Archive of SID

زمستان ۹۳، سال بیست و چهارم، شماره ۹۴، صفحه ۲۸۷ تا ۲۹۲ (سنگ و کانی)

بررسی کانی‌سازی طلا در محدوده شمال بزمان (چاه‌نعلی)

محمدرضا هزاره [۱*] و ایرج رسا [۲]

[۱] دکترا، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران
[۲] استادیار، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۰۷/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۲/۰۲

چکیده

در نواحی باختری استان سیستان و بلوچستان (ادامه زون جبال بارز)، از انواع کانی‌سازی قابل پیش‌بینی مدل‌های متالوژنی از نوع اپی‌ترمال (طلا و عناصر همراه) است. این محدوده یکی از مناطق اولویت‌بندی شده اکتشافات ناحیه‌ای در سیستان و بلوچستان است و در این راستا در محدوده‌ای با گسترش ۸۱ کیلومتر مربع نقشه‌های زمین‌شناسی معدنی و ژئوشیمیایی به مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ تهیه شد. پس از پردازش داده‌ها و مشخص شدن زون‌های کانه‌دار ۳۰ ترانشه عمود بر رگه‌ها حفر شد و در هر ۵ متر ۱ نمونه برداشت شد. بررسی‌ها نشانگر این است که رخداد یک حادثه تکتونوماگمایی و شکستگی‌های بزرگ مقیاس با امتدادهای عمومی N30E باعث هدایت محلول‌های گرمابی و ایجاد یک دگرسانی بزرگ مقیاس شده‌اند. این دگرسانی در آندزیت‌ها به صورت پروپیلیتی‌شدن ناحیه‌ای و در گدازه‌ها و آذرآوارهای وابسته موجب گسترش دگرسانی آرژیلی- سیلیسی شده است. به دنبال دگرسانی‌های آرژیلی- سیلیسی رگه‌های سیلیسی نازک لایه با ساخت‌های کلسدونی، کلوفرم، کوکاد و حفره‌ای با همان امتداد N30E تشکیل شده‌اند که دارای پاراژنز کوارتز آدولاریا هستند و از دید زایش طلا بارور هستند و فاز اصلی تشکیل طلا را شامل می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: چاه‌نعلی، شمال بزمان، کانی‌سازی طلا، اپی‌ترمال، دگرسانی آرژیلی- سیلیسی، آدولاریا.

***نویسنده مسئول:** محمدرضا هزاره
E-mail: hezarhee@gmail.com

۱- پیش‌گفتار

محدوده مورد مطالعه در شمال پشته‌های آتشفشان بزمان (شمال بخش جنوبی زون ارومیه- دختر) در فاصله ۷۵ کیلومتری بزمان و ۲۰۵ کیلومتری بم در موقعیت جغرافیایی ″۰۰ ′۵۴ °۵۹ تا ″۳۰ ′۲ °۶۰ طول خاوری و ″۰۰ ′۱۴ °۲۸ و ″۰۰ ′۲۱ °۲۸ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱).

این منطقه از سنگ‌های خروجی با ترکیب آندزیتی پوشیده شده است. انواع سنگ‌های آتشفشانی دیگر که در منطقه قابل مشاهده هستند داسیت‌ها به صورت نیمه‌ژرف بلورین، سری‌های آذرآواری و سنگ‌های ایگنمبریتی با گسترش محدود در جنوب ناحیه مورد مطالعه هستند. در این بین سنگ‌های آتشفشانی با سن میوسن؟ شواهدی از وقایع مختلف مانند گسلش و شکستگی‌های قابل توجه، دگرسانی وسیع و شواهد مختلف گرمابی همانند رگچه‌های استوک‌ورک تا رگه‌های بزرگ سیلیسی، برش گرمابی، بافت‌های کلوفرم و حفره‌ای در سنگ‌های منطقه به فراوانی دیده می‌شوند. بیشتر گسل‌ها روند شمال خاور- جنوب باختر دارند و از شکستگی‌های ژرف پیروی می‌کنند. دیگر گسل‌ها و خطواره‌ها بیشتر در دو جهت شمالی- جنوبی و گاه خاوری- باختری دیده می‌شوند. دگرسانی در منطقه گسترش زیاد دارد. تقریباً تمام وسعت منطقه تحت تأثیر دگرسانی پروپیلیتی است. آندزیت‌ها سنگ‌هایی هستند که بیشترین تأثیر این دگرسانی متوجه آنها است، این تأثیر در داسیت‌ها بسیار کمتر است. انواع دیگر دگرسانی‌ها آرژیلیک متوسط و گاهی آرژیلیک پیشرفته است. دگرسانی مهم دیگر در منطقه از نوع سیلیسی است. سیلیس در منطقه به دو صورت کلسدونی به شکل استوک‌ورک تا رگه‌های بزرگ و عریض و سیلیس باقیمانده (Residual Silica) به شکل توده‌های سیلیس متراکم شیری رنگ دیده می‌شود که مربوط به دو رخداد مختلف هستند. رگه‌های سیلیسی عموماً N25E تا N35E دارند و در آنها انواع بافت‌های اپی‌ترمال طلادار قابل مشاهده هستند که مهم‌ترین آنها بافت‌های Vuggy, Comb quartz و Coloform هستند. این شواهد در کنار برش‌های گرمابی، ژاسپرویید و نوع دگرسانی منطقه و حضور کانی‌های دگرسانی نشان‌دهنده pH خنثی مانند آدولاریا سبب می‌شود که بهترین احتمال درباره کانی‌سازی منطقه مجموعه کانی‌زایی اپی‌ترمال از نوع Low Sulfidation باشد.

۲- روش مطالعه

روش‌های مطالعه در این طرح تحقیقاتی شامل مطالعات کتابخانه‌ای، صحرایی و آزمایشگاهی است. در مطالعات کتابخانه‌ای از همه مطالب و دستاوردهای علمی مربوط به موضوع پژوهش استفاده شده است. در مطالعات صحرایی نیز پس از بازدیدهای بسیار زمین‌شناسی ۱۱۳ نمونه ژئوشیمی آبراهه‌ای (با دانه‌بندی ۸۰ مش) برای آنالیز ۲۰ عنصری و ۴۲ نمونه کانی سنگین از ناحیه‌ای با گسترش ۱۱۵ کیلومتر مربع برداشت شد. افزون بر آن ۳۵۱ نمونه سنگی (لیتوژئوشیمیایی)، شامل ۱۴۲ نمونه خرده‌سنگی (Rock chip sampling) به صورت اتفاقی (Random) و ۲۰۹ نمونه به روش شیاری (Rock chip channel sampling) در ۳۰ نیمرخ عمود بر رگه‌ها و زون‌های کانه‌دار به فواصل ۱۰۰ متر از یکدیگر که در طول هر نیمرخ، به ازای هر ۵ متر یک نمونه برداشت شده (برای تجزیه ۲۰ عنصری) جمع‌آوری شد.

در مطالعات آزمایشگاهی نیز به تفکیک فعالیت‌های زیر صورت گرفته است:

۱- پردازش تصاویر ماهواره‌ای سنجنده Terra/Aster و Land Sat ETM از منطقه مورد مطالعه.

۲- تهیه نقشه‌های دگرسانی (آرژیلی، پروپیلیتی و سیلیسی) و شدت سیلیسی شدن منطقه.

۳- تهیه نقشه‌های ساختاری (خطواره‌ها و گسل‌ها) و نقشه زمین‌شناسی با گسترش ۱۴۰ کیلومتر مربع.

۴- مطالعه ۴۶ مقطع نازک (Thin section) و ۱۸مقطع صیقلی از نهشته‌های منطقه مورد مطالعه.

۵- تجزیه ۱۵ نمونه توسط دستگاه XRF برای مطالعات سنگ‌شناسی و تجزیه ۱۸ نمونه توسط دستگاه XRD برای مطالعات کانی‌شناسی و بررسی ۴ نمونه با میکروسکوپ الکترونی.

۶- تهیه نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ با گسترش ۸۱ کیلومتر مربع.

در پایان کار نیز با تلفیق نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی و مطالب علمی جمع‌آوری شده در راستای مطالعات کتابخانه‌ای نتیجه‌گیری نهایی در منطقه ارائه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- بحث

در منطقه چاه‌نعلی پهنه‌هایی از توف‌های شیشه‌ای جوش‌خورده (Welded Vitric Tuff) با ساختار منشوری (Columnar Structure) و بافت جریانی همراه با ساخت شعله‌ای دیده می‌شود که با دگرشیبی زاویه‌ای مشخص بر روی مجموعه آتشفشانی پالئوژن – نئوژن قرار گرفته است (محرابی و همکاران، ۱۳۸۳). در قاعده این نهشته‌ها جوش‌خوردگی و احتمالاً ذوب دوباره آنچنان پیشرفته است که به صورت شیشه تیره‌رنگ دیده می‌شود. مجموعه این ویژگی‌ها نشان می‌دهد که این پهنه‌ها بخشی از جریان‌های آذرآواری هستند که در آتشفشان‌شناسی به آنها Ignimbritic Pyroclastic Flow می‌گویند (Fuck et al., 2005). در این مجموعه ایگنمبریتی دگرسانی‌های گرمابی هیچ اثری نگذاشته‌اند، بنابراین بدون تردید می‌توان گفت که دگرسانی‌ها یا کهن‌تر از حادثه تشکیل ایگنمبریت و یا حداقل همزمان با آن هستند. مطالعات دقیق سن‌یابی این مسئله را روشن خواهد کرد و در حال حاضر این مسائل از محدوده مطالعات مورد نظر خارج است. مناطق وسیعی در چاه‌نعلی بر اثر فعالیت‌های گرمابی دگرسان شده است. دگرسانی در واحدهای آذرآواری گسترش بسیار زیادی داشته و در واحدهای گدازه‌های آندزیتی آنچنان گستردگی ندارد. دلیل این امر نفوذپذیری بیشتر واحدهای آذرآواری داسیتی برای محلول‌های دگرسان‌کننده است. علت دیگر توسعه دگرسانی وجود فلدسپار در واحدهای گدازه‌ای و آذرآواری داسیتی است زیرا این محلول‌ها تمایل بسیار زیاد ترکیب شدن با فلدسپارهای درون داسیت‌ها و فروپاشی و تبدیل آنها به مجموعه کانی‌های دگرسانی دارند.

دگرسانی در گدازه‌ها و آذرآواری‌های داسیتی در یک زون مرکزی به پهنای تقریبی یک کیلومتر و روند عمومی N30E و طول حدود ۵ کیلومتر شدت زیادی دارد و به تدریج که از این زون دور می‌شویم اهمیت کمتری پیدا می‌کند. دگرسانی گدازه‌ها و آذرآواری‌های داسیتی بیشتر از نوع آرژیلی - سیلیسی بوده و دگرسانی در گدازه‌های آندزیتی از نوع پروپیلیتی است. در زون‌های آرژیلی- سیلیسی توده‌های بسیار متراکم سیلیسی نهان بلورین تا بلورین دیده می‌شود که به نظر می‌رسد از نوع سیلیس‌های باقیمانده هستند.

مجموعه‌های آتشفشانی پالئوژن - نئوژن و زون‌های دگرسانی همراه آنها را رگه‌های سیلیسی خاصی قطع می‌کند که امتداد عمومی همه آنها تقریباً N30E و شیب آنها تقریباً ۹۰ درجه است. این رگه‌ها دارای ویژگی‌های زیر هستند:

- ساخت عموم این رگه‌ها نواری ظریف بوده و ساخت کلوفرم (قلوه‌ای) از ویژگی‌های عمومی آنهاست.
- نوارهای این رگه‌ها از کوارتز ریزدانه تا کلسدون شیری‌رنگ همراه با نوارهای صورتی شکل آدولاریا (Adularia) تشکیل شده است.
- در بسیاری از این رگه‌ها ساختار حفره‌ای با کوارتزهای شکل‌دار دیده می‌شوند که از دو طرف به سمت داخل حفره‌ها رشد کرده‌اند.
- ساخت‌های Cockade یا تاج خروسی که در اطراف قطعات زاویه‌دار پروپیلیتی به صورت نواری تشکیل شده است.
- ساخت رگه‌ای درهم یا Stockwork نیز در بسیاری از موارد دیده شده است.

این بافت و ساخت‌ها بسیار شباهت به ویژگی‌های رگه‌های اپی‌ترمال در کانسارهای طلای نقاط مختلف جهان دارد (Sillitoe & Hedenquist, 2003; Panteleyev, 1996; Corbett, 2002). تشکیل این رگه‌ها دومین حادثه دگرسانی گرمابی در منطقه چاه‌نعلی است. این رگه‌ها و سنگ‌های میزبان درونگیر آنها- از آندزیت‌های پروپیلیتی شده و یا گدازه‌ها و آذرآواری‌های داسیتی دگرسان شده- در یک حادثه زمین‌ساختی گرمابی نهایی درگیر شده‌اند. پی‌آمدهای این حادثه به قرار زیر است:

- برشی شدن رگه‌های سیلیسی یادشده و نیز برشی شدن محصولات دگرسانی و سنگ‌های درونگیر پیشین.
- نفوذ محلول‌های گرمابی حاوی کمپلکس گوگرددار و تشکیل یک پاراژنز سولفوری به همراه طلا و الکتروم (Electrum). این دگرسانی در نقشه زمین‌شناسی به صورت دگرسانی‌های اپی‌ترمال پرسولفور (High Sulfidation) نشان داده شده است.
- به‌طور مشخص دیده شده که رگه‌های سیلیسی اپی‌ترمال پیشین برشی شده و در سیمان برش، سیلیس نسل جدید به همراه سولفورها و طلا پدیدار گشته است. بنابراین حادثه‌ای که زون‌های دگرسانی پرسولفور را به وجود آورده‌اند از جوان‌ترین حوادث منطقه هستند.

۴-زمین‌شناسی ساختاری

از آنجایی که منطقه مورد مطالعه در شمال ساختار حلقوی آتشفشان بزمان قرار دارد، تشکیل گسل‌های شعاعی در اطراف آن قابل انتظار است. یک گسل بزرگ ژرف با روند شمال خاوری- جنوب باختری از بخش میانی محدوده و با طول نسبتاً زیاد قابل مشاهده است. این گسل در راستای روند گسل نه که در شمال- شمال خاور منطقه واقع شده است، قرار دارد. گسل‌های منطقه سه دسته اصلی را تشکیل می‌دهند. یک دسته گسل‌های دارای روند شمال خاور- جنوب باختر هستند که به موازات همان گسل بزرگ مقیاس امتداد یافته‌اند. این گسل‌ها عموماً امتداد N30E داشته، از نظر تعداد، بیشترین فراوانی و از نظر طول، نیز بیشترین درازا را دارند. دسته دوم گسل‌ها و خطواره‌های شمالی جنوبی هستند. این گسل‌ها جابه‌جایی‌های زیادی را سبب شده‌اند که این موضوع به‌ویژه در بخش مرکزی منطقه بیشتر هویداست. دسته سوم گسل‌ها و خطواره‌های با روند خاوری- باختری هستند. این گسل‌ها کمترین فراوانی را دارند و حداقل طول‌ها را نیز نشان می‌دهند.

این گسل‌ها احتمالاً در برخاست منطقه در اثر بالا آمدن آتشفشان بزمان و تشکیل زون کششی در مناطق اطراف بالاآمدگی ایجاد شده‌اند. زمین‌ساخت منطقه مهم‌ترین کنترل‌کننده کانی‌سازی به صورت رگه‌های سیلیسی طلادار است. گسل‌های شمال خاوری – جنوب باختری معمولاً انحنا دارند و خردشدگی بیشتری را موجب شده‌اند. این گسل‌ها مهم‌ترین راه دستیابی محلول‌های گرمابی به سنگ‌های آتشفشانی منطقه بوده‌اند. محلول‌های گرمابی در فضاهای حاصل از حرکت این گسل‌ها رگه‌های سیلیسی را ایجاد کرده‌اند که طلا نیز در آن شکل یافته است. در واقع زایش طلا در این رگه‌ها نشانگر زون جوشش در یک سیستم گرمابی اپی‌ترمال است. شرایط ایده‌آل ایجادکننده این زون هم همان به وجود آمدن فضاهای خالی توسط گسلش در بالای سیستم و کاهش فشار حاصل از آن است که خود سبب نهشت رگه‌های کلسدونی طلادار می‌شود. در مشاهدات صحرایی نیز آشکار است که رگه‌های کانه‌دار تنها رگه‌های کوارتز کالسدونی آدولاریادار با امتداد عمومی N30E هستند که در فضاهای خالی حاصل از امتداد گسل‌های شمال خاور- جنوب باختر جایگزین شده‌اند. در کنار بسیاری از این رگه‌ها آینه گسل نیز دیده می‌شود و حرکت گسل مشهود است و سازوکار این گسل‌ها قائم با مؤلفه راست‌گرد هستند.

عملکرد گسل‌ها در منطقه دسته درزه‌هایی را هم ایجاد کرده است. گسترش این دسته‌درزه‌ها در داسیت‌ها که متراکم‌تر بوده‌اند کمتر است و در آذرآواری‌ها و آندزیت‌ها بیشترین فراوانی را نشان می‌دهد و بخشی از رگچه‌های استوک‌ورک با پیروی از این دسته‌درزه‌ها در اطراف رگه‌های سیلیسی گسترش یافته‌اند. همچنین در اثر خردشدگی سنگ‌ها در اثر عملکرد گسل‌ها و شکستگی‌ها، در اطراف رگه‌ها کانی‌سازی پراکنده نیز به وجود آمده است.

چنانچه یادآوری شد گسل‌ها کنترل‌کننده مهم دگرسانی نیز هستند. دگرسانی

www.SID.ir

Archive of SID

سیلیسی در منطقه از گسل‌های N30E پیروی می‌کند، پیریتی شدن نیز که بیشتر در اطراف گسل‌های شمالی- جنوبی گسترش یافته پدیده دگرسانی دیگر است که به قوی‌ترین احتمال از سیالات جداشده از زون جوشش تشکیل شده که بیشتر از بخش طلادار سیال متحرک بوده‌اند و خود را به بخش‌های بالاتر رسانده‌اند.

۵-ژئوشیمی

۱۱۳ نمونه ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای و ۴۲ نمونه کانی سنگین از کل محدوده برداشت شده است. با مشخص شدن نتایج نمونه‌های کانی سنگین و ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای و بررسی ناهنجاری‌های هر یک محدوده‌های مستعد از کل ناحیه شناسایی شد. نمونه‌برداری‌های سنگی Rock chip انجام شده در منطقه نیز (۱۴۲ نمونه) از دید لیتوژئوشیمی نشانگر نتایج نمونه‌های کانی سنگین و ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای بود. از سوی دیگر برداشت‌های زمین‌شناسی و وضعیت ساختاری نیز با داده‌های حاصل از نمونه‌برداری نواحی در نظر گرفته شده قابل تطبیق بود. با توجه به جمیع جهات، از کل ناحیه نواری با امتداد شمال خاور- جنوب باختر که دربرگیرنده تمامی رگه‌های سیلیسی و زون‌های کانه‌دار است انتخاب شده و بخش شمالی آن در نزدیکی دشت سمسور به طول حدود ۴ کیلومتر انتخاب شد تا به صورت نیمرخ‌های اکتشافی سیستماتیک نمونه‌برداری شود.

۲۰۹ نمونه به روش شیاری Rock chip channel sampling از ۳۰ نیمرخ عمود بر رگه‌ها و زون کانه‌دار به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر و به ازای هر ۵ متر یک نمونه برداشت شد. این ترانشه‌ها همگی موازی هم و با امتداد عمومی N110E ایجاد شده و برای نمونه‌برداری در هر کدام از باختر به خاور است. مقدار طلای هر یک در جدول ۱ نشان داده شده است. از ۲۰۹ نمونه مربوط به ترانشه‌ها، بیش از ۲۵ درصد از کل نمونه‌ها عیار طلای بیش از ۱ppm دارند. در میان این نمونه‌ها بیشترین عیار با ۱۲/۷ ppm، مربوط به ترانشه شماره ۷ است که میانگین یک نوار ۵ متری است (جدول ۱) و همبستگی بین عناصر در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده است.

۶-کانی‌شناسی و کانی‌نگاری زون‌های دگرسانی و رگه‌های گرمابی

در این منطقه دو نوع تهاجم سیلیسی وجود دارد که نوع اول آن رگه‌های سیلیسی نواری با بافت‌های کلسدونی، کلوفرم، کوکاد و حفره‌ای است و آخرین فاز تهاجم سیلیس در امتداد زون‌های گسلی N30E است که تمامی مجموعه‌های سنگ‌شناختی را قطع کرده که آنها را سیلیسی- سولفیدی کرده است. در این میان آخرین رگه‌های نواری LS نیز تحت تأثیر قرار گرفته و به شدت برشی شده‌اند. این برش‌ها مقادیر بالایی (تا ۱۲/۷ گرم درتن) طلا داشته‌اند. به نظر می‌رسد که فعالیت طلازایی در آخرین حادثه برشی‌شدن به وجود آمده است. مطالعات صحرایی و میکروسکوپی نشان داده است که آخرین برش‌ها از دو بخش مجزا تشکیل شده‌اند. بخش اول قطعات زاویه‌داری هستند که اساساً از جنس رگه‌های سیلیسی نواری بوده و بخش دوم خمیره (Matrix) این قطعات است. در این خمیره کانی‌سازی سولفوری به همراه طلا دیده شده است. آخرین تهاجم سیلیسی همراه با زمین‌ساخت، دگرسانی آرژیلی- سیلیسی اولیه را نیز تحت تأثیر قرار داده و آنها را برشی کرده و در زمینه‌ای که فضای بین قطعات را فرا گرفته کانی‌سازی سولفوری همراه طلا دیده شده است. بنابراین مشاهدات صحرایی و میکروسکوپی این قضیه را تأیید می‌کند که هم در حادثه اول و هم در حادثه دوم آدولاریا تشکیل شده است. جاروسیت، ناتروجاروسیت، آلونیت، ناتروآلونیت همگی در حادثه دوم (HS) تشکیل شده‌اند.

مطالعات کانی‌شناختی در مورد پاراژنز کانیایی طلادار نشان داده است که دانه‌های بسیار ریز طلا (کمتر از یک میکرون تا حداکثر ۲- ۳ میکرون) در برش‌های زمین‌ساختی فاز انتهایی تشکیل شده است. این برش‌ها به‌ویژه آنها را که ماده اولیه‌شان سیلیس‌های کلوفرم بوده دارای مجموعه کانیایی زیر هستند:

Gold+Electrum ± Bornite ± Chalcopyrite ± Covelline ± nunkundamite [(Cu,Fe)S4] ± Sphalerite ± Tennantite ± Enargite + Aguilarite [Ag4SeS] ± Se-Pearceite [(Ag,Cu)16As2S11] and ± Se bearing Galena

طلای آزاد گاه همراه پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت و گالن است. در برخی از نمونه‌ها، طلا همراه توده‌های جاروسیت و پلومبو جاروسیت (Plumbojarosite) دیده می‌شود که اندازه آن تا ۴۰ میکرون نیز می‌رسد. در برخی از نمونه‌ها دیده شده است که طلا حداقل در دو نسل پدیدار گشته که میزان نقره آنها متفاوت است. طلایی که در پیریت همراه کوارتز هستند اساساً آلیاژ طلا و نقره (Electrum) است. در برخی از نمونه‌ها دانه‌های الکتروم توسط حاشیه‌ای غنی‌تر از Ag احاطه شده‌اند. دانه‌های طلای همراه جاروسیت دارای میزان نقره بسیار پایینی هستند. از بررسی‌ها چنین می‌توان دریافت:

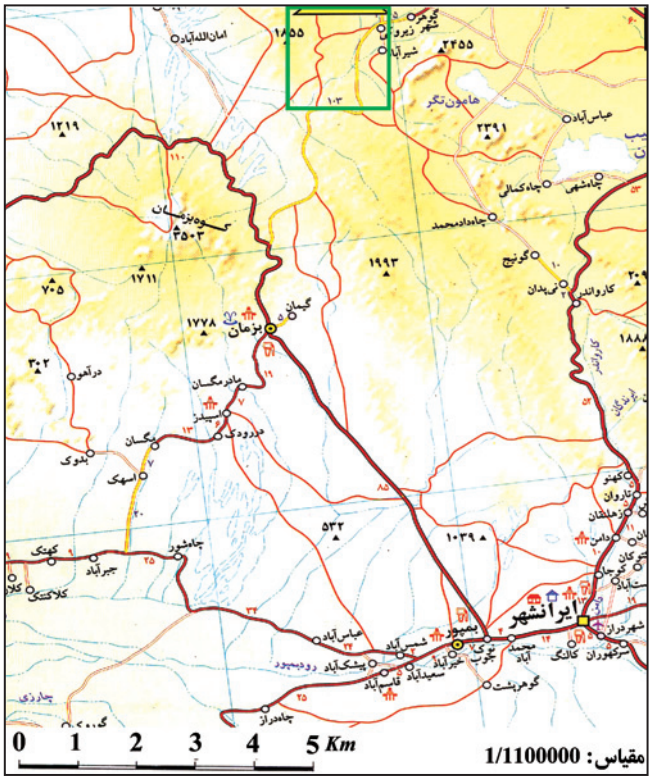
- پیدایش طلا در ارتباط با یک باطله سیلیسی است که این رگه سیلیسی به احتمال قوی دست کم در دو مرحله فعال بوده است.
- وابستگی طلا به باطله سیلیسی قطعی و به دگرسانی پیریتی شدن محتمل است.
- کانی‌سازی یا دگرسانی پیریتی شدن بر یک منیتیت اولیه همچنین بر سیلیکات‌های آهن تأثیرگذار است.
- منیتیتی که در آغاز به صورت فرمول $FeO.Fe_2O_3$ بوده است در اثر یک فاز اکسیژن‌دار گرم تبدیل به Fe_2O_3,Fe_2O_3 شده است.
- این سیستم سپس توسط یک فاز پرمایه از S و شاید بخار گوگرد سبب دگرسانی منیتیت شده است.
- کانی‌سازی طلا و همچنین رگه‌های سیلیسی از نوع اپی‌ترمال است.

۷-نتیجه‌گیری

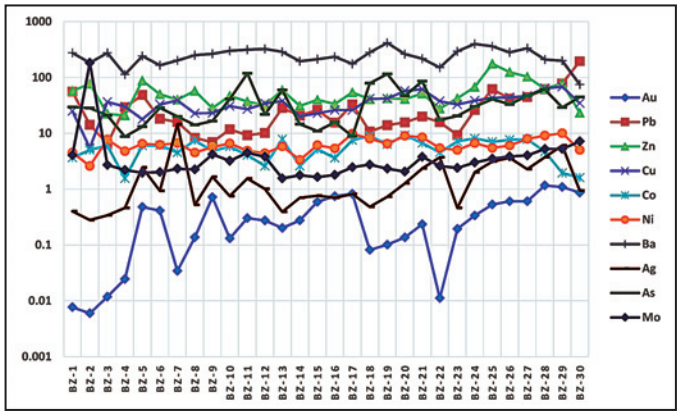
سنگ‌های میزبان دگرسانی‌های گرمابی آندزیت‌ها و داسیت‌ها هستند که احتمالاً در یک دستگاه آتشفشان لایه‌ای (Stratovolcano) به‌وجود آمده‌اند. برون‌ریزی گدازه‌های داسیتی و آذرآواری‌های انفجاری با دوره‌های آرامش برون‌ریزی گدازه‌های آندزیتی بعدی همراه بوده است. در اواخر پالئوژن - نئوژن و اوائل کواترنری این دستگاه آتشفشانی و مخروطی بزرگ مقیاس وابسته تحت تأثیر یک رخداد تکتونوماگمایی قرار گرفته و شکستگی‌های بزرگ مقیاس با امتدادهای عمومی N30E باعث هدایت محلول‌های گرمابی و ایجاد یک دگرسانی بزرگ مقیاس شده‌اند. این دگرسانی در آندزیت‌ها به صورت پروپیلیتی شدن ناحیه‌ای و در گدازه‌ها و آذرآواری‌های وابسته موجب گسترش دگرسانی آرژیلی- سیلیسی شده است. متعاقب دگرسانی‌های آرژیلی- سیلیسی رگه‌های سیلیسی نازک‌لایه با ساخت‌های کلسدونی، کلوفرم، کوکاد و حفره‌ای با همان امتداد N30E تشکیل شده‌اند که دارای پاراژنز کوارتز آدولاریا هستند و از نظر زایش طلا بارور هستند و فاز اصلی تشکیل طلا را شامل می‌شوند. در رخداد چهارم سیستم شکستگی N30E از نو فعال شده و این بار محلول‌های گرمابی به مجموعه سنگی منطقه هجوم آورده که بارور بوده و کانی‌سازی سولفوری به همراه کانی‌سازی طلا از پی‌آمدهای اصلی آن است. تمامی شواهد نشان می‌دهد که این آخرین حادثه اصلی‌ترین رویدادی است که موجب نوعی دگرسانی و کانی‌سازی طلا گشته که با ویژگی‌های عمومی کانی‌سازی‌های اپی‌ترمال تطابق دارد و بی‌شک از نظر پتانسیل طلا بسیار غنی است (وضعیت کمی و کیفی آن بیان شد) و انجام مطالعات بعدی ضروری است و انجام مطالعات اکتشافی بعدی در مقیاس ۱:۱۰۰۰ در دو ناحیه از محدوده اکتشافی زون I (واقع در شمال خاور محدوده، با مساحت ۲/۴ کیلومترمربع)، زون II (واقع در مرکز محدوده، با مساحت ۲/۵ کیلومتر مربع) و زون III (واقع در جنوب باختر محدوده با مساحت ۱/۱ کیلومترمربع)، پیشنهاد می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نقشه راه‌های دسترسی به منطقه اکتشافی شمال بزمان (چاه‌نعلی).



شکل ۲- نمودار همبستگی بین عیار متوسط عناصر در ۳۰ ترانشه اکتشافی.

	Au	As	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sr	Zn	Ba	Be	Ti	Fe	Ag	Bi	Mo	Sb	Sn	W
Au	1																			
As	0.02	1																		
Co	0.06	0.31	1																	
Cr	-0.02	0.26	0.05	1																
Cu	0.21	0.31	0.36	0.14	1															
Mn	0.15	0.18	0.75	-0.06	0.33	1														
Ni	0.06	0.06	0.25	0.39	0.19	0.21	1													
Pb	0.45	0.25	0.11	0.07	0.39	0.14	0.00	1												
Sr	-0.18	0.13	0.10	0.23	-0.03	-0.03	-0.17	-0.17	1											
Zn	0.26	0.33	0.71	0.01	0.47	0.66	0.11	0.52	0.02	1										
Ba	-0.26	0.30	0.42	0.04	0.21	0.37	-0.03	-0.01	0.29	0.37	1									
Be	0.09	0.13	0.34	-0.08	0.08	0.38	0.03	0.09	0.15	0.35	0.19	1								
Ti	-0.38	0.17	0.40	0.13	0.01	0.13	-0.14	-0.20	0.52	0.24	0.59	0.00	1							
Fe	-0.23	0.38	0.57	0.24	0.30	0.36	-0.03	0.03	0.44	0.46	0.59	0.12	0.77	1						
Ag	0.71	0.25	0.20	-0.05	0.43	0.28	0.09	0.53	-0.25	0.41	-0.06	0.24	-0.33	-0.12	1					
Bi	0.28	0.11	-0.08	0.16	0.26	-0.01	0.05	0.37	-0.30	0.05	-0.20	-0.25	-0.25	-0.15	0.29	1				
Mo	0.23	0.21	-0.18	0.36	0.13	-0.21	0.14	0.22	0.00	-0.12	-0.22	-0.24	-0.02	-0.12	0.17	0.34	1			
Sb	0.07	0.10	-0.21	-0.13	-0.16	-0.20	0.04	0.01	-0.08	-0.17	-0.30	0.33	-0.38	-0.33	0.11	-0.22	-0.04	1		
Sn	-0.29	0.03	0.05	0.26	-0.03	-0.13	0.02	0.20	0.31	0.08	0.23	-0.16	0.54	0.37	-0.31	-0.01	0.05	-0.14	1	
W	-0.15	0.47	0.21	0.16	0.07	0.02	-0.05	0.00	0.27	0.20	0.39	0.02	0.49	0.50	-0.08	-0.06	0.03	0.03	0.33	1

شکل۳- تطابق ارزش ضرایب در نمونه‌های لیتوژئوشیمی.

www.SID.ir

Archive of SID

	1 $\frac{Ba^2}{Co.Cu}$	2 $\frac{Pb.Ag.Zn.Cu}{Co^2.Mo.Ni}$	3 $\frac{Pb.Ag}{Zn.Co}$	4 $\frac{Zn.As}{Cu.Ni}$
BZ1	817.03	131	10	14.96
BZ2	237.87	19.41	0.009	16.55
BZ3	343.66	2.38	0.01	1.63
BZ4	274.04	337	0.42	1.27
BZ5	345.73	625.3	0.22	6.37
BZ6	137.31	60.15	0.05	7
BZ7	230.68	1131	1.27	3.06
BZ8	365.68	9.88	0.009	7.88
BZ9	635.68	13.61	0.08	3.58
BZ10	499.26	17.9	0.03	9.39
BZ11	899.34	38.63	0.09	33.21
BZ12	1162	98.32	0.12	4.59
BZ13	280.3	44.56	0.02	16.19
BZ14	718.99	222.8	0.18	6.69
BZ15	381.67	66.79	0.09	3.11
BZ16	583.25	75.39	0.08	3.79
BZ17	153.84	25.42	0.06	1.85
BZ18	208.36	4.8	0.01	9.53
BZ19	654.94	29.69	0.03	17.91
BZ20	129.4	29.68	0.05	3.71
BZ21	115.53	104	0.13	8.42
BZ22	132.74	207.7	0.46	2.35
BZ23	364.67	9.57	0.01	5.26
BZ24	514.26	104.1	0.09	7.93
BZ25	428.36	1550	0.15	30.57
BZ26	231.64	613.3	0.16	15.35
BZ27	303.01	246.8	0.12	13.21
BZ28	145.12	854.4	0.78	6.41
BZ29	299.59	12574	3.05	3.36
BZ30	99.99	1602	4.96	5.96

شکل۴- محاسبه ضرایب زون‌بندی در ۳۰ ترانشه اکتشافی.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- عیار متوسط طلا و عناصر فلزی نشانگر در ۳۰ ترانشه اکتشافی.

Sample	Au	Pb	Zn	Cu	Co	Ni	Ba	Ag	As	Mo
	ppb	ppm	Ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm
BZ 1	7.66	55.55	57.15	24.9	3.65	4.5	272.5	0.4	29.35	4.05
BZ 2	6	14.05	74.6	5.45	5	2.6	182	0.28	28.35	182
BZ 3	11.75	6.46	22.2	36.32	6.02	7.75	274.25	0.34	20.75	2.7
BZ 4	24.5	29.12	20.8	29.87	1.55	4.75	112.65	0.46	8.7	2.2
BZ 5	477.83	48.26	87.81	27.76	5.98	6.5	239.66	2.43	13.1	1.96
BZ 6	412.11	18.15	49.82	32.7	6.06	6.22	165.04	0.93	28.61	2.01
BZ 7	3427.9	15.79	39.96	38.83	4.5	6.69	200.79	14.47	19.91	2.31
BZ 8	136.83	8.26	57.56	22.66	7.5	4.5	249.33	0.52	13.96	2.25
BZ 9	721.16	6.92	28.13	22.95	4.78	5.66	264.16	1.66	16.56	4.2
BZ 10	131.42	11.7	46.61	30.742	5.78	6.57	298	0.75	40.72	3.22
BZ 11	302.42	9.17	36.8	26.85	4.08	4.85	314.14	1.55	117.74	4.48
BZ 12	273.25	10.08	31.65	34.21	2.6	4.37	321.5	1.01	21.73	3.81
BZ 13	201.4	28.32	59.44	37.56	7.82	5.8	287	0.39	59.36	1.56
BZ 14	276	20.65	30.75	20.05	2.6	3.33	193.6	0.7	14.55	1.77
BZ 15	592.55	26.1	39.63	22.72	5.18	6.11	212.13	0.76	10.92	1.64
BZ 16	747.33	15.4	33.43	25.96	3.6	5.33	233.5	0.7	15.7	1.8
BZ 17	825	32.58	53.76	26.04	7.54	9.8	173.8	0.82	8.82	2.46
BZ 18	81.75	10.65	40.6	41.47	8.97	8	278.5	0.475	77.95	2.75
BZ 19	101	13.85	42.17	41.67	6.32	6.5	415.5	0.73	115.05	2.32
BZ 20	136.8	15.58	40.86	57.34	9.2	9	261.28	1.27	46.92	2.06
BZ 21	235.57	19.87	51.28	61.44	6.65	8.42	217.38	2.34	85.07	3.78
BZ 22	1112.6	15.7	27.6	37.42	4.52	5.42	150	3.7	17.31	2.6
BZ 23	194	9.25	42.2	32.7	7.15	5	292	0.46	20.4	2.4
BZ 24	335.66	26.01	67.48	38.21	8.06	6.66	398.16	2	29.96	2.98
BZ 25	526.61	61.23	176.28	43.18	7	5.46	360.04	3.12	40.9	3.5
BZ 26	603.68	41.71	124.15	43.93	7.62	6.05	278.5	3.64	32.88	3.84
BZ 27	606.9	44.3	102.67	46.34	7.82	7.9	331.54	2.27	47.19	4.01
BZ 28	1164.8	61.48	61.55	63.87	4.7	9.09	208.92	3.72	60.96	5.22
BZ 29	1092	77.6	78.81	67.71	1.95	10	198.9	6.04	28.88	5.23
BZ 30	864.5	193.5	23.2	34.55	1.6	5	74.35	0.94	44.45	7.15

کتابنگاری

محرابی، ب.، هوشمندزاده، ع.، کریمی، ز. و رشیدی، ب.، ۱۳۸۳- کانی‌سازی اپی‌ترمال طلا در بزمان (بلوچستان)، هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، شاهرود (چکیده).

References

Corbett, G., 2002- Epithermal gold for explorationists. *Abstract for AIG Journal, Paper, 1*.

Fuck, R. A., Dall'Agnol, R. & Bettencourt, J. S., 2005- Volcanic rocks in Brazil through time and different tectonic settings. Journal of South American Earth Sciences, 18(3), 233-235.

Panteleyev, A., 1996- Epithermal Au-Ag: Low Sulphidation, in Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles, Volume 2 – Metallic Deposits, Lefebure, D.V. and Hý, T, Editors, British Columbia Ministry of Employment and Investment, Open File 1996-13, pages 41-44.

Sillitoe, R. H. & Hedenquist, J. W., 2003- Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious metal deposits. *Special Publication-Society of Economic Geologists, 10*, 315-343.

www.SID.ir