ژنز کانی سازی طلا در منطقه شمال بردسکن، خراسان رضوی

مهدی هاشمی*[۱]، ایرج رسا[۲]، موسی نقره‌ئیان[۳]

۱- هیات علمی دانشگاه پیام نور الیگودرز

۲ـ دانشیار گروه زمین شناسی دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۳ـ دانشیار گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان

(عهده دار مکاتبات - Economicgeology@yahoo.com)*

چکیده

پتانسیل طلای بردسکن در خراسان رضوی در پهنه مرکزی بر روی کمربند ولکانوپلوتونیک شمال گسل درونه قرار دارد و بخشی از زون تکنار است. بعضی از واحدهای بخش تحتانی و فوقانی سازند تکنار در منطقه برونزد دارند. سنگ‌های آذرین منطقه شامل ریولیت و ریوداسیت مربوط به بخش تحتانی سازند تکنار و سنگ‌های ولکانوکلاستیکی شامل ماسه سنگ‌های توفی و همچنین سنگ‌های دگرگونی منطقه شامل شیست و فیلیت، در اصل مربوط به بخش فوقانی سازند تکنار هستند.کانی‌سازی در منطقه به دو صورت رگه‌ای و پراکنده (افشان) دیده می‌شود.کانی‌سازی نوع رگه‌ای در شکستگی‌ها و گسل‌ها رخ داده است و به صورت رگه‌های کوارتزی و کوارتز سولفیدی دیده می‌شود که در رگه‌های کوارتز سولفیدی، سولفید عمدتاً کالکوپیریت و گاه پیریت است. کانی‌سازی نوع پراکنده نیز بصورت افشان و پراکنده در سنگ میزبان‌های دگرسان شده منطقه (ماسه سنگ‌های توفی دگرگون شده و شیست‌ها) دیده می‌شود. براساس مطالعات صحرائی، سیالات درگیر، ایزوتوپی و سایر شواهد بحث شده در این مقاله می‌توان پتانسیل طلای منطقه بردسکن را مشابه ذخایر طلای اپی ترمال سولفیداسیون پائین معرفی نمود.

واژگان کلیدی: *بردسکن، خراسان رضوی، طلا،کانی سازی، تکنار، ژنز.*

۱- مقدمه

کانی‌سازی طلای بردسکن در استان خراسان رضوی، در فاصله ۱۶ کیلومتری شمال شهرستان بردسکن و ۴ کیلومتری شمال روستای کبودان قرار دارد. منطقه مورد مطالعه در پهنه مرکزی بر روی کمربند ولکانوپلوتونیک شمال گسل درونه قرار دارد و بخشی از زون تکنار است. مساحت منطقه حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع و در مختصات بین "۱۰ ´۵۲ °۵۷ تا "۱۶ ´۰۰ °۵۸ طول شرقی و "۰۵ ´۲۱ °۳۵ تا "۲۰ ´۲۷ °۳۵ عرض شمالی واقع شده است.

در شکل ۱ موقعیت جغرافیائی و *راه‌های دسترسی به منطقه نشان داده شده است.*

۲- هدف از انجام مطالعه

هدف کلی تعیین ژنز کانی‌سازی در منطقه شمال بردسکن است. در این راستا اهداف مطالعاتی زیر دنبال شده است:

۱ـ مطالعات زمین‌شناسی

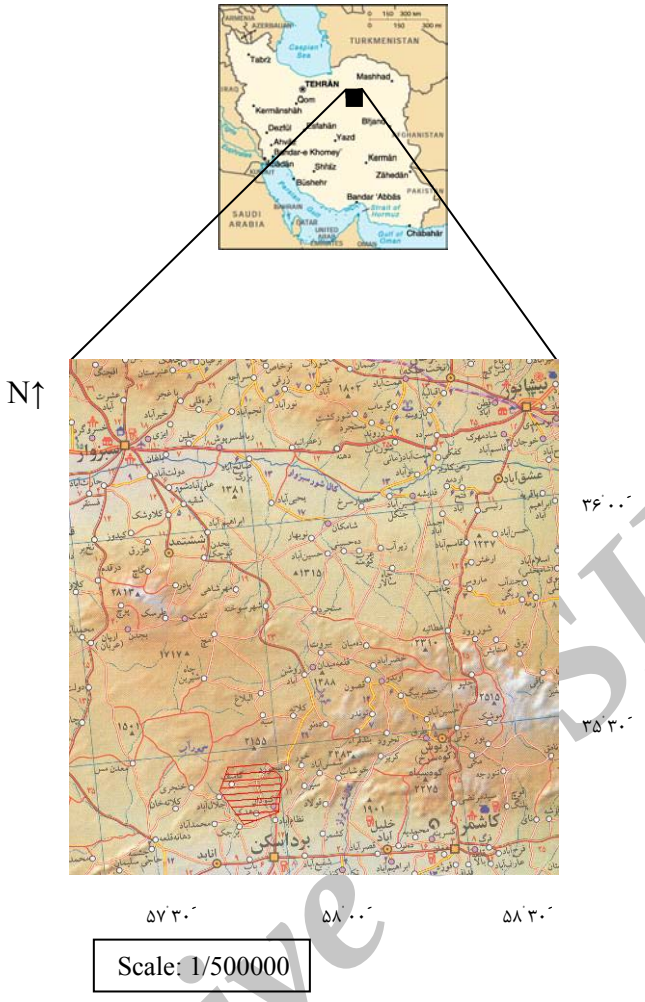
۲ـ مطالعات پتروگرافی، مشخص کردن جنس سنگ میزبان کانی‌سازی طلا

۳ـ مطالعات مینرالوگرافی،تعیین تمرکز یا پراکندگی کانی‌های طلادار در سنگ میزبان

۴ـ مشخص کردن ژنز کانی‌سازی

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: موقعیت جغرافیائی و راه‌های دسترسی به منطقه

۳- روش کار

برای رسیدن به اهداف ذکر شده در بالا، روش‌های زیر انتخاب گردید:

۱- جمع‌آوری و مطالعه گزارشات، مقالات و نقشه‌های منطقه مورد مطالعه و مناطق مجاور

۲- برداشت نمونه‌ها ۳- تهیه و مطالعه مقاطع نازک، صیقلی، نازک صیقلی

۴- تجزیه نمونه‌ها ۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

نمونه‌گیری تصادفی[1] (اتفاقی یا پراکنده) به هدف شناخت واحدهای سنگی، انواع کانی‌سازی (مخصوصاً کانی‌سازی پراکنده) موجود در این واحدها و زون‌های دگرسانی به روش لبپری انجام گرفت. تعداد نمونه‌های پراکنده ۱۰۸ نمونه بود که از بین آن‌ها ۶۲ نمونه برای تهیه مقاطع نازک، ۳۴ نمونه برای تهیه مقاطع صیقلی، ۹ نمونه برای تهیه مقاطع نازک صیقلی انتخاب و مقاطع میکروسکوپی تهیه شدند و مقاطع نازک برای مطالعات پتروگرافی و مقاطع صیقلی و نازک صیقلی برای مطالعات مینرالوگرافی مطالعه شدند.

در نهایت با تلفیق اطلاعات حاصل از مطالعه مقاطع میکروسکوپی و نتایج تجزیه‌های مختلف با مطالعات صحرائی، ژنز کانی‌سازی مشخص شدند.

[1] Random

Archive of SID

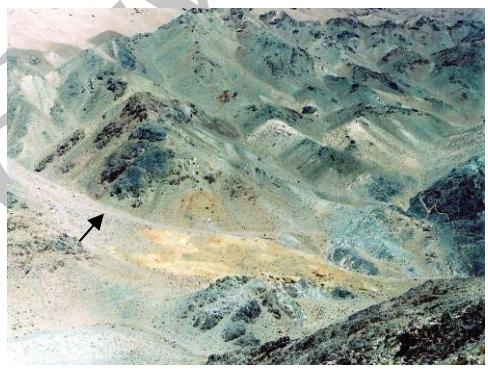
www.SID.ir

۴- جایگاه زمین شناسی

رخنمون‌های موجود در منطقه عمدتاً مربوط به سازند تکنار هستند. مطالعات پالینولوژی قویدل سیوکی (۱۳۶۹) بر روی چند نمونه ماسه سنگ توفی کمی دگرگون شده از سازند تکنار در شرق روستای کبودان و در دهن قلعه، سن سازند تکنار را اردویسین مشخص نموده است (همام، ۱۳۷۱). بعضی از سنگ‌های بخش تحتانی و فوقانی سازند تکنار در منطقه رخنمون دارند. سنگ‌های آذرین منطقه شامل ریولیت و ریوداسیت مربوط به بخش تحتانی و سنگ‌های ولکانوکلاستیکی منطقه شامل ماسه سنگ‌های توفی و همچنین سنگ‌های دگرگونی منطقه شامل شیست، اسلیت و فیلیت مربوط به بخش فوقانی سازند تکنار هستند. از میان این سنگ‌ها بترتیب فراوانی ماسه سنگ‌های توفی و بعد شیست‌ها از بقیه بیشتر است.

۵- سنگ میزبان کانی‌سازی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه‌های شیمیائی نمونه‌های منطقه مورد مطالعه، عیارهای بالای طلا در شیست‌ها و ماسه سنگ‌های توفی دگرگونه دگرسان شده دیده می‌شود. با توجه به اینکه میانگین طلا در شیست‌ها و ماسه سنگ‌ها با هم برابر و حدود ۲/۳ ppb است (Romberger, 1990). در مناطق حاشیه کانی‌سازی مشاهده می‌شود که سنگ‌های شیستی و ماسه سنگی که متحمل دگرسانی کمتری شده‌اند نیز غنی شدگی نسبت به طلا نشان می‌دهند. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه مقاطع صیقلی و نازک صیقلی، طلا در ماسه سنگ‌های توفی ناخالص و رگه‌های کوارتز ـ سولفیدی دیده می‌شود. طلا در ماسه سنگ‌های توفی ناخالص بصورت آزاد در زمینه سنگ دیده می‌شود. طلا در رگه‌های کوارتز ـ سولفیدی نیز به صورت آزاد در زمینه کوارتز دیده می‌شود که در این حالت، سولفید عمدتاً از جنس کالکوپیریت و گاهی پیریت است. با توجه به موارد ذکرشده، سنگ میزبان طلا در منطقه مورد مطالعه ماسه سنگ‌های توفی و شیست‌ها هستند. سن کانه زائی طلا در منطقه، بعد از ائوسن تحتانی است. در شکل ۲ موقعیت زون کانی‌سازی در بین سایر توده‌های منطقه نشان داده شده است.



شکل ۲: موقعیت زون کانی‌سازی در بین سایر توده‌های منطقه (دید شمال شرق)

۶- انواع کانی‌سازی در منطقه

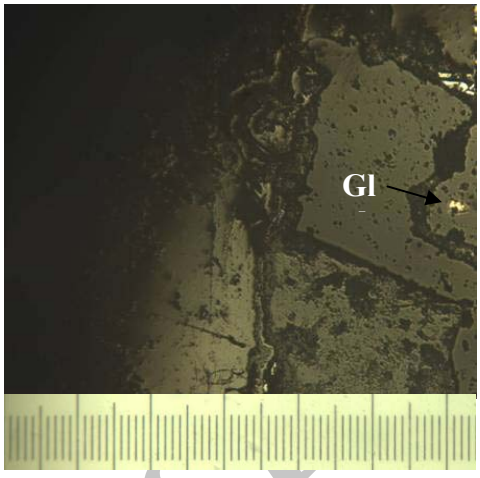
کانی‌سازی در منطقه به دو صورت دیده می‌شود: یکی نوع رگه‌ای که در شکستگی‌ها و گسل‌ها رخ داده است و دیگری نوع پراکنده که بصورت افشان و پراکنده در سنگ میزبان دیده می‌شود. کانی‌سازی در منطقه اکثراً به صورت رگه‌ای است و کانی سازی نوع پراکنده کمتر دیده می‌شود.

کانی‌سازی رگه‌ای مهمترین نوع کانی‌سازی در منطقه است و بیشترین تمرکز کانه‌زائی طلا در منطقه مورد مطالعه به صورت رگه‌ای رخ داده که شامل رگه‌های کوارتزی و کوارتز سولفیدی است (شکل‌های ۳و۴) که در امتداد گسل‌های شرقی- غربی منطقه به صورت رگه و رگچه رخ داده است. با دور شدن از رگه‌ها بداخل سنگ میزبان، عیار

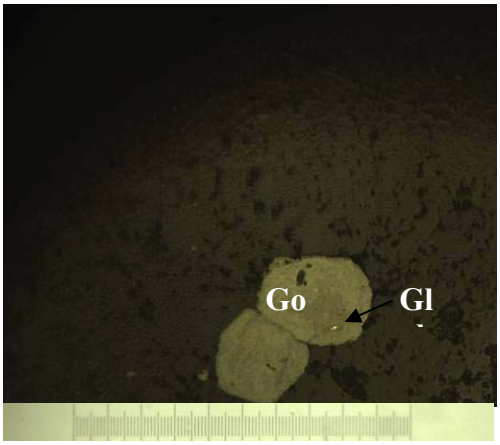
Archive of SID

www.SID.ir

طلا کاهش می‌یابد. این رفتار نشانگر اینست که طلا از طریق شکستگی‌های عمقی رگه بطرف بالا آمده است و مقداری از طلا به سنگ‌های میزبان اطراف منتشر شده است (Evans, 1997) پس پدیده تراوش جانبی نقشی در کانی‌سازی ندارد.



شکل ۳: قرارگیری دانه طلا (Gld) در کوارتز



شکل ۴: دانه طلا(Gld) در میان گوتیت(Go) و تشکیل بافت جانشینی اسکلتی در اثر تبدیل کامل پیریت به گوتیت و باقی ماندن فقط قالبی از پیریت

کانی‌سازی پراکنده در منطقه بصورت افشان و پراکنده رخ داده است و بصورت مناطق دگرسانی در سنگ میزبان‌های منطقه دیده می‌شود. دگرسانی سولفیدی در منطقه باعث ایجاد هماتیت و لیمونیت و ایجاد رنگ‌های قرمز، زرد و نارنجی شده است (شکل ۵) که مشخصات این مناطق وجود رگه و رگچه‌های بسیار ریز حاوی اکسیدهای آهن است. گاه شدت دگرسانی آنقدر زیاد است که سنگ، نرم و خاک مانند شده است. تداخل اثرات گرمابی در منطقه باعث قرارگیری کانی‌سازی‌های مختلف درکنار یکدیگر شده و ترکیب و مخلوطی از دو نوع کانی‌سازی دیده می‌شود پس پیچیدگی‌هائی در منطقه ایجاد شده است. با توجه به دو نوع کانی‌سازی رگه‌ای و پراکنده در منطقه به نظر می‌رسد که در عمق سولفید زیادی مخصوصاً بصورت کالکوپیریت وجود داشته باشد.

شکل ۵: کانی‌سازی پراکنده بصورت مناطق دگرسانی سولفیدی (هماتیتی (قرمز) و لیمونیتی (زرد)) در دیواره ترانشه ۶ (دید جنوب شرق)

۷- بحث

۷-۱- ژنز کانی سازی طلای بردسکن

رابرت و همکاران (۱۹۹۷) با طبقه‌بندی زمین‌شناسی ذخایر طلا در ۱۶ دسته، خصوصیات مختلف هر دسته را بررسی کرده‌اند. آن‌ها نسبت Au/Ag در هر نهشته را نیز ذکر کرده‌اند که این نسبت می‌تواند معیار مهمی برای

Archive of SID

www.SID.ir

تشخیص دسته‌های مختلف باشد. با توجه به اینکه نسبت Au/Ag در بردسکن بطور متوسط برابر ۱۱/۱ است و همچنین این نکته که کانی‌سازی بردسکن با ذخایر پلاسر قدیمی و اسکارن شباهتی ندارد پس پتانسیل بردسکن با ۴ دسته از ذخایر طلا براساس نسبت Au/Ag شباهت دارد: طلای اپی ترمال آدولاریا سریسیت (نوع فقیر از فلزات پایه) (۱/۱۰ ـ ۱۰/۱ = Au/Ag)، طلای پراکنده استوک ورک غیرکربناته (Au/Ag بیشتر از یک)، رگه‌ای کربناته ـ کوارتز با میزبان گرینستون (۱۰/۱ ـ ۵/۱ = Au/Ag) و رگه‌ای کربناته ـ کوارتز با میزبان توربیدیته (Au/Ag بیشتر از ۵) که دسته سوم و چهارم در رده ذخایر مزوترمال (کوهزائی) جا می‌گیرند. فاستر (۱۹۹۳) اشاره کرده که در طول عمر زمین دو دوره عمده برای کانی‌سازی طلا وجود داشته است:

۱- ذخایر کوارتز رگه‌ای مزوترمال آرکئن

۲- ذخایر اپی ترمال، مزوترمال و مرتبط با توده نفوذی مزوزوئیک تا کواترنری

بنابراین فاستر ذخایر اصلی طلا را شامل ذخایر تیپ اپی ترمال، تیپ کوهزائی و تیپ مرتبط با توده نفوذی می‌داند که هریک با ویژگی‌های خاص خود از دیگری متمایز می‌شوند. بررسی ذخایر طلای ایران نیز نشان می‌دهد که همه ذخایر طلای ایران در حالت کلی متعلق به یکی از سه تیپ اشاره شده، می‌باشند. بر اساس مطالعات صحرائی، سیالات درگیر، ایزوتوپی، دگرسانی و شواهدی که ذکر می‌شود کانی‌سازی طلای بردسکن بیشترین شباهت را با ذخایر تیپ اپی ترمال دارد و با ذخایر تیپ کوهزائی و تیپ مرتبط با توده نفوذی تفاوت‌هائی دارد.

کانی‌سازی طلای بردسکن با ذخایر تیپ کوهزائی تفاوت‌های زیر را دارد:

۱. دمای تشکیل ذخایر تیپ کوهزائی بین ^{o}C ۶۰۰ ـ ^{o}C ۱۸۰ است که کانی سازی عمدتاً بین ^{o}C ۳۵۰ ـ ^{o}C ۲۰۰ رخ داده است، در حالی‌که بر اساس مطالعات سیالات درگیر کانی‌سازی در منطقه در دمای بین ^{o}C ۱۸۵ ـ ^{o}C ۱۱۸ رخ داده است.

۲. در ذخایر تیپ کوهزائی، کانه‌زائی با توده‌های نفوذی ارتباط زایشی ندارد در حالی‌که براساس مطالعات ایزوتوپی ارتباط کانی‌سازی با ماگما و آب‌های ماگمائی مشخص شده است.

۳. در ذخایر تیپ کوهزائی فابریک میلونیتی و بافت ساروجی دیده می‌شود که این فابریک و بافت‌ها در منطقه دیده نشده است.

۴. کانی‌سازی در تیپ کوهزائی اکثراً مرتبط با پهنه‌های برشی (شیرزون‌های) شکل‌پذیر (خمیری) و شکننده (شکنا) است درحالی که کانی‌سازی در منطقه با این پهنه‌ها مرتبط نیست.

۵. آب موثر در کانی‌سازی ذخایر تیپ کوهزائی عمدتاً آب دگرگونی است در حالی‌که در کانی‌سازی بردسکن بر اساس مطالعات ایزوتوپی، اختلاط آب‌های ماگمائی و جوی دیده می‌شود.

۶. موقعیت زمین ساختی ذخایر تیپ کوهزائی در محیط‌های فرورانشی و در نهایت برخورد صفحات است ولی در منطقه کانی‌سازی بردسکن، برخورد رخ نداده است.

۷. ذخایر تیپ کوهزائی در عمق بین ۴ تا ۱۵ کیلومتر تشکیل می‌شوند در حالی که دمای کم کانی‌سازی و وجود بافت‌های دروزی و کلوفرم در پتانسیل طلای بردسکن نشانگر تشکیل آن در عمق کم است.

۸. کانه‌های آرسنوپیریت و پیروتیت در ذخایر تیپ کوهزائی وجود دارند، در حالی که این کانه‌ها در پتانسیل طلای بردسکن وجود ندارند.

۹. کانی‌سازی در ذخایر تیپ کوهزائی همزمان با دگرگونی ناحیه‌ای است در حالی‌که در منطقه بردسکن دگرگونی ناحیه‌ای در تریاس ولی کانه‌زائی در ائوسن رخ داده است.

۱۰. سیالات مرتبط با کانی‌سازی در ذخایر تیپ کوهزائی غنی از CO_2 هستند زیرا سیالات ترکیبی از H_2oـ CO_2 (آبگون ـ کربنی) هستند در حالی که بر اساس مطالعات سیالات درگیر در منطقه، CO_2 در سیالات وجود ندارد.

۱۱. در ذخایر تیپ کوهزائی، دگرسانی کربناتی شدید است ولی در منطقه بردسکن کربناتی شدن شدید نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۲. مقدار $\delta^{34}S$ در پیریت (خود پیریت نه سیال سازنده پیریت) ذخایر تیپ کوهزائی بین ۸/۱ + تا ۰/۸+ (اکثراً ۱+ تا ۵+) است ولی در منطقه بردسکن مقدار $\delta^{34}S$ در پیریت ها بطور متوسط ۱۱/۵+ است.

۱۳. دگرسانی‌های تورمالینی و لیستونیتی که در ذخایر تیپ کوهزائی دیده می‌شوند، در منطقه کانی‌سازی بردسکن مشاهده نشده‌اند.

۱۴. بافت در ذخایر تیپ کوهزائی اکثراً جانشینی است ولی بافت در بردسکن اکثراً پرکننده فضای خالی است.

۱۵. کلریتی شدن در ذخایر تیپ کوهزائی اکثراً در حواشی بیرونی ذخیره دیده می‌شود ولی در منطقه کلریتی شدن دگرسانی فراگیر است.

۱۶. کانی‌سازی در ذخایر تیپ کوهزائی مرتبط با گسل‌های معکوس است ولی در منطقه بردسکن کانی‌سازی با گسل‌های نرمال مرتبط است. وجود بافت‌های دروزی و کلوفرم در منطقه نشانگر جریان آزاد سیالات گرمابی در مسیر حرکت است که نشان می‌دهد شکستگی‌ها به سطح زمین راه یافته‌اند و در واقع نشانگر بیش‌تر بودن فشار سیال نسبت به فشار لیتوستاتیک در زمان کانی‌سازی است که منطبق با ساز و کارهای کششی است و کانه در فضاهای باز شکستگی‌های نرمال تشکیل شده است. تشکیل کانه در گسل‌های نرمال از خصوصیات ذخایر اپی ترمال است.

کانی سازی طلای بردسکن با ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی تفاوت‌های زیر را دارد:

۱. ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی در مناطقی دیده می‌شوند که با ایالت‌های قلع و تنگستن مرتبط هستند درحالی که در بردسکن فراوانی قلع و تنگستن در حد کلارک است.

۲. سنگ میزبان در ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی از نوع دگرگونی نمی‌باشد در حالی که سنگ‌های شیستی و اسلیتی از جمله سنگ میزبان‌های کانی‌سازی در منطقه بردسکن هستند.

۳. کانه‌های آرسنوپیریت، پیروتیت، بورنیت، مولیبدنیت و بیسموتینیت از جمله کانه‌های موجود در ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی هستند که هیچ کدام در پتانسیل طلای بردسکن یافت نشده‌اند.

۴. دگرسانی‌های تورمالینی و گرایزنی (مخصوصاً تورمالینی) شاخص ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی هستند که در منطقه کانی‌سازی بردسکن مشاهده نشده‌اند.

۵. سیالات مرتبط با کانی‌سازی در ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی یا غنی از CO_2 و دارای شوری کمتر از ۱۰ و یا دارای هالیت و شوری بالاتر از ۳۰ هستند در حالی که بر اساس مطالعات سیالات درگیر، شوری سیالات طلادار در منطقه بردسکن بین ۱۰ تا ۲۶ بوده و در سیالات CO_2 و هالیت وجود ندارد.

۶. عیار طلا در ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی کم‌تر از ppm ۱ است درحالی که در بردسکن عیار طلا بطور متوسط ppm ۲/۲ است.

۷. ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی در مکان‌هائی واقع هستند که در آن جا ابتدا فرورانش و سپس برخورد رخ داده است که با وضعیت منطقه بردسکن سازگاری ندارد زیرا در منطقه کانی‌سازی بردسکن، برخورد رخ نداده است.

۸. ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی ارتباط فضائی ـ زمانی با سنگ‌های آذرین آلکالن دارند که در منطقه این حالت دیده نمی‌شود.

۹. در ذخایر تیپ مرتبط با توده نفوذی، مقدار سولفید بی‌نهایت پائین (غالباً کم‌تر از یک درصد حجمی) است درحالی که در بردسکن مقدار سولفید قابل توجه‌تر است.

بسیاری از خصوصیات کانی‌سازی طلای بردسکن مشابه ذخایر طلای اپی ترمال است که شواهد آن در ادامه ذکر می‌گردد. شواهد اولیه دیگری که کانی‌سازی بردسکن را به ذخایر اپی ترمال نزدیک می‌کند عبارت است از:

۱. دمای کانی‌سازی در منطقه براساس مطالعات سیالات درگیر از ^{o}C ۱۱۸ تا ^{o}C ۱۸۵ بوده که در محدوده ذخایر اپی ترمال است.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. بر اساس مطالعات ایزوتوپی مقادیر $\delta^{18}O$ بالای منطقه نشانگر ذخایر اپی ترمال است (مکاتبات شخصی با رز و اسکینر).
۳. بافت‌هائی مانند دروزی و کلوفرم در کانی‌سازی بردسکن دیده می‌شوند که نشانگر کانی‌سازی در دمای کم هستند.
۴. کانی‌هائی مانند اُرپیمان و سینابر در مطالعات کانی سنگین پیدا شده‌اند که نشانگر ذخایر اپی ترمال هستند.
۵. قرارگیری منطقه در کمربند نفوذی - آتشفشانی شمال گسل درونه که در این کمربند ماگماتیسم فعال منطقه، ساختارها و سنگ میزبان مناسب شرایط خوبی برای تشکیل کانی‌سازی اپی ترمال فراهم کرده است و تعدادی ذخایر طلای اپی ترمال در این کمربند کشف شده است از جمله ذخیره طلا- آنتیموان چلپو (کوه سرخ) در شمال کاشمر، ذخیره طلای کوه زر (بین کاشمر و تربت حیدریه) با تیپ طلای اکسید آهن (نوعی اپی ترمال)، ذخیره مس طلای تنورچه (شمال شرق کاشمر) با تیپ پورفیری و اپی ترمال، ذخیره طلای کلاته تیمور (بین کاشمر و خلیل آباد و در حدود ۳۰ کیلومتری شرق پتانسیل بردسکن) با تیپ مس - طلای رگه‌ای (نوعی اپی ترمال سولفیداسیون پائین).
۶. بر اساس نتایج تجزیه، ضریب همبستگی طلا در منطقه با آرسنیک بالا است و در مطالعات کانی سنگین اُرپیمان یافت شده است و بر اساس نتایج XRD در منطقه سنارمونتیت (Sb_2O_3)وجود دارد. همچنین بر اساس نتایج تجزیه، نمونه حاوی بیش‌ترین مقدار طلا، دارای بیش‌ترین مقدار نقره در منطقه بوده است. آرسنیک، آنتیموان، نقره و جیوه همیشه در مراحل پایانی توالی استاندارد عناصر در منطقه‌بندی نهشته‌های کانساری تشکیل می‌شوند پس طلا نیز در مراحل پایانی در دمای کم تشکیل شده است. ارتباط ژنتیکی طلا با نقره از طرفی نشانگر ارتباط طلا و گالن نیز می‌باشد زیرا نقره اکثراً در گالن جمع می‌شود. با توجه به ضرایب همبستگی عناصر، توالی عناصر در منطقه به صورت زیر است:

Sb _ As _ Cu _ Au _ Ag _ Pb _ Zn

۷. بر اساس مطالعات مینرالوگرافی، طلا همزمان و بعد از گالن تشکیل شده که نشانگر تاخیری بودن آن و تشکیل در دمای پائین است. بر اساس مطالعات کانی سنگین نیز طلا بیش‌ترین همبستگی را با گالن و سروزیت دارد.
۸. در منطقه مورد مطالعه کانی سولفوسالت تترائدریت شناسائی شده است. بر اساس گیلبرت و پارک (۱۹۹۷) سولفوسالت‌ها شاخص ذخایر اپی ترمال هستند.
۹. گسل‌های منطقه از نوع امتداد لغز هستند پس بنابراین جریان سیال در داخل آن‌ها با الگوی مکشی سیبسون (۱۹۸۷) توجیه می‌شود که این الگو برای ذخایر طلای اپی ترمال بکار می‌رود.
۱۰. دگرسانی کلریتی شدن در منطقه که با کانی‌سازی مرتبط است براساس گیلبرت و پارک (۱۹۹۷) شاخص ذخایر اپی ترمال می‌باشد.

با توجه به اینکه کانی‌سازی اصلی طلا در بردسکن بصورت رگه‌ای و رگچه‌ای می‌باشد، بنابراین می‌توان کانی‌سازی طلای بردسکن را طلای رگه‌ای تیپ اپی ترمال دانست. در جدول ۱ ویژگی‌های ذخایر طلای تیپ اپی ترمال با کانی‌سازی طلای بردسکن و در جدول ۲ ویژگی‌های ذخایر طلای اپی ترمال تیپ سولفیداسیون پائین و سولفیداسیون بالا با کانی‌سازی طلای بردسکن مقایسه شده‌اند. بر اساس جداول مذکور کانی‌سازی بردسکن طلای رگه‌ای تیپ اپی ترمال و مشابه ذخایر طلای سولفیداسیون پائین است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱: مقایسه کانی سازی طلای بردسکن با ذخایر طلای اپی‌ترمال (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷)

ذخیره / ویژگی‌ها	ذخایر طلای اپی ترمال	کانی‌سازی بردسکن
موقعیت تکتونیکی	حاشیه صفحات همگرا و محیطهای پشت قوسی(ساوکینز، ۱۹۹۰) ، نواحی در حال بالا آمدگی آرام و ناحیه ای تکتونیکی در ذخایر اپی ترمال معمول است(ویسر، ۱۹۶۰).	حاشیه محیط فرورانش(فرورانش پوسته اقیانوسی سبزوار به زیر پوسته قاره ای ایران مرکزی) ،پنجره فرسایشی تکنار از ترشیر، یک بالازدگی گوه ای شکل بین گسل تکنار و درونه تشکیل داده است.
موقعیت ساختاری	کانسنگهای پرعیار غالباً در مناطق ناهموار سطح گسلهای امتدادلغز کششی تشکیل می شوند(سیبسون، ۱۹۸۷)، اغلب با ساختمانهای گسلی امتدادلغز اصلی ارتباط نزدیک دارند(هنلی، ۱۹۹۱).	ناهمواریهای سطح گسلهای امتدادلغز کششی درجه دو، زونهای شکستگی مجاور گسلهای امتدادلغز، روند کانی سازی شرقی ـ غربی یعنی بموازات گسل امتدادلغز درونه می باشد.
منشا مواد معدنی	بعضی از آنها رابطه مشخصی با توده های آذرین عمیق دارند و اغلب کان سنگها در ساختارهائی هستند که با منبع مواد در عمق ارتباط دارند (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷)، از نظر تولید سیالات کانی ساز مناسب برای نهشت طلا، ماگماهای غنی از K و بشدت اکسیدان ، بااهمیت تر از سایر ماگماها هستند(مولر وگروس، ۱۹۹۷).	مطالعات ایزوتوپی ارتباط کانی سازی را با سیالات ماگمائی تائید کرده است.توده نفوذی مولد شناسائی نشده است ولی بنظر می رسد توده های میکروگرانیتی واقع در کمپلکس تکنار به سن ائوسن میانی که باعث دگرسانی شدیدی در حاشیه خود شده و در امتداد گسل درونه قرار دارند، با کانی سازی مرتبط باشند.
منشا سیال گرمابی	سیالات با منشا جوی غالبند ولی در بعضی ذخایر ورود مقادیری از سیالات ماگمائی مشخص شده است.در بعضی از ذخایر اپی ترمال، فلزات پایه و گرانبها اساساً توسط سیالات ماگمائی حمل شده اند. این سیالات ممکن است در معرض رقیق شدگی در اثر هجوم آبهای جوی قرار گرفته باشند (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷).	براساس مطالعات ایزوتوپی $\delta^{18}O$ ، اختلاط سیالات ماگمائی و جوی به اثبات رسیده است. تشکیل قسمت اعظم کانی سازی در شرایط رگه ای نیز این آمیختگی را اثبات می کند.
دمای سیال گرمابی	دما پائین، ۵۰ °C تا ۲۰۰ °C (گاه تا ۳۰۰ °C)(گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷) ، ۵۰ °C تا ۳۵۰ °C (هنلی، ۱۹۹۱) ، ۱۰۰ °C تا ۳۳۰ °C (سیلیتو، ۱۹۷۷)	براساس مطالعات سیالات درگیر دمای کانی سازی از حدود ۱۱۸° C تا ۳۴۰ °C بوده است که مرحله اصلی برای طلا از ۱۱۸° C تا ۱۸۵° C بوده است. براساس پاراژنز کانیها، ساخت و بافت کانه‌ها و مجموعه های دگرسانی نیز دمای کانی سازی از حدود ۱۰۰ °C تا ۳۵۰ °C بوده است. کانیهای دگرسانی غیرهمراه نیز کانه سازی را تحت شرایط شیست سبز (۳۲۰ °C ـ ۲۴۰ °C) معرفی می کنند. بافت کلوفرمی نیز دمای پائین کانی سازی را می رساند.
شوری سیال گرمابی	مشخصاً پائین و کمتر از ۲ درصد وزنی معادل NaCl (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷)، صفر تا ۲۴ درصد وزنی معادل NaCl که در کانسارهای با فلزات پایه کمتر، شوری کمتر و در کانسارهای همراه فلزات پایه، شوری بیشتر است(هنلی، ۱۹۹۱).	براساس مطالعات سیالات درگیر شوری کم و متوسط و برابر ۱۰ تا ۲۶ درصد وزنی معادل NaCl بوده است. وجود سولفیدهای فلزات پایه باعث افزایش نشانگر شوری شده است.
دگرسانی گرمابی	سنگهای اطراف رگه‌ها معمولاً بطور وسیع دگرسان شده‌اند. دگرسانی کمرسنگ وسیع و مشخص است. کلریت متداولترین کانی دگرسانی و شاخص ذخایر اپی ترمال است. علاوه برکلریت، سریسیت، آلونیت، زئولیت، رسها، آدولاریا، کوارتز و پیریت از فراورده های اصلی دگرسانی هستند. سریسیت در ذخائر اپی‌ترمال عمومیت دارد و هر جا که باشد، معمولاً فرع کلریت است. کانیهای کربناتی مخصوصاً کلسیت و غیره بصورت فراورده دگرسانی یافت می شوند. کانیهای رسی هم فراوان و مشخصند (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷).	تخلخل زیاد ماسه سنگهای توفی باعث گسترش دگرسانی شده است. دگرسانی فراگیر کلریتی شدن است که معمولاً همراه سریسیتی شدن دیده می‌شود. همچنین سیلیسی شدن، سولفیدی شدن ،کلسیتی شدن،آلبیتی شدن و آرژیلیتی شدن نیز دیده می شوند.
عمق کانی سازی	عمق کم و در نزدیکی سطح زمین(تا هزار متری از سطح زمین) (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷). ولی عمق سیستم گرمابی همرفتی ممکن است به ۱۰ کیلومتر هم برسد(هنلی، ۱۹۹۱).	در مقاطع صیقلی، طلا در حفرات قرار گرفته که نشانگر بافت پرکننده فضای خالی و عمق کم کانی سازی است همچنین بافت کلوفرمی نیز وجود دارد که نشانگر دما و عمق کم و جریان آزاد سیال گرمابی است.
سن	جوان (اکثراً ترشیر) و قبل سنوزوئیک بندرت دیده شده است (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷)	احتمالاً جوانتر از ائوسن تحتانی

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول۱: مقایسه کانی سازی طلای بردسکن با ذخایر طلای اپی‌ترمال (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷)

ذخیره / ویژگی‌ها	ذخایر طلای اپی ترمال	کانی‌سازی بردسکن
ساخت	پرکنندگی فضای خالی متداول و دربعضی انواع غالب است. گاهی حالت جانشینی دیده می شود(عمدتاً پرکنندگی فضای خالی). ساختارهای پرکننده رگه ای سیلیسی، شکافهای نامنظم، استوک ورک، لوله های برشی، پرکنندگی حفرات و افشان دیده می شوند(گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷) ،ندرتاً در امتداد سطوح لایه بندی تشکیل می شوند (لیندگرن، ۱۹۳۳).	ذخیره بصورت رگه ای ـ رگچه ای دیده می شود. پرکنندگی فضای خالی غالب است. علاوه بر ساخت رگه ای (رگه های کوارتزی و کوارتز ـ سولفیدی)، ساخت پراکنده هم وجود دارد.
بافت	بافت حفره ای دروزی (حفرات بلوردار)، بافت شانه ای، بافت پوسته‌واره (پوسته گذاری) و نواربندی متقارن عموماً وجود دارند. بافت کلوفرم و آگات مانند در این ذخایر نشانگر جریان آزاد سیالات گرمابی است(گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷).	بافتهای دروزی و کلوفرم دیده می شوند.
کانه ها	سولفوسالتها از کانه های مشخص و شاخص ذخائر اپی ترمال هستند.سولفوآنتیموانیدها و سولفوآرسنایدهای نقره مثل پلی بازیت و .... همچنین تلوریدهای طلا و نقره مثل پتزیت و ... همراه استیبنیت ،آکانتیت، سینابر ، جیوه آزاد، طلای آزاد و الکتروم. پیریت از کانه های معمول ذخایر اپی ترمال است که در اثر هوازدگی به لیمونیت، گوتیت و هماتیت تبدیل می شود پس راهنمای مشخصی به سمت کانسنگ در سطح است (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷)، مس طبیعی ،نقره طبیعی، بیسموت طبیعی (لیندگرن، ۱۹۳۳).	کالکوپیریت ،پیریت،تترائدریت، اسفالریت، گالن، طلا، مس طبیعی وجود دارند که کالکوپیریت نسبتاً فراوان است. تبدیل کالکوپیریت و پیریت به گوتیت ، هماتیت و لیمونیت بسیار فراوان است و کانه زائی عمدتاً با این محصولات همراهند.سینابر در مطالعات کانی سنگین پیدا شده است.
توالی تشکیل کانه ها	کانه های طلا و نقره از نظر بافتی، جوانتر از سولفید های فلزات پایه هستند و طلا معمولاً جوانتر از نقره می باشد(گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷).	از نظر بافتی طلا همراه و بعد از سولفید های فلزات پایه نهشته شده است.
باطله	کوارتز (گاه از نوع آمتیست)، کالسدونی، آدولاریا، کلسیت، دولومیت، رودوکروزیت، آنکریت، باریت و فلوئوریت باطله اند ولی کانیهای شاخص دما بالا مثل تورمالین، توپاز و گارنت حضور ندارند (گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷).	اکثراً کوارتز است و کمی کلسیت و بمقدار خیلی کمتر سیدریت هم دیده می شوند. تورمالین،توپاز و گارنت غایبند.
منطقه بندی قائم	اغلب کانسارهای اپی ترمال دارای قاعده مشخصی هستند که ماهیت فیزیکوشیمیائی دارد.ساختارها و پرکنندگی کانیهای باطله مثل کوارتز و کربناتها از سطح به سمت پائین ادامه می یابند ولی مقدار کانسنگ در پائینتر از یک افق خاص که ممکن است با منطقه جوشش مرتبط باشد،بسرعت کم می‌شود. ممکن است هم نشینی کانیهای میان دما و کم دما دیده شود. ذخایر اپی ترمال علاوه بر یک قاعده یا کف مشخص، دارای مرزهای عیاری فوقانی هم هستند که ممکن است بموازات مرزهای تحتانی باشد و در سطح زمین یا چند متری از سطح باشد(گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷).	در سطح رخنمون منطقه بردسکن انواع مختلفی از رگه ها مثل رگه های غنی از سولفید های فلزات پایه و رگه های فقیر از سولفید های فلزات پایه ، رگه های غنی از طلا و رگه های کم عیار دیده می شوند که رگه های غنی از طلا هم در انواع غنی از سولفیدهای فلزات پایه و هم در انواع فقیر از آنها یافت می شوند.
جوشش	حضور شواهدی مبنی بر جوشش سیال گرمابی و وجود کانیهای شاخص شرایط جوشش مثل آدولاریا و کلسیت تیغه ای از ویژگیهای محیطهای اپی ترمال است(براون، ۱۹۷۸)، جوشش یکی از موثرترین فرایندهائیست که باعث نهشت طلا می شود و کلسیتهای تیغه ای و غیر تیغه ای می توانند در محیطهای جوشش یا غیر جوشش تشکیل شوند (دونگ و همکاران، ۱۹۹۵).	با توجه به اینکه در مطالعات سیالات درگیر ،در آزمایش گرم کردن، همهٔ سیالات درگیر مورد مطالعه به فاز مایع همگن شدند، می‌توان نتیجه گرفت که در منطقه، پدیدهٔ جوشش رخ نداده است پس شواهد زون جوشش در سطح فرسایش کنونی کانی‌سازی وجود ندارد.
غنی شدگی سوپرژن	غنی سازی سوپرژن در این ذخایر در حد ذخایر مس نیست و وجود گوسان سوپرژن رنگی(کلاهک اکسید آهن)در بالای ذخایر اپی ترمال دراثر هوازدگی پیریت به لیمونیت، گوتیت و هماتیت نسبتاً متداول است(گیلبرت و پارک، ۱۹۹۷).	بنظر نمی رسد غنی شدگی سوپرژن وجود داشته باشد و گوسان یا کلاهک اکسید آهن دیده نمی شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲: مقایسه کانی سازی بردسکن با ذخایر طلای اپی ترمال سولفیداسیون پائین و سولفیداسیون بالا بر اساس منابع (Henley, 1991; Sillitoe, 1989; Stanton, 1972)

تیپ / ویژگی‌ها	سولفیداسیون بالا	سولفیداسیون پائین	کانی‌سازی بردسکن
منشا سیالات کانه ساز	عمدتاً منشا ماگمائی دارند ولی امکان اختلاط با سیالات جوی وجود دارد.	عمدتاً منشا، آبهای جوی است ولی امکان اختلاط با سیالات ماگمائی وجود دارد.	براساس مطالعات ایزوتوپی $\delta^{18}O$ ، اختلاط آبهای ماگمائی با آبهای جوی
شیمی سیالات کانه ساز	سیالات دارای PH اسیدی (بعلت وجود HCl و SO_2 ماگمائی) ولی در اثر واکنش با سنگ دیواره و رقیق شدگی بعلت اختلاط با آبهای جوی، PH آنها بسمت خنثی میل می کند.گوگرد آنها عمدتاً اکسیدی است و در انواع شاخص، مقدار گوگرد آنها بالا است. دامنه شوری سیالات وسیع از ۱ تا ۲۴ درصد وزنی معادل NaCl	سیالات دارای PH نزدیک به خنثی ولی ممکن است در اثر جوشش، حالت قلیائی پیدا کنند. گوگرد آنها عمدتاً احیائی است و در انواع شاخص، مقدار گوگرد آنها پائین است. شوری صفر تا ۱۳ (اکثراً کمتر از ۳) درصد وزنی معادلNaCl. شوری غیرمعمول در دامنه ۵ تا ۱۲ درصد وزنی معادل NaCl با مقادیر نسبتاً زیاد فلزات پایه مرتبط است(کمپلکسهای کلریدی برای حمل فلزات پایه بسیار مناسبند).	PH سیال بعلت غالب بودن دگرسانی کلریتی و بعد سریسیتی، نزدیک به خنثی بوده است. همراهی طلا با سولفیدهای مختلف نشانگر گوگرد احیائی (H_2S) است. براساس مطالعات سیالات درگیر، اثرات جوشش در سطح فرسایش فعلی ذخیره دیده نمی شود. براساس مطالعات سیالات درگیر شوری برابر ۱۰ تا ۲۶ درصد وزنی معادل NaCl بوده است. حضور گسترده سولفیدهای فلزات پایه در منطقه باعث افزایش شوری شده است.
منبع گوگرد سولفید ها	مکانهای عمیق، احتمالاً ماگمائی	مکانهای عمیق، احتمالاً حاصل از شستشوی سنگ دیواره عمیق	براساس مطالعات ایزوتوپی مقدار $\delta^{34}S$ سیال سازنده سولفیدها صفر بوده که منشا ماگمائی گوگرد را می رساند.
دما	$^{\circ}C$ ۱۰۰ تا $^{\circ}C$ ۳۲۰	$^{\circ}C$ ۱۰۰ تا $^{\circ}C$ ۳۲۰ ، عموماً $^{\circ}C$ ۱۵۰ تا $^{\circ}C$ ۲۵۰	براساس مطالعات سیالات درگیر، دمای کانی سازی از حدود $^{\circ}C$ ۱۱۸ تا $^{\circ}C$ ۳۴۰ بوده است که مرحله اصلی برای کانی سازی طلا از حدود $^{\circ}C$ ۱۱۸ تا $^{\circ}C$ ۱۸۵ بوده است. پاراژنز کانیها، ساخت و بافت کانه ها و مجموعه های دگرسانی، دمای کانی سازی را از حدود $^{\circ}C$ ۱۰۰ تا $^{\circ}C$ ۳۵۰ و کانیهای دگرسانی غیرهمراه نیز کانی سازی تحت شرایط شیست سبز ($^{\circ}C$ ۳۲۰ ـ $^{\circ}C$ ۲۴۰) را مشخص می کنند.بافت کلوفرمی نیز دمای پائین کانی سازی را می رساند.
سنگ میزبان	سنگهای آتشفشانی و سنگهای رسوبی مرتبط با آنها.سنگهای آتشفشانی از نوع ریوداسیت، داسیت، تراکی آندزیت، آندزیت و ریولیت (عمدتاً ریوداسیت پورفیری).	متغیر، ماده معدنی معمولاً درون چند واحد سنگ شناسی مختلف. سنگ میزبان، سنگهای آتشفشانی و سنگهای رسوبی همراه آنها و ذخیره عمدتاً در سنگهای آتشفشانی اسیدی تا حدواسط مخصوصاً آندزیت، ریوداسیت و ریولیت قرار دارد.	ماسه سنگهای توفی، شیستها و اسلیتها. توفهای منطقه ریوداسیتی هستند (همام، ۱۳۷۱).
انواع دگرسانی	آرژیلیتی شدن پیشرفته یا آرژیلیتی(کائولینیت هیپوژن اصلی) ± سریسیتی، آلونیت هیپوژن فراوان، ،آلونیت متبلور بر روی سطح و در اعماق بیشتر پیروفیلیت دیده می شود. بدون آدولاریا،	سریسیتی ± آرژیلیتی (ایلیت، گاه کائولینیت)، آدولاریا فراوان،پروپیلیتی (کلریتی شدن)،در اثر هوازدگی، سنگ دیواره بهمراه لیمونیتهای زرد رنگ ، جاروسیت ، آلونیت ، هماتیت ، گوتیت و کائولینیت آرژیلیتی شده مجموعه هوازده را می سازند.	عمدتاً شامل کلریتی شدن و سریسیتی شدن و همچنین دگرسانیهای آلبیتی شدن،سیلیسی شدن، سولفیدی شدن، کلسیتی شدن، اپیدوتی شدن، و آرژیلیتی شدن دیده می شوند.آلونیت سوپرژن هم وجود دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول۲: مقایسه کانی سازی بردسکن با ذخایر طلای اپی ترمال سولفیداسیون پائین و سولفیداسیون بالا بر اساس منابع (Henley, 1991; Sillitoe, 1989; Stanton, 1972)

تیپ / ویژگی‌ها	سولفیداسیون بالا	سولفیداسیون پائین	کانی‌سازی بردسکن
عمق تشکیل	غالباً بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر	غالباً بین صفر تا ۱۰۰۰ متر	کمتر از ۱۰۰۰ متر ،وجود بافتهای دروزی و کلوفرم در منطقه نشانگر جریان آزاد سیالات گرمابی در مسیر حرکت و راه یافتن شکستگیها به سطح زمین است که نشانگر عمق کم می باشد.
سن کانه و سنگ میزبان	کانه و سنگ میزبان سن مشابهی دارند(زمان تشکیل کانسار خیلی نزدیک به جاگیری سنگ میزبان یعنی حداکثر نیم تا یک میلیون سال بعد است) که نشانگر ارتباطی ژنتیکی بین این ۲ است.	سن کانه و سنگ میزبان کمی(بیش از یک میلیون سال) اختلاف دارند.	سنگ میزبان به سن اردویسین و کانی سازی به سن بعد از ائوسن تحتانی است.دگرسانی واحدهای مختلف منطقه و کانی‌سازی رگه‌ای بصورت نفوذ رگه‌های کوارتز سولفیدی در سنگ میزبان، نشانگر تأخیری بودن کانی‌سازی نسبت به سنگ میزبان است.
ساخت	در انواع شاخص کانه سازی بصورت پراکنده یافت می شود. پرشدگی فضای خالی و حفرات فراوان نیست. رگه ها اکثراً غیر کوارتزی	کانی‌سازی بصورت پرشدگی فضاهای خالی و حفرات است و رگه‌ها، دیواره های بسیار واضحی دارند. کانی سازی در نزدیک سطح ممکن است استوک ورکی یا پراکنده باشد ،رگه ها اکثراً کوارتزی	رگه ای ـ رگچه ای. پرکنندگی فضای خالی غالب است علاوه بر ساخت رگه ای (رگه های کوارتزی و کوارتز سولفیدی)، ساخت پراکنده هم وجود دارد.رگه ها کوارتزی
بافت	سیلیس حفره‌دار یا سرباره ای (کوارتز ریز دانه) و سیلیس توده‌ای که عمدتاً منشا جانشینی دارند.	نواری نازک ،نواری کلوفرم، شانه‌ای ظریف. کوارتز و کالسدونی نواری(قشر گونه یا پوستواره)، کلوفرم، تیغه‌ای، کوکاد(کاکلی) و شکافه پرکن، ، رگه برشی	بیشتر کوارتز بلوری دیده می شود. بافتهای دروزی (پر شدن حفرات بوسیله کوارتز) و کلوفرم دیده می شوند.رگه های برشی وجود دارند.
مقدار کانیهای سولفیدی	۱۰ تا ۹۰ درصد حجمی، عمدتاً دانه ریز و بعضاً بصورت پیریت لایه‌ای. نسبت گوگرد به فلز در کانیهای سولفیدی بالا	۱ تا ۲۰ درصد حجمی، معمولاً کمتر از ۵ درصد حجمی، عمدتاً بصورت پیریت. نسبت گوگرد به فلز در کانیهای سولفیدی پائین	مقدار کانی‌های سولفیدی کمتر از ۱۰ درصد است و عمدتاً بصورت کالکوپیریت و پیریت است.
کانی شناسی	سولفوسالتهای مس(انارژیت، لوزونیت) و سولفیدهای مس + مس ـ آهن (کالکوسیت، کولین، بورنیت) معمولند. معمولاً انارژیت ،پیریت و کولین فراوانترند. در انواع شاخص پیریت خیلی فراوان است. کانه بصورت طلای خالص و الکتروم همراه سولفاتها و تلوریدها دیده می شود. بیسموتین گاه دیده می شود، ولی سلنیدها کمیابند.	اسفالریت، گالن و تترائدریت معمول هستند. مس عمدتاً بصورت کالکوپیریت حضور دارد. همچنین پیریت ± کولین دیده می شود. ممکن است اسپکیولاریت (هماتیت) یافت شود. بیسموتین وجود ندارد. سلنید ها حضور دارند.	کالکوپیریت ،پیریت ،تترائدریت ،طلا اسفالریت، گالن، اسپکیولاریت (هماتیت)، مس طبیعی (آزاد) و منیتیت وجود دارند. کالکوپیریت فراوان است. بیسموتین حضور ندارد.
باطله‌ها	کوارتز موجود است.کربنات موجود نیست. باریت گستردگی فراوان دارد و با ماده معدنی همراه است. گوگرد بصورت شکافه پرکن حضور دارد. آدولاریا و کلریت حضور ندارند و درصورت وجود بسیار کمیابند.	کوارتز یا کالسدونی موجود است.کربنات موجود است و معمولاً منگنزدار (رودوکروزیت) است. باریت و یا فلوریت بطور موضعی (محلی) حضور دارند و باریت در بالای توده معدنی یافت می شود.آدولاریا حضور دارد (در رگه ها یا بصورت پراکنده).	اکثراً کوارتز است وکمی کلسیت و کمتر سیدریت هم دیده می شوند ولی کالسدونی، باریت و فلوریت دیده نمی شوند.

۸- نتیجه گیری

سنگ میزبان‌های کانی‌سازی در منطقه بردسکن، ماسه سنگ‌های توفی و شیست‌ها هستند. کانی‌سازی در منطقه بردسکن به دو صورت رگه‌ای و پراکنده (افشان) دیده می‌شود که کانی‌سازی عمده بصورت رگه‌ای است. کانی‌سازی نوع

Archive of SID

www.SID.ir

رگه‌ای ـ رگچه‌ای بصورت رگه‌های کوارتزی و رگه‌های کوارتز سولفیدی دیده می‌شود. در رگه‌های کوارتز سولفیدی، سولفید عمدتاً کالکوپیریت و در بعضی موارد پیریت است. کانی‌سازی نوع پراکنده نیز بصورت افشان و پراکنده در سنگ میزبان‌های دگرسان شده منطقه دیده می‌شود.

کانی‌سازی طلای بردسکن به علت تفاوت در کانی‌شناسی، ویژگی‌های توده نفوذی مولد کانه‌زائی، دگرسانی، محتوای فلزی و ویژگی‌های سیالات درگیر، نوع سنگ میزبان، پاراژنز، ساخت و بافت، مدل تشکیل و محیط تشکیل با ذخایر طلای کوهزائی و ذخایر مرتبط با توده نفوذی متفاوت است.

بر اساس مطالعات صحرائی، سیالات درگیر، ایزوتوپی و سایر شواهد، می‌توان ذخیره طلای منطقه بردسکن را مشابه ذخایر طلای اپی ترمال سولفیداسیون پائین معرفی نمود.

۹- منابع

۱. اسمیرنوف، و.، ای.، ترجمه علی پور، ک.، ۱۳۶۷، زمین شناسی ذخائر معدنی، مرکز نشر دانشگاهی تهران.
۲. حسنی پاک، ع.، ا.، ۱۳۸۸، اکتشافات ذخائر طلا، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. خسرو تهرانی، خ.، ۱۳۸۴، زمین شناسی ایران (مزوزوئیک و سنوزوئیک)، انتشارات کلیدر.
۴. درویش زاده، ع.، ۱۳۸۸، سنگ شناسی دگرگونی، انتشارات دانشگاه پیام نور.
۵. شهاب پور، ج.، ۱۳۸۶، زمین شناسی اقتصادی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۶. کریمپور، م.ج. و سعادت، س.، ۱۳۸۸، زمین شناسی اقتصادی کاربردی، انتشارات ارسلان.
۷. هاشمی، م.، ۱۳۸۰، نحوه کانی‌سازی طلا در توده آذرین آستانه اراک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.
۸. همام، م.، ۱۳۷۱، پترولوژی سنگ‌های ولکانیک و دگرگونی منطقه تکنار ـ سربرج (شمال غرب کاشمر)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.

9. Bache, J.J., 1981, Atentative quantitative classification of world gold deposits, Chron.Rech. Min.459.
10. Bateman, A.M., 1976, Economic mineral deposits, Wiley, New York.
11. Bonham, H.F.Jr., 1986, Models for volcanic - hosted epithermal precious metal deposits: A reviews. International Volcanogical congress, NewZealand, Proc.Symposium 5.
12. Boyle, R.W., 1979, The geochemistry of gold and its deposits, Can. Geol. Surv. Bull.
13. Cox, D.P. and Singer, D.A., 1986, Mineral deposit models, U.S. Geological Survey, Bulletin No 1693.
14. Cox, D.P. and Singer, D.A., 1991, Classification of deposit models, In Orris, G.J., Bliss, J.D. Eds., 1991, Some industrial mineral deposit models: Descriptive deposit models, U.S. Geological survey, Open- file Report 91-LLA, Append. B.
15. Edvards, R. and Atkinson, K., 1986, Ore deposit geology and its influence on mineral exploration, Chapman and Hall, London, New York.
16. Elevatorski, E.A., 1982, Volcanogenic gold deposits, Minobros.
17. Evans. A.M., 1993, An Introduction to ore geology, Black Well Science.
18. Evans. A.M., 1997, An Introduction to economic geology and its environmental impacts, Black Well Science.
19. Govett, G.J.S., 1983, Rock geochemistry in exploration, Elsevier, Pub. Co.
20. Guilbert, J.M. and Park, C.F., 1997, The geology of ore deposits, Freeman.
21. Heald, P.; Hayba, D.O. and Foley, N. K., 1987, Comparative anatomy of volcanic - hosted epithermal deposits: acid - sulfate and adularia - sericite type. Econ. Geol., 82.
22. Hedenquist, J.W., 1987, Mineralization associated with volcanic - related hydrothermal systems in the circum - pacific basin., In: M.K.Horn (Editor), Transaction of the fourth circum. Pacific energy and mineral resources conference, Singapore. Am. Assoc.Pet. Geol.
23. Hemely, J.J.; Cygan, G.C.; Woo, C.L. and d'Angelo, W.M., 1987, Exploratory studies on metal sulfide solubilities in buffered systems: Implication to zoning in ore deposits. Geol.Soc Amer.Abst.Program 19, G99.
24. Henley, R.W., 1985, The geothermal framwork of epithermal deposits, Review in Econ. Geol.V.2.
25. Henley, R.W., 1986, Ore transport and deposition in epithermal environment, Geol. Soc. of Australia special Issue.

Archive of SID

www.SID.ir

26. Henley, R.W., 1991, Epithermal gold deposits in volcanic terranes. In Foster, R.P.(ed.), Gold metallogeny and exploration, Blackie, Glasgow.
27. Henley, R.W.; Truesdell, A.H. and Barton, P.B.Jr., 1984, Fiuid-mineral equilibria in hydrothermal systems. Soc. Econ. Geol., Rev. Econ. Geol.,1, 267.
28. Lewis, A., 1982 (Dec.), Gold geology basics, Min. and Eng. J.
29. Meyer, C., 1981, Ore forming processes in geologic history, Econ. Geol. 75 th Anniu. Vol.
30. Meyer, C. and Hemley, J.J., 1967, Wall rock alteration. In Barnes, H.L. (ed.), Geochemistry of hydrothermal ore deposit, Holt. Rinehart and Winston, NewYork.
31. Moiseyenko, V.G., 1997, Mineral paragenesis as indicators of ore's on gold deposits, Symp. 22, Moscow.
32. Mulller. D. and Groves, D.I., 1997, Potassic igneous rocks and associated gold - copper mineralization, Springer.
33. Nekrasov, I.Ya., 1996, Geochemistry, mineralogy and genesis of gold deposits, Nauka publishers , Moscow, 1991, Translated by A.A. Balke ma publishers, U.S.A. 1996.
34. Park, C.F. and Mac diarmid, R.A., 1975, Ore deposits, Third ed., Freeman.
35. Peters, W.C., 1992, Exploration and mining geology, John Wiley.
36. Ramberg, H., 1970, Model studies in relation to Intrusion of plutonic bodies, Geol.Jour. Spec. Issue, Vol.2.
37. Romberger, S.B., 1990, Geochemistry of gold in hydrothermal deposits, U.S.Geological Survey Bulletin 1857.
38. Sawkins, F.J., 1990, Metal deposits in relation to plate tectonics, Sec.ed. Springer- Verlag U.S.A.
39. Sibson, R.H., 1987, Earthquake rupturing as a mineralizing agent in hydrothermal systems, Geology, 15, 701- 4.
40. Sillitoe, R.H., 1989, Gold deposits in western pacific Island arcs: The magmatic connection. In The geology of gold deposits: The perspective in 1988, eds. Keays, R. R., Ramsay, W.R. H. and Groves, DI, Econ. Geol. Monog.6.
41. Sillitoe, R.H., 1993, Epithermal models: Genetice types, geometrical controls and shallow features. In Kirkham, R.V., Sinclair, W.D., Thorpe, R.I., Duke, J.M., (eds.) Mineral deposit modelling, GAC special paper 40.
42. Smirnov, V.I.; Ginzburg, A.L.; Gigoriev, V.M. and Yakovler, G.F., 1983, Studies of mineral deposits, Mir Pub. Moscow.
43. Stanton, R.L., 1972, Ore petrology, Mc Graw - Hill, New York.
44. White, N.C. and Hedenquist, J.W., 1990, Epithermal environments and styles of mineralization: Variations and their causes and guidelines for exploration, Journal of Geochemical Exploration, V.36.

Archive of SID

www.SID.ir