469	30.669	68.408	1.469	30.669	68.408	1.121	23.396	44.608
3	0.445	9.291	77.699	0.445	9.291	77.699	1.374	28.690	73.298
4	0.246	5.126	82.825	0.246	5.126	82.825	0.456	9.527	82.825

فاکتورهای مذکور بیانگر جمع واریانس هر مؤلفه با واریانس مؤلفه قبلی است. با توجه به جدولهای مذکور و نمودار صخره‌ای 4 مؤلفه (فاکتور) انتخاب شده است. علت انتخاب این مؤلفه‌ها به دو پارامتر بستگی دارد: پارامتر نخست: شامل درصد تجمعی واریانس حدود 60% از یک جامعه ژئوشیمیایی که می‌تواند معرف تقریبی جامعه باشد. حال با در نظر گرفتن 4 مؤلفه، تقریباً 82% واریانس تجمعی جامعه پوشش داده می‌شود که برای تجزیه و تحلیل مؤلفه‌ها مناسب به نظر می‌رسد. دلیل پایین بودن میزان واریانس تجمعی انتخابی بودن فاکتورهای مورد بررسی می‌باشد چراکه تعداد فاکتورهای ایجاد شده 4 فاکتور می‌باشد.

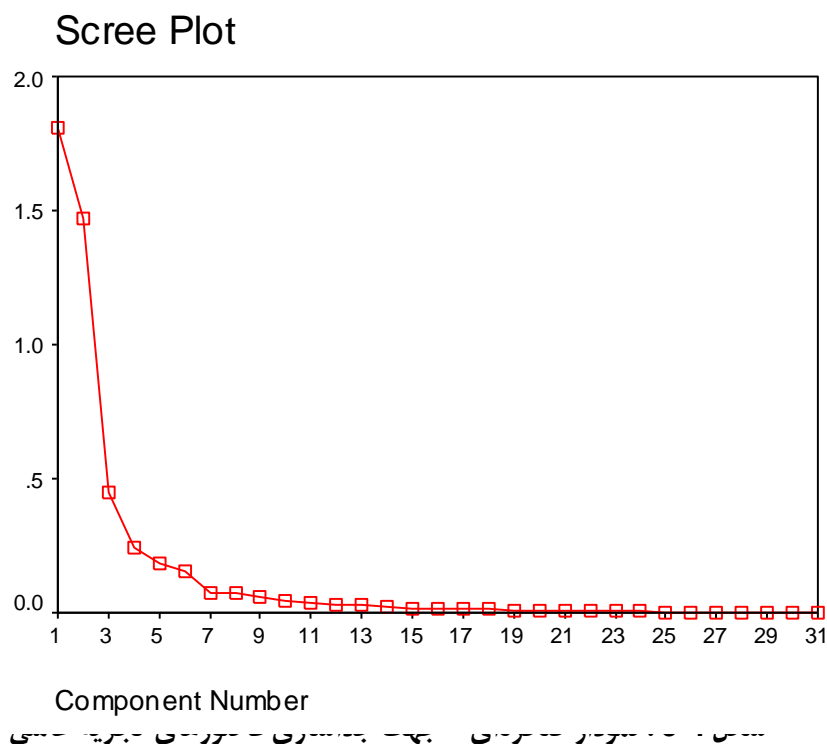
پارامتر دوم: در بررسیهای آماری ژئوشیمیایی از نمودار صخره‌ای (شکل 3-7) استفاده می‌شود که در آن مقادیر ویژه برحسب اهمیت آنها از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ردیف شده‌اند. با توجه به این نمودار مقادیر بالای دومین شکست (مقادیر ویژه بالای 2) معتبر برای انتخاب مؤلفه مورد استفاده قرار می‌گیرند. پس از این که مؤلفه‌ها انتخاب شدند، باید در نظر داشت که مؤلفه‌های خام (غیر چرخشی) نمی‌توانند تمام تغییرپذیری واقعی جامعه را نشان دهند. چون در بسیاری از موارد تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه یا حتی به تعدادی از عاملها بستگی دارد و در نتیجه تغییر عوامل را با مشکل روبه‌رو خواهد کرد. از این رو روشهایی به وجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک باعث تعبیر ساده عوامل می‌شود. این روشها همان دوران عاملها است. بنابراین مؤلفه‌های خام بایستی تحت تابع مشخصی چرخش داده شوند تا بهترین واریانس جامعه عمومی به دست آید. در بررسیهای ژئوشیمیایی بیشتر از تابع VARIMAX

استفاده می‌شود. با انتخاب این تابع دورانی متعامد بر روی ضرایب عامل صورت می‌گیرد. با این دوران تغییرات مربعات عنصرهای ستونی، برآورد ضرایب عاملها را ماکزیمم می‌کند. این روش مقادیری نسبتاً بزرگ یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها اختصاص می‌دهد. در نتیجه عواملی ایجاد می‌شوند که یا به شدت به متغیرها وابسته‌اند و یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده‌تر شدن تعبیر عاملها خواهد شد. مؤلفه‌های چرخش یافته جدید که به این ترتیب به دست می‌آیند مؤلفه‌های اصلی برای محاسبه امتیازات می‌باشند. مؤلفه‌های چرخش یافته به ترتیب در جدول 3-13 آورده شده‌اند.

جدولهای ماتریس چرخش مؤلفه ۱۱ (جدول 3-13)

با استفاده از جدول عاملی مقادیر چرخش یافته، (جدول 3-13)، میزان ضریب چرخش یافته بزرگتر از 0/5 اساس انتخاب هر متغیر در هر عامل است. لازم به ذکر است اعداد مثبت رابطه معکوس با اعداد منفی خواهند داشت. با توجه به مطالب مذکور پنج عامل برگزیده شامل عنصرهای زیر است. شکل 3-7 میزان تغییرات ضریب چرخش یافته هر متغیر در هر عامل را نشان می‌دهد. با عنایت به جدول 3-13 و شکل مذکور نتایج زیر به دست می‌آید:

¹¹-Rotate Component Matrix.



- **فاکتور-1** : در این فاکتور بیشترین میزان مشارکت مربوط به عنصرهای مس، آهن، جیوه، تیتانیم، وانادیم، توریم، سزیم است. ناهنجاری‌های عناصر این فاکتور مربوط به کانه‌زایی‌های مرتبط با اسپیلیت‌های منطقه است.
- **فاکتور-2** : در این فاکتور عنصرهای کمیاب و نادر خاکی مشارکت دارند. ناهنجاری‌های عناصر این فاکتور مربوط به ساب‌ولکانیک‌های اسیدی منطقه است.
- **فاکتور-3** : در این فاکتور عنصرهای کروم، نیکل، اسکاندیم، بیسموت دارای مشارکت نسبتاً بالایی هستند. ناهنجاری‌های عناصر این فاکتور مربوط به بخش‌های تحتانی افیولیتی (سری‌های اولترابازیک) منطقه است.

➤ **فاکتور-4:** در این فاکتور عنصرهای روی، کادمیم، منگنز و استرانسیم حضور قابل توجهی

دارد. ناهنجاری‌های این فاکتور مرتبط به سولفیدهای توده‌ای روی‌دار منطقه است.

در تجزیه عاملی ابتدا ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها محاسبه می‌شود و متغیرهایی که به‌نظر

می‌رسد وابستگی ضعیفی با سایرین دارند تعیین می‌گردند. سپس مرحله استخراج عاملها می‌رسد. این

مرحله شامل تعیین تعداد و روش محاسبه عاملها است.

در اکتشافات ژئوشیمیائی فاکتورها ممکن است بیانگر آثار ترکیبی فرآیندهای ژئوشیمیائی متعددی

مانند هوازدگی، توزیع ثانوی، جذب سطحی و یا حتی کانی‌سازی باشند. بنابراین فاکتور آنالیز می‌تواند

منعکس کننده همراهیهای ژئوشیمیائی، که در خلال فرآیندهای یاد شده ایجاد می‌شوند، باشد. بنابراین

فاکتور آنالیز یکی از بهترین روشها جهت آشکارسازی روابط پنهانی بین نمونه‌ها، متغیرها و فاکتورها است.

در روش تجزیه عاملی، هر متغیر ابتدا به‌صورت یک بردار در دستگاه مختصات قائم نشان داده می‌شود،

به‌طوری که طول بردار معرف بزرگی متغیرها است و کسینوس زاویه بین آنها میزان همبستگی و انطباق

یک متغیر با متغیر دیگر را نشان می‌دهد.

جدول 3-13 - مقادیر مولفہ چرخش یافته

Variable	Raw Component				Rescaled Component			
	Factor-1	Factor-2	Factor-3	Factor-4	Factor-1	Factor-2	Factor-3	Factor-4
LnBa	-0.189	0.304	-0.129	-0.009	-0.454	0.733	-0.311	-0.022
LnBe	-0.173	0.490	-0.022	0.023	-0.323	0.916	-0.042	0.043
LnBi	0.191	-0.051	0.556	-0.139	0.293	-0.079	0.852	-0.213
LnCd	0.059	-0.105	-0.407	0.462	0.089	-0.159	-0.619	0.703
LnCe	-0.124	0.414	0.068	0.033	-0.265	0.883	0.145	0.070
LnCo	0.208	-0.098	0.085	0.050	0.786	-0.370	0.322	0.190
LnCr	-0.014	-0.060	0.439	0.130	-0.027	-0.114	0.838	0.249
LnCs	0.281	-0.127	-0.120	0.128	0.732	-0.332	-0.312	0.333
LnCu	0.286	-0.153	0.069	0.006	0.694	-0.371	0.167	0.014
LnFe	0.230	-0.108	-0.191	0.133	0.640	-0.299	-0.533	0.371
LnHg	0.122	-0.007	0.098	-0.043	0.471	-0.028	0.376	-0.166
LnLa	-0.154	0.316	0.079	-0.018	-0.412	0.845	0.212	-0.049
LnLi	-0.076	0.197	-0.029	-0.014	-0.302	0.787	-0.116	-0.057
LnMn	0.108	0.021	0.011	0.118	0.389	0.085	0.047	0.549
LnNb	0.183	-0.008	0.056	0.009	0.899	-0.038	0.276	0.045
LnNi	-0.049	0.043	0.213	0.077	-0.178	0.157	0.775	0.281
LnP	-0.002	0.145	0.028	-0.002	-0.009	0.697	0.134	-0.011
LnPb	-0.251	0.314	-0.070	0.251	-0.456	0.569	-0.128	0.456
LnRb	-0.238	0.422	0.037	-0.050	-0.468	0.832	0.073	-0.099
LnSb	0.191	0.069	0.585	-0.088	0.290	0.104	0.890	-0.134
LnSc	0.282	-0.176	0.017	-0.012	0.803	-0.500	0.050	-0.035
LnSr	-0.034	0.005	-0.026	-0.132	-0.123	0.018	-0.093	-0.470
LnTe	0.114	-0.009	0.349	-0.005	0.281	-0.022	0.864	-0.011
LnTh	0.194	-0.021	0.026	0.025	0.913	-0.099	0.124	0.118
LnTi	0.278	-0.086	0.015	0.035	0.902	-0.278	0.048	0.113
LnTl	0.150	-0.020	0.000	0.018	0.907	-0.121	-0.002	0.108
LnV	0.349	-0.138	-0.021	0.020	0.895	-0.355	-0.055	0.050
LnW	0.015	0.114	-0.028	0.057	0.084	0.637	-0.158	0.318
LnY	0.168	-0.055	-0.019	0.006	0.793	-0.260	-0.091	0.027
LnZn	0.024	0.124	-0.043	0.160	0.087	0.452	-0.155	0.586
LnZr	0.076	0.066	-0.282	0.158	0.204	0.175	-0.753	0.422

3-5-6 - تخمین مقدار زمینہ و ناهنجاری

معمولاً در این زمینہ روشهای آماری مختلفی برای جداسازی و تشخیص مناطق ناهنجار از زمینہ

توسعه یافته است. این روشها از انواع ساده (غیرساختاری) تا پیچیده (براساس ساختار فضایی دادهها) تغییر

می کند. مهمترین این روشها عبارتند از (حسنی پاک، 1380):

1. برآورد حد آستانه‌ای براساس میانه و انحراف معیار.
2. جداسازی ناهنجاریها براساس حاصل ضرب P.N.
3. جداسازی ناهنجاریها براساس فواصل ماهالانویس.
4. جداسازی ناهنجاریها با استفاده از نمودار احتمال.
5. روش آماری انفصال.
6. استفاده از تحلیل تمایز.
7. استفاده از تحلیل فاکتوری.

در این پروژه جامعه ناهنجاری از زمینه به کمک روش اول (براساس میانه و انحراف معیار) شناسائی شده است.

1-6-5-3- برآورد حد آستانه‌ای براساس میانه و انحراف معیار

اگر فقط تعداد کمی نمونه ناهنجاری در منطقه تحت پوشش مورد انتظار باشد، آنگاه می‌توان ناهنجاریهای احتمالی را با استفاده از پارامترهای آماری جامعه کل مشخص کرد. وجود تعداد زیادی مقادیر زمینه و تعداد کمی مقادیر ناهنجاری ممکن، به‌طور معمول در اکتشافات ناحیه‌ای با برداشت رسوبات آبراهه‌ای مشاهده می‌شود که در آن وجود یک نمونه ناهنجاری معرف وجود یک محدوده کانی‌سازی است. از مقادیر زمینه برای تشخیص حد آستانه‌ای استفاده می‌شود. در اکتشافات ناحیه‌ای مقدار میانه داده‌های ژئوشیمیائی می‌تواند به‌عنوان حد زمینه در نظر گرفته شود. به‌طوری که نیمی از اعضای جامعه پایینتر (در محدوده زمینه) و نیم دیگر بالاتر از آن می‌باشد.

برای تعیین حد آستانه‌ای نیاز به پارامتر دیگری به نام انحراف معیار است. با توجه به آن که قسمت انتهائی تابع توزیع تحت تأثیر مقادیر آنومال می‌باشد، لذا توصیه می‌شود در تعیین انحراف معیار داده‌ها فقط از داده‌های موجود بین 16 تا 84 درصد فراوانی تجمعی توزیع استفاده شود. برطبق تجزیه و تحلیل آماری در

یک توزیع نرمال 68/26 درصد از داده‌ها بین $X \pm s$ ، 95/44 درصد بین $X \pm 2s$ و بالاخره 99/74 درصد از داده‌ها بین $X \pm 3s$ قرار می‌گیرد. این بدان معنی است که در یک سری داده‌های ژئوشیمیائی به‌طور تئوری 683 نمونه از هر 1000 نمونه در فاصله $X \pm s$ قرار می‌گیرند.

از طرفی چون در برداشتهای اکتشافی، هدف یافتن ناهنجاریها است لذا عبارت فوق را می‌توان به‌این صورت که 159 نمونه از هر 1000 نمونه دارای مقادیر بیش از $X + s$ می‌باشند بیان نمود. به‌همین ترتیب 23 نمونه از هر 1000 نمونه دارای مقادیر بیش از $X + 2s$ و یک نمونه از هر 1000 نمونه دارای مقادیر بیش از $X + 3s$ خواهد بود. در برداشتهای ژئوشیمیائی معمولاً $X + 2s$ را برای تعیین حد آستانه‌ای انتخاب می‌کنند. به‌عبارت دیگر مقادیر بزرگتر از $X + 2s$ به‌عنوان ناهنجاری مورد توجه قرار می‌گیرند، به‌طوری که مقادیر بین $X + 2s$ تا $X + 3s$ به‌عنوان ناهنجاری ممکن و مقادیر بزرگتر از $X + 3s$ به‌عنوان ناهنجاری احتمالی طبقه‌بندی می‌شود. در جدول (3-14) عیار عنصرها برای $X + s$ و $X + 2s$ و $X + 3s$ فراوانی تمامی متغیرها در محدوده قلعه ریگی محاسبه شده‌اند.

جدول (3-14) : پارامترهای آماری محاسبه شده برای فراوانی مختلف جهت جداسازی ناهنجاریهای ژئوشیمیایی (تمام عناصرها بر حسب ppm و طلا بر حسب ppb)

Variable	X	X+S	X+2S	X+3S	Variable	X	X+S	X+2S	X+3S
Ag	0.20	0.31	0.41	0.51	Ni	60.37	80.64	100.92	121.19
As	8.55	16.45	24.36	32.26	P	556.00	681.41	806.82	932.23
Au	2.00	3.84	5.67	7.51	Pb	27.03	52.71	78.40	104.09
Ba	215.20	320.49	425.77	531.06	Rb	36.88	56.78	76.69	96.60
Be	0.93	2.37	3.81	5.25	S	333.55	850.74	1367.92	1885.11
Bi	1.44	2.68	3.93	5.18	Sb	1.74	3.32	4.89	6.46
Cd	0.37	0.63	0.89	1.15	Sc	24.49	32.14	39.80	47.45
Ce	33.69	44.85	56.00	67.16	Sn	2.40	3.54	4.68	5.82
Co	21.30	26.88	32.45	38.03	Sr	216.35	276.06	335.77	395.47
Cr	108.30	167.36	226.41	285.47	Te	0.19	0.26	0.33	0.41
Cs	4.33	6.35	8.38	10.41	Th	16.71	20.14	23.57	27.00
Cu	61.31	231.74	402.18	572.62	Ti	4516.50	6004.88	7493.27	8981.65
Fe	52825.00	74159.09	95493.18	116827.26	Tl	0.90	1.04	1.18	1.32
Hg	0.10	0.12	0.15	0.17	U	4.52	6.92	9.32	11.72
La	15.30	21.52	27.74	33.95	V	173.20	244.30	315.40	386.49
Li	22.16	27.75	33.34	38.93	W	1.30	1.97	2.63	3.30
Mn	1200.00	1570.66	1941.33	2311.99	Y	28.34	34.48	40.61	46.75
Mo	0.67	2.88	5.10	7.31	Zn	84.09	154.27	224.46	294.64
Nb	15.26	18.04	20.82	23.61	Zr	178.95	244.30	309.66	375.01

7-5-3- شرح نقشه‌های ناهنجاریهای ژئوشیمیایی

اکتشافات ژئوشیمیائی به‌روش آبراهه‌ای در نهایت منجر به هدفدارترین بخش یک گزارش اکتشافی می‌شود که نقشه ناهنجاری نام دارد و مهمترین و کارآمدترین بخش یک پروژه ژئوشیمیائی است و نقش ویژه و ارزنده‌ای را در تعیین مناطق امیدبخش ایفا می‌نماید. در تعیین دقیق مناطق امیدبخش با پارامترهایی همچون طراحی مناسب و منطقی، نمونه‌برداری دقیق، آماده‌سازی و روش آنالیز مفید و کارساز با حد خطای مجاز و در نهایت داده‌پردازی مناسب انجام شده بر روی نتایج آنالیز، نقش اساسی و پایه را به‌عهده دارند.

در راستای صحت و درستی نواحی ناهنجاری معرفی شده برای هر عنصر، مراحل بررسی و کنترل ناهنجاریها نقش انکارناپذیری را ایفا می‌کنند. در این مرحله از عملیات صحرائی مشاهدات اکتشافگران در همسویی با پدیده‌های زمین‌شناسی، زمین‌ساختی، کانه‌زائی، دگرسانی و... در تعبیر و تفسیر نواحی ناهنجار روشن‌گر بسیاری از رفتارهای غیرعادی ژئوشیمیائی خواهد بود. در این بخش به‌تشریح پراکندگی ژئوشیمیایی

و ناهنجاریهای عنصرهای مورد آنالیز می‌پردازیم. جهت ترسیم نقشه‌های ژئوشیمیایی در این پروژه از روش کریجینگ استفاده شده است.

1- نقشه ناهنجاری‌های عنصر نقره (Ag)

این عنصر از عناصر مهم اکتشافی در منطقه قلعہ ریگی است. نتایج آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه نشان از پایین بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 0/64 گرم در تن گزارش شده که این عیارها پایین بوده و نمی‌تواند مؤید کانه‌زایی باشد. با این حال مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف گزارش شده است. این ناهنجاری‌ها منطبق با واحدهای اسپیلیتی بوده که حاوی دایکهای ورقه‌ای متعدد است.

جدول 3-15- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر نقره

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G551G	0.64	درجه 1	Ag	
G557G	0.63	درجه 1	Ag	Co,Cr,Cu,Fe
G558G	0.62	درجه 1	Ag	Cd,Co,Cu,Fe
G550G	0.56	درجه 1	Ag	Cd,Fe,Mo,W,Zn
G496G	0.55	درجه 1	Ag	Cu
G418G	0.54	درجه 1	Ag	As,Cd,Co,Cu,Mo,W,Zn
G646G	0.53	درجه 1	Ag	
G554G	0.52	درجه 1	Ag	
G436G	0.50	درجه 1	Ag	Mn
G611G	0.48	درجه 1	Ag	Ni
G535G	0.47	درجه 1	Ag	
G570G	0.47	درجه 1	Ag	
G563G	0.47	درجه 1	Ag	
G534G	0.44	درجه 2	Ag	
G561G	0.43	درجه 2	Ag	Cd,Co,Fe
G564G	0.43	درجه 2	Ag	Co,Fe
G422G	0.43	درجه 2	Ag	Cu,Hg,Mo,Zn
G549G	0.41	درجه 2	Ag	
G276AG	0.41	درجه 2	Ag	Mn,Pb,Sb,Zn
G296G	0.41	درجه 2	Ag	Bi,Mn,Mo,Ni,Zn
G440G	0.41	درجه 2	Ag	Mn
G452G	0.40	درجه 2	Ag	Mn

2- نقشه ناهنجاری‌های عنصر آرسنیک (As)

بررسی‌ها نشان می‌دهد عیار این عنصر نیز اغلب پایین است. در منطقه قله ریگی مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر منطبق بر واحدهای اسپیلیتی و دایکهای دیابازی در بخش جنوبی و شمال غرب منطقه است. مهمترین نمونه‌های شاهد ناهنجاری این عنصر مطابق جدول زیر است.

جدول 3-16- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر آرسنیک

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G428G	158.20	درجه 1	As	W,Zn
G418G	42.54	درجه 1	As	Ag,Cd,Co,Cu,Mo,W,Zn

3- نقشه ناهنجاری‌های عنصر طلا : (Au)

طلا اغلب دارای عیار پایین بوده و بجز موارد معدودی که در آن غنی‌شدگی دیده می‌شود، در سایر موارد در حد زمینه بوده و غنی‌شدگی مشخصی در آن دیده نمی‌شود. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش شرق و جنوب غرب منطقه قلع ریگی و منطبق بر واحدهای ساب‌ولکانیک ریولیتی است.

جدول 3-17- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر طلا

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G448AG	32.0	درجه 1	Au	Mn
G297G	22.0	درجه 1	Au	Cr,Ni
G495G	9.8	درجه 2	Au	
G337G	8.4	درجه 2	Au	Cu
G293G	7.3	درجه 2	Au	
G141G	7.2	درجه 2	Au	
G523G	6.3	درجه 2	Au	

4- نقشه ناهنجاری‌های عنصر بیسموت :

بیسموت نیز اغلب دارای عیار پایین و مقادیر آن در حد زمینه بوده و غنی‌شدگی مشخصی در آن دیده نمی‌شود. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش شرق و جنوب غرب منطقه قلع‌ریگی و منطبق بر واحدهای ساب‌ولکانیک ریولیتی است. ناهنجاری‌های این عنصر اغلب منطبق بر ناهنجاری‌های طلا است.

جدول 3-18- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر بیسموت

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G317G	4.85	درجه 1	Bi	Sb
G34G	3.36	درجه 1	Bi	Cr,Cu,Hg
G74G	3.33	درجه 1	Bi	Hg
G237G	3.32	درجه 1	Bi	Cr
G276G	3.31	درجه 1	Bi	Cu,Hg
G242G	3.07	درجه 1	Bi	Hg,Sn
G 3AG	3.04	درجه 1	Bi	
G225G	3.01	درجه 1	Bi	Mn,Sn
G65G	2.87	درجه 2	Bi	
G277G	2.78	درجه 2	Bi	
G148G	2.69	درجه 2	Bi	Hg
G226G	2.69	درجه 2	Bi	Sn
G367G	2.67	درجه 2	Bi	Sb
G358G	2.65	درجه 2	Bi	Sb
G230G	2.63	درجه 2	Bi	
G219G	2.58	درجه 2	Bi	Hg
G347G	2.58	درجه 2	Bi	Pb,Sb,Zn
G84G	2.55	درجه 2	Bi	Sn
G13G	2.52	درجه 2	Bi	
G264G	2.52	درجه 2	Bi	Cr,Sb
G262G	2.41	درجه 2	Bi	Co,Cr,Ni,Sb
G214G	2.38	درجه 2	Bi	
G220G	2.35	درجه 2	Bi	Sn
G296G	2.34	درجه 2	Bi	Ag,Mn,Mo,Ni,Zn
G6G	2.34	درجه 2	Bi	

5- نقشه ناهنجاری‌های عنصر کادمیوم

کادمیم نیز اغلب دارای عیار پایین و مقادیر آن در حد زمینه بوده و غنی‌شدگی مشخصی در آن دیده نمی‌شود. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش شرق و جنوب منطقه قلعه‌ریگی و منطبق بر واحدهای ساب‌ولکانیک ریولیتی است. ناهنجاری‌های این عنصر اغلب منطبق بر ناهنجاری‌های طلا و بسموت است.

جدول 3-19- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر کادمیم

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G416G	2.53	درجه 1	Cd	Co,Cu,Hg,W,Zn
G418G	2.23	درجه 1	Cd	Ag,As,Co,Cu,Mo,W,Zn
G550G	1.42	درجه 1	Cd	Ag,Fe,Mo,W,Zn
G409G	1.25	درجه 1	Cd	Co
G 377AG	1.04	درجه 2	Cd	Hg,Fe
G558G	1.02	درجه 2	Cd	As,Co,Cu,Fe
G561G	0.97	درجه 2	Cd	Ag,Co,Fe

این عنصر از عناصر مهم اکتشافی در منطقه قلعه ریگی است. نتایج آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه نشان از پایین بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 45 گرم در تن گزارش شده که این عیارها پایین بوده و نمی‌تواند مؤید کانه‌زایی باشد. با این حال مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف گزارش شده است. این ناهنجاری‌ها به طور گسترده در این منطقه وجود داشته و منطبق با واحدهای اسپیلیتی بوده که حاوی دایکهای ورقه‌ای متعدد است.

جدول 3-20- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر کبالت

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G416G	45.30	درجه 1	Co	Cd,Cu,Hg,W,Zn
G409G	43.99	درجه 1	Co	Cd
G557G	40.65	درجه 2	Co	As,Cr,Cu,Fe
G558G	40.24	درجه 2	Co	As,Cd,Cu,Fe
G418G	38.68	درجه 2	Co	Ag,As,Cd,Cu,Mo,W,Zn
G460G	38.68	درجه 2	Co	Cu,Fe
G464G	37.07	درجه 2	Co	Cu,Zn
G561G	36.66	درجه 2	Co	Ag,Cd,Fe
G374G	35.73	درجه 2	Co	
G435G	35.69	درجه 2	Co	Cu
G407G	35.47	درجه 2	Co	Fe
G462G	35.28	درجه 2	Co	Cu,Mn
G356G	35.18	درجه 2	Co	Fe,Sb
G564G	35.04	درجه 2	Co	Ag,Fe

7- نقشه ناهنجاری های عنصر کروم :

کادمیم نیز اغلب دارای عیار پایین و مقادیر آن در حد زمینه بوده و غنی شدگی مشخصی در آن دیده نمی شود. مهمترین ناهنجاری های این عنصر در بخش شمال منطقه قله ریگی و منطبق بر واحدهای ولکانیکی اسپیلیتی است. ناهنجاری های این عنصر اغلب منطبق بر ناهنجاری های منگنز است.

جدول 3-21- نمونه های شاهد ناهنجاری عنصر کروم

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی ها
G297G	424.70	درجه 1	Cr	Au,Ni
G268G	335.20	درجه 1	Cr	Ni
G538G	331.10	درجه 1	Cr	
G 538AG	304.60	درجه 1	Cr	Ni
G132G	295.40	درجه 1	Cr	Ni
G263G	286.50	درجه 1	Cr	Ni
G266G	257.80	درجه 1	Cr	Ni
G262G	256.70	درجه 1	Cr	Bi,Co,Ni,Sb
G264G	248.80	درجه 2	Cr	Bi,Sb
G253G	246.70	درجه 2	Cr	
G298G	246.40	درجه 2	Cr	Ni
G267G	243.00	درجه 2	Cr	
G237G	227.20	درجه 2	Cr	Bi
G34G	203.00	درجه 2	Cr	Bi,Cu,Hg
G557G	201.80	درجه 2	Cr	As,Co,Cu,Fe

8- نقشه ناهنجاری های عنصر مس :

این عنصر از عناصر مهم اکتشافی در منطقه قلعه ریگی است. نتایج آنالیز نمونه های منطقه مورد مطالعه نشان از بالا بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 3945 گرم در تن گزارش شده که این عیارها بسیار بالا بوده و می تواند مؤید کانه زایی مس مرتبط با بخش بالایی سری افیولیتی باشد. مهمترین ناهنجاری های این عنصر در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف گزارش شده است. این ناهنجاری ها به طور گسترده در این منطقه وجود داشته و منطبق با واحدهای اسپیلیتی بوده که حاوی دایکهای ورقه ای متعدد است.

جدول 3-22- نمونه های شاهد ناهنجاری عنصر مس

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی ها
G418G	3945.00	درجه 1	Cu	Ag,As,Cd,Co,Mo,W,Zn
G416G	359.00	درجه 1	Cu	Cd,Co,Hg,W,Zn
G422G	249.10	درجه 1	Cu	Ag,Hg,Mo,Zn
G276G	206.40	درجه 1	Cu	Bi,Hg
G280G	179.10	درجه 1	Cu	Zn
G420G	170.50	درجه 1	Cu	Zn
G558G	133.00	درجه 2	Cu	As,Cd,Co,Fe
G464G	132.40	درجه 2	Cu	Co,Zn
G466G	125.80	درجه 2	Cu	Zn
G557G	124.10	درجه 2	Cu	As,Co,Cr,Fe
G432G	123.80	درجه 2	Cu	
G34G	122.20	درجه 2	Cu	Bi,Cr,Hg
G496G	120.00	درجه 2	Cu	Ag
G435G	119.80	درجه 2	Cu	Co
G419G	119.60	درجه 2	Cu	
G460G	119.50	درجه 2	Cu	Co,Fe
G462G	114.60	درجه 2	Cu	Co,Mn
G337G	113.40	درجه 2	Cu	Au
G425G	112.50	درجه 2	Cu	Hg

9- نقشه ناهنجاری‌های عنصر آهن :

این عنصر از عناصر دیگر اکتشافی در منطقه قلعه ریگی است. نتایج آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه نشان از بالا بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 15 درصد گزارش شده که این عیارها بسیار بالا بوده و می‌تواند مؤید کانه‌زایی آهن و منگنز مرتبط با بخش بالایی سری افیولیتی باشد. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف گزارش شده است. این ناهنجاری‌ها به طور گسترده در این منطقه وجود داشته و منطبق با واحدهای اسپیلیتی بوده که حاوی دایکهای ورقه‌ای متعدد است.

جدول 3-23- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر آهن

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G409G	146300	درجه 1	Fe	Hg,Sb
G550G	140800	درجه 1	Fe	Ag,Cd,Mo,W,Zn
G558G	109600	درجه 2	Fe	As,Cd,Co,Cu
G561G	109500	درجه 2	Fe	Ag,Cd,Co
G356G	108500	درجه 2	Fe	Co,Sb
G460G	108000	درجه 2	Fe	Cu,Co
G557G	107900	درجه 2	Fe	As,Co,Cr,Cu
G407G	107100	درجه 2	Fe	Co
G564G	106000	درجه 2	Fe	Ag,Co
G411G	103800	درجه 2	Fe	
G 377AG	103800	درجه 2	Fe	Hg,Cd

این عنصر از عناصر دیگر اکتشافی در منطقه قلعه ریگی است. نتایج آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه نشان از بالا بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 4432 گرم در تن گزارش شده که این عیارها بسیار بالا بوده و می‌تواند مؤید کانه‌زایی آهن و منگنز مرتبط با بخش بالایی سری افیولیتی باشد. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوبی، شمال و شمال غربی منطقه مورد اکتشاف (منطبق بر

معدن منگنز شهریار (گزارش شده است. این ناهنجاری‌ها به طور گسترده در این منطقه وجود داشته و منطبق با واحدهای اسپیلیتی بوده که حاوی دایکهای ورقه‌ای متعدد است.

جدول 3-24- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر منگنز

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G496G	4432.00	درجه 1	Mn	
G303G	3143.00	درجه 1	Mn	Pb,Zn
G276AG	2632.00	درجه 1	Mn	Ag,Pb,Sb,Zn
G307G	2589.00	درجه 1	Mn	Pb,Zn
G440G	2513.00	درجه 1	Mn	Ag
G302G	2509.00	درجه 1	Mn	Pb,Zn
G436G	2495.00	درجه 1	Mn	Ag
G304G	2455.00	درجه 1	Mn	Pb,Zn
G258G	2451.00	درجه 1	Mn	
G462G	2357.00	درجه 2	Mn	Cu,Co
G300G	2242.00	درجه 2	Mn	
G448AG	2179.00	درجه 2	Mn	Au
G225G	2095.00	درجه 2	Mn	Bi,Sn
G296G	2062.00	درجه 2	Mn	Ag,Bi,Mo,Ni,Zn
G452G	2053.00	درجه 2	Mn	Ag

10- نقشه ناهنجاری های عنصر مولیبدن :

مولیبدن نیز اغلب دارای عیار پایین و مقادیر آن در حد زمینه بوده و غنی شدگی مشخصی در آن دیده نمی شود. مهمترین ناهنجاری های این عنصر در بخش شمال منطقه قلعه ریگی و منطبق بر واحدهای ولکانیکی اسپیلیتی است. ناهنجاری های این عنصر اغلب منطبق بر ناهنجاری های منگنز است.

جدول 3-25- نمونه های شاهد ناهنجاری عنصر مولیبدن

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی ها
G550G	2.04	درجه 1	Mo	Ag,Cd,Fe,W,Zn
G418G	1.98	درجه 1	Mo	Ag,As,Cd,Co,Cu,W,Zn
G422G	1.18	درجه 2	Mo	Ag,Cu,Hg,Zn
G511G	1.16	درجه 2	Mo	
G380G	1.14	درجه 2	Mo	
G296G	1.08	درجه 2	Mo	Ag,Bi,Mn,Ni,Zn
G510G	1.05	درجه 2	Mo	

نیکل نیز اغلب دارای عیار پایین و مقادیر آن در حد زمینه بوده و غنی شدگی مشخصی در آن دیده نمی شود. مهمترین ناهنجاری های این عنصر در بخش شمال منطقه قلعه ریگی و منطبق بر واحدهای ولکانیکی اسپیلیتی است. ناهنجاری های این عنصر اغلب منطبق بر ناهنجاری های کروم و منگنز است.

جدول 3-26- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر نیکل

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G268G	131.70	درجه 1	Ni	Cr
G263G	120.60	درجه 1	Ni	Cr
G297G	113.90	درجه 1	Ni	Au,Cr
G266G	103.60	درجه 2	Ni	Cr
G296G	102.90	درجه 2	Ni	Ag,Bi,Mn,Mo,Zn
G262G	97.27	درجه 2	Ni	Bi,Co,Cr,Sb
G 538AG	89.43	درجه 2	Ni	Cr
G298G	89.33	درجه 2	Ni	Cr
G611G	87.90	درجه 2	Ni	Ag
G132G	87.18	درجه 2	Ni	Cr
G301G	86.96	درجه 2	Ni	

12- نقشه ناهنجاری‌های سرب :

این عنصر از عناصر مهم اکتشافی در منطقه قلعه ریگی است. نتایج آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه نشان از بالا بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 285 گرم در تن گزارش شده که این عیارها به نسبت بالا بوده و می‌تواند مؤید کانه‌زایی سرب مرتبط با بخش بالایی سری افیولیتی باشد. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف گزارش شده است. این ناهنجاری‌ها به طور گسترده در این منطقه وجود داشته و منطبق با واحدهای اسپیلیتی بوده که حاوی دایکهای ورقه‌ای متعدد است.

جدول 3-27- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر سرب

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G283G	285.10	درجه 1	Pb	
G276AG	230.20	درجه 1	Pb	Ag,Mn,Sb,Zn
G347G	195.40	درجه 1	Pb	Bi,Sb,Zn
G322G	177.30	درجه 1	Pb	Zn
G274G	166.40	درجه 1	Pb	Zn
G284G	161.20	درجه 1	Pb	Zn
G369G	152.00	درجه 1	Pb	
G309G	143.00	درجه 1	Pb	Zn
G285G	132.70	درجه 1	Pb	Zn
G269G	120.00	درجه 2	Pb	Zn
G303G	114.60	درجه 2	Pb	Mn,Zn
G304G	110.60	درجه 2	Pb	Mn,Zn
G352G	103.60	درجه 2	Pb	
G349G	98.00	درجه 2	Pb	
G222G	97.06	درجه 2	Pb	
G302G	96.31	درجه 2	Pb	Mn,Zn
G307G	95.92	درجه 2	Pb	Mn,Zn
G287G	92.13	درجه 2	Pb	
G215G	92.07	درجه 2	Pb	Zn

13- نقشه ناهنجاری‌های عنصر آنتیموان :

آنتیموان نیز اغلب دارای عیار پایین و مقادیر آن در حد زمینه بوده و غنی‌شدگی مشخصی در آن دیده نمی‌شود. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش شمال منطقه قلعه ریگی و منطبق بر واحدهای ولکانیکی اسپیلیتی است. ناهنجاری‌های این عنصر اغلب منطبق بر ناهنجاری‌های کروم و منگنز است.

جدول 3-28- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر آنتیموان

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G363G	2.96	درجه 1	Sb	
G347G	2.93	درجه 2	Sb	Bi,Pb,Zn
G364G	2.88	درجه 2	Sb	
G358G	2.87	درجه 2	Sb	Bi
G409G	2.85	درجه 2	Sb	Fe,Hg
G276AG	2.69	درجه 2	Sb	Ag,Mn,Pb,Zn
G264G	2.61	درجه 2	Sb	Bi,Cr
G262G	2.54	درجه 2	Sb	Bi,Co,Cr,Ni
G353G	2.41	درجه 2	Sb	

14- نقشه ناهنجاری‌های عنصر قلع :

این عنصر از عناصر مهم اکتشافی در منطقه قله ریگی است. نتایج آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه نشان از پایین بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 8/4 گرم در تن گزارش شده است. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف گزارش شده است. این ناهنجاری‌ها به طور گسترده در این منطقه وجود داشته و منطبق با واحدهای ریولیتی است.

جدول 3-29- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر قلع

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G458G	8.4	درجه 1	Sn	
G263G	6.6	درجه 2	Sn	
G341G	6.6	درجه 2	Sn	
G315G	6.5	درجه 2	Sn	
G226G	6.3	درجه 2	Sn	Bi
G238G	6.3	درجه 2	Sn	
G339G	6.2	درجه 2	Sn	
G350G	6.2	درجه 2	Sn	
G225G	6.1	درجه 2	Sn	Bi, Mn
G220G	5.9	درجه 2	Sn	Bi
G373G	5.9	درجه 2	Sn	
G236G	5.7	درجه 2	Sn	
G242G	5.7	درجه 2	Sn	Bi, Hg
G243G	5.7	درجه 2	Sn	
G252G	5.7	درجه 2	Sn	
G84G	5.6	درجه 2	Sn	Bi
G213G	5.6	درجه 2	Sn	
G318G	5.5	درجه 2	Sn	

15- نقشه ناهنجاری‌های عنصر تنگستن

این عنصر از عناصر مهم اکتشافی در منطقه قلعه ریگی است. نتایج آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه نشان از پایین بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 11/27 گرم در تن گزارش شده است. مهمترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف گزارش شده است. این ناهنجاری‌ها به طور گسترده در این منطقه وجود داشته و منطبق با واحدهای ریولیتی و ناهنجاری‌های قلع است.

جدول 3-30- نمونه‌های شاهد ناهنجاری عنصر تنگستن

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	نوع آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی‌ها
G418G	11.27	درجه 1	W	Ag,As,Cd,Co,Cu,Mo,Zn
G416G	11.08	درجه 1	W	Cd,Co,Cu,Hg,Zn
G428G	4.47	درجه 1	W	As,zn
G550G	3.26	درجه 2	W	Ag,Cd,Fe,Mo,Zn

16- نقشه ناهنجاری های عنصر روی

این عنصر از عناصر مهم اکتشافی در منطقه قله ریگی است. نتایج آنالیز نمونه های منطقه مورد مطالعه نشان از بالا بودن عیار این عنصر است. ماکزیمم عیار این عنصر 1133 گرم در تن گزارش شده که این عیارها به نسبت بالا بوده و می تواند مؤید کانه زایی روی مرتبط با بخش بالایی سری افیولیتی باشد. مهمترین ناهنجاری های این عنصر در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف گزارش شده است. این ناهنجاری ها به طور گسترده در این منطقه وجود داشته و منطبق با واحدهای اسپیلیتی بوده که حاوی دایکهای ورقه ای متعدد است.

جدول 3-31- نمونه های شاهد ناهنجاری عنصر روی

شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی ها	شماره نمونه	عیار	شدت آنومالی	همپوشانی با سایر آنومالی ها
G418G	1133.00	درجه 1	Ag,As,Cd,Co,Cu,Mo,W	G284G	137.40	درجه 2	Pb
G416G	1129.00	درجه 1	Cd,Co,Cu,Hg,W	G303G	137.10	درجه 2	Mn,Pb
G428G	451.90	درجه 1	As,W	G304G	136.20	درجه 2	Mn,Pb
G550G	413.80	درجه 1	Ag,Cd,Fe,Mo,W	G248G	133.10	درجه 2	
G309G	234.60	درجه 2	Pb	G464G	131.90	درجه 2	Co,Cu
G280G	199.70	درجه 2	Cu	G265G	131.70	درجه 2	
G274G	197.90	درجه 2	Pb	G371G	131.60	درجه 2	
G422G	191.50	درجه 2	Ag,Cu,Hg,Mo	G466G	129.40	درجه 2	Cu
G420G	178.20	درجه 2	Cu	G302G	128.80	درجه 2	Mn,Pb
G347G	175.90	درجه 2	Bi,Pb,Sb	G285G	128.00	درجه 2	Pb
G322G	170.00	درجه 2	Pb	G 268AG	125.70	درجه 2	
G276AG	148.70	درجه 2	Ag,Mn,Pb,Sb	G269G	124.20	درجه 2	Pb
G307G	148.20	درجه 2	Mn,Pb	G310G	123.00	درجه 2	
G532G	144.20	درجه 2		G233G	122.40	درجه 2	
G 525BG	138.60	درجه 2		G346G	121.10	درجه 2	
G296G	137.90	درجه 2	Ag,Bi,Mn,Mo,Ni	G215G	120.60	درجه 2	Pb

8-5-3- تلفیق نتایج آنومالی های ژئوشیمی

در نهایت با تلفیق آنومالی های مهم ژئوشیمیایی تعداد 2 محدود امیدبخش جهت کنترل آنومالی معرفی شده است. در محدوده های شماره 1 آنومالی های عناصر طلا، مس، سرب و روی در بخش جنوبی منطقه مورد اکتشاف و محدوده شماره 2 آنومالی عناصر منگنز، کروم، نیکل، آنتیموان در بخش شمالی و منطبق بر معدن منگنز شهریار است.

فصل 4

بررسی های کانی سنگین

4-1- شیوه نمونه برداری و مشخصات نمونه‌ها

در یک پروژه اکتشافی به روش کانی سنگین طراحی شبکه نمونه برداری نقشی انکارناپذیر در اکتشاف کانسارها دارد. جهت طراحی شبکه نمونه برداری معمولاً گسترش ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین و همچنین محدوده دگرسانیهای منطقه در فاز اکتشافی ناحیه‌ای نقشی به سزا دارد. در این پروژه همزمان با طراحی شبکه نمونه برداری ژئوشیمی به ازاء هر 5 نمونه ژئوشیمی یک تا دو نمونه کانی سنگین در محدوده ناهنجاریهای ناحیه‌ای طراحی شد.

در محدوده اکتشافی در مرحله نخست همزمان با نمونه برداری ژئوشیمیایی مبادرت به برداشت 147 نمونه کانی سنگین شد. هر نمونه کانی سنگین از چند محل، از قبیل پیچ آبراهه، پشت تخته سنگهای بزرگ در کف آبراهه و... که احتمال تمرکز کانی سنگین در آن بیشتر بود، برداشت شده است. بایستی در هر ایستگاه نمونه برداری جزء 20- مش نمونه به عمق 10 تا 40 سانتیمتر از محلهایی که اولاً عیار کانیهای سنگین بهینه باشد، ثانیاً رسوبات شن و ماسه‌ای به حد کافی ضخیم باشد و بالاخره شرایط به دام انداختن کانیهای سنگین حداکثر باشد، برداشت می‌شود. اما با توجه به اهمیت منطقه اکتشافی از لحاظ کانه‌زایی طلا نمونه‌ها با حجم زیاد به صورت الک نشده برداشت گردید. این عمل باعث می‌شود ذرات درشت طلا که در پایین دست کانسارهای طلای اپی‌ترمال به وفور در پلاسره‌های رودخانه یافت می‌شود از دست نرود.

4-2- آماده‌سازی نمونه‌ها

آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین شامل گل‌شوئی و لاوک‌شوئی است. قبل از انجام این مراحل، اندازه‌گیری حجم کل نمونه برای محاسبات بعدی الزامی است. در مرحله گل‌شوئی با شستشوی کامل نمونه، گل نمونه که عمدتاً شامل ذرات دانه‌ریز رسی است از آن جدا شده و نمونه آماده لاوک‌شوئی می‌شود. در

مرحله لاک شوئی، نمونه به درون ظرف مخصوص ریخته شده و پس از غوطه‌ور کردن نمونه در آب و حرکات دورانی مناسب آن، مواد سبک شستشو و از آن خارج شده و جزء سنگینتر باقی می‌ماند. این نمونه، که نسبت به نمونه اولیه حجم بسیار کمتری دارد، خشک شده و مورد حجم‌سنجی قرار می‌گیرد و اعداد حاصل در فرم مربوطه ثبت می‌شود. مرحله بعدی شامل کاهش وزن نمونه از طریق تقسیم‌کن شانه‌ای است. بخشی از این جزء از طریق بروموفرم به دو جزء سبک و سنگین تقسیم می‌گردد. پس از بروموفرم‌گیری حجم هر یک از دو بخش سنجیده شده و سپس از طریق به‌کارگیری آهنربای دستی با بار معین جزء سنگین به سه بخش تقسیم و حجم هر یک تعیین می‌شود.

جزء فرومغناطیسی دارای خاصیت مغناطیسی شدید بوده و به‌طور عمده شامل منیتیت و گاهی ایلمنیت می‌باشد. جزء دیگر دارای خاصیت مغناطیسی متوسطی است و بیشتر شامل کانیهای مافیک مانند پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت است و کانیهای اقتصادی چون کالکوپیریت، پیریت... جزء غیرمغناطیسی خاصیت مغناطیسی نداشته و اغلب کانیهای فرعی مانند آپاتیت، زیرکن، روتیل، طلا، اسفن، سافیر و بسیاری از کانه‌ها در آن متمرکز می‌شوند. در این پروژه هر سه بخش با استفاده از میکروسکوپ بینوکولار مورد مطالعه چشمی قرار گرفته است. در این روش، مشخصات فیزیکی کانیها مانند رنگ، سیستم تبلور، جلا، سختی، شفافیت و... اساس تشخیص می‌باشد. از این طریق نسبت درصد هر کانی در نمونه به‌طریق حجمی برآورد می‌گردد. برای محاسبه عیار نیمه‌کمی کانیهای سنگین در نمونه اصلی (به‌صورت برداشت شده) از فرمول زیر استفاده گردیده است:

$$\text{عیار نیمه کمی (گرم بر تن)} = \frac{X \times Y \times B \times D \times 10000}{A \times C \times D}$$

در این فرمول متغیرها عبارتند از :

: درصد کانی مورد نظر ضرب در جرم فراکسیون مربوط به آن پس از جدایش مغناطیسی.

X

: حجم نمونه پس از بروموفرم‌گیری. Y

: حجم نمونه پس از شستشو. B

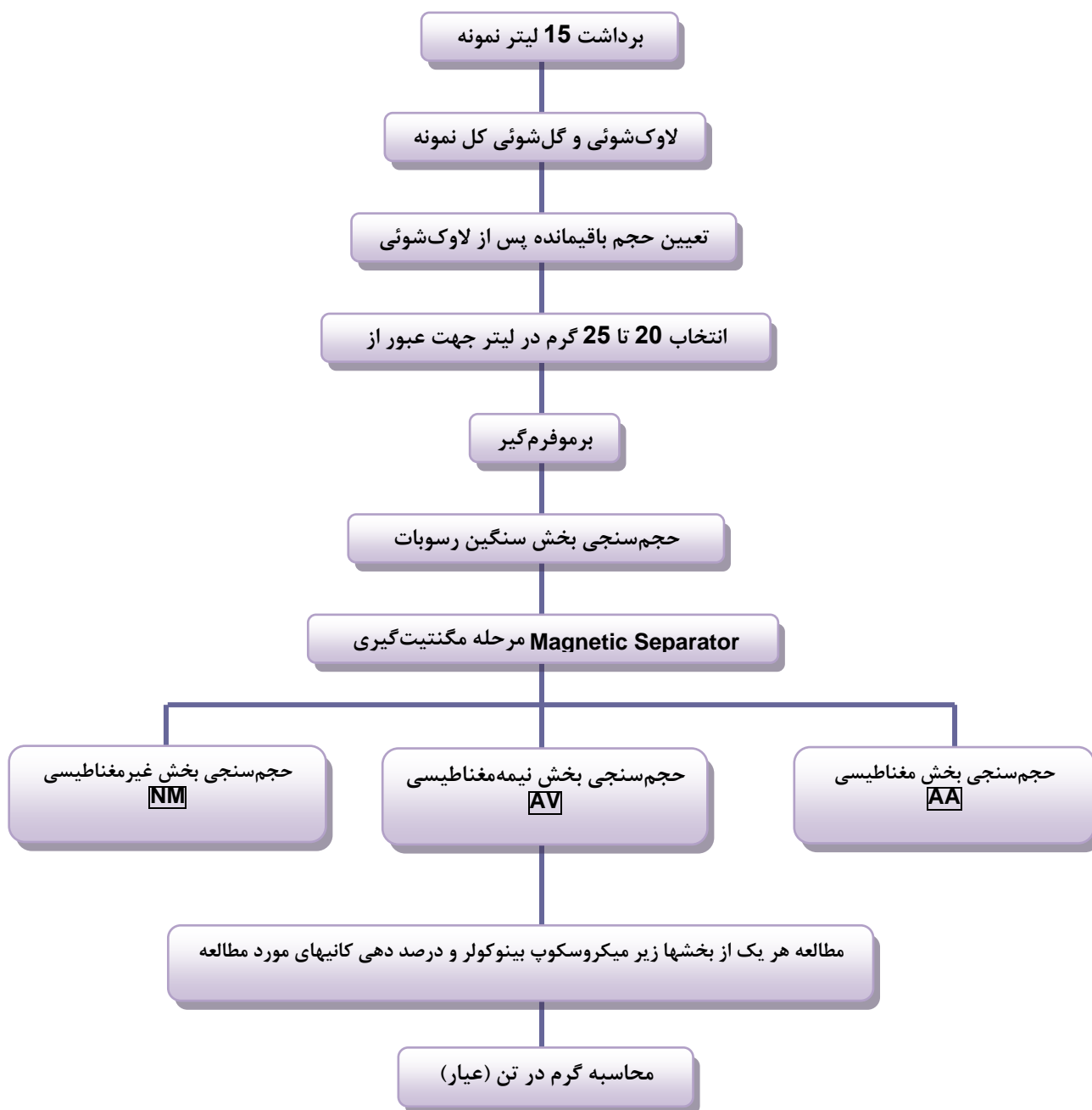
: وزن مخصوص کانی مورد مطالعه. D

: حجم کل نمونه برداشت شده در صحرا (پس از الک کردن). A

: حجم نمونه انتخابی برای جدایش با بروموفرم. C

: وزن مخصوص رسوب برداشت شده در صحرا (که در این پروژه معادل $2/5$ گرم بر

سانتیمترمکعب در نظر گرفته شده است).



شکل 4-1: نمودار مراحل آماده سازی نمونه های کانی سنگین

3-4- نتایج بررسی نمونه‌ها

برپایه نتایج به دست آمده از مطالعات نمونه‌های آبرفتی و به روش مطالعاتی کانی سنگین لیتولوژی غالب در محدوده اکتشافی را سنگهای آذرین خروجی از نوع گدازه‌های بازالتی و اسیدی به همراه توده‌های آلتره لیمونیتی، آرژیلیتی و سیلیسی تشکیل می‌دهد. انتشار کانیهای همچون طلا، گالن، سینابر، سروزیت، مالاکیت، زیرکن، روتیل، آنتاز، اسفن، آمفیبول، ایلمنیت، پیریت اکسید، گوتیت، نشان دهنده گسترش احتمالی توده‌های نفوذی و یا ساب‌ولکانیک، انتشار کانیهای آپاتیت، پیروکسن و هماتیت نشان دهنده گسترش ولکانیکهای ائوسن و به ویژه گدازه‌های بازالتی در محدوده اکتشافی است.

به طور کلی ناحیه مورد مطالعه به لحاظ انتشار کانیهای کانسارساز که در بخش غیر مغناطیسی (NM) نمونه‌ها انباشتگی پیدا می‌کنند، از انتشار متوسطی برخوردار و با توجه به مطالعات انجام شده به طور نسبی پتانسیلهای اکتشافی قابل تأملی همچون انتشار طلا، سرب، روی و مس در ناحیه قابل بررسی است. دامنه انتشار طلا در محدوده اکتشافی از 1 تا 5 ذره تغییرات نشان داده است. انباشتگی کانیهای سرب و روی در تعدادی از نمونه‌ها از حد ذرات پراکنده و جزئی (Pts) تا مقادیر گرم در تن در نوسان بوده و به نظر می‌رسد تظاهرات به نسبت قابل توجهی از زایش سرب و روی در محدوده وجود داشته باشد.

انتشار مس در محدوده اکتشافی از گسترش ضعیفی برخوردار بوده ولی به نظر می‌رسد تظاهراتی از مس ثانویه (مالاکیت)، در ناحیه تحت بررسی و به ویژه در متن گدازه‌های بازیک قابل شناسایی باشد. از کانیهای ردیاب طلا و از مرحله سرد کانی‌سازی (اپی‌ترمال) سینابر در تعدادی از نمونه‌ها مطالعه شده که انتشاری قابل توجه را نشان می‌دهد.

انتشاری به نسبت قابل توجه از کانیهای همچون اپیدوت، گوتیت، لیمونیت و پیریت اکسید معرف زونهای دگرسانی و پدیده‌هایی همچون اپیدوتی شدن، گوتیتی شدن، لیمونیتی شدن و پیریتی شدن در محدوده اکتشافی است. از کانیهای خانواده تیتانیوم، ایلمنیت در بخش مغناطیسی متوسط (AV) و اسفن

(تیتانیت) در بخش غیرمغناطیسی (NM) نمونه‌ها با انتشاری افزونتر از کانیهای دیگر این عنصر همچون روتیل، آناتاز، اسفن و لوکوکسن شناسایی و مطالعه شده‌اند.

با توجه به مطالعات انجام شده مهمترین نمونه‌های کانی سنگین در جدول 4-2 تا 4-6 آورده شده است. چکیده هر یک از نتایج به دست آمده به قرار زیر می‌باشد:

طلا و نقره : از 147 نمونه آبرفتی برداشت شده در محدوده اکتشافی 3 نمونه حاوی اثراتی جزئی و پراکنده از انتشار ذرات طلا بوده است. انتشار این کانه از 1 تا 5 ذره نوسان را نشان می‌دهد. از طرفی آنومالی‌های کانی سنگین در این مرحله تطابق بسیار خوبی با آنومالی‌های ژئوشیمی دارد. ذرات مشاهده شده به اشکال صفحه‌ای، لامپی، اسفنجی، دندریتی و فیبری با قطرهایی متوسط از 710 تا 1000 میکرون و دارای گردشگی زاویه‌دار، نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده می‌باشد. با توجه به مشارکت کانیهای همراه با زایش طلا، انتشار طلا در همبری گدازه‌های آندزیتی (ولکانیکهای ائوسن) با واحدهای دگر سانی گسترش یافته در ناحیه مورد مطالعه است. پیریت‌زایی در تعدادی از نمونه‌ها به عنوان پارائنز زایش طلا به شمار می‌رود. در این محدوده همچنین تعداد 8 نمونه دارای نقره آزاد است. انتشار نقره در این نمونه‌ها اغلب با طلا، کانی‌های سرب و روی، فلوئوریت، اورپیمان و رالگار دیده می‌شود.

جدول 4-1: نمونه‌های کانی سنگین حاوی طلا

شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین	شدت آنومالی
274-H	0.22	GOLD	درجه 1
37-H	0.1	GOLD	درجه 1
299-H	0.08	GOLD	درجه 1

جدول 4-2: نمونه‌های کانی سنگین حاوی نقره

شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین	شدت آنومالی
12-H	2.1	Silver	درجه 1
219-H	1.19	Silver	درجه 1
43-H	0.92	Silver	درجه 1
61-H	0.84	Silver	درجه 1
116-H	0.76	Silver	درجه 1
228-H	0.53	Silver	درجه 1
37-H	0.5	Silver	درجه 1
51-H	0.4	Silver	درجه 1

کانیهای گروه مس: از کانیهای مس، مالاکیت در حد اثرات پراکنده و جزئی (PTS) در تنها در یک نمونه، مطالعه و شناسائی شده است. با توجه به اثرات برجای مشاهده شده مس در گزارش ارائه شده در ورقه 1:100.000 پاگذار می‌توان امیدوار بود که در مرحله فاز کنترل ناهنجاریها بتوان به‌نواحی امیدبخش از زایش مس دست یافت. نمونه‌های دارای کانی‌های مس به شرح جدول زیر است:

جدول 4-3: نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های گروه مس

شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین	شدت آنومالی
418-H	4.27	Malachite	درجه 1

کانیهای گروه سرب و روی و باریت

از کانیهای عناصر سرب و روی، گالن، سروزیت و سرب آزاد در نهشته‌های آبرفتی در محدوده اکتشافی شناسائی و گزارش شده است. تعداد قابل توجهی از نمونه‌های آبرفتی دارای اثراتی پراکنده و جزئی از انتشار کانیهای این خانواده تا مقادیر درصدی از این کانی می‌باشند. به‌تقریب در تمامی نمونه‌های حاوی

آثار کانیهای سرب و روی باریت به عنوان باطله کانی سازی در بخش غیرمغناطیسی نمونه ها مطالعه و گزارش شده است. مهمترین و با ارزش ترین آنومالیهای کانیهای این گروه به قرار زیر است :

جدول 4-4: نمونه های کانی سنگین حاوی کانی های گروه سرب

شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین	شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین
104-H	0.26	Cerussite	385-H	0.84	Nativelead
	0.59	Nativelead	38-H	0.44	Nativelead
107-H	0.63	Galena	39-H	0.73	Galena
	0.37	Cerussite	3-H	1.8	Galena
123-H	1.26	Galena		0.79	Cerussite
	0.55	Cerussite	404-H	0.31	Nigrine
155-H	0.6	Galena	409-H	0.53	Nativelead
	0.52	Cerussite	418-H	0.54	Nativelead
158-H	0.38	Cerussite	48-H	0.5	Cerussite
	0.44	Nativelead		0.57	Nativelead
205-H	0.13	Nigrine	492-H	0.57	Galena
212-H	0.37	Cerussite		0.5	Cerussite
	0.84	Nativelead	516-H	0.26	Nativelead
21-H	0.58	Cerussite	58-H	0.39	Cerussite
	0.66	Nativelead		0.45	Nativelead
292-H	0.84	Cerussite	69-H	0.42	Cerussite
	0.96	Nativelead	78-H	0.42	Galena
348-H	0.61	Nativelead		0.18	Cerussite
37-H	0.31	Cerussite	9-H	0.56	Cerussite
	0.36	Nativelead	332-H	0.13	Nigrine

جدول 4-5: نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های گروه باریت

شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین	شدت آنومالی
486-H	63.6	Barite	درجه 1
155-H	36	Barite	درجه 1
158-H	32.63	Barite	درجه 1
416-H	29.93	Barite	درجه 1
419-H	29.7	Barite	درجه 1
95-H	28.35	Barite	درجه 1
418-H	24.3	Barite	درجه 2
334-H	17.55	Barite	درجه 2

منیتیت و هیدرواکسیدها و سولفیدهای آهن

حضور و شناسائی کانی منیتیت در نهشته‌های آبرفتی یک حوضه آبریز می‌تواند دلیل حضور توده‌های نیمه‌عمیق تا عمیق و یا رگه‌های آهن‌دار گسترش یافته و یا گوسان‌های مگنتیت دار در واحدهای سنگی گوناگون در محدوده اکتشافی می‌باشد. در محدوده اکتشافی مورد مطالعه چندین نمونه حاوی مقادیر به نسبت جالب توجه از انباشتگی‌هایی از کانی منیتیت می‌باشد (جدول گرم در تن کانی‌ها). کنترل این حوضه‌های آبریز می‌تواند به شناسائی اثرات برجای کانی‌سازی آهن کمک شایان توجهی نماید. علاوه بر مگنتیت اکسیدها، هیدرواکسیدها و سولفیدهای متعددی از آهن در میان نمونه‌های کانی سنگین بچشم می‌خورد. این کانی‌ها مرتبط با کانه‌زایی‌های اپی‌ترمال رگه‌های منطقه و زون‌های اکسیدان مربوطه است.

جدول 4-6: نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های گروه آهن

شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین	شدت آنومالی	شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین	شدت آنومالی
101-H	774.27	Hematite	درجه 1	416-H	117.08	Goethite	درجه 1
	97.15	Goethite	درجه 2		60.67	Limonite	درجه 1
104-H	555.73	Hematite	درجه 2		167.63	Pyriteoxide	درجه 1
105-H	751.13	Hematite	درجه 1		71.05	Pyritelimonite	درجه 1
	104.72	Goethite	درجه 2	418-H	511.27	Hematite	درجه 2
107-H	662.76	Hematite	درجه 2		142.56	Goethite	درجه 1
149-H	96.32	Goethite	درجه 2		73.87	Limonite	درجه 1
212-H	113.4	Pyriteoxide	درجه 1		145.8	Pyriteoxide	درجه 1
219-H	628.35	Hematite	درجه 2		86.51	Pyritelimonite	درجه 1
228-H	89.44	Goethite	درجه 2		92.93	Goethite	درجه 2
334-H	91.52	Goethite	درجه 2	436-H	812.35	Hematite	درجه 1
356-H	3425.02	Magnetite	درجه 2		113.26	Goethite	درجه 2
358-H	6713.28	Magnetite	درجه 1	43-H	648.03	Hematite	درجه 2
360-H	4475.52	Magnetite	درجه 2	455-H	639.62	Hematite	درجه 2
366-H	3350.42	Magnetite	درجه 2		133.76	Goethite	درجه 1
369-H	5221.44	Magnetite	درجه 1	486-H	6833	Magnetite	درجه 1
373-H	5801.6	Magnetite	درجه 1	509-H	35.75	Limonite	درجه 2
375-H	6353.18	Magnetite	درجه 1	523-H	84.48	Goethite	درجه 2
37-H	84.48	Goethite	درجه 2	533-H	3442.35	Magnetite	درجه 2
	98.56	Goethite	درجه 2	569-H	69.12	Pyriteoxide	درجه 2
387-H	100.8	Pyriteoxide	درجه 1	65-H	117.04	Goethite	درجه 1
	732.19	Hematite	درجه 1	95-H	530.21	Hematite	درجه 2
102.08	Goethite	درجه 2	90.72		Pyriteoxide	درجه 1	
396-H	60.48	Pyriteoxide	درجه 2		84	Pyrite	درجه 1

سایر کانی‌های کانسارساز

افزون بر کانی‌های یاد شده تعدادی از کانی‌های کانسارساز در حد اثرات پراکنده و جزئی و با انتشاری محدود شناسائی و گزارش شده است. کانی‌های همچون سینابر، فلوئوریت، رالگار و اورپیمان از جمله این کانی‌ها به‌شمار می‌روند. در میان کانی‌های یاد شده حضور سینابر و فلوئوریت از گسترش بیشتری برخوردار است.

جدول 4-5: نمونه‌های کانی سنگین حاوی سایر کانی‌های کانسارساز

شماره نمونه	عیار کانی سنگین	نوع کانی سنگین
43-H	0.31	Realgar
	0.38	Orpiment
155-H	0.64	Fluorite
158-H	0.46	
37-H	0.15	
216-H	0.14	
65-H	1.23	Cinnabar
67-H	0.32	
25-H	0.23	

فصل 5

فاز کنترل آنومالیهای مقدماتی

5- فاز کنترل آنومالیهای مقدماتی

5-1- مقدمه

در اکتشافات ژئوشیمیائی به روش آبراهه‌ای، که به منظور کشف هاله‌های ثانوی کانسارهای احتمالی انجام می‌پذیرد، معمولاً منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشافی قرار می‌گیرد. این روند سبب کشف آنومالی‌های ظاهری موجود در محیط‌های ثانوی می‌شود. این آنومالی‌ها در اثر عوامل متعددی به وجود می‌آیند که عبارتند از:

- تأثیر سنگ بالادست.
- آلودگیهای مختلف موجود در محیط (صنعتی، کشاورزی و...).
- آلوده شدن نمونه ضمن نمونه برداری و آماده‌سازی.
- ناهمگنی موجود در نمونه آنالیز شده.
- عوامل کانه‌زائی.

از طرفی به دلیل اینکه در روش ژئوشیمیائی، هر عنصر مستقیماً مورد آنالیز قرار می‌گیرد، توجهی به فاز پیدایش آن نمی‌شود، از این رو هاله‌های ثانوی کشف شده نمی‌توانند همیشه معرف کانی‌سازی باشند، بنابراین برای تمیز دادن آنومالیهای واقعی (که در ارتباط با پدیده کانی‌سازی بوده و دارای مؤلفه اپی‌ژنتیک قابل ملاحظه می‌باشند)، از انواع کاذب مرتبط با پدیده‌های سنگ‌زائی (مؤلفه سین‌ژنتیک) و یا آلودگیهای زیست‌محیطی باید به کنترل زمینی آنها پرداخت. روشهای مختلفی برای کنترل آنومالیها وجود دارد که می‌توان به کمک آنها آنومالیهای مقدماتی ژئوشیمیائی عناصر را تأیید یا باطل کرد. این روشها عبارتند از:

1. بررسی مناطق دگرسان شده و زونهای مینرالیزه احتمالی.

2. برداشت نمونه از سیستمهای درز و شکاف پر شده توسط مواد معدنی.

روشهای مذکور نوعی از شواهد واقعی بودن آنومالیهای ژئوفیزیکی یا ژئوشیمیائی پیدایش مناطق کانی‌سازی در سطح زمین است. اگر سطح فرسایش کنونی سطح کانی‌سازی احتمالی را قطع کرده باشد می‌توان آثار کانی‌سازی

را مستقیماً دید. در این صورت لازم است از عوارض مرتبط با کانی‌سازی نمونه‌هایی برداشت. این نمونه‌ها با این هدف برداشت می‌شوند که بیشترین عیار را نمایان سازند. نابراین به‌طور نظام‌وار از مناطق پر عیار برداشت خواهند شد. از این نمونه‌ها نمی‌توان و نباید استنباطی در مورد عیار ماده معدنی به‌عمل آورد.

از دیگر نمونه‌هایی که لازم است برای کنترل آنومالیها برداشت گردد، نمونه‌های مرتبط با دگرسانی‌های وابسته به کانی‌سازی احتمالی است. معمولاً هاله‌های دگرسانی مانند غلافی هسته کانی‌سازی را در برمی‌گیرند و گاهی هم با آن هم‌آغوش می‌شوند. از آنجا که هاله‌های دگرسانی بزرگتر از توده‌های کانی‌سازی شده هستند لذا احتمال این که سطح فرسایش کنونی آنها را قطع کند و نمایان شوند بیشتر است. این امر بخصوص در مورد توده‌های کانی‌سازی پنهان که اکتشاف آنها پرهزینه و ریسک آنها بالاتر است صادق است.

از این رو نمونه‌برداری از هاله‌های دگرسانی به‌منظور تعیین ترکیب کانی‌شناسی هاله‌های دگرسانی و همچنین عیارسنجی آن بسیار ضروری است و می‌تواند نتایجی را که دال بر تأیید یا تکذیب آنومالی باشد در اختیار گذارد.

عملیات کنترل آنومالی در محدوده قلعه‌ریگی بمنظور کنترل ناهنجاری‌های ژئوشیمی و کانی‌سنگین و با هدف شناسایی زون‌های کانه‌دار مرتبط با بازالت‌های بالشی، اسپیلیت‌ها و دایک‌های دیابازی منطقه صورت گرفت. در این گزارش جداسازی آنومالی‌های نمونه‌های مینرالیزه برداشت شده از هر اندیس توسط حدود تغییرات غلظت عناصر که بوسیله ژینزبرگ (1960) ارائه شده، تعیین می‌شود (جدول 5-1). براساس این جدول فراوانی یک عنصر یا در حد کانی‌سازی کانساری، یا در حد کانی‌سازی غنی‌شده و یا در حد کانی‌سازی پراکنده و یا عقیم است.

بطور کلی در بخش معرفی اندیس‌های معدنی مقادیر در حد کانی‌سازی کانساری را به رنگ قرمز، مقادیر در حد کانی‌سازی غنی‌شده را به رنگ سبز، مقادیر در حد کانی‌سازی پراکنده را به رنگ آبی نمایش داده‌ایم. بطور قطع سایر مقادیر به رنگ مشکی در حد کانی‌سازی عقیم است.

جدول (1-3) : حدود غلظت بعضی از عناصرها برای هر یک از چهار نوع کانی سازی (عقیم، پراکنده، غنی شده، کانساری، (ژینزبرگ، 1960)

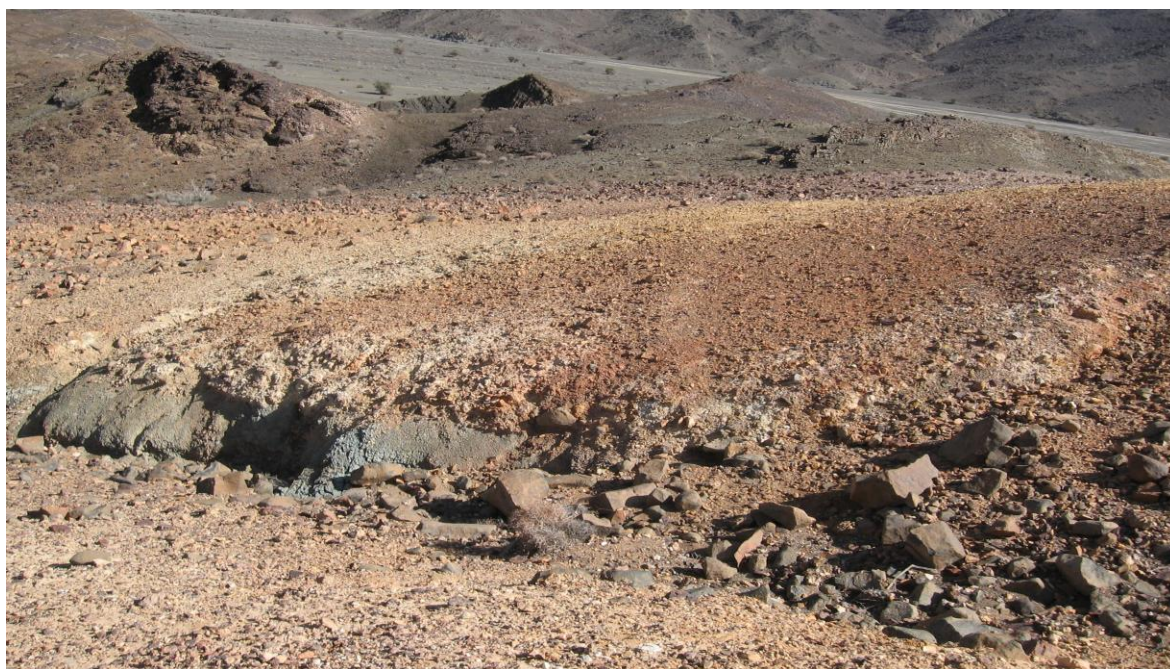
عنصر	کانی سازی عقیم	کانی سازی پراکنده	کانی سازی غنی شده	کانی سازی کانساری
Ag	<10	70-10	100-70	>100
As	<100	700-100	1000-700	> 1000
Au	<80	400-80	1000-400	>1000
Ba	< 600	4000-700	6000-4000	> 6000
Bi	<60	100-60	600-100	> 600
Cd	<100	400-100	600-400	> 600
Co	<100	400-100	600-400	> 600
Cr	< 400	1000-400	10000-1000	> 10000
Cu	< 70	700-70	3000-700	> 3000
Hg	<100	1000-100	10000-1000	>10000
Mn	< 400	1000-400	10000-1000	> 10000
Mo	< 6	70-6	600-70	> 600
Ni	< 100	1000-100	3000-1000	> 3000
Pb	< 70	1000-70	10000-1000	> %1
S	<500	1000-500	10000-1000	>10000
Sb	<100	400-100	1000-400	> 1000
Sn	<60	600-60	1000-700	> 1000
Sr	< 600	3000-700	6000-4000	> 6000
V	< 300	600-400	1000-700	> 1000
W	<10	100-10	600-100	> 600
Zn	< 200	700-200	3000-700	> 3000

2-5- معرفی مناطق امیدبخش اکتشافی

در مجموع با تلفیق آنومالی‌های ژئوشیمی و کانی سنگین تعداد 4 محدوده امیدبخش اکتشافی مطابق نقشه شماره 5-1 معرفی گردید که به شرح زیر است:

1-2-5- منطقه امیدبخش GH-1

این محدوده به وسعت تقریبی یک کیلومتر مربع در جنوب شرق منطقه قلعه‌ریگی قرار دارد. مهمترین واحدهای سنگی دارای رخنمون در این محدوده سنگهای ولکانیکی بازیک از قبیل بازالت‌های اسپیلیتی است. در این محدوده نفوذ دایکهای دیابازی بدخل مجموعه فیلیشی و سنگهای بازیک منجر به ایجاد زون دگرسانی گسترده‌ای شده است (شکل 5-1).



شکل 5-1: نمایی از زون‌های دگرسانی بخش جنوب شرقی منطقه (دید به سمت شمال)

بررسی‌ها نشان می‌دهد که در این محدوده نمونه‌های ژئوشیمی آنومالی مشخصی نشان نمی‌دهد ولی نمونه‌های کانی سنگین نظیر نمونه‌های 387 , 385 دارای مقادیری از مگنتیت، هماتیت و سرب آزاد است.

در جریان عملیات کنترل آنومالی از این محدوده تعداد 7 نمونه مینرالیزه برداشت گردید. نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه در این محدوده حاکی از آن است که عناصر مس، طلا، منگنز، سرب و روی دارای غنی‌شدگی مشخصی است.

جدول 5-2- عیار برخی از عناصر در نمونه‌های گرفته شده از منطقه امیدبخش GH-1

Sample No	X	Y	Au	Ag	As	Ba	Co	Cu	Fe	Mn
G-383-R	550281	3149751	1.3	0.55	0.51	38.50	1.11	31.94	140860	3648.00
G-383-R1	550309	3149692	2.8	0.50	0.78	894.80	35.64	72.04	128040	1938.20
G-387-R	550374	3149114	1550	14.00	688.40	158.40	9.25	3662	198500	780.60
G-387-R1	550374	3149114	40	0.80	14.53	69.90	55.38	13366	171640	4638.00
G-387-R2	550374	3149114	48	0.23	12.89	130.96	7.33	22.18	76180	229.80
G-387-R3	550374	3149114	64	4.59	0.52	1496.00	121.34	7558	459400	2884.00
G-389-R	549648	3149368	4	0.43	0.88	167.82	20.62	90.90	99340	927.40
Sample No	X	Y	Mo	Ni	Pb	S	Sb	Sn	W	Zn
G-383-R	550281	3149751	4.97	16.28	33.96	328.40	8.89	0.60	1.14	8.94
G-383-R1	550309	3149692	0.04	23.34	46.52	70.88	7.42	3.05	1.25	121.20
G-387-R	550374	3149114	25.68	14.14	4307	4864.00	84.34	17.26	4.76	446.40
G-387-R1	550374	3149114	4.72	211.80	32.34	172.22	8.74	4.36	5.32	554.40
G-387-R2	550374	3149114	1.05	1.98	16.40	1165.60	4.28	2.76	0.65	8.87
G-387-R3	550374	3149114	38.06	13.40	2330	3342.00	58.80	15.48	372.20	45960.00
G-389-R	549648	3149368	1.37	9.66	22.96	1507.80	4.97	2.43	3.65	359.00

(رنگ قرمز = حدود کانه‌زایی کانساری، رنگ سبز = حدود کانه‌زایی غنی شده، رنگ آبی = حدود کانه‌زایی پراکنده، اقتباس از ژینزبرگ (1960) مقادیر غلظت طلا بر حسب ppb و بقیه بر حسب ppm می‌باشد.)

GH-2-5-2-2 منطقه امیدبخش

این محدوده به وسعت تقریبی 5 کیلومتر مربع در جنوب منطقه قلعه ریگی و در فاصله 3 کیلومتری محدوده GH-1 قرار دارد. مهمترین واحدهای سنگی دارای رخنمون در این محدوده نیز سنگهای ولکانیکی بازیک از قبیل بازالت‌های اسپیلیتی است. بررسی‌های ژئوشیمیایی حاکی از گسترش آنومالی‌های عناصر مس، طلا، روی، سرب، آنتیموان، آرسنیک و کبالت در نمونه‌های متعددی از جمله 496, 492, 416, 418 است. نتایج مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین نیز حاکی از وجود کانی‌های مینرالیزه گالن، سرب آزاد، طلا، نقره، سینابر و ... در نمونه‌های 416H, 418H, 409H, 486H در آنها است.

در جریان عملیات کنترل آنومالی در این محدوده مشخص شد کانه‌زایی مس بصورت مالاکیت و بصورت لنزهایی به ابعاد نیم در یک متر در میان پیلولاواها شکل گرفته است.



شکل 5-2: بازالت‌های بالشی رخنمون دار در محدوده امیدبخش GH-2



شکل 3-5: نمایی از کانه‌زایی مس در میان سنگهای بازیک



شکل 4-5: نمایی دیگر از کانه‌زایی مس در میان سنگهای بازیک

عملیات کنترل آنومالی در این محدوده در سه بخش و باهدف دستیابی به پتانسیل‌های معدنی مرتبط با سنگهای ولکانیکی بازیک انجام شد و در نهایت تعداد 10 نمونه مینرالیزه برداشت گردید. نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه در این محدوده نشان از غنی شدگی این نمونه‌ها در مس، سرب، طلا، نقره، آهن و منگنز است.

جدول 5-3- عیار برخی از عناصر در نمونه‌های گرفته شده از منطقه امیدبخش GH-2

Sample No	X	Y	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Fe	Mn
G-471-R	547745	3151762	140	3.59	135.58	278.60	6.96	10334	232400	21660.00
G-471-R1	547713	3151826	120	1.09	215.40	93.60	18.47	2168.00	333000	4044.00
G-471-R2	547713	3151826	730	21.90	859	128.90	20.58	1179.40	310000	3686.00
G-491-R	547474	3151962	8.3	0.79	0.50	42.94	5.11	105.76	87240	1346.40
G-491-R1	547474	3151962	50	0.29	14.15	53.64	11.30	129.74	184480	1177.00
G-492-R	546665	3152599	175	3.36	161.86	662.80	9.82	509.20	167440	28900.00
G-496-R	546456	3153271	51.5	2.94	127.32	191.60	13.75	433.60	224600	22270.00
G-552-R	547437	3151981	4	0.20	0.88	12.73	2.45	28.38	46320	1134.00
G-L-R1	548119	3153958	2220	4.85	2512	14270	71.66	266.40	605400	66.14
H-K-R1	548119	3153958	66	1.90	50.74	979.80	5.84	17664	85420	4446.00

Sample No	X	Y	Mo	Ni	Pb	S	Sb	Sn	W	Zn
G-471-R	547745	3151762	3.67	140.94	419.80	1662.00	16.89	12.11	32.32	4150.00
G-471-R1	547713	3151826	3.00	134.84	359.00	587.70	11.26	5.54	9.80	891.20
G-471-R2	547713	3151826	16.70	20.20	14378	24500.00	54.42	37.44	13.63	1376.60
G-491-R	547474	3151962	0.47	56.96	99.88	659.60	4.46	2.03	0.33	29.31
G-491-R1	547474	3151962	4.18	103.28	140.00	909.20	10.06	3.13	1.20	48.02
G-492-R	546665	3152599	0.50	287.00	197.80	815.00	9.33	2.71	3.97	233.80
G-496-R	546456	3153271	0.16	234.60	187.18	1325.00	15.68	2.66	2.56	203.00
G-552-R	547437	3151981	0.17	16.04	4.11	115.42	1.77	0.81	0.25	17.13
G-L-R1	548119	3153958	2.76	3.04	2293	13630.00	146.96	479.40	1.75	115.44
H-K-R1	548119	3153958	0.12	139.78	39.28	894.60	26.00	5.46	193.08	22764.00

(رنگ قرمز= حدود کانه‌زایی کانساری، رنگ سبز= حدود کانه‌زایی غنی شده، رنگ آبی= حدود کانه‌زایی پراکنده، اکتباس از ژینبرگ (1960))

3-2-5- منطقه امیدبخش GH-3

این محدوده به وسعت تقریبی 2 کیلومتر مربع در شرق منطقه قلعه‌ریگی و در فاصله 4 کیلومتری محدوده GH-2 قرار دارد. مهمترین واحدهای سنگی دارای رخنمون در این محدوده نیز سنگهای ولکانیکی بازیک از قبیل بازالت‌های اسپیلیتی است. بررسی‌های ژئوشیمیایی حاکی از گسترش آنومالی‌های عناصر مس، نقره، روی،

سرب، آنتیموان، آرسنیک و کبالت در نمونه‌های متعددی از جمله 274, 276, 276A, 270 است. نتایج مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین نیز حاکی از وجود کانی‌های مینرالیزه گالن، سرب آزاد، طلا، نقره در نمونه‌های 274H, 373H, 375H در آنها است.

در جریان عملیات کنترل آنومالی تعداد 2 نمونه مینرالیزه برداشت شده است که این نتایج حاکی از وجود کانه‌زایی مس و منگنز است.

جدول 5-4- عیار برخی از عناصر در نمونه‌های گرفته شده از منطقه امیدبخش GH-3 (طلا بر حسب ppb و بقیه عناصر بر حسب ppm می‌باشد)

Sample No	X	Y	Au	Ag	As	Ba	Bi	Co	Cu	Fe
G-272-R	548299	3156805	4	0.59	1.07	27.70	7.29	51.32	1061.40	123780
G-370-R	550030	3155502	1.6	0.44	0.65	78.44	3.13	9.42	210.60	59640
Sample No	X	Y	Mn	Mo	Pb	S	Sb	Sn	W	Zn
G-272-R	548299	3156805	1962.80	0.15	75.52	259.20	5.73	2.72	1.29	126.24
G-370-R	550030	3155502	2268.00	0.23	7.79	103.82	4.28	1.89	1.41	103.14

(رنگ قرمز = حدود کانه‌زایی کانساری، رنگ سبز = حدود کانه‌زایی غنی شده، رنگ آبی = حدود کانه‌زایی پراکنده، اقتباس از ژینزبرگ 1960)

4-2-5- منطقه امیدبخش GH-4

این محدوده به وسعت تقریبی 5 کیلومتر مربع در شمال منطقه قلعه‌ریگی قرار دارد. این محدوده در برگیرنده معدن فعال منگنز شهریاری است. این معدن در بخش غربی منطقه امیدبخش GH-4 واقع است. مهمترین واحدهای سنگی دارای رخنمون در این محدوده سنگهای ماسه سنگهای دگرگون شده بازیگ است. بررسی‌های ژئوشیمیایی حاکی از گسترش آنومالی‌های عناصر مس، منگنز، روی آنتیموان، آرسنیک و کبالت در نمونه‌های متعددی از جمله 525, 6, 18, 5 است. نتایج مطالعات نمونه‌های کانی‌سنگین نیز حاکی از وجود کانی‌های مینرالیزه گالن، سروزیت و باریت در نمونه‌های 101, 105, 104, 12, 9, 21 است. در این منطقه احتمالاً کانه‌زایی منگنز منشا ولکانیکی رسوبی داشته و در محیط‌های عمیق اقیانوسی شکل گرفته است.



شکل 5-5: نمایی از ماسه سنگهای دگرگونی در محدوده GH-4



شکل 5-6: نمایی از کانه‌زایی منگنز در محدوده معدن شهریار

در جریان عملیات کنترل آنومالی تعداد 6 نمونه مینرالیزه برداشت شده است که این نتایج حاکی از وجود کانه‌زایی مس و منگنز است.

جدول 5-5- عیار برخی از عناصر در نمونه‌های گرفته شده از منطقه امیدبخش GH-4 (طلا بر حسب ppb و بقیه عناصر بر حسب ppm می‌باشد)

Sample No	X	Y	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Fe	Mn
G-18-R	549611	3165554	123	4.19	200.00	109.56	10.41	1932.20	182380	1513.80
G-5-R	547739	3166108	69.5	0.92	285.00	13.93	37.04	994.20	562400	549.00
G-5-R1	547739	3166108	4	0.32	3.14	74.14	5.32	118.78	99060	687.60
R1-mn	545622	3163999	4.4	22.68	29.62	32.34	15.78	492.20	227400	198700.00
R2-mn	545622	3163999	4	23.76	15.49	30.54	11.57	30.54	155900	220000.00
R3-mn	550039	3149014	5.4	22.56	44.66	49.92	12.70	227.40	181220	191600.00
Sample No	X	Y	Mo	Ni	Pb	S	Sb	Sn	W	Zn
G-18-R	549611	3165554	22.48	10.52	285.60	1570.20	16.20	50.06	3.35	200.40
G-5-R	547739	3166108	2.39	2.12	141.04	13330.00	47.60	11.28	0.54	53.36
G-5-R1	547739	3166108	0.44	4.78	1.97	721.40	5.89	2.07	0.44	16.88
R1-mn	545622	3163999	0.11	118.28	50.36	2028.00	12.99	0.53	3.48	356.00
R2-mn	545622	3163999	0.10	208.00	46.80	1960.60	9.62	0.94	1.90	245.20
R3-mn	550039	3149014	0.13	145.48	62.56	1829.40	10.42	1.94	1.42	166.66

(رنگ قرمز = حدود کانه‌زایی کانساری، رنگ سبز = حدود کانه‌زایی غنی شده، رنگ آبی = حدود کانه‌زایی پراکنده، اقتباس از ژینزبرگ (1960))

3-5- تلفیق اطلاعات و ارائه مدل زایشی برای کانسارهای منطقه

با توجه به بررسی‌های انجام شده در محدوده مورد اکتشاف واحدهای دگرگونی، سکانسهای بازالت‌های بالشی همراه با دایکهای صفحه‌ای بخش فوقانی توالی یک سری افیولیتی را شکل داده است. رخنمون این واحدها در زون اکتشافی اسفندقه- دولت‌آباد طبیعی و محرض است.

به عقیده برخی از محققان، ستونی از مواد سازنده گوشته فوقانی به‌ابعاد چند کیلومتر و حرارت حدود 1350 درجه سانتیگراد، به‌صورت دیاپیرهای به‌بالا مهاجرت می‌کنند. این عمل بیشتر در کافت‌های میان اقیانوسی و محل‌های کم‌فشار و نازک پوسته زمین اتفاق می‌افتد. ستون مزبور در هنگام صعود به‌علت کاهش فشار دچار ذوب بخشی می‌شود که این ماده مذاب ترکیب بازالتی دارد. در نهایت پس از صعود به‌قسمتهای بالاتر به‌علت کاهش دما و براساس «سری واکنشی بوون» ابتدا بعضی از کانیها مانند اولیوین و پیروکسن که دمای تبلور بالاتری دارند متبلور

می‌شوند. این مواد به علت چگالی بیشتر نسبت به مواد مذاب اطراف خود، به کف اتاقلک ماگمایی سقوط می‌کنند. از اجتماع آنها کومولیت‌های اولترامافیک حاصل می‌شوند که قسمت قاعده سکانس افیولیتی را تشکیل می‌دهند. مذاب باقیمانده به مسیر صعودی خود ادامه می‌دهد و به کف اقیانوس می‌رسد و در اثر تماس با آب، خیلی سریع سرد می‌شود و گدازه‌های بالشی به وجود می‌آید. گدازه‌های بالشی پس از انجماد به عنوان سقفی عایق عمل می‌کنند و به ماگمای تحتانی خود اجازه می‌دهند که به آرامی سرد شود. نتیجه این سرد شدن تدریجی، پیدایش سنگهای درشت بلور گابرو است که در زیر گدازه‌های بالشی و دایکهای صفحه‌ای و روی کومولیت‌های اولترامافیک قرار دارند. پیدایش دایکهای صفحه‌ای به این ترتیب است که: با توجه به اینکه افیولیتها در محل رشته‌های میان اقیانوسی تشکیل می‌شوند و روند گسترش کف اقیانوسها در زمان تبلور گابروها نیز فعال بوده است، پوسته جدید اقیانوسی نیاز به صعود مواد مذاب جدید دارد که این نیاز از طریق روزنه‌هایی در مجموعه‌های افیولیتی برآورده می‌شود. همین روزنه‌های حاوی مواد مذاب، متبلور می‌شوند و دایکهای صفحه‌ای را ایجاد می‌کنند. در برخی از مجموعه‌های افیولیتی، در حد بین گابروها و دایکهای فوق‌الذکر، سنگهای حد واسط تا اکسیدی (دیوریت و پلاژیوگرانیت) نیز وجود دارند که در مجموع معرف تفکیک و تفریق کامل مواد مذاب در همین سرد شدن و انجماد هستند.

با توجه به بررسی های زمین شناسی اقتصادی و اکتشافی انجام شده در این منطقه بعنوان بخشی از زون اکتشافی اسفندقه- دولت‌آباد، کانسارهای مس، سرب و روی منطقه از نوع سولفید توده‌ای قبرسی است. ویژگی‌های این کانسار به شرح زیر است.

- سنگ درونگیر این کانسارها مجموعه های افیولیتی شامل دایک های دیابازی، بازالت های بالشی و سنگهای رسوبی دگرگون شده است.

- راهنمای اکتشافی ژئوشیمیایی این کانسارها وجود آنومالی‌های عناصر Cu, Fe, Mn, Ag, S, Zn, Co, Cr, Ni است.

- راهنمای اکتشافی ژئوفیزیکی این کانسارها استفاده از روش های الکترومغناطیسی (EM) و الکتریکی IP-RS و روش مغناطیس سنجی (در صورت بالا بودن مقدار پیروتیت)، گرانی سنجی به همراه روش های دیگر و

نه به صورت مستقل کاربرد دارد. بدلیل گسترش کنترل کننده های ساختاری روش لرزه ای (انعکاسی و شکستی) برای شناسایی ساختارهای گسلی کاربرد دارد.

- راهنمای دورسنجی: استفاده از طیف های قابل رویت و مادون قرمز و طیف انعکاسی گونه های مختلف اکسید اهنی در شناسایی مناطق دگرسانی کاربرد دارد.

فصل 6

نتایج و پیشنهادات

6- نتایج و پیشنهادات :

6-1- نتایج

با توجه به کلیه اطلاعات حاصل از برداشتهای زمین‌شناسی، زمین‌شناسی اقتصادی و متالورژی نتایج زیر حاصل شده‌است :

1. منطقه دربرگیرنده واحدهای ولکانیکی بازیک و اسیدی و رسوبی با سن ژوراسیک است. این واحدها شامل واحدهای ماسه سنگی، اسپیلیت، آندزیت بازالتی و ریولیت است.
2. منطقه مورد مطالعه در بخش شمال شرقی زون متالورژیک اسفندقه - دولت‌آباد واقع شده است. زون اسفندقه - دولت‌آباد به دلیل قرار گرفتن در بخش جنوبی زون کانه‌زایی سنندج - سیرجان، بخش‌هایی از زون ارومیه دختر و زون مکران دارای استعداد کانه‌زایی ذخائر سولفید توده‌ای، از نوع قبرسی و کروکو، مس پورفیری و طلای اپی ترمال است. بعلاوه این زون به دلیل داشتن مجموعه‌های سنگی افیولیتی بزرگترین ذخیره کرومیت ایران را در بر می‌گیرد.
3. بررسی‌های ژئوشیمیایی نشان می‌دهد در میان عناصر آنالیز شده عناصر آرسنیک، طلا، مس، سرب، روی و مولیبدن غنی‌شدگی نشان داده و عیار به نسبت بالای آنها ناشی از کانه‌زایی است. مهمترین ناهنجاری‌های این عناصر در بخش شمال غرب منطقه قلعه ریگی و منطبق بر معدن منگنز شهریار، بخش جنوب منطقه قلعه ریگی و جنوب شرق منطقه است.
4. بررسی‌های کانی سنگین نشان می‌دهد به‌طور کلی ناحیه مورد مطالعه به لحاظ انتشار کانیهای کانسار ساز که در بخش غیر مغناطیسی (NM) نمونه‌ها انباشتگی پیدا می‌کنند، از انتشار متوسطی برخوردار بوده، و با توجه به مطالعات انجام شده به‌طور نسبی پتانسیل‌های اکتشافی قابل تأملی همچون انتشار طلا، سرب، روی و مس در ناحیه قابل بررسی است. دامنه انتشار طلا در محدوده اکتشافی از 1 تا 5 ذره تغییرات نشان داده است. انباشتگی کانیهای سرب و روی در تعدادی از نمونه‌ها از حد

ذرات پراکنده و جزئی (Pts) تا مقادیر گرم در تن در نوسان بوده و به نظر می‌رسد تظاهرات به نسبت قابل توجهی از زایش سرب و روی در محدوده وجود داشته باشد. انتشار مس در محدوده اکتشافی از گسترش ضعیفی برخوردار بوده ولی به نظر می‌رسد تظاهراتی از مس ثانویه (مالاکیت)، در ناحیه تحت بررسی و به ویژه در متن گدازه‌های بازیک قابل شناسایی باشد. از کانیه‌های ردیاب طلا و از مرحله سرد کانی‌سازی (اپی‌ترمال) سینابر در تعدادی از نمونه‌ها مطالعه شده که انتشاری قابل توجه را نشان می‌دهد.

5. با تلفیق آنومالی‌های ژئوشیمی و کانی سنگین در نهایت 4 منطقه امیدبخش معرفی شد که به شرح زیر است:

- محدوده GH-1 به وسعت تقریبی یک کیلومتر مربع در جنوب شرق منطقه قلعه‌ریگی قرار دارد. مهمترین واحدهای سنگی دارای رخنمون در این محدوده سنگهای ولکانیکی بازیک از قبیل بازالت‌های اسپیلیتی است. در این محدوده کانه‌زایی مس بصورت پراکنده دیده می‌شود.
- محدوده GH-2 به وسعت تقریبی پنج کیلومتر مربع در جنوب منطقه قلعه‌ریگی قرار دارد. مهمترین واحدهای سنگی دارای رخنمون در این محدوده سنگهای ولکانیکی بازیک از قبیل بازالت‌های اسپیلیتی است. در این محدوده کانه‌زایی مس، طلا، سرب و روی بصورت لنزی دیده می‌شود.
- محدوده GH-3 به وسعت تقریبی 2 کیلومتر مربع در شرق منطقه قلعه‌ریگی قرار دارد. مهمترین واحدهای سنگی دارای رخنمون در این محدوده سنگهای ولکانیکی بازیک از قبیل بازالت‌های اسپیلیتی است. در این محدوده کانه‌زایی مس بصورت پراکنده دیده می‌شود.

• محدوده GH-4 به وسعت تقریبی پنج کیلومتر مربع در شمال منطقه قلعه ریگی قرار دارد. مهمترین واحدهای سنگی دارای رخنمون در این محدوده سنگهای دگرگونی ژوراسیک است. در این محدوده کانه‌زایی منگنز و مس دیده می‌شود.

6. در نهایت نتیجه گیری می‌شود که منطقه امیدبخش شماره GH-4 در برگیرنده یک معدن فعال منگنز بوده و ادامه عملیات اکتشافی در آن منتفی است و محدوده‌های GH-3 , GH-1 دارای کانه‌زایی چندان مشخص و گسترده‌ای نیست. بنابراین تنها محدوده GH-2 از لحاظ اکتشافی مهم و ادامه عملیات اکتشافی در آن قابل توجیه است.

2-6- پیشنهادات

این بخش چکیده تمامی دست‌آوردهای مجموعه عملیات اکتشافی است و در نهایت منجر به معرفی راهکارهای اساسی در مرحله بعدی اکتشافی می‌شود. پیشنهادات ارائه شده در این مرحله برای اکتشاف طلا و عناصر پراثر برای محدوده اکتشافی بویژه منطقه امیدبخش شماره G-2 با اولویت اول به صورت زیر مطرح می‌گردد:

1- هویت بخشی به آنومالی‌های مقدماتی ژئوشیمیایی و ارتقای کیفیت معدنی در مراحل قبلی اکتشاف در این مرحله کلیه زون‌های احتمالی حاوی کانه‌زایی شناسایی شده و از محدوده ناهنجاری‌های ژئوشیمی و کانی سنگین تعداد 100 نمونه از کلیه کانه‌زایی‌های موجود در منطقه با دیدگاه بررسی‌های ژنتیکی و زمین‌شناسی اقتصادی برداشت می‌شود.

نمونه‌های مذکور حتی المقدور توسط کارشناس زمین‌شناسی اقتصادی و یا مهندس اکتشاف معدن

برداشت شود.

در این مرحله تعداد 20 نمونه جهت تهیه مقاطع نازک و صیقلی (برای نمونه های توده های نفوذی نیمه عمیق و حاوی کانه زایی)، آنالیز کانی شناسی (برای نمونه های دگرسان شده) و 80 نمونه برای آنالیز 11 عنصر اکتشافی منطقه به روش جذب اتمی آنالیز می شود

Au , Ag , Cu , Mo , Pb , Zn , Fe , Mn , As ,Cd , Sb

در مرحله بعد تجزیه و تحلیل بر روی داده های مذکور انجام می شود.

- ❖ بررسی کانی شناسی زون های کانه دار
- ❖ بررسی ساخت و بافت زون های کانه دار
- ❖ بررسی ارتباط تحولات زون های کانه دار و سنگ دربرگیرنده
- ❖ بررسی زون های دگرسانی و ارتباط آن با واحدهای مولد کانه زایی
- ❖ تجزیه و تحلیل آماری بر روی نتایج آنالیز شیمیایی
- ❖ بررسی همبستگی های عناصر اکتشافی با یکدیگر
- ❖ بررسی روابط و تحولات کانی شناسی در مناطق پتانسیل دار و دگرسانی
- ❖ بررسی آنومالی های نقطه ای نمونه های برداشت شده
- ❖ معرفی مدل و خاستگاه احتمالی کانسار

2- تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی 1/5000 منطقه به وسعت 5 کیلومتر مربع شامل:

2-1) تبدیل عکس هوایی 1/20000 به 1/5000

2-2) تهیه نقشه توپوگرافی با روش فتوگرامتری

2-3) فوتوژئولوژی عکسهای هوایی جهت:

2-3-1) تفکیک واحدهای زمین شناسی

2-3-2) تفکیک زون های آلتراسیون

3-3-2) شناسایی واحدهای زمین شناسی مولد کانه زایی

4-3-2) تفکیک ساختارهای زمین شناسی مولد کانه زایی

4-2) عملیات صحرائی جهت کنترل نقشه مقدماتی تهیه شده به منظور کنترل واحدهای سنگی و مرز واحدها

آلتراسیونها، ساختارهای زمین شناسی و تکتونیک و ... نمونه برداری از واحدهای سنگی، دگرسانی و

کانه زایی

شامل:

1-4-2) کنترل واحدهای سنگی و برداشت نمونه جهت تهیه مقطع نازک و تعیین دقیق نام سنگ

3-4-2) برداشت نمونه از بخشهای آتره جهت و تعیین نوع آلتراسیون

4-4-2) اندازه گیری ساختارهای زمین شناسی و تکتونیک از جمله شیب و امتداد لایه ها، گسل ها و

تراستها و ...

5-2) تصحیح نقشه مقدماتی با استفاده از مشاهدات صحرائی و اطلاعات حاصله از مطالعات آزمایشگاهی و

تهیه نقشه زمین شناسی نهائی

6-2) پیاده کردن واحدهای کنترل کننده کانه زائی بر روی نقشه زمین شناسی

3- انجام عملیات نمونه برداری نیمه سیستماتیک در مناطق دارای کانه زایی و برداشتهای زمین شناسی

اقتصادی بر اساس شرح خدمات جهت طراحی شبکه نمونه برداری استفاده از اطلاعات از قبل موجود (از جمله

استفاده از اطلاعات حاصل از فازهای اکتشافی پیشین) بسیار حائز اهمیت است (200 نمونه)

1-3) با استفاده از مطالعات اولیه ابتدا روندهای آلتراسیون، کانه زائی و ساختارهای احتمالی را شناسائی کرده

تا بر اساس آن و بر طبق شرح خدمات در امتداد پروفیل های عمود بر روند این تغییرات نمونه برداری

صورت گیرد.

3-2) همزمان با برداشت این نمونه ها، عملیات اکتشاف چکشی و برداشت های زمین شناسی اقتصادی

صورت خواهد گرفت که از اهم موارد آن شامل:

3-2-1) شناسائی زونهای کانه دار و مشخص کردن آن بر روی نقشه

3-2-2) برداشت نمونه از این زونهای کانه دار جهت آنالیز، تهیه مقطع صیقلی و در صورت لزوم

3-2-3) مطالعه و تعیین شکل، روند و وسعت کانه زائی (طول و عرض) و اندازه گیری شیب و امتداد آن

3-2-4) تعیین ارتباط کانه زائی با نوع واحد سنگی و آلترا سیونها و تعیین ژنر احتمالی کانه

3-3) جهت حصول نتیجه نهائی باید از نتایج بدست آمده در مراحل مختلف کار استفاده شود.

لذا داده های حاصل از مطالعات زمین شناسی، زمین شناسی اقتصادی و چکشی، (ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای،

لیتو ژئوشیمیائی و مطالعات کانی سنگین باید با یکدیگر تلفیق گردند و در یک مجموعه مورد بررسی قرار گیرند

تا مناطق پتانسیل دار که جهت اکتشاف در مراحل بعدی مناسب می باشند شناسائی و جهت مطالعات بعدی

پیشنهاد گردند.

3-4) آنالیز نمونه ها جهت تعیین عیار 10 عنصر پاراژنز (200 نمونه)

3-5) پردازش داده های ژئوشیمی و تهیه نقشه های هم عیار

3-6) تلفیق آنومالی ها و معرفی مناطق امیدبخش اکتشافی

4) انجام عملیات مهندسی اکتشاف شامل

4-1) حفر ترانشه و چاهک اکتشافی به مقدار 300 متر مکعب

4-2) برداشت نمونه ها از ترانشه و چاهک و آنالیز به تعداد 200 عدد

نمونه گیری در طول ترانشه با توجه به توپوگرافی محل معمولاً از پایین به بالا بر اساس نوع کانی سازی و

میزان پراکندگی به صورت تکه ای و شیاری خواهد بود. همزمان با نمونه گیری در طول ترانشه برداشت زمین

شناسی در امتداد آن نیز انجام خواهد شد. در این برداشت، طول ترانشه، شیب لایه بندی، شیب توپوگرافی، فاصله نمونه ها، تعداد و شماره نمونه ها قید می شود.

3-4- برداشت زمین شناسی شامل تفکیک کلیه تغییرات سنگ چینه ای در زون کانه سازی و سنگهای کمربالا و کمر پایین بوده و به صورت یک برش زمین شناسی با مقیاس 1:100، 1:200، 1:500 ترسیم خواهد گردید.

5- آنالیز نمونه ها جهت تعیین عیار 10 عنصر پاراژنز (200 نمونه)

6- عملیات ژئوفیزیکی به روش IP-RS به تعداد 1000 نقطه

7- تلفیق کلیه اطلاعات زمین شناسی و عملیات مهندسی اکتشاف

منابع

- علوی تهرانی.م، باباخانی.ع ، 1371، مطالعات زمین‌شناسی در محدوده ورقه 1:100000 پاگدار سازمان زمین‌شناسی کشور
- نقشه‌های زمین‌شناسی یکصدهزارم اسفندقه، سبزواران، محمدآباد و پاگدار در سازمان زمین‌شناسی کشور.
- اکتشافات ژئوشیمیایی در ناحیه یزد- سبزواران، برگه 7547 (سبزواران) توسط کارشناسان جمهوری چک، در سال 1998 ارائه گردید.
- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه یکصدهزارم اسفندقه که در سال 1379 توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شده است.
- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه یکصدهزارم پاگدار، 1383 ، طرح اکتشافی سیستان و بلوچستان ، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه یکصدهزارم محمدآباد، 1383، طرح اکتشافی سیستان و بلوچستان ، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- گزارش معرفی نواحی امیدبخش زون اسفندقه - دولت آباد، 1385، گروه تلفیق و مدل سازی داده‌های ژئوشیمی اکتشافی، دورسنجی و ژئوفیزیک‌هوایی ورقه‌های یکصدهزارم، سازمان زمین‌شناسی

فصل هفتم

پیوست‌ها

- 1- نتایج نمونه‌های ژئوشیمیایی
- 2- نتایج نمونه‌های کانی سنگین
- 3- نتایج نمونه‌های مینرالیزه
- 4- محاسبات اختلاف و میانگین نمونه‌های تکراری
- 5- نمودارهای کنترلی تامپسون جهت خطاگیری
- 6- نمودار فراوانی - فراوانی تجمعی و جعبه‌ای داده‌های خام
- 7- نمودار فراوانی - فراوانی تجمعی داده‌های نرمال