Archive of SID

زمستان ۸۹، سال بیستم، شماره ۷۸، صفحه ۹۷ تا ۱۰۴

ویژگی‌های فلززایی (متالوژنیکی) کانسار سرب و روی (مس) باریک آب با سنگ میزبان توف اسیدی، رشته کوه‌های طارم، جنوب‌خاور زنجان، شمال‌باختر ایران

کمال الدین بازرگانی گیلانی[1]، محمد پرچکانی[1]*

[1] دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۶/۲۵

چکیده

کانسار سرب و روی (مس) باریک آب در ۲ کیلومتری شمال خاور روستای باریک آب در شمال شهرستان ابهر، در ۷۵ کیلومتری جنوب‌خاور استان زنجان واقع شده است. از نظر تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ایران، ناحیه مورد بررسی در کوه‌های طارم، زون البرز-آذربایجان و یا باختر البرز مرکزی با روند شمال‌باختر- جنوب‌خاور، بر روی نوار ماگمایی کرتاسه بالایی- سنوزوییک قرار گرفته است. در کوه‌های طارم به طور عمده سنگ‌های آذرآواری و آتشفشانی رخنمون دارند که سازند کرج معرفی شده و به عضو زیرین با نام کردکند (۲۴۰۰ متر) و عضو بالایی با نام آمند (۱۴۰۰ متر) تقسیم شده‌اند. عضو اخیر به ۶ بخش Ea1 , Ea2 , Ea3 , Ea4 , Ea5 , Ea6 تقسیم شده است، در باریک آب بخش‌های Ea5 ، Ea4 و Ea6 رخنمون داشته و کانسار باریک آب در بخش Ea_4 جای گرفته است و به طور کلی این بخش‌ها شامل گدازه‌های آندزیت، داسیت، ریوداسیت، ریولیت، توف برشی، توف و ایگنمبریت است. کانی‌زایی کانسار سرب و روی (مس) باریک آب به دو نوع هیپوژن شامل اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، پیریت و بورنیت و غنی‌سازی سوپرژن شامل مالاکیت، آزوریت، کوولیت، هماتیت، لیمونیت و گوتیت است. با توجه به بالا بودن مقدار Cd و پایین بودن نسبتZn/Cd در اسفالریت و نیز بالا بودن مقدار Ag وSb ، پایین بودن نسبت $Se/S*10^{-4}$ در گالن، مقایسه با دیگر تیپ‌های کانه‌زایی سرب و روی، وجود کانی‌زایی با بافت رگچه‌ای، رگه‌ای، پرکننده شکاف‌ها و گسل‌ها، دگرسانی‌های سیلیسی و سریسیتی و نیز تمرکز در گسل‌های کششی نشان‌دهنده کانی‌زایی پس از ائوسن و در اثر فعالیت سیال‌های گرمابی درجه حرارت متوسط است.

کلیدواژه‌ها: سرب و روی (مس)، کانسار باریک آب، توف، کوه‌های طارم، زنجان، ایران

* **نویسنده مسئول:** محمد پرچکانی

E-mail: Parchekani@khayam.ut.ac.ir

۱- مقدمه

کانسار سرب و روی (مس) باریک آب در عرض جغرافیایی"۳۳ '۱۶ °۳۷ و طول جغرافیایی"۲۳ '۱۸ °۴۹ در جنوب‌خاور زنجان در ۲۵ کیلومتری شمال ابهر و در ۲ کیلومتری شمال‌خاور روستای باریک آب واقع شده است (شکل۱ و ۲) که در تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ایران جزو زون البرزباختری (نبوی، ۱۳۵۵) و یا باختر البرز مرکزی (Guest et al., 2007) است. البرز بخشی از رشته کوه‌های آلپ- هیمالیا است که طی حرکات کوهزایی آلپ پایانی به شکل کنونی در آمده است و ناشی از برخورد ورقه‌های عربی- اوراسیا است (Allen et al., 2003). بخش‌هایی از البرز باختری در اثر فازهای کوهزایی پیرنه (الیگوسن زیرین) و پاسادنین (پلیو-پلیوستسن) از آب خارج شده است (حاج علیلو، ۱۳۸۲). بر اساس بررسی‌های Hirayama et al. (1966)، با توجه به تشابهات زمانی (ائوسن) و سنگ‌شناختی سنگ‌های آتشفشانی- آتشفشانی‌آواری کوه‌های طارم و ناحیه مورد بررسی را به عنوان سازند کرج معرفی کرده‌اند که این سازند بیانگر یک رژیم کششی در یک کمان آتشفشانی درون قاره‌ای مرتبط با فرورانش در جهت شمال در امتداد زمین درز زاگرس (Zagros suture) است (Zanchi et al., 2006). Hirayama et al. (1966) از نظر موقعیت چینه‌شناسی این سازند را به ۲ عضو کردکند (۲۴۰۰متر) و عضو آمند (۱۴۰۰ متر) تقسیم کرده‌اند و در مجموع ۳۸۰۰ متر ستبرا برای سازند کرج در این ناحیه تعیین کرده‌اند در حالی که بنابر تحقیقات Allen et al. (2003) ستبرای ۵۰۰۰ متر در البرز مرکزی برای این سازند برآورد شده است. Stöcklin & Eftekhar-nezhad (1969) عضو آمند را به ۶ بخش Ea1, Ea2, Ea3, Ea4, Ea5, Ea6 تقسیم کرده‌اند (شکل۱-b). در ناحیه مورد بررسی بخش‌های Ea4, Ea5, Ea6 رخنمون دارند که کانسار سرب و روی (مس) باریک آب در بخش Ea4 جای گرفته است و سنگ میزبان کانسار شامل توف ریولیتی، ریوداسیتی و داسیتی از نوع نیمه قلیایی است (شکل۱-a). کانسارهای سرب و روی بیشتر با بستر کربناتی بوده و به مقدار زیادی از جهات مختلف در ایران مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و منابع زیادی وجود دارد که از بیان نام آنها خودداری می‌شود اما بررسی در مورد کانسار سرب و روی (مس) با بستر توف از ایران بسیار کم است، و این موضوع پژوهشگران را بر آن داشت تا با بررسی داده‌های صحرایی، مقاطع نازک و صیقلی، داده‌های ژئوشیمیایی سنگ بستر و کانه‌های سرب و روی (مس) این کانسار را مورد بررسی ژنتیکی قرار دهند.

۲- نمونه‌برداری و روش مطالعه

ویژگی‌های زمین‌شناسی ناحیه کوه‌های طارم با استفاده از نقشه‌های زمین‌ساختی و زمین‌شناسی و نیز مشاهدات صحرایی در سال ۱۳۸۶ صورت گرفت و تعداد ۳۵۰ نمونه از سنگ‌های مختلف و ۱۰۰ نمونه معدنی جمع‌آوری شد. کانی‌های نمونه‌های جمع‌آوری شده از بخش‌های مختلف به وسیله میکروسکوپ دو چشمی مورد مطالعه قرار گرفت. از نمونه‌های مناسب، مقاطع نازک - صیقلی آماده شده و به وسیله میکروسکوپ‌های ویژه در دانشگاه تهران بررسی شدند. تجزیه‌های اشعه ایکس نمونه‌ها با استفاده از Cu Kα در سازمان زمین‌شناسی تجزیه و تحلیل شدند. ویژگی‌های عناصر اصلی و کمیاب ۱۰ نمونه مناسب از سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری سازند کرج به روش ICP-MS و ICP-ES در آزمایشگاه ACME کانادا صورت گرفت که در جدول ۱ نشان داده شده است و نتایج حاصل توسط نرم افزارهای سنگ‌شناسی (Igpet and Minpet) مورد بررسی قرار گرفتند. ۱۱ نمونه کانه نیز برای تعیین ژئوشیمی کانه پس از آماده‌سازی و پوشش کربن توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی رویشی (SEM) وگا (VEGA) مدل VG2080573IR درصد عناصر به روش EDX در آزمایشگاه متالورژی رازی مورد تجزیه قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- سنگ‌نگاری سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری

مطالعه زمین‌شناسی ناحیه‌ای، سنگ‌شناسی و سنگ‌نگاری ناحیه کوه‌های طارم در زون البرز باختری به وسیله گردآوری نقشه زمین‌شناسی و زمین‌ساختی و نیز مشاهدات صحرایی برای چندین روز انجام شد و از نواحی مناسب نمونه دستی غیرهوازده و تازه از واحدهای مختلف توالی آتشفشانی ناحیه کوه‌های طارم تهیه شد. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، سنگ‌های منطقه کوه‌های طارم از آتشفشانی‌ها و آذرآواری‌ها هستند و با توجه به نتایج حاصل از رده‌بندی سنگ‌شناختی و داده‌های ژئوشیمیایی، می‌توان سنگ‌های ناحیه مورد مطالعه را به دو گروه سنگ‌های آذرین خروجی و آذرآواری تقسیم کرد. سنگ‌های آذرین خروجی در منطقه شامل آندزیت، تراکی‌آندزیت، داسیت، ریوداسیت و ریولیت است و سنگ‌های آذرآواری شامل توف برشی و ایگنمبریت است.

از دیدگاه سنگ‌نگاری، سنگ‌های آذرین خروجی و آذرآواری ناحیه باریک آب دارای ویژگی‌های زیر هستند :

کانی‌های اصلی شامل پلاژیوکلاز ، فلدسپار قلیایی، کوارتز است (شکل ۳):

- پلاژیوکلاز: در بیشتر سنگ‌های ناحیه به صورت خودشکل تا نیمه‌شکل‌دار، بیشترین بخش متبلور را می‌سازد و گاه منطقه‌بندی (زونینگ) دارند، برخی از آنها در مرکز و در امتداد رخ‌های (کلیواژ) خود سوسوریتیزه شده و محصولات تجزیه آنها، کلریت، اپیدوت، کلسیت و سریسیت است.

- فلدسپار قلیایی: به طور عمده در سنگ‌های اسیدی دیده می‌شوند و در سنگ‌های آذرآواری به صورت سانیدین است که درشت‌بلور بوده و در سنگ‌های آذرین خروجی، در متن سنگ به صورت ریز دانه و یا به صورت نیمه‌خودشکل دیده می‌شوند که در اثر دگرسانی، سریسیتیزه و کائولینیتی شده‌اند.

- کوارتز: به صورت خودشکل تا بی‌شکل به طور عمده در سنگ‌های اسیدی و کمتر در سنگ‌های حد واسط دیده می‌شوند. انواع نیمه‌شکل‌دار آن در نمونه‌های آذرآواری، اشکال خلیجی نشان داده و کوارتزهای بی‌شکل خمیره آفانیتیک را تشکیل می‌دهند. برخی از بلورهای کوارتز، محتوی میان‌بارهای سیال هستند و گاه به صورت چند قلویی یافت می‌شوند، البته در نمونه‌های آندزیتی به عنوان کانی فرعی به شمار آمده‌اند.

کانی‌های فرعی شامل کلینوپیروکسن، ارتوپیروکسن، بیوتیت و آمفیبول است:

- کلینوپیروکسن و یا ارتوپیروکسن: در اشکال خودشکل تا نیمه‌خودشکل به صورت درشت‌بلور و ریزبلور در برخی از سنگ‌ها وجود دارند، بیشتر ناپایداری نشان داده و به اورالیت، بیوتیت و کلریت تبدیل شده‌اند.

- بیوتیت: به صورت نیمه‌خودشکل تا خودشکل بوده و در اثر دگرسانی به کلریت تجزیه شده و اکسیدهای آهن آزاد کرده‌اند. در نمونه‌های حدواسط (آندزیتی) ۲ نوع بیوتیت دیده می‌شود : نوع اولیه حالت عدم تعامل نشان داده و نوع ثانویه آن در رگه‌ها و یا در اطراف کانی‌های کدر تشکیل شده است.

- آمفیبول: در برخی از مقاطع نازک به صورت اورالیت حاصل از تجزیه پیروکسن‌ها، دیده می‌شوند.

کانی‌های عارضه‌ای شامل آپاتیت و کانی‌های کدر است.

کانی‌های ثانویه شامل کلریت، اپیدوت، کلسیت، سریسیت، بیوتیت و اورالیت هستند که در نمونه‌های در برگیرنده کانسار باریک آب در اثر نفوذ سیال‌های گرمابی تشکیل شده‌اند، در حالی که در سنگ‌های مجاور توده‌های نفوذی وجود آنها نشان دهنده دگرگونی در حد رخساره آلبیت – اپیدوت - هورنفلس است. با بررسی میکروسکوپی مقاطع نازک سنگ‌های آذرین خروجی و آذرآواری منطقه مورد مطالعه و تحقیقات صورت گرفته پیشین در ناحیه (احمدیان، ۱۳۷۰؛ مؤید، ۱۳۷۰ و پیروان، ۱۳۷۱) این طور برداشت می‌شود که ماگما پس از توقف و سپس عملکرد تفریق بیرون ریخته باشد که گواه این مدعا وجود درشت‌بلورهای پلاژیوکلاز، فلدسپار قلیایی و پیروکسن به همراه خمیره شیشه‌ای یا ریز بلور است.

۴- ژئوشیمی

نتایج حاصل از تجزیه عناصر اصلی و کمیاب نمونه‌های مختلف از سنگ‌های ناحیه باریک آب در جدول ۱ نشان داده شده است. در نمودار $Na_2O + K_2O$ در برابر SiO_2 (Le Bas et al., 1986) فازهای مختلف از سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری ائوسن باریک آب رسم شده‌اند (شکل ۴-a). در این نمودار نمونه‌های توف خاکستری و کرم محدوده وسیعی از ریولیت تا داسیت و تراکی‌داسیت را در بر گرفته‌اند. هر چند، برخی از نمونه‌ها تمایل به سمت تراکی آندزیت دارند اما ترکیب کلی توف‌های این ناحیه به طور عمده اسیدی (ریولیت) و تا حدی حدواسط (تراکی داسیت و داسیت) است.

در نمودار SiO_2 در برابر $Zr/TiO_2*0.0001$ (Winchester & Floyd, 1977)، فازهای مختلف توف‌های ائوسن ناحیه باریک آب رسم شده‌اند (شکل ۴- b).

در این نمودار نمونه‌های توف در محدوده ریوداسیت، داسیت و ریولیت قرار گرفته‌اند. در کل، این نمودار تأییدی بر درستی نتایج حاصل از نمودار شکل پیش بوده و نشان‌دهنده ترکیب اسیدی و حدواسط برای توف‌های این ناحیه است. به منظور نشان دادن افینیتی شیمیایی سنگ‌های آتشفشانی باریک آب، نمونه‌ها در نمودار مثلثی FeO*, MgO و Alkaline و نمودار $Na_2O + K_2O$ در برابر SiO2 (Irvine & Barager, 1971) که در شکل ۴- c و ۴- d نشان داده شده‌اند، می‌توان به خوبی ویژگی تولئیتی یا کلسیمی- قلیایی بودن این سنگ‌ها را افزون بر ویژگی قلیایی و یا نیمه قلیایی تعیین کرد. در شکل۴-c به خوبی مشخص است که نمونه‌ها متمایل به کلسیمی- قلیایی هستند و هیچ نمونه‌ای در محدوده تولئیتی واقع نشده است، از سوی دیگر در شکل ۴-d دیده می‌شود که نمونه‌ها در زیر خط مرزی(zagros suture) یعنی در محدوده نیمه قلیایی قرار می‌گیرند. همان طور که اشاره شد، با توجه به شکل۴-c دیده می‌شود، نمونه‌ها به طور معنی‌داری در محدوده کلسیمی- قلیایی قرار می‌گیرند، حال شاهدی دیگر بر درستی این نتیجه، نمودار Peacock (1931) است که در آن Na_2O+K_2O در برابر SiO_2 بوده و در این نمودار نیز نمونه‌ها در محدوده Calcic قرار می‌گیرند (شکل ۴-e)، یعنی نمونه‌ها هیچ تمایلی به سمت محدوده CA (Calcic-Alkalic) و A-C (Alkalic-Calcic) ندارند که نکته قابل برداشت دیگر از این شکل، افزون بر کلسیمی- قلیایی بودن نمونه‌ها، ویژگی نیمه قلیایی آنها است. در نمودار K_2O+SiO_2 در برابر SiO_2 (Cox et al., 1979) که برای تعیین نشان دادن بالا، متوسط یا پایین بودن مقدار K در نمونه‌ها استفاده می‌شود، همه نمونه‌های آتشفشانی و آذرآواری ناحیه مورد مطالعه افزون بر داسیت و ریولیت بودن، در محدوده High-K قرار گرفته‌اند (شکل ۴- f).

محتوای عناصر کمیاب بهنجارشده با PRIM و Chondrites از سنگ‌های ناحیه مورد بررسی در شکل ۵ آورده شده است. این شکل نشان می‌دهد که در تمام نمونه‌ها طرح و الگوی مشابهی دیده می‌شود و بیانگر این موضوع است که سنگ‌های ناحیه از منشأ ماگمایی مشابهی نشأت گرفته‌اند و دارای سیر تکاملی مشابهی بوده‌اند. ترکیب عنصر کمیاب سنگ‌های آتشفشانی و آذراواری ناحیه باریک آب تشابهات بسیار نزدیکی با ماگماهای مرتبط با زون فرورانشی دارند، البته با توجه به غنی‌شدگی از عناصر LILE در همه نمونه‌ها، می‌تواند بیانگر این نکته باشد که فعالیت آتشفشانی در شرایط Post-Collisional شکل گرفته باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- شرایط زمین‌ساختی

لاواها و سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری واحد Ea4 از عضو آمند توسط سه سری گسل قطع شده‌اند که هر کدام از دسته گسل‌ها به پیروی از گسل‌های اصلی ایران شکل گرفته‌اند، به این معنی که، سری اول به پیروی از گسل تبریز- سلطانیه دارای روند شمال‌باختری- جنوب‌باختری گسل‌هایی با همین روند هستند، سری دوم به پیروی از گسل شمالی- جنوبی (امتداد لغز) آستارا دارای روند شمال- جنوب هستند و در نهایت دسته سوم، گسل‌هایی با روند شمال خاور- جنوب‌باختر و عمود بر امتداد برخورد بلوک ایران با باختری هستند که به احتمال قوی ناشی از تشکیل حوضه کششی در بخش پشت کمان‌های آتشفشانی حاصل از این برخورد هستند. نکته دارای اهمیت این است که کانی‌زایی در کانسار باریک آب در گسل‌های سری سوم صورت گرفته است و تنها محدود به طبقات توف با ترکیب ریولیتی، ریوداسیتی و داسیت از بخش Ea4 در نزدیکی مرکز تاقدیس باریک آب است. به طور کلی، کانه‌زایی اصلی کانسار باریک آب در گسل‌هایی عمود بر روند کلی کوه‌های طارم، در گسل‌های کششی به صورت رگچه‌ای، رگه‌ای و پرکننده شکاف‌ها و گسل‌ها صورت گرفته است و ابعاد آن بسیار متغیر است به طوری که در رگچه‌های بسیار کوچک تا بزرگ‌ترین رگه به طول ۵۰۰ متر و ستبرای ۴ متر کانی‌زایی صورت گرفته است (شکل ۲-b) که سازوکار کلی کانه‌زایی در کانسار سرب و روی (مس) باریک آب به صورت جای‌گذاری محلول‌های گرمابی است که وجود دگرسانی‌های گرمابی قابل مشاهده در حاشیه کانی‌سازی‌ها، شاهد این مدعا است.

۶- کانی‌زایی و توالی پاراژنزی

فعالیت آتشفشانی ائوسن در باختر رشته کوه‌های البرز نسبت به بخش‌های خاوری آن ستبرای بیشتری دارد و زون‌های کانه‌زایی متفاوتی نیز نسبت به یکدیگر دارند، به طوری که در بخش خاوری به طور عمده زون‌های زئولیت و بنتونیت (Bazargani- Guilani & Rabbani, 2004) و کمتر کانی‌زایی سرب و روی (مس) در سنگ‌های ائوسن دیده می‌شود در حالی که در نواحی باختری، بویژه در ناحیه مورد بررسی، زون‌های آلونیتی و کائولینیتی در کنار زون کانه‌زایی سرب و روی (مس) درون سنگ‌های آتشفشانی‌های ائوسن (Bazargani-Guilani et al., 2008) دیده می‌شود که وجود این دو زون در بخش باختری بیانگر گسترش وسیع محلول‌های گرمابی در ناحیه مورد بررسی است. با توجه به شواهد صحرایی و بررسی‌های آزمایشگاهی، همراهی دگرسانی سیلیسی، کائولینیتی و سریسیتی با کانه‌زایی صورت گرفته در رگه‌ها، رگچه‌ها، شکستگی‌ها و گسل‌ها به طور کامل مشخص است (شکل ۲-d).

با بررسی کانه‌ها در مقاطع صیقلی، به کانی‌سازی هیپوژن و سوپرژن قابل تقسیم هستند، کانه‌های هیپوژن شامل اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، پیریت و بورنیت (شکل ۲-e و f) و سپس در اثر غنی‌شدگی‌های ثانویه کانه‌های سوپرژن مالاکیت، آزوریت، کوولیت، هماتیت، گوتیت و لیمونیت تشکیل یافته‌اند که توالی پاراژنزی آن در شکل ۶ نشان دهنده داده شده است. گالن و اسفالریت از نظر فراوانی بیشترین کانه‌های باریک آب را تشکیل می‌دهند. اسفالریت به صورت دانه‌ای و توده‌ای است که شکستگی‌های آن توسط دیگر کانی‌ها پر شده است و در برخی از مقاطع صیقلی، درون کانی اسفالریت، بلورهای کوچک کالکوپیریت در امتداد مشخصی تشکیل یافته‌اند (شکل ۲-e) و بنا بر نظر Ramdohr (1980)، بیانگر بافت اکسولوشن و وجود محلول جامد است.

گالن در کنار اسفالریت به صورت بلورهای درشت و توده‌ای دیده می‌شود. از ویژگی‌های اصلی گالن وجود اشکال مثلثی شکل فراوان در مقاطع صیقلی است، که برخی از بلورهای گالن در مقطع به رنگ تیره‌تر هستند که دو علت می‌تواند داشته باشد: ۱)گالن ریز بلور باشد و ۲) در اثر آلودگی با بعضی عناصر مانند Te و As، گالن تیره دیده شود (Uytenbugarte, 1971) که با توجه به بالا بودن میزان As در بعضی از نمونه‌های گالن احتمال دوم افزایش می‌یابد. کانی‌های هیپوژن کالکوپیریت و بورنیت بدون شکل هندسی منظم (شکل ۲-f) بوده و در اثر فرایندهای سوپرژن تبدیل به کوولیت شده‌اند. پیریت در کانسار باریک آب در شکل‌های نامنظم و مقدار کم به صورت پراکنده تشکیل شده است که در تعدادی از نمونه‌ها درون گالن نیز دیده می‌شوند.

با توجه به داده‌های ژئوشیمیایی حاصل از تجزیه ماده‌های معدنی کانسار سرب و روی (مس) باریک آب و تجزیه و تحلیل این داده‌ها، با توجه به بالا بودن مقدار Cd و پایین بودن نسبتZn/Cd در اسفالریت و نیز بالا بودن مقدار Ag و Sb و پایین بودن نسبت Se/S*10-4 در گالن و مقایسه با دیگر تیپ‌های کانه‌زایی سرب و روی (Amcoff, 1976; Song, 1984; Xu, 1998)، بیانگر منشأ گرمابی برای کانسار سرب و روی (مس) باریک آب است. با توجه به قرارگیری ناحیه مورد بررسی در زون کانی‌زایی فلزی Pb-Zn-Cu و وجود زون‌های دگرسانی کائولینیتی و آلونیتی در مرکز و شمال کوه‌های طارم (Bazargani-Guilani et al., 2008)، شناسایی نوع دگرسانی‌های موجود در ناحیه می‌تواند در شناسایی دگرسانی‌های مستعد کانه‌زایی مفید باشد به طوری که در کانسار سرب و روی (مس) باریک آب با سنگ میزبان توف اسیدی، عمده دگرسانی در معدن، سیلیسی شدن، سریسیتی و کائولینیتی است که می‌تواند به عنوان شاخص در تشخیص این تیپ کانسار باشد.

با توجه به بررسی‌های پیشین صورت گرفته در کوه‌های طارم و ناحیه مورد بررسی (احمدیان، ۱۳۷۰؛ مؤید، ۱۳۷۰؛ پیروان، ۱۳۷۱؛ یزدی، ۱۳۸۱؛ حاج علیلو، ۱۳۸۲)، دگرسانی سریسیتی در مقیاس وسیعی از این ناحیه وجود دارد و از نظر کانی‌شناسی پاراژنز کوارتز، فلدسپار، کائولینیت، ایلیت و سریسیت قابل مشاهده است که در نواحی کانی‌زایی، سیلیسی شدن نسبت به کائولینیتی شدن گستره بیشتری دارد افزون بر این با توجه به ساختار کلی منطقه و نوع کانه‌زایی که به طور عمده به صورت رگچه‌ای، رگه‌ای و پرکننده شکاف و گسل است، تشکیل کانسار سرب و روی (مس) باریک آب بنا به دلایلی مانند وجود کانی‌زایی با بافت رگچه‌ای، رگه‌ای، پرکننده شکاف‌ها و گسل‌ها، دگرسانی‌های سیلیسی و سریسیتی و تمرکز در گسل‌های کششی نشان دهنده کانی‌زایی تأخیری است.

۷- نتیجه‌گیری

بر اساس تقسیمات سنگ‌شناختی که در این ناحیه به عمل آمده، سازند کرج به عضو زیرین کردکند (۲۴۰۰ متر) و عضو بالایی آمند (۱۴۰۰ متر) تقسیم شده که عضو آمند دارای ۶ بخش Ea_1, Ea_2, Ea_3, Ea_4, Ea_5, Ea_6 است و در ناحیه مورد بررسی تنها بخش‌های Ea_4, Ea_5 و Ea_6 از عضو آمند برونزد دارند که کانسار سرب و روی (مس) باریک آب در بخش Ea_4 برونزد یافته است. سنگ‌های در برگیرنده کانسار باریک آب براساس بررسی‌های سنگ‌نگاری، با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی و بهره‌گیری از نمودارهای گوناگون به طور عمده شامل ریولیت، داسیت و ریوداسیت است که بیانگر ضعف و شدت گرفتن فعالیت‌های انفجاری در گذشته بوده است و بر اساس بررسی‌های ژئوشیمیایی بر روی توف‌های این ناحیه، سری ماگمایی نیمه قلیایی برای این سنگ‌ها تعیین شده است. کانی‌زایی قابل تقسیم به دو نوع هیپوژن و سوپرژن است به طوری که در مرحله اول کانه‌های

www.SID.ir

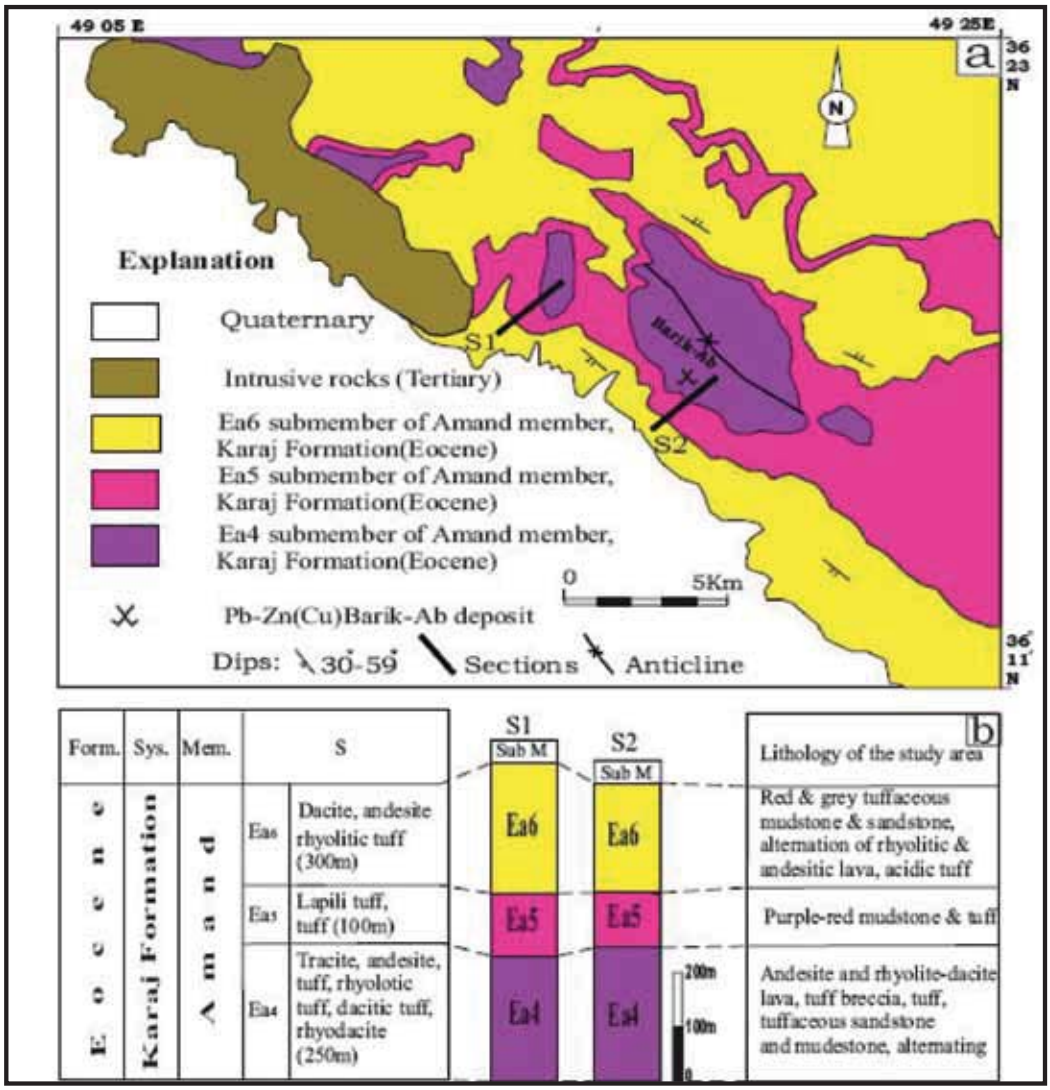
Archive of SID

هیپوژن اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، پیریت و بورنیت متبلور شده‌اند و سپس در اثر آب‌های فرورو غنی‌شدگی‌های ثانویه کانه‌های سوپرژن مالاکیت، آزوریت، کوولیت، هماتیت، گوتیت و لیمونیت تشکیل یافته‌اند.

کانه‌زایی در کانسار سرب و روی (مس) باریک آب به صورت جای‌گذاری محلول‌های گرمابی است و با توجه به ساختار کلی منطقه و نوع کانه‌زایی که به طور عمده به صورت رگچه‌ای، رگه‌ای و پرکننده شکاف و گسل و دگرسانی دیواره رگه و بخش Ea_4، کانسار سرب و روی (مس) باریک آب پس از ائوسن و به احتمال زیاد در حین تشکیل گسل‌های کششی جایگزین شده است. با توجه به بالا بودن مقدار Cd و پایین بودن نسبت Zn/Cd در اسفالریت و نیز بالا بودن مقدار Ag و Sb و پایین بودن نسبت Se/S*10-4 در گالن و مقایسه با دیگر تیپ‌های کانه‌زایی سرب و روی، بیانگر منشأ گرمابی برای کانسار سرب و روی (مس) باریک آب است، از سویی دیگر وجود شباهت‌هایی مانند کانه‌زایی به صورت رگچه‌ای، رگه‌ای و پرکننده شکاف و گسل و دگرسانی دیواره رگه و سنگ بستر، می‌توان این نوع کانه‌زایی را مشابه تیپ رگه‌های کردیلرائی دانست.

سپاسگزاری

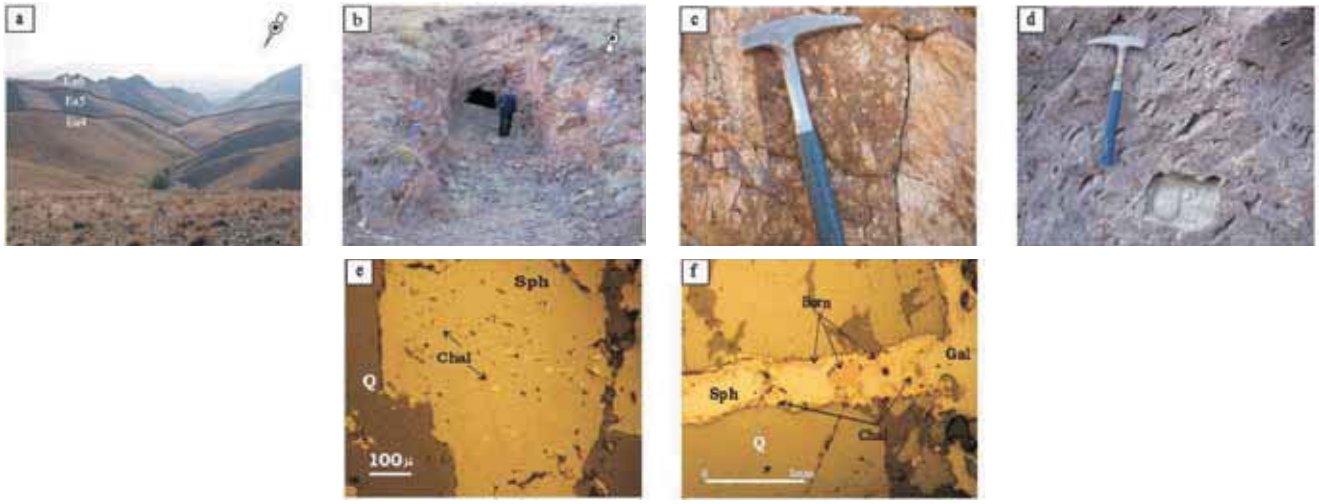
این پژوهش حاصل طرح تحقیقاتی " بررسی ژنز و ژئوشیمی کانسار سرب و روی باریک آب در سازند کرج، جنوب خاور زنجان، نوار البرز باختری" است، که با پشتیبانی مالی معاونت محترم پژوهشی دانشکده زمین‌شناسی پردیس علوم دانشگاه تهران انجام شد، بنابراین از همکاری این معاونت قدردانی می‌شود. همچنین از مهندس مصطفی شهرابی، دکتر محمدولی ولی‌زاده ، دکتر داریوش اسماعیلی و دکتر علی کنعانیان به سبب نقطه نظرات ارزنده آنها سپاسگزاری می گردد.



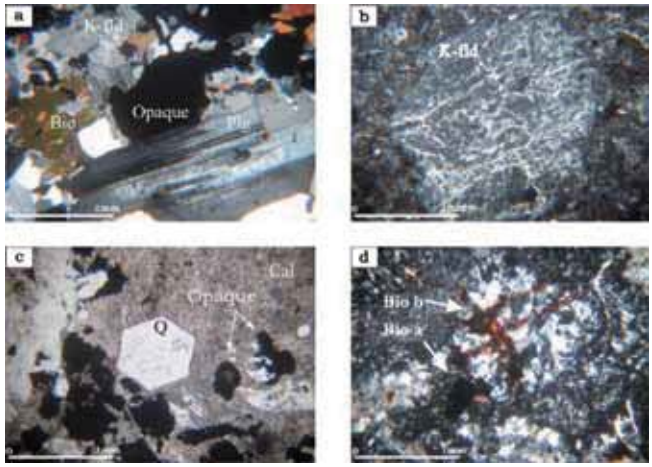
شکل۱- a) زمین‌شناسی باختر البرز (به نقل از Stöcklin & Eftekhar-nezhad, 1969)، کوه‌های طارم و ناحیه مورد بررسی. b) :S1, S2 دو برش عرضی از ناحیه باریک آب است که توالی چینه‌شناسی تهیه شده با توالی چینه‌شناسی Stöcklin and Eftekhar-nezhad (1969) مقایسه شده است که با نام S نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- a) نشان‌دهنده بخش‌های بیرون‌زده از عضو آمند سازند کرج که بخش Ea4 در زیر، بخش Ea5 در میان و بخش Ea6 در بالا قرار گرفته است، b) یکی از تونل‌های حفر شده در کانسار باریک آب با سنگ‌های میزبان توفی که کانی‌زایی در امتداد شکستگی‌ها و گسل در اینجا به خوبی مشخص است، c) توف برشی از بخش Ea4 در محل کانسار، در سمت چپ،گوشه پایین ماده معدنی دیده می‌شود که به صورت سیمان برشی و رگچه‌ای تشکیل یافته است، البته در این کانسار بخش عمده‌ای از کانی‌زایی در توف‌های برشی صورت گرفته است،d) توف دگرسان‌شده از بخش Ea5، کانی‌های پلاژیوکلاز از سنگ خارج شده‌اند و دگرسانی به صورت انتخابی است، e) نشان‌دهنده بافت Exsolution که کانی کالکوپیریت درون اسفالریت تشکیل شده است، f) کانی‌های هیپوژن که در طی مرحله اول کانی‌زایی درون رگه‌ها و گچه‌ها متبلور شده‌اند.



شکل ۳- a) نشان‌دهنده کانی‌های پلاژیوکلاز، فلدسپار قلیایی، بیوتیت و کانی‌های کدر است. در این شکل کانی‌های پلاژیوکلاز با ماکل خاص خود به خوبی قابل تشخیص است و در بیشتر سنگ‌های ناحیه به صورت خودشکل تا نیمه خودشکل قابل مشاهده هستند. کانی‌های فلدسپار قلیایی در متن سنگ به صورت ریز دانه و یا به صورت نیمه‌خودشکل دیده می‌شوند که در اثر دگرسانی ، سریسیتیزه و کائولینیتی شده‌اند که نسبت به پلاژیوکلاز متحمل دگرسانی بیشتری شده‌اند و تمامی کانی‌ها در زمینه‌ای از کوارتز قرار گرفته‌اند. b) کانی فلدسپار قلیایی در حال دگرسان شدن را نشان داده که به طور عمده در سنگ‌های اسیدی دیده می‌شوند. در سنگ‌های آذرآواری به طور عمده به صورت سانیدین است که به صورت درشت‌بلور بوده و در سنگ‌های آذرین خروجی، در متن سنگ به صورت ریز دانه و یا به صورت نیمه شکل‌دار دیده می‌شوند که در اثر دگرسانی، سریسیتیزه و کائولینیتی شده‌اند. c) کانی‌های کوارتز، کلسیت و کانی‌های کدر را نشان می‌دهد. کانی کوارتز به صورت خودشکل تا بی‌شکل به طور عمده در سنگ‌های اسیدی و کمتر در سنگ‌های حد واسط دیده می‌شوند. انواع نیمه‌خودشکل آن در نمونه‌های آذرآواری، اشکال خلیجی نشان داده و کوارتزهای بی‌شکل خمیره آفانیتیک را تشکیل می‌دهند. کانی کلسیت و کوارتزهای بی‌شکل در اثر دگرسانی دیگر کانی‌ها تحت تأثیر اثر نفوذ سیال گرمابی شکل گرفته‌اند. d) کانی بیوتیت را نشان می‌دهد. در این شکل کانی بیوتیت به صورت نیمه‌خودشکل تا خودشکل است. بیوتیت در اثر دگرسانی به کلریت تجزیه شده و اکسیدهای آهن آزاد کرده است. در این شکل ۲ نوع بیوتیت دیده می‌شود: نوع اولیه حالت عدم تعامل نشان داده و نوع ثانویه آن در رگه‌ها و یا در اطراف کانی‌های کدر تشکیل شده است.

www.SID.ir

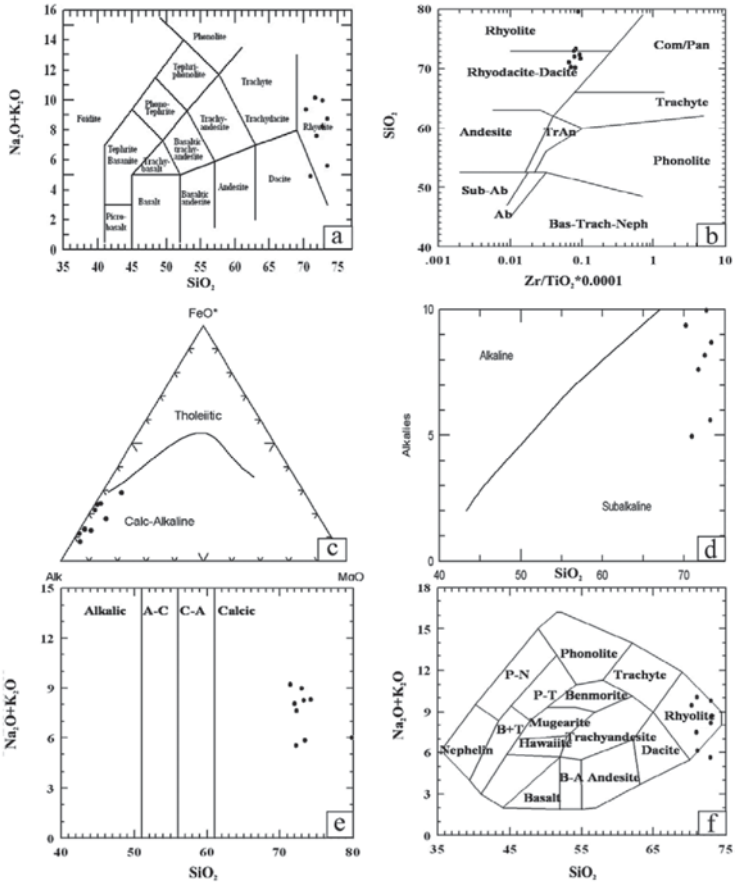
Archive of SID

جدول ۱- نشان دهنده داده‌های به‌دست آمده از تجزیه نمونه های ناحیه باریک آب کوه‌های طارم.

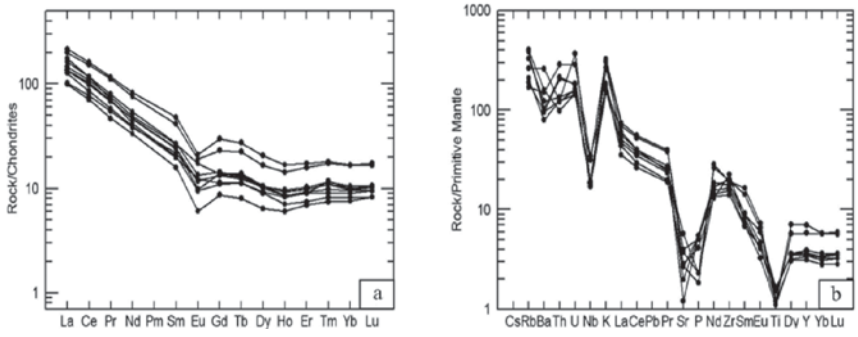
Samples	AbB13	AbB14	AbB15	AbB16-1	AbB22	AbB25	AbB31	AbB42	AbB43	AbB44
Location	Tm	Tm	Tm	Tm	Tm	Tm	Tm	Tm	Tm	Tm
Rock type				Tuff						
SiO2%	80.55	71.78	85.91	73.34	70.21	73.23	72.58	70.97	71.67	72.74
TiO2%	0.16	0.33	0.09	0.24	0.36	0.35	0.36	0.26	0.27	0.26
Al2O3%	8.69	12.08	6.64	13.05	12.59	12.75	13.75	11.23	13.35	13.15
Fe2O3%	0.72	2.62	0.35	1.22	2.77	1.03	2.81	2.01	1.64	1.55
MnO%	0.05	0.07	0.02	0.07	0.1	0.09	0.04	0.07	0.08	0.07
MgO%	0.3	0.2	0.15	0.08	0.17	0.52	0.1	0.54	0.21	0.22
CaO%	1.27	2.23	0.32	1.63	1.79	1.66	0.26	3.97	0.72	0.42
Na2O%	0.18	2.06	0.1	3.77	0.17	0.23	0.15	0.33	0.32	0.52
K2O%	5.49	5.55	4.59	4.93	9.2	5.37	8.02	4.63	9.83	9.44
P2O5%	0.04	0.11	0.03	0.05	0.12	0.12	0.12	0.09	0.04	0.05
LOI%	2.4	2.9	1.7	1.5	2.4	4.2	2.2	5.7	1.8	1.5
Total	99.85	99.93	99.90	99.88	99.88	99.55	100.39	99.80	99.93	99.92
Sc	2	3	2	2	4	3	3	3	4	4
V	14	35	10	17	37	30	33	28	10	10
Ni	5	14	5	9	5	7	5	6	5	8
Co	16.5	16.7	40.6	33.5	13	14.6	19.2	8.6	9.6	27.4
Cu	4.1	2.7	34.4	2	1	9.4	1.6	2.9	2.8	2.5
Zn	13	10	14	48	11	114	8	11	22	19
Ga	8.2	10	5	11.5	10.3	13.2	10.4	9.5	12.5	12.2
Rb	165.6	120.7	141.8	107.7	258.9	132.6	209.9	166.9	245.3	245.8
Sr	32.47	84.1	60.5	120.8	41.7	55.6	25.5	60.2	57.2	78.9
Y	17.3	15.9	10.7	15.5	16.8	17.8	16.2	14.3	31.9	26.5
Zr	122	185.4	74.3	174.4	226.8	253.4	199.2	156.3	214	220.4
Nb	13.3	13.2	11.5	24.6	12.9	13.4	13.5	12.2	22.5	22.5
Ba	381.2	685.4	1053.5	1057	1116.2	555.3	858.1	1814.2	722.1	668.6
La	31.8	32.3	23.6	41.6	34.7	24.2	38.6	30.1	51.1	47.4
Ce	59.9	62	43.1	71.2	66.2	47.1	71	52.2	98.6	93.4
Pr	6.43	6.49	4.41	6.71	7.07	5.22	7.53	5.48	10.99	10.56
Nd	21.7	21.5	15.5	19.6	22.9	17.8	25	18.3	38.3	35.4
Sm	3.74	3.68	2.42	3.1	4.03	3.3	4.09	3	7.33	6.31
Eu	0.57	0.68	0.35	0.55	1	0.68	0.78	0.71	1.22	1.1
Gd	2.83	2.76	1.78	2.27	2.84	2.74	2.95	2.33	6.12	4.74
Tb	0.52	0.48	0.3	0.42	0.5	0.46	0.49	0.42	1.02	0.84
Dy	2.65	2.67	1.62	2.35	2.65	2.64	2.57	2.27	5.23	4.23
Ho	0.53	0.49	0.34	0.47	0.52	0.55	0.48	0.4	0.95	0.81
Er	1.63	1.48	1.15	1.49	1.62	1.7	1.54	1.23	2.86	2.62
Tm	0.28	0.23	0.19	0.3	0.28	0.29	0.25	0.21	0.46	0.44
Yb	1.71	1.52	1.29	1.7	1.65	1.78	1.62	1.39	2.85	2.81
Lu	0.26	0.24	0.21	0.27	0.26	0.27	0.24	0.21	0.44	0.42
Hf	3.5	4.7	2.3	4.9	5.6	5.9	4.7	4	6.4	6.4
Ta	1	1	1.2	1.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.7	1.7
Pb	3	13.2	4.9	15.7	4.6	3851.7	5.7	7.2	9.3	12.4
Th	12.3	10.3	10.8	24.4	8.4	10.7	11.5	10.6	18.2	17.5
U	3	3.4	3.4	6	3.1	7.8	3.3	3	3.8	3.9

www.SID.ir

Archive of SID



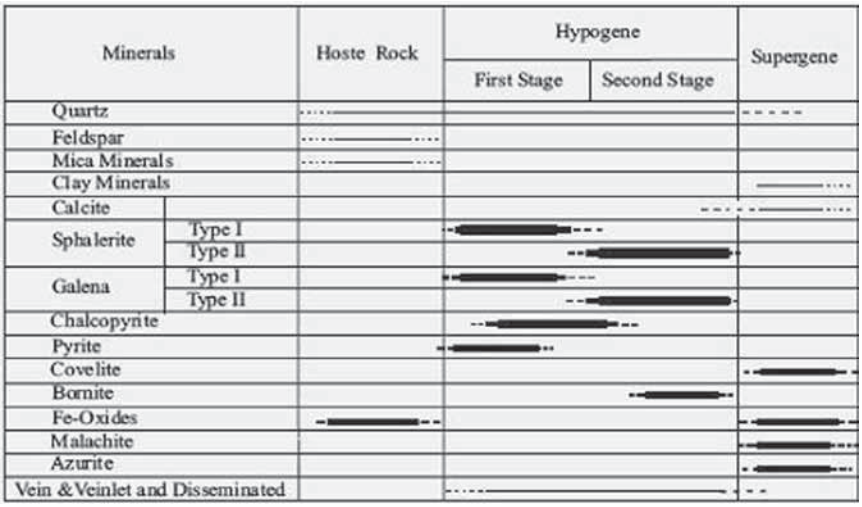
شکل ۴– a) نمودار Na_2O+K_2O در برابر SiO_2 (Le Bas, 1986) فازهای مختلف از سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری ائوسن باریک آب رسم شده‌اند. در این نمودار نمونه‌های توف خاکستری و کرم محدوده وسیعی از ریولیت تا داسیت را در بر گرفته‌اند. b) نمودار SiO2 در برابر $Zr/TiO_2*0.0001$ (Winchester & Floyd, 1977) را نشان می‌دهد که در این نمودار نمونه‌های توف در محدوده ریوداسیت، داسیت و ریولیت قرار گرفته‌اند. c, d) نمودار مثلثی MgO ،*FeO و Alkaline و نمودار $Na_2O + K_2O$ در برابر SiO_2 (Irvine and Barager, 1971) را نشان داده است که در آن می‌توان به خوبی ویژگی تولئیتی یا کلسیمی- قلیایی بودن این سنگ‌ها را افزون بر ویژگی قلیایی و یا نیمه قلیایی دید. e) نمودار Peacock (1931) است که در آن Na_2O+K_2O در برابر SiO_2 بوده و در این نمودار نیز نمونه‌ها در محدوده Calcic قرار می‌گیرند. f) نمودار K_2O+SiO_2 در برابر SiO_2 (Cox et al., 1979) را نشان می‌دهد که برای تعیین نشان دادن بالا، متوسط یا پایین بودن مقدار K در نمونه‌ها استفاده می‌شود. تمام نمونه‌های آتشفشانی و آذرآواری ناحیه مورد مطالعه افزون بر داسیت و ریولیت بودن، در محدوده High-K قرار گرفته‌اند.



شکل ۵– در این شکل محتوای عناصر کمیاب بهنجارشده با PRIM و Chondrites از سنگ‌های ناحیه مورد بررسی نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که در تمام نمونه‌ها طرح و الگوی مشابهی دیده می‌شود و بیانگر این موضوع است که سنگ‌های ناحیه از منشأ ماگمایی مشابهی نشأت گرفته‌اند و دارای سیر تکاملی مشابهی بوده‌اند (Sun & McDonough, 1989).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- توالی همبود (پاراژنتیکی) و کانه‌های تشکیل شده در طی مراحل کانه‌زایی هیپوژن و سوپرژن در کانسار سرب و روی (مس) باریک آب.

کتابنگاری

احمدیان، ج.، ۱۳۷۰- بررسی ژئوشیمیایی زون‌های آلتراسیون هیدروترمال با نگرشی بر کانی‌سازی‌های انجام شده در منطقه ذاکر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

پیروان، ح.، ۱۳۷۱- بررسی پتروگرافی و پترولوژی و ژئوشیمی سنگ‌های آذرین درونی شمال ابهر و ارتباط پلوتونیسم منطقه با کانی‌سازی‌های انجام شده، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت‌معلم تهران.

حاج علیلو، ب.، ۱۳۸۲- بررسی خصوصیات متالوژنیکی زون ساختاری البرز غربی و معرفی آثار کانی‌سازی طلا در دگرسانی‌های گرمابی این مناطق، بیست و دومین همایش سازمان زمین‌شناسی.

مؤید، م.، ۱۳۷۰- بررسی پتروگرافی و پتروشیمی سنگ‌های نوار ولکانوپلوتونیک منطقه طارم در ارتباط با ژنز مس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

نبوی، م. ه.، ۱۳۵۵- دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی ایران، ۱۱۰ ص.

یزدی، ع.، ۱۳۸۱- بررسی پترولوژی سنگ‌های آتشفشانی ائوسن منطقه چال - قلعه - بادامستان (طارم علیا استان زنجان)، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.

References

Allen, M. B., Ghassemi, M. R., Shahrabi, M. & Qorashi M., 2003- Accommodation of Late Cenozoic oblique shortening in the Alborz range, northern Iran. Stru. Geo. 25, pp. 659-675.

Amcoff, O., 1984- Distribution of Silver in Massive Sulfide ores. Mineralium Deposita. 19, pp. 63-69.

Bazargani-Guilani, K. & Rabbani, M. S., 2004- Mineralogy, chemistry and genesis of bentonite of the Eocene sediments at Aftar region, west Semnan. Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy 12, pp. 169-189.

Bazargani-Guilani, K., Parchekani, M. & Nekouvaght Tak, M. A., 2008- Mineralization in the Taroum mountains, View to Barik-Ab Pb-Zn (Cu) deposit, Western Central Alborz, Iran. WSEAS conferences, Cambridge, London, 1, pp. 55-63.

Cox, K. G., Bell, J. D. & Pankhurst, R. J., 1979- The Interpretation at Igneous rocks, London: George Allen & Unwin.

Guest, B., Guest, A. & Axen, G., 2007- The Tertiary tectonic evolution of northern Iran: A case for simple crustal folding. J. Glo. Plan. Chan. 58, pp. 435-453.

Hirayama, K., Samimi, M., Zahedi, M. & Hushmand-Zadeh, A., 1966- Geology of Taroum district, western part (Zanjan area north-west Iran). Geological Survey of Iran, Report 8.

Irvine, T. N. & Barger, W. R. A., 1971- A Guide to the chemical classification of the common volcanic Rocks. Canadian Journal of Earth Science. 8, pp. 523-548.

Le Bas, M. J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. & Zanettin, B., 1986- A chemical classification of Volcanic Rocks based on the total Alkali-Silica diagram. Petro. 27, pp. 745-750.

Peacock, M. A., 1931- Classification of igneous rock series. J. Geo 39, pp. 54-67.

Ramdohr, P., 1980- The ore minerals and their intergrowths, second Edition, International series in Earth Science, 1207p.

Song, X., 1984- Minor elements and ore genesis of the Fankou Lead-Zinc deposit, China. Mineralium Deposita. 19, pp 95-104.

Stöcklin, J. & Eftekhar-nezhad, J., 1969- Explanatory of the Zanjan quadrangle map 1:250000, Geological Survey of Iran.

Uytenbogaardt, W., 1971- Table for microscopic identification of ore minerals. Elsevier scientific publishing . Co. New York, 431p.

Winchester, J. A. & Floyd, P. A., 1977- Geochemical discrimination of different series and their differentiation products using immobile elements, J. Chem. Geo. 22, pp. 325-343.

Xu, G., 1998- Geochemistry of sulfide minerals at the Lisheen Mine. Eco. Geo. 100, pp. 63-86

Zanchi, A., Berra, F., Mattei, M., Ghassemi, M. R. & Sabouri, J., 2006- Inversion tectonics in Central Iran. Stru. Geo. 28, pp. 2023-2037.

www.SID.ir

Archive of SID

Scientific Quarterly Journal, GEOSCIENCES, Vol 20, No 78,winter 2011

Metalogenic Properties of Barik-Ab Pb-Zn (Cu) Ore Deposit with Acidic Tuff Host-Rock, west Central Alborz, Northwest of Iran

K. Bazargani-Guilani[1] & M. Parchekani[1*]

[1] Department of Geology, University College of Science, University of Tehran, Iran

Received: 2009 April 13 Accepted: 2009 September 16

Abstract

Barik-Ab Pb-Zn (Cu) ore deposit located in 2 km for front Barik-Ab village in north of Abhar town, south eastern of Zanjan province. According to the geological classification of Iran , this area located in Taroum mountains and is a part of west Alborz range , Alborz-Azarbaidjan zone or west of central Alborz with the trend of NW – SE, located in Upper Cretaceous magmatic belt. In the Taroum Mountains, the main outcrops are volcanic and pyroclastic rocks which this sequence is comparable with Karaj Formation and divided into two members. The lower member is called Kordkand (2400 m) and the Upper member named Amand (1400 m). Amand member is divided to 6 submembers. Submembers are Ea1, Ea2, Ea3, Ea4, Ea5, and Ea6. Outcrops in the studied Area are Ea4, Ea5 and Ea6. Barik-Ab ore deposit occurred in Ea4 which is included andesite, rhyolite, breccia tuff, tuff and sandstone and tuffacouse mudstone rocks. Host rocks are rhyolitic, dacitic and rhyodacitic tuffs. Mineralization in Barik-Ab Pb-Zn (Cu(ore deposit divided in two stages: in the first stage mineralized hypogen ore minerals including sphalerite, galena, chalcopyrite, pyrite, bornite and, in second stage formed covelite , malachite , azurite hematite, goethite and limonite by enrichment processes. According to the increase of Cd and decrease of Zn/Cd in the sphalerite and galena and up value of Ag and Sb and decrease of $Se/S*10^{-4}$ in the galena and the correlate with other Pb-Zn mineralization types, Barik-Ab Pb-Zn(Cu) ore deposit formed by influence of medium temperature? Hydrothermal fluids into tuff host rocks after the Eocene and mineralization occurred with veinlets and vein formed in the joints, fracture and faults with Silicification alteration in host rock.

Keywords: Pb-Zn (Cu), Barik-Ab Ore Deposit, Tuff, Taroum Mountains, Zanjan, Iran

For Persian Version see pages 97 to 104

www.SID.ir

* Corresponding author: M. Parchekani; E-mail: Parchekani@khayam.ut.ac.ir