IRANIAN SOCIETY of CRYSTALLOGRAPHY and MINERALOGY

Vol. 17, No. 2, Summer 1388/2009

IRANIAN JOURNAL of CRYSTALLOGRAPHY and MINERALOGY

The occurrence of Getchellite ($AsSbS_3$) at Zarshuran As - Au deposit

M. Karimi

Department of Geology, Islamic Azad University of Shiraz
Email: Karimi _ Mehrdad@ iaushiraz.ac.ir

(Received: 6/6/2008, in revised form: 29/1/2009)

Abstract: The variety of lithologies from Late Precambrian to Quaternary and suitable conditions for mineralization caused formation of Zarshuran gold and arsenic deposit in black schists, shale, limestone and dolomite. The ore paragenesis include As, Sb, Fe, Pb, Zn, Hg sulfides and gold along with fluorite, barite and quartz. The most important alteration is silicification which is more obvious in the ore zone and formed jasperoid. The gold in this deposit is found as very fine grains and is rarely visible. The rare Getchellite occurred in arsenic ore zone of Zarshuran as a red mineral with (001) cleavage. Paragenetically, this mineral is intermediate between As and Sb sulfides. Getchellite found in some epithermal gold deposits, can be used as a gold tracer.

Keywords: *Getchellite, Epithermal gold deposits, Zarshuran, Takab.*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]

مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

سال هفدهم، شمارهٔ ۲، تابستان ۸۸، از صفحهٔ ۲۳۱ تا ۲۳۸

انجمن بلورشناسی و کانی شناسی ایران

رخداد کانی گچلیت ($AsSbS_3$) درکانسار طلا وآرسنیک زرشوران، تکاب

مهرداد کریمی

گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی شیراز

پست الکترونیکی: Karimi _ Mehrdad@iaushiraz.ac.ir

(دریافت مقاله:۸۷/۳/۱۷ ، نسخه نهایی: ۸۷/۱۰/۹)

چکیده: تنوع سنگ‌شناسی متعلق به اواخر پرکامبرین تا عهد حاضر و شرایط مناسب کانی‌سازی موجب تشکیل کانسار طلا و آرسنیک زرشوران در افق کانه‌دار شامل شیست‌های سیاه، شیل، سنگ آهک و دولومیت شده است. پاراژنز کانه‌ها شامل سولفیدهای آرسنیک، آنتیموان، آهن، سرب، روی و جیوه همراه با طلا، فلوریت، باریت و کوارتز است. مهمترین دگرسانی از نوع سیلیسی است که اغلب در افق کانه‌دار گسترش یافته و توده‌هایی از جاسپروئید را به وجود آورده است. طلا در این کانسار به صورت ذرات بسیار ریز است و به ندرت به صورت قابل دید یافت می‌شود. کانی کمیاب گچلیت در کانسنگ آرسنیکی کانسار زرشوران به صورت یک کانی سرخ رنگ با رخ (001) یافت شده است. این کانی از نظر پاراژنتیکی به عنوان کانی حد واسط سولفیدهای آرسنیک و آنتیموان به وجود آمده است. با توجه به حضور کانی گچلیت در برخی از کانسارهای طلای اپی ترمال، وجود این کانی می‌تواند نشان دهنده احتمال رخداد طلا دراین نوع کانسارها باشد.

واژه‌های کلیدی: *گچلیت، کانسارهای طلای اپی ترمال، زرشوران، تکاب.*

مقدمه

ناحیهٔ شمال تکاب یک ناحیهٔ مهم از جهت کانسارهای طلا و آرسنیک در سنگ‌های میزبان رسوبی محسوب می‌شود. از مهمترین کانسارهای این ناحیه می‌توان از کانسارهای زرشوران و آغدره نام برد. ویژگی مهم این کانسارها تمرکز بالای آرسنیک، جیوه، آنتیموان و طلاست[۱، ۲].

کانی گچلیت یکی از کانی‌های نادر به شمار می‌رود که علاوه بر زرشوران در تعداد معدودی از کانسارهای طلای اپی ترمال ازجمله کارلین[1]، گچل[2] و هومبولت کانتی[3] گزارش شده است [۳-۵] این کانی برای اولین بار در سال ۱۳۴۴ توسط باریاند[4] درکانسار زرشوران گزارش شد[۶]. وی در بررسی‌های کانی‌شناختی به کانی سرخ رنگی برخورد کرد که برخلاف سینابر و رآلگار دارای رخ کامل بود. بررسی‌های مقدماتی نشان داد که یک کانی جدید است و برای پژوهش به دانشکدهٔ علوم دانشگاه سوربن پاریس فرستاده شد، و پس از شناسایی و تعیین فرمول شیمیایی، نتایج برای انتشار و معرفی آماده شد [۷]. درهمان زمان شخصی به نام وایزبرگ[5] کانی جدیدی بنام گچلیت را معرفی کرد که در معدن طلای گچل ایالت نوادای آمریکا پیدا شده بود [۸] و مشخصات آن کاملاً با کانی جدید معدن زرشوران مطابقت داشت. این مسئله باعث شد تا بررسی-

1-Carlin
2-Getchell
3- Humboldt county

4-Bariand
5-Weissberg

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]

های بیشتری درمعدن زرشوران برای بررسی خاستگاه طلا صورت گیرد.

روش مطالعه

این کار پژوهشی بخشی از بررسی‌های گستردهٔ کانی‌شناسی و زمین شیمی را توسط نگارنده در کانسار زرشوران تشکیل می‌دهد[۳].

تعداد ۲ نمونه از کانی گچلیت با استفاده از میکروسکوپ الکترونی درسازمان زمین‌شناسی کشور مورد بررسی قرار گرفتند. در طی بررسی کانه نگاری ارتباط و توالی زایشی کانه‌ها و جایگاه کانی گچلیت بررسی و داده‌های بدست آمده مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفتند.

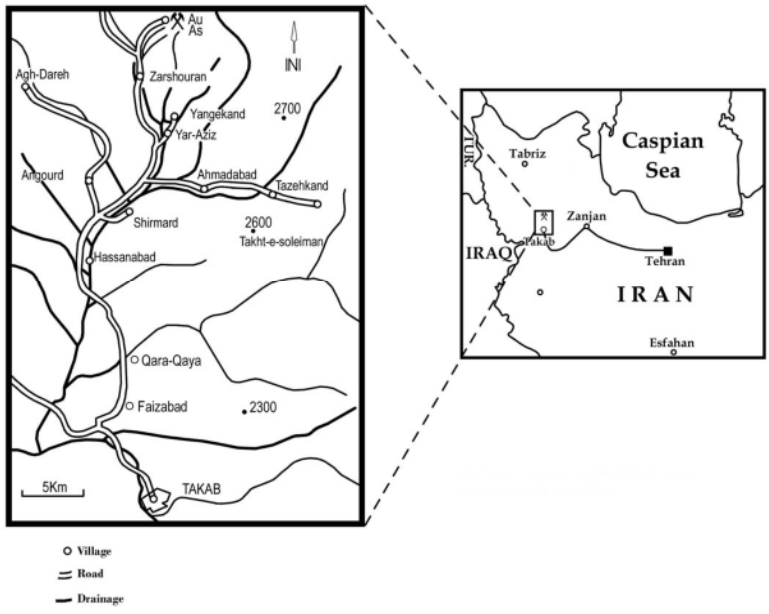
زمین‌شناسی منطقهٔ زرشوران

کانسار زرشوران در شمال باختری ایران و در ۴۹ کیلومتری شمال شهرستان تکاب و ۸ کیلومتری شمال خاوری روستای زرشوران قرار دارد (شکل ۱). این منطقه از نظر تقسیمات ساختاری زمین‌شناسی در زون سنندج- سیرجان قرار می‌گیرد. پی سنگ منطقه شامل دو مجموعه از سنگ‌های دگرگون است، که مجموعهٔ ایمان خان با ترکیب آمفیبول - اپیدوت شیست، سرپانتین شیست، سریسیت - کلریت شیست، کوارتز میکاشیست و کالک شیست در بخش زیرین و مجموعه چالداغ با ترکیب مرمر و کالک شیست در بخش فوقانی آن قرار دارد.

این مجموعهٔ دگرگون، ویژگی‌های رخساره شیست سبز را نشان می‌دهد [۹]. واحد سنگی زرشوران با ته نشست‌های آهک نازک لایه، دولومیت، شیل و میکاشیست‌های سیاه رنگ روی واحدهای قدیمی قرار گرفته و سنگ میزبان اصلی کانسار را تشکیل می‌دهد (شکل ۲). توف‌ها و ریولیت‌های اسیدی قره داش که هم ارز خروجی گرانیتوئید دوران محسوب می‌شود؛ روی واحد زرشوران قرار می‌گیرند. در بخش باختری منطقه واحدهای دولومیتی معادل با سلطانیه، شیل و دولومیت معادل با سازند باروت و زاگون و ماسه سنگ لالون به طور هم شیب روی واحد ریولیتی قره داش قرار گرفته‌اند[۹] .

پس از یک نبود ته‌نشستی طولانی از اردوویسین تا الیگوسن، پیشروی دریای الیگومیوسن موجب نهشت کنگلومرای بنفش، شیل‌های میکادار و ماسه سنگ‌های آهکی الیگومیوسن (معادل سازند قم) روی واحدهای قدیمی‌تر شده‌است.

بخش آهکی واحد قم در تغییرات جانبی به آهک ریفی تبدیل می‌شود که حاوی قطعات خارتنان، مرجان‌ها و دوکفه‌ای فراوانی است. نهشته‌های آواری معادل با سازند سرخ فوقانی متشکل از تناوب‌های ماسه سنگ‌های آهکی سرخ، رس، مارن و میکروکنگلومرا، جدیدترین واحد رسوبی دریایی منطقه را تشکیل می‌دهد، و گدازه‌های آتشفشانی جوان از جنس آندزیت تا تراکی آندزیت با شیب ملایمی روی سازند سرخ فوقانی قرار می‌گیرند. نهشته‌های چشمه‌های آب گرم از نوع تراورتن در برخی از مناطق رخنمون‌هایی را تشکیل داده‌اند که نشانگر فعالیت گرمابی در منطقه است.

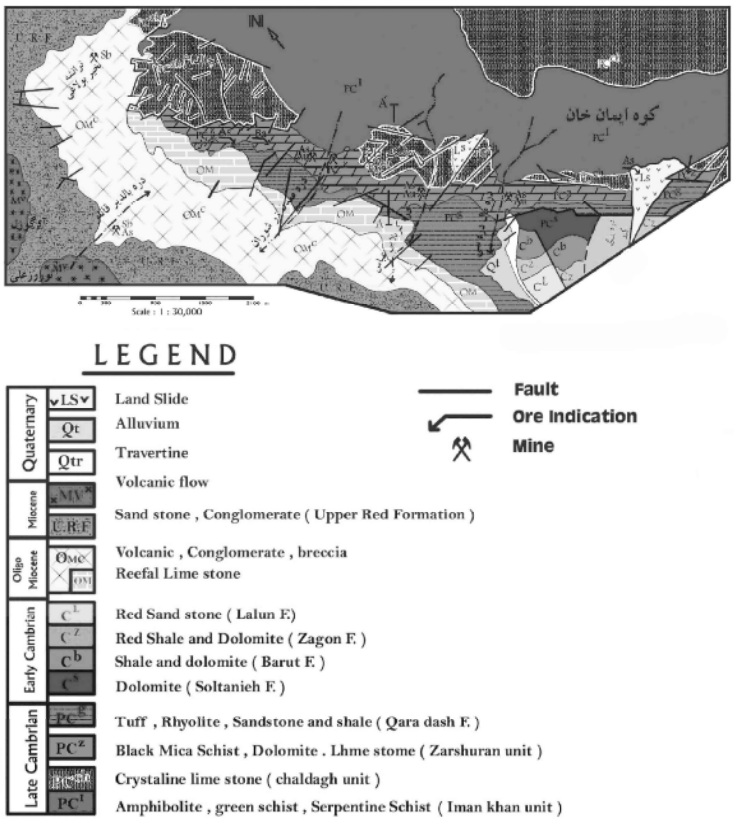


[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]

شکل ۱ نقشهٔ موقعیت جغرافیایی کانسار طلا و آرسنیک زرشوران در شمال باختری ایران.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]



شکل ۲ نقشهٔ زمین شناسی گسترهٔ کانسار زرشوران [۹].

کانی سازی

در ناحیهٔ معدنی زرشوران کانی‌سازی طلا و آرسنیک بیشتر در واحد زرشوران از جنس دولومیت، آهک، شیل و میکاشیست-های سیاه رنگ صورت گرفته است. کانی‌سازی به موازات محور چین خوردهٔ تاقدیس ایمان خان به صورت شمال باختری - جنوب خاوری است. تونل‌های استخراج معدن در راستای انباشت‌های غنی از آرسنیک حفر شده‌اند. رگهٔ کانه‌دار اصلی به طور متوسط در حدود ۳۰ متر ضخامت داشته و کانی‌سازی به صورت سولفیدهای آرسنیک، آهن، آنتیموان، سرب، روی، جیوه، همراه با طلا، فلوریت، باریت و کوارتز دربخش‌های مختلف معدن قابل رؤیت است.

ارپیمنت کانی غالب آرسنیک در زرشوران است و وجود بافت کلوفرم دراین کانی نشانگر دمای پایین تشکیل کانی است. کانی‌های ارپیمنت و رآلگار گاه همراه با استبنیت دیده می-شوند.

کانی‌سازی گالن همراه با بولانژریت و اسفالریت‌های عسلی رنگ کم آهن، به شکل رگه و رگچه صورت گرفته است. کانی پیریت همراه با کوارتز حضور گسترده‌ای در افق کانه‌دار دارد. کانی سینابر نیز در این کانسار مشاهده شده است. کانی‌های گچلیت، لوراندیت ($TlAsS_3$)، طلا، آرسنولیت، کلادتیت، ملنیکوویت و فلوریت همراه با سولفیدهای آرسنیک دیده می-شوند. کانی‌های جاروسیت، کارفوسیدریت، بودانتیت و اسکورودیت در افق‌های سطحی و طی فرایندهای اکسایش و آبگیری بوجود آمده‌اند و از این جهت شباهت زیادی با کانسار کارلین دارند[۳، ۱۰].

دگرسانی سیلیسی که به ویژه در کانسارهای اپی ترمال دیده می‌شود[۱۱] گسترش گسترده‌ای در منطقه دارد و توده-هایی از جاسپروئید به صورت سنگ‌های سیلیسی جریانی، برشی و جانشینی در بالای افق کانی‌سازی شده دیده می‌شود. این توده‌های سیلیسی بیشتر به صورت نهان بلور تشکیل شده-اند و حاوی مقدار قابل توجهی طلا هستند.

خواص فیزیکوشیمیایی و کانی شناختی گچلیت زرشوران

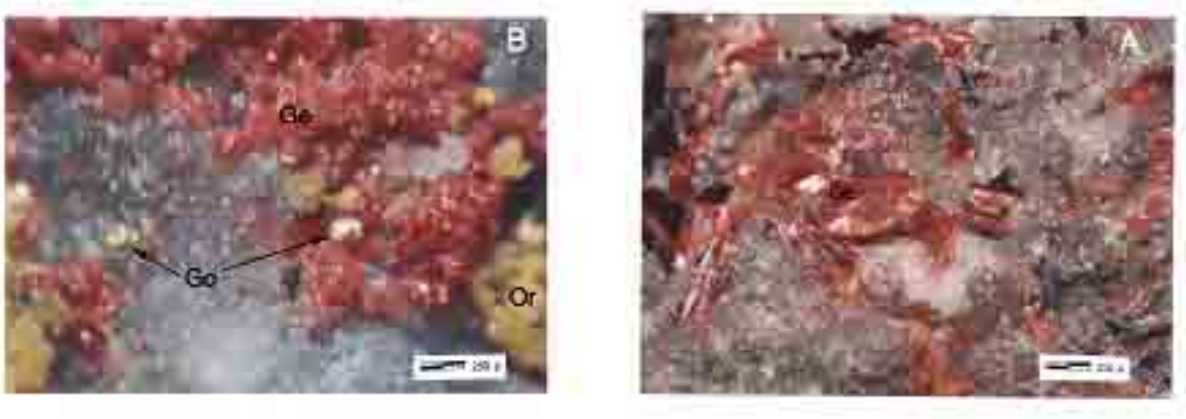
کانی گچلیت سولفید مضاعف آرسنیک و آنتیموان است که درسیستم تک میل متبلور می‌شود. این کانی در نمونهٔ دستی به صورت پولک‌های سرخ رنگ مایل به شکلاتی با رخ کامل

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]

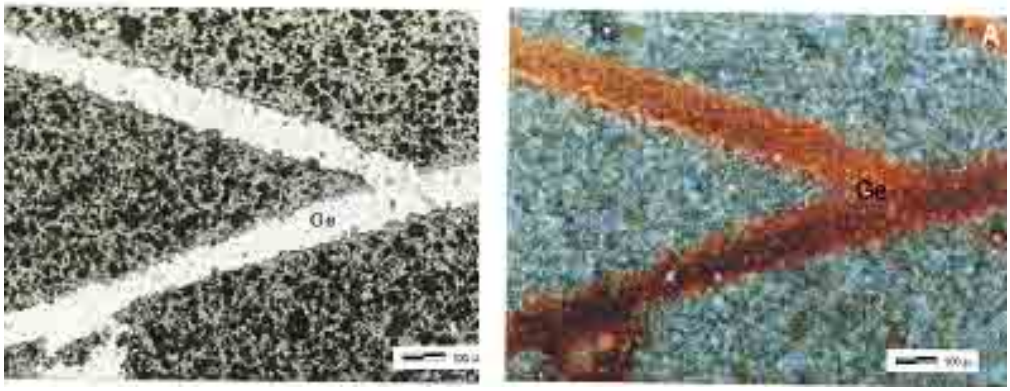
(001) است که این سرشتی آنرا از رآلگار و سینابر که بدون رخ هستند متمایز می‌سازد.

در نمونهٔ دستی، بلورهای آن خود شکل و کشیده‌اند و معمولاً همراه با کوارتز و دیگر کانی‌های آرسنیک‌دار دیده می‌شوند (شکل ۳). گچلیت دارای چگالی ۳٫۹۲ و سختی ۱٫۵ بر مبنای مقیاس موس است، بنابراین به علت سست و نرم بودن و نیز خاصیت تورق به خوبی نمی‌توان از آن مقطع تهیه کرد، در نتیجه لازم است مقاطع به آرامی و با دقت تهیه شوند. کانی گچلیت در مقاطع میکروسکوپی به صورت بلورهای پولکی، منشوری و تیغه‌ای دیده می‌شود. شکل تیغه‌ای در حالتی دیده می‌شود که مقطع در راستای عمود برسطح تورق تهیه شده باشد (شکل ۴). کانی گچلیت در نور عادی دارای بازتاب سفید تا خاکستری مایل به آبی است و پلی کروئیسم شدید دارد وشدت بازتاب آن بیشتر از رآلگار است. این کانی در نور قطبیده، ناهمسانگردی شدید نشان می‌دهد و رنگ بازتاب داخلی آن سرخ خونی است. اندازهٔ بلورهای گچلیت به طور متوسط ۱۰ تا ۲۰۰ میکرون است که گاه تا یک سانتیمتر نیز می‌رسد[۳].

جدول ۱ میانگین تجزیه شیمیایی گچلیت زرشوران وگچلیت معدن گچل را نشان می‌دهد. بررسی‌های صورت گرفته با میکروسکوپ الکترونی از گچلیت زرشوران نشان می‌دهد که این کانی از ترکیب عناصر As ,Sb وS تشکیل شده است (شکل ۵ و ۶).



شکل ۳: A کانی گچلیت (Ge) در نمونهٔ دستی B : کانی گچلیت (Ge) به همراه طلا (Go) و ارپیمنت(Or).

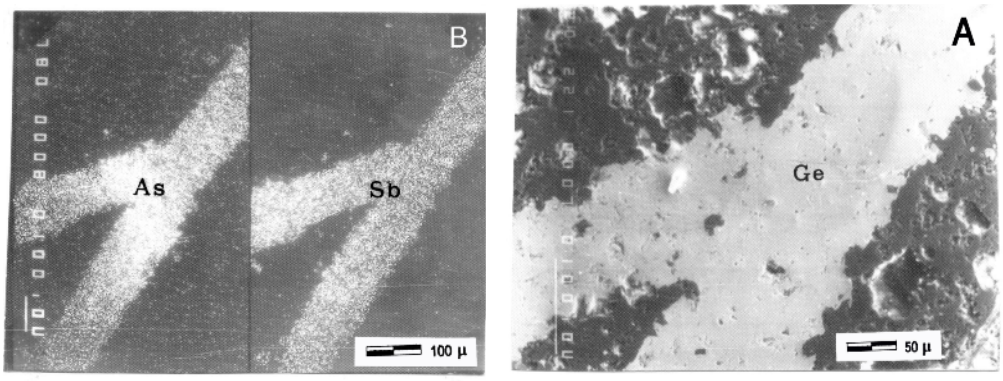


شکل ۴ بلورهای تیغه‌ای گچلیت (Ge) در راستای عمود بر سطح تورق در متن کانسنگ سیلیسی. A : در نور قطبیده, B: در نور عادی.

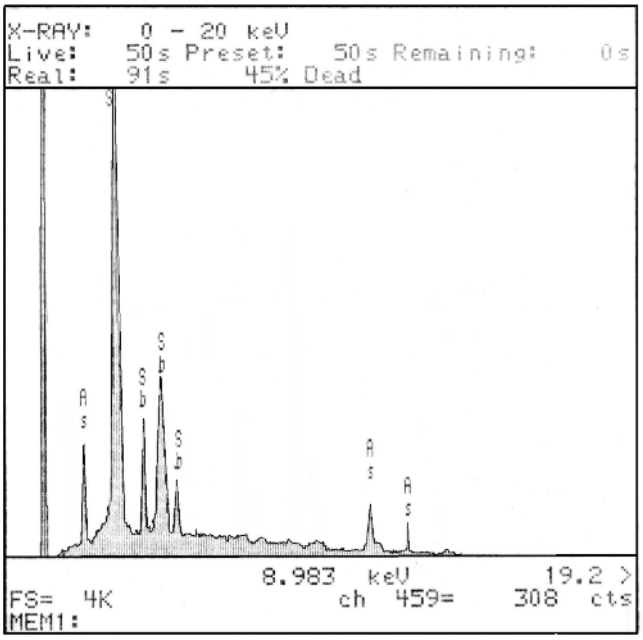
جدول ۱ میانگین تجزیه شیمیایی کانی گچلیت در کانسار زرشوران و گچل [۶].

Getchellite in Zarshuran	Getchellite in Getchell
S = 34.24 %	S = 32.82 %
As = 26.42	As = 25.09
Sb = 40.01	Sb = 42.04

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]



شکل ۵ A تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) از کانی تیغه‌ای گچلیت (Ge)، B: توزیع عناصر Sb و As در گچلیت به روش پس پراکندگی با SEM.



شکل۶ نمودار تجزیهٔ نیمه کمی EDX با میکروسکوپ الکترونی از کانی گچلیت زرشوران.

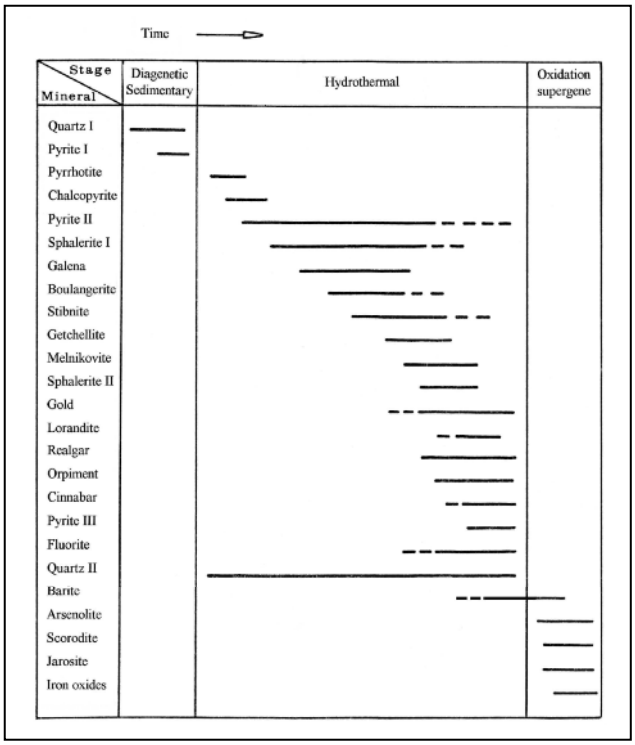
پاراژنز و چگونگی تشکیل کانی گچلیت

ماهیت پراکندگی کانه‌ها و فقدان ارتباط کلی بین مشخصه‌های زمین ساختی درکانسار زرشوران، تعیین توالی کانه‌زایی و رخدادهای زمین‌شناختی را مشکل ساخته است. با این وجود با بررسی‌های انجام شده توالی زایشی کانی‌ها در زرشوران به سه مرحلهٔ کانی‌سازی درونزایی- ته نشستی، گرمابی و اکسایش – برونزایی قابل تفکیک است (جدول ۲).

در مرحلهٔ درون‌زایی، کانی‌های کوارتز و پیریت تشکیل شده‌اند که در کانسنگ قابل تشخیص هستند. در مرحلهٔ گرمابی در شرایط اپی ترمال آبگون‌های حاوی کمپلکس‌های کلر در انتقال فلزات Ag, Cu, Pb, Zn و نیز کمپلکس‌های بی سولفید در انتقال Au, As Sb, Hg نقش داشته‌اند. در این شرایط از دما و فشار، کمپلکس‌های کلر ناپایدار بوده و به سرعت تجزیه می‌شوند ولی کمپلکس‌های بی سولفید پایدار بوده و می‌توانند تا مسافت زیادی مهاجرت کنند. بنابراین گوگرد فراوانی برای نهشته شدن سولفیدها در محل رسوب-گذاری در دسترس بوده‌اند [۱۱ تا ۱۸]. در نتیجه کانی‌های نقره و مس به ندرت و کانی‌های سرب و روی به میزان کم و کانی‌های طلا، آنتیموان، جیوه و آرسنیک در حجم و گسترش گسترده‌ای تشکیل شده‌اند.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]

جدول ۲ توالی زایشی کانی‌ها درکانسار زرشوران در سه مرحله کانی سازی درونزایی-رسوبی، گرمابی و اکسایش- برونزایی.



در نخستین فاز و در عمق بیشتر که دما اندکی بالاتر بوده است، کانی پیروتیت (FeS) به میزان خیلی کم و به صورت نفوذی‌هایی در درون پیریت تشکیل شده‌اند[۳]. گرماب‌ها طی صعود به سمت بالا و برخورد با لایه‌های غنی از مواد آلی و کربناتی واحد چالداغ و زرشوران احتمالا از گوگرد غنی‌تر شده‌اند، و به همین دلیل با افزایش گوگرد در آبگون کانه‌ساز کانی‌های کالکوپیریت ($CuFeS_2$) و سپس پیریت II (FeS_2) و نیز کانی‌های اسفالریت (ZnS) و گالن (PbS) به میزان کم به صورت رگچه‌هایی شکل گرفته‌اند. به تدریج که از عمق کاسته می‌شود، با کاهش فشار و دما گرماب‌های اسیدی و برخورد با لایه‌های آهکی، PH آن افزایش یافته [۱۱] و آبگون شروع به جوشیدن کرده است. در این شرایط فاز اصلی گرماب موجب نهشت مقادیر قابل توجهی از کانی‌های آنتیموان، طلا و آرسنیک شده است. با مصرف شدن بخش مهمی از فلزات پایه و ته نشین شدن آنها همزمان با صعود آبگون و کاهش دما و در نتیجه تجزیه کمپلکس‌های ناپایدار حامل این فلزات، یون Sb بعلت پایداری بیشتر در آبگون افزایش یافته و مقداری از این عنصر به همراه Pb در ساختار بولانژریت ($Pb_5\ Sb_4\ S_{11}$) به عنوان کانی حد واسط سولفیدهای Pb وSb مصرف شده است. سپس طی روند کاهش دما و در نتیجه کاهش یون Pb و افزایش Sb از مقدارکانی بولانژریت کاسته شده و کانی استبنیت (Sb_2S_3) شکل می‌گیرد. رخداد کاهش یون Pb با افزایش یون As و Sb طی روند صعود کمپلکس‌های متحرک‌تر همراه است [۳]. بنابراین ضمن آنکه مقداری از یون Sb همراه با As برای تشکیل کانی گچلیت ($AsSbS_3$) مصرف شده است، به نظر می‌رسد کانی گچلیت به عنوان کانی حد واسط مجموعه کانی‌های آنتیموان‌دار و کانی‌های آرسنیک‌دار در کانسار زرشوران تهنشست شوند.

احتمالاً این شرایط دمایی و PH برای انتقال و نهشت طلا در این منطقه مناسب بوده است. به همین دلیل کانی طلا بیشتر با کانی‌های آرسنیک‌دار یعنی از زمان آغاز فاز پیدایش گچلیت تا فازهای آخر کانی سازی همراه با این مجموعه کانی‌ها بخصوص ارپیمنت دیده می‌شود. به همین علت علاوه برتشکیل طلا به صورت میکروسکوپی و زیر میکروسکوپی، بلورهای قابل دید طلا با چشم غیرمسلح در چند مورد همراه با مجموعهٔ کانی‌های ارپیمنت، گچلیت، سینابر و کوارتز دیده شده‌اند (شکل ۳).

همراهی طلا با کانی‌های آرسنیک‌دار می‌تواند دلیلی بر نقش لیگاند تیو آرسنیت ($As_3\ S_6^{-3}$) همزمان با افت دما و کاهش فعالیت لیگاندهای بی‌سولفید در انتقال طلا باشد[۱۲].

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]

با کاهش بیشتر دما و فشار و مصرف یون Sb در آبگون کانه-سولفیدهای آرسنیک نظیر رآلگار(AsS) و اورپیمنت (As_2S_3) پیش رفته که ذخایر قابل توجهی را برجای گذاشته است. در فازهای آخر مرحلهٔ گرمابی در فشار و دمای پایین آبگون، سینابر (HgS) وپیریت کلوفرم تشکیل شده است.

بررسی‌های صحرایی نشان می‌دهد، که ورود آبگون از منطقهٔ سولفیدی به سولفاتی حلالیت کمپلکس بی‌سولفیدی طلا به سرعت کاهش یافته، لذا در اثر اکسایش و افزایش فوگاسیته اکسیژن کانی طلا ته نشین می‌شود [۱۶، ۱۷]. به همین دلیل توده‌های سیلیسی جاسپروئید که در فازهای اواسط تا اواخر مرحلهٔ گرمابی شکل گرفته‌اند. غنی از طلا بوده و خود کانسنگ طلا به شمار می‌روند.

به دلیل رخنمون کانی‌های اولیه و عملکرد عوامل جوی بر روی آنها فرایندهای اکسایش و برونزایی در منطقه فعال شده که در این مرحله کانی‌های سولفیدی اکسید شده و درنتیجه کانی‌های سولفات و اکسید مانند باریت[۱۶]، اسکورودیت، جاروسیت، بودانتیت و اکسیدهای آهن تشکیل شده‌اند.

برداشت

کانی گچلیت یکی از کانی‌هایی است که فقط درکانسارهای اپی ترمال با تمرکز سولفیدهای آرسنیک و آنتیموان دیده می‌شود. این کانی به عنوان کانی حد واسط سولفیدهای آرسنیک و آنتیموان در شرایطی تشکیل می‌شود که ته نشست طلا نیز صورت می‌گیرد. از آنجا که کانی طلا در این کانسارها بسیار ریز و غیر قابل مشاهده است، کانی گچلیت با تشخیص ساده می-تواند به عنوان کانی معرف این گونه کانسارهای طلا به شمار رود.

تشکر و قدردانی

از تذکرات و پیشنهادهای سازندهٔ داوران محترم مجله در ارائه بهتر مقاله سپاسگزاری می‌شود.

مراجع

[1] Bariand P., Pelissier G., *"Origine de L'Or de Zarehshuran(Iran occidental)",* Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristallogr, 95 (1972) 625- 629.

[2] Bariand P., *"Contribiution a La Mineralogie de L'Iran"*, Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristallogr, 86 (1963) 17- 64.

[۳] کریمی، مهرداد، *"مطالعه سنگ‌شناسی، کانی شناسی و نحوه تشکیل کانسارطلا و آرسنیک زرشوران (تکاب)"*، پایان نامه کارشناسی ارشد (دانشگاه تربیت معلم تهران)، (۱۳۷۲) ۲۶۴ ص.

سازِ، تشکیل گچلیت متوقف شد، و واکنش به سمت تشکیل

[4] Joralemon P. J., *"The occurrence of Gold at the Getchell mine"*, Nevada, Econ., Geol., 46 (1951) 267-310.

[5] Radtke ,A. S ., *"Geology of the Carlin Gold deposit, Nevada"*, U.S. Geological Sarvey (1981).

[6] Bariand, P.,"La Getchellite de Zarehshouran Afshar, Iran" Bull. Soc. Fr. Mineral. Cristallogr, 91 (1968) 403- 406.

[۷] عیسی خانیان، ویگن، *"داستان گچلیت وطلای زرشوران"* ، فصلنامه علوم زمین شماره ۳ (۱۳۷۱)ص۶۶-۶۹.

[8] Weissberg, B. G., *"Getchellite, $AsSbS_3$, A new mineral from Humboldt County, Nevada"*, American, Mineralogist, 50 (1965) 1817-1826.

[۹] صمیمی، منصور و همکاران، *"گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ ناحیه معدنی زرشوران"*، مهندسین مشاور معدنکاو، (۱۳۷۰).

[10] Kuehn C. A., Rose A. W.,*"Geology and Geochemistry of wall – rock alteration at the Carlin Gold deposit",* Nevada, Econ., Geol., 87 (1992) 1697-1721.

[11] Henley R. W, *"Ore transport and deposition in epithermal environment",* Geol., Soc., of Australia Special Issue (1986).

[12] Seward T. M., Barnes H. L., *"Metal transport by hydrothermal ore fluids. In: H. L. Barnes (Editor), Geochemistry of hydrothermal ore deposits."*, John Wiley & Sons, New York, (1997) 435-486.

[13] Barnes H. L., Seward T. M., *"Geothermal system and mercury deposits. In: H. L. Barnes (Editor), Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits",* John Wiley & Sons, New York, (1997) 699-736.

[14] Benning L. G., Seward T. M., *"Hydrosulphide complexing of Au(I) in hydrothermal solutions from 150-400C and 500-1500 bar"*, Geochimica et Cosmochimica Acta, 60, (1996) 1849-1871.

[15] Benning L. G., Seward T. M., *"AuHS - An important gold-trasport complex in high temperature hydrosulphide solutions"*, In: Kharaka, Y. K., Chudaev, O. V. (ed), Water –Rock Intreaction, A. A. Balkema, Rotterdam, (1995) 786 p.

[16] Romberger s. d., *"Disseminated gold deposits"*, p. 21-30, in Roberts, R. G. and Sheahan, P. A. (EDS) Ore Deposits Models: Geoscience Canada, Reprint series 3,(1988) 194 p.

[17] Henley R. W., Truesdell A. H., Barton P. B., Whitney J. A., *"Fluid-Mineral Equilibria in Hydrothermal Systems"*, Reviews in Econ. Geol. 1, Society of Economic Geologists, (1984)

[18] Hayba D. O., Bethke P. M.,*"Geologic, mineralogic and geochemical characteristics of volcanic-hosted epithermal precious metal*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]

deposits.", In Berger B. R. & Bethke, P. M.,(eds), Geology and Geochemistry of Epithermal Systems, Society of Economic Geologists,(1986) 67-129.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-04]