



Deformation effects on the gold behavior in Barika gold-rich massive sulfide deposit, east of Sardasht

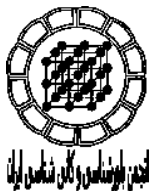
Ali Yarmohammadi, Ebrahim Rastd

Department of Geology, Economic Geology, Tarbiat modares University of Tehran, Iran
E-mail: yarmohammadi77ir@yahoo.com

(Received: 14/10/2007, in revised form: 12/7/2008)

Abstract: Barika gold mineralization occurred in a Cretaceous metavolcano-sedimentary sequence at northwestern Sanandaj-Sirjan zone. Gold-rich volcanogenic massive sulfide mineralization occurred in a rhyolite to rhyolitic tuff unit which is completely in Barika shear zone. Based on electron microprobe studies, gold is observed to form electrum mostly, and in lattice of other minerals, such as pyrite, galena, tetrahedrite-tennantite, bournonite-boulangerite, twintennite. The main effect of deformation on the gold mineralization is migration of submicroscopic gold to cracks and crystal defects in minerals to form electrum under low to moderate strain and release of electrum from fractured mineral under higher strain. This behavior of gold can increase recovery of gold in Au-bearing ore deposits (Huston et al., 1992).

Keywords: *electrum, deformation, gold-rich massive sulfide, Barika*



تأثیر دگرشکلی بر رفتار طلا در نهشته ماسیوسولفید سرشار از طلای باریکا، شرق سردشت

علی یارمحمدی، ابراهیم راستاد

گروه زمین‌شناسی اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس
 پست الکترونیکی: yarmohammadi77ir@yahoo.com

(دریافت مقاله ۸۶/۷/۲۳، نسخه نهایی ۸۷/۴/۲۲)

چکیده: گستره معدنی باریکا در دنباله آتشفشانی - ته نشستی زیردریائی کرتاسه در پایانه شمال غربی زون سنندج- سیرجان قرار دارد. کانه‌زائی ماسیوسولفید غنی از طلا در واحد متاریولیت- توف ریولیتی این دنباله، رخ داده است. این کانه‌زائی در اصلی‌ترین و بزرگ‌ترین پهنه برشی منطقه واقع شده است (پهنه برشی باریکا). بنا بر بررسی‌های ریز پردازشی الکترونی، طلا بیشتر به صورت، الکتروم و نیز درگیر با شبکه دیگر کانیها از جمله پیریت، گالن، تتراندزیت-تنانتیت، بورنونیت-بولانژزیت و تووینیت- وینیت دیده می‌شود. مهمترین اثر دگرشکلی بر کانه‌زائی طلا در گستره معدنی باریکا شامل خروج الکتروم غیرقابل رؤیت از درون کانیهای طلا دار از جمله پیریت، و قرارگیری و تبلور دوباره آن در شکستگیها و فضای بین بلوری کانیها، به صورت الکتروم درشت بلور است، به طوریکه اندازه بلورهای الکتروم تا ۲۶۴ میکرون نیز می‌رسد. این رفتار الکتروم در طی دگرشکلی می‌تواند باعث افزایش بازیافت طلا از کانسنگ طلا در نهشته- های ماسیوسولفید غنی از طلای دگرشکل شود.

واژه‌های کلیدی: الکتروم، دگرشکلی، ماسیوسولفید سرشار از طلا، باریکا.

مقدمه

دارد. بررسی رفتار کانی الکتروم در طی دگرشکلی در ذخیره ماسیوسولفید سرشار از طلای باریکا، علاوه بر مسائل خاستگاهی کانی سازی، کمک فراوانی در حل مباحث فراوری و استحصال طلا خواهد کرد.

زمین‌شناسی

گستره معدنی باریکا در دنباله آتشفشانی- ته نشستی زیردریائی کرتاسه در پایانه شمال غربی زون سنندج- سیرجان قرار دارد. این دنباله آتشفشانی- ته نشستی در منطقه باریکا از پائین به بالا شامل متاندزیت- لاتی‌اندزیت، متاریولیت- توف ریولیتی، متاتوف با میان‌لایه‌هایی از آهک و ماسه‌سنگ و اسلیت سیاه، است. بالاترین بخش را فیلیتها و سنگهای آذرین دگرگون شده تشکیل می‌دهند که ارتفاعات خاوری گسترده را می‌پوشانند.

منطقه معدنی باریکا در فاصله ۲۷ کیلومتری خاور شهرستان سردشت، در جنوب استان آذربایجان غربی قرار دارد. بررسی اثرهای ناشی از فرایندهای دگرشکلی روی نهشته‌های معدنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ چرا که در مواردی فرایندهای دگرشکلی پس از کانه‌زائی اولیه باعث تمرکز و تغلیظ مواد معدنی شده و در اقتصادی بودن نهشته نقش مهمی را ایفا می‌کنند. گستره معدنی باریکا با توجه به قرارگیری آن در زون سنندج- سیرجان، تحت تأثیر دگرشکلیهای ناشی از پهنه‌های برشی منطقه قرار گرفته است. بررسی اثرهای این دگرشکلی باعث شناخت هرچه بیشتر کانه‌زائی اولیه و رفتارهای بعدی کانیها در ساخت و بافتهای جدید تشکیل شده بر اثر دگرشکلی

ماسیوسولفید سرشار از طلا از قبیل ذخایر Rosbery و Hellyer در تاسمانیا [۴ و ۵] و یکسری نهشته‌های نوع کروکو در Hokuoko Basin ژاپن [۴] است.

در این مقاله با توجه به اهمیت ویژه طلا در این کانه‌زائی، به بررسی رفتار کانی‌الکتروم طی دگرشکلی پرداخته می‌شود.

الکتروم

بنا بر بررسی‌های ریز پردازشی الکتونی (EDS و EWS) در آزمایشگاه مرکز تحقیقات و فراوری مواد معدنی ایران که با SX100 شرکت Cameca فرانسه و در شرایط 20 keV 30 na و 20 keV 20 na بیشتر به صورت الکتروم و نیز درگیر شبکه کانیهای دیگر، از جمله پیریت (حداکثر ۲۰۸۰ گرم در تن)، گالن (حداکثر ۱۹۰۰ گرم در تن)، تتراندیریت-تنانتیت (حداکثر ۱۰۰۰ گرم در تن)، بورنونیت-بولانژریت (حداکثر ۴۰۰ گرم در تن) و تووینیت-وینیت (حداکثر ۲۰۰۰ گرم در تن) دیده می‌شود.

چنانکه اشاره شد، گستره معدنی باریکا تحت تأثیر پهنه برشی شکنا-شکل‌پذیر باریکا قرار گرفته است که این پهنه‌ها به موازات گسل‌های رورانشی بزرگ منطقه و مجموعاً به موازات رورانده اصلی زاگرس هستند [۲].

بررسی‌های انجام شده نشان داده است که دگرگونی و دگرشکلی‌های پس از ته نشین شدن می‌تواند بر رخداد کانه‌زائی طلا در ماسیوسولفیدها اثر بگذارد. هاستون و دیگران (۱۹۹۲) با توجه به بررسی‌های انجام گرفته بر ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلای تاسمانیا، نتیجه گرفتند که طلا در نهشته‌های نادگرشکل یا با دگرشکلی خیلی ضعیف، به صورت پیریت طلا دار و یا آرسنوپیریت طلا دار دیده می‌شوند در حالی که در نهشته‌هایی که تحت تأثیر دگرشکلی قرار گرفته‌اند، الکتروم مهم‌ترین کانی طلاست [۶]، به طور کلی طلای اولیه ممکن است به صورت غیرقابل رؤیت در پیریت و یا کانی‌های دیگر وجود داشته باشد (شکل ۱ الف)؛ وقتی پیریت در اثر فرایندهای دگرشکلی بعدی باز تبلور می‌یابد، طلا به مرز دانه‌ها و یا شکستگی‌های موجود در پیریت مهاجرت کرده و به صورت الکتروم میکروسکوپی قابل مشاهده است (شکل ۱ ب). این مهاجرت از طریق ساز و کار خزشی ته نشست-محلوس

کانه‌زائی طلا، نقره، و فلزات پایه در واحد متاریولیت-توف ریولیتی رخ داده است [۱]. دنباله آتشفشانی - ته نشستی کرتاسه در منطقه باریکا تحت تأثیر پهنه‌های برشی شکنا-شکل‌پذیر با روند شمال باختری-جنوب‌خاوری قرار گرفته است. کانه‌زائی مورد مطالعه در اصلی‌ترین و بزرگترین پهنه برشی منطقه (پهنه برشی باریکا) واقع شده است [۲]. این پهنه برشی طولی در حدود ۳ کیلومتر و عرض میانگین ۴۰۰ متر دارد.

دگرسانی و کانه‌زائی

بر پایه کارهای قبلی انجام شده [۱ و ۳]، دگرسانی اصلی وابسته به کانی‌سازی، شامل سرسیتی-سیلیسی-پیریتی بوده و دگرسانی کلریتی و کلسیتی نیز در کمرباطین و حاشیه کانی‌سازی دیده می‌شود. کانه‌زائی طلا، نقره، فلزات پایه، و باریت در گستره معدنی باریکا به شکل عدسی و در بخش فوقانی سنگهای آتشفشانی اسیدی رخ داده است. کانی‌سازی از پائین به بالا سه زون تشکیل شده است [۱]:

- زون سیلیسی سولفیددار

- زون غنی از سولفید و سولفوسالت

- زون کانسنگ باریتی

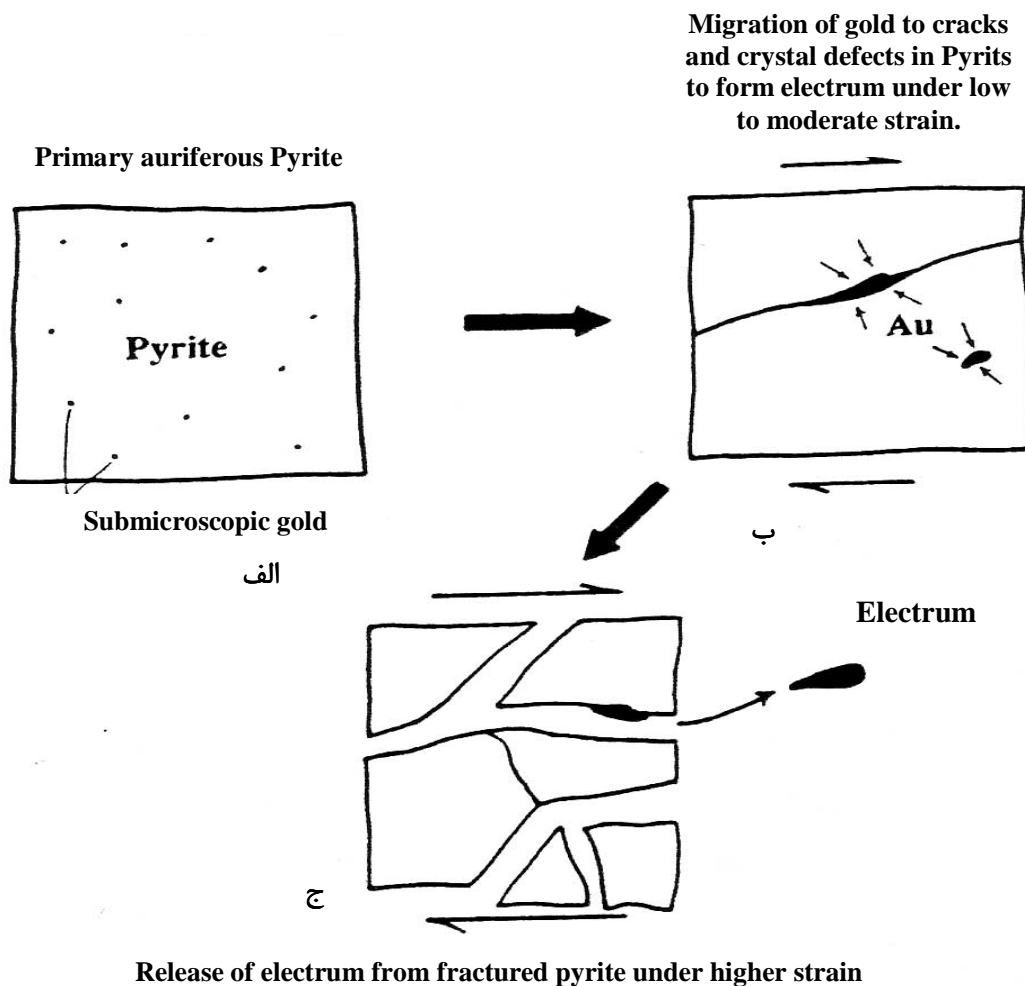
نمونه‌های آنالیز شده زونهای سه‌گانه دارای عیارهای متفاوت و جالبی از طلا، نقره، و فلزات پایه‌اند، به طوریکه مقدار طلا در برخی از نمونه‌های زون غنی از سولفید و سولفوسالت تا به بیش از ۱۰۰ ppm می‌رسد.

بررسی‌های کانی‌شناسی مقاطع نازک - صیقلی، صیقلی، و نتایج حاصل از آنالیزهای XRD و آنالیزهای ریز پردازشی الکترونی در زونهای کانه‌زائی یاد شده، منجر به شناسایی کانیهای متعدد سولفیدی، سولفوسالتی، اکسیدی، و کربناتی به صورت اولیه و ثانویه شده است، که می‌توان از پیریت، اسفالریت، گالن، تتراندیریت-تنانتیت، بورنونیت-بولانژریت، جیمسونیت، تووینیت-وینیت، استیبینیت، الکتروم، کالکوپیریت، کوولیت، مالاکیت، آزوریت، همتایت، گوتیت، و لیمونیت نام برد.

بر پایه کارهای قبلی انجام شده [۱ و ۳]، کانه‌زائی طلا، نقره، و فلزات پایه در این گستره معدنی مشابه گونه‌های

باریکا به صورت جالبی رخ داده و به خوبی دیده می‌شوند. مرحله الف در شکل ۱، به روش ریز پردازش الکترونی پیریت-های فرامبوئیدال و کلوفورمی که از دگرشکلی در امان مانده‌اند و تنها در بخشهای محدودی از زون کانسنگ باریتی مشاهده می‌شوند، مشخص شده است. آنالیز کمی این پیریتها حداکثر ۲۰۸۰ گرم در تن طلا را نشان داده است (جدول ۱). در شکل ۲ الف، الکتروم در مرحله‌ای است که به صورت آنکلوژیون در پیریت دیده می‌شود و در شکل ۲ ب، الکتروم در شکستگی پیریت انباشته شده است.

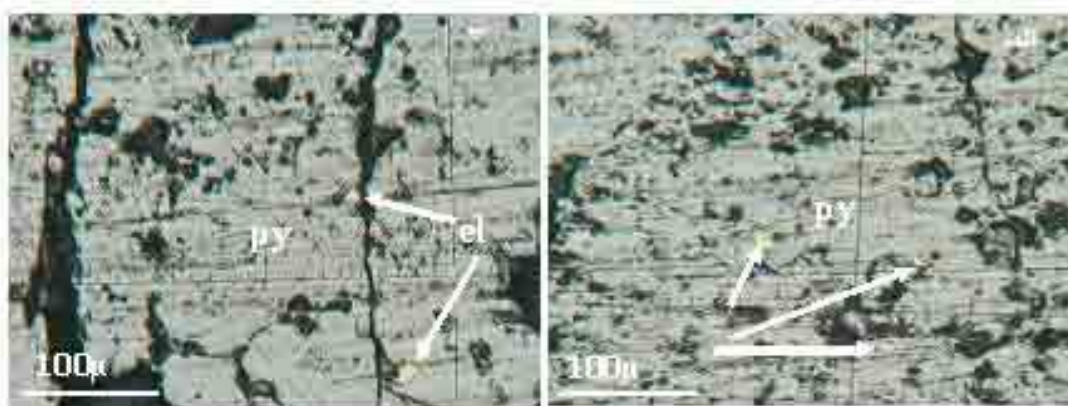
(solution-precipitation creep) صورت می‌گیرد. علاوه بر این، ساز و کار پخش حالت جامد نیز ممکن است در درجات دگرگونی بالا، در مهاجرت مهم باشد. ادامه دگرشکلی و شکستگیها در پیریت موجب آزاد شدن الکتروم از پیریت و باز تبلور آن به صورت دانه‌های درشت و قرار گرفتن در کنار کانیه‌های دیگر می‌شود (شکل ۱ ج). تشکیل الکترومهای درشت بلور طی دگرگونی و دگرشکلی در ذخایر Trout Lake, Que River, Rosebery و چند نهشته دیگر ماسیوسولفید غنی از طلا در تاسمانیا به اثبات رسیده است [۶]. تمامی مراحل بیان شده در شکل ۱، در گستره معدنی



شکل ۱ رفتار طلا در پیریت طلا دار در طول دگرشکلی (Low to High) [۶].

جدول ۱ آنالیز کمی پیریت‌های فرامبوئیدال در زون کانسنگ باریتی (تمامی مقادیر بر حسب درصدند).

| Point | S | Fe | Co | As | Ag | Cd | Sb | Te | Au | Hg | Total |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| ۱ | ۵۱٫۹۳۶ | ۴۵٫۵۰۹ | ۰٫۰۰۷ | ۱٫۲۱۴ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۲۷ | ۰٫۰۶۶ | ۰٫۲۰۲ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۹۸٫۹۶ |
| ۲ | ۵۰٫۴۸۸ | ۴۶٫۶۷ | ۰٫۰۰ | ۱٫۰۰۷ | ۰٫۰۳ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۷۹ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۲۱ | ۰٫۰۰ | ۹۸٫۲۵۵ |
| ۳ | ۵۰٫۷۲۸ | ۴۵٫۴۹۶ | ۰٫۰۰ | ۱٫۹۵۵ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۱۱۲ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۹۸٫۲۹۱ |
| ۴ | ۵۰٫۶۸۴ | ۴۶٫۱۵۷ | ۰٫۰۰ | ۱٫۱۲۳ | ۰٫۰۱۶ | ۰٫۰۵۲ | ۰٫۱۲ | ۰٫۰۰۲ | ۰٫۰۴۱ | ۰٫۰۰ | ۹۸٫۱۹۴ |
| ۵ | ۵۱٫۴۱۳ | ۴۶٫۱۸۲ | ۰٫۰۰ | ۲٫۰۱۶ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۲۶ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۶۳ | ۰٫۰۰ | ۹۹٫۷ |
| ۶ | ۵۱٫۵۷۸ | ۴۶٫۵۸۱ | ۰٫۰۰ | ۰٫۱۶۲ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۲۶ | ۰٫۰۰ | ۰٫۲۰۸ | ۰٫۰۰ | ۹۸٫۵۵۴ |



شکل ۲ الف) انباشت انکلوزیون‌های الکتروم (el) در پیریت (py) تحت تأثیر دگرشکلی کم تا متوسط و ب) انباشت الکتروم در شکستگی پیریت.

بلوری به صورت الکتروم درشت بلور شود. به عنوان مثال چنانکه در جداول ۲، ۳ و ۴ دیده می‌شود، تجزیه کمی کانیهای گالن و سولفوسالتهای از جمله تتراندريت-تنانتیت، و تووینیت-وینیت، نشان دهنده وجود طلا در شبکه این کانیها است.

بنابراین طی دگرشکلی، طلا می‌تواند از شبکه کانیها خارج شده و به صورت الکتروم درشت بلور همراه با کانیهای دیگر دیده شود (شکل ۵).

چنانکه در شکل ۶، نمودار مراحل تشکیل، تحول و توالی پاراژنری کانیها دیده می‌شود، الکتروم در مرحله تنشت اولیه، در فرایندهای اگزالاتیو زیردریایی، تشکیل شده است. طلا در این مرحله در اثر مخلوط شدن آبگونیهای حمل کننده طلا با آب دریا که باعث اکسایش و افزایش pH و کاهش H_2S آبگون خواهد شد، تنشین می‌شود [۶].

در مرحله بعدی یا مرحله دگرشکلی (شکل ۶)، مواد معدنی نهشته در مرحله اول همراه با ساخت و بافت‌های مربوطه، و نیز با سنگ درونگیر، تحت تأثیر دگرگونی خفیف ناحیه‌ای (زیر

در مراحل با دگرشکلی بالا (مرحله ج در شکل ۱)، الکتروم از درون شکستگی پیریت به بیرون از آن مهاجرت کرده و در فضای بین بلورهای شکسته پیریت و کانیهای دیگر قرار گرفته است (شکل ۳ الف و ب).

بنابراین در شرایط با دگرشکلی بالا، الکتروم در فضای بین دیگر بلورها ممکن است باز تبلور یابد و بلورهای درشتی از الکتروم را به وجود آورد. در گستره معدنی باریکا، در زون غنی از سولفید و سولفوسالت که دستخوش دگرشکلی بیشتری شده است، بلورهای درشتی از الکتروم تا ۲۶۰ میکرون قابل مشاهده اند (شکل ۴).

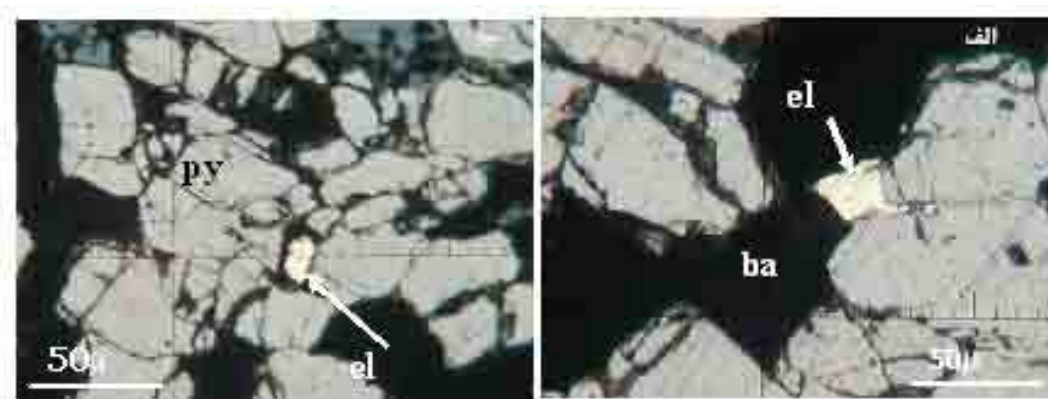
این ساز و کار می‌تواند باعث افزایش بازیافت طلا از کانسنگ طلا در نهشته‌های دگرشکل شود [۶]. در گستره معدنی باریکا، ساز و کار بیان شده برای ارتباط پیریت با الکتروم می‌تواند برای کانیهای دیگر، از جمله تتراندريت-تنانتیت، گالن، بورنونیت-بولانزريت، و باریت مورد توجه قرار گیرد. این سازو کار می‌تواند باعث خروج الکتروم غیرقابل رؤیت کانی‌ها از آنها و قرارگرفتی آن در شکستگیها و فضای بین

دگرشکلی این پهنه برشی روی این کانه‌زائی کاملاً مشهود است. یکی از اثرهای مهم دگرشکلی، خروج الکتروم غیرقابل رؤیت از کانیهای طلادار از جمله پیریت و فرارگیری و باز تبلور آن در شکستگیها و فضای بین بلوری کانیها به صورت الکتروم درشت بلور است. مراحل مختلف تشکیل بلورهای درشت الکتروم طی دگرشکلی با درجات متفاوت، به صورت جالبی در ذخیره ماسیوسولفید غنی از طلای باریکا قابل مشاهده است. بر پایه دستاوردهای هاستون و دیگران (۱۹۹۲) این رفتار الکتروم طی دگرشکلی می‌تواند باعث افزایش بازیافت طلا از کانسنگ طلا در نهشته‌های ماسیوسولفید غنی از طلای دگرشکل شود [۶]. بنابراین دگرشکلی اعمال شده، در تحرک دوباره و تغلیظ طلا در این گستره از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

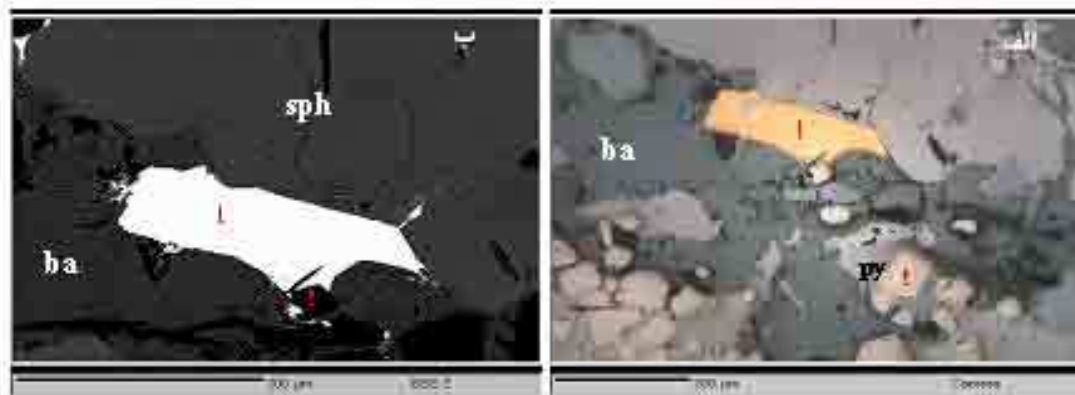
رخساره شیبست سبز) و دگرشکلی شکننا- شکل‌پذیر پهنه برشی باریکا قرار گرفته‌اند. در این مرحله الکتروم موجود در مرحله اول که به صورت کاملاً ریز و میکروسکوپیکی درون بلورهای پیریت و یا کانیهای دیگر قرار دارد، تحت تأثیر دگرشکلی به درون شکستگیها و فضاهای خالی بین کانیهای دیگر مهاجرت کرده و در اثر باز تبلور، دانه‌های درشت الکتروم ایجاد شده است. بنابراین مرحله دگرشکلی، موجب تحرک دوباره و تغلیظ طلا در این گستره شد که در مباحث فراوری و استحصال طلا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

برداشت

کانه‌زائی طلا، نقره (فلزات پایه و باریت) در گستره معدنی باریکا تحت تأثیر پهنه برشی باریکا قرار گرفته و اثرهای ناشی از



شکل ۳ الف) مهاجرت الکتروم (el) از درون شکستگی پیریت به فضای بین بلورهای باریت (ba) و ب) فرارگیری الکتروم در فضای بین بلور شکسته پیریت.



شکل ۴ الف) الکتروم (1) درشت بلور (۲۶۴ میکرون) در زون غنی از سولفید و سولفوسالت همراه با کانیهای اسفالریت (sph)، باریت (ba) و پیریت (py) و ب) تصویر BSE از همان الکتروم.

جدول ۲ آنالیز کمی گالن موجود در زون غنی از سولفید و سولفوسالت (تمامی مقادیر بر حسب درصدند).

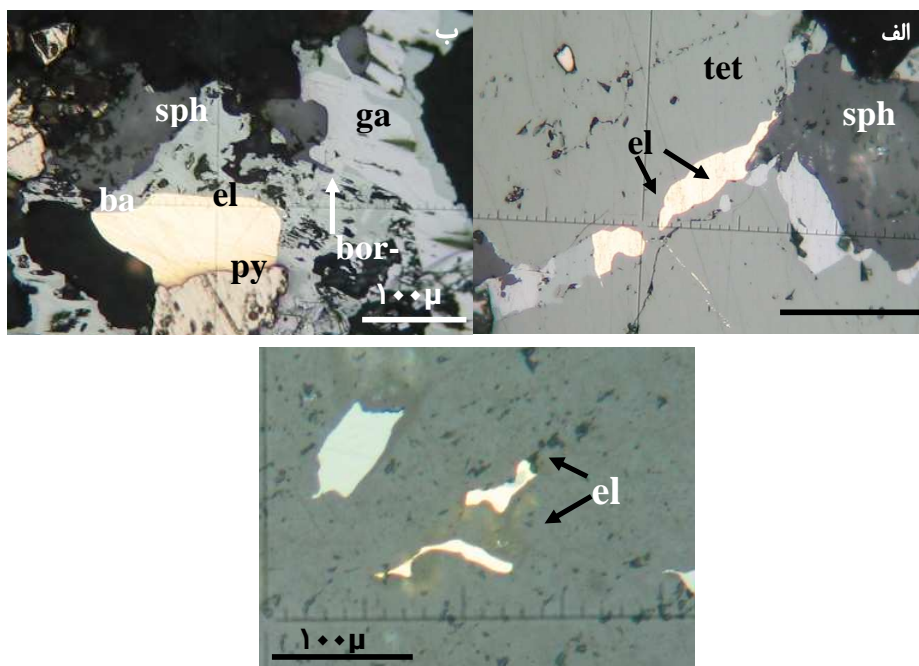
| Point | S | Fe | Co | Cu | Zn | As | Ag | Cd | Sb | Au | Hg | Pb | Total |
|-------|----|------|-------|-------|------|------|------|-------|-----|-------|------|--------|---------|
| ۱ | ۱۴ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۲ | ۰٫۰۰ | ۰٫۳۹ | ۰٫۱۷۳ | ۰٫۴ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۸۵٫۶۳۸ | ۱۰۰٫۶۸۹ |
| ۲ | ۱۴ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰۹ | ۰٫۰۱۹ | ۰٫۱ | ۰٫۰۰ | ۰٫۱۳ | ۰٫۰۷۶ | ۰٫۲ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۸۶٫۵۷۸ | ۱۰۰٫۵۶۴ |
| ۳ | ۱۴ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۵۰۴ | ۰٫۱ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۷ | ۰٫۰۰ | ۰٫۱ | ۰٫۱۹۱ | ۰٫۰۰ | ۸۵٫۱۵ | ۹۹٫۶۹۷ |
| ۴ | ۱۴ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۷۳ | ۰٫۱ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۲ | ۰٫۰۰ | ۰٫۳ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۸۵٫۹۰۵ | ۹۹٫۶۹۹ |
| ۵ | ۱۴ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۱۹ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۲ | ۰٫۰۰ | ۰٫۳ | ۰٫۰۴۹ | ۰٫۰۰ | ۸۵٫۷۵۷ | ۱۰۰٫۰۱۳ |

جدول ۳ آنالیز کمی تتراندريت- تنانتيت (تمامی مقادیر بر حسب درصدند).

| Point | S | Fe | Cu | Zn | As | Ag | Cd | Sb | Au | Hg | Pb | Total |
|-------|----|-------|-------|-------|-----|--------|------|-------|------|-------|------|---------|
| ۱ | ۲۴ | ۰٫۷۲۶ | ۳٫۰۷۶ | ۶٫۳۵۴ | ۴٫۷ | ۱۰٫۸۲۲ | ۰٫۰۰ | ۲۱٫۶۷ | ۰٫۱ | ۰٫۳۲۵ | ۰٫۰۰ | ۹۹٫۹۵۲ |
| ۲ | ۲۵ | ۰٫۵۸۹ | ۳٫۱ | ۷٫۰۶۲ | ۵٫۷ | ۱۰٫۷۵۶ | ۰٫۰۸ | ۲۰٫۷۷ | ۰٫۰۰ | ۰٫۱۰۷ | ۰٫۰۰ | ۱۰۰٫۶۶۲ |
| ۳ | ۲۵ | ۰٫۶۴۳ | ۳٫۱۷۴ | ۶٫۸۳۱ | ۵٫۲ | ۱۰٫۳۶۵ | ۰٫۰۹ | ۲۱٫۱۱ | ۰٫۰۰ | ۰٫۱۷ | ۰٫۰۰ | ۱۰۰٫۶۲۳ |
| ۴ | ۲۵ | ۰٫۶۶۴ | ۳٫۱۷۹ | ۶٫۸۹۲ | ۵٫۵ | ۱۰٫۳۱۳ | ۰٫۱۵ | ۲۰٫۷۵ | ۰٫۰۰ | ۰ | ۰٫۰۰ | ۱۰۰٫۸۴۵ |
| ۵ | ۲۵ | ۰٫۷۵۸ | ۳٫۱۶۴ | ۶٫۹۲۹ | ۵٫۴ | ۱۰٫۷۹۸ | ۰٫۰۴ | ۲۰٫۷۳ | ۰٫۰۲ | ۰٫۲۰۲ | ۰٫۰۰ | ۱۰۱٫۰۵۶ |

جدول ۴ آنالیز کمی از کانی توونیت- وینیت (تمامی مقادیر بر حسب درصدند).

| Point | S | Fe | Cu | Zn | As | Ag | Cd | Sb | Au | Hg | Pb | Total |
|-------|----|------|-------|-------|----|-------|------|-------|------|------|--------|---------|
| ۱ | ۲۵ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰۳ | ۰٫۰۰۳ | ۱۵ | ۰٫۱۳۱ | ۰٫۰۳ | ۲۲٫۳۲ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۳۷٫۸۵۶ | ۹۹٫۶۳۹ |
| ۲ | ۲۳ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۱۱۱ | ۱۳ | ۴٫۰۰۹ | ۰٫۰۰ | ۱۷٫۹۶ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۴۱٫۵۹۶ | ۹۹٫۷۶۳ |
| ۳ | ۲۴ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۳۲ | ۰٫۰۴۵ | ۱۵ | ۰٫۰۴۵ | ۰٫۰۷ | ۲۱٫۳۸ | ۰٫۲ | ۰٫۰۰ | ۳۸٫۴۴ | ۹۹٫۵۸۲ |
| ۴ | ۲۵ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰۷ | ۰٫۰۰ | ۱۶ | ۰٫۲۱۲ | ۰٫۰۴ | ۲۰٫۳۷ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۳۸٫۹۰۷ | ۱۰۰٫۳۵۵ |
| ۵ | ۲۵ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰۹ | ۰٫۰۰ | ۱۵ | ۰٫۰۸۳ | ۰٫۰۰ | ۲۱٫۴۹ | ۰٫۱ | ۰٫۰۰ | ۳۸٫۳۹۲ | ۹۹٫۶۹۷ |



شکل ۵ الف) دو ذره الکتروم (el) موجود در شکستگی تتراندريت (tet) همراه با اسفالريت (sph)، ب) الکتروم درشت و باز تبلور در فضای بین بلورهای پیریت (py)، بورنونیت- بولانتریت (bor-bol)، باریت (ba)، اسفالريت (sph) و گالن (ga)، و ج) دو ذره درشت الکتروم در بلور باریت (ba).

