

بررسی کانی‌شناسی کانسار روی – سرب مهدی آباد یزد – ایران مرکزی

محمود قاسمی^{۱*}، مرتضی مؤمن‌زاده^۱، عبدالمجید یعقوب‌پور^۲، امیرعباس میرشکرای^۲

اسازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران.
دانشگاه تربیت معلم تهران، دانشکده علوم، تهران، ایران.
شرکت مهندسی ایتوک ایران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۲/۰۶

چکیده

کانسار روی-سرب مهدی آباد یکی از کانسارهای معروف سرب و روی در ایران است که در ۱۱۰ کیلومتری جنوب خاوری یزد، ناحیه ایران مرکزی قرار می‌گیرد. سنگ میزبان کانسار، سنگ‌های کربناتی کرتاسه‌زیرین، شامل سه سازند سنگستان، تفت و آبکوه می‌باشد. سازند سنگستان به طور عمده از شیل و سیلتستون با لایه‌های کالک آرنایت تشکیل شده است. سازند سنگستان توسط دولومیت و سنگ آهک دولومیتی و آنکریتی سازند تفت پوشیده می‌شود. سازند آبکوه از نظر سنگ‌شناسی شامل سنگ آهک چرتی و سنگ آهک رسی به همراه سنگ آهک ریفی توده‌ای می‌باشد که بر روی سازند تفت قرار می‌گیرد. ساختار کانسار مهدی آباد به صورت ناودیس بزرگی با راستای شمالی-جنوبی است و توسط گسل‌های متعدد دستخوش تغییرات فراوانی شده است. از مهم‌ترین این گسل‌ها، گسل نرمال تپه‌سیاه می‌باشد که به احتمال زیاد، همزمان و بعد از رسوبگذاری فعال بوده است. اسفالریت و گالن کانی‌های اصلی و باریت، پیریت و کالکوپیریت، کانی‌های فرعی در بخش سولفیدی است. کانی‌های سرروزیت ($PbCO_3$)، اسمیت زونیت ($ZnCO_3$)، همی‌مورفیت ($Zn_3(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$) و هیدروزونیت ($Zn_2(CO_3)_2(OH)_2$) کانی‌های اصلی بخش اکسید کانسار می‌باشند. شکل توده معدنی در این کانسار لایه‌ای و عدسی و هم‌شیب با سنگ‌های میزبان است. همچنین کانی‌سازی به صورت تمرکزهای متقاطع به شکل پرشدگی شکستگی‌ها، حفره‌های کارمتی، کلوform، افشان و خوشه انگوری در کانسار قابل مشاهده است. از نظر کمی نسبت حجم توده‌های لایه‌ای و عدسی همساز با سنگ‌های میزبان، به مراتب بیشتر از بخش پرشدگی شکستگی‌ها و کارست‌ها است.

کلیدواژه‌ها: مهدی آباد، کرتاسه زیرین، روی و سرب، ایران، گسل تپه سیاه.

*نویسنده مسئول: محمود قاسمی

۱- مقدمه

کانسار روی و سرب مهدی آباد در بخش مرکزی ایران مرکزی قرار گرفته است (شکل ۱). در این ناحیه ذخایر و نشانه‌های کانی‌سازی سرب و روی در سنگ‌های کربناته کرتاسه‌زیرین با گسترش وسیع وجود دارد. بررسی‌های چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی نشان می‌دهد که به دنبال رخداد کوهزایی کیمیرین پسین و یک دوره فرسایش و خشکی‌زایی عمومی و رسوبگذاری در زمان نئوکومین و هوتروین با تشکیل تناوب ماسه‌سنگ، سیلتستون، شیل و میان لایه‌های سنگ آهک سازند سنگستان شروع شد که ویژگی‌های یک محیط ساحلی و کم ژرفای دریایی را نشان می‌دهد (نبوی، ۱۳۵۵). کانسار مهدی آباد به عنوان یک نمونه برجسته کانسار روی-سرب از سالیان دور، شناسایی و اکتشاف شده و از این کانسار بهره برداری‌های مقطعی نیز صورت گرفته است (Chapple & Ghasemi, 2005). بررسی‌های زمین‌شناختی و ساختاری به همراه ترانسه زنی‌های سطحی و حفاری و مغزه‌گیری (بالغ بر ۶۰ هزار متر) و حفر تونل در بخش‌های مختلف آن صورت گرفته است. لیکن تاکنون در خصوص نحوه تشکیل و ژنز کانسار نظریه واحدی وجود ندارد (قاسمی، ۱۳۸۵). مطالعه سنگ‌شناسی و ژئوشیمیایی عناصر در ناحیه نشان می‌دهد که کانسنگ سرب و روی از نظر چینه‌شناسی در سه افق قرار دارد. افق اول شامل حد بین سازند سنگستان و تفت و افق دوم بخش زیرین سازند تفت است که رخساره‌های سنگ آهکی بایومیکرایت، بایوپل میکرایت، پل میکرایت، دولو میکرایت و دولو اسپارایت با فراوانی جلبک‌ها در بخش آهکی را نشان می‌دهد. افق سوم در بخش میانی سازند آبکوه و در یک واحد سنگ آهک ریفی قرار دارد و رخساره بایومیکرایت-بایوپل میکرایت، با حضور جلبک‌های فراوان را معرفی می‌کند (شمس کیا، ۱۳۶۹). به سبب تغییرات تدریجی و رخساره‌های رسوبات در ناحیه، به طور عموم دو افق کانی‌سازی زیرین و بالایی قابل شناسایی است (باباخانی و همکاران، ۱۳۶۷ و قاسمی، ۱۳۸۵).

۲- روش مطالعه

پس از جمع‌آوری و مطالعه اطلاعات پیشین موجود در مورد کانسار مهدی آباد، بررسی‌های صحرایی و آزمایشگاهی در قالب زیر انجام شد:

همکاران، ۱۳۸۶). ساختمان اخیر توسط نوعی روراندگی به سوی شمال در کانسار مهدی‌آباد دستخوش تغییرات می‌شود. راندگی فوق با شیب ۳۰-۲۰ درجه به سمت شمال‌خاور در بخش خاوری کانسار مهدی‌آباد باعث تکرار لایه کلاهدک آهنی خاوری می‌شود (قاسمی، ۱۳۸۵)، (شکل ۳).

۴- دگرسانی

دگرسانی دولومیتی به صورت گسترده در سازند تفت وجود دارد و سنگ میزبان ماده معدنی در کانسار مهدی‌آباد را تشکیل می‌دهد. دگرسانی یاد شده در سطوح کارستی، شکستگی و همچنین با برشی شدن همراه بوده است. تغییر حجمی که در نتیجه دگرسانی دولومیتی بوجود آمده باعث کاهش حجم ۱۲ درصدی نسبت به حجم اولیه در سنگ میزبان شده است (قاسمی، ۱۳۸۴). دگرسانی آنکریتی به رنگ زرد پرتقالی به شکل یک هاله به ستبرای ۱۰ الی ۲۰ متر، درست در بالای افق سولفیدی وجود دارد که از آن می‌توان به عنوان یک راهنمای اکتشافی مناسب سود برد (قاسمی، ۱۳۸۵). کاهش حجمی که در نتیجه دگرسانی آنکریتی به وجود می‌آید ۶ درصد است که می‌تواند فضای مناسبی برای نهشت بعدی مواد معدنی را فراهم آورد. دگرسانی آنکریتی را می‌توان در سطوح حفرات، شکستگی و همراه با برشی شدن در کانسار مهدی‌آباد تشخیص داد.

۵- کانی‌زایی

کانی‌زایی در کانسار مهدی‌آباد هم به صورت همزاد (سین‌ژنتیک) و هم به صورت دگرزاد (اپی‌ژنتیک) در سنگ‌های کربناتی کرتاسه‌زیرین شکل گرفته است (قاسمی، ۱۳۸۵). کانی‌های اصلی سولفیدی در کانسار روی-سرب مهدی‌آباد شامل اسفالریت و گالن به همراه کانی‌های فرعی پیریت، کلکوپیریت و کلکوسیت است. کانی‌های اکسیدی شامل اسمیت زونیت، هیدروزونیت، همی‌مرفیت و سروریت است. کانی‌های دولومیت، آنکریت، کلسیت، لیمونیت، هماتیت و رس به عنوان باطله (گانگ) همراه کانی‌های ماده معدنی وجود دارد (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۵). کانی‌زایی دگرزاد در کانسار مهدی‌آباد توسط تخلخلی که به احتمال، پیش از کانی‌زایی انجام گرفته کنترل می‌شود. مناطق با تخلخل مناسب مانند مناطق گسلی، مناطق برشی، برش‌های رگه‌ای است. تخلخلی که در طی دگرسانی دولومیتی و آنکریتی به‌وجود آمده، می‌تواند فضای مناسبی برای نهشت مواد معدنی از محلول‌های کانی‌دار را فراهم آورد. بافت کلوفریم در کانی‌های گالن و اسفالریت به همراه باریت فراوان، به صورت پرکننده فضای خالی نشان دهنده این امر است که کانی‌زایی سولفیدی دارای فاز تأخیری نسبت به سنگ میزبان است. بخش جنوبی کانسار مهدی‌آباد با بافت نواری اولیه سولفیدی به همراه پیریت فرامبیدال، در متنی از مواد آلی نشان دهنده کانی‌زایی همزاد در کانسار مهدی‌آباد است. مرحله بعدی کانی‌زایی در کانسار مهدی‌آباد را می‌توان در ارتباط با فعالیت دوباره گسل تپه سیاه و نفوذ سیال کانه‌دار به ناحیه گسل تپه سیاه و شکستگی‌های مرتبط با آن دانست که با کانی‌زایی گسترده کالکوپیریت همراه است (قاسمی، ۱۳۸۵).

۶- مطالعات شناسایی نمونه توسط تجزیه XRF و XRD

پس از انجام مراحل نمونه‌برداری، خردایش و طبقه‌بندی، نمونه معرف برای انجام آزمایش‌های شناسایی نمونه، تهیه شد. شناسایی نمونه با استفاده از آزمایش‌های XRF، XRD و مطالعات کانی‌شناسی انجام شد که در ادامه خواهد آمد. با توجه به وسعت و تنوع ماده معدنی در کانسار مهدی‌آباد این بررسی‌ها در دو بخش انجام

مطالعات کتابخانه‌ای، مطالعات و برداشت‌های صحرایی، بررسی ویژگی‌های کانی‌شناسی کانسار روی-سرب مهدی‌آباد با استفاده از مطالعه مقاطع میکروسکوپی نازک، مطالعه مقاطع میکروسکوپی صیقلی و نازک صیقلی بر روی نمونه‌های مغزه‌های حفاری، تونل‌ها و ترانشه‌های موجود، بررسی نتایج تجزیه شیمیایی دستگاهی و تطابق آن با مطالعات کانه‌نگاری، کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی، مطالعه ویژگی‌های یاد شده در جهات عمودی و افقی با استفاده از معرف شیمیایی روی و معرف شیمیایی سرب، تهیه مقاطع دقیق زمین‌شناسی در تمامی بخش‌های کانسار مهدی‌آباد به منظور دریافت چگونگی پراکنش کانه‌زایی روی و عناصر همراه آن، مطالعه تنوع و توالی کانیایی و همسویی تغییرات کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی در بخش‌های مختلف کانسار مهدی‌آباد.

۳- زمین‌شناسی

کانسار روی-سرب مهدی‌آباد از نظر زمین‌شناسی ساختمانی در ناحیه ایران مرکزی واقع شده است. ویژگی‌های کلی این ناحیه در نوشته‌های بسیاری به بحث کشیده شده است، این ناحیه ساختاری به شکل مثلث در مرکز ایران قرار می‌گیرد، به طوری که ضلع شمالی آن به منطقه البرز، ضلع باختری و جنوب باختری آن به منطقه سندانج - سیرجان و از خاور به خرد قاره خاور ایران مرکزی (بلوک لوت) متصل است. این منطقه ساختاری نسبت به دیگر مناطق از پیچیدگی‌های بیشتری برخوردار است (نبوی، ۱۳۵۵). بر اساس نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی یزد، گسل‌های اصلی منطقه با روند شمال باختری - جنوب‌خاوری، ناحیه را تحت تأثیر حرکات خود قرار داده‌اند و در این میان گسل سرکوه (شاخه‌ای از گسل انار) با شیب به نسبت زیاد تا قائم به سمت خاور در پایین انداختن رسوبات کرتاسه زیرین در منطقه کانسار نقش اساسی داشته است (شکل ۲)، (باباخانی و همکاران، ۱۳۶۷). چینه‌شناسی کانسار مهدی‌آباد شامل سه سازند رسوبی کرتاسه زیرین است. سازند سنگستان در قاعده قرار گرفته است که توسط سازند تفت پوشیده می‌شود و هر دو سازند اخیر توسط سازند آبکوه پوشیده می‌شوند. سازند سنگستان از نظر سنگ‌شناسی شامل سیلتستون، سنگ‌آهک شیلی، سنگ‌آهک ماسه‌ای و سنگ‌آهک بیوکلاستیک به همراه میان لایه‌های ماسه‌سنگی است (BRGM, 1994). سازند تفت به طور عمده شامل سری‌های کربناتی است که از نظر سنگ‌شناسی شامل دولومیت است و در افق بالایی از کارستی شدن گسترده برخوردار است. بخش دولومیتی سازند تفت به عنوان میزبان ماده معدنی است. سازند آبکوه شامل سنگ‌آهکی رسی و چرتی است که سازند تفت را می‌پوشاند. بخش پایینی سازند آبکوه دارای کانی‌زایی سرب و روی است.

کانی‌زایی در این بخش به صورت کانی‌های کربناته و سیلیکاته روی می‌باشد. آبرفت‌های متعلق به کواترنری که از رس، ماسه و قطعات سنگی حاصل از تخریب سازندهای آبکوه، تفت و سنگستان تشکیل شده است، دشت مرکزی کانسار مهدی‌آباد را می‌پوشاند. ستبرای بخش آبرفتی در کانسار مهدی‌آباد از ۱۰ الی ۱۵۰ متر متفاوت است (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۶). از نظر زمین‌شناسی ساختمانی، ماده معدنی در کانسار مهدی‌آباد به شکل یک ناودیس باز است که محور آن به سمت جنوب میل دارد. امتداد ناودیس مذکور به صورت NW-SE است و با شیب ۷۵-۵۰ درجه به سمت شمال خاور است (شکل ۳). گسل تپه سیاه در بخش باختری ناودیس یاد شده قرار دارد. گسل تپه سیاه از نظر سازوکار گسلی پیچیده است که مقدار جابه‌جایی آن از چند سانتی‌متر تا صدها متر در بخش‌های مختلف گسل است. سنگ‌های رسوبی کرتاسه‌زیرین در خاور کانسار مهدی‌آباد با شیب ۴۵ درجه به سمت باختر در زیر دشت مرکزی کانسار مهدی‌آباد گسترش پیدا می‌کند (قاسمی و

از دستگاه Diffractometer مدل D-5000 ساخت شرکت Burke استفاده شد. در مرحله اول نمونه پودر شده با ابعاد ۲۰۰ مش مورد آزمایش قرار گرفت اما به علت بالا بودن درصد عیار کانی‌های آهن در نمونه، عمل همپوشانی این کانی‌ها بر روی کانی‌های دیگر صورت گرفت اما پیک‌های حاصل از آن بسیار کوتاه بوده و در عمل تمام کانی‌های موجود در نمونه مشخص نشد. جدول ۳ نتایج حاصل از این آزمایش‌ها را بیان می‌کند. در مرحله بعد برای رفع این مشکل مقدار بالایی کانی‌های آهن در نمونه، کانی‌های آهن توسط جداکننده مغناطیسی شدت بالا از نمونه جدا شد و محصول غیر مغناطیسی دوباره تحت آزمایش قرار گرفت. جدول ۴ نتایج حاصل را نشان می‌دهد. با توجه به اطلاعات این جدول مشاهده می‌شود که در این مرحله تعداد بیشتری از کانی‌ها توسط آزمایش XRD تشخیص داده شده‌اند.

ب) آزمایش XRF - آزمایش XRF برای تعیین ترکیبات موجود در نمونه و مقادیر هر یک از آنها بر روی نمونه معرف انجام شد که نتایج حاصل از آن در جدول ۵ آمده است. جدول ۵ اطلاعات خوبی در رابطه با ترکیبات موجود در کانستگ اکسید روی ارائه می‌نماید. از جمله می‌توان به درصد اکسید آهن (۳۶/۵۱٪) و اکسید منگنز (۹/۴٪) اشاره کرد. نکته قابل توجه این که سیلیس در این بخش از کانستگ دارای درصد بالایی (۱/۱۶٪) است.

۱۰- کانی‌شناسی و مطالعه مقاطع میکروسکوپی

بر اساس مطالعات مقاطع صیقلی و نازک و نیز انجام تجزیه‌های شیمیایی و کانی‌شناسی (XRD و XRF)، اسفالریت، گالن و باریت کانی‌های اصلی بوده و کانی‌های اکسید اقتصادی شامل سرزیت، همی‌مرفیت، هیدروزنیت هستند. کانی‌های فرعی عبارتند از ملاکیت، کالکوپیریت، آزریت، پیریت و کانی‌های باطله شامل دولومیت، کلسیت، همتایت، مارکاسیت، گوتیت، لیمونیت، کولیت، پسیلوملان، ژیس و کانی‌های رسی است که در مجموع، هفت مجموعه کانیایی در هفت بخش از کانسار روی-سرب مهدی‌آباد قابل تشخیص است (قاسمی، ۱۳۸۵). در زیر به مراحل کانی‌سازی، کانی‌ها در کانسار مهدی‌آباد پرداخته می‌شود.

• اسفالریت: کانی اسفالریت اصلی‌ترین کانی اقتصادی در کانسار مهدی‌آباد است. این کانی به صورت گرهک‌های نامنظم و نیز به صورت لایه‌ای و عدسی‌های کم وسعت در داخل سنگ میزبان وجود دارد. در مواردی اسفالریت به صورت سیمان ذرات کانی پیریت را به هم متصل کرده است (شکل ۴ تصاویر الف و ب). در تعدادی از نمونه‌های دستی اسفالریت به صورت لایه‌ای مشاهده شد. از طرفی اسفالریت نسل جدیدتر در بعضی جاها جانشین گالن نسل قدیمی تر شده و گاهی گالن به همراه اسفالریت دارای رشد تداخلی هستند. همچنین از دیگر بافت‌های اسفالریت به همراه گالن می‌توان به بافت شبه قلوهای اسفالریت با گالن اشاره کرد (شکل ۵، تصاویر الف و ب). اسفالریت در نمونه‌های دستی کانسار مهدی‌آباد به دو صورت پراکنده و کم آهن وجود دارد. نوع پر آهن اسفالریت نشان دهنده تشکیل در ماه‌های بالاتر است (شکل ۶، تصاویر الف و ب). می‌توان گفت که کانی‌زایی اسفالریت در سه مرحله صورت گرفته است، مرحله اول تشکیل اسفالریت نواری ظریف لایه که به احتمال در مراحل رسوبگذاری شکل گرفته است. مرحله دوم بعد از تشکیل پیریت فراموبیدال است، چون حاوی میانبارهای پیریت است، بافت این نسل از اسفالریت به صورت پرکننده فضای خالی می‌باشد. مرحله سوم همزمان با کانی‌سازی گالن صورت گرفته و بافت ریتیک گالن و اسفالریت گویای این مطلب است (شکل ۷، تصاویر الف و ب). از دیگر بافت‌های میکروسکوپی کانی اسفالریت در کانسار مهدی‌آباد می‌توان به بافت‌های زونه (شکل ۸، تصویر الف)، گل کلمی (شکل ۸، تصویر ب)، اسکلتی (شکل ۹) و اسفریویدی یا شبه کرووی اشاره کرد (شکل ۱۰).

شده است. در بخش اول مربوط به کانستگ باریت مهدی‌آباد است و در بخش دوم مربوط به کانستگ اکسید در بخش خاوری کانسار مهدی‌آباد است.

۷- مطالعات شناسایی نمونه باریت کانستگ مهدی‌آباد توسط XRD و XRF (الف) مطالعات XRD - برای شناسایی دقیق‌تر کانی‌های موجود، در انواع مختلف کانه از هر نوع دو نمونه انتخاب شده و پس از آماده سازی و پودر کردن مورد مطالعه XRD قرار گرفت. نتیجه این بررسی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. لازم به ذکر است که ترتیب گزارش کانی‌ها در هر نمونه بر اساس فراوانی آنها است. چنانچه از جدول ۱ مشاهده می‌شود باریت و کوارتز در هر سه نمونه به فراوانی دیده می‌شود. همچنین باریت سفید فاقد هماتیت بوده و نیز به مقدار کم دارای کلسیت می‌باشد. افزون بر آن، کانی‌های فلزی سولفیدی در هر سه نوع کانی باریت مهدی‌آباد قابل توجه نبوده و توسط XRD شناسایی نشده است.

ب) مطالعات XRF - برای تعیین نوع و مقدار درصد عناصر، ۹ نمونه تهیه شد و پس از آماده سازی و پودر کردن مورد مطالعه XRF قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود مقدار سیلیس در نمونه سفید از دو نمونه دیگر خیلی بیشتر است. مقدار کانی‌های منگنز، آهن و مس در دو نمونه قهوه‌ای و خاکستری بسیار بیشتر از نمونه سفید می‌باشد و تیرگی رنگ آنها نیز به دلیل وجود زیاد این کانی‌ها نسبت به نمونه سفید می‌باشد. مقدار روی در هر سه نمونه تقریباً برابر ولی مقدار سرب در نمونه سفید بیشتر است.

۸- مطالعات شناسایی نمونه کانستگ خاوری مهدی‌آباد توسط XRD و XRF

کانستگ بخش خاوری کانسار روی-سرب-باریت مهدی‌آباد یزد به صورت اکسید دارای تشکیلات کلاهمک آهنین (Gossan) است. کلاهمک آهنین به صورت برجسته دارای همتایت و لیمونیت هستند که تا حدود ۴۵ درصد آهن دارند و دارای خلل و فرج بالایی می‌باشند که تخلخل آنها گاهی به ۴۰ درصد هم می‌رسد. از نظر ژنز از دسته کانسارهای اکسید ثانویه هستند. پس از نمونه‌برداری و آماده‌سازی، نمونه در قسمت‌های مختلف طبقه‌بندی شد و تحت مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه‌های XRF و XRD قرار گرفت. مطالعات نشان داد که کانی اصلی روی، همی‌مرفیت (سیلیکات آبدار روی) با عیار حدود ۱۰ درصد است. کانی‌های دیگری از جمله اکسیدهای آهن و منگنز، اسمیت‌زونیت، دولومیت و کلسیت دیده می‌شوند. مطالعات XRF نشان داد که اکسیدهای آهن بیشترین عیار را در کانستگ نسبت به بقیه کانی‌ها داراست و روی به عنوان کانه اصلی از نظر فراوانی در رده سوم است. کانستگ خاوری مهدی‌آباد از این نظر بسیار مهم است که در وهله اول در بخش‌های سطحی‌تر قرار دارد و در قدم دوم به صورت بخشی دارای عیارهای بالایی از اکسیدهای روی است.

۹- مطالعات شناسایی نمونه

پس از مراحل نمونه‌برداری، خردایش و طبقه‌بندی، نمونه معرف برای انجام آزمایش‌های شناسایی نمونه تهیه شد. شناسایی نمونه با استفاده از آزمایش‌های XRF و XRD و مطالعات کانی‌شناسی که در ادامه بیان شده است، انجام گرفت.

الف) مطالعات XRD - XRD یا X-ray Diffraction روشی است که در آن با تاباندن پرتوهای اشعه ایکس به سطح نمونه و عکس‌العمل کانی‌ها در برابر آن می‌توان به ویژگی‌های آنها پی برد. نمونه سرب و روی کانستگ اکسید بخش خاوری مهدی‌آباد توسط دستگاه XRD مورد تجزیه قرار گرفت که برای این منظور،

کانی‌های کدر سولفیدی، دانه‌های سیلیس درشت دانه تا ریز دانه، ریزبلورین است. همچنین هیدروکسیدهای آهن و دانه‌های کربناته نیز همراه این نوع باریت دیده می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۵). به‌طور کلی می‌توان گفت بافت‌های شاخص در مورد باریت کانسار مهدی‌آباد شامل بافت تیغه‌ای (شکل ۱۲ تصاویر الف و ب)، بافت دم‌جارویی (شکل ۱۲ تصاویر الف و ب) در نمونه‌های میکروسکوپی و بافت‌های جعبه‌ای و تیغه‌ای در نمونه‌های دستی است (شکل ۱۳ تصاویر الف و ب).

• **پیرویت:** کانی پیرویت از فراوان‌ترین کانی‌ها در کانسار مهدی‌آباد به‌شمار می‌رود که تقریباً در تمام بخش سولفیدی کانسار قابل ملاحظه است. در مرحله اول کانی‌سازی، پیرویت به صورت بلورهای شکل‌دار و ریزدانه است. این پیرویت‌ها به صورت بلورهای بزرگ و فرامبوئیدال و نیمه شکل‌دار در نمونه‌های دستی و میکروسکوپی قابل مشاهده است. در مرحله دوم تشکیل پیرویت، پیرویت در زمینه‌ای از اسفالریت و گالن مشاهده می‌شود. در مرحله سوم کانی‌سازی پیرویت، به دلیل خوردگی و هضم قطعات گالن و اسفالریت، کانی‌سازی آن ادامه داشته است. پیرویت در کانسار مهدی‌آباد دارای بافت‌های متنوعی است که می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

الف) پیرویت فرامبوئیدال: این نوع پیرویت شکل مشخص و حاشیه به نسبت آشکاری دارد. اما ساخت داخلی در آنها به طور کامل متفاوت است. به‌طوری که در بعضی بخش‌ها فرامبوئید گرد با حجره‌های مشخص است (شکل ۱۰)، در حالی که در بخش‌های دیگر کشیده است. در برخی موارد، حجره‌ها در آنها به صورت دانه تسیحی پشت سر هم قرار گرفته‌اند و بافت جزیره‌ای اولیه را از خود بروز می‌دهند (Rastad, 1981). وجود پیرویت فرامبوئیدال در کانسار مهدی‌آباد نشانه مراحل دیاژنتیکی اولیه در این کانسار است (قاسمی، ۱۳۸۵). این نوع پیرویت در مراحل بعدی، در اثر حرکات زمین‌ساختی که منجر به دگرگونی خفیف در ناحیه کانسار شده، تبلور دوباره یافته‌اند (شکل ۱۴، تصاویر الف و ب).

ب) تبدیل‌شدگی پیرویت و مارکاسیت: بافت این نوع پیرویت به صورت فرامبوئیدال است و بافت آن به صورت گل‌کلمی است که از حاشیه به مارکاسیت تبدیل شده است. علت این امر فشار زیاد گوگرد به علت فراوانی کروژن است. این نوع تجمع پیرویت و مارکاسیت نشانه کانی‌زایی همزاد می‌باشد (Momenzadeh, 1976)، که به نظر می‌رسد همزمان با رسوبگذاری همانند کانسارهای توده‌ای (مسبو) سولفیدی تشکیل شده‌است (شکل ۱۵).

ج) پیرویت‌های شکسته شده و متبلور: این نوع پیرویت که تحت تأثیر فرایندهای زمین‌ساختی و دگرگونی قرار گرفته، دارای تغییر شکل از نوع شکنائی شکل پذیر است. فرایندهای اخیر در مقاطع میکروسکوپی متعلق به کانسار روی - سرب مهدی‌آباد قابل تشخیص است (Momenzadeh, 1976)، (شکل ۱۴).

د) پیرویت‌های لایه‌ای چین‌خورده: این نوع پیرویت نشانه کانی‌زایی همزاد است (Momenzadeh, 1976)، که همزمان با رسوبگذاری تشکیل شده و در مراحل بعدی در اثر حرکات کوهزایی چین‌خورده‌اند (شکل ۱۶).

• **کالکوپیریت:** کالکوپیریت به میزان پایین و همراه کوارتز و دیگر فازهای سولفیدی مشاهده می‌شود. این کانی به صورت دانه‌های درشت و ریز بلور که از حاشیه به کولیت و دیژنیت تبدیل شده‌اند، مشاهده می‌شوند که مقدار آن به سمت بخش باختری کانسار مهدی‌آباد و در ارتباط با گسل تپه‌سیاه بیشتر می‌شود. حالت برشی شدن و بافت کاتاکلاستی نیز در برخی نمونه‌ها، به صورت مشخصی قابل مشاهده است که بی‌ارتباط با منطقه برشی گسل تپه‌سیاه نیست. مالاکیت و آزوریت فراوان‌ترین کانی ثانویه مس و در واقع فراوان‌ترین کانی مس‌دار در نمونه‌های سطحی و کم‌ژرفای کانسار مهدی‌آباد است که در اثر اکسایش کالکوپیریت حاصل

• **گالن:** کانی گالن به صورت افشان، توده‌ای، رگچه‌ای و بین دانه‌ای و همچنین پرکننده فضای خالی مشاهده شد. با توجه به مشاهدات میکروسکوپی و نمونه‌های دستی، گالن دست کم سه مرحله کانی‌سازی را نشان می‌دهد. در مرحله اول کانی‌سازی گالن به صورت ریزدانه و به شکل میانبار در کانی اسفالریت نسل دوم دیده می‌شود. در مرحله دوم به صورت (Rest solution) در کانی اسفالریت که ناشی از جانیشینی این کانی می‌باشد. در نهایت گالن در داخل شکستگی‌ها قرار گرفته و آنها را پر کرده است (اشکال ۴ و ۵).

• **دولومیت:** مطالعه مقاطع نازک در نمونه‌های دولومیت کانسار مهدی‌آباد نشان دهنده گونه‌های مختلفی از این کانی است. دولومیت نوع اول به طور معمول شکل‌دار با سطح بلورین مسطح و بلورهای خیلی ریز است. اندازه این بلورها نشان دهنده جایگاه کشندی در هنگام تشکیل آنها می‌باشد که می‌تواند حاصل تغییر شکل تقریباً همزمان آنها با دیاژنز اولیه باشد (Rastad, 1981). دولومیت نوع دوم دولومیت شناور است که در یک زمینه آهکی با سطوح بی‌شکل تا شکل‌دار در یک زمینه آهکی وجود دارند و در منطقه کشندی تشکیل شده‌اند (Rastad, 1981). این نوع دولومیت به طور معمول از جایگزینی کربنات‌های قبلی حاصل شده است. دولومیت نوع سوم، شکل‌دار و درشت دانه است که همراه دولومیت نوع اول و پنجم دیده می‌شوند. این دولومیت جزو دسته دولومیت پرکننده فضای خالی محسوب می‌شود و با دولومیت نوع اول ارتباط پاراژنتیکی دارد و به ظاهر بعد از دولومیت نوع اول تشکیل شده است (Zenger, 1983). در دولومیت نوع چهارم، هیچ‌گونه بافت جایگزینی مشاهده نمی‌شود. این دولومیت فاقد خوردگی درون بلوری است و زون‌های دولومیت‌ها دارای پهنای مساوی می‌باشد. دولومیت نوع پنجم به صورت پرکننده فضای خالی است. این نوع دولومیت به طور معمول منطقه‌بندی دارد که تعداد و پهنای مناطق متفاوت است که در مرکز مقدار آهن کم است و یا وجود ندارد (شکل ۱۱، د). اما نوارهای بیرونی تر بیشتر غنی از آهن می‌باشد (شکل ۱۱، ج، د و ه). این نوع دولومیت در مراحل انتهایی دیاژنز به وجود می‌آید و بر روی دولومیت نوع اول و سوم رشد و سرانجام توسط دولومیت زین‌اسبی دنبال می‌شود (Zenger, 1983). دولومیت نوع شش، غیر مسطح و درشت دانه می‌باشد و مرزهای بلوری به صورت دندانه دندانه است که ناشی از فشارهای انحلالی است و غنی از میانبار است و جزو دولومیت جانیشینی به شمار می‌آید که در محیط تدفینی تشکیل شده است (Zenger, 1983). این نوع دولومیت می‌تواند حاصل تغییر شکل و تبلور دوباره دولومیت انواع قبلی در شرایط درجه حرارت‌های بالا باشد. دولومیت زین‌اسبی به طور معمول با سطوح بلوری منحنی شکل و به صورت دانه درشت ظاهر می‌شود. این نوع دولومیت به طور معمول در شرایط دمایی برابر با ۱۵۰-۶۰ درجه سانتیگراد و شوری بالا به وجود می‌آید (شکل ۱۱، تصاویر الف تا ه).

• **باریت:** حداقل سه نوع کانسنگ باریت در نمونه‌های دستی کانسار مهدی‌آباد وجود دارد که با رنگ‌های متفاوت خاکستری، سفید و قهوه‌ای قابل تشخیص است (قاسمی، ۱۳۸۵). برای مطالعه کانی‌شناسی از هر سه نوع کانسنگ نمونه‌برداری شد. نتایج مطالعات میکروسکوپی بر روی باریت خاکستری نشان می‌دهد کانی‌های تشکیل دهنده شامل: باریت، کوارتز میکروکریستالین، هیدروکربنات مس (مالاکیت)، کانی‌های کدر و هیدروکسیدهای آهن تیره با رنگ انعکاس داخلی سرخ رنگ است. باریت به صورت بلورهای کشیده حاوی ماکل کارلسبادپلی‌ستتیک بی‌رنگ و با برجستگی بالا بوده و اندازه دانه‌ها به ۱/۶ میلی‌متر می‌رسد. مطالعه بر روی نمونه باریت سفید نشان می‌دهد در این نمونه اختلاط و آمیختگی بلورهای باریت و سیلیس ریزبلور به نسبت زیاد است و بدین ترتیب، هم‌رشدی آن به خوبی قابل مشاهده است. باریت قهوه‌ای همانند باریت خاکستری شامل بلورهای هم‌رشد باریت،

(Syngenetic) و دیرزاد (Epigenetic) است. از ویژگی‌های همزادی می‌توان به وجود پیریت فراموبیدال در نمونه دستی و نمونه میکروسکوپی، به تبدیل شدن پیریت و مارکاسیت و نیز مشاهده بافت‌های دیاژنتیکی که از ویژگی‌های کانسارهای چینه‌سان است، اشاره نمود. از ویژگی‌های دیرزادی می‌توان به بافت‌های مختص این نوع کانی‌زایی همانند برش‌های حاصل از زمین‌ساخت، برش‌های ریزشی، بافت رگه‌ای به صورت پرکننده فضای خالی اشاره کرد. در مرحله اول کانی‌زایی که همزمان با نهشته شدن رسوبات بوده است با کوهزایی لارامید همزمان بوده است. مرحله دوم یا کانی‌زایی دیرزاد با بالا آمدگی (Uplifting) حوضه رسوبی به همراه عملکرد آب‌های فسیلی و آب‌های جوی است و در نهایت کانی‌زایی دیرزاد را در کانسار مهدی‌آباد می‌توان تشخیص داد.

۵- حضور بافت کلوفرم سولفیدی کانی‌های اسفالریت، گالن به همراه باریت فراوان به صورت پرکننده فضای خالی نشان دهنده این است که کانی‌زایی و برشی شدن سری‌های دولومیتی سازند تفت از نظر زمانی متفاوت از یکدیگر بوده است. از سوی دیگر نواری و ریشمیک بودن رگه‌های کلوفرم حاکی از حرکت آرام محلول‌های کانی‌دار و رسوب آرام و نواری این محلول‌ها در فضاهای مناسب است. ۶- وجود قطعات سولفیدی در داخل رگه‌ها و برش‌های زمین‌ساختی نشان دهنده مراحل مختلف و تقدم و تأخر کانی‌زایی است که بدون ارتباط با زمین‌ساخت کانسار مهدی‌آباد نیست.

۷- زمینه (Matrix) برش‌های کانسار مهدی‌آباد شامل سولفیدهای بسیار دانه‌ریز است که کانی‌شناسی آن شامل اسفالریت فقیر از آهن، گالن و به طور جزئی کالکوپیریت است.

سپاسگزاری

بدین وسیله بر خود لازم می‌دانیم از معاونت پژوهشی و سرپرست محترم پژوهشکده علوم زمین جناب آقای دکتر قرشی و جناب آقای دکتر ابراهیم راستاد عضو محترم هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس تهران به خاطر مشاوره علمی ایشان سپاسگزاری شود. همچنین از مسئولان، کارشناسان و کارکنان محترم شرکت‌های روی مهدی‌آباد، مهندسی ایتوک ایران و Union Capital استرالیا که در فراهم آوردن امکانات و تجهیزات صحرایی و اسکان، یاری رسانمان بوده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

شده‌اند. کالکوپیریت در بیشتر موارد به صورت پرکننده فضای خالی شکل گرفته است و از بافت‌های شاخص این کانی می‌توان به ریشمیک، کوکاد و تبدیلی در آنها اشاره کرد (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۶)، (شکل ۱۷).

توالی پاراژنتیکی- کانی‌شناسی رخصاره‌های کانه‌دار در کانسار روی-سرب مهدی‌آباد یزد ساده بوده و شامل اسفالریت، گالن، باریت، پیریت، کالکوپیریت، هماتیت، لیمونیت، همی‌مرفیت، سروزیت، اسمیت زونیت، هیدروزنیت، مالاکیت، آزوریت، آنکریت، دولومیت، کلسیت و ژیس می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده در مقیاس صحرایی، نمونه دستی، میکروسکوپی توالی پاراژنتیک کانی‌ها و کانه‌های کانسار روی-سرب مهدی‌آباد با توجه به ارتباط دگرشکلی، دگرسانی و کانه‌زایی رسم شد که در جدول ۶ آورده شده است.

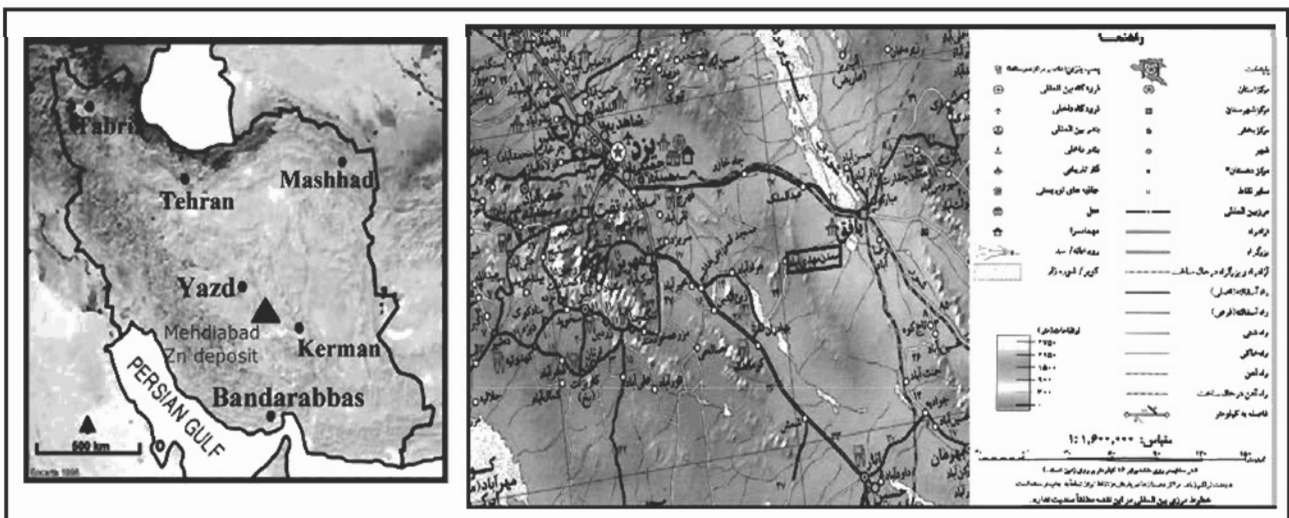
۱۱- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعاتی که بر روی کانسار روی-سرب مهدی‌آباد چه در نمونه دستی و چه در نمونه میکروسکوپی صورت گرفته است می‌توان مراحل مختلفی از کانی‌زایی در این کانسار تشخیص داد که شواهد زیر، رخداد چنین ساز و کاری را تأیید می‌کنند: ۱- به نظر می‌رسد که دگرسانی آنکریتی در بخشی از سازند تفت مقدم بر برشی شدن سنگ میزبان و کانی‌زایی سولفیدی در کانسار مهدی‌آباد است. کاهش حجمی که در طی دگرسانی آنکریتی به وجود می‌آید تقریباً ۶٪ است که می‌تواند باعث به وجود آمدن فضای مناسب (حفره و غار) شود که مجرای مناسبی برای عبور محلول‌های سولفیدی و در نهایت رسوب این محلول‌ها باشد.

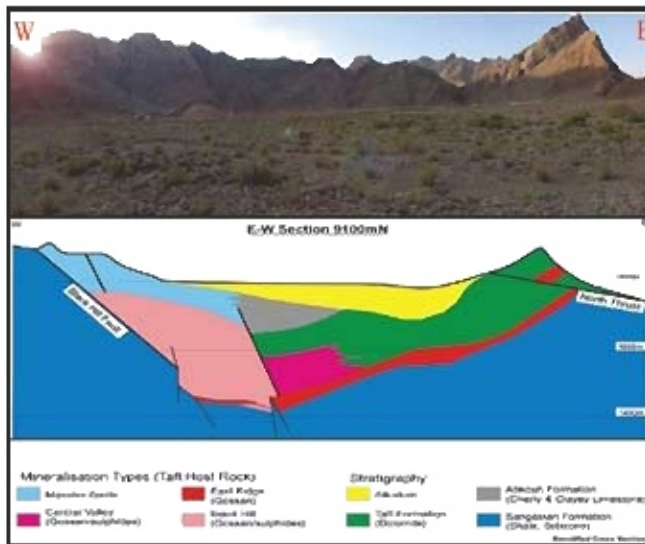
۲- ترکیب کلاهدک آهنی مهدی‌آباد به طور معمول شامل هیدروزنیت، اسمیت زونیت، همی‌مرفیت و سروزیت است که در حفره‌ها، سطوح شکستگی، رگه‌ها و همچنین در بافت‌های لانه زنبوری این کلاهدک آهنی شکل گرفته‌اند.

۳- به طور معمول یک منطقه مخلوط از کانی‌های سولفیدی و اکسیدی به ستی‌ای ۱۰-۵ متر درست در بالای افق سولفیدی کانسار مهدی‌آباد قرار دارد. این منطقه (مخلوط) شامل بقایای سولفیدی در داخل کلاهدک آهنی است که دارای کانی‌های اکسیدی روی است و در سطوح حفره‌ها و سطوح شکستگی تشکیل شده‌اند.

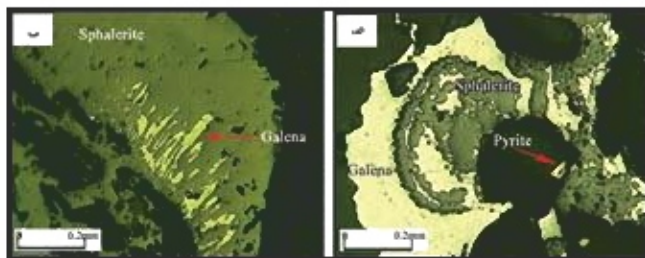
۴- تپ کانی‌زایی در کانسار مهدی‌آباد دارای ویژگی‌های همزاد



شکل ۱- موقعیت کانسار مهدی‌آباد و راه‌های دسترسی به آن



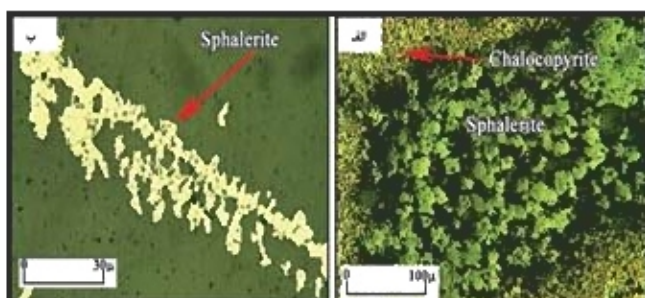
شکل ۱- چشم انداز کلی کاتسار در رخنه سطحی در جهت خاوری و باختری و همچنین مقطع زمین شناسی زیرزمینی کاتسارگانه‌های مختلف کاتسار.



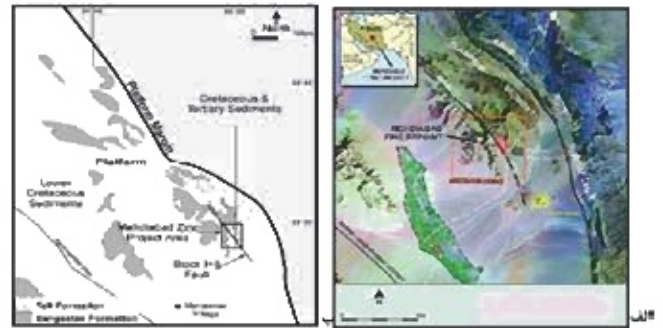
شکل ۲- (الف) بافت شبه کلیوی اسفالریت به همراه گالن (ب) رشد تداخلي اسفالریت و گالن



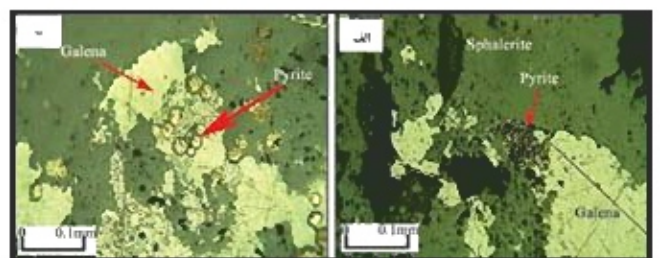
شکل ۳- بافت کلو فرم (در چشمک) از کانی اسفالریت (الف) در نوره PPL شهری (ب) نوره تمکاسی



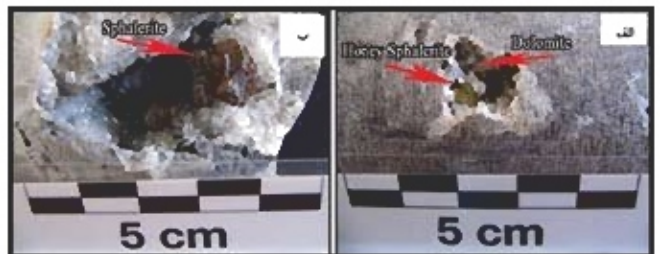
شکل ۴- (الف و ب) بافت اسکالی از کانی اسفالریت.



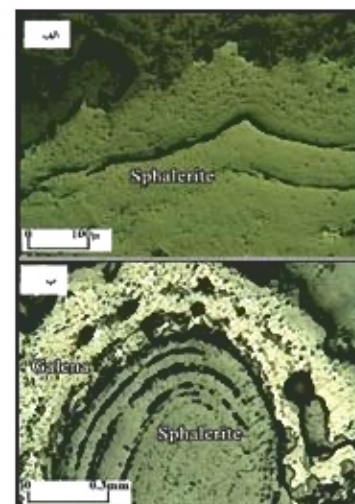
شکل ۵- موقعیت کاتسار مهدی آباد بر روی چکشی های ماهواره ای. در تصاویر الف و ب موقعیت گسل انار در خاور کاتسار.



شکل ۶- پیریت فرامیویدال در (الف) اسفالریت (ب) در داخل کانی گالن دیده می شود.



شکل ۷- نمونه دستی منطق به (الف) اسفالریت کم آهن (ب) اسفالریت خنی از آهن



شکل ۸- (الف) بافت زونه دار کانی اسفالریت (ب) بافت گال کانی از کانی اسفالریت به همراه گالن

جدول ۱- تجزیه XRD سه نمونه باریت

ردیف	نمونه	کاتی ها
۱	فله‌های	باریت، هماتیت، کوارتز
۲	خاکستری	باریت، هماتیت، کوارتز، مالاکیت
۳	سفید	باریت، کوارتز، سروزیت، کلسیت

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمایش‌های XRF بر روی سه نمونه باریت کتسار مهدی آباد

اکسید	خاکستری	فله‌های (%)	سفید (%)
LOI	۰.۳۹	۱.۲۹	۰.۴۷
Na ₂ O	۰.۴۷	۰.۴۰	۰.۴۶
Al ₂ O ₃	۰.۳۹	۰.۴۳	۰.۴۶
SiO ₂	۶۲.۲۵	۱۱.۱۰	۲۶.۱۲
SO ₃	۲۵.۳۷	۳۳.۰۰	۲۰.۷۲
K ₂ O	۱.۰۵	۰.۱۰۸	۱.۰۶
CaO	۰.۴۵	۰.۴۸	۰.۴۶
MnO	۱.۴۸	۰.۲۹	۰.۰۷
Fe ₂ O ₃	۲۱.۸۱	۱۸.۲۷	۱.۰۳
CuO	۲.۱۰	۰.۱۲	۰.۰۳
ZnO	۰.۰۶	۰.۰۵	۰.۰۶
SrO	۱.۸۷	۰.۸۳	۱.۴۷
BaO	۳۰.۶۵	۳۳.۹۵	۲۸.۳۶
PbO	۰.۱۲	۰.۴۵	۱.۰۰
BaO+SO ₃	۶۵.۵۲	۶۵.۹۵	۵۷.۰۲

جدول ۳- کاتی‌های موجود در نمونه لوزی کاتسنگ خاوری حاصل از تجزیه اول

ردیف	نام کاتی	فرمول شیمیایی
۱	گوتیت	FeO(OH)
۲	هماتیت	Fe ₂ O ₃
۳	دولومیت آهن-دار	Ca(Mg _{۰.۹۵} Fe _{۰.۰۵})(CO ₃) ₂
۴	کوارتز	SiO ₂
۵	باریت	BaSO ₄
۶	همی‌مرفیت	Zn ₂ Si ₂ O ₇ (OH) ₂ .H ₂ O

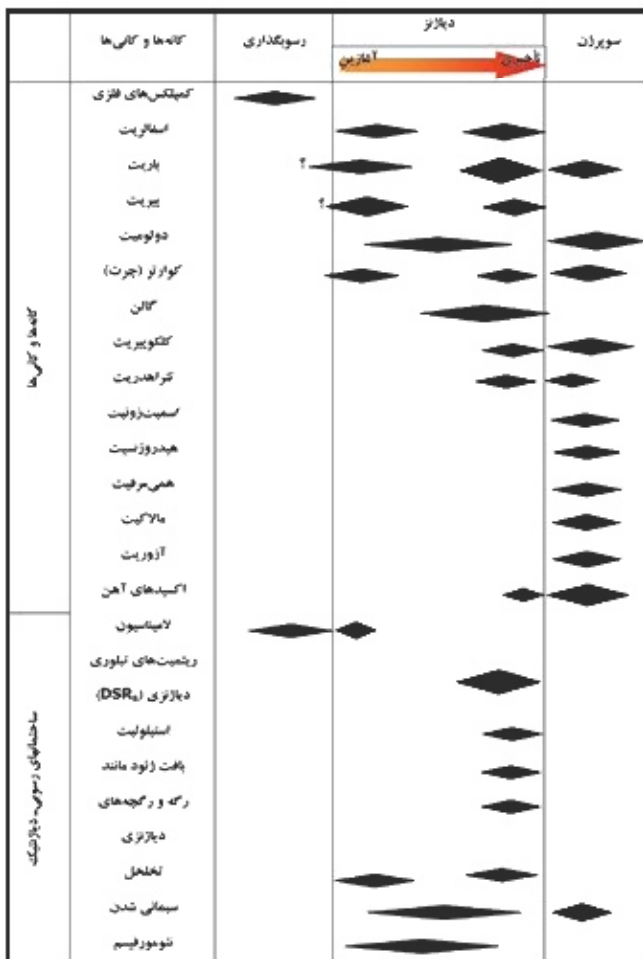
جدول ۴- نتایج حاصل از تجزیه نمونه دوم توسط XRD

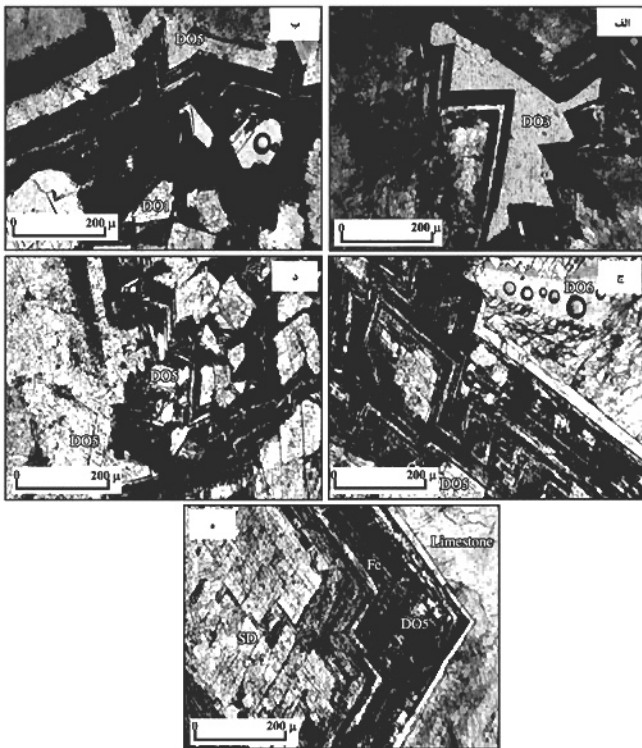
ردیف	نام کاتی	فرمول شیمیایی
۱	همی‌مرفیت	Zn ₂ Si ₂ O ₇ (OH) ₂ .H ₂ O
۲	دولومیت‌دار	Ca(Mg _{۰.۹۵} Fe _{۰.۰۵})(CO ₃) ₂
۳	کوارتز	SiO ₂
۴	باریت	BaSO ₄
۵	اسپینریت	Zn ₃ (PO ₄) ₂ (OH) ₂ .3H ₂ O
۶	سروزیت	PbCO ₃
۷	آنگائیت	Mg ₂ Mn ₂ (SiO ₄) ₂ (OH) ₂
۸	بیوسیت	(Mn,Fe) ₂ (PO ₄) ₂
۹	رومیکولیت	(Mg,Al) ₂ (Si,Al) ₂ O ₇ (OH) ₂
۱۰	اسمیت‌زونیت	ZnCO ₃
۱۱	کالینوکلار	Cu ₂ (AsO ₄)(OH) ₂
۱۲	فینگریت	Cu ₄ O ₂ (VO ₄) ₂

جدول ۵- نتایج حاصل از تجزیه XRF

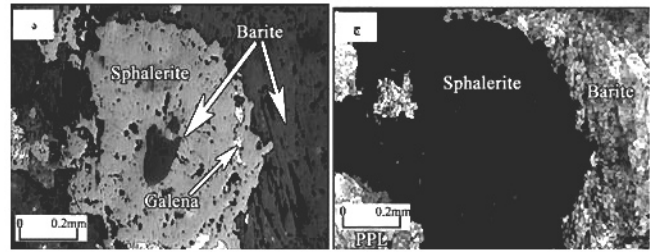
ترکیب	CaO	K ₂ O	Cl	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SiO ₂	SO ₃	MgO	LOI
درصد	۳.۵۵	۰.۴	۰.۳۳	۲.۶۱	۰.۰۲	۱۶.۰۰	۱.۶۵	۱.۶۵	۱۲.۱
ترکیب	PbO	BaO	SrO	ZnO	CoO	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	
درصد		۳.۶۸	۰.۰۶	۹.۸۱	۰.۰۳	۳۹.۵۱	۱.۴۰	۰.۱۲	

جدول ۶- نتایج تولید پارازیتیک حاصلی کاتسار و کاتی‌ها در لوزی‌های کاتسار کاتسار مهدی آباد

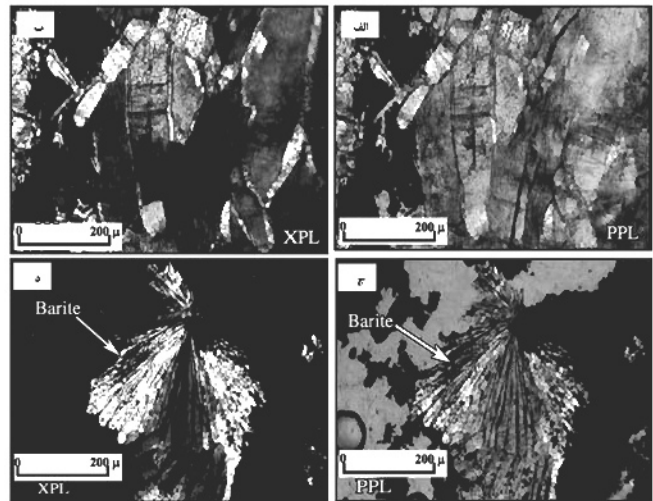




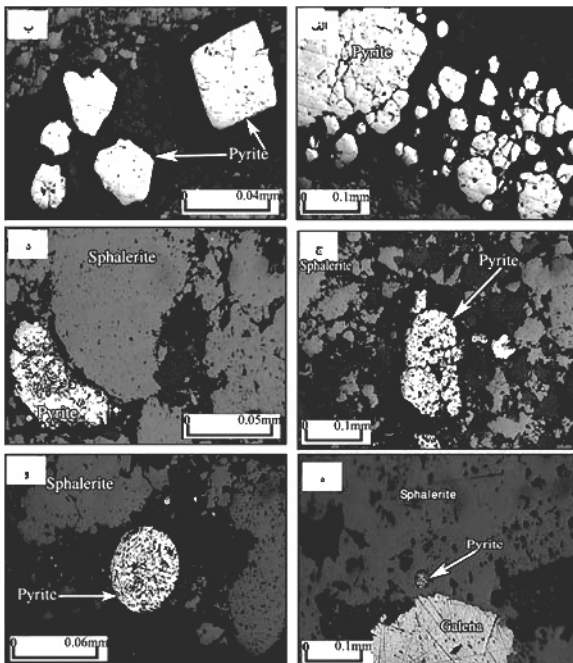
شکل ۱۱- بافت‌های مختلف دولومیت در کانسار مهدی آباد الف) دولومیت نوع سوم به صورت پرکننده فضای خالی و بعد از دولومیت نوع اول تشکیل می‌شود. ب) بلورهای دانه ریز دولومیت نوع اول. ج) دولومیت نوع شش که حاوی میانبار فراوان است. د) دولومیت نوع پنج به صورت پرکننده فضای خالی که از ویژگی‌های بارز آن وجود بافت منطبق‌بندی است. ه) دولومیت زمین‌اسبی



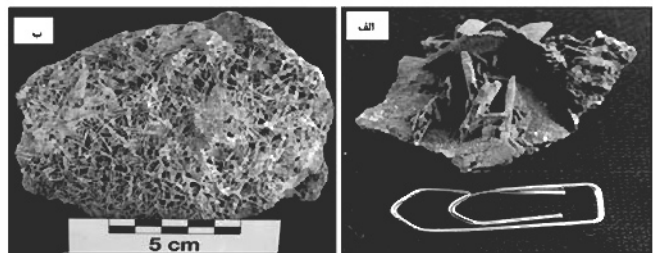
شکل ۱۰- بافت اسفرویدی، یا شبه کروی از کانی اسفالریت (الف)، در نور PPL صوری ب) نور انعکاسی



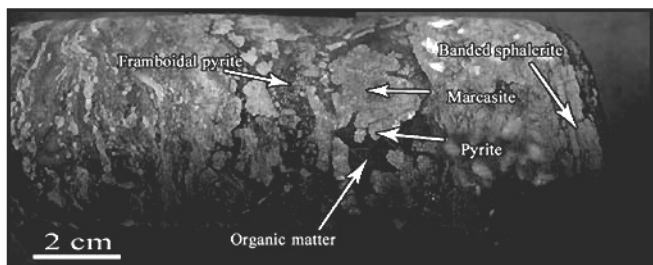
شکل ۱۲- تصاویر میکروسکوپی از کانی باریت، الف و ب) بافت تیغه‌ای کانی باریت در نور XPL و PPL ج و د) بافت دم جارویی کانی باریت در نور XPL و PPL



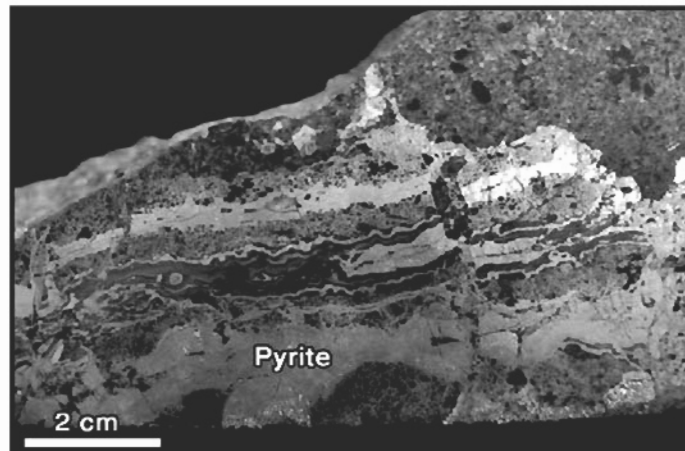
شکل ۱۴- بافت‌های میکروسکوپی مربوط به پیریت، الف و ب) روند تبدیل پیریت فراموبیدال به پیریت خود شکل در طی دیاژنز تأخیری، ج و د) پیریت فراموبیدال در طی دیاژنز از حاشیه به پیریت خود شکل تبدیل می‌شود. ه و) پیریت فراموبیدال به صورت میانبار در داخل اسفالریت و گالن



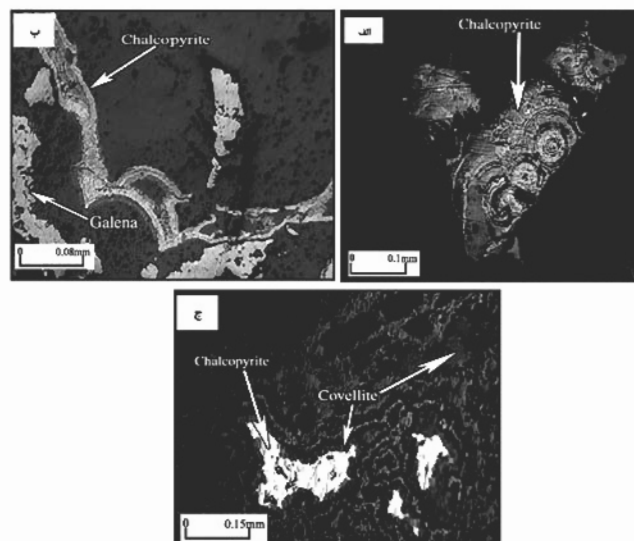
شکل ۱۳- نمونه‌های دستی مربوط به باریت الف) بافت تیغه‌ای باریت به همراه پوشش (Coating) منگنز ب) بافت جمبه‌ای باریت



شکل ۱۵- رشد همزمان پیریت و مارکاسیت مشخص کانسارهای لایه‌ای (Startiform). پیریت فراموبیدال در متنی از مواد آلی، نوآبندی ظریف لایه از کانی‌های سولفیدی، شامل اسفالریت و گالن. در این نمونه همچنین چین‌های دیاژنتیک دیده می‌شود



شکل ۱۶- چین خوردگی دیاژنتیک در بخش سولفیدی کانسار مهدی آباد که متشکل از کانی پیریت است. مسئله فوق نشان دهنده وجود سولفید پیش از چین خوردگی است. همچنین یک شکستگی با جابه‌جایی راست‌یر را می‌توان مشاهده کرد.



شکل ۱۷- بافت کالکوپیریت در کانسار مهدی آباد الف) بافت کوکاد در کالکوپیریت در میان تیفه‌های باریت ب) بافت ریتیک کالکوپیریت ج) بافت جانشینی کالکوپیریت توسط کوولین

کتابنگاری

- باباخانی، ع.، صمیمی، م.، حاج ملاحی، ع.، ۱۳۶۷- مطالعات زمین‌شناسی کانسار مهدی آباد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- راستاد، ا.، رستسی پایدار، ق.، فیض‌نیا، س.، قادری، م.، ۱۳۸۱- رخساره‌های کانه‌دار، سیالات درگیر و خاستگاه کانسار فلورین (روی، سرب، باریم) میلاکوه- تویه در سازند کرنتانی سلطانیه، البرز مرکزی، جنوب باختری دامغان، فصلنامه علوم زمین، شماره ۴۵-۴۶.
- شمس‌کیا، ن.، ۱۳۶۹- بررسی‌های ژئوشیمیایی و سنگ‌شناسی و متالوژی کانسارهای کرتاسه زیرین در منطقه مهدی آباد، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، ۲۸۰ صفحه.
- قاسمی، م.، ۱۳۸۴- بررسی پدیده دولومیتیزاسیون و حفرات کارستی در سازندهای کرنتانه کانسار روی- سرب مهدی آباد یزد، سمینار درسی دوره کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- قاسمی، م.، ۱۳۸۵- نحوه تشکیل کانسار روی- سرب مهدی آباد یزد و مقایسه آن با دیگر کانسارهای سرب و روی کرتاسه اطراف مهدی آباد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۳۸ صفحه.

- قاسمی، م.، مؤمن‌زاده، م.، یعقوب‌پور، ع.، ۱۳۸۶- هیدروژئولوژی در کانسار روی-سرب مهدی‌آباد یزد، اولین همایش زمین‌شناسی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد.
- قاسمی، م.، مؤمن‌زاده، یعقوب‌پور، ع.، ۱۳۸۵- تقسیم بندی کانسار روی مهدی‌آباد بر اساس مطالعات کانی‌شناسی، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.
- قاسمی، م.، مؤمن‌زاده، یعقوب‌پور، ع.، ۱۳۸۵- مطالعه زمین‌شناسی، کانی‌شناسی و کانی‌های همراه در کانسار روی-سرب مهدی‌آباد یزد، چهاردهمین همایش انجمن کانی‌شناسی و بلورشناسی ایران، دانشگاه بیرجند.
- قاسمی، م.، ۱۳۸۴- کانسارهای سرب و روی در ایران، سمینار درسی کارشناسی ارشد، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- نبوی، م.ح.، ۱۳۵۵- دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

- BRGM, 1994-Mehdiabad lead-zinc deposit pre-feasibility study. Geological assessment report N1392, May 1994, BRGM Department Exploration BP 600945060 Orleans Cedex, France.
- Chapple, K. G., Gahsemi, M., 2005- The Mehdiabad zinc deposit – A Tethyan Giant, Union Capital Report .
- Momenzadeh, M., 1976- Stratabound lead-zinc ores in the lower Cretaceous and Jurassic sediments in the Malayer-Esfahan district (west central Iran), Lithology, Metal content, Zonation and Genesis, Ph.D thesis, Univ Heidelberg, 300p.
- Ramdohr, P., 1980- The ore minerals and their intergrowths, pergamon press, vol 1 & 2.
- Rastad, E., 1981- Geological, Mineralogical and ore facies investigation on the lower Cretaceous stratabound Zn-Pb-(Ba-Cu) deposits of the Irankuh mountain range, Esfahan, west central Iran, Ph.D thesis, Univ Heidelberg, 334 p.
- Sangster, D. F., 1990- Mississippi Valley-type and sedex lead-zinc deposits: a comparative examination: Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, B99, p. 21-42.
- Yaghubpur, A., Mehrabi, B., 1997- Kushk zinc-lead deposit a typical black-shale-hosted deposit in Yazd state, Iran: Journal science of the Islamic Republic of Iran, Volume 8, No 2, p. 117-126.
- Zenger, D. H., 1983- Burial dolomite in the Lost Burro Formation (Devonian), east-central California, and the significance of late diagenetic dolomitization: Geology, v.11., p. 519-522.

been caused by increasing and accumulation of constructions, and also increase of traffic in duration years. The further studies show that effect of loading decrease with depth. Amount of stability and settlement in each zone have important role to design and select the kind of foundation and lay out depth.

Key words: Zoning, Plat bearing, Settlement, Stability Parameters

For Persian Version see pages 71 to 78

*Corresponding author: F. Rezaei; E-mail: rezaie8 @ yahoo.com

Petrography, Tectonic Setting and Genesis of Oligocene – Miocene Igneous Rocks in Northern Part of Razan Area

R. Mohammadi^{1*}, M.H., Emami² and M. Vosoghiabedini³

¹ Faculty of Basic Sciences, Ashtian Branch, Azad University, Tehran, Iran

² Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran.

³ Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 2006 November 14

Accepted: 2009 February 25

Abstract

The area is located about 230 km of southwest of Tehran. Based of geological observations, the plutonic rocks in the area consist of Neogene (Miocene) alkaline gabbro , gabbrodiorite, locogabbro and diabase . The Oligo - Miocene calc-alkaline extrusive rocks are dacite - ryodacite , andesite trachyandesite , hornblendandesite , basaltic andesite and trachybasalt . Studing on isotopic analyses of Nd and Sr indicate that surveyed area were contaminated with crustal rocks of Sialic composition . In isotopy geochemical studies, The Andesite samples are plotted in the limit of BSE; however, it seems that mantling rocks besides being settled in crust (esp. the upper continental crust) have been contaminated with in. The combination of BSE towards enrichment, from the proportion of ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr has shifted; a sample of rocks shows this position. Spider diagrams related to trace elements of plutonic samples which are used for identifying the tectonic setting show intrusives are in the extensive regime; while the lavas don't have a steady trend and are similar to subduction zones. This shows that the intrusives of the the investigated area are different genesis from the southern volcanic rocks.

Key words: Magmatic Genesis, Isotopic Geochemistry, Avaj, Razan, Magmatic contamination, Volcanic Rocks, Plutonic rocks

For Persian Version see pages 79 to 88

*Corresponding author: R. Mohammadi; E_mail: mohammadi_geo@yahoo.com

Mineralogy Studies of Mehdiabad Zinc-Lead Deposit- Yazd, Central Iran

M. Ghasemi ^{1*}, M. Momenzadeh¹, A. Yaghubpur ², A. A. Mirshokraei ³

¹ Geological Survey of Iran, Tehran, Iran.

² Tarbiat- Moalem University, Science Faculty, Tehran, Iran.

³ Itok Engineering Company, Tehran, Iran.

Received: 2007 July 24

Accepted: 2008 February 25

Abstract

Mehdiabad Zn-Pb-Ba deposit is located 110 km south-east of Yazd, in the Central Iran structural zone. The stratigraphic succession consists of three sedimentary formations of lower Cretaceous age. The Sangestan formation, the lowest unit of shale and siltstone with calcarenitic interbedded layers. This unit is overlain by ankeritic massive dolomite and dolomitic limestone of Taft formation. The Abkouh formation at the top is composed of cherty or clayey limestone with conglomeritic intercalation, lenses of massive reef limestone and calcareous shale. The structure of ore body shows a half-graben with a vast N-S syn form being complicated by the presence of poly phase faults. The main normal

fault is Tappeh Siah fault, suggested to be active during and after the period of sedimentation. Major minerals are sphalerite and galena with minor pyrite, chalcopyrite in sulfide zone, smithsonite, hydrozincite, hemimorphite and cerussite in oxide zone. Mineralization occurs in stratiform-lenticular orebodies and concordant with host rocks. Also ore bodies showing laminated, disseminated, open space filling, karst filling, colloform and botryoidal textures.

Keywords: Mehdiabad, Lower Cretaceous, Zinc & Lead, Iran, Tappeh Siah fault.

For Persian Version see pages 89 to 98

*Corresponding author: M. Ghasemi; E-mail: gsighasami@yahoo.com

Study of the Hydrogeochemistry of Taftan Volcano's Mineral Springs and their Relation to Hard-Rock Masses of Region

H. Biabangard^{1*}, A. Moradian² & Y. Bavali³

¹ Sistan and Baluchestan University of Zahedan, Zahedan, Iran.

² Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

³ Water Resources Management Company, Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

Received: 2008 January 05

Accepted: 2008 May 31

Abstract

Taftan is a stratovolcano, located to the SE of Zahedan, eastern Iran. Due to the highlands of the volcano, a microclimate is created in the region where precipitation provides some water in the arid region that the volcano is located. Field studies and chemical analyses of thirteen mine springs from western flanks of the volcano indicate that springwater in Taftan is somehow related to volcanic rocks. Based on hydrogeochemical analyses, significant variation in Mg^{2+} (2-150), Ca^{2+} (11-465), Na^+ (10.5-444), K^+ (1.5-330), SO_4^{2-} (8-1050), HCO_3^- (0-353.8), NO_3^- (1.1-58.6), Cl^- (10.65-1520) and mole fraction of SiO_2 (6.11-182.87) all in mg/L is affected by the chemical composition of volcanic rocks. Since springwater in Taftan shows significant compositional variation, it is concluded that the springs originated mainly due to precipitation, affected by water-rock interaction to some extent. However, a few springs show characteristic of juvenile water and some may have a mixture of juvenile and meteoric water.

Key words: Taftan volcano, Sistan and Baluchestan, Hydrogeochemistry, Hard-rocks, Spring.

For Persian Version see pages 99 to 108

*Corresponding author: H. Biabangard; E-mail: h.biabangard@yahoo.com