رخداد طلای باریکا: کانه‌زائی تیپ ماسیوسولفید ولکانوژنیک غنی از طلا در ایران

علی یارمحمدی[۱]*، ابراهیم راستاد[۱]، محمد محجل[۱]، محمد جواد شمسا[۲]

۱- گروه زمین شناسی اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

* مسئول مکاتبات- آدرس الکترونیکی: *yarmohammadi77ir@yahoo.com*

(دریافت: ۸۵/۴/۱۰ ؛ پذیرش:۸۵/۷/۹)

چکیده

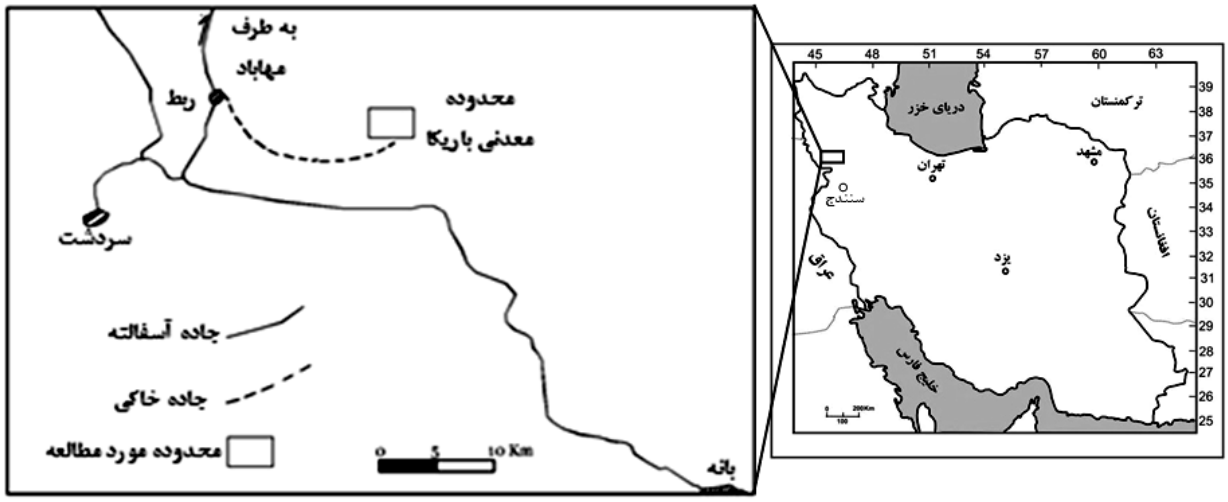
رخداد طلای باریکا در منتهی‌الیه شمال غربی پهنه ساختاری سنندج- سیرجان قرار گرفته است. واحدهای گسترش یافته در این منطقه شامل توالی سنگهای آتشفشانی- رسوبی زیردریایی دگرگون شده با سن کرتاسه می‌باشد. سنگهای میزبان کانه‌زائی در منطقه باریکا واحد اسیدی ریولیتی- توف ریولیتی می‌باشد که بطور کامل در داخل پهنه برشی باریکا قراردارد. کانه‌زائی طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) در منطقه باریکا بصورت عدسیهای کوچک و بزرگ و همروند با برگوارگی پهنه برشی است که از پایین به بالا در سه زون قابل بررسی می باشد: ۱- زون سیلیسی سولفیددار، که از دو قسمت غنی از پیریت و رگه های کوارتزی سولفیددار قطع شده توسط برگوارگی تشکیل شده است. بیشترین عیار طلا در این زون در قسمتهای غنی از پیریت بوده که دارای ۵ گرم در تن طلا می‌باشد. ۲- زون غنی از سولفید و سولفوسالت که شامل دوبخش پیریت- اسفالریت- سولفوسالت و بخش پیریت ماسیو می‌باشد. بیشترین گسترش این زون در کمر پایین عدسی‌های باریتی است. حداکثر عیار طلا در این زون به بیش از ۱۰۰ گرم در تن می‌رسد. ۳- زون کانسنگ باریتی که متشکل از چند عدسی باریتی است. بزرگترین عدسی باریتی دارای ضخامت ۱۰ و طولی حدود ۶۰ متر است. این زون دارای دو قسمت غنی از سولفید و سولفوسالت و قسمت فقیر از سولفید و سولفوسالت می‌باشد. حداکثر طلا در این زون ۲۵ گرم در تن اندازه‌گیری شده است. مهمترین کانیها در محدوده معدنی باریکا شامل پیریت، اسفالریت، گالن، تترائدریت- تنانتیت، بورنونیت- بولانژریت، تووینیت- وینیت، جیمسونیت، استیبنیت، الکتروم، کالکوپیریت و کوولیت می‌باشد. مطالعات الکترون مایکروپروب کانیها در زونهای مختلف کانه‌زائی، نشان دهنده وجود طلا بصورت دانه‌های درشت الکتروم، همچنین درگیر در شبکه سولفیدها (از جمله پیریت، گالن) و سولفوسالتها می‌باشد. با توجه به مهمترین ویژگیهای کانه‌زائی در منطقه باریکا از جمله محیط تکتونیکی، سنگ دربرگیرنده، کانی‌شناسی و پاراژنز کانیها، محتوای فلزی، زون‌بندی عنصری، دگرسانی و مقایسه این ویژگیها با ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا، می‌توان گفت کانه‌زائی طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) درمحدوده معدنی باریکا شباهت زیادی با ذخایر ماسیوسولفید ولکانوژنیک غنی از طلای نوع Au-Zn-Pb-Ag از قبیل Rosbery، Hellyer وQueriver در تاسمانیا، Eskay Creek در کانادا و تعدادی ذخیره تیپ کروکو در Hokuroko Basin ژاپن دارد.

واژه‌های کلیدی: ماسیوسولفید غنی از طلا، پهنه برشی، کرتاسه، ریولیت، باریکا، سنندج- سیرجان، ایران.

مقدمه

محدوده معدنی باریکا در فاصله ۲۷ کیلومتری شرق شهرستان سردشت، در جنوب استان آذربایجان غربی قرار دارد (شکل ۱). کانه‌زایی طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) در ۳۰۰ متری جنوب روستای باریکا رخ داده است که هم‌اکنون جهت باریت در حال استخراج است.

مطالعاتی که قبل از این تحقیق بر روی محدوده معدنی باریکا صورت گرفته، نتایج امیدوارکننده ای را جهت کانه زایی طلا در بر داشته است (تاج الدین و همکاران ۱۳۸۲). این محدوده به عنوان یکی از پهنه های برشی شرق سردشت معرفی شده است (محجل ۱۳۸۳). ویژگیهای پهنه‌های برشی منطقه باریکا به همراه نقشه ساختاری ۱/۱۰۰۰۰ آنها، توسط محجل (۱۳۸۳) توصیف شده است. علاوه بر این نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۰۰۰۰ منطقه باریکا توسط قاسمی و همکاران (۱۳۸۲) نیز تهیه شده است. آنچه در این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است، بررسی کانه‌زایی اولیه در منطقه می‌باشد که در مراحل بعدی تحت تأثیر دگرشکلی‌های ناشی از پهنه برشی قرار گرفته است. بررسی ویژگیهای این تیپ کانه زائی در منطقه باریکا، می‌تواند موجب شناسایی و اکتشاف کانسارها و ذخایر طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) در شمال‌غرب پهنه سنندج-سیرجان و در دیگر مناطق با زمین‌شناسی مشابه گردد.



شکل ۱- محدودهٔ معدنی باریکا و راههای دسترسی.

زمین‌شناسی

محدوده معدنی باریکا، در منتهی‌الیه شمال غربی زون ساختاری سنندج- سیرجان قرار گرفته است. واحدهای گسترش یافته در این منطقه یکسری سنگهای آتشفشانی- رسوبی زیردریایی با سن کرتاسه است که از نظر ترکیب سنگ شناختی بیشترین حجم آن لاتیت- آندزیت و پس از آن آندزیت، تراکی آندزیت، لاتیت- آندزیت کوارتزدار و سنگ‌های بازیک اسپیلیتی شده به همراه یکسری واحدهای رسوبی نظیر آهک و شیل می‌باشد (عمرانی و خبازیان ۱۳۸۲). تغییرات بافتی بخش آتشفشانی زیاد بوده و حتی بخش‌های توفی تا توف برشی را می‌توان در آن دید. افتخار نژاد (۱۳۸۳) این واحدهای آتشفشانی را مجموعه‌ای از آندزیت‌ها و توفها نامیده و آنها را رخساره‌ای از واحدهای کرتاسه در نظر می‌گیرد که دارای ویژگیهای زیردریایی بوده و ساخت بالشی نیز بطور محلی در آن توسعه پیدا کرده است. فعالیت ولکانیکی زیردریایی در این زون در طول یک ریفت و یا یک کافت اقیانوسی در کرتاسه زیرین شکل گرفته است.

واحدهای آتشفشانی- رسوبی کرتاسه تمام منطقه باریکا را پوشش داده و در بخشهای مختلف تحت تاثیر پهنه‌های برشی قرار گرفته اند. بر اساس محجل (۱۳۸۳) پنج پهنه برشی شکنا- شکل پذیر با روند شمال شمال باختر- جنوب جنوب خاور در منطقه باریکا دیده می‌شود که ازخاور منطقه به طرف باختر به نامهای پهنه‌های برشی کنورجه، شمولا، باریکا، قمیشان و شندره معرفی شده‌اند (شکل ۲). پهنه برشی باریکا با طولی بالغ بر ۳ کیلومتر، اصلی‌ترین و بزرگترین پهنه برشی منطقه باریکا بوده و معدن باریت به همراه کانه‌زائی مربوطه در این پهنه قرارگرفته است (شکل ۲).

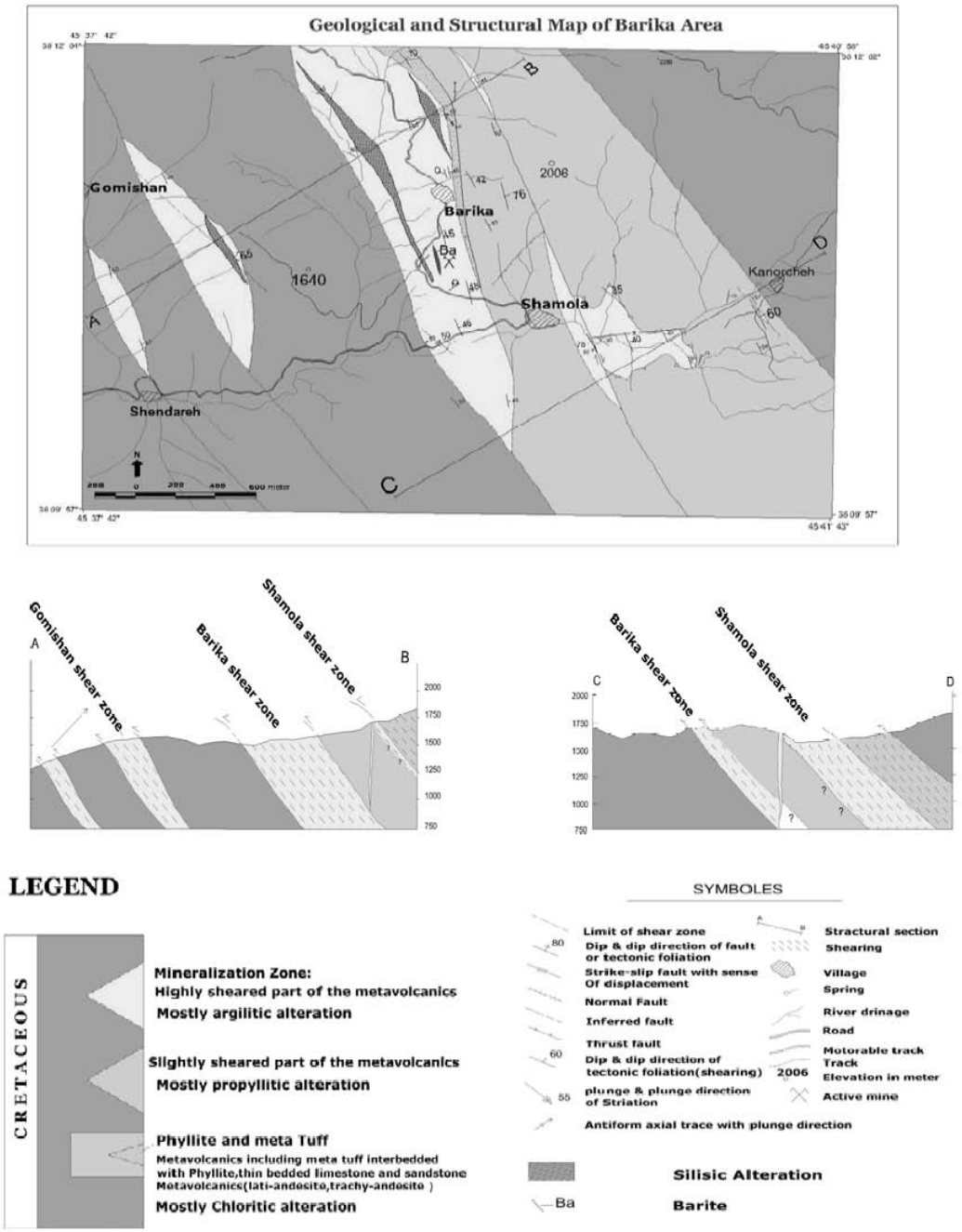
سنگ‌شناسی منطقه معدنی

مجموعه سنگهای آتشفشانی - رسوبی کرتاسه دربرگیرنده عدسی باریتی و کانه‌زایی طلا، نقره و فلزات پایه همراه، به ترتیب از پائین به بالا به چهار بخش قابل تقسیم است (شکل ۳):

- واحدهای سنگی با ترکیب حدواسط (بخش ۱) که دارای ترکیب آندزیتی و تراکی- آندزیتی بوده و در قاعده مجموعه واحدهای کرتاسه قرار دارند.
- واحدهای سنگی با ترکیب اسیدی (بخش ۲)
- متاتوفها و واحدهای رسوبی واسلیتی (بخش ۳)
- فیلیتها و سنگهای متاآندزیتی- تراکی‌آندزیتی (بخش ۴) که ارتفاعات شرق محدوده معدنی را تشکیل می‌دهند.

واحدهای سنگی با ترکیب اسیدی (بخش ۲) بطور کامل در داخل پهنه برشی باریکا قرار داشته و ساختارهای دگرشکلی کم و بیش در تمام بخشهای آن قابل مشاهده است. واحدهای این بخش میزبان کانه‌زائی طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) در محدوده معدنی باریکا بوده و در محدوده معدن باریت برحسب کانی‌شناسی و نوع دگرسانی غالب، از پایین به بالا به چهار زیربخش قابل تقسیم است (شکل ۳):

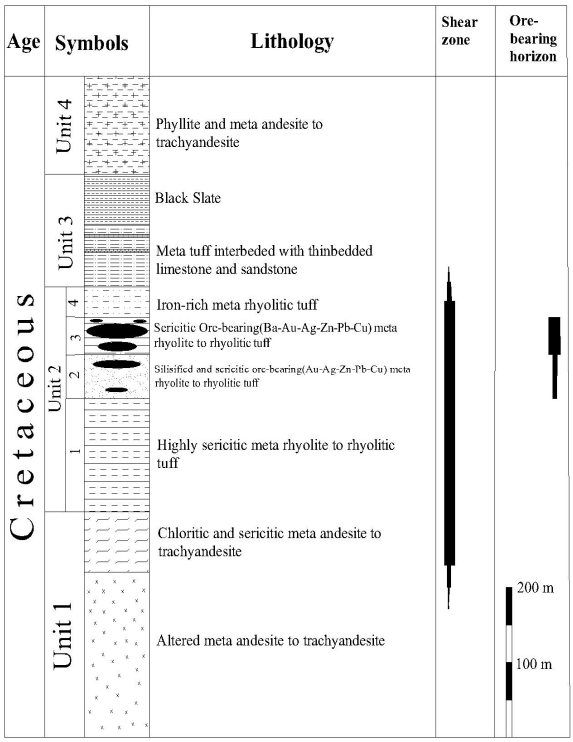
- زیربخش۱ شامل واحدهای ریولیتی تا توف ریولیتی با دگرسانی غالب سرسیتی
- زیربخش ۲ شامل واحدهای ریولیتی تا توف ریولیتی با دگرسانی غالب سیلیسی- سرسیتی- پیریتی
- زیربخش۳ شامل واحدهای ریولیتی تا توف ریولیتی با دگرسانی غالب سرسیتی و سولفیدی است که دربرگیرنده عدسیهای باریتی نیز می‌باشد.
- زیربخش ۴ شامل توف ریولیتی آهندار می‌باشد که بالای عدسیهای باریتی قرار دارد (شکل ۳).



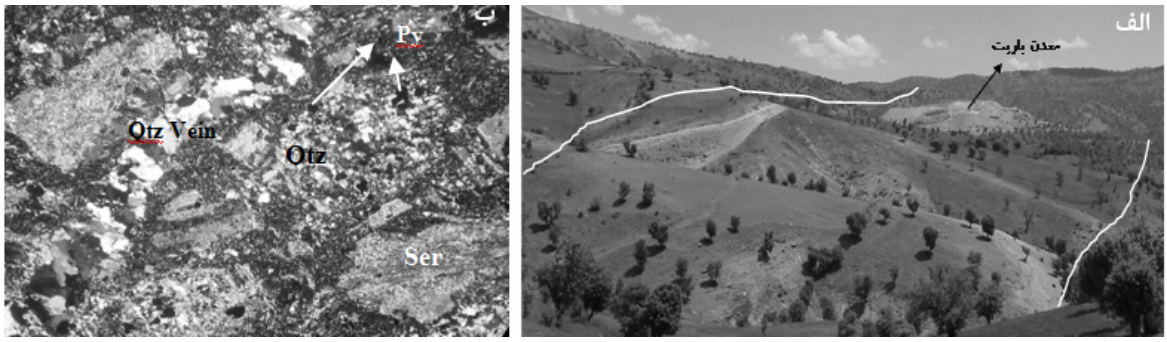
شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی- ساختاری منطقه باریکا و موقعیت پهنه‌های برشی موجود در منطقه (محجل ۱۳۸۳).

دگرسانی

بر اساس مطالعات صحرایی، میکروسکوپی و نتایج آنالیز XRD تعدادی از نمونه‌های گرفته شده از زونهای دگرسان در محدوده معدنی باریکا، دگرسانی‌های سرسیتی، سیلیسی، پیریتی، کلریتی و کلسیتی که مربوط به کانی‌سازی اولیه می‌باشند، بیشترین گسترش را دارند. مهمترین دگرسانی شامل سریسیتی- سیلیسی- پیریتی می‌باشد که حدود ۱۵۰ متر در کمرپایین ماده معدنی گسترش داشته و طول آن حدود ۳ کیلومتر می‌باشد. بیشترین گسترش این دگرسانی به طرف شمال و شمال‌غرب محدوده معدنی می‌باشد (شکل ۴ الف). کانه‌زائی در محدوده معدنی باریکا در بخش فوقانی این پهنه دگرسان واقع شده است (شکل ۴ الف). دگرسانی کلریتی و کربناتی در واحدهای حدواسط آندزیتی- تراکی‌آندزیتی کمر پائین ماده معدنی دیده می‌شود. دگرسانی آرژیلی نیز به میزان خیلی کمتر در برخی قسمتها مشاهده می‌شود. در متاتوفهای کمربالای ماده معدنی دگرسانی آلبیتی نیز با شدت و گسترش کمتر دیده می‌شود.



شکل ۳- توالی واحدهای سنگی آتشفشانی- رسوبی کرتاسه در محدوده معدنی باریکا و موقعیت افق ماده معدنی.



شکل ۴- الف) پهنه دگرسان در محدوده معدنی باریکا و موقعیت معدن باریت در آن. گسترش بیشتر این پهنه دگرسان به سمت شمال و شمال غرب محدوده معدنی می‌باشد (دید به سمت جنوب شرق)، ب) تصویر میکروسکوپی از دگرسانی سرسیتی (Ser)- سیلیسی (Si)- پیریتی (Py) در پهنه دگرسان محدوده معدنی باریکا (5X, XPL).

کانه زایی

کانه‌زائی طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) در منطقه باریکا در قسمت فوقانی ولکانیکهای اسیدی قرار داشته و بصورت عدسیهای کوچک و بزرگ و همروند با برگوارگی پهنه برشی دیده می‌شود. رخنمون کانه‌زایی در محدوده‌ای به وسعت ۲۰۰ در ۱۰۰ متر، در ترانشه بزرگ ناشی از فعالیتهای استخراجی معدن باریت بخوبی دیده می‌شود (شکل ۵). عدسیهای باریتی که بزرگترین آنها ۶۰ متر طول و حدود ۱۰ متر عرض دارد در بخشهای فوقانی محدوده کانه‌زایی دیده می‌شوند. ضمناً کانه‌زائی بصورت پراکنده و رگه‌های کوارتزی قطع شده توسط برگوارگی نیز در بخشهای سیلیسی- سرسیتی، در کمرپائین معدن باریت و بصورت گسترده‌تر در یک کیلومتری شمال و شمال‌غرب معدن باریت دیده می‌شود (شکل ۵).

بطور کلی کانه‌زایی در منطقه باریکا، از پایین به بالا در سه زون بصورت زیر دیده می‌شود (شکل ۵):

- زون سیلیسی سولفید دار
- زون غنی از سولفید و سولفوسالت
- زون کانسنگ باریتی

در محدوده معدن باریت، بر روی زون غنی از سولفید و سولفوسالت و کانسنگ باریتی، بخش توف ریولیتی آهن‌دار قرار دارد که فوقانی‌ترین بخش محدوده معدن باریت را تشکیل می‌دهد (شکل ۵).

شکل ۵- نمائی کلی از کانه‌زائی در محدوده معدنی باریکا که زون کانه‌زائی غنی از سولفید و سولفوسالت و زون کانسنگ باریتی در آن دیده می‌شود. زون سیلیسی سولفیددار که در کمرپایین زون غنی از سولفید و سولفوسالت قرار دارد, در این شکل به دلیل پوشیدگی مشخص نمی‌باشد. توف ریولیتی آهندار نیز فوقانی‌ترین بخش بوده و بر روی زونهای کانه‌زائی قرار دارد (دید به سمت شمال شرق).

لازم به ذکر است که جهت بررسی عیار طلا و عناصر همراه در زونهای سه‌گانه کانه‌زائی تعداد ۸۲ نمونه سنگی در آزمایشگاه ALS-Chemex کانادا و به روشهای AAS (جهت طلا، دقت۱۰ppb)، ICP-AES (جهت عناصر همراه با طلا، ۳۸ عنصری) و ICP-MS (برای عناصر نادر خاکی)، آنالیز شده است. نمونه برداری به روش Chip Sampling و وزن نمونه‌ها ۲ تا ۳ کیلوگرم بوده است. علاوه بر این جهت مطالعه و بررسی رفتار طلا با دیگر کانیها از جمله سولفیدها و سولفوسالتها، تعداد ۴ مقطع نازک- صیقلی در آزمایشگاه مرکز تحقیقات و فراوری مواد معدنی ایران توسط دستگاه SX100 شرکت Cameca فرانسه و تحت شرایط20 kev 30 na، 20 kev 20 na و 20 kev 10 na مورد آنالیز الکترون مایکروپروب (EDS و WDS) قرار گرفت.

با توجه به مطالعات و بررسیهای انجام گرفته ویژگیهای هر یک از زونهای سه‌گانه ذکر شده به شرح زیر می‌باشد:

- زون سیلیسی سولفید دار

گسترش زون سیلیسی سولفیددار بصورت عدسیهای کشیده می‌باشد که در کمرپایین زون غنی از سولفید و سولفوسالت دیده می‌شود. این زون در محدوده معدن باریت دارای عرض ۵۰ و طول بیش از ۱۰۰ متر می‌باشد. گسترش این زون به طرف شمال و شمال‌غرب روستای باریکا بیشتر بوده و همروند با پهنه برشی می‌باشد.

کانه زایی در این زون را می‌توان در دو قسمت بررسی کرد:

- قسمتهای غنی از پیریت
- رگه های کوارتزی سولفیددار

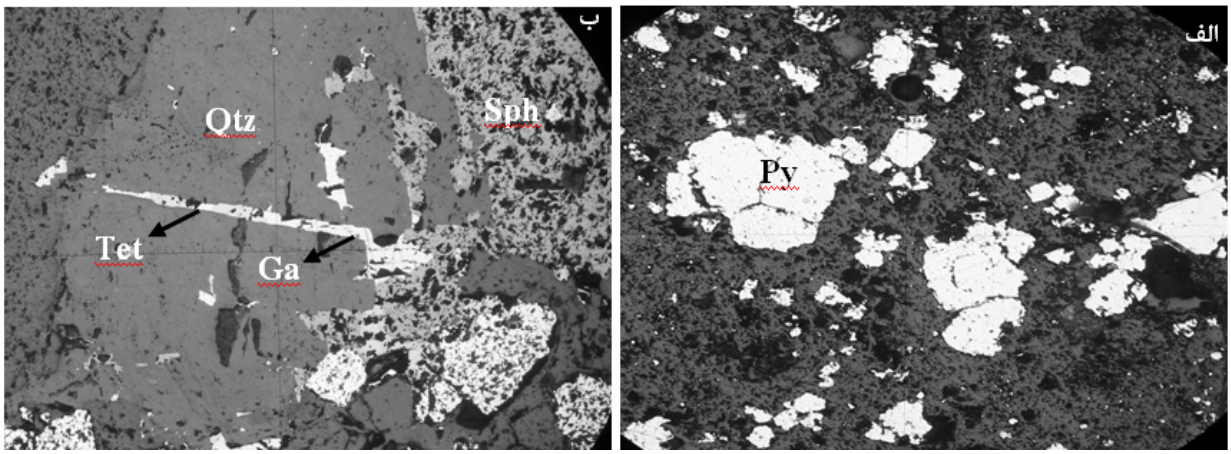
قسمتهای غنی از پیریت: در برخی قسمتهای زون سیلیسی سولفیددار میزان پیریت بصورت پراکنده و رگچه‌ای افزایش می‌یابد (شکل۶ الف). بیشترین عیار طلا همراه با این قسمتها بوده و حداکثر تا ppm ۵ می‌رسد. همراه با پیریت به میزان خیلی کم اسفالریت، تترائدریت و به ندرت کالکوپیریت و گالن نیز دیده می‌شود. بر اساس مطالعات الکترون مایکروپروب، طلا هم بصورت الکتروم و هم بصورت درگیر در شبکه پیریت وجود دارد بطوریکه پیریتهای موجود در این زون تا حداکثر ۱۰۰۰ گرم در تن طلا را نشان داده است. بطور کلی مرز خاصی برای قسمتهای غنی از پیریت نمی‌توان درنظرگرفت، بطوریکه مقدار آن در بخشهای سیلیسی حتی در نمونه‌های دستی نیز دائماً در تغییر بوده و متعاقب آن عیار طلا نیز متفاوت می‌باشد.

رگه‌های کوارتزی سولفیددار: کانه‌زایی در این بخش بصورت رگه‌های کوارتزی حداکثر با ضخامت ۲۰ سانتیمتر می‌باشد که توسط برگوارگی ناشی از دگرشکلی قطع شده و اکثراً حالت بودینه بخود گرفته‌اند. از نظر کانی‌شناسی سولفیدها اکثراً شامل پیریت، اسفالریت، تترائدریت، گالن بصورت بافت پرکننده فضای خالی می‌باشد (شکل ۶ ب). کالکوپیریت بصورت بافت اکسولوشن (جدایشی) با اسفالریت دیده می‌شود. در دو نمونه تجزیه شده از این رگه‌ها عیار طلا ۰/۵ و ppm ۰/۲ بدست آمده است.

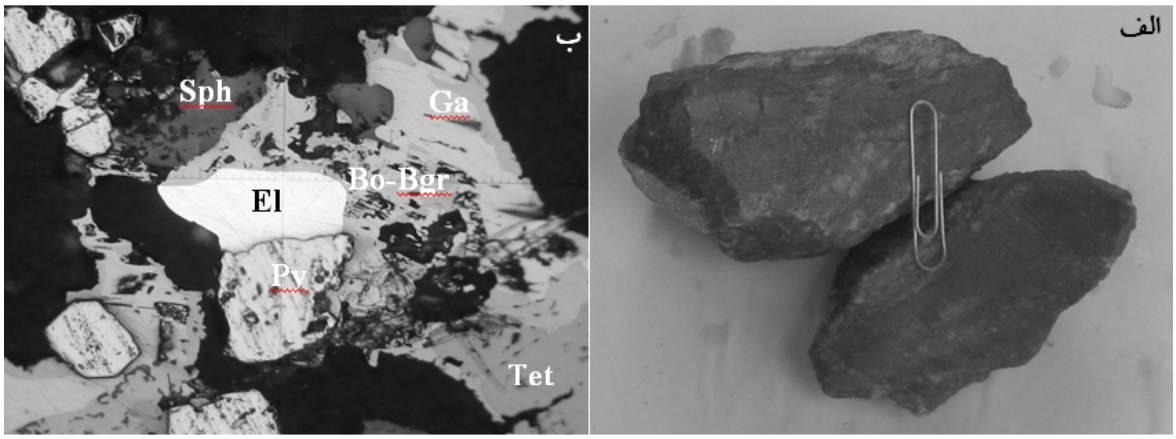
- زون غنی از سولفید و سولفوسالت

گسترش این زون در زیر و حاشیه عدسیهای باریتی می‌باشد (شکل۵). بیشترین عرض رخنمون یافته از این زون حدود ۵۰ متر و ضخامتی حدود ۳ متر در قسمت شمال غربی معدن باریت می‌باشد که در اثر فعالیتهای معدنکاری بهتر پدیدار شده است. رنگ این بخش به دلیل فراوانی سولفیدها و سولفوسالتها، تیره بوده و بر حسب کانی‌شناسی و بافت در دو بخش قابل بررسی است:

- بخش پیریت- اسفالریت- سولفوسالت
- بخش پیریت ماسیو



شکل ۶- الف) قسمتهای غنی از پیریت در زون سیلیسی سولفیددار، ب) کانیهای پیریت (Py)، اسفالریت (Sph)، گالن (Ga) و تترائدریت (Tet)، بصورت پر کننده فضای خالی در رگه‌های کوارتزی زون سیلیسی سولفیددار (5X, PPL).



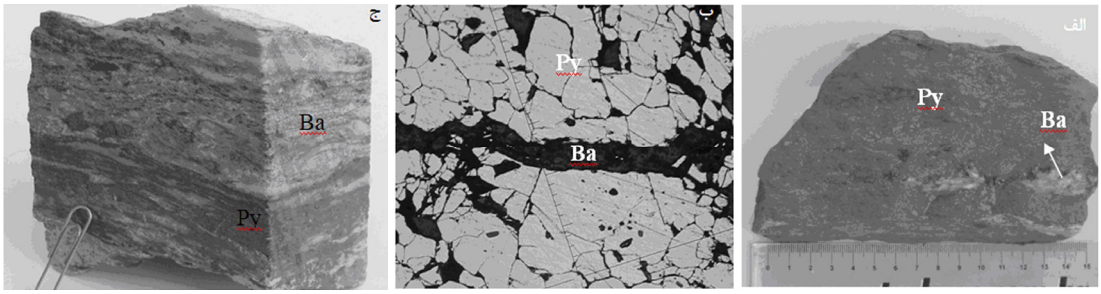
شکل ۷- الف) نمونه دستی از پیریت- اسفالریت- سولفوسالت که به دلیل داشتن سولفیدها و سولفوسالتها دارای رنگ تیره می‌باشد، ب) مقطع میکروسکوپی این نمونه که شامل کانیهای الکتروم (El)، پیریت (Py)، اسفالریت (Sph)، گالن (Ga)، تترائدریت (Tet) و بورنونیت-بولانژریت (Bo-Bgr) می‌باشد (10X, PPL).

پیریت- اسفالریت- سولفوسالت: این بخش دارای مقادیر متغیری از سولفیدها و سولفوسالتها است و دارای رنگ کاملاً تیره و سیاه می‌باشد (شکل ۷ الف). برخی نمونه‌ها در این بخش حاوی بیش از ۱۰۰ گرم در تن طلا و بیشترین میزان عناصری مانند روی (۵ درصد)، مس (۳/۵ درصد)، سرب (۱/۵ درصد) و آنتیموئن (۶ درصد) بوده است. از نظر کانی‌شناسی این بخش شامل پیریت، اسفالریت، تترائدریت- تنانتیت، بورنونیت- بولانژریت، تووینیت- وینیت، جیمسونیت، گالن، استیبنیت وکوولیت می‌باشد (شکل ۷ ب). بر اساس مطالعات میکروسکوپی و الکترون‌مایکروپروب طلا بصورت الکتروم (شکل ۷ ب) و همچنین درگیر با کانیهای پیریت (حداکثر۲۰۸۰ گرم در تن)، گالن (حداکثر ۱۹۰۰ گرم در تن)، تترائدریت- تنانتیت (حداکثر۱۰۰۰ گرم در تن)، تووینیت-وینیت (حداکثر۲۰۰۰ گرم در تن) و بورنونیت-بولانژریت (حداکثر ۴۰۰گرم در تن) مشاهده می‌شود.

پیریت توده‌ای: این بخش شامل کانسنگی است که بیش از ۹۰ درصد آن را پیریت تشکیل داده (شکل ۸ الف و ب) و عمدتاً در قسمت شمال‌غربی معدن و در قسمت فوقانی بخش پیریت- اسفالریت- سولفوسالت قرار داشته و حداکثر ضخامت آن حدود ۱ تا ۱/۵ متر می‌باشد. این زون مرز تدریجی و نامشخصی با عدسی باریتی داشته و باعث ایجاد کانسنگی با درصدهای مختلف پیریت - باریت با بافتهای مختلف نواری (شکل ۸ ج)، پراکنده و توده‌ای شده است. حداکثر میزان طلا در این بخش ۶ گرم در تن می‌باشد. بخش پیریت ماسیو در قسمتهای فوقانی اکسیده شده و باعث تشکیل زونهای گوسان دارای رنگ زرد لیموئی، قرمز و قهوه‌ای در این قسمت از معدن باریت شده است.

- زون کانسنگ باریتی

این زون شامل چند عدسی باریتی است که بزرگترین آنها ۶۰ متر طول و حدود ۱۰ متر ضخامت وکوچکترین آنها طولی در حدود ۳ متر و عرض حدود یک متر دارد که هم‌اکنون درحال استخراج می‌باشند.



شکل ۸- الف) نمونه دستی از بخش پیریت ماسیو به همراه لامینه‌ای از باریت که در اثر دگرشکلی به حالت بودینه درآمده است. ب) تصویر میکروسکوپی از بخش پیریت ماسیو. باریت (Ba) بصورت پراکنده و لامینه بین بلورهای پیریت (Py) را پر کرده است(5X, PPL). ج) نمونه دستی از قسمتهای پیریتی- باریتی با بافت نواری (نوارهای سفیدرنگ باریت و نوارهای تیره پیریت می‌باشد).

این عدسیها همروند با برگوارگی غالب واحد دربرگیرنده بوده و به نظر می‌رسد قبل از دگرشکلی بصورت یک پوشش باریتی واحد بر روی زون غنی از سولفید و سولفوسالت قرار داشته است (شکل ۵).

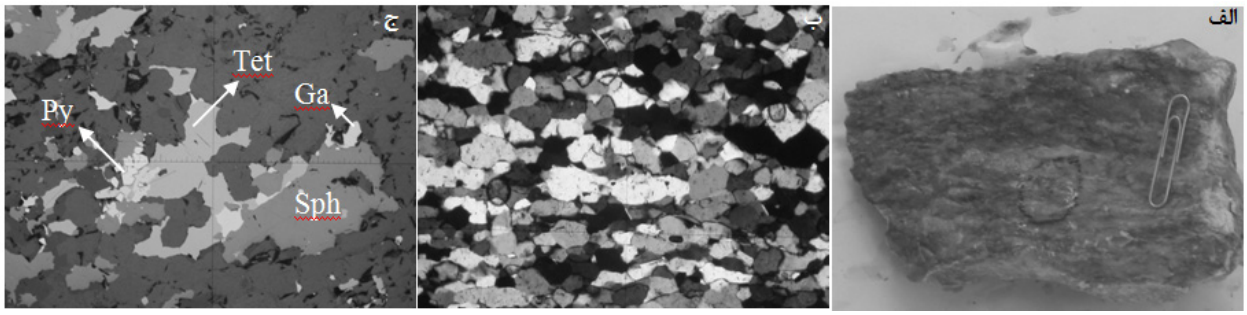
در اکثر نقاط، کانسنگ باریتی در قسمتهای سطحی به دلیل اکسید شدن سولفیدها و سولفوسالتهای موجود، رنگ قرمز و قهوه‌ای دارد و در نقاطی که سولفیدها زیاد بوده‌اند به حالت گوسان مانند در محدوده معدنی دیده می‌شوند. از نظرکانه‌زائی طلا، نقره و دیگر فلزات، می‌توان کانسنگ باریتی را در دو قسمت بررسی نمود:

- کانسنگ باریتی غنی از سولفید و سولفوسالت
- کانسنگ باریتی حاوی سولفید و سولفوسالت کم

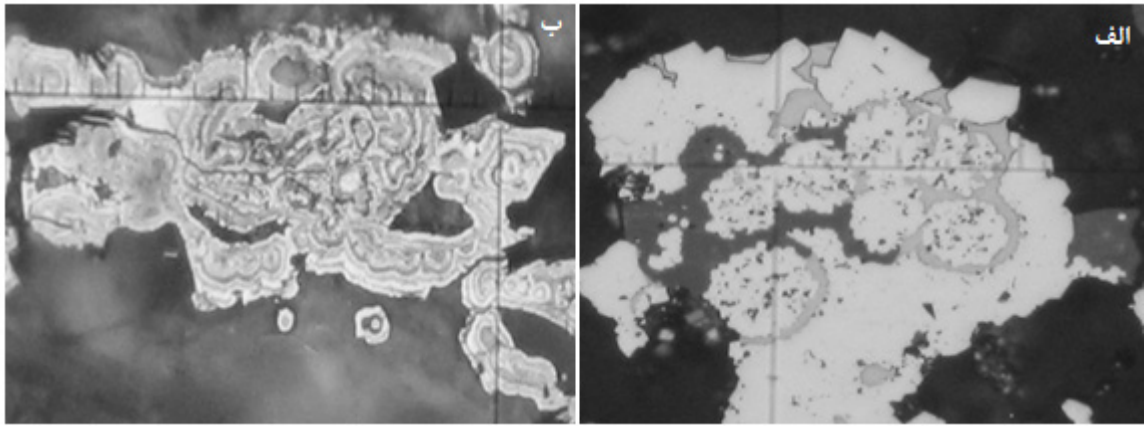
کانسنگ باریتی غنی از سولفید و سولفوسالت: این کانسنگ شامل باریت ریزبلور به رنگ خاکستری تیره بوده و حاوی مقادیر مختلفی سولفید و سولفوسالت می‌باشد (شکل ۹ الف، ب و ج). مقادیر طلا و نقره در این قسمتها، بسته به میزان سولفیدها و سولفوسالتها متغیر بوده و حداکثر طلا ۲۵ گرم در تن می‌باشد. مقادیر دیگر عناصر نیز کم و بیش زیاد بوده و شامل حداکثر ۱/۵ درصد روی، ۱/۲ درصد سرب، ۰/۵ درصد مس و ۰/۵ درصد انتیموئن می‌باشد.

لازم به ذکر است که بخشهای محدودی از کانسنگ باریتی دگرشکلی بسیار کمی را تحمل نموده است چرا که در قسمتهای Low Strain پهنه برشی قرار دارند. در این بخشها سنگها جهت یافتگی بسیار کمی را از خود نشان داده و در مقیاس میکروسکوپی نیز می‌توان بافتهای اولیه برخی از کانیها نظیر پیریتهای فرامبوئیدال وکلوفورم را در آنها مشاهده نمود (شکل۱۰ الف و ب). در کانسارهایی که طی فرایندهای بعدی تحت تأثیر پهنه‌های برشی قرار می‌گیرند، این بخشها از نظر وجود بافتهای اولیه حائز اهمیت زیادی می‌باشد.

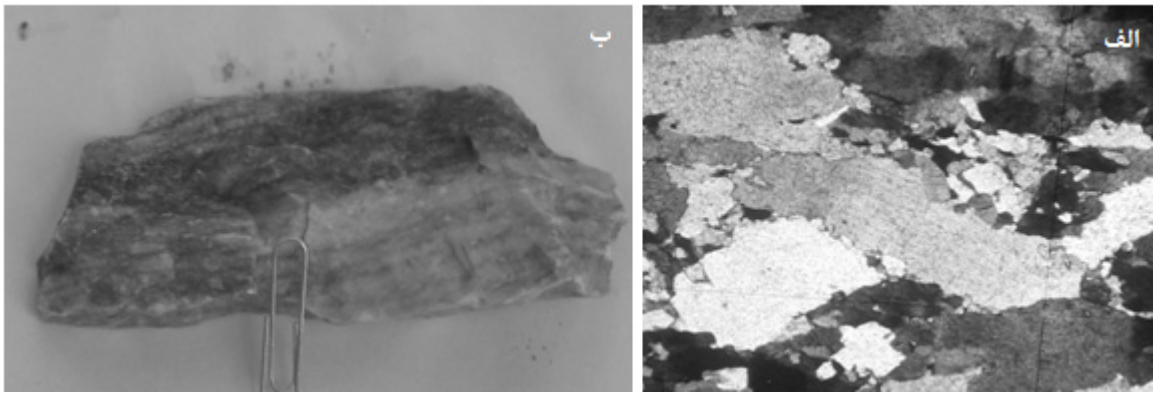
کانسنگ باریتی حاوی سولفید و سولفوسالت کم: این کانسنگ شامل باریت درشت دانه به رنگ خاکستری روشن تا سفید بوده و حاوی مقادیر ناچیزی سولفید و سولفوسالت می‌باشد (شکل ۱۱ الف و ب) و به همین دلیل میزان طلا، نقره و دیگر فلزات نیز در این کانسنگ نسبت به کانسنگ باریتی خاکستری تیره بسیار کمتر است.



شکل ۹- الف) نمونه دستی از بخش غنی از سولفید و سولفوسالت زون کانسنگ باریتی با بافت ماسیو ب) مقطع میکروسکوپی از این نمونه که شامل بلورهای ریز تا متوسط باریت به همراه کانیهای کدر می‌باشد (5X, XpL) و ج) کانی شناسی کانیهای کدر در آن شامل اسفالریت (Sph)، تترائدریت (Tet)، گالن (Ga) و پیریت (Py) می‌باشد (5X, PPL).



شکل ۱۰- پیریتهای فرامبوئیدال (الف) و کلوفورم (ب) که تنها در نقاط Low strain زون کانسنگ باریتی دیده می‌شوند. این بافتهای پیریت بافتهای اولیه‌ای می‌باشند که از دگرشکلی در امان مانده‌اند (32X, Oil).



شکل ۱۱- زون کانسنگ باریتی: الف) بلورهای درشت و کتابی شکل باریت در قسمتهای با سولفید و سولفوسالت کم (5X, XPL). ب) نمونه دستی ازقسمتهای غنی سولفید و سولفوسالت به رنگ خاکستری تیره (بالای تصویر) و فقیر از سولفید و وسلفوسالت به رنگ خاکستری روشن (پایین تصویر).

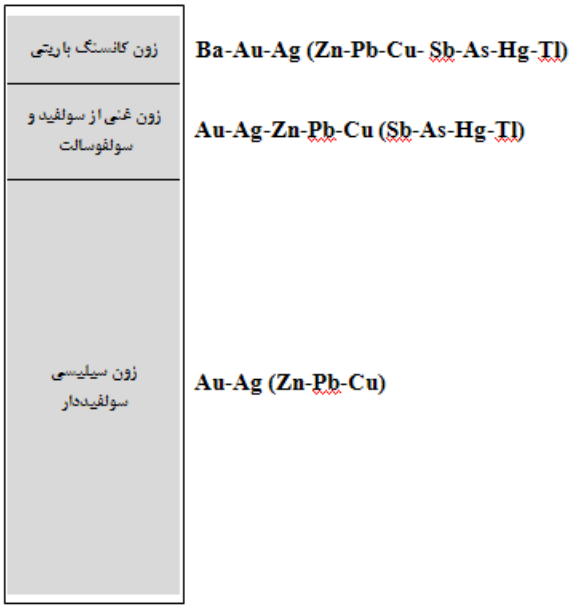
بطور کلی مرز دقیقی بین دو نوع کانسنگ باریتی ذکر شده نمی‌توان در نظر گرفت چرا که مقدار باریتهای ریز و درشت‌بلور بطور موضعی و با مرزهای تدریجی، حتی در نمونه‌های دستی نیز در تغییر بوده (شکل ۱۱ ب) و متعاقب آن میزان سولفیدها و سولفوسالتها و طلا و نقره نیز کم و زیاد می‌شوند.

بخش توف ریولیتی آهن‌دار: بر روی زون کانسنگ باریتی، بخش توف ریولیتی آهن‌دار قرار دارد (شکل ۵) که حدود ۳۰ تا ۴۰ متر ضخامت داشته و مرز آشکار و دقیقی با عدسی‌های باریتی زیرین خود ندارد. این کنتاکت نامنظم ناشی از عملکرد پهنه برشی می‌باشد که باعث بهم‌ریختگی مرز بین این دو واحد شده است. اکسیدهای آهن بصورت پراکنده و رگچه‌ای همراه با کوارتز و سریسیت در این واحد دیده می‌شود. عیار طلا نیز از ppm ۱ در بخش‌های تحتانی (با توجه به نزدیکی به عدسیهای باریتی) تا ppb ۳ در بخش‌های فوقانی آن متغیر می‌باشد.

ژئوشیمی

بر اساس مطالعات و بررسیهای ژئوشیمیائی انجام‌شده (یارمحمدی ۱۳۸۵) بر روی عناصر اصلی و فرعی کانسارساز در زونهای سه‌گانه کانه‌زائی در محدوده معدنی باریکا، مهمترین عناصر اصلی کانسارساز Cu-Pb-Zn-Ag-Au و مهمترین عناصر فرعی شامل As، Sb،Hg، Tl می‌باشد. تمامی عناصر ذکر شده در زونهای کانه‌زائی دارای همبستگی مثبت می‌باشند. بر اساس Smith & Auston (1992)، همبستگی بالای طلا و نقره با دیگر عناصر می‌تواند نشان‌دهنده همزمانی ته‌نشینی آنها با یکدیگر باشد. Smith & Auston (1992) و Large *et al.* (2001) با مقایسه رفتار عنصر تالیم در ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلای تاسمانیا، نتیجه گرفتند که بهترین کاربرد رفتار ژئوشیمیایی عنصر تالیم در معین‌کردن افق استراتی‌گرافی زون کانه‌زائی می‌باشد، چراکه افزایش شدید میزان تالیم از کمرپائین کانسار به طرف زون کانه‌زائی و کاهش آن در کمربالای کانسار، ممکن است در توصیف موقعیت استراتیگرافی زون کانه‌زائی در ماسیو سولفیدهای غنی از طلا مفید واقع شود. با توجه به مطالعات صورت گرفته بر روی آنالیزهای نمونه‌های سنگی و همچنین مطالعات الکترون‌مایکروپروب، می‌توان

زون بندی عنصری زیر را برای کانه‌زائی طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) در محدوده معدنی باریکا در نظر گرفت (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- طرح شماتیکی از زون‌بندی عنصری در زونهای سه‌گانه کانه‌زائی. عناصر داخل پرانتز دارای فراوانی کمتری می‌باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات و بررسیهای انجام شده بر روی ویژگیهای کانه‌زائی طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) در محدوده معدنی باریکا و مقایسه آن با خصوصیات ماسیوسولفیدهای غنی از طلا، تشابهات جالبی را نشان می‌دهد.

لارج و همکاران (1989) Large *et al.* ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا را به دو دسته تقسیم نموده‌اند: ۱- ذخایر ماسیو سولفید غنی از طلای Au-Zn-Pb-Ag که طلا در این ذخایر در قسمت فوقانی عدسیهای ماسیوسولفیدی و همچنین در باریت فوقانی متمرکز شده است که از جمله این کانسارها می‌توان ذخایر Mobrun و Corbet در آرکئن کانادا، ذخایر Rosbery، Hellyer، Queriver، Hercules و... در کامبرین تاسمانیا، یکسری ذخایر تیپ کروکو در کرتاسه فوقانی ترکیه و چند ذخیره تیپ کروکو در میوسن Hokuroko Basin ژاپن را نام برد.۲- ذخایر ماسیو سولفید غنی از طلای Au-Cu که طلا در این ذخایر در قاعده لنزهای ماسیوسولفیدی و همچنین در زون استرینگر متمرکز شده است. از جمله این کانسارها می‌توان از Boliden در سوئد، Bousquet در کانادا، ذخایر Henty، Mt Lyell، Mt Morgan در کامبرین تاسمانیا و چند ذخیره در کرتاسه فوقانی ترکیه را نام برد. بر طبق این تقسیم‌بندی و با توجه خصوصیات بررسی شده ازکانه‌زایی طلا در محدوده معدنی باریکا، می‌توان کانه‌زایی در محدوده معدنی باریکا را با استفاده از مهمترین فاکتورهای مقایسه‌ای جهت تعیین تیپ کانسارها با ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا به شرح زیر مورد مقایسه قرار داد:

محیط تکتونیکی

کانه‌زائی در محدوده معدنی باریکا در داخل مجموعه آتشفشانی- رسوبی کرتاسه رخ داده است، که بر اساس افتخارنژاد (۱۳۸۳) این مجموعه بیشتر شامل آندزیت‌ها و توف‌های مربوطه می‌باشد که ویژگی‌های زیردریایی و ساخت بالشی نیز بطور محلی در آن توسعه پیدا کرده است. در نواحی کم‌عمق و ساحلی این حوضه آهک و در بخش‌های کمی عمیق آن گدازه‌های آتشفشانی که گاه آثار گدازه بالشی در آن دیده می‌شود، تشکیل شده است (عمرانی و همکاران ۱۳۸۲).

بطور کلی ماسیوسولفیدهای غنی از طلا در ریفت‌های موجود در حوضه‌های پشت قوسی (Back arc) و بین‌قوسی (Intra arc) تشکیل می‌شوند (Large *et al.* 2001 و Gemmel *et al.* 1998). واحدهای سنگی موجود در این محیط‌ها شامل سنگهای آتشفشانی- رسوبی زیردریایی کالک‌آلکالن با ترکیب ریولیتی، آندزیتی و کمتر بازالتی می‌باشد. بر اساس Franklin *et al.*(1998) بسیاری از ماسیوسولفیدهای غنی از طلا شامل Eskay Creek در کانادا، Skellfte در سوئد، ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلای موجود در ولکانیک‌های Mount Read تاسمانیا و ذخایر کروکوی ژاپن، در ارتباط با ولکانیسم ریفت‌های مربوط به قوس‌ها می‌باشند. در سکانس‌های ولکانیکی موجود در این محیط‌ها، سنگ‌های فلسیکی غالب بوده و رسوبات نیز حضور دارند. بر اساس Haninngton *et al.* (1999)، نیز بسیاری از ماسیوسولفیدهای غنی از طلا در جزایر قوسی، ریفت‌های مربوط به قوس‌ها و یا حوضه‌های پشت‌قوسی تشکیل می‌شوند.

سنگ میزبان و سنگ‌های همراه

در سکانس ولکانیکی- رسوبی محدوده معدنی باریکا واحدهای حدواسط با ترکیب آندزیتی- تراکی‌آندزیتی، در قاعده سکانس قرار داشته و بر روی آنها واحدهای اسیدی (ریولیتی، توف ریولیتی) قرار دارد. این مجموعه توسط واحدهای متاتوف و اسلیتی پوشیده می‌شود. کانه‌زائی در منطقه باریکا در بخش فوقانی ولکانیک‌های اسیدی رخ داده است.

حدود ۳۵ تا ۷۰ درصد سکانس ولکانیکی- رسوبی در محدوده‌های معدنی ماسیوسولفیدهای غنی از طلا را سنگ‌های فلسیکی تشکیل می‌دهد که غالباً توسط رسوبات پوشیده می‌شوند (Franklin *et al.* 1998). بر اساس Gemmel *et al.* (1998) ریولیت‌ها معمولاً ۶۰ تا ۸۰

درصد و به میزان کمتر آندزیت، داسیت، بازالت و رسوبات، میزبان این ذخایر می‌باشند. بر اساس Large (1992) ، حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد توالی ولکانیکی- رسوبی در محدوده‌های معدنی ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا در Mount Read تاسمانیا شامل ریولیت‌ها هستند که توسط واحدهای رسوبی پوشیده شده و ذخایر در بخش فوقانی واحدهای ریولیتی و یا در مرز با ریولیت‌ها با واحدهای رسوبی رخ داده است.

شکل ماده معدنی

در محدوده معدنی باریکا زون غنی از سولفید و سولفوسالت و زون کانسنگ باریتی بصورت عدسی شکل و همروند با پهنه برشی می‌باشند، اما با توجه به اینکه روند لایه‌بندی در واحدهای متاتوف و اسلیت موجود در بالای عدسی‌های باریتی (که خارج از پهنه برشی قرار دارند)، هم‌روند با برگوارگی پهنه برشی است، بنابراین می‌توان کانه‌زایی در زون غنی از سولفید و سولفوسالت و کانسنگ باریتی را بصورت عدسی شکل و همروند با لایه‌بندی اولیه، در قسمت فوقانی محدوده کانه‌زائی در ولکانیک‌های اسیدی در نظر گرفت (شکل ۵). با توجه به اینکه محدوده معدنی باریکا تحت تأثیر پهنه برشی قرار گرفته است، برای زون سیلیسی سولفیددار شکل کامل و دقیقی نمی‌توان در نظر گرفت اما در حالت کلی شکل آن بصورت عدسی‌های طویل وکشیده در جهت پهنه برشی می‌باشد. مهمترین شکل کانه‌زایی در ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا بصورت عدسی‌های ماسیوسولفیدی و ماسیوباریتی، به حالت استراتی‌فورم در قسمت فوقانی ذخیره و زون استرینگر بصورت قیفی‌شکل در قسمت تحتانی ذخیره می‌باشد (Haninngton *et al*. 1999 ،Gemmell *et al*. 1998).

مهمترین ساخت و بافت ماده معدنی در محدوده معدنی باریکا شامل توده‌ای، نواری، لامینه‌ای، پرکننده فضای خالی و پراکنده می‌باشد. بخشهای غنی از اسفالریت و سولفوسالت در مقابل دگرشکلی رفتار داکتیل داشته و بافت‌های اولیه غالباً از بین رفته است. بافت نواری بیشتر در بخش‌های باریتی- پیریتی دیده می‌شود. این نوارها و لامینه‌ها در اثر عملکرد پهنه برشی، شکل اولیه خود را از دست داده‌اند.

بطور کلی عمومی‌ترین ساخت و بافت‌ها در کانسارهای VMS شامل ماسیو، نواری، لامینه‌ای، پراکنده و پرکننده فضاهای خالی می‌باشد (Franklin *et al*. 1998; Gibson & Kerr 1998; Tylor *et al*. 1999 ; Large 1992).

مهم‌ترین بافت در کانسارهای ماسیوسولفید غنی از طلا در تاسمانیا، بافت نواری می‌باشد. به نظر Large (1992)، این بافت نواری دارای منشأهای مختلفی است بطوریکه ممکن است بصورت اولیه بوده و یا اینکه در اثر دگرشکلی، نوارهای سولفیدی در جهت برگوارگی تشکیل شده باشند. در کانسنگ ماسیوسولفید غنی از Zn-Pb ، کمترین دگرشکلی باعث رفتار داکتیل و ایجاد فابریکهای C و S شده و لامیناسیون و یا نوارهای اولیه از بین می‌رود (Large 1992).

بر اساس Large (1992)، بافتهای میکروسکوپی عمدتاً توسط دگرگونی و دگرشکلی‌های بعدی کنترل می‌شوند. مهمترین بافتهای اولیه در ماسیوسولفیدهای غنی از طلا شامل پیریتهای کلوفورم و فرامبوئیدال، اکسولوشن (جدایشی) اسفالریت با کالکوپیریت، هم‌رشدی اسفالریت و کالکوپیریت به صورت کلوفورم، سولفیدهای گرانولار و پرکنندهٔ فضای خالی و... می‌باشد (Large 1992). در محدوده معدنی باریکا بافت‌های اولیه باقی مانده که تنها در زون کانسنگ باریتی و در مناطق با کمترین میزان دگرشکلی دیده می‌شود، شامل پیریت کلوفورم و فرامبوئیدال و گرانولار می‌باشد. در زون سیلیسی سولفیددار و در رگه‌های کوارتزی، اسفالریت با کالکوپیریت دارای بافت اکسولوشن بوده و بافت پرکننده فضای خالی نیز در این رگه‌ها دیده می‌شود.

کانی‌شناسی

کانی‌شناسی ماده معدنی در محدوده معدنی باریکا شامل پیریت، اسفالریت، تترائدریت- تنانتیت، بورنونیت- بولانژریت، تووونیت- وینیت، جیمسونیت، استیبنیت، گالن، الکتروم، کالکوپیریت و کوولیت می‌باشد. یک چنین پاراژنز کانی‌شناسی در ذخایر ماسیوسولفید Au-Zn-Pb-Ag در تاسمانیا (Gemmel *et al*. 1998، Large 1992)، ذخیره Eskay Creek در کانادا و ذخایر کروکوی غنی از طلا در ژاپن (Huston 2000)، نیز گزارش شده است.

بطور کلی کانی‌شناسی ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا خیلی پیچیده‌تر از کانی‌شناسی ذخایر فقیر طلا می‌باشد، بطوریکه تغییرات وسیعی از سولفیدها و سولفوسالتها در ذخایر غنی از طلا دیده می‌شود (Haninngton *et al*. 1999). براساس Gemmel *et al*. (1998) و Large (1992)، ذخایر ماسیوسولفید Au-Zn-Pb-Ag، علاوه بر پیریت و کانیهای فلزات پایه، در کانیهای آرسنیک و آنتیموئن‌دار نیز از قبیل ارسنوپیریت، تترائدریت- تنانتیت، بورنونیت- بولانژریت و استیبنیت نیز غنی هستند. مهمترین کانی طلا نیز در این ذخایر الکتروم بوده و نقره نیز علاوه بر الکتروم بصورت تترائدریت غنی از آرژانتیت و یا گالن آرژانتیتی دیده می‌شود. مهمترین کانیهای گانگ نیز شامل سرسیت، کلریت، باریت، کوارتز و کربنات می‌باشد (Large 1992).

بر اساس Large (1992)، در ذخایر ماسیوسولفید Au-Cu، علاوه بر کانیهای فلزات پایه، پیروتیت، سولفوسالتها و تلوریدهای بیسموت و به میزان کمتر مولیبدنیت و مارکازیت نیز ممکن است دیده شوند.

زون‌بندی عنصری

در محدوده معدنی باریکا نیز زون غنی از Zn و Pb (زون غنی از

سولفید و سولفوسالت) و عدسیهای باریتی بصورت عدسی شکل در فوقانی‌ترین قسمت محدوده کانه‌زائی قرار دارد. با توجه به آنالیز نمونه‌های سنگی و آنالیزهای مایکروپروب، در زون غنی از Zn و Pb و کانسنگ باریتی، غنی‌شدگی شدیدی در عناصر فرعی Tl، Hg Sb وAs مشاهده می‌شود (شکل ۱۲). طلا و نقره نیز غنی‌شدگی شدیدی را در زون غنی از Zn و Pb (زون غنی از سولفید و سولفوسالت) و کانسنگ باریتی (بیش از ppm ۱۰۰) از خود نشان می‌دهد (شکل ۱۲). بر اساس Huston (2000) ، قسمت باریتی ماسیوسولفیدها مکانی است که آبهای اکسیژن‌دار دریا با سیالات هیدروترمالی مخلوطمی‌شوند و طلا نیز بصورت الکتروم در اثر سردشدگی و اکسیداسیون محلول هیدروترمالی، نهشته می‌شود. مهمترین و ساده‌ترین شکل زوناسیون عنصری در کانسارهای ماسیوسولفید Au-Zn-Pb-Ag، شامل زون غنی از Cu (در صورت وجود) بصورت استرینگر در کمرپایین و زون غنی از Zn و Pb بصورت ماسیوسولفید و استراتی‌فورم در کمربالا و باریت نیز بصورت ماسیو و استراتی‌فورم در فوقانی‌ترین قسمت ذخیره می‌باشد (Large 1992; Gemmell *et al.* 1998). عناصر فرعی موجود در زون غنی از Zn و Pb شامل Tl، Hg، As،Sb می‌باشد. طلا نیز در این ذخایر بصورت الکتروم و در زون غنی از Zn و Pb و باریت فوقانی متمرکز می‌شود (Huston 2000). بر اساس Haninngton *et al.* (1999)، در بسیاری از بلک اسموکرهای شناخته شده در کف دریاهای امروزی، طلا عمدتاً در دمای پایین و همراه با زون اسفالریتی و باریتی دیده می‌شود. زون‌بندی عنصری بیان شده در اکثر ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلای Au-Zn-Pb-Ag موجود در تاسمانیا از قبیل Rosbery ،Hellyer و Que River بخوبی دیده می‌شود. این زون‌بندی عنصری برای ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلای Au-Zn-Pb-Ag می‌باشد، چرا که در ماسیوسولفیدهای Cu-Au، طلا در قاعده عدسیهای ماسیوسولفیدی و در زون استرینگر غنی از Cu متمرکز می‌گردد و مهمترین عناصر فرعی نیز شامل Bi،Co ،Mo ،Te می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان از ذخیره Mt Chalmas در تاسمانیا (Huston 2000) نام برد.

دگرسانی

مهمترین دگرسانی مربوط به کانه‌زائی اولیه در محدوده معدنی باریکا شامل سریسیتی- سیلیسی - پیریتی می‌باشد که حدود ۱۵۰ متر در کمرپایین ماده معدنی گسترش دارد. طول این زون دگرسان حدود ۳ کیلومتر می‌باشد که گسترش بیشتر آن به طرف شمال و شمال غرب محدوده معدنی می‌باشد. دگرسانی کلریتی و کلسیتی نیز بیشتر در کمرپائین ماده معدنی و به همراه دگرسانی سریسیتی- سیلیسی دیده می‌شود.

بطور کلی بر اساس Large (1992) و Large *et al.* (2001)، مورفولوژی دگرسانی در ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا به دو صورت دیده می‌شود: ۱- بصورت لوله‌ای‌شکل و بلافاصله زیر عدسیهای ماسیوسولفیدی که این مورفولوژی بیشتر در ذخایر ماسیوسولفید-Au Cu دیده می‌شود. ۲- بصورت استراتاباند و با گسترش جانبی زیاد، در زیر عدسیهای ماسیوسولفیدی و در امتداد واحدهای کمرپایین که اغلب در ذخایر Au-Zn-Pb-Ag دیده می‌شود. به اعتقاد ایشان عمومی‌ترین دگرسانی در نوع استراتاباند شامل دگرسانی کوارتز- سرسیت± پیریت± کلریت می‌باشد. این دگرسانی ممکن است ۳۰ تا ۱۰۰ متر در کمرپایین عدسیهای ماسیوسولفیدی گسترش داشته و طولی ۲ تا ۶ کیلومتر داشته باشد. دگرسانی کلریتی در این نوع ممکن است در قسمت استرینگر غنی از Cu و در مرکز سیستم دگرسانی دیده شود.

تأثیر دگرشکلی برکانه‌زایی

محدوده معدنی باریکا نیز تحت تأثیر پهنه برشی بریتل- داکتیل باریکا قرار گرفته است. این پهنه به موازات گسلهای تراستی بزرگ منطقه و مجموعاً به موازات تراست اصلی زاگرس می‌باشد (محجل ۱۳۸۳). با توجه به اینکه روند عمومی واحدهای سنگی خارج از پهنه برشی در منطقه، همروند با آنها می‌باشند، می‌توان گفت پهنه برشی همروند با لایه‌بندی واحدها عمل نموده است.

بر اساس Gibson & Kerr (1998)، نهشته‌های VMS از نظر مکانی همراه با گسلهای همزمان با آتشفشان زیردریایی می‌باشند، بطوریکه یکی از خواص مهم VMS ها، ارتباط نزدیک آنها در زمان تشکیل با گسلهای بزرگ ناحیه‌ای و زونهای گسلی می‌باشد. در چنین محیط‌هایی به عنوان مثال در نوراندا تعداد ۱۸ کانسار ماسیوسولفید مرتبط با گسل‌های همزمان با ولکانیسم گزارش شده است. این محیطها در حوادث بعدی و با قرار گرفتن در زونهای فشارشی کمربندهای کوهزایی، مستعد دگرشکلی‌های تراستی می‌باشند. بر اساس Allen (2000)، نیز بسیاری از محدوده‌های ماسیوسولفید، انواع دگرشکلی‌های تراستی را متحمل شده‌اند چرا که در حوضه‌های فشارشی نزدیک حاشیه صفحه‌ها رخ داده‌اند.

در طی دگرشکلی در محدوده معدنی باریکا بسیاری از ساختها و بافتهای اولیه از بین رفته و ساخت و بافتهای ناشی از دگرشکلی فراوانی بوجود آمده است. با این حال در برخی قسمتهای محدود که کمترین دگرشکلی را متحمل شده‌اند، می‌توان آثاری از بافتهای اولیه مانند پیریتهای کلوفورم و فرامبوئیدال را مشاهده نمود.

نیروهای برشی تأثیر بسیار زیادی در شکل ذخایر ماسیوسولفید داشته بطوریکه حتی در دگرشکلی‌های درجه پایین نیز در ذخایر موجود در Mount Read تاسمانیا، قسمتهای پیریت ماسیو به عنوان

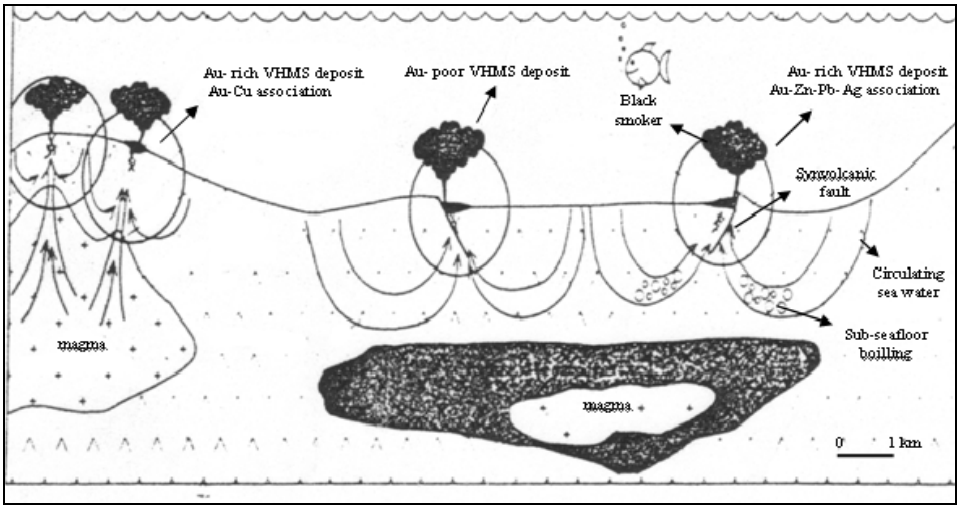
یک جسم سخت و بصورت بریتل و قسمتهای غنی از Zn و Pb، بصورت داکتیل عمل نموده و باعث ایجاد انواع دگرشکلی‌ها و فابریک‌های S وC شده است. اکثر ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا در تاسمانیا، (IPB Iberian Pyrite Belt) در اسپانیا و پرتغال و بسیاری از ذخایر آرکئن تحت تأثیر دگرشکلی‌ها و چین‌خوردگی‌های بعدی قرار گرفته‌اند (Large 1992).

نحوه تشکیل و مدل ژنتیکی

در مدل ژنتیکی که Huston (2000) ، برای تشکیل ماسیوسولفیدهای غنی از طلا ارائه نموده است (شکل ۱۳)، معتقد است که در ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلای Au-Cu، سیال کانه‌ساز غالباً آب ماگمائی بوده و Au نیز در دمای بالا و از سیالات ماگمایی نشأت گرفته است. این در حالی است که در ذخایر Au-Zn-Pb-Ag، سیال کانه‌ساز غالباً آب دریا می‌باشد که فلزات مختلف مانند Zn، Ag،Pb و عناصر فرعی مانند As، Sb، Hg، Tl را از طریق چرخش در سنگهای ولکانیکی بدست آورده است. در این نوع ذخایر طلا نیز می‌تواند توسط آب دریا از ولکانیک‌ها در دمای کم (۱۵۰-۲۵۰) شسته شده و در شرایط pH نزدیک به خنثی و احیایی بصورت $Au(HS)_2^-$ حمل شود.

بطور کلی بر اساس Large (1992)،(1999) Haninngton *et al* و Huston (2000)، سیالات ماگمائی در تشکیل ذخایر ماسیوسولفید-Au Zn-Pb-Ag دخالت مستقیم ندارند در حالی‌که در ذخایر Au-Cu، بخشی از سیالات کانه‌دار را آب ماگمائی تشکیل می‌دهد.

با توجه به مدل ارائه شده توسط Huston (2000) در شکل۱۳ و شباهت کانی‌شناسی و محتوای فلزی کانه‌زائی محدوده معدنی باریکا با آن می‌توان سیالات کانه‌ساز در محدوده معدنی باریکا را آب دریا در نظر گرفت که فلزاتی از قبیل Tl، Hg، Sb، As، Pb، Zn را از سنگ‌های آندزیتی- تراکی‌آندزیتی، ریولیتی و توف ریولیتی منطقه شسته و با دمایی حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ درجه، در شرایط احیایی و pH نزدیک به خنثی، آنها را از طریق گسل‌های همزمان با ولکانیسم به کف دریا آورده و سپس در اثر مخلوط‌شدگی سیال حاوی فلزات با آب دریا و تغییر شرایط سیال، ذخیره ماسیوسولفید غنی از طلا نهشته شده است. در شکل ۱۴ تلاش گردیده است که با استفاده از داده‌های فوق، مدل ژنتیکی احتمالی تشکیل ماسیوسولفید غنی از طلای باریکا پیشنهاد گردد.



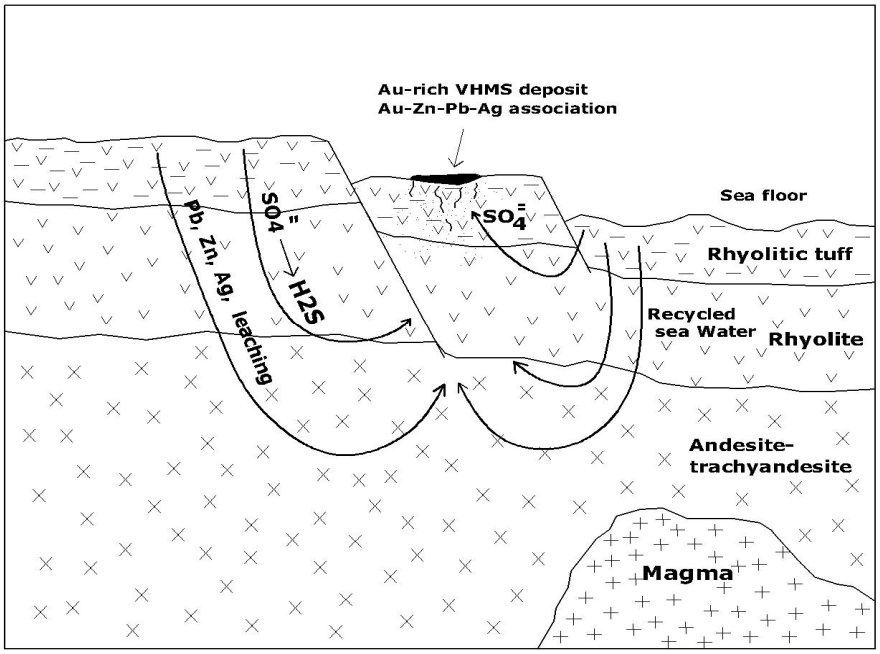
شکل ۱۳- مدل ژنتیکی تشکیل ماسیوسولفیدهای غنی از طلای Au-Zn-Pb-Ag و Au-Cu و ماسیوسولفیدهای فقیر از طلا در یک سیستم هیدروترمالی زیردریایی (Huston 2000).

نتیجه‌گیری

با توجه به مهمترین ویژگیهای کانه‌زائی در منطقه باریکا از جمله محیط تکتونیکی، سنگ دربرگیرنده، کانی‌شناسی و پاراژنز کانیها، محتوای فلزی، زون‌بندی عنصری، دگرسانی و مقایسه آنها با ذخایر ماسیوسولفید غنی از طلا می‌توان گفت کانه‌زائی طلا- نقره (فلزات پایه و باریت) درمحدوده معدنی باریکا شباهت زیادی با ذخایر ماسیوسولفید ولکانوژنیک غنی از طلای نوع Au-Zn-Pb-Ag از قبیل Rosbery، Hellyer وQueriver در تاسمانیا، Eskay Creek در کانادا، تعدادی ذخیره تیپ کروکو درHokuroko Basin ژاپن دارد. این کانه‌زائی در منطقه باریکا در طی فرایندهای بعدی تحت تأثیر پهنه برشی بریتل- داکتیل باریکا قرار گرفته و بسیاری از ساختها و بافتهای اولیه آن از بین رفته و یا تغییر کرده و ساخت و بافتهای ناشی از دگرشکلی در آن

بوجود آمده است.

نظر به اینکه کانه‌زائی ماسیوسولفید غنی از طلای باریکا برای اولین بار در ایران معرفی می‌گردد، لذا اکتشاف ناحیه‌ای این تیپ ذخایرکه عموماً بصورت خوشه‌ای در ولکانیسم مربوطه تشکیل می‌گردند، در توالی آتشفشانی- رسوبی کرتاسه شمال‌غرب کشور، قویاً پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۱۴- مدل کانه‌زائی احتمالی طلا-نقره (فلزات پایه و باریت) در محدوده معدنی باریکا بر اساس Husto (2000)، Large (1992) ، Large *et al.* (2001).

منابع

افتخارنژاد ج. ۱۳۸۳: شرح نقشه زمین‌شناسی چهارگوش مهاباد، مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

تاج‌الدین ح.، دری م.، نیرومند، ش. ۱۳۸۲: رخداد کانه‌زائی طلا در پهنه برشی باریکا (شرق سردشت). خلاصه مقالات بیست و دومین گردهمائی علوم زمین.

عمرانی ا.، خبازیان ر. ۱۳۸۲: گزارش نقشه زمین‌شناسی آلوت، مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

قاسمی م.، علیرضایی س.، شیخ‌الاسلامی م.ح.، حسن زاده ج.، فریدی م.، نواب مطلق ا. ۱۳۸۲: گزارش مطالعات زمین‌شناسی، برداشت‌های ساختمانی، سنگ‌شناسی و آلتراسیون در محدودهٔ اکتشافی طلادار منطقه آلوت به همراه نقشه ۱/۲۰۰۰۰ از منطقه. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

محجل م. ۱۳۸۳: گزارش زمین‌شناسی و ساختاری منطقه مطالعاتی پروژه آلوت. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

یارمحمدی ع. ۱۳۸۵: کانی‌شناسی، ژئوشیمی، ساخت و بافت و ژنز کانه‌زائی طلا (نقره، فلزات پایه و باریت) در محدوده معدنی باریکا، شرق سردشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی. دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس.

Allen R.L. 2000: Comparison of tectonic and stratigraphic setting of ores in six VMS belts: Green Tuff Belt ،Skellefte district, Bergslagen, Mt Read Volcanics, Iberian Pyrite Belt and Lachlan Fold Belt. In: Gammel B.B., Pongratz J. (eds) Volcanic environments and massive sulfide deposits. Prog. with abstracts. *Codes Special Pub.* **3:** 3-5.

Gemmell j. B., Large, R. R., Zaw K. 1998: Palaeozoic volcanic hosted massive sulfide deposits, AGSO j. Austr. *Geol & Geophys.* **17:** 129-137.

Gibson H.L., Kerr D.J. 1998: Giant VMS deposits: with emphasis on Archean deposits. In: 5th annual short course of magmatism, volcanism and Metallogeny. Uni. de Bretagne occidental-Brest, France. 3-5 June 1998.

Franklin J.M., Haninngton M.D., Jonasson I.R., Barrie C.T. 1998: Volcanogenic massive sulfide deposits. *Can. Geol. Surv.* **33:** 175-192.

Haninngton M.D., Poulsen K.H., Thopson J.F.H., Sillitoe R.H. 1999: VolcanogenicGold in the Massive Sulfide Environment. Rev. Econ. Geol. **8:** 325-351.

Huston D. 2000: Gold in Volcanogenic Massive Sulfide Deposits: Distribution, Genesis, and Exploration. *SEG Rev.* **13:** 401-426.

Large R.R., Mc Phie J., Gemmell j.B., Davidson G. 2001: The Spectrum of Ore Deposits Types, Volcanic Environment, Alteration Halos, and Related Exploration Vectors in Submarine Volcanic Succession: Some Example From Australia. *Econ. Geol.* **96:** 913-938 .

Large R.R. 1992: Australian Volcanic-hosted Massive Sulfide Deposits: Features. Styles,and Genetic Models. *Econ. Geol.* **87:** 471-510.

Large R.R., Huston D.L., Mc Goldrick P.J., Ruxton P.A. 1989: Gold distribution and genesis in Australian volcanogenic massive

sulfide deposits and their significance for gold transport models. *Econ. Geol. Mon.* **6:** 520-536.

Smith R.N., Huston D.L. 1992: Distribution and association of selected trace elements at the Rosbery deposit. Tasmania. *Econ. Geol.* **87:** 706-719.

Tylor C.d., Zierenberg R.A., Goldforb R.J., Kilburn J.E. 1999: Volcanogenic massive sulfide deposits. USA. Geol. Surv. **95:** 831.