



Gemological and gemological evaluation of Variscite lead and zinc mine in Kushk Bafgh

Javad Ghanei Ardakan

Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Basic Sciences,

Payam Noor University, Tehran, Iran

Abstract

The Kushak lead and zinc deposit is located within the Esfordi Formation, which consists of a series of volcanic-sedimentary sequences of Infracambrian age. Variscite is observed as cross-veins within the pyrite ore of the Kushak deposit, in both open-pit and underground mines. Based on XRD and electron microscopy studies, it was determined that the formula of this mineral is $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. This mineral is formed by the action of phosphate-containing oxidant waters on aluminum-bearing rocks, especially shales.

Keywords: Evaluation, Gemology, Variscite, Lead and Zinc Mine, Bafgh Pavilion

ارزیابی گوه‌رشناسی و گوه‌رتراشی واریسکایت معدن سرب و روی کوشک بافق

جوادقانعی اردکان

استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

ghaneijavad@pnu.ac.ir

چکیده

کانسار سرب و روی کوشک در داخل تشکیلات اسفوردی شامل یکسری از توالی‌های آتشفشانی- رسوبی با سن اینفراکامبرین قرار گرفته است. واریسکایت به صورت رگه‌های متقاطع در داخل کانسنگ پیریتی کانسار کوشک، در معدن روباز و زیرزمینی قابل مشاهده است. براساس مطالعات XRD و میکروسکوپ الکترونی مشخص گردید که فرمول این کانی $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ می‌باشد. این کانی در اثر عملکرد آب‌های فوسفات‌دار اکسیدان بر روی سنگ‌های آلومینیم‌دار مخصوصا شیل‌ها تشکیل می‌گردد.

واژگان کلیدی: ارزیابی، گوه‌رشناسی، واریسکایت، معدن سرب و روی، کوشک بافق

مقدمه

معدن سرب و روی کوشک در فاصله ۱۶۵ کیلومتری شرق یزد و در فاصله ۴۵ کیلومتری شمالشرق شهرستان بافق و در طول جغرافیایی $55^{\circ}45'39''$ و عرض جغرافیایی $31^{\circ}45'30''$ واقع شده است. راه ارتباطی معدن کوشک جاده آسفاته یزد- بافق- بهاباد است. ناحیه کوشک در محدوده‌های از سنگ‌های تفکیک نشده پالئوزوئیک که در واقع مخلوطی از رسوبات و سنگ‌های آتشفشانی هستند، قرار گرفته است. معدن سرب و روی کوشک از دیرباز مورد توجه معدنکاران قدیمی بوده و آثار کارهای استخراجی قدیمی نشان دهنده بهره‌برداری کلوخه‌های پر عیار سرب از رخنمون‌های شرق معدن کوشک قدیمی است. این معدن در حال حاضر در دو بخش زیرزمینی و روباز در حال بهره‌برداری است.

زمین‌شناسی کانسار کوشک

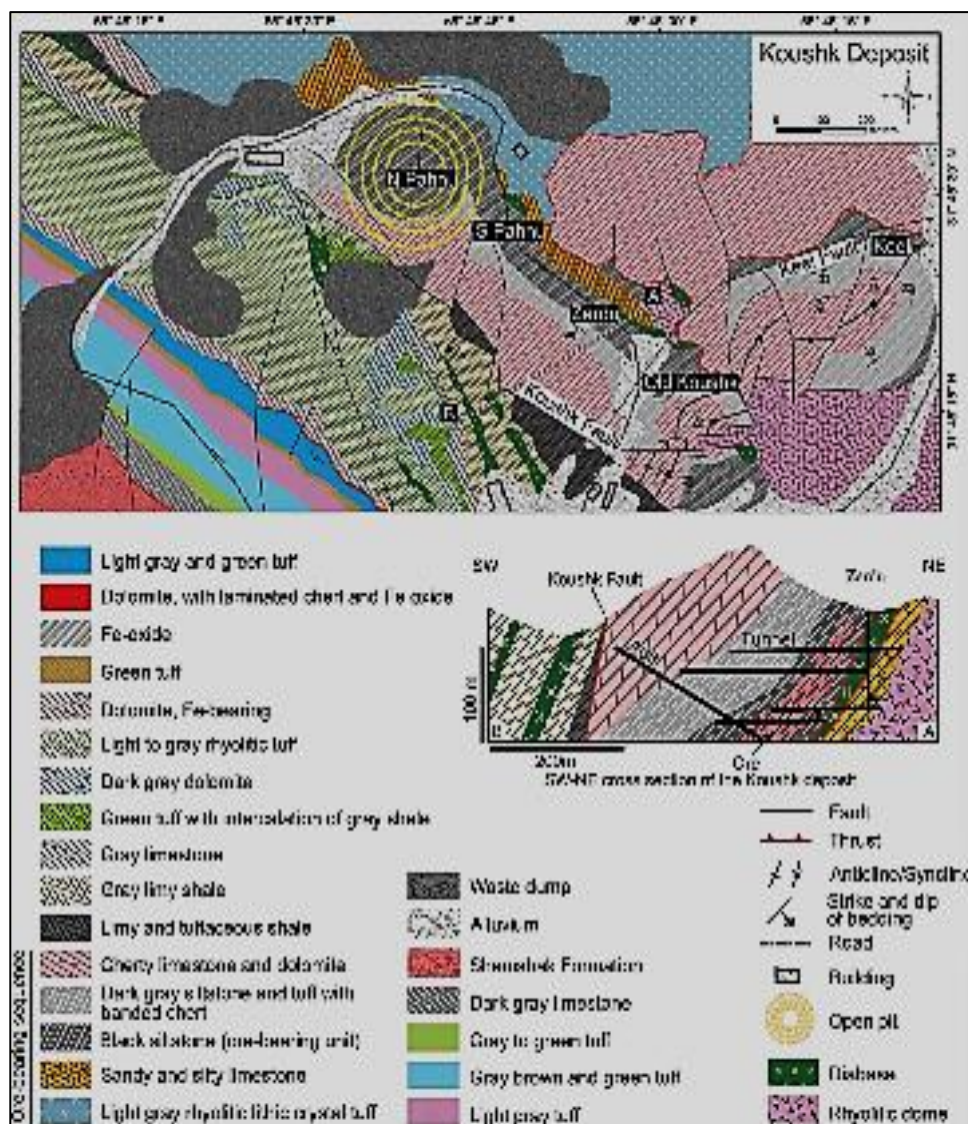
از نظر زمین‌شناسی معدن کوشک در مرکز حوضه رسوبی- آتشفشانی بافق، با وسعت ۷۰۰ کیلومتر مربع جای‌دارد.

از شمال غربی با ماسه سنگ‌های ژوراسیک (سازند شمشک) و از شمال شرقی با آهک‌ها مرزگسله دارد. گرانیتهای صورتی رنگ نارینگان در جنوب آن واقع شده و از نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران جزئی از ایران مرکزی است. این ناحیه از نظر ساختمانی بسیار چین خورده و گسله است (شکل ۱).

چینه شناسی ناحیه معدن از قدیم به جدید عبارت است از:

۱- بخش تحتانی شامل سنگ‌های نفوذی نیمه ژرف اسیدی از جنس ریولیت، کوارتز پورفیر، توف و میکرودیوریت

۲- آهک‌های سیاهرنگ به شکل عدسی‌های پراکنده با ضخامت متغیر



شکل ۱) نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰ معدن کوشک (Omidi, 2018)

Figure 1- Geological map 1:5000 of Kushk mine

۳- شیل‌های سیاهرنگ کربناته منیرالیزه که میزبان عدسی‌های سولفور کانسار هستند. در بخش تحتانی شیل‌های یاد شده یک سیل میکرودیوریتی

وجود دارد.

۵- توف‌های قهوه و سبزی که از پایین به بالا ضخیم لایه‌تر می‌شوند و درصد سیلیس آنها افزایش می‌یابد.

۶- دولومیت قهوه ای رنگ چرت‌دار که به شدت خرد شده‌اند و در قاعده‌ی خود دارای عدسی‌های پراکنده‌ای از هماتیت هستند.

کانی‌شناسی کانسار کوشک

معدن کوشک شامل کانی‌های سولفیدی پیریت (FeS_2)، اسفالریت (ZnS)، گالن (PbS) و کالکوپیریت ($CuFeS_2$) و کانی‌های غیرسولفیدی شامل فسفات‌ها (واریسکایت، پیرومورفیت)، سولفات‌ها (مالنتریت، اپسومیت، باریت، ژپس، انیدریت، لیناریت)، کربنات‌ها (دولومیت و کلسیت)، اکسیدها (گوتیت، لیمونیت، هماتیت و مگنتیت) و سیلیکات‌ها (چرت‌های آهن‌دار یا ژاسپیلیت و کوارتز) می‌باشد در ادامه این کانی‌ها به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

گوهرشناسی و گوهرتراشی واریسکایت

واریسکایت ($Al[PO_4] \cdot 2H_2O$) این کانی به صورت رگه‌های متقاطع در داخل کانسنگ پیریتی کانسار کوشک، در معدن روباز و زیرزمینی قابل مشاهده است. این کانی در اثر عملکرد آب‌های اکسیژن دار حاوی فسفات بر روی سنگ‌های آلومینیم دار مخصوصاً شیلها تشکیل می‌گردد (شکل ۲). واریسکایت از کانی با لومینسانس متغیر تا کم رنگ دارد. از نظر شکل بلور: پسودواکتاندر - منشوری، رنگ: بیرنگ - سبز آبی - سبز، شفافیت: نیمه کدر، شکستگی: صدفی، جلا: مات - چرب، رخ: کامل مطابق با سطح، سیستم تبلور: ارتورومبیک و در رده‌بندی فسفات است همچنین خاصیت مغناطیسی ندارد و منشأ تشکیل آن ثانوی است.



شکل ۲) تصاویری از کانی واریسکایت به صورت رگه‌های متقاطع در داخل کانسنگ پیریتی کانسار کوشک

Figure 2- Images of variscite mineral in the form of cross-veins within pyrite ore from Kansar Kushk ore deposit

این کانی از نظر ظاهری شبیه کریزوکولا، کریزوپراز و فیروزه است. این کانی اپک (کدر) است و معمولاً به صورت سبز روشن با طرحی نسبتاً سفید دیده می‌شود. واریسکایت اغلب با طیف‌های مختلفی از رنگ سبز تا مایل به زرد و قرمز دیده می‌شود. این کانی ممکن است به دیگر کانی‌های فسفاتی تبدیل شود و این تغییر بیشتر در نوع ندولار آن مشاهده می‌شود. منبع مهم واریسکایت‌های جواهری از ایالت نوادا و بخصوص یوتا (ایالتی در جنوب غربی آمریکا) بوده و در واقع مهمترین کانسار گوهر سنگ واریسکایت، کانسار یوتاهلیت است. به همین دلیل به کانی واریسکایت، یوتاهلیت (Utahlit) نیز گفته می‌شود. همچنین در کوئینزلند استرالیا نیز یافت شده است. واریسکایت در ایران نیز یافت شده است که نمونه‌های زیبای آن در یزد و کرمان و .. دیده شده است. استخراج صحیح کانی واریسکایت می‌تواند اولین حلقه از چرخه تولید یک گوهر سنگی زیبا باشد. رسیدن به این هدف نیازمند مطالعات دقیق جهت تعیین خاستگاه و موقعیت رگه نسبت به ساختارهای زمین‌شناختی (مانند لایه بندی‌های سنگی، گسلها، شکستگی‌های، ترکها) است.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در کشورهای مختلف بر روی این کانی مشخص شده است که همبستگی خاصی بین کانی واریسکایت و رگه‌های زرد رنگ همراه با آن وجود دارد و در واقع رگه‌های زرد رنگ که حاوی دیگر کانی‌های گروه فسفات‌هاست و از تغییر کانی واریسکایت به وجود آمده‌اند. در ایران و در بخش روباز معدن سرب و روی کوشک بافق یزد نیز همین ارتباط مشاهده می‌شود. قیمت آن می‌تواند تا کیلویی ۱۰۰ الی ۴۰۰ هزار تومان بر حسب کیفیت خود باشد.

از نظر گوهرشناسی اغلب برای نمایش زیبایی این کانی از آن ورقه‌های بزرگ تهیه می‌شود و همچنین تراش دامله و فانتزی رنگ‌های آن را بهتر نمایان می‌سازد. معروف‌ترین و پرتعدادترین طرح‌های تراش این کانی به صورت بیضی شکل، گرد، قلبی، مارکیز و طرح قطره است. در بحث تراش گوهر سنگ واریسکایت باید به این نکته توجه داشت که به دلیل وجود آب در ساختار آن، این کانی مانند فیروزه نسبت به افزایش دما در هنگام تراش و تماس با مواد شیمیایی، حساس بوده و ممکن است به دلیل فرار آب از شبکه کانیایی آن، رنگی روشن‌تر ایجاد نماید و به سبز کم رنگ تا سفید تغییر کند. به همین دلیل تراش این گوهر سنگ‌ها نیازمند اطلاعات و تجربه کافی است.

روش تحقیق

به منظور دستیابی به اطلاعات پایه و اولیه از منابع مختلف (شامل کتاب‌های مرجع لاتین و فارسی، گزارشات نقشه‌های زمین‌شناسی و طرح‌های پژوهشی و مقالات معتبر) که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم با موضوع این مقاله در ارتباط می‌باشد، گردآوری و مطالعه شد. پس از مطالعات اولیه، نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مسیرهای مناسب برای نمونه‌برداری و برداشت روابط صحرایی انتخاب گردید؛ که در مجموع بیش از ۳۰ نمونه از واحدهای مختلف باطله معدن برداشت و مختصات جغرافیایی محل برداشت نمونه‌ها، با دستگاه GPS تعیین و ثبت گردید. به منظور مطالعات پتروگرافی، تعداد بیش از ۱۰ عدد مقطع نازک و ۵ عدد مقطع صیقلی از سنگ‌های باطله واریسکایت‌دار تهیه و با میکروسکوپ پلاریزان الیمپوس BX41 دو منظوره ساخت کشور ژاپن مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این مطالعه شامل بررسی کانی‌شناسی، بافت، ترتیب تبلور کانی‌ها و طبقه‌بندی سنگ‌ها بوده است.

با مطالعه دقیق و کامل پتروگرافی مقاطع نازک واحدهای مختلف سنگی تعداد ۱۰ نمونه برای آنالیز شیمیایی XRF و XRD انتخاب و توسط شرکت بینالود انجام گرفته است. پس از دریافت داده‌ها و انجام تصحیحات لازم، با استفاده از نرم افزارهای متداول، نمودارهای مورد نیاز رسم و مورد تجزیه و تحلیل و قرار گرفت.

یافته‌ها

کوارتز و کلسیت اغلب به صورت کانی‌های همزمان با کانی‌سازی در کنار کانی‌های سولفیدی در لایه‌های حاوی ماده معدنی مشاهده می‌شوند، اما ژپس و واریسکیت غالباً به صورت بخش شکاف پرشدگی و شکستگی‌های نزدیک‌های سطح زمین مشاهده ثانویه‌های با هوازدگی سولفیدها و شیل می باشد که ظاهراً سرشار از آلومینیم در ارتباط هستند.

در معدن کوشک، واریسکیت (فسفات آلومینیم آبدار) به رنگ سبز سیب تا سفید مایل به زرد در کنار ژپس در بخش باطله‌ی ماده معدنی مشاهده می‌شود و در نمونه برداری‌های انجام شده انواع سبزرنگ آن از کیفیت جواهری خوبی برخوردارند. انواع سفید و رنگ پریدگی آن حاصل از دست دادن مولکول آب ساختمانی آن می‌باشد. این کانی با سختی ۴ تا ۵ که بسیار نزدیک به فیروزه است و با شباهت رنگی که با فیروزه‌های آهن‌دار دارد از دیرباز یکی از کانی‌هایی بوده که به عنوان جانشین فیروزه مورد استفاده قرار گرفته است و به خاطر رنگ زیبای آن مورد استفاده جواهری داشته است.

واریسکیت‌های معدن کوشک در مقایسه با واریسکیت‌هایی که از ایالت یوتای آمریکا به دست می‌آیند از یک پارچگی و رنگ زیباتری برخوردار بوده تضاد رنگ آن با شیل‌های معدن سرب و روی کوشک و فاقد ذرات کالسدونی هستند. در مورد کانی واریسکیت که به لحاظ نیمه قیمتی در این معدن یافت می‌شود با توجه به آنکه این کانی ثانویه محسوب شده عمدتاً در شکاف و درزها تشکیل می‌شود که از نظم و روند خاصی در کل کانسار برخوردار نبوده و نمی‌توان برای آن درصد و یا عیار خاصی مشخص نمود.

از اینرو فقط می‌توان با توجه به اطلاعات اخذ شده از کارشناس زمین‌شناسی معدن، مقدار آن را طی استخراج سالیانه حدود ۱۰۰ کیلوگرم و طی ۱۰ سال آینده به مقدار ۱۰۰۰ کیلوگرم برآورد نمود. در حال حاضر هیچگونه تفکیکی در خصوص جدایش واریسکیت از باطله‌ها صورت نمی‌گیرد، لذا می‌توان با آموزش پرسنل کارگری معدن جدایش دستی این کانی را در اولویت قرارداد تا از به هدر رفتن نمونه‌های مناسب جلوگیری شود. طبق جداول استخراج شده از سایت‌های مختلف اینترنتی، واریسکیت را نیز می‌توان به شکلهای مختلف و تراشهای متفاوت فرآوری کرد؛ حتی نمونه برش خام و صرفاً برش خورده این کانی همراه با سنگ میزبان بعنوان یک محصول کلکسیونی برای فروش در نظر گرفته شده است. بر اساس قیمت‌های پیشنهادی اولیه معلوم می‌گردد که ارزش افزوده این کانی نیز طی مراحل فرآوری به مراتب بیشتر می‌گردد.

بحث و نتیجه‌گیری

واریسکایت که در باطله معدن سرب و روی کوشک بافق یافت می‌شود، دارای کیفیت گوه‌شناسی مطلوبی است که در حال حاضر در سد باطله معدن مدفون می‌گردد. با توجه به فعالیت گسترده استخراجی در این معدن که در دو بخش زیرزمینی و روباز انجام می‌گیرد، پیش‌بینی می‌شود ذخیره قابل قبولی از واریسکایت در این معدن وجود داشته باشد که هم از نظر گوه‌شناسی و هم از دیدگاه کانی‌شناسی دارای ارزش افزوده قابل توجهی است. استحصال واریسکایت‌های معدن کوشک این کانی برای اولین بار در منطقه واریسکایت در ایالت یوتای آمریکا و در ایران نیز تنها در همین کانسار گزارش شده است. براساس مطالعات XRD و میکروسکوپ الکترونی مشخص گردید که فرمول این کانی $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ می‌باشد این کانی در اثر عملکرد آبهای فسفات‌دار اکسیدان بر روی سنگ‌های آلومینیم‌دار مخصوصا شیلها تشکیل می‌گردد. مطالعات ژئودینامیکی نشان می‌دهد که کانی مذکور می‌تواند به‌صورت رگه‌های گرمایی دمای پایین، جانشینی و یا در محیط اکسیدان تشکیل گردد. از این کانی به جای فیروزه در جواهرسازی استفاده می‌شود و فرآیند تشکیل آن مانند فیروزه است (شکل ۳).



شکل ۳) نمایی از کانی واریسکایت، پهنوی جنوبی، معدن روباز کوشک

Figure 3- View of Variscite mineral, southern view, Kushk open pit mine

References

Omidi, H. (2018) Providing appropriate solutions to reduce the environmental impacts of lead mine tailings in Bafgh Kushk, Master's thesis in Environmental Geology, Payam Noor University, 100 pp.