IRANIAN SOCIETY of CRYSTALLOGRAPHY and MINERALOGY

Vol. 16, No. 3, Fall 1387/2008

IRANIAN JOURNAL of CRYSTALLOGRAPHY and MINERALOGY

Mineralogy of Barfakeh Zinc and Lead ore deposit in the NW of shahrood (Introducing some new minerals in this ore deposit)

F. Fardoost, H. Ghasemi

Department of geology, Shahrood university of technology
E-mail: Faraj_Fardoost@yahoo.com

(Received:9/1/2008 , in revised form:8/6/2008)

Abstract: The Barfakeh lead and zinc ore deposit is located 40_{km} NW of Shahrood in the East Alborz techtonic zone. The rocks adjacent to this ore deposit include the Shemshak formation, which consists of shale and sandstone with the age in the upper Terias to Lias range, tuffs of the Karaj formation, and Conglomerates of the Fajan formation. The host rock of the ore deposit is the massive limestone of Lar formation with the age of upper Jurassic. The ore deposit, as epigenetic and stratabound and open-space filling, has formed lens and veins with general trend of NW-SE and general dip direction of SW. The Barfakeh ore deposit belongs to the Mississipi-Valley type deposit from the zn rich type. Mineralography and X-Ray diffraction studies reveal that Galena and Cerusite are the major minerals for lead, and Smithsonite and hemimorphite are the major zinc minerals. Sphalerite was not detected in microscopic and even X-Ray diffraction studies. The amount of Galena is also low and in its margins it has been replaced by carbonate minerals. It may be argued that the primary minerals of the Barfakeh ore deposit were presumably sulfide minerals, i.e. Sphalerite and Galena, which have been altered by secondary minerals. Furthermore, based on X-Ray diffraction studies, rare minerals including Magnesite ferroan, Magnesite nickeloan, and Calcite manganoan were recognized.

Keywords: *Mineralogy, zinc and lead, Barfakeh, Shahrood***.**

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]

مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

سال شانزدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۸۷، از صفحهٔ ۴۱۵ تا ۴۲۴

انجمن بلورشناسی و کانی شناسی ایران

کانی‌شناسی کانسار روی و سرب برفکه، شمال غرب شاهرود

(معرفی چند کانی کمیاب در این کانسار برای اولین بار)

فرج ا... فردوست، حبیب ا... قاسمی

دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود

پست الکترونیکی: Faraj_Fardoost@yahoo.com

(دریافت مقاله ۸۶/۱۰/۱۹ ، نسخه نهایی ۸۷/۳/۱۹)

چکیده: کانسار روی و سرب برفکه در ۴۰ کیلومتری شمال غربی شاهرود، در زون زمین ساختی البرز شرقی واقع شده است. سنگهای همبر کانسار شامل سازند شمشک از شیل و ماسه سنگ به سن تریاس بالایی تا لیاس، توفهای سازند کرج و کنگلومرای فجن تشکیل شده‌اند. واحد سنگ میزبان کانسار، آهک ضخیم لایهٔ حاوی ندول‌های چرت سازند لار به سن ژوراسیک بالایی است. برخوردگاه سازند لار و سازندهای شمشک، کرج، و فجن گسلی است. ماده معدنی به صورت روزادی و چینه کران و به شکل پرکنندهٔ فضای خالی، عدسیها، و رگه‌هایی با روند عمومی شمال غربی- جنوب شرقی (N65W)، و شیب عمومی به سمت جنوب غربی تشکیل داده است. از نظر ژنتیکی کانسار برفکه در گروه درهٔ می سی سی پی و نوع غنی از روی قرار می‌گیرد. بررسیهای کانی شناختی و پراش پرتو ایکس (XRD)، حاکی از وجود گالن و سروزیت به عنوان کانیهای اصلی سرب و اسمیت زونیت، کالامین و همی‌مورفیت به عنوان کانیهای روی هستند. در بررسیهای میکروسکوپیکی و حتی پراش پرتو ایکس، هیچ اثری از اسفالریت مشاهده نشد. مقدار گالن نیز بسیار کم بوده و از حاشیه‌ها به کانیهای کربناته تبدیل شده است. لذا، می‌توان گفت که کانیهای اولیه احتمالاً سولفوری (اسفالریت و گالن)، بوده‌اند، و در نتیجه فرایند اکسایش به کانیهای ثانویه تبدیل شده‌اند. طی بررسیهای پراش پرتو ایکس سه کانی نسبتاً کمیاب منیزیت آهن‌دار، منیزیت نیکل‌دار، و کلسیت منگنزدار برای اولین بار در این کانسار شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: *کانی شناسی، روی و سرب، برفکه، شاهرود.*

مقدمه

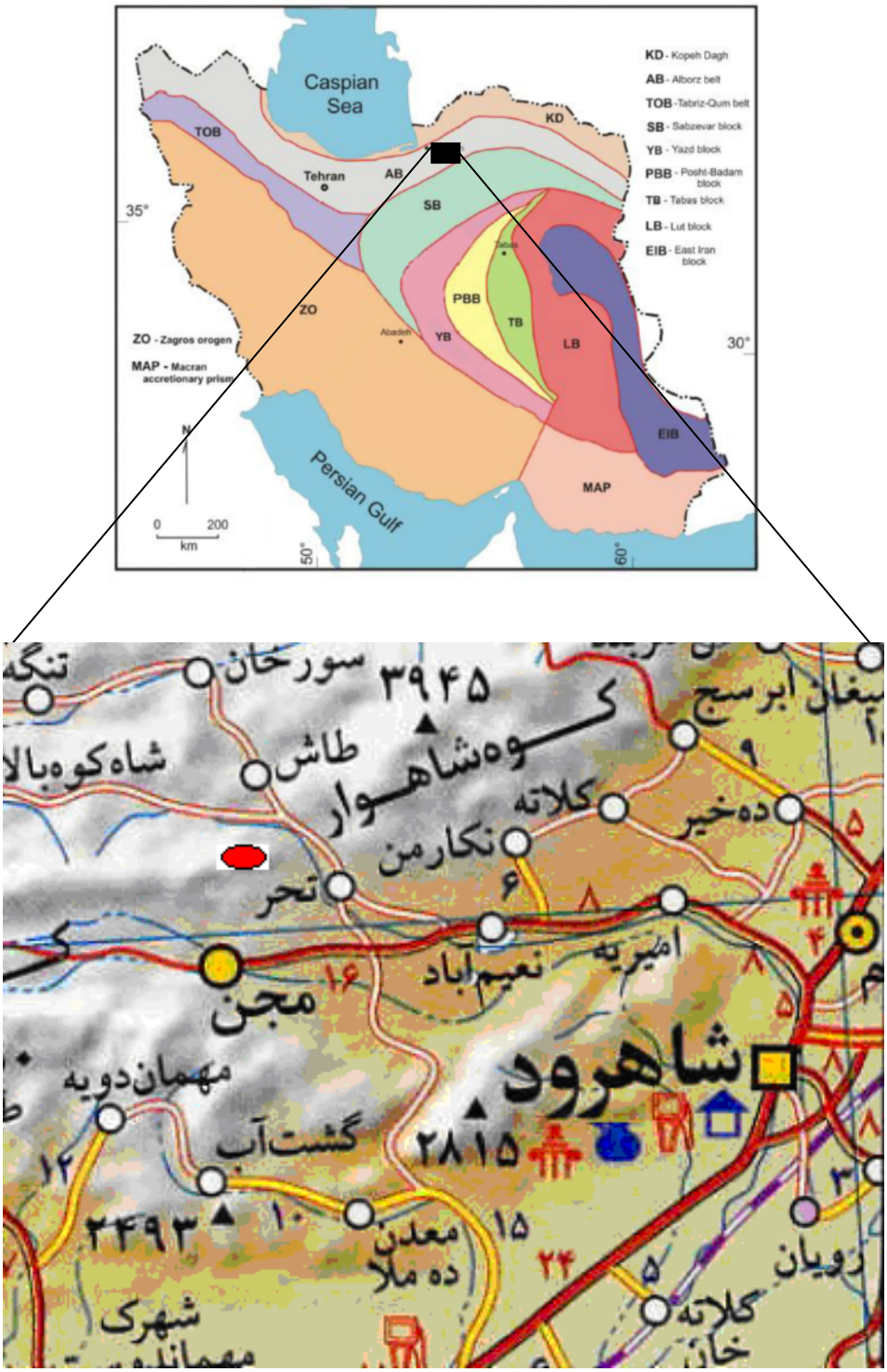
دو عنصر روی و سرب در طبیعت اغلب همراه یکدیگرند، و بسته به شرایط زمین‌شناسی، کانسارهای متفاوتی را تشکیل می‌دهند. یکی از مهمترین انواع آن کانسارهای نوع درهٔ می-سی‌سی‌پی (MVT) است که کانسار روی و سرب برفکه با توجه به سرشتیهای زمین‌شناختی، کانی‌شناختی و ساختاری در این گروه قرار می‌گیرد. منطقهٔ مورد مطالعه بخشی از زون زمین ساختی البرز شرقی است که در ۴۰ کیلومتری شمال غربی شاهرود در مختصات جغرافیایی، ’39 54^0 طول شرقی و ’39 36^0 عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). شیل‌ها و ماسه سنگهای سازند شمشک قدیمیترین واحد چینه شناسی منطقه را تشکیل می‌دهند و با برخوردگاه گسلی، در نزدیک سازند لار قرار گرفته‌اند. واحد سنگ میزبان کانسار آهک ضخیم لایهٔ سازند لار به سن ژوراسیک بالایی است. این سازند در این منطقه به صورت یک برجستگی کشیده و ستیغ مانند بوده که در بخش شرقی با برخوردگاه گسلی، نزدیک سازندهای کرج و فجن قرار گرفته است[۱].

روش مطالعه

به منظور شناسایی کانی‌های تشکیل دهندهٔ این کانسار، تعداد ۳۰ نمونه از محل پی جویی برداشت شدند. پس از مطالعهٔ

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]

نمونه‌های دستی، مقاطع نازک و صیقلی، تعداد ۱۵ نمونه برای آنالیز دستگاهی انتخاب شدند. بررسی پراش پرتو ایکس (XRD) نمونه‌ها در آزمایشگاه کانی‌شناسی دانشکده علوم‌پایه دامغان و آنالیز شیمیایی به روش XRF در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، انجام شد.



شکل ۱ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در نقشهٔ زمین ساختی [۲] و جغرافیایی ایران [۳]. منطقه کانسار به صورت نقطهٔ سرخ مشخص شده است.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]

بحث

در بررسی نمونه‌های دستی، دو دسته کانی شامل؛ دستهٔ کربنات و سیلیکات روی (اسمیت زونیت و همی مورفیت یا کالامین) و دستهٔ کربنات و سولفور سرب (سروزیت و گالن) شناسایی شدند. اسمیت زونیت فراوان‌ترین کانی و کالامین، دومین کانی اصلی کانسار است. بر خلاف انتظار هیچ اثری از اسفالریت، چه در نمونهٔ دستی و چه در بررسیهای آزمایشگاهی مشاهده نشد. گالن نسبتاً کم و در بعضی افق‌ها مشاهده می‌شود، و شواهد میکروسکوپیکی دال بر جانشینی آن به وسیلهٔ کربنات‌های کلسیم و روی و احتمالاً سروزیت است. در بخش غربی منطقه (یورت بابا)، گالن نسبتاً فراوان است. سروزیت بسیار اندک و به صورت بافت گل‌کلمی و کلوفورم در درون فضاهای خالی و شکستگی‌ها دیده می شوند. به دلیل ساده بودن ترکیب و ساختار کانیهای تشکیل دهنده و سادگی برداشت عناصر به روش شستشوی اسیدی و انحلال، امروزه این نوع کانسارها اهمیت خاصی در جهان پیدا کرده‌اند [۴-۷]. کانیهای فرعی این کانسار شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (هماتیت، گوتیت و لیمونیت) است که در افقهای خاصی، جایی که کانیهای سرب و روی از فراوانی کمتری برخوردارند، تجمع دارند. کانی‌های باطله شامل آراگونیت، کلسیت، دولومیت، کوارتز، و کانی‌های رسی هستند. در جدول(۱)، کلیهٔ کانیهای شناسایی شده با پراش پرتو ایکس در ۱۵ نمونهٔ ماده معدنی برداشت شده از بخشهای مختلف این کانسار دیده می شود.

کانی‌های اصلی سازندهٔ کانسار

کانیهای اصلی تشکیل دهندهٔ کانسار شامل کربنات و سیلیکات روی (اسمیت زونیت و همی مورفیت)، و کربنات و سولفور سرب (سروزیت و گالن) هستند که مشخصات هر یک از آنها به شرح زیرند.

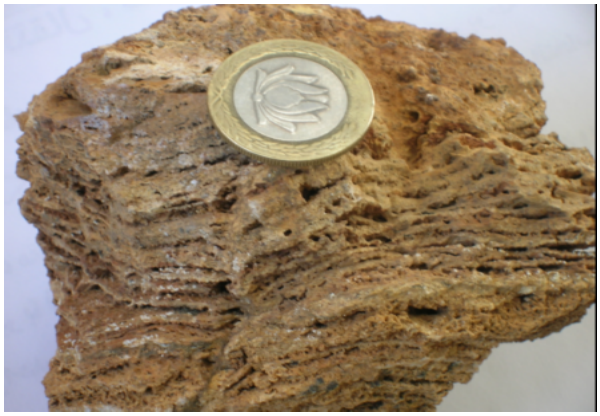
اسمیت‌زونیت ($ZnCO_3$)، مهمترین کانی سازندهٔ این کانسار است که به شکل عدسی و توده‌ای ریز دانه، حفره‌ها و فضاهای خالی موجود در سنگ میزبان را پر کرده است. این کانی گاهی به صورت بلورهای ریز دانه با بافت گل‌کلمی یا کلوفورم و گاهی به صورت لایه‌های بسیار ریز ظاهر می‌شود (شکل ۲).

به دلیل ریز دانه بودن این کانی، بررسی میکروسکوپیکی آن امکان پذیر نیست، لذا به روش پراش پرتو ایکس (XRD) بررسی و شناسایی شد. شکل (۳) نمودار پراش پرتو ایکس نمونه‌ای از اسمیت زونیت در این کانسار را نشان می‌دهد.

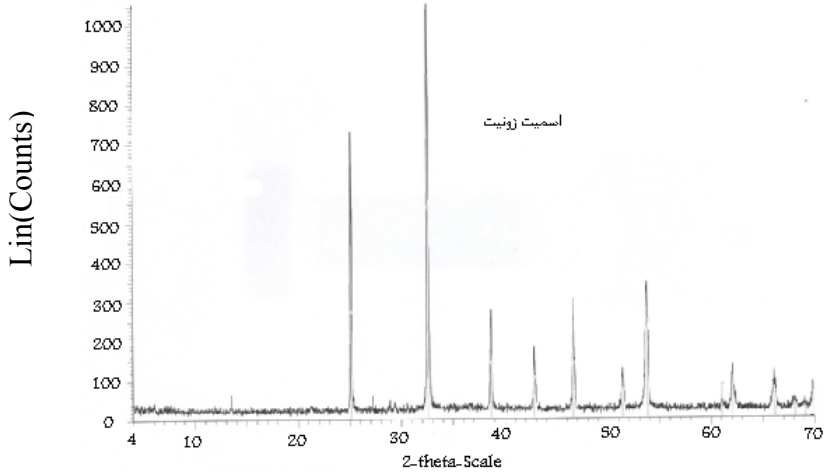
جدول ۱ کانی های تشکیل دهنده کانسار برفکه که به روش پراش اشعه ایکس شناسایی شده اند.

شماره نمونه	کانی های تشکیل دهنده
T_1-1	کلسیت + کوارتز + گوتیت + کانی های رسی
T_1-2	کوارتز + گوتیت + کانی های رسی
T_1-3	کوارتز + کلسیت + گوتیت
T_1-4	کوارتز + کائولن + کلسیت + گوتیت + آناتاس
T_1-5	کوارتز + گوتیت + براونیت + کانی رسی
T_1-6	کوارتز + گوتیت + کلسیت
T_2-1	گوتیت + کوارتز + کانی رسی
T_2-2	اسمیت زونیت + همی مورفیت + کلسیت + گوتیت + کوارتز + آنگلزیت
T_2-3	سروزیت + اسمیت زونیت + همی مورفیت + گوتیت
T_2-5	اسمیت زونیت + همی مورفیت + کلسیت + سروزیت + باریت + گوتیت
T_2-6	اسمیت زونیت + کلسیت + همی مورفیت + کانی رسی + گوتیت + کوارتز + باریت
T_2-7	اسمیت زونیت + همی مورفیت + کلسیت + کوارتز + گوتیت + سروزیت(کم) + کانی رسی(کم)
T_2-8	اسمیت زونیت + کوارتز + سروزیت + گوتیت + همی مورفیت + کانی رسی
MT_{26}-101	کلسیت + سروزیت + گالن(کم) + همی مورفیت(کم)
MT_{26}-102	کلسیت + کوارتز + دولومیت(کم) + گوتیت(کم) + کانی رسی(کم)

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]



شکل ۲ تصویری از یک نمونه اسمیت زونیت از کانسار برفکه در نمونه دستی که حاوی بافت نواری یا لایه‌ای است.



شکل۳ نمودار پراش پرتو ایکس مربوط به یک نمونه اسمیت‌زونیت در کانسار برفکه.

همی مورفیت ($Zn_4Si_2O_7(OH)_2.H_2O$)

دومین کانی فراوان روی در این کانسار است که به صورت ریز دانهٔ شدید، حتی پودرمانند و به رنگ سفید دیده می‌شود. تشخیص آن در صحرا با مشخصات ظاهری(پودر سفید رنگ) و نیز با پراش پرتوایکس صورت گرفته است.

گالن (PbS)

تنها کانی سولفوره در این کانسار است و نسبت به اسمیت‌زونیت و همی مورفیت از فراوانی کمتری برخوردار است (البته در بخش باختری منطقه، یعنی معدن یورت بابا، گالن فراوانی بالایی دارد و کانی اصلی کانسار است). بندرت ذرات درشت دانه گالن مشاهده می‌شود که در اغلب آنها گالن از حاشیه‌ها با کانیهای کربناته جانشین شده است (شکل۴). عدم وجود اسفالریت و فراوانی کم گالن احتمالاً به دلیل پدیدهٔ دگرسانی و جانشینی کانیهای ثانویه، یعنی کانیهای محیط اکسیدان، به جای کانیهای سولفوری اولیه است [۸].

سروزیت($PbCO_3$)

این کانی نسبت به اسمیت زونیت و کالامین، فراوانی کمتری دارد و پیدایش آن بیشتر به صورت تبلور در سطوح شکستگی‌ها و یا سطح کانی‌های دیگر، و به حالت بافت کلوفورم است. حضور آن با پراش پرتو ایکس در نمونه های T_2-3، T_2-5 و T_2-7 تأیید شده است. شکل(۵)، نمونه‌ای تجمعی از سروزیت در سطح کانی اسمیت زونیت در یک حفره را در این کانسار نشان می‌دهد.

باطله‌ها

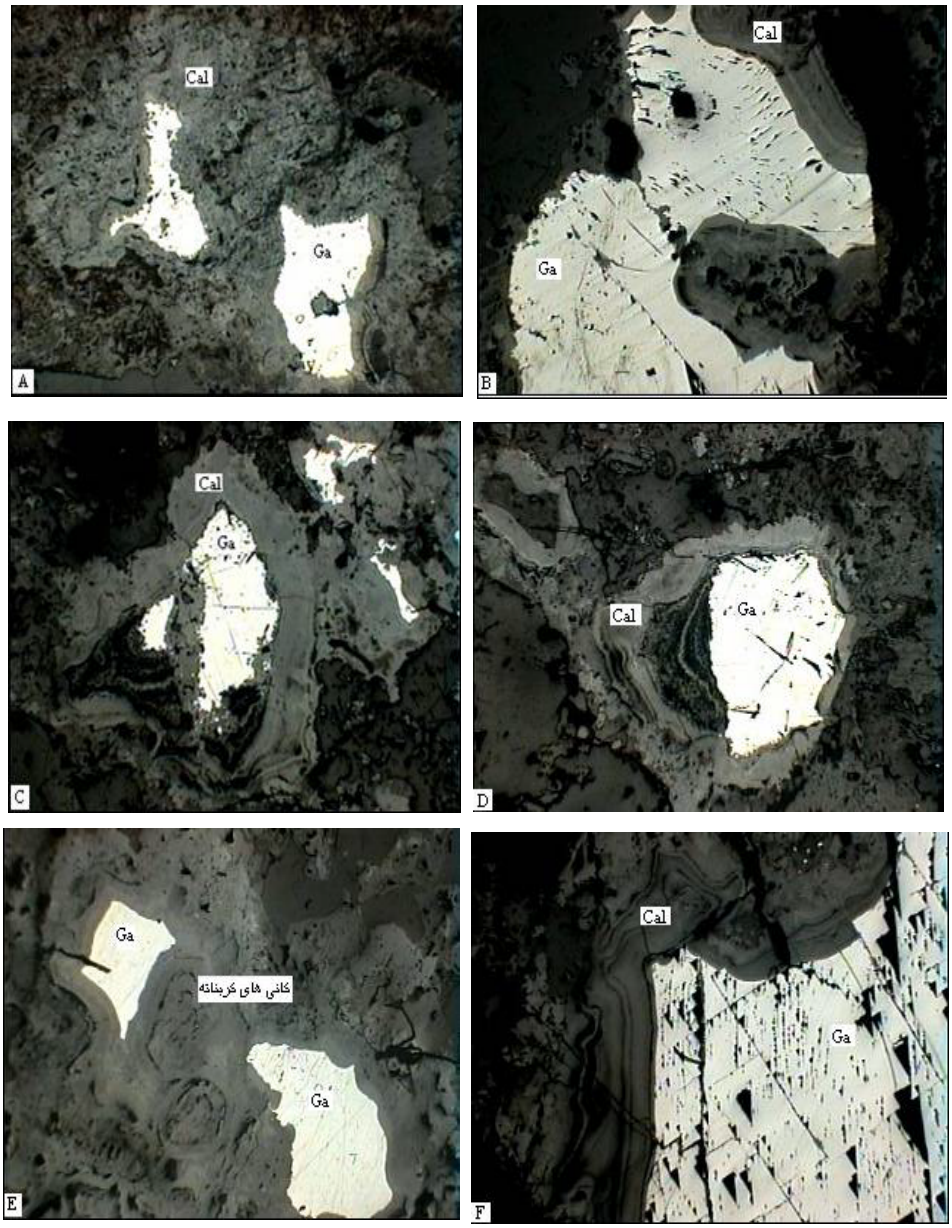
مهمترین کانیهای باطله در کانسار برفکه شامل کربناتهای کلسیم و منیزیم (آراگونیت، کلسیت، دولومیت)، کوارتز،

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]

کانیهای رسی و گوتیت است که شرح مختصری در مورد هریک از آنها را یاد آور می‌شویم.

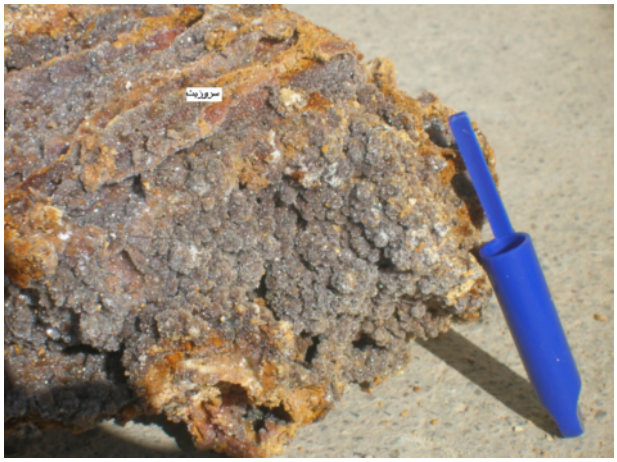
کربناتهای کلسیم و منیزیم

این مجموعه ضمن جایگیری مادهٔ معدنی و تحت تأثیر آبگونهای کانی ساز روی سنگ درونگیر(آهک و دولومیت سازند لار) و طی فرایند انحلال و تبلور دوباره تشکیل شده‌اند. بافت عمومی آنها پرکنندهٔ فضای خالی است و بافت دندان سگی و شانه‌ای نیز دیده می‌شود. اغلب در دیواره رگه‌ها و حفره‌های حاوی مادهٔ معدنی متبلور شده‌اند و ویژگی آنها رنگ سفید شیری تا خاکستری روشن با ساختار شعاعی در برخی از بخشهاست. حضور آنها در منطقه می‌تواند به عنوان نشانه‌ای برای پی‌جویی مادهٔ معدنی مورد استفاده قرار گیرد. در کنار چشمه‌های دو قلو (منطقهٔ فرحزاد) کانی‌سازی آنها بسیار گسترده و قابل توجه است که به دلیل وجود شکستگیهای فراوان و حرکت آبگون گرم از درون آنهاست.



شکل ۴ تصاویر F, E, D, C, B, A ، بافت جانشینی را در اطراف بلورهای گالن نشان می‌دهد. کانی‌های کربناته از جمله کلسیت، دولومیت و سروزیت جانشین گالن شده اند. (بزرگنمایی ۴۰). Ga= گالن. Cal= کلسیت.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]

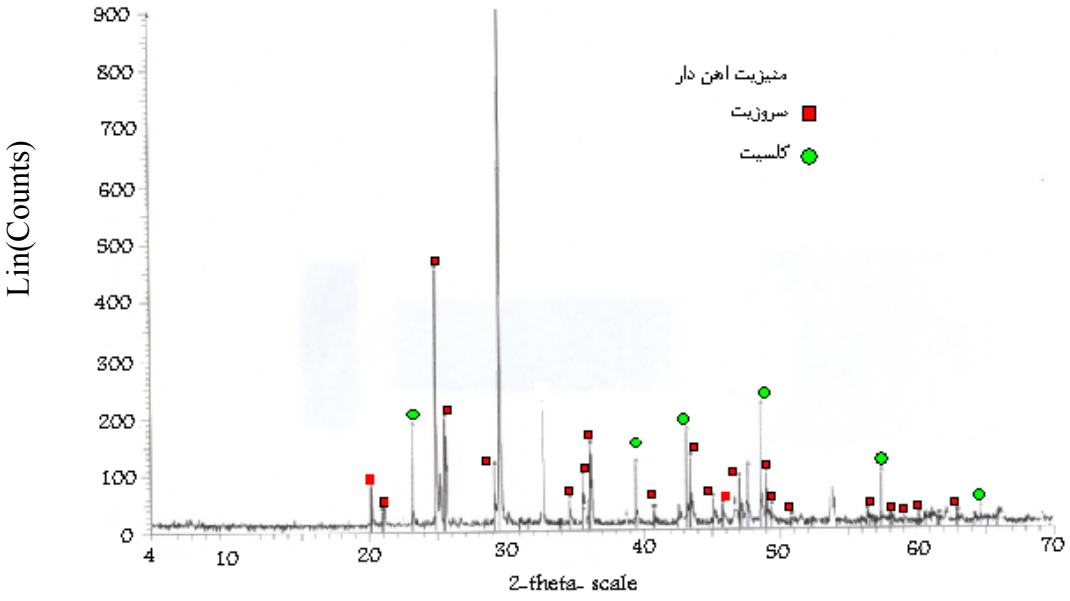


شکل ۵ رشد تجمعی سروزیت با بافت کلوفورم در سطح توده اسمیت زونیت در یک حفره در کانسار برفکه.

علاوه بر کربنات‌های یاد شده که از فراوانی بالایی برخوردارند، کانیهای کربناته دیگری که نسبتاً کمیابند با پراش پرتو ایکس شناسایی شدند. از جملهٔ این کانیها، منیزیت آهندار $(Mg, Fe)CO_3$، منیزیت نیکل‌دار $(Ni_{0.42}Mg_{0.58})CO_3$، و کلسیت منگنزدار $(Ca,Mn)CO_3$ هستند. حضور منیزیم، نیکل، منگنز و آهن در آنالیزهای شیمیایی می‌تواند تأییدی بر این موضوع باشد. شوارتز (Schwartz) حضور این کانیها در مناطق کربناته را راهنمایی برای وجود کانی‌سازی می‌داند[۹]. منیزیت نیکل‌دار، منیزیت آهن‌دار و کلسیت منگنزدار برای اولین بار در کانسارهای روی و سرب غیر سولفوری در ایران گزارش می‌شوند. شکل (۶ و ۷) نمودار پراش پرتو ایکس آنها را نشان می‌دهد.

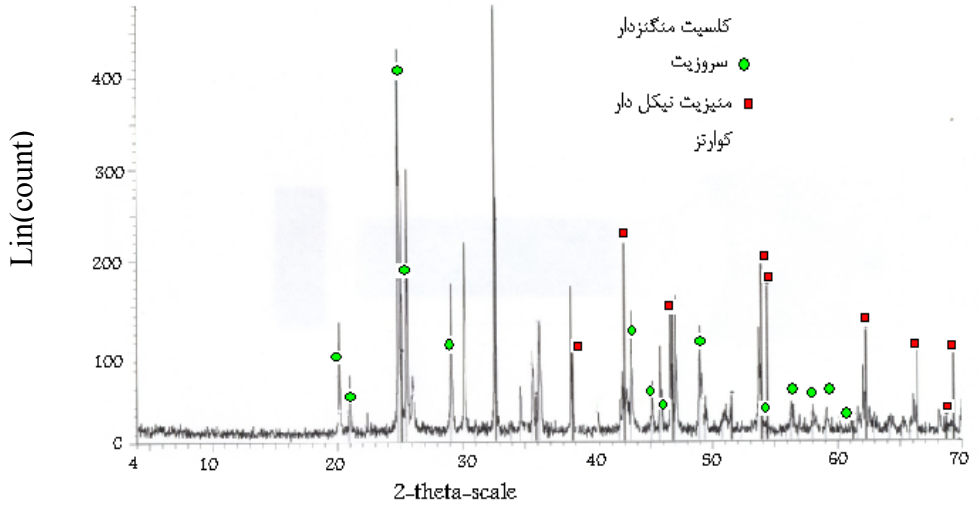
گوتیت

تشکیل گوتیت و احتمالاً دیگر هیدروکسیدهای آهن، به افق‌های خاصی محدود می‌شود و احتمالاً کانیهای ثانویه‌ای هستند که از اکسایش کانیهای سولفوری اولیه مثل پیریت، مارکازیت و کالکوپیریت حاصل شده‌اند. ساختار کلی آنها پرکنندهٔ فضای خالی و بافت غالب، بافت اسکلتی و در مواردی حالت ریز لایه‌ای و شعاعی نشان می‌دهد. شکل(۸) انواع بافت‌های بالا در مقطع میکروسکوپیکی نشان می‌دهد.

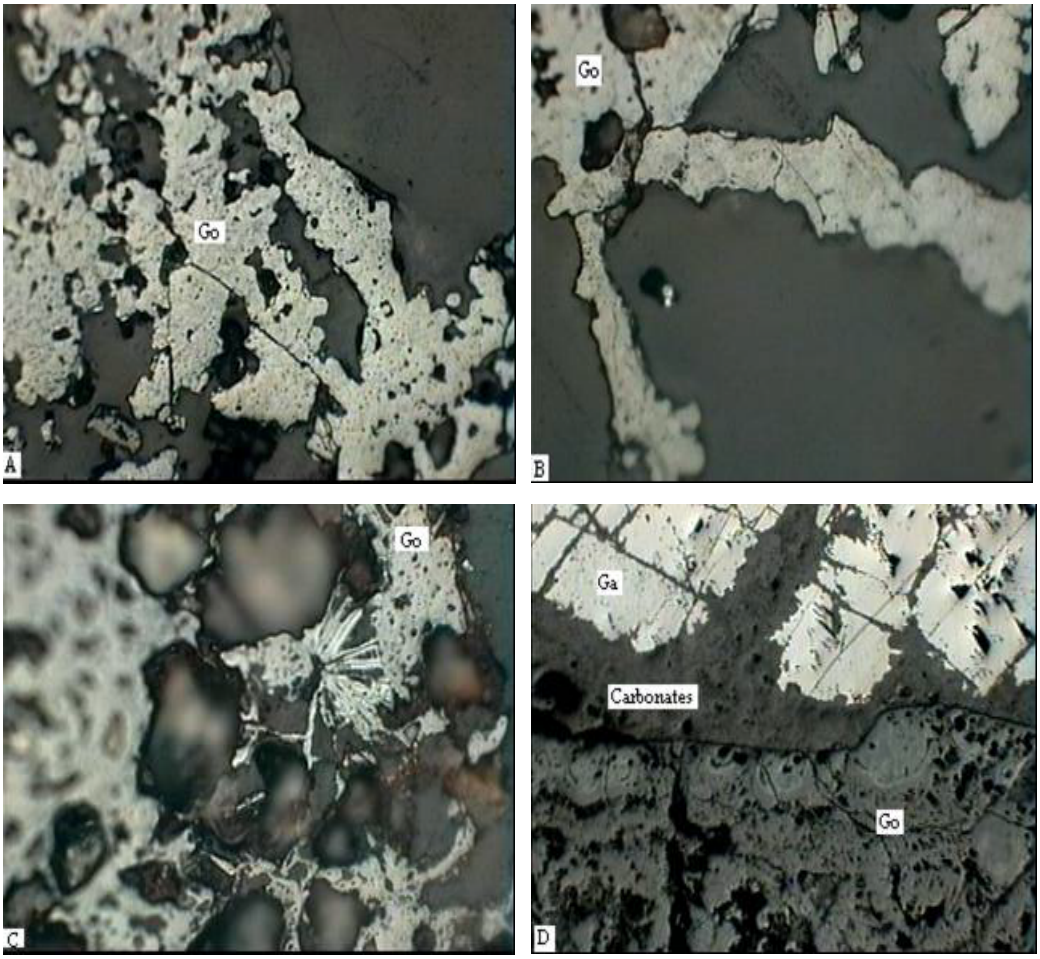


شکل ۶ نمودار پراش پرتو ایکس مربوط به منیزیت آهن‌دار، سروزیت و کلسیت در یک نمونه از کانسار برفکه.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]



شکل ۷ نمودار پراش پرتو ایکس مربوط به کلسیت منگنزدار، سروزیت و منیزیت نیکل‌دار در یک نمونه از کانسار برفکه.



شکل ۸ گوتیت در زمینهٔ کربناته تشکیل بافتهای متفاوتی م دهد. A- بافت اسکلتی، B، C – بافت شعاعی در ابعاد متفاوت، D- بافت لایه‌ای در کنار کانیهای کربناته و گالن. (بزرگنمایی ۴۰).

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]

ساز و کار تشکیل کانی‌های ثانویه

نگاهی به کانیهای تشکیل دهندهٔ کانسار برفکه نشان می‌دهد که کانی‌های اصلی آن شامل کربنات روی و سرب (اسمیت زونیت، سروزیت)، سیلیکات روی(همی مورفیت و کالامین)، همراه با هیدروکسیدهای آهن و کانی‌های رسی است که همه آنها به شرایط اکسایش بستگی دارند. گالن تنها سولفور موجود در کانسار است که تقریباً در همهٔ نمونه‌ها از حاشیه در حال جانشینی با کانی‌های کربناته است. اسفالریت در شرایط اکسایش، نسبت به گالن، حلالیت بیشتری دارد. در سری شرمن نیز روی نسبت به سرب در پایین سری قرار می‌گیرد و سریعتر از گالن دگرسان شده و به اسمیت زونیت و کانیهای ثانویه دیگر روی تبدیل می شود.

از این شواهد می‌توان نتیجه گرفت که کانی‌های اولیه شامل سولفورهای سرب و روی بوده که دستخوش دگرسانی شدیدی شده و کانی‌های ثانویهٔ بالا را تشکیل داده‌اند[۵]. در زیر به همهٔ واکنشهایی که ممکن است طی دگرسانی کانسار صورت گرفته باشد اشاره می‌کنیم[۱۰].

گالن می‌تواند بطور مستقیم و یا در اثر محلول فریک به آنگلزیت اکسیده شود:

$$PbS + 2O_2 \longrightarrow PbSO_4$$

$$PbS + 2Fe^{+3} + 3SO_4^{-2} + 1.5O_2 + H_2O \longrightarrow PbSO4 + 2Fe^{+2} + 2H^{+} + 3SO_4^{-2}$$

در محیط کربناته، گالن به کربنات سرب (سروزیت)، تبدیل می‌شود که ترکیبی پایدار و غیرقابل انحلال است:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca^{+2} + 2HCO_3^{-}$$

$$PbS + HCO_3^{-} \longrightarrow PbCO_3 + 1/2H_2S$$

$$PbS + H_2O + CO_2 + 2O_2 \longrightarrow PbCO_3 + SO_4^{-2} + 2H^{+}$$

سولفید روی در حضور محلولهای سولفات فریک به صورت محلول در آمده و در محیط کربناته به کربنات روی و ژیپس تبدیل می شود و یا با حضور بی کربنات مستقیماً به کربنات روی تبدیل می‌شود:

$$ZnS + 2Fe^{+3} + 3SO_4^{-2} + H_2O + 1.5O_2 \longrightarrow Zn^{+2} + 2H^{+} + 2Fe^{+2} + 4SO_4^{-2}$$

$$Zn^{+2} + SO_4^{-2} + CaCO_3 + 2H_2O \longrightarrow ZnCO_3 + CaSO_4 + 2H_2O$$

$$ZnS + HCO_3^{-} \longrightarrow ZnCO_3 + 1/2H_2S$$

$$ZnCl_2 + 2HCO_3^{-} \longrightarrow ZnCO_3 + HCl + HCO_3^{-}$$

برداشت

بررسیهای صحرایی و آزمایشگاهی نشان می‌دهند که این مادهٔ معدنی به صورت روزادی و چینه کران و به شکل عدسی‌ها و رگه‌های پراکنده در گسترهٔ پهناور سازند آهکی لار قرار گرفته است. روند عمومی مادهٔ معدنی در این گستره، شمال غربی-جنوب شرقی است. کانیهای اصلی تشکیل دهنده کانسار شامل اسمیت‌زونیت، همی‌مورفیت، گالن و سروزیت است. کانی‌های فرعی نیز شامل گوتیت و سایر هیدروکسیدهای آهن است. باطله‌های کانسار را کلسیت، آراگونیت، دولومیت، کوارتز، و کانی‌های رسی تشکیل می‌دهند. یکی از مشخصات این کانسار وجود پدیدهٔ تبلور دوباره در حاشیهٔ رگه‌ها و حفره‌های کانی-سازی شده است که می‌توان از آن به عنوان یک نشانهٔ اکتشافی زمین‌شناختی در منطقه استفاده کرد. کانیهای سازندهٔ کانسار اغلب از نوع ثانویه هستند که این خود معرف وقوع پدیدهٔ دگرسانی و اکسایش شدید پس از مرحلهٔ اصلی کانی‌سازی اولیه است. به احتمال زیاد نخست کانیهای سولفوره (گالن و اسفالریت) تشکیل شده‌اند و سپس در ادامه دستخوش دگرسانی و اکسایش شده و با کانیهای کربناته جانشین شده‌اند. بافت جانشینی کانیهای کربناته در حاشیهٔ گالن این نظر را تأیید می‌کند. عدم حضور اسفالریت می‌تواند به این دلیل باشد که اسفالریت نسبت به گالن سریعتر دستخوش دگرسانی می-شود. پس احتمالاً به طور کامل تبدیل به کانیهای ثانویه شده است. علاوه بر کلسیت، آراگونیت، و دولومیت که باطله‌های کانسار را تشکیل می‌دهند سه کانی کربناته دیگر، کلسیت منگنزدار، منیزیت آهن‌دار، و منیزیت نیکل‌دار، که نسبتاً کمیابند، با پراش پرتو ایکس و برای اولین بار در این کانسار شناسایی شدند.

مراجع

[۱] *"نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ چهارگوش گرگان"*، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[2] Alavi M., *"Sedimentary and structural characteristics of the paleo-tethys remnants in Northeatern Iran"*, Geol. Soc. American Bullten. 1991.

[3] www.google.com.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]

[4] Sangster D. F., *"A special issue devoted to nonsulfide zinc deposits: a new look"*, Economic Geology., V. 98. No. 4, 2003.

[5] Hitzman M. W., Reynolds N. A., Sangster D. F., Allen C. R., Carman C. E., *"Classification, genesis, and ezploration guides for nonsulfide zinc deposits"*, Economic Geology. V. 98. No. 4, p. 684-714. 2003.

[6] Boni M., Large D., *"Nonsulfieds Zinc deposits in Europe: an overview. Economic Geology"*, V. 98, No. 4, P. 715-729. 2003.

[7] Boni M., *"Non-Sulfide zinc deposits"*, A new – (old) type of economic mineralization. SGA News. 2003.

[۸] یعقوب پور عبدالمجید، *"اصول زمین شناسی ذخایر معدنی"*، دانشگاه تربیت معلم. ۱۳۸۳.

[9] Kreiter V.M., *"Geological Prospecting and Exploration"*, Mir Publishers. Moscow. 1968.

[10] Guilbert J.m., Park C.F., *"The geology of ore deposits"*, Freeman, 1986.

[11] John Rakovan. Mississipi Vally-Type Deposits. Rocks & Minerals. 2006.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-21]