۳ -۱ - مقدمه

بر اساس تعریف کانی سنگین به کانی هایی گفته می شود که وزن مخصوصی بیش از ۲/۹ گرم بر سانتی متر مکعب، که وزن مخصوص مایع بروموفرم است، داشته باشند. با استفاده از این مایع شیمیایی می توان کانی سنگین را از کانی های سبک تر هم چون کوارتز، فلدسپار و کلسیت جدا نمود.

در بررسی‌های اکتشافی هاله های ثانویه که به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی منطقه‌ای انجام می گیرد، علاوه بر مطالعات ژئوشیمیایی، مطالعه‌ی کانی سنگین نیز به عنوان راهنمای اکتشافی به کار برده می‌شود. تفاوت اساسی دو روش فوق این است که در مطالعه‌ی کانی سنگین فاز کانی‌سازی احتمالی تشخیص داده می‌شود؛ برای مثال یافتن گالن یا کالکوپیریت می تواند به عنوان نشانه کانه سازی سولفوری فلزات پایه محسوب شود. از آن جا که پیدایش یک عنصر در فازهای مختلف ارزش اکتشافی متفاوت دارد، صرفاً اندازه‌گیری کمی آن ملاک نمی باشد؛ هرچند اهمیت آن بسیار بالاتر از هر پایه‌ی اطلاعاتی دیگر است. بنابراین آنالیز شیمیایی یک عنصر و مقادیر غیر عادی بالای آن زمانی می‌تواند راهنمای اکتشافی قرار گیرد که فاز پیدایش آن نیز مشخص باشد. با توجه به مزیت بررسی‌های کانی-سنگین، یعنی اندازه‌گیری مستقیم فراوانی یک فاز معین از یک عنصر خاص، می‌توان از آن به عنوان ابزاری در کوتاه کردن عملیات اکتشافی و نتیجه‌گیری در مورد نقاط پرپتانسیل استفاده نمود.

در مقابل این امتیازات روش اکتشافی کانی سنگین، یک ضعف عمده دارد و آن عدم تحرک فازهای کانیایی نسبت به یون فلزات است. این موضوع باعث می‌گردد هاله‌های کانی سنگین در محدوده‌های معینی گسترش یابند. حال آن که در روش های ژئوشیمیایی تحرک عناصر در هاله های ژئوشیمیایی ثانویه گاه به چندین برابر مساحت کانه سازی اولیه می رسد؛ این امر موجب افزایش چگالی نمونه برداری به منظور کشف کانه سازی در روش اکتشاف از طریق کانی سنگین و در نتیجه افزایش مخارج اکتشافی خواهد شد و لذا اغلب از آن به عنوان لایه ای مستقل در اکتشاف استفاده نمی گردد.

۳ -۲ - طراحی شبکه ی نمونه برداری و برداشت نمونه ها

طراحی شبکه نمونه برداری در منطقه پاریز I جهت برداشت نمونه های کانی سنگین با سه هدف زیر در دستور کار قرار گرفت:

الف) تأیید آنومالی‌های استخراجی با روش ژئوشیمی آبراهه‌ای.

ب) تعیین فاز پراکندگی عناصر مختلف.

ج) پوشش خلأ اطلاعاتی که ممکن است از ضعف روش نمونه‌برداری، آماده سازی و یا آنالیز نمونه های برداشتی در مرحله اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه ای به وجود آید. هم پوشانی اطلاعات حاصله از این دو روش می تواند به دیدی واقعی‌تر از محیط اکتشاف کمک کند.

جهت رسیدن به اهداف فوق اقدام به طراحی شبکه‌ای با ۹۷ نمونه گردید. مختصات این نمونه ها در جدول ۲-۱ در پیوست آمده است. محل این نقاط به گونه‌ای طراحی گردید که حداکثر پوشش را در محدوده ی مورد اکتشاف ایجاد نماید (نقشه ی شماره۳-۱). برداشت نمونه های کانی‌های سنگین هم-زمان با برداشت نمونه های آبراهه ای و در اوایل مرداد ماه ۱۳۸۷ صورت پذیرفت.

در محدوده‌های تعیین شده، برای حصول نتایج بهتر، نمونه‌برداری از نقاطی که دارای شرایط زیر بود انجام گرفت:

الف) عیار کانی‌سنگین در آن بهینه باشد، مانند وسط مسیل‌ها و رودپیچ‌ها.

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

ج) مقدار گل رسوبات حداقل باشد.

در هر نقطه طراحی شده برداشت نمونه از دو محل که حداکثر بیست متر از یکدیگر فاصله دارند انجام شد. در این محل‌ها پس از کنار زدن مواد سطحی چاله‌ای به عمق ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر حفر شد و برداشت از عمق هر چاله و به مقدار حدود ۱۰ لیتر انجام شد. این مقدار در محل با سرند ۲ میلی متر غربال گردید و مقدار باقی مانده که در مجموع به طور متوسط حدود ۸ لیتر می باشد در کیسه‌های مخصوص جمع گردیده و پس از شماره‌گذاری، جهت طی مراحل آماده‌سازی و مطالعه به آزمایشگاه ارسال گردید.

نمونه های کانی سنگین برداشت شده با یک کد پنج رقمی مشخص می شوند. برای هر یک از این نمونه ها نیز شناسنامه ای مانند نمونه های ژئوشیمی آبراهه ای تکمیل و برای استفاده در مراحل تفسیر نگهداری گردید.

۳ -۳ - آماده سازی نمونه ها

نمونه‌ها پس از لاوک شویی در مایعات سنگین که رایج ترین آن ها تترابرمواتان (T.B.E)، با وزن مخصوص ۲/۶ گرم برسانتی متر مکعب و یا تتراکلریدکربن (CCL) با وزن مخصوص ۱/۵۸ گرم برسانتی متر مکعب می باشند غوطه‌ور گردیدند تا بخش های سنگین تر از کانی های سبک جداسازی شوند. بروموفرم با وزن مخصوص ۲/۸۷ گرم برسانتی متر مکعب از دیگر مایعاتی است، که با توجه به قابلیت انحلال آن در تتراکلریدکربن، می توان از آن برای تهیه ی مایعاتی با وزن مخصوص ۱/۵۸ تا ۲/۸۴ گرم برسانتی متر مکعب استفاده نمود.

پس از خشک شدن نمونه های کانی سنگین استخراج شده توسط محلول های سنگین بخش های مختلف آن ها را با روش های مغناطیسی جدا می نمایند. در این روش از اختلاف مغناطیسی بین کانی های مختلف استفاده می شود. مواد را می توان بسته به این که جذب میدان مغناطیسی شده و یا از آن دفع می گردند به سه گروه به شرح زیر رده بندی کرد:

الف) مواد دیامغناطیسی، دارای شدت مغناطیسی کم و یا فاقد خاصیت مغناطیسی

ب) مواد پارامغناطیسی، دارای شدت مغناطیسی متوسط.

ج) مواد فرومغناطیسی، دارای شدت مغناطیسی بالا.

جداسازی براساس کانی های مغناطیسی به وسیله ی دستگاهی به نام جداساز مغناطیسی صورت می گیرد. این دستگاه از یک آهن ربای مغناطیسی تشکیل شده است که باعث ایجاد یک میدان مغناطیسی شده و کانی های دیامغناطیسی و پارامغناطیسی را بسته به شدت جریان و جهت میدان از یکدیگر جدا می سازد.

۳ -۴ - نحوه ی مطالعه کانی های سنگین

دو روش جهت مطالعات کانی های سنگین وجود دارد. البته این به معنای مجزا و مستقل بودن آن ها نیست بلکه روش‌های یاد شده به عنوان مکمل یکدیگر به کار برده می شوند. این روش‌ها عبارتند از:

الف) روش‌های سنتی مبتنی بر تشخیص نوع کانی ها با استفاده از میکروسکوپ دو چشمی و با توجه به خصوصیات فیزیکی کانی ها هم‌چون رنگ، سیستم تبلور، جلا، سختی، رخ، ماکل، شفافیت، وزن مخصوص و مواردی مشابه پایه ریزی گردیده است.

در روش سنتی نحوه ی کار بدین صورت است که ابتدا حجم گروه‌های مختلف یک نمونه را اندازه‌گیری می نمایند. در محدوده ی مورد بررسی مقدار مطالعه شده ی کانی‌های سنگین در نمونه‌های متفاوت از ۰/۵ تا ۱۹ میلی لیتر متغیر است. این مقدار معادل ۱۰ فرض شده و با توجه به نسبت آن در سه گروه (براساس خاصیت مغناطیسی)، تقسیم می‌گردند و مطالعه ی هریک به طور مجزا ادامه می‌یابد. در نمونه های کانی سنگین برداشت شده از محدوده ی مطالعاتی در مجموع ۵۳ کانی گزارش شده است.

ب) روش‌های مدرن، که بر پایه‌ی به کارگیری میکروسکوپ‌های پلاریزان، تهیه‌ی مقاطع صیقلی از کانی های سنگین، استفاده از لامپ مولد نور فرابنفش و استفاده از پراش اشعه X طراحی شده‌اند. بعضاً آنالیز عنصری بخش کنستانتره نیز جهت تشخیص محتوای عنصری با روش های ICP و یا مشابه آن در دستور کار قرار می گیرد. در این پروژه با توجه به کافی بودن و جواب دهی روش های کم هزینه از روش ساده ی سنتی استفاده شد.

۳ -۵ - درصد پراکندگی کانی‌های سنگین

درصد پراکندگی کانی های مورد بررسی در جوامع مختلف نشان می دهد که، مگنتیت (۱۰۰%)، آپاتیت (۱۰۰%)، زیرکن (۱۰۰%)، هماتیت (۱۰۰%)، پیریت اکسید شده (۱۰۰%)، پیروکسن (۱۰۰%)، کانی های دگرسان (۱۰۰%)، کوارتز و فلدسپار (۹۹%~)، هماتیت (۹۱/۸%)، گوتیت (۸۷/۶۳%)، آمفیبول (۸۹/۷%) و اپیدوت (۸۳/۵%) بیشترین فراوانی را دارند. غالب این کانی های سنگین در گروه سنگ سازها بوده که با توجه به گسترش واحدهای آذرین نفوذی و خروجی از آن ها منشأ گرفته اند.

فراوان ترین کانی های عناصر فلزی یا کانه‌های سنگین در محدوده‌ی اکتشافی عبارتند از؛

الف) کانه‌های آهن‌دار: که خود شامل دو زیر گروه سولفیدآهن و اکسیدآهن می‌شوند. پیریت‌اکسید (۱۰۰%)، پیریت (۷۱/۱۳%) و پیریت‌لیمونیتی شده (۴۵/۳۶%) کانی‌های تشکیل دهنده‌ی گروه سولفیدآهن هستند و کانی‌های مگنتیت (۱۰۰%)، هماتیت (۱۰۰%)، گوتیت (۸۷/۶%)، مارتیت (۷۵/۲%)، اولیژیست (۶۳/۹%)، لیمونیت (۴۲/۳%) و ژاروسیت (۶/۲%) نیز در گروه اکسیدهای آهن قرار می‌گیرند.

ب) کانه‌های تیتان‌دار: شامل اسفن (۸۱/۷۵%)، ایلمنیت (۶۸/۰۴%)، لئوکوکسن (۵۲/۵۷%)، روتیل (۴۹/۴۸%) و آناتاز (۵/۱۵%) می‌باشند.

ج) کانه‌های سرب‌دار: در این گروه کانی‌های سروزیت (۳۷/۱۱%)، گالن (۲۸/۸۷%)، سرب خالص (۱۲/۳۷%)، میمتیت (۵/۱۵%)، ماسیکوت (۲/۰۶%)، و کانی مهم ولفنیت (۸/۲۸%) قرار گرفته‌اند.

د) کانه‌های روی‌دار، در این گروه نیز کانی‌های اسمیت‌زونیت (۲۲/۶۸%) و اسفالریت (۱۲/۳۷%) قرار می‌گیرند.

هـ) کانه‌های مس‌دار: شامل کانی‌های مالاکیت (۲۲/۶۸%)، کوولیت (۵/۱۵%)، کریزوکولا (۳/۰۹%)، بروکانتیت (۱/۰۳%)، آزوریت (۲/۰۶%)، کالکوپیریت (۸/۲۵%)، مس‌خالص (۲/۰۶%) و کالکوسیت (۵/۱۵%) و می‌باشند.

و) طلا در ۱۳/۴۰% از نمونه‌های اخذ شده قابل رؤیت می‌باشد که مقدار آن قابل تأمل می‌باشد.

ز) نکته‌ی مهم و جالب توجه، حضور فراوان کانی‌های باریت (۷۶/۲۹%) و فلوریت (۱۲/۳۷%) در منطقه می‌باشد.

از میان کانه‌های سنگین فوق درصد انواع آهن‌دار بیش‌ترین فراوانی را دارند اما با توجه به این‌که چنین کانه‌هایی در غالب واحدهای سنگی به وفور وجود دارند و علاوه بر آن زمینه‌ی مستعدی جهت کانه-سازی آهن در منطقه وجود ندارد، پس می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که بر اساس نتایج کانی‌های سنگین طلا، مس، سرب، روی و عناصر همراه آن دارای ارزش اکتشافی هستند.

۳ -۶ - تبدیل مقادیر کیفی کانی‌های سنگین به مقادیر عددی (گرم بر تن)

بسیاری اوقات در کارهای ژئوشیمیایی احتیاج به مقادیر عددی کانی‌ها (گرم بر تن) می‌باشد. این در حالی است که مقادیر کانی‌های سنگین به طور عددی معلوم نبوده و به صورت کیفی گزارش می‌گردند که اسکن این مطالعات در شکل ۳-۱ پیوست آمده است.. برای رفع این نقیصه با استفاده از فرمول‌هایی که جهت تبدیل مقادیر کیفی به کمی ارایه گردیده‌اند، سعی شد تا محتوای هر نمونه به صورت گرم بر تن مشخص شود.

تدین (۱۳۶۱)، این مهم را برای اولین بار انجام داده است. براساس روش وی در آزمایشگاه کانی-های‌سنگین سازمان زمین‌شناسی کشور، نمونه‌هایی به منظور مطالعه و بررسی کانی‌های موجود در نمونه، همراه با عیار حجمی آن‌ها، نسبت درصد حجمی کانی‌های مورد مطالعه در نمونه نیز، ارایه می‌گردند. از آن‌جایی‌که این سبک بررسی جواب‌گوی اهداف مورد نظر در منطقه نمی‌باشد لذا محاسبه‌ی وزنی و تعیین میزان وزنی هر کانی در نمونه‌های مورد مطالعه برحسب گرم‌برتن و به تبع آن تعیین ذخیره‌ی اقتصادی کانی مورد نظر امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. بنابراین اقدام به محاسبه‌ی عیار بر حسب گرم‌برتن در این سری نمونه‌ها گردیده است. هریک از فاکتورهای مربوط به کانی‌سنگین به صورت زیر تعریف می‌شوند:

A: کل نمونه‌ی برداشت شده از صحرا (سانتی‌متر مکعب) ؛

B: کل نمونه بعد از شستشو (سانتی‌متر مکعب) ؛

C: مقدار نمونه‌ی مورد مطالعه (سانتی‌متر مکعب) ؛

Y: مقدار نمونه‌ی مورد مطالعه بعد از جدایش با بروموفرم (سانتی‌متر مکعب) ؛

X: درصد حجمی کانی‌های مطالعه شده که به صورت یک عدد و با نمادهای Pts (کمتر از ۰/۱ درصد) و d (۰/۵ درصد) ، عنوان می‌شوند. تعیین میزان تقریبی درصد حجمی کانی‌های مطالعه شده در هر نمونه با توجه به اشکال استاندارد می‌باشد.

اگر مقدار درصد حجمی کانی‌سنگین مطالعه شده X، را در مقدار نمونه‌ی مورد مطالعه بعد از جدایش با بروموفرم Y، ضرب کنیم، مقدار کانی برحسب میلی‌لیتر به دست می‌آید. از طرفی این مقدار کانی-سنگین در مقدار C سانتی‌متر مکعب نمونه‌ی مطالعه شده می‌باشد. با توجه به متمرکزشدن نمونه بعد از

شستشو و با پیداکردن نسبت کسرشدن حجمی نمونه در اثر شستشو، می‌توان مقدار کانی را به کل نمونه‌ی برداشت شده از زمین تعمیم داد.

مقدار نمونه‌ی مورد مطالعه در حجم غیر متمرکز = نسبت کسرشدن حجمی نمونه در اثر شستشو × مقدار نمونه‌ی مورد مطالعه

$$C \times \frac{A}{B} = \frac{CA}{B}$$

با توجه به فاکتورهای بالا و طبق تناسب زیر می‌توان مقدار کانی را در کل نمونه‌ی برداشت شده از صحرا به دست آورد:

مقدار نمونه	مقدار هر کانی
$C \times \frac{A}{B}$	$X \times Y$
$X = \frac{X.Y.B}{C}$	A

که با حذف A از صورت و مخرج فرمول به صورت زیر در می‌آید:

مقدار هر کانی در کل نمونه برداشت شده در صحرا برحسب سانتی‌متر مکعب $= \frac{X.Y.B}{C}$

برای پیداکردن مقدار گرم در تن کانی از تناسب زیر می‌توان استفاده کرد:

حجم هر کانی در کل نمونه	حجم کل نمونه برحسب سانتی‌متر مکعب
$\frac{X.Y.B}{C}$	A
$ppm = \frac{X.Y.B.10^6}{A.C}$	10^6

پس رابطه‌ی کلی تعیین گرم بر تن کانی‌های سنگین به صورت زیر است:

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

که D و D' به ترتیب وزن مخصوص کانی و وزن مخصوص رسوب می‌باشند. وزن مخصوص رسوب معمولاً ۲/۷ گرم بر تن انتخاب می‌شود. در مورد کانی‌های سنگین برداشت شده از محدوده‌ی پاریز I بعد از مطالعه‌ی کانی‌شناسی و هم‌چنین تعیین میزان حجمی کانی‌ها در هر نمونه، با استفاده از این فرمول مقدار کمی کانی‌های مختلف به‌دست آمده که در جدول ۳-۱ پیوست گزارش شده است. با انجام تبدیل فوق، از این پس، پردازش‌های آماری و تهیه‌ی نقشه‌های پراکندگی کانی‌ها بر اساس این اعداد صورت می‌پذیرد.

۳-۷- پردازش داده‌های کمی

برای آن‌که چگونگی توزیع و پراکندگی عناصر مختلف، ارتباط آن‌ها با واحدهای سنگی و هم‌چنین ارتباط میان کانی‌های مختلف با یکدیگر و از همه مهم‌تر کشف فاز کانه‌زایی‌های احتمالی عناصر در این منطقه مشخص گردد، نیاز به اعمال یک سری روش‌های آماری، تهیه‌ی نقشه‌های پراکندگی و راه‌کارهای دیگری که بتواند در کشف وضعیت کانه‌زایی منطقه کمک نماید، می‌باشد.

برخی از روش‌های آماری تک‌متغیره، مانند تعیین میانگین، میانه، انحراف از معیار، واریانس، چولگی و کشیدگی، و برخی از آنالیزهای مفید چندمتغیره هم‌چون همبستگی و آنالیزخوشه‌ای برروی مقادیر کمی کانی‌های سنگین انجام شده است که نتایج آن‌ها در زیر بررسی می‌شوند. لازم به یادآوری است که تعداد پایین روش‌های اعمالی به دلیل آن است که پردازش‌های پیچیده با توجه به تعداد و ماهیت داده‌های کانی‌سنگین مفید واقع نخواهد شد. لذا برای رسیدن به این اهداف به صورت زیر عمل گردید:

الف) دخیل نمودن ۵۳ متغیر در پردازش‌ها خود باعث ایجاد مشکل در تفسیرها می‌گردد، لذا جهت سهولت کار اقدام به تعریف متغیرهای جدیدی گردید. از آن جمله تمامی کانی‌های سرب‌دار، روی‌دار، مس‌دار، تیتان‌دار، کانی‌های اکسید و هیدروکسیدآهن و کانی‌های سولفیدآهن به طور مجزا با یکدیگر و به عنوان یک گروه در پردازش وارد گردید که با انجام این ادغام جوامع بزرگی تولید گردیدند. علاوه بر

گروه‌های فوق کانی‌های سنگ‌ساز آذرین و دگرگونی اصلی نیز به لحاظ تعیین ارتباط واحدهای سنگی خاص با کانه‌زایی احتمالی مدنظر قرار گرفتند.

ب) پارامترهای آماری تک‌متغیره، با توجه به دو اصل کارآمدی پارامتر و وجود داده‌های کافی جهت یافت پاسخ مناسب، برروی داده‌ها اعمال گردیدند.

ج) برای آن‌که ارتباط میان کانی‌های مختلف روشن گردد همبستگی ناپارامتری و نمودار خوشه‌ای برروی نمونه‌ها انجام شد.

در ادامه نتایج حاصل از این پردازش‌ها پرداخته می‌شود.

۳ -۷ -۱ - کانی مس دار

هر چند مس یکی از مهمترین پتانسیل‌های کانی‌سازی در منطقه پاریز I می‌باشد، اما در نمونه‌های مطالعه شده، به لحاظ فراوانی بعد از کانی‌های سرب‌دار قرار می‌گیرد. این موضوع می‌تواند حاصل مقاومت و وزن مخصوص نسبتاً پائین‌تر این کانی‌ها باشد.

در منطقه پاریز I مالاکیت فراوان‌ترین کانی مس‌دار است. بعد از آن کالکوپیریت، با حضور در ۸ نمونه اهمیت دارد. بیشترین تعداد ذرات مالاکیت تشخیص داده شده در نمونه ۲۵۴۷۱ به تعداد ۱۷۰ ذره و در نمونه ۲۵۴۷۰ به ۵۰ ذره می‌باشد. تعداد کالکوپیریت در نمونه ۲۵۴۷۲, ۱۲ ذره گزارش شده است و در نمونه ۲۵۴۷۱ نیز ۷ ذره از این کانی مشاهده شده است. نمونه‌های یاد شده همگی از بخش‌های جنوب شرقی معدن مس دره زار برداشت شده و لذا بالارفتن تعداد نمونه‌ها می‌تواند حاصل به هم ریختگی و آلودگی ناشی از استخراج معدن باشد.

نقشه پراکندگی مقادیر کمی کانی‌های مس‌دار نیز تایید کننده آن است که عمده‌ی کانی‌های مس مربوط به دره‌های قطع کننده معدن دره زار می باشد. این دره ها و معدن منطبق با رخنمون‌های گرانودیوریتی منطقه هستند. بر این اساس می‌توان چنین بیان داشت که کانه‌سازی مس در پاریز I حاصل نفوذ توده‌های نفوذی اسیدی گرانودیوریتی بوده و فاز اولیه سولفیدی می‌باشد و تحت تاثیر فرآیندهای محیطی و برون زاد به انواع ثانویه، به ویژه مالاکیت و آزوریت تبدیل شده‌اند.

تمرکز دیگر کانی‌های مس‌دار در بخش‌های جنوب شرقی منطقه و در محدوده روستای باغ خشک قراردارد. ترکیب و نوع کانی‌شناسی این نمونه‌ها نیز با آن چه در مورد دره زار گفته شد مشابه است(نقشه ۳ -۲).

بیشینه مقدار کمی مس در نمونه‌های مطالعه شده به ۳۷ گرم در تن می‌رسد که برای مقادیر کانی سنگین جالب توجه است (جدول ۳ -۲) در ۷۷/۳ از نمونه‌های اخذ شده هیچ نوع کانی سنگینی از مس دیده نمی‌شود.

جدول ۳ -۲ پارامترهای آماری کانی های مس دار

Parameter	Values
Minimum	0.00
Maximum	37.76
Mode	0.00
Median	0.00
Mean	1.00
Skewness	6.80
Kurtosis	51.38
Persent of Samples Containing Minerals	22.68

۳ -۷ -۲ - طلا و کانی‌های همراه

طلا به عنوان مهمترین عنصر هدف اکتشاف در این محدوده از فراوانی نسبتاً خوبی برخوردار می‌باشد. مقدار این عنصر در بیشینه خود و پس از تبدیلات کمی به ۱۲۰ گرم در هزار تن می‌رسد که حایز اهمیت می‌باشد(جدول ۳ -۳). بیشتر تعداد ذرات طلای مشاهده شده در نمونه ۲۵۴۷۴ بود که ۴ عدد است. این نمونه نیز در ارتباط مکانی معدن دره زار می‌باشد(نقشه ۳ -۳).

جدول ۳ -۳ پارامترهای آماری کانی طلا

Parameter	Values
Minimum	0.00
Maximum	0.12
Mode	0.00
Median	0.00
Mean	0.01
Skewness	3.58
Kurtosis	13.01
Persent of Samples Containing Gold	13.40

اندازه دانه‌های مشاهده از ۸۲ میکرون تا ۱۰۰۰ میکرون متغیر است. با این حال بخش عمده از کل ۱۹ ذره طلای مشاهده شده در منطقه اندازه‌ای کمتر از ۲۵۰ میکرون دارند. ذرات مشاهده شده اغلب به لحاظ کرویت، منشوری تا نیمه منشوری (Prismoidal to Subprismoidal) هستند و به لحاظ گرد شدگی نیز نیمه زاویه دار تا نیمه گرد شده هستند. این اشکال و صفات نشان از تاثیر نسبتاً اندک فرسایش و به عبارت نزدیکی منشاء کانی‌سازی به محل برداشت نمونه‌ها دارند.

شکل این ذرات اغلب فیلمی و لامپی و تنها یک ذره به حالت اسفنجی می‌باشد.

به لحاظ توزیع جغرافیایی هم خوانی مناسبی بین پراکندگی طلا با مس وجود دارد . دره معدن دره زار، دره شرقی دره زار و محدوده باغ خشک محل اصلی تمرکز نمونه‌های طلادار هستند.

علی رغم حضور مناسب طلا در محدوده کانی‌هایی که اغلب آن را همراه می‌کنند و به اصطلاح ردیاب محسوب می‌شوند، حضور چندان شاخصی در منطقه ندارند. تنها ژاروسیت در ۶ نمونه دیده شده(جدول۳-۴) که همگی این نمونه ها در پایین دست معدن دره زار قرار دارند. توجه گردد که ژاروسیت یک کانی ثانوی است که در صورت وفور کانی‌های سولفوری و حضور آب فراوان ایجاد می گردد. لذا ایجاد کانی‌های ژوراسیت را می‌توان به شرایط محیطی نسبت داد و تاثیر سیالات گرمایی در ایجاد آن چندان محتمل نیست(۴ -۳).

جدول ۳ -۴ پارامترهای آماری کانی های همراه طلا(ژوراسیت)

Parameter	Values
Minimum	0.00
Maximum	39.80
Mode	0.00
Median	0.00
Mean	1.84
Skewness	4.00
Kurtosis	15.04
Persent of Samples Containing Minerals	6.19

۳ -۷ -۳ - کانی‌های سرب دار

در ۵۸/۷۶%از نمونه‌های اخذ شده در منطقه پاریز I حداقل یک نوع از کانی‌های سرب‌دار دیده می‌شود (جدول ۳ -۵). مقدار معادل سازی شده این کانی در بیشینه خود به ۲۶/۹۱ گرم در تن می‌رسد که مقدار همین پارامتر در مس کمتر است، اما میانگین آن به ۱/۵ گرم در تن می‌رسد که از مس بالاتر می‌باشد. گالن فراوان‌ترین کانی سرب در نمونه‌های مطالعه شده است. تعداد ذرات تشخیص داده شده این کانی در نمونه ۲۵۴۲۷ به ۱۵ و در نمونه‌های ۲۵۴۴۸، ۲۵۴۲۹ و ۲۵۴۶۶ به ۱۰ ذره می‌رسد. نمونه‌های دارای مقادیر بیشینه ذرات گالن همگی در آبراهه‌ی قطع کننده معدن دره زار و دره شرق آن قرار دارند(نقشه ۳ -۴).

جدول ۳ -۵ پارامترهای آماری کانی های سرب دار

Parameter	Values
Minimum	0.00
Maximum	26.91
Mode	0.00
Median	0.00
Mean	1.50
Skewness	4.73
Kurtosis	24.71
Persent of Samples Containing Minerals	41.24

نکته جالب توجه در پراکندگی کانی‌های سنگین محدوده وجود دو نوع پراکندگی از این عنصر در منطقه می‌باشد؛ بدین صورت که گالن و سروزیت مهمترین کانی‌های رخداد یافته در بخش غربی محدوده اکتشافی و در نزدیکی معدن دره زار هستند. این در حالی است که بخش‌های شرقی سرب آزاد به عنوان مهمترین کانی‌شناخته شده در نمونه‌های کانی سنگین برداشتی می‌باشد. این موضوع می‌تواند نشانه‌ای از تفاوت سیستم‌های کانه‌سازی این عنصر در این بخش‌ها بوده و یا حاصل تکامل سیالات کانه‌دار باشد. بیشترین مقدار سرب آزاد در نمونه ۲۵۴۸۸ به تعداد ۳ ذره مشخص گردید. این نمونه در شمال روستای باغ خشک قرار داشته و با مقادیر قابل توجهی کانی‌های مس، مولیبدن و حتی طلا همراه می‌گردد.

۳ -۷ -۴ - کانی‌های سنگین روی دار

زود فرسایی و مقاومت شیمیایی کم کانی‌های روی دار باعث می‌گردد تا نتوان آنها را با تعریف کلاسیک کانی‌های سنگین مقایسه نمود. اما در عین حال هر گاه در محدوده‌ای مقدار و منابع تامین این کانی‌ها گسترده باشند بخشی از آن در محیط باقی‌مانده و در نمونه‌های مطالعه شده کانی‌سنگین گزارش می‌شوند. با این تفسیر حضور اسفالریت و اسمیت‌زوتیت به تنهایی و یا تواماً در بیش از یک چهارم نمونه‌ها دلیلی جز وجود کانه‌سازی نسبتاً وسیع آن در منطقه نمی‌تواند داشته باشد. نکته با اهمیت در مورد پراکندگی کانی‌های روی دار آن است که تقریباً تمامی این کانی‌های در بخش غربی منطقه و در مجاورت توده‌های نفوذی ایجاد کننده معدن دره‌زار مشخص گردیده‌اند(نقشه ۳ -۵).

نمونه ۲۵۴۲۷ با ۲ ذره اسفالریت و ۶ ذره اسمیت زونیت و همچنین نمونه ۲۵۴۲۹ با ۱ ذره اسفالریت و ۵ ذره اسمیت‌زوتیت بیشترین مقدار کانی‌های روی را، به لحاظ تعداد، در خود دارد و بعد از آنها نمونه‌ها ۲۵۴۶۶، ۲۵۴۴۸ و ۲۵۴۴۹ اهمیت بالایی دارند.

پارامترهای آماری محاسبه شده از مقادیر کمی کانی‌های روی دار (جدول ۳-۶). عیار نسبتاً پائینی نسبت به سایر کانی‌ها در خود دارد و مقدار میانگین آن ۰/۲۴ گرم در تن بوده که نسبت به مس یک چهارم و سرب یک ششم می‌باشد. مقدار بیشینه‌ی آن نیز از ۴/۷۸ گرم در تن فراتر نمی‌رود که به نسبت مس و سرب کاهش قابل ملاحظه‌ای دارد.

جدول ۳ -۶ پارامترهای آماری کانی های روی دار

Parameter	Values
Minimum	0.00
Maximum	4.78
Mode	0.00
Median	0.00
Mean	0.24
Skewness	4.92
Kurtosis	26.13
Persent of Samples Containing Minerals	26.80

۳ -۷ -۵ - کانی‌مولیبدن‌دار

کانی‌های مولیبدن‌دار چندان در میان کانی‌های سنگین معمول نیستند. اما ۱۱/۳% از نمونه‌های اخذ شده منطقه اکتشافی پاریز I دارای ولفنیت یا مولیبدنیت می‌باشند. هیچ یک از نمونه‌های اخذ شده این کانی‌ها را توام با یکدیگر در خود ندارند.

مولیبدینت در نمونه‌های ۲۴۴۷۲، ۲۵۴۷۰ که از بخش شرقی معدن دره‌زار اخذ شده‌اند دیده می‌شود. در مقابل ولفنیت که مولیبدات سرب است، در اطراف باغ خشک و همچنین آبراهه شرق دره‌زار تمرکز اصلی دارند(نقشه ۳ -۶).

عیار میانگین کانی‌های مولیبدن‌دار ۰/۱۶ گرم در تن بوده که در میان کانی‌های بررسی شده کمترین عیار دارد. مقدار بیشینه کمی این کانی نیز ۴/۲۹ گرم در متن می‌باشد(۳ -۷).

جدول ۳ -۷ پارامترهای آماری کانی های مولیبدن دار

Parameter	Values
Minimum	0.00
Maximum	4.29
Mode	0.00
Median	0.00
Mean	0.16
Skewness	4.97
Kurtosis	26.11
Persent of Samples Containing Minerals	11.34

۳ -۸ - بررسی همبستگی میان کانی‌ها

جهت تعیین ارتباط میان کانی‌های مختلف اقدام به بررسی همبستگی میان آنها گردید. جدول۳-۸ نتایج این همبستگی را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های این جدول کانی‌های سرب و روی دارای بیشترین همبستگی بوده و بعد از میان ژاروسیت و مس همبستگی معنی‌دار و بالا دارد. این ارتباط به لحاظ ژنتیکی نیز کاملاً معقول و قابل توجیه شود.

از سوی دیگر طلا نیز با عناصر مولیبدن، روی و سرب همبستگی مناسب و خوبی دارد. به طور کلی بر اساس نتایج این تحقیق و پردازش سرب، روی، طلا و مولیبدن دارای ارتباط ژنتیکی مناسبی با یکدیگر هستند. این در حالی است که مس حداقل در کانی‌های سنگین خود را جدا می‌سازد.

جدول ۳ -۸ همبستگی میان عناصر کانی سنگین

	Jarosite	Lead Minerals	Copper Minerals	Zinc Minerals	Molebdenum Minerals	Fe Oxide	Fe Sulfide	Gold
Jarosite	1	-0.02	0.67	0.06	-0.03	-0.12	0.11	0.05
Lead Minerals		1	0.03	0.93	0.41	0.09	0.00	0.45
Copper Minerals			1	0.15	-0.02	-0.01	0.24	0.03
Zinc Minerals				1	0.40	0.02	0.06	0.47
Molebdenum Minerals					1	0.00	-0.01	0.56
Fe Oxide						1	0.34	0.11
Fe Sulfide							1	0.05
Gold								1

۳ -۹ - آنالیز خوشه‌ای

شکل ۳-۲ نمودار خوشه‌ای حاصل از پردازش کانی‌های با اهمیت تر در محدوده پاریز I را نشان می‌دهد بر این اساس می‌توان خوشه‌های ذیل را تفکیک نمود.

الف - مالاکیت، آزوریت، کالکوسیت، کریزوکولا، کوولیت، کالکوپیریت، مولیبدنیت و ژوراسیت همبسته می‌باشند. این مجموعاً با توجه به وابستگی بسیار جالب و منطقی کانی‌های مس‌دار قابل توجیه بوده و به عبارتی می‌تواند صحت پردازش از سویی و تفاوت‌های حداقل محلی کانه‌سازی مس را در منطقه نشان دهد.

ب - خوشه دوم شامل شیلیت، پوولیت، باریت، سرب آزاد، بروکانتیت، سولفیدهای آهن، اکسیدهای آهن و مس آزاد هستند. این گروه حد واسط خوشه‌های الف و ج بوده و می‌تواند ناشی از تکامل تدریجی سیال کانه‌دار باشد.

ج - خوشه سوم را میمتیت، ولفنیت، طلا، سروسیت، اسمیت‌زونیت، گالن، اسفالریت، ماسیکوت و فلوریت بوده و به نظر شاخص نوعی کانی‌سازی در منطقه می‌باشند.

در معرفی نواحی امید بخش بر اساس نتایج مطالعات کانی‌سنگین و با توجه به کلیه نتایج و تفاسیر فوق می‌توان به طور کلی بیان نمود که کانی‌های سنگین منطقه می‌توانند حضور کانی‌سازی را در محدوده با احتمال بسیار بالا حدس زد وجود مقادیر بالای کانی‌های سنگین و ارتباط آنها با یکدیگر چنین تئوری را در ذهن تداعی می‌نماید. بر این اساس دو محدوده کلی به عنوان نواحی امید بخش معرفی می‌شود.

الف - ناحیه معدن دره‌زار: شامل آبراهه‌های موازی غرب محدوده که با حضور و نفوذ توده گرانیتوئیدی همراهی می‌شود. این محدوده به لحاظ حضور مس، طلا، سرب، روی، آنومال و قابل کنترل است، لذا بررسی کل محدوده به صورت چکشی و مقدماتی در دستور کار قرار می‌گیرد.

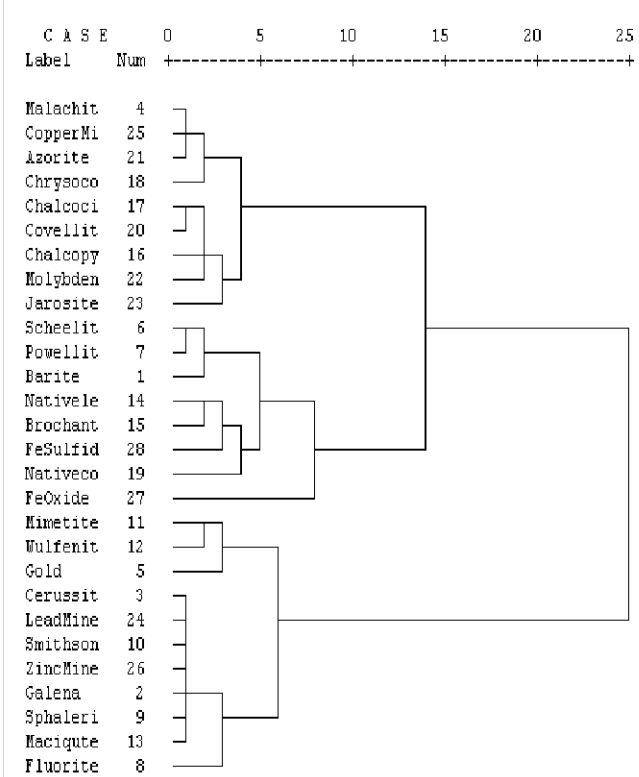
ب - منطقه باغ خشک در شرق محدوده: در این بخش آنومالی نسبتاً قوی کانی‌های سنگین عناصر سرب، روی، طلا و مولیبدن می‌باشد. به نظر در این محدوده کانی‌سازی تفاوت‌هایی با بخش‌های غربی دارد که قابل کنترل می‌باشد.

شکل ۳ -۲ نمودار خوشه ای کانی های سنگین در محدوده مورد مطالعه

* 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 Ward Method

Rescaled Distance Cluster Combine



Abbreviated Name	Extended Name
Brochant	Brochantite
Cerussit	Cerussite
Chalcoci	Chalcocite
Chalcopy	Chalcopyrite
Chrysoco	Chrysocolla
CopperMi	CopperMinerals
Covellit	Covellite
FeSulfid	FeSulfide
LeadMine	LeadMinerals
Malachit	Malachite
Molybden	Molybdenite
Nativeco	Nativecopper
Nativele	Nativelead
Powellit	Powellite
Scheelit	Scheelite
Smithson	Smithsonite
Sphaleri	Sphalerite
Wulfenit	Wulfenite

۳ -۱۰ - تهیه نقشه ها

بر خلاف آن چه در اکتشافات ژئوشیمی آبراهه ای اعمال و استفاده می شود، نمی توان به راحتی و با استفاده از متد های آماری کلاسیک اقدام به جدا سازی بخشی از نمونه ها به عنوان ناهنجاری و نواحی آنومال نمود. بسیار اتفاق می افتد که نمونه ای که صرفا یک ذره طلا در خود دارد مربوط به حوضه ای با رخنمون ارزشمند از رگه های طلا دار باشد و این در حالی است که اگر با سایر نمونه ها مقایسه می گردید احتمال حذف آن وجود داشت. لذا در این پروژه برای رسم نقشه ها از روش درصد کانیایی(Mineral Perecent) استفاده شد. بدین صورت که مقادیر کمی هر کانی را بر بیشینه آن کانی در کل نمونه ها تقسیم نموده و سپس مقدار حاصله را در عدد ۱۰۰ ضرب می کنند. اعداد حاصله در فاصله ۰ تا ۱۰۰ می باشد. غالبا از مقدار صفر تا یک صرف نظر شده و برای بقیه بازه ۱ تا ۱۰۰ نقشه مربوطه رسم می گردد.

جهت کاهش تعداد نقشه‌ها کانی‌های عناصر مشابه با یکدیگر در یک نقشه نشان داده می‌شود. در این صورت قطر دایره درصد کلی و مجموع کانی‌های آن عنصر را نشان می‌دهد و کمان‌های مختلف هر دایره سهم هر یک از کانی‌ها را در مقدار کل نشان می‌دهد.

۳ -۱۱ - نتیجه گیری

بر اساس آنچه که در پردازش کانی های سنگین آمده است و با در نظر گرفتن نقشه پراکندگی کانی های فلزی و پراهمیت، می توان دو محدوده اصلی و ارزشمند را در محدوده پاریز I به عنوان نواحی امید بخش معرفی نمود.

محدوده اول: که معدن دره زار و نواحی اطراف آن را شامل می‌شود، محل اصلی تمرکز اکثر کانی‌های سنگین فلزی بوده و تراکم نمونه های کانی سنگین طلا دار نیز در آن نسبتا بالا می‌باشد(نقشه ۳ -۷).

محدوده دوم: که اطراف باغ خشک را در بر می گیرد که کانی های مولیبدن، مس، سرب و طلا در این محدوده با شدت کمتری نسبت به محدوده اول دیده می شود.

علاوه بر دو محدوده فوق، به صورت پراکنده در بخش های مرکزی و شمال شرق نیز آثاری از کانی های سنگین دیده می شوند که با توجه به عدم همراهی با آنومالی های قابل توجه ژئوشیمی و همچنین توزیع اندک این کانی ها در مراتب بعدی اهمیت قرار می گیرد.