۳-۱- مقدمه

در بررسی‌های اکتشافی ناحیه‌ای که به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی منطقه‌ای وسیع صورت می‌گیرد، علاوه بر مطالعات ژئوشیمیایی، مطالعه‌ی کانی سنگین نیز به عنوان راهنمای اکتشافی به کار برده می‌شود. تفاوت اصلی و اساسی این دو روش در آن است که در مطالعه‌ی کانی سنگین فاز کانی‌سازی، احتمالی تشخیص داده می‌شود. برای مثال یافت گالن یا کالکوپیریت می‌تواند ما را به اکتشاف کانی‌سازی سولفوری فلزات پایه هدایت کند. حال آن که در روش ژئوشیمیایی مقدار یک عنصر خاص در یک نمونه اغلب بدون توجه به کانی شناسی آن مورد توجه قرار می‌گیرد. از آنجا که پیدایش یک عنصر در فازهای مختلف ارزش اکتشاف متفاوت دارد، صرفاً اندازه‌گیری کمیت آن ملاک نمی‌باشد هرچند اهمیت آن بسیار بالاتر از هر پایه‌ی اطلاعاتی دیگر است. بنابراین آنالیز شیمیایی یک عنصر و مقادیر غیر عادی بالا 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 پر پتانسیل استفاده نمود. البته در مقابل این امتیازات روش کانی سنگین یک نقطه ضعف عمده دارد و آن عدم تحرک فازهای کانیایی نسبت به یون فلزات است. این امر باعث می‌گردد که هاله‌های کانی سنگین در محدوده‌های معینی گسترش یابند.

براساس مقدمه‌ی فوق و در نظر گرفتن مزایا و معایب این روش با سه هدف اقدام به انجام نمونه‌برداری کانی سنگین از منطقه گردید که عبارتند از:

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 و آماده‌سازی اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای به وجود آید و لذا تلفیق اطلاعات حاصله از این دو روش می‌تواند به دیدی واقعی‌تر از محیط مورد اکتشاف کمک کند.

۳-۲- طراحی شبکه‌ی نمونه‌برداری و برداشت نمونه‌ها

جهت رسیدن به اهداف تشریح شده ی فوق، برداشت نمونه‌های کانی سنگین اقدام به طراحی شبکه‌ای با ۲۳۹ نمونه گردید (نقشه ۲ پیوست). محل این نقاط به گونه‌ای در نظر گرفته شد که حداکثر پوشش را در ناحیه‌ی

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

ج) جهت تشخیص ارتباط میان کانی‌های سنگین تشخیص داده شده در نمونه‌ها با واحدهای سنگی خاص اقدام به بررسی یک به یک شماره نمونه‌هایی گردید که در آن‌ها نوعی از کانی‌های با ارزش تشخیص داده شده بود تا بدین ترتیب سنگ بالا دست هر نمونه شناسایی و احتمال کانه‌زایی و به علاوه فاز آن در سنگ‌های مختلف مشخص گردد.

د) برای آن که ارتباط میان کانی‌های مختلف روشن گردد همبستگی ناپارامتری، نمودار خوشه‌ای و آنالیز فاکتوری برروی نمونه‌ها انجام شد.

در ادامه به گزارش نتایج حاصله از این پردازش‌ها به تفکیک عناصر می‌پردازیم:

۳-۵-۱- کانی‌های سرب، مولیبدن

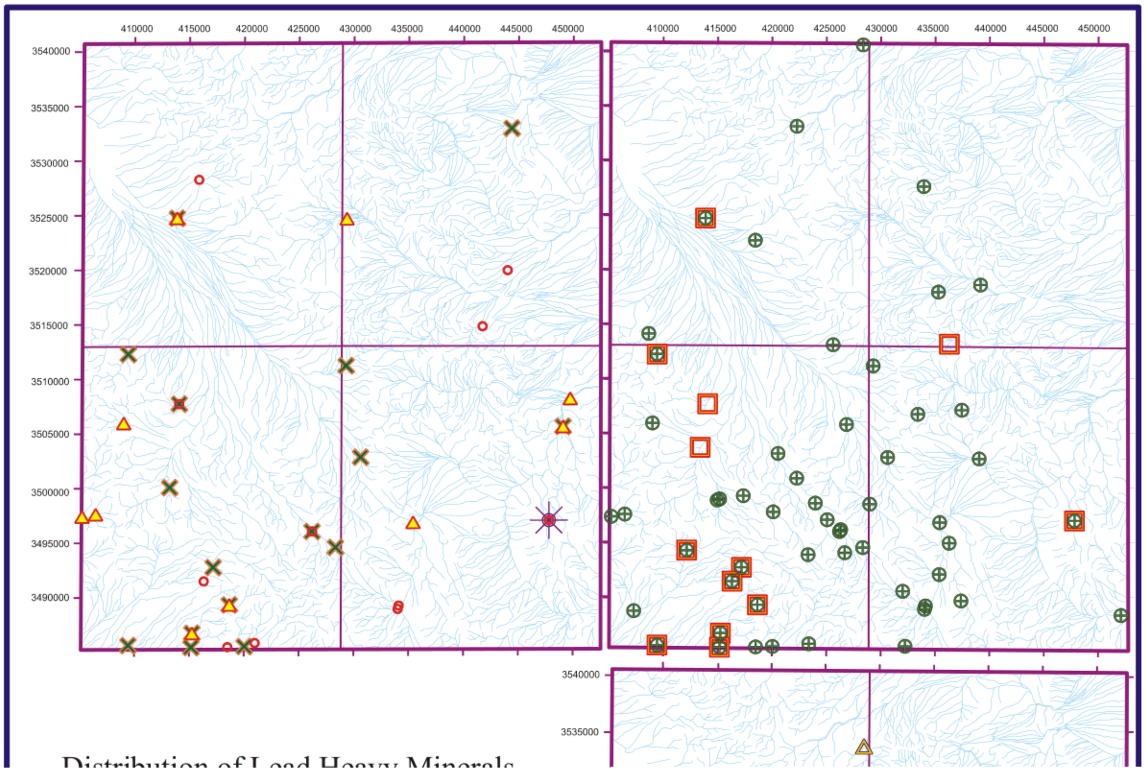
در بالا عنوان گردید که سرب مهم‌ترین کانی تشخیصی در منطقه است و درصد فراوانی به تفکیک کانی‌های این عنصر نیز ذکر شد. جدول ۳-۱ پارامترهای آماری تک متغیره را برای مجموع مقادیر کمی این کانی‌ها نشان می‌دهد. این مقادیر حکایت از توزیع بسیار غیر نرمال داده‌ها داشته ولی در عین حال مقایسه‌ی مقادیر آن با جداول سایر عناصری که در ادامه خواهد آمد مؤید فراوانی کانی‌های سرب‌دار، بیش از هر کانی فلزی که احتمال کانه‌زایی در منطقه را دارد، می‌باشد. بر اساس حضور و فراوانی کانی‌های این عنصر می‌توان بدین نتیجه رسید که حداقل در سطوح بالایی، کانه‌زایی در فاز اکسیدی به ویژه به صورت کانی‌های ماسیکوت و لیتارژ ظهور یافته است ولی با توجه به حضور گالن می‌توان به این نتیجه رسید که کانه‌زایی اولیه از نوع سولفیدی بوده که تنها در بخش‌های سطحی‌تر، به دلیل تأثیر فرآیندهای محیطی و اکسیداسیون تغییر ماهیت یافته‌اند.

جدول ۳-۱- پارامترهای تک متغیره‌ی کانی‌های سرب‌دار

Pb Minerals	
Mean	0.1233 ppm
Median	0 ppm
Std. Deviation	0.7399 ppm
Variance	0.5474 ppm^2
Skewness	11.487
Kurtosis	141.238
Minimum	0 ppm
Maximum	9.9 ppm

به جهت تعیین ارتباط کانه‌های سرب موجود در نمونه‌ها با نوعی خاص از سنگ‌های منطقه، تمامی شماره نمونه‌های حاوی این کانی‌ها مشخص و با مراجعه به نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه ارتباط کلی این نمونه‌ها با واحد سنگی مختلف بررسی گردید. این امر موجب تشخیص این مهم شد که غالب نمونه‌های سرب‌دار، فارغ از نوع کانی، با واحد سنگی دولومیتی تریاس (TR_{sh}^{dl}) و یا به عبارتی سازند شتری در ارتباط هستند و تنها تعداد معدودی از چنین نمونه‌هایی در بالادست خود فاقد این سازند هستند. بعد از شتری بیشترین تکرار سنگ بالادست مربوط به سازند ماسه‌سنگی، شیل‌دار کرتاسه (J^{ssh}) یعنی سازند شمشک می‌باشد. بقیه‌ی سازندها به صورت متناوب در نمونه‌ها تکرار شده و هیچ یک به لحاظ حضور در بالادست نمونه‌های کانی سرب‌دار با دو سازند مذکور قابل رقابت نیستند. با این حال وجود دو نمونه در پایین‌دست سنگ‌های آذرین اسیدی منطقه (g) و چند نمونه در ارتباط با سازندهای ماسه‌سنگی پروتروزوئیک پایینی، قابل توجه و گزارش است.

تصویر ۳-۱ نقشه‌های پراکندگی کانی‌های مختلف سرب‌دار را نشان می‌دهد. این نقشه‌ها ضمن تأیید مجدد فراوانی کانی‌های اکسیدی سرب نسبت به بقیه‌ی کانی‌های این عنصر، این مسأله را نیز آشکار می‌سازد که بیشترین کانی‌های سرب تشخیص داده شده، در بخش جنوب‌غربی نقشه‌ی ۱:۱۰۰۰۰۰ بهاباد و به عبارتی بهتر درون برگه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی بنستان قرار می‌گیرند. وجود نمونه‌های گالن به همراه کانی‌های اکسیدی سرب در برگه‌ی ذکر شده آن گونه که پیش از این نیز بیان گردیده مشخص‌کننده احتمال وجود فاز کانه‌زایی سولفیدی است که متأثر از آب‌های جوی اکسید گردیده‌اند. بعد از برگه‌ی بنستان، برگه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ گیتری در درجه‌ی دوم اهمیت قرار می‌گیرد.


410000
415000
420000
425000
430000
435000
440000
445000
450000
3540000
3535000
3530000
3525000
3520000
3515000
3510000
3505000
3500000
3495000
3490000
Distribution of Lead Heavy Minerals

بدین صورت تهیه گردیده که مقدار کمی هر کانی در نمونه‌های خاص بر مقدار بیشینه آن‌ها در کل نمونه‌ها تقسیم و در صد ضرب گردیده است تا بدین شکل به کمیتی مقایسه‌ای با نام درصد کانیایی[1] دست یابیم. این کمیت باعث می‌گردد تا کار تفسیر نقشه راحت‌تر صورت پذیرد و با توجه به آن‌که تمامی نمونه‌های داری مقادیر بالای ۱٪ بر روی نقشه گزارش می‌گردند با یک نگاه، به سادگی می‌توان به روند غنی‌شدگی پی برد.

تصویر ۳-۲ نقشه‌ی مقدار کمی کانی‌های سرب‌دار را که از جمع مقدار کمی کلیه‌ی کانی‌های حاوی این عنصر به دست آمده، در این برگه نشان می‌دهد. در این نقشه نیز می‌توان اهمیت برگه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ بنستان و گیتری را برای سرب مشاهده نمود. ضمن آن‌که در برگه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ بهاباد تنها دو نمونه‌ی بالای ۱٪ سرب وجود دارد و این مسأله با نتیجه‌ی حاصله از پردازش داده‌های ژئوشیمیایی مطابقت دارد.

یکی از مسائلی که از نقشه‌ی پراکندگی کانی‌های سرب‌دار استنباط می‌شود، این است که پراکندگی نمونه‌های کانی‌های سرب‌دار غالباً خطی و به موازات گسل‌ها به ویژه تراست‌ها می‌باشند که با سازندهای کربناته تریاس و به ویژه TR_{sh}^{d} در ارتباط هستند. دو نمونه‌ی در پایین‌دست توده‌های نفوذی غرب نقشه نیز دارای کانی‌های سرب‌دار می‌باشند.

دلیل بررسی مولیبدن با سرب این است که تنها یک نوع کانی از این عنصر، یعنی وولفونیت، در منطقه شناسایی گردیده که در واقع مولیبدات سرب می‌باشد. پارامترهای آماری تک متغیره‌ی محاسبه شده برای وولفونیت در جدول ۳-۲ و توزیع آن نیز در تصویر ۳-۱ نشان داده شده است. نمونه‌های حاوی این کانی جهت یافتن ارتباط با واحدهای سنگی به طور تک به تک مورد بررسی قرار گرفتند. مانند سایر کانی‌های سرب‌دار مشخص گردید که منشأ احتمالی این کانی از سازندهای کربناته تریاس یعنی TR_{sh}^{d} و TR_{sh}^{dl} می‌باشد. به علاوه توزیع جغرافیایی آن‌ها با سایر کانی‌های سرب‌دار همخوانی داشته که از منشأ ژنتیکی مشترک آن‌ها حکایت می‌نماید.

1- Mineral Percent

تصویر

جدول ۳-۲- پارامترهای تک متغیره‌ی کانی وولفونیت

Mo Mineral (Wulfenite)	
Mean	0.04381 ppm
Median	0 ppm
Std. Deviation	0.6204 ppm
Variance	0.3848 ppm^2
Skewness	15.44
Kurtosis	238.587
Minimum	0 ppm
Maximum	9.59 ppm

۳-۵-۲- کانی‌های تنگستن

شیلیت (۳)[1] و استولزیت (۳) دو کانی تنگستن‌دار شناسایی شده در نمونه‌ها هستند که در این میان استولزیت علاوه بر تنگستن، سرب نیز دارد. تصویر ۳-۳ پراکندگی این دو کانی را نشان می‌دهد. با توجه به این‌که دو کانی تنها در ۵ نمونه دیده شده‌اند جدول آماری آن‌ها ارایه نمی‌گردد. بررسی تک به تک نمونه‌های دارای تنگستن نشان داد که تمامی این نمونه‌ها به نوعی در ارتباط با توده‌های آذرین نفوذی ($P_zM_z^{vs}$ و g) می‌باشند. بدین لحاظ می‌توان اظهار داشت که چنین کانی‌هایی با کانه‌زایی عمومی سرب و روی منطقه در ارتباط نیست. در عین حال اسکارن‌های ایجادی توده‌های نفوذی موجود در منطقه می‌تواند در جهت یافت پتانسیل‌های احتمالی برخی عناصر مورد توجه قرار گیرد.

۱- اعداد داخل پرانتز تعداد نمونه‌هایی است که این کانه در آن یافت شده است.

۳-۵-۳- کانی‌های سنگین مس

این کانی‌ها عبارتند از مالاکیت (۱۶)، کوپریت (۲)، کوپفرشیفریت (۱) و آزوریت (۱) که غالباً از انواع ثانویه محسوب می‌گردند و این می‌تواند نشانگر تأثیرات هوازدگی و واکنش با سنگ میزبان بر برخی از کانی‌های اولیه‌ی مس و تبدیل آن به کربنات و یا اکسید باشد. تصویر ٤-٤ پراکندگی این کانی‌ها را به تفکیک نشان می‌دهد. سنگ‌های بالادست نمونه‌های دارای کانی‌های مس‌دار نشان داد که در بیشتر آنها واحدهای آذرین، ماسه سنگ‌های دونین، که به نظر خود از واحد آذرین $P_zM_z^{vs}$ منشأ گرفته‌اند و هم‌چنین سازندهای شتری، شمشک و سازندهای بیرون‌زده‌ی مربوط به بلوک طبس در منطقه تکرار می‌شوند. بر اساس این نتایج و تلفیق آن با چگونگی توزیع آن‌ها در منطقه (تصاویر ۳-٤ و ۳-۵) می‌توان نتیجه گرفت که منشأ این کانی‌ها احتمالاً غیر از منشأ کانه‌زایی سرب، روی و مولیبدن در منطقه نیز می‌تواند باشد که به نظر با دو واحد سنگی آذرین و واحدهای بیرون‌زده بلوک طبس به خصوص بادامو در ارتباط است. علاوه بر این انطباق محل حضور کانی‌ها با گسل‌های تراستی و حضور سازندهای شتری و شمشک در بالادست آن‌ها احتمال همراهی برخی کانه‌زایی‌های سرب و روی با مس را نیز مطرح می‌سازد. با توجه به این موارد و نقشه‌های پراکندگی کانی‌های سنگین مس، پی‌جویی این عنصر در برگه‌های ۱:۵۰۰۰۰ بهاباد و چشمه‌تلخاب می‌تواند نتیجه بخش باشد.

جدول ۳-۳- پارامترهای تک متغیره‌ی کانی‌های مس‌دار

Cu Minerals	
Mean	0.003218 ppm
Median	0 ppm
Std. Deviation	0.01474 ppm
Variance	0.0002171 ppm^2
Skewness	5.7
Kurtosis	36.226
Minimum	0 ppm
Maximum	0.12 ppm

۳-۵-٤- کانی‌های سنگین روی

علی‌رغم اهمیت معادن روی‌دار در منطقه که معدن‌کاری‌های قـدیمی نیـز بـرروی برخـی از آن‌هـا صـورت پذیرفته است تنها در یکی از نمونه‌ها شاهد حضور اسفالریت می‌باشیم که همان طور که پیش از این نیز ذکر شـد می‌تواند به دلیل خصوصیات کانی‌های روی‌دار و کم دوام بودن آن‌ها باشد. نمونه ۵۲۰ کـه حـضور اسـفالریت در آن نمونه گزارش گردیده در مرز جنوبی برگه ۱:۵۰۰۰۰ بنستان قرار دارد و به همراه آن کـانی‌هـای ماسـیکوت، لیتارژ، سرب طبیعی و شیلیت نیز دیده می‌شود. تصویر ۳-۶ موقعیت قرارگیری این نمونه را نشان می‌دهد. سـنگ بالادست این نمونه نیز TR_{sh}^{d} و J^{ssh} است.

۳-۵-۵- کانی‌های آرسنیک، جیوه و نقره

کانی‌های ارپیمنت، سینابار و نقره که به ترتیب حاوی آرسنیک، جیوه و نقـره مـی‌باشـند هریـک صـرفاً در یـک نمونه مشاهده گردیده‌اند که در تصویر ۳-۶ موقعیت آن‌ها به نمایش گذاشته شده است. با مراجعـه بـه نقـشه‌ی زمین‌شناسی مشخص گردید که علاوه بر وجود سازند شتری در بالادست نمونه‌هـای دارای ایـن کـانی، دو کـانی نقره و سینابار دارای واحد سنگی $P_zM_z^{vs}$ و کانی ارپیمنت دارای واحد سنگی ЄD در بالادست خود هستند.

۳-۵-۶- فلوریت

فلوریت نیز از کانی‌های ردیاب مهم کانسارهای عناصر پایه شناخته می‌شود. موقعیت نمونه‌های دارای فلوریـت در تصویر ۳-۶ آورده شده است. با کنترل هریک از نمونه‌ها مشخص شد که هر چنـد در بالادسـت تمـام آن‌هـا سازندهای شتری و شمشک دیده می‌شود ولی تکرار گروه ЄD و $ЄD^{br}$ و حتی g در گروه‌هـای سـنگی بـالا دسـت می‌تواند حاکی از منشأ آذرین این کانی باشد.

۳-۵-۷- باریت

سولفات باریم به لحاظ ژنتیکی با انواعی از کانسارهای سرب و روی در ارتباط است. تصویر ۳-۷ پراکندگی این کانی را براساس درصد (مقدار نرمال شده‌ی آن) و جدول ۳-٤ مقادیر پارامترهای تک متغیره‌ی آن را نشان می‌دهد. بر این اساس و کنترل نقاط داری درصد بالای باریت مشخص می‌گردد که تمرکز اصلی نمونه‌های پرعیار در برگه‌های ۱:۵۰۰۰۰ بنستان و چشمه‌تلخاب بوده و بعد از آن‌ها گیتری اهمیت بالاتری دارد. به لحاظ ساختاری این تمرکزها به طور واضح با تراست‌های منطقه در ارتباط هستند و در بالادست نمونه‌های باریت‌دار غالباً سنگ‌های تبخیری و مارن و بعضاً سازندهای شتری و بادامو و حتی گروه‌های ЄD و $P_zM_z^{VS}$ نیز دیده می‌شود.

جدول ۳-٤- پارامترهای تک متغیره‌ی کانی باریت

Barite	
Mean	4.5299 ppm
Median	0.135 ppm
Std. Deviation	11.483 ppm
Variance	131.8596 ppm^2
Skewness	3.936
Kurtosis	19.581
Minimum	0 ppm
Maximum	91.35 ppm

۳-۵-۸- کانی‌های اکسیدی و هیدروکسیدی آهن

مجموع مقادیر کمی الیزیست، مگنتیت، لیمونیت، ایلمنیت، هماتیت با یکدیگر جمع و تحت عنوان کانی‌های اکسیدی و هیدروکسیدی آهن مورد پردازش قرار گرفتند که جدول ۳-۵ مقادیر پارامترهای تک متغیره‌ی آن و تصویر ۳-۸ پراکندگی مربوط به این کانی‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس این تصویر و مقایسه‌ی آن با نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه غالب این پراکندگی‌ها در حوالی سازندهای ماسه‌سنگی و کنگلومرایی است که با در نظر گرفتن تشکیل این سنگ‌ها در محیط‌های اکسیدان قاره‌ای وفور چنین کانی‌هایی دراین سنگ‌ها امری عادی می‌باشد.

جدول ۳-۵- پارامترهای تک متغیره‌ی کانی‌های اکسیدی آهن

Iron Oxide Minerals	
Mean	325.5724 ppm
Median	286.39 ppm
Std. Deviation	227.1584 ppm
Variance	51600.95 ppm^2
Skewness	0.771
Kurtosis	0.173
Minimum	0.2 ppm
Maximum	1044.47 ppm

۳-۵-۹- کانی‌های سولفیدی آهن

مقادیر کمی پیریت، پیریت اکسید شده[1]، پیریت لیمونیت و مارکاسیت مجموعاً تحت عنوان کانی‌های سولفیدی آهن پردازش گردیدند که جدول ۳-۶ مقادیر پارامترهای تک متغیره‌ی آن‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس نقشه‌ی پراکندگی این کانی‌ها که در تصویر ۳-۹ آمده است، مقادیر بسیار بالای این کانی‌ها اغلب مربوط به سنگ‌های تخریبی هستند که دلیل فراوانی آن مانند آن چیزی است که برای کانی‌های اکسیدی ذکر شد. بیشتر پراکندگی در اطراف کارهای معدنی قدیمی این منطقه تمرکز یافته و سازند شتری نیز در بالا دست اغلب آن‌ها دیده می‌شود. این مطلب می‌تواند به این نتیجه منجر گردد که در این منطقه، نوعی کانه‌زایی که سابقاً مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفته، سولفیدی بوده است.

جدول ۳-۶- پارامترهای تک متغیره‌ی کانی‌های سولفیدی آهن

Iron Sulfide Minerals	
Mean	2.4799 ppm
Median	0.04 ppm
Std. Deviation	14.4999 ppm
Variance	210.2465 ppm^2
Skewness	7.639
Kurtosis	62.753
Minimum	0 ppm
Maximum	148.5 ppm

1 - Pyrite Oxide

۳-۵-۱۰- کانی‌های آذرین

این کانی‌ها عبارتند از پیروکسن، بیوتیت، آپاتیت، آمفیبول که جدول ۳-۷ پارامترهای آماری تک‌متغیره هر یک از آن‌ها و تصویر ۳-۱۰ پراکندگی کلی این کانی‌ها را در کل برگه‌ی بهاباد نشان می‌دهد. بیشترین پراکندگی این کانی‌ها، در دو برگه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ غرب منطقه است که با توجه به حضور چند دایک و آپوفیر در آن طبیعی به نظر می‌رسد؛ اما به طور خفیف‌تر چنین کانی‌هایی دربرگه‌های شرقی نیز وجود دارند که به خصوص روند خطی برخی از آن‌ها می‌تواند موضوع قابل توجهی بوده و در صورت امکان احتمال وجود ساختارهای خطی در این بخش‌ها باید بررسی شود.

جدول ۳-۷- پارامترهای تک متغیره‌ی کانی‌های آذرین

	Igneous Minerals			
	Pyroxene	**Biotite**	**Amphibol**	**Apatite**
Mean	12.3215 ppm	0.003452 ppm	2.0895 ppm	0.0202 ppm
Median	0.0928 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
Std. Deviation	24.2822 ppm	0.01222 ppm	8.2557 ppm	0.03027 ppm
Variance	589.626 ppm2	0.0001494 ppm2	68.1562 ppm2	0.0009162 ppm2
Skewness	3.079	3.887	4.743	1.922
Kurtosis	11.707	15.397	24.905	4.665
Minimum	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
Maximum	163.2 ppm	0.08 ppm	66.56 ppm	0.17 ppm

۳-۵-۱۱- کانی‌های دگرگون

کیانیت، سیلمانیت، گارنت اپیدوت، سافیر، اسپینل و آندالوزیت انواع مختلف کانی‌های دگرگـون بودنـد کـه در نمونه‌های کانی سنگین یافت شدند. با توجه به تعداد اندک آن‌ها ارایه‌ی جدول پارامترهای آمـاری نیـازی نیـست. تصویر ۳-۱۱ چگونگی پراکندگی این کانی‌ها در منطقه را نشان می‌دهد. بـر اسـاس ایـن تـصویر غالـب کـانی‌هـای سنگین دگرگونی تشخیص داده شده در منطقه در دو بخش پراکنده‌اند. بخش عمده‌ای از آن‌ها در سنگ میزبـان ایجاد شده‌اند. دو نمونه‌ی برگه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ گیتری نیز با همین روش قابل توجیـه اسـت امـا نکتـه‌ی جالـب توجـه حضور تعداد نسبتاً بالا با پراکندگی یکنواخت این کانی‌ها در برگه‌ی ۱:۵۰۰۰۰ چشمه‌تلخاب می‌باشد کـه بـا در نظـر داشتن عدم گزارش توده نفوذی و یا سنگ‌های دگرگونی در این منطقه جالب توجه می‌باشد.

۳-۶- بررسی‌های آماری چند متغیره

برای آن که وجود یا عدم وجود و ارتباط میان کانی‌ها و نحوه‌ی آن تشخیص داده شود به بررسی آماری چند متغیره بر روی کانی‌های سنگین اقدام گردید. با توجه به شرح تئوری هر کدام از این روش‌ها در فصل پیش در این‌جا صرفاً به ارایه‌ی نتایج اقدام می‌گردد.

۳-۶-۱- ضریب همبستگی پارامتری

با توجه به ماهیت غیر نرمال کانی‌های سنگین جهت تعیین ضرایب همبستگی کانی‌های مهم از روش ناپارامتری اسپیرمن استفاده گردید. جدول ۳-۸ این نتایج را نشان می‌دهد. بر این اساس صرفاً میان تعداد محدودی از کانی‌ها همبستگی معنی‌دار وجود دارد؛ از آن جمله کانی‌های سرب‌دار و مولیبدن که به‌واسطه‌ی مشترک بودن کانی وولفونیت در هر دو ایجاد شده است. درکانی‌های سرب‌دار و کانی‌های آلتره بین دولومیت، باریت و فلوریت همبستگی معنی‌دار وجود دارد. کانی‌های مس‌دار تنها با گارنت و فلوریت دارای همبستگی هستند. کانی وولفونیت علاوه بر کانی‌های سرب‌دار با باریت نیز همبستگی معنی‌دار دارند. کانی‌های روی‌دار تنها با دولومیت همبستگی معنی‌دار داشته اما همبستگی آن‌ها با سرب نیز در نزدیکی حد معنی‌دار است. اکسیدهای آهن با سولفیدهای این عنصر، کانی‌های تیتان‌دار، اپیدوت، گارنت، پیروکسن، آپاتیت و باریت نیز هم منشأ هستند.

آهن سولفیدی با باریت، فلوریت، کانی‌های تیتان‌دار و اکسیدهای آهن همبستگی داشته و کانی‌های As دار با هیچ یک از کانی‌ها همبستگی معنی‌دار ندارد. در مورد بقیه‌ی کانی‌ها می‌توان به جدول ذکر شده مراجعه نمود.

جدول

۳-۶-۲- آنالیز خوشه‌ای

تصویر ۳-۱۲ نمودار خوشه‌ای کانی‌های سنگین را نشان می‌دهد. بر طبق این نمودار هفت شاخه از یکدیگر جدا می‌شوند که عبارتند از:

شاخه ۱) کانی‌های سرب، روی، آرسنیک، مس، مولیبدن، تیتان به همراه سولفیدهای آهن، کانی‌های دگرگون، خرده سنگ، دولومیت، آراگونیت، فلوریت، بیوتیت، دیستن و کربنات کلسیم

شاخه ۲) آمفیبول و گارنت

شاخه ۳) کوارتز، فلدسپات و باریت

شاخه ٤) اپیدوت

شاخه ۵) پیروکس

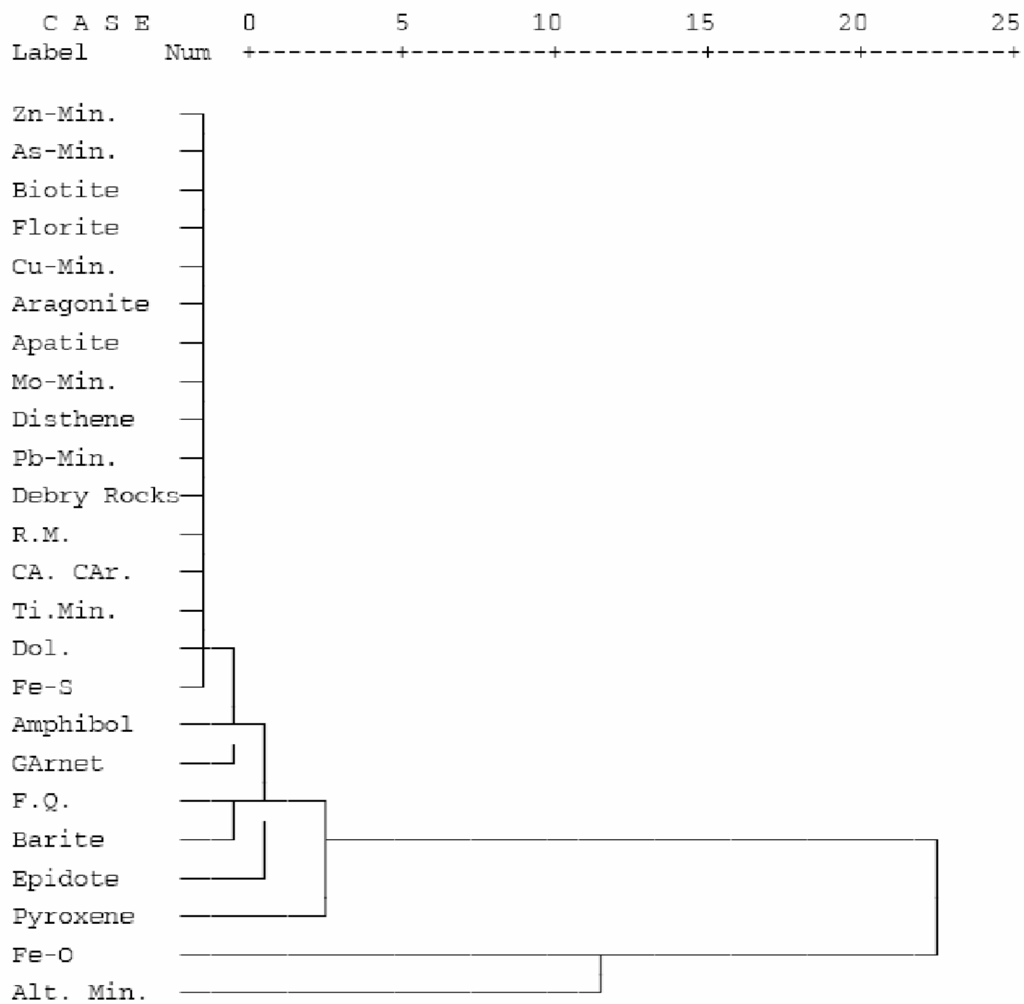
شاخه ۶) اکسیدهای آهن

شاخه ۷) کانی‌های دگرسان

* * * * * * 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)

Rescaled Distance Cluster Combine



تصویر ۳-۱۲- نمودار خوشه‌ای کانی‌های سنگین

۳-۶-۳- تجزیه و تحلیل عاملی

بر اساس جدول ۳-۹ مقدار KMO برای آنالیز عاملی کانی‌های سنگین، برابر ۰/۵۷۰ است که آن را در رده متوسط قرار می‌دهد. ۱۰ عامل اول این آنالیز مجموعاً ۶۷/۳۴٪ از تغییرپذیری را توجیه می‌نماید (جدول ۳-۱۰) و لذا برای تفسیر به همین ۱۰ عامل اکتفا می‌گردد. جدول ٤-۱۱ میزان مشارکت هر کانی را بر اساس واریانس عمومی آنها نشان می‌دهد. بر این اساس وولفونیت با ۰/۸۵۷، کانی‌های سرب‌دار با ۰/۸۴۶ و کانی‌های آرسنیک‌دار با ۰/۸۱۷ بیشترین تأثیر را در واریانس عمومی داده‌ها دارند. کمترین مشارکت نیز به ترتیب با ۰/٤۰۸، ۰/٤۹۸ و ۰/۵۸۳ مربوط به آپاتیت، آمفیبول و فلوریت می‌باشد و به عبارتی این کانی‌ها فقط به ترتیب ۰/٤۰۸، ۰/٤۹۸ و ۰/۳۵۸ از ماهیت خود در این تجزیه و تحلیل‌ها نشان داده‌اند.

عامل‌های استخراجی بر اساس جدول ۳-۱۲ عبارتند از:

عامل اول) خرده سنگ‌ها (۰/۶۷۳)، دولومیت (۰/۷۰۱)، کربنات کلسیم (۰/۶۷۲)، فلوریت (۰/۵۱۸) و باریت (۰/٤۲۱)

عامل دوم) کانی‌های سرب‌دار (۰/۸۹۵)و وولفونیت (۰/۹۲۰)

عامل سوم) بیوتیت (۰/۷۱۹)، آمفیبول (۰/۷۱۶) و فلوریت (۰/٤۷۰)

عامل چهارم) فلدسپات و کوارتز (۰/۸۲۵)، باریت (۰/۶۷۸) و آراگونیت (۰/۵۲۱)

عامل پنجم) کانی‌های آلتره (۰/۷۰۷) و اپیدوت (۰/۶۲٤)

عامل ششم) کانی‌های دگرگونی (۰/۸۵۱)، کانی‌های مس‌دار (۰/۸٤۹)

عامل هفتم) دیستن (۰/۷۱۸)، گارنت (۰/۶۵۲) و پیروکسن (۰/۵۲۳)

عامل هشتم) کانی‌های آرسنیک‌دار (۰/۷٤۸) و کانی‌های تیتان‌دار (۰/۷٤۰)

عامل نهم) اسفالریت (۰/۹۳۳)

عامل دهم) کانی‌های آرسنیک‌دار (۰/۸۹۵)

تصویر ۳-۱۳ پراکندگی عامل‌های مهم‌تر را نمایش می‌دهد.

جدول ۳-۹- مقادیر آزمون KMO و بارتلت برای کانی‌های سنگین

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.569
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1180.665
	df	276
	Sig.	.000

جدول ۳-۱۰- مقادیر مشارکت کانی‌های سنگین در تجزیه و تحلیل عاملی

	Extraction
Pb-minerals	.846
Cu-Minerals	.736
Wulfenite	.857
Zn-mineral	.874
Iron Oxide Minerals	.670
Iron Sulfide Minerals	.659
As-minerals	.817
Ti-minerals	.651
Pyroxenes	.560
Altered minerals	.601
Ca.Carbonate	.625
F.Q.	.709
Garnet	.691
Epidots	.633
Disthene	.638
Dolomite	.658
Debry Rocks	.647
Biotite	.616
Aragonite	.498
Apatite	.408
Amphibol	.706
Other Meta. Mineralas	.738
Barite	.742
Florite	.583

Extraction Method: Principal Component Analysis.

جدول ۳-۱۱- مقادیر درصد تجمعی عوامل ۱۰ عامل اول کانی‌های سنگین

Component	Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	*% of Variance*	*Cumulative %*
1	2.334	9.727	9.727
2	1.822	7.591	17.318
3	1.734	7.225	24.543
4	1.722	7.177	31.719
5	1.714	7.142	38.861
6	1.607	6.695	45.557
7	1.545	6.440	51.996
8	1.476	6.150	58.146
9	1.134	4.727	62.873
10	1.072	4.468	67.341

Extraction Method: Principal Component Analysis.