چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علوم زمین
The 42nd National Geosciences Congress
www.geoconf.ir

شواهدکانه‌سازی مس تیپ مانتو در منطقه اکتشافی حیدربند، شمال-غرب شهرستان بنت (زون مکران)

سوده صدیقیان (نویسنده مسئول)[۱]، مهدی کوهساری[۲]، محمد بومری[۳]

[۱ و ۲] دانشکده فنی، مهندسی و علوم پایه، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، s.sedighian@velayat.ac.ir
[۳] دانشکده علوم پایه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، boomeri@science.usb.ac.ir

چکیده

محدوده مورد مطالعه حیدربند در شمال‌غرب شهرستان بنت، در استان سیستان و بلوچستان واقع شده است. بر اساس مشاهدات صحرایی واحدهای سنگی رخنمون‌یافته در این محدوده شامل توالی افیولیتی به سن کرتاسه، جریان‌های گدازه‌ای با ترکیب عمدتاً بازالتی و آندزیتی، سنگ‌های رسوبی و کمتر دگرگونی می‌باشد. سنگ میزبان کانی‌زایی سنگ‌های بازالت، آندزیت تا تراکی‌آندزیت با بافت پورفیریک تا مگاپورفیریک، حفره‌ای و آمیگدالوئیدال می‌باشد. پاراژنز کانه‌زایی در محدوده مورد مطالعه ساده است. کانی‌هایی همچون کالکوسیت و مالاکیت همراه با مقدار جزئی مس طبیعی کانه‌های اصلی محدوده به شمار می‌روند. باطله اصلی همراه با این کانه‌زایی، کلسیت می‌باشد. در این محدوده کانه‌زایی به صورت چینه‌کران، رگه- رگچه‌ای، توده‌ای و افشان رخ داده است. دگرسانی سیلیسی، کربناتی، زئولیتی، آرژیلیکی، اپیدوتیتی-کلریتی و اکسید- هیدروکسیدهای آهن مهمترین زون‌های دگرسانی می‌باشند. در این منطقه دگرسانی آرژیلیک و اکسید-هیدروکسیدهای آهن نسبت به دیگر دگرسانی‌ها گسترش بسیار کمتر و محلی‌تری دارند. لذا بر مبنای ویژگی‌های زمین‌شناسی، کانه‌سازی، دگرسانی، سنگ‌میزبان ماده معدنی و چینه‌کران بودن کانه‌زایی مشخص می‌گردد که منطقه اکتشافی حیدربند بیشترین شباهت را با کانسارهای مس تیپ مانتو که از برخی مجموعه‌های آتشفشانی مزوزوئیک و سنوزوئیک در دنیا گزارش شده‌اند، دارد.

واژه‌های کلیدی: مس مانتو، آندزیت مگاپورفیری، چینه‌کران، زون مکران، بنت.

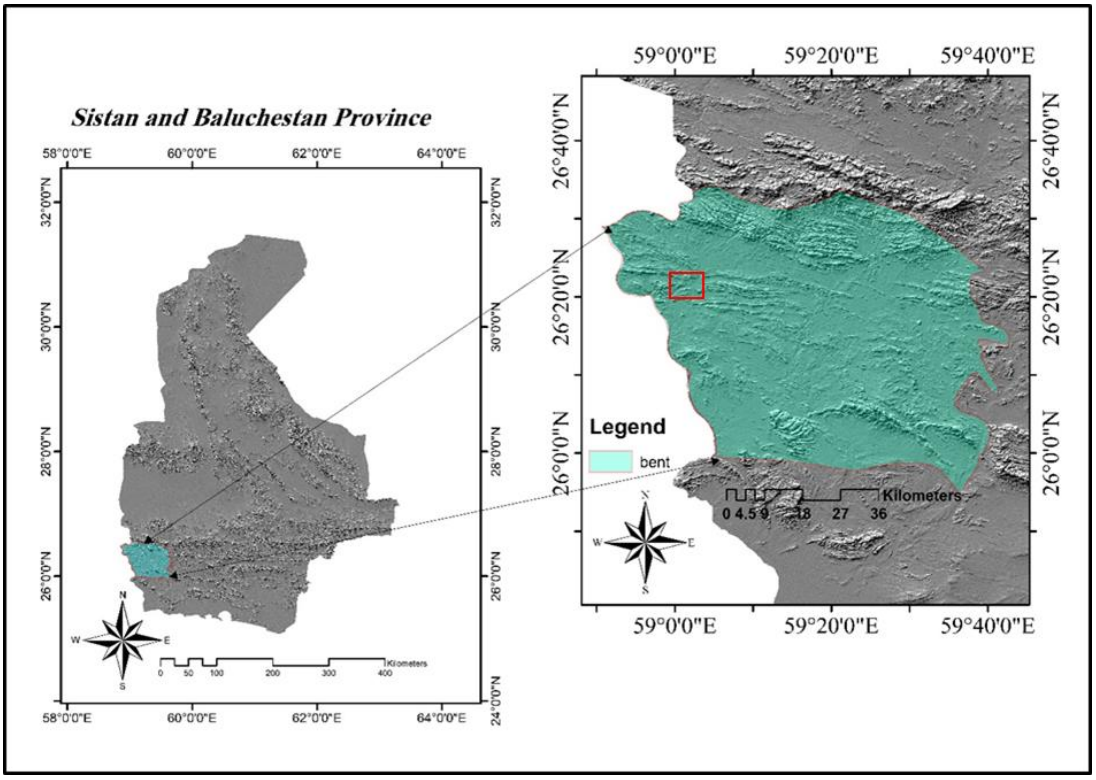
Abstract

The study area is located in Sistan and Baluchestan province and in the northwest of Bent city. The outcropped rock units are Cretaceous ophiolites, Eocene basaltic and andesitic lava flows, sandstone and low-grade metamorphic rocks. The host rocks are basaltic, andesitic to trachyandesitic rocks with porphyric to megaporphyric, vesicular and amygdaloid textures. Chalcocite, malachite with minor amount of native copper are the main minerals of the study area. The main gangue mineral is calcite. The mineralization occurs as stratabound, vein-veinlet, massive and disseminated. The most important alteration zones are silicic, calcitic, zeolitic, argillic and propylitic associate with minor iron oxide-hydroxides. Argillic alteration and iron oxide-hydroxides are locally and much less widespread than other alterations. Based on geological features, mineralization style, and alteration types, the area has the most similarity with Manto type copper deposits that have been reported from some Mesozoic and Cenozoic volcanic complexes in the world.

Key words: Manto copper, megaporphyric andesite, Stratabound, Makran zone, Bent.

مقدمه

منطقه پی‌جویی حیدربند در استان سیستان و بلوچستان و در شمال‌غرب شهرستان بنت واقع شده است (شکل ۱). این محدوده از نظر جایگاه تکتونیکی در زون مکران قرار دارد. سرزمین ایران از لحاظ کانسارهای مس دارای پتانسیل فراوانی می‌باشد. اکثر کانسارهای مس ایران در کمان ماگمایی ارومیه- دختر و مجموعه البرز غربی- آذربایجان قرار دارند [1]. تاکنون انواع مختلف تیپ‌های کانه‌زایی مس در ایران مورد شناسایی و اکتشاف قرار گرفته؛ در حالی که ذخایر تیپ مانتو کمتر مورد توجه بوده است. این ذخایر نوع خاصی از کانسارهای مس می‌باشند که به صورت چینه‌کران در واحدهای آتشفشانی به خصوص گدازه‌های تراکی‌آندزیتی مگاپورفیری و آمیگدالوئیدال تشکیل می‌شوند. بیشترین مطالعات بر روی این کانسار در شیلی و کانادا صورت گرفته است [2] و [3]. پاراژنز کانیایی در این کانسارها ساده بوده و شامل کانی‌های بورنیت، کالکوسیت، کالکوپیریت و پیریت می‌باشد [3]. این کانسارها در شمال شیلی به ۵ منطقه با نام‌های آریکا- ایکویکو، توکوپیلا- تالتال، کوپیاپو، لاسرنا و سانتیاگو تقسیم‌بندی می‌شوند که بیشتر کانسارهای این مناطق در توالی سنگ‌های آتشفشانی- رسوبی ژوراسیک تا کرتاسه تشکیل شده‌اند [4]. این ذخایر کوچک بوده و تناژ پایینی دارند و پس از کانسارهای مس پورفیری و کانسارهای IOCG (اکسیدآهن- مس- طلا) سومین ذخایر بزرگ مس در شیلی به شمار می‌روند [5]. کانسارهای مذکور با عناوین کانسارهای مس بازالتی، مس کویناوی (Keweenaw)، میشیگان و مس طبقات سرخ آتشفشانی نیز شناخته می‌شوند [6]. اغلب ذخایر تیپ مانتو در بالاترین ردیف آتشفشانی ائوسن واقع شده‌اند [7]. در ایران اکثر کانسارهای تیپ مانتو در پهنه ارومیه- دختر، پهنه سنندج- سیرجان و پهنه سبزوار واقع گردیده‌اند [8]. کانسار مس عباس‌آباد مهمترین و شناخته‌شده‌ترین کانسار مس تیپ مانتو در ایران است [9] و [10]. از کانسارهای شناخته شده تیپ مانتو می‌توان به کانسار ورزگ [11]، قبله بولاغ [12]، کشکوییه [13]، کشت مهکی [14] و کانسار وشنوه [15] اشاره کرد. ذخایر مس در استان سیستان و بلوچستان عمدتاً از نوع پورفیری، اسکارن، رگه‌ای، اپی‌ترمال، ماسیوسولفید نوع قبرس می‌باشند [16]. زون مکران در جنوب استان سیستان و بلوچستان واقع شده و یک مجموعه فزاینده از بالاآمدگی‌هایی از زمان ائوسن تا عهدحاضر است که توسط همگرایی صفحات عربی و اوراسیا از زمان حداقل کرتاسه پایینی تشکیل گردیده است [17]. ذخایر مس در این پهنه بیشتر از نوع رگه‌ای و مسیوسولفید (مس شیخ عالی و احمد آباد) می‌باشد [16]. از آنجا که بسیاری از پتانسیل‌های معدنی زون مکران همچنان بکر باقی مانده؛ لذا تلاش گردیده است تا نتایج این پژوهش بتواند زمینه‌ساز پی‌جویی‌های علمی و هدفمند در بخش‌های مختلف این زون فراهم نماید. این پژوهش سعی دارد با تکیه بر مشاهدات صحرایی، ویژگی‌های کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی و دگرسانی و تطبیق آنها با ویژگی‌های کانه‌سازی تیپ مانتو، منطقه پی‌جویی حیدربند را به عنوان نمونه مشابهی از این کانسارها معرفی نماید.



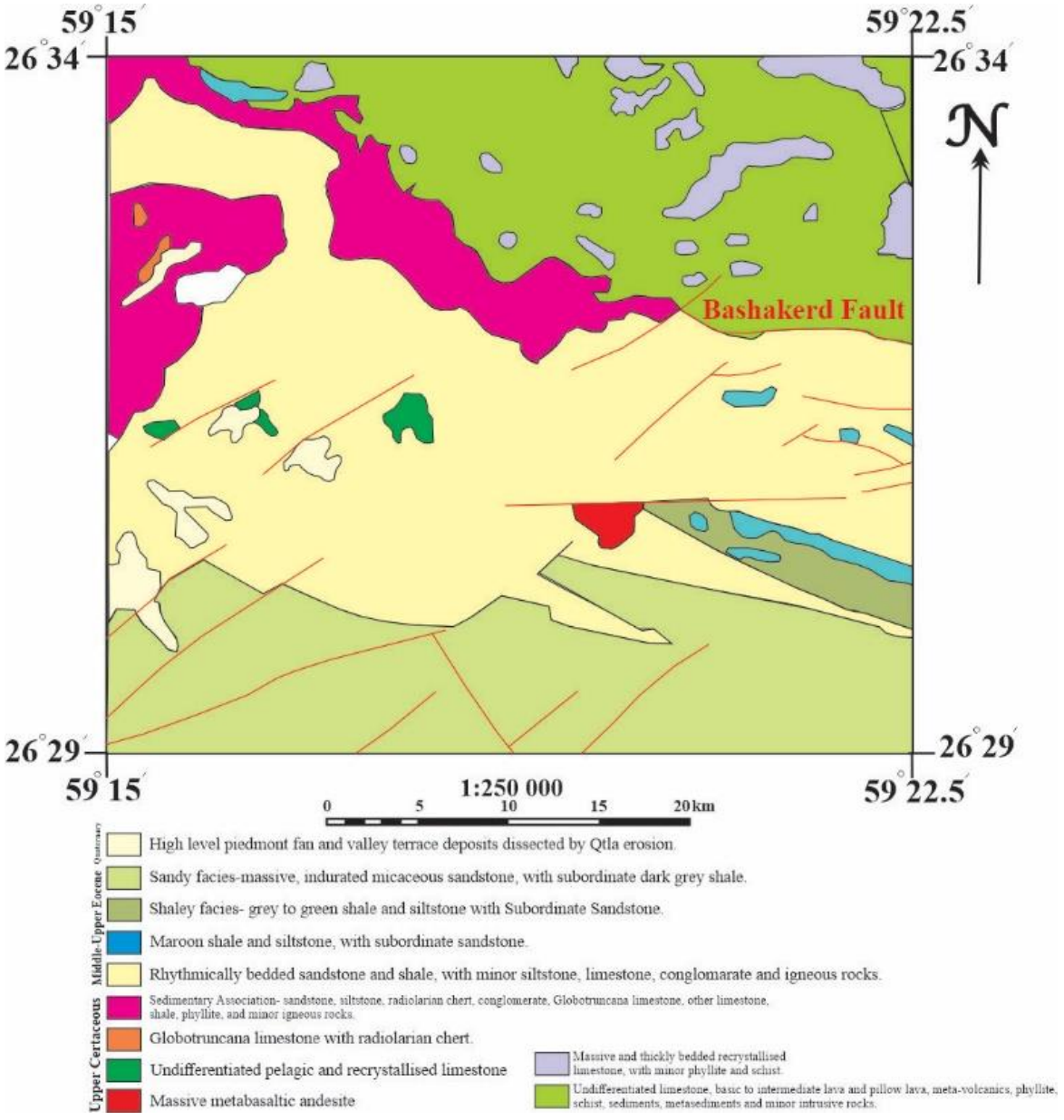
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه در استان سیستان و بلوچستان و شهرستان بنت (کادر قرمز رنگ موقعیت محدوده مورد مطالعه در شهرستان بنت می‌باشد).

زمین شناسی

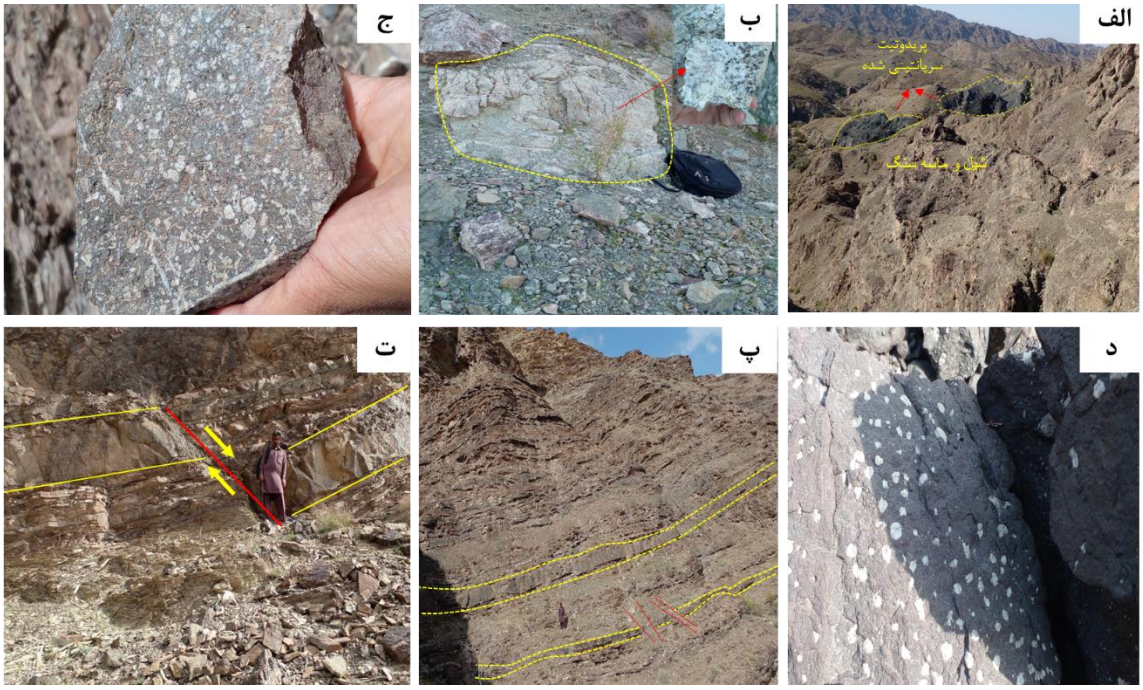
منطقه اکتشافی حیدربند در استان سیستان و بلوچستان، شمال‌غرب شهرستان بنت، در بخش مرکزی نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ فنوج و در زون زمین‌ساختی مکران واقع گردیده است (شکل ۲). زون مکران شامل کوه‌های شرقی- غربی سواحل دریای عمان تا فروافتادگی جازموریان است که از غرب توسط گسل میناب از زاگرس جدا می‌شود. مکران نوعی اشتقاق درون قاره‌ای به سن ژوراسیک پسین- کرتاسه پیشین می‌باشد. در زمان ائوسن ریفت مکران بسته شد و اولین حوضه فلیشی (فلیش ائوسن) شکل گرفت. این فلیش‌ها به سن کرتاسه تا پلیوسن هستند و جوان‌ترین آنها ماسه‌سنگ‌های پلیو- پلیستوسن می‌باشند. چین‌خوردگی‌های مکران از کرتاسه پسین شروع شده و هنوز هم ادامه دارد که عامل اصلی آن فرورانش عمان به زیر مکران است [18].

در این منطقه منشور برافزایشی مکران از چهار واحد تکتونواستراتیگرافی اصلی تشکیل شده که از جنوب به شمال عبارتند از: مکران ساحلی، مکران بیرونی، مکران درونی، مکران شمالی [19]. محدوده مورد مطالعه در پژوهش حاضر در بخش مکران بیرونی قرار می‌گیرد. واحدهای سنگی برونزد یافته در این منطقه شامل توالی افیولیتی با روند تقریبی شرقی- غربی، مجموعه‌های گدازه‌ای عمدتاً با ترکیب بازالت، آندزیت تا تراکی‌آندزیت و سنگ‌های رسوبی (شیل، ماسه‌سنگ و آهک فسیل‌دار) و اندکی سنگ‌های دگرگونی در حد شیست می‌باشد. ترکیب غالب واحد افیولیتی را بیشتر پریدوتیت‌های سرپانتینیزه، سرپانتینیت، لوکوگابرو و بازالت‌های بالشی تشکیل می‌دهند (شکل ۳- الف و ب). این بازالت‌ها در برخی از قسمت‌ها اسپیلیتی شده می‌باشند. فنوکریست‌های درشت پلاژیوکلاز کانی اصلی سنگ‌های بازالت، آندزیت تا تراکی-آندزیت بوده که در زمینه خاکستری تا تیره این سنگ‌ها یافت می‌شود. بلورهای پلاژیوکلاز در این سنگ‌ها اغلب سالم می‌باشند. بافت سنگ‌های مذکور پورفیریک تا مگاپورفیریک، تراکیتی، حفره‌ای و آمیگدالوئیدال است (شکل ۳- ج و د). کانی‌های ثانویه کلسیت و زئولیت حفرات موجود در این سنگ‌ها را پر کرده و باعث پدید آمدن بافت و ساخت بادامکی (آمیگدالوئیدال) شده است. واحدهای رخنمون‌یافته

آندزیت و تراکی‌آندزیت اغلب به صورت توده‌ای و سیل رخنمون دارند و گاهاً به دلیل عملکردهای تکتونیکی جابه‌جایی‌های محلی در آنها دیده می‌شود (شکل ۳- پ وت).



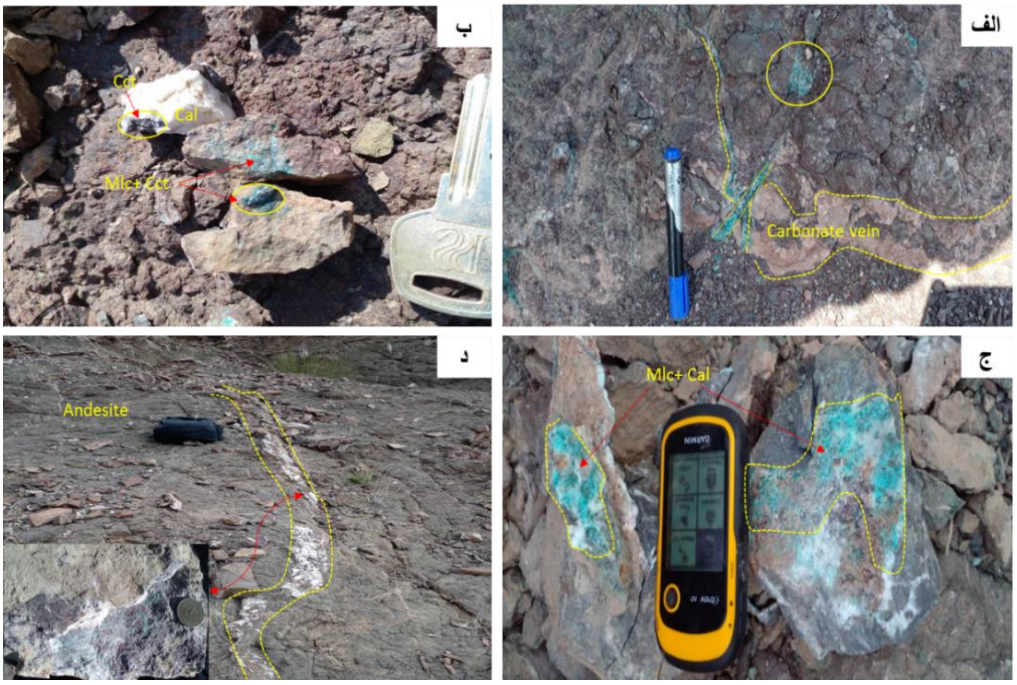
شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی محدوده حیدربند بر روی نقشه ۲۵۰۰۰۰: ۱ فنوج (تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی).



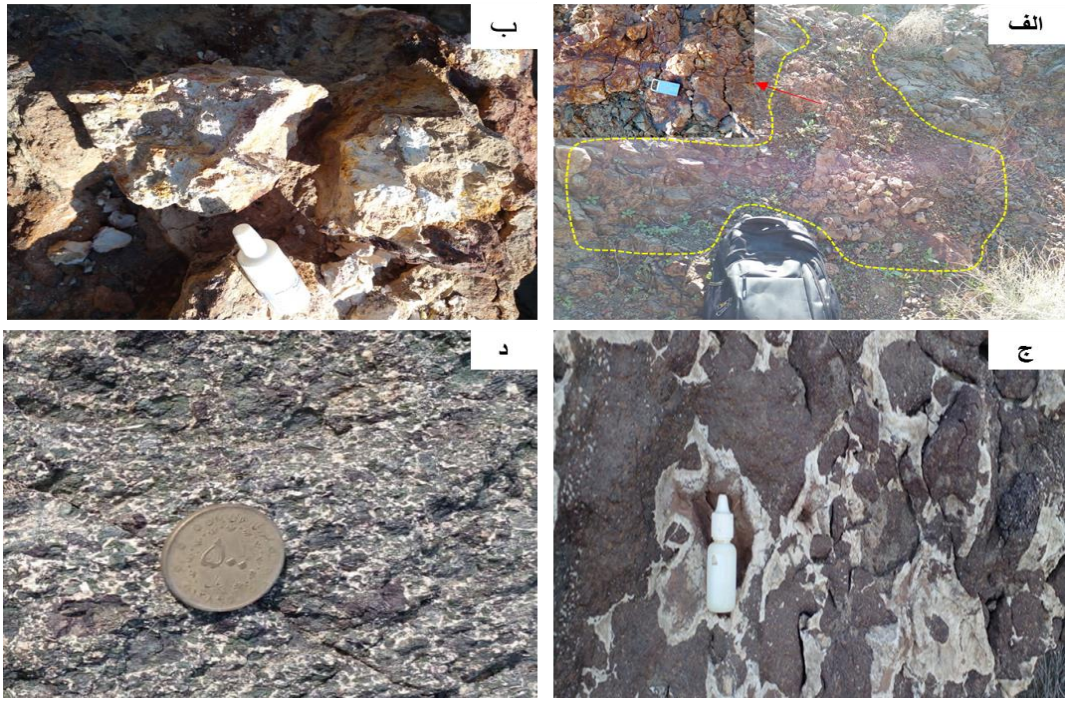
شکل ۳- تصاویر صحرایی از واحدهای سنگی در محدوده مورد مطالعه. الف: تصویری از عدسی‌های پریدوتیت سرپانتینی شده در بین واحد شیل و ماسه‌سنگ؛ ب: تصویری از واحد لوکوگابرو در بین واحدهای شیل و ماسه‌سنگ؛ ج: آندزیت با بافت پورفیریک تا مگاپورفیریک؛ د: بافت آمیگدالوئیدال در بازالت که حفره‌های آن توسط کانی زئولیت پر شده است؛ پ: نفوذ سیل آندزیتی در واحد شیلی و ماسه‌سنگی که قطع‌شدگی لایه‌ها در آن دیده می‌شود؛ ت: نمایی نزدیکتر از سیل آندزیتی که به واسطه گسل‌خوردگی (گسل نرمال) جابه‌جایی در آن دیده می‌شود.

کانه‌سازی

مشاهدات و بررسی‌های انجام شده بر روی منطقه حیدربند نشان می‌دهد که پاراژنز کانیایی در محدوده مورد مطالعه بسیار ساده بوده و به دو صورت اولیه (هیپوژن) و ثانویه (سوپرژن) مشاهده می‌شود. کانه‌سازی اولیه شامل کالکوسیت و به مقدار بسیار اندک مس طبیعی می‌باشد. کانه‌زایی ثانویه شامل مالاکیت، هماتیت، گوتیت و لیمونیت می‌باشد. از این بین کالکوسیت و مالاکیت مهمترین و اصلی‌ترین کانی‌های منطقه کانه‌سازی هستند. سیال کانه‌دار غنی از مس با واکنش دادن با پیریت موجود منجر به تشکیل سولفید مس (کالکوسیت) و آزاد شدن آهن و ته‌نشست آن در قالب کانی‌های آهن‌دار شده است. کانه‌زایی رگه- رگچه‌ای، چینه‌کران و توده‌ای مهمترین اشکال کانه‌زایی در منطقه مورد مطالعه به شمار می‌روند (شکل ۴- الف، ب و ج). کانه‌زایی چینه‌کران در توالی‌های آندزیت- بازالتی رخ داده و به عنوان کانه‌زایی اصلی منطقه محسوب می‌شود. در این منطقه کانه‌زایی رگه- رگچه‌ای کمتر مشاهده می‌شود. طول و عرض رگه‌ها نسبتاً متغیر است. در منطقه مورد مطالعه رگه‌های کلسیتی متعددی با روندهای مختلف در داخل سنگ‌های آندزیت- بازالتی وجود دارد که غالباً دارای آغشتگی‌هایی از مالاکیت هستند (شکل ۴- د). این رگه‌ها دارای ضخامت‌های متغیری بوده و طول آنها حداکثر ۱۰ متر می‌باشد. دگرسانی‌های اکسید- هیدروکسیدآهن، آرژیلیک، کلریتی، اپیدوتیتی، کلسیتی و زئولیتی مهمترین دگرسانی‌های این منطقه مورد مطالعه به شمار می‌روند (شکل ۵- الف، ب و ج). دگرسانی‌های اکسید- هیدروکسید آهنی و آرژیلیک به صورت محلی و توام با هم وجود دارند. سنگ میزبان افق معدنی (آندزیت- تراکی‌آندزیت و بازالت) در برخی قسمت‌ها شدیداً متحمل دگرسانی کلریتی- اپیدوتیتی شده است (شکل ۵- د).



شکل ۴– تصاویر صحرایی از کانه‌سازی در منطقه مورد مطالعه. الف: نمایی از کانه‌زایی رگه- رگچه‌ای مس (مالاکیت) در سنگ میزبان بازالتی؛ ب: نمایی از کانه‌زایی چینه‌کران به صورت کالکوسیت و مالاکیت به همراه کلسیت در سنگ میزبان آندزیت؛ ج: کانه‌سازی مالاکیت به صورت توده‌ای به همراه کلسیت؛ د: نمایی از رگه کلسیتی که آغشتگی‌هایی از مالاکیت در آن دیده می‌شود (Cct= کالکوسیت، Mlc= مالاکیت، Cal= کلسیت) (علائم اختصاری کانی‌ها از [20].



شکل ۵- تصاویر صحرایی از دگرسانی‌ها در محدوده مورد مطالعه. الف: هاله‌ای از دگرسانی اکسید- هیدروکسیدهای آهن؛ ب: دگرسانی اکسید- هیدروکسیدآهن به همراه دگرسانی آرژیلیک؛ ج: دگرسانی کلسیتی در سنگ میزبان بازالتی: د: دگرسانی شدید اپیدوتیتی- کلریتی در سنگ میزبان آندزیت- بازالتی.

زمین‌شیمی

همانطورکه ذکر گردید برای بررسی زمین‌شیمی نمونه‌های سنگی منطقه مورد مطالعه تعداد ۱۶ نمونه به منظور آنالیز به روش ICP-MS به آزمایشگاه زرآزما فرستاده و تجزیه شد که نتایج برخی از عناصر مهم در جدول ۱ آورده شده است. کمترین و بیشترین مقادیر در نمونه‌های برداشت شده برای عنصر مس از ۳۸ تا ۹۶۶۱ گرم در تن، نقره از ۰/۱تا ۱/۵گرم در تن، آرسنیک از ۲/۶تا ۸ گرم در تن و برای عنصر کبالت ۱۵/۸تا ۸ گرم در تن می‌باشد. بیشترین مقدار مس مربوط به نمونه 1-litho-Bent است که مربوط به کانی‌سازی مالاکیت و کالکوسیت در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. به طور کلی مس با نقره و آهن همبستگی مثبت بالا و با آرسنیک و باریم به ترتیب همبستگی منفی متوسط و ضعیف نشان می‌دهد (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های برداشت شده و فراوانی آنها از محدوده مورد مطالعه.

Sampple	Number	Cu (ppm)	Ag (ppm)	As (ppm)	Co (ppm)	Fe (ppm)	Cr (ppm)
1-litho-Bent	۱	۹۶۶۱	۱/۵	۴/۳	۲۷/۷	۴۵۵۳۶	۵۱
1-R-Bent	۲	۵۴۶۸	۰/۷	۵/۱	۲۱/۰	۳۵۶۴۰	۱۰۸
2-R-Bent	۳	۴۵۰	۰/۱	۶	۱۸/۹	۳۴۴۵۷	۱۰۲
3-R-Bent	۴	۶۰۳	۰/۱	۵/۵	۱۹/۸	۳۸۶۹۶	۱۰۲
4-R-Bent	۵	۴۱۷	۰/۲	۸/۶	۱۸/۵	۳۴۴۶۹	۹۴
5-R-Bent	۶	۱۱۱۹	۰/۳	۴/۲	۱۵/۸	۲۹۹۱۲	۸۳
6-R-Bent	۷	۳۸	۰/۱	۸	۲۰/۴	۳۶۰۶۳	۱۵۲
7-R-Bent	۸	۷۸۳۹	۱/۲	۱۰	۲۲/۶	۴۴۹۵۹	۱۴۲
8-R-Bent	۹	۷۴۴	۰/۱	۶/۱	۲۰/۲	۳۸۰۴۶	۱۴۴
9-R-Bent	۱۰	۸۹۵	۰/۱>	۶/۱	۲۱/۳	۳۹۳۲۵	۱۷۳
10-R-Bent	۱۱	۴۵۶۲	۰/۱>	۵/۴	۲۱/۳	۴۰۷۱۴	۲۱۳
11-R-Bent	۱۲	۷۴۳۳	۱/۱	۲/۶	۲۳/۴	۴۲۰۹۸	۱۵۳
12-R-Bent	۱۳	۴۶۵۷	۰/۶	۳/۸	۲۶/۷	۴۷۲۶۸	۱۴۴
13-R-Bent	۱۴	۶۸۲	۰/۱>	۵/۲	۱۷/۳	۳۳۵۶۴	۱۵۷
14-R-Bent	۱۵	۳۱	۰/۱>	۵/۷	۱۵/۱	۳۰۴۴۲	۱۲۸

جدول ۲- مقادیر ضریب همبستگی میان عناصر در نمونه‌های سنگی برداشت شده از محدوده مورد مطالعه.

عناصر	Cu	Ag	As	Co	Fe	Cr	Ba
Cu	1	.989**	-.223	.775**	.744**	-.102	-.944**
Ag	.989**	1	-.201	.734*	.691*	-.143	-.908**
As	-.223	-.201	1	-.214	-.081	.071	.260
Co	.775**	.734*	-.214	1	.941**	-.012	-.780**
Fe	.744**	.691*	-.081	.941**	1	.162	-.760**
Cr	-.102	-.143	.071	-.012	.162	1	.015
Ba	-.944**	-.908**	.260	-.780**	-.760**	.015	1

نتیجه‌گیری

ایران با دارا بودن پتانسیل بالا، انواع مختلف کانسارهای مس از جمله ذخایر تیپ مانتو را داراست. ذخایر تیپ مانتو به صورت چینه‌کران در واحدهای آتشفشانی به خصوص گدازه‌های تراکی‌آندزیتی مگاپورفیری و آمیگدالوئیدال تشکیل می‌شوند. پاراژنز کانیایی در این کانسارها ساده بوده و شامل کانی‌های بورنیت، کالکوسیت، کالکوپیریت و پیریت می‌باشد. این ذخایر کوچک بوده و تناژ پایینی دارند. در ایران اکثر کانسارهای تیپ مانتو در پهنه ارومیه- دختر، پهنه سنندج- سیرجان و پهنه سبزوار واقع گردیده‌اند. زون مکران در جنوب استان سیستان و بلوچستان که توسط همگرایی صفحات عربی و اوراسیا از زمان کرتاسه پایینی تشکیل گردیده است، دارای چهار واحد تکتونواستراتیگرافی و ذخایر مس از نوع رگه‌ای و مسیوسولفید است. منطقه حیدربند در شمال‌غرب شهرستان بنت، در استان سیستان و بلوچستان و در زون مکران قرار گرفته است. این محدوده در بخش مکران بیرونی قرار می‌گیرد. واحدهای سنگی در این منطقه شامل توالی افیولیتی، بازالت، آندزیت تا تراکی‌آندزیت و سنگ‌های رسوبی (شیل، ماسه‌سنگ و آهک فسیل‌دار) و اندکی سنگ‌های دگرگونی است. واحد افیولیتی بیشتر پریدوتیت‌های سرپانتینیزه، سرپانتینیت، لوکوگابرو و بازالت‌های بالشی هستند. بلورهای سالم پلاژیوکلاز در این سنگ‌ها کانی اصلی تشکیل-دهنده است. بافت اصلی این سنگ‌ها پورفیری است. کانی‌های ثانویه کلسیت و زئولیت در سنگ‌ها حفرات را پر کرده‌اند. کالکوسیت و مالاکیت مهمترین و اصلی‌ترین کانی‌های منطقه کانه‌سازی هستند. کانه‌زایی در این منطقه بیشتر به صورت رگه- رگچه‌ای، چینه‌کران و توده‌ای است. کانه‌زایی چینه‌کران در توالی‌های آندزیت- بازالتی به عنوان کانه‌زایی اصلی منطقه محسوب می‌شود. انواع دگرسانی‌هایی چون دگرسانی‌های اکسید- هیدروکسیدآهن، آرژیلیک، کلریتی، اپیدوتیتی، کلسیتی و زئولیتی مهمترین دگرسانی‌های این منطقه به شمار می‌روند. بررسی شیمیایی نمونه‌های سنگی به دست آمده از این منطقه نیز همبستگی مثبت بالا مس با نقره و آهن و همبستگی منفی متوسط و ضعیف مس با آرسنیک و باریم را نشان می‌دهد. لذا با تکیه بر مشاهدات صحرایی، ویژگی‌های کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی و دگرسانی و تطبیق آنها با ویژگی‌های کانه‌سازی تیپ مانتو، منطقه پی‌جویی حیدربند را می‌توان به عنوان نمونه مشابهی از این کانسارها معرفی نمود.

منابع

[1] منصور قربانی، ۱۳۸۷. زمین‌شناسی اقتصادی کانسارها و نشانه‌های معدنی ایران، انتشارات آرین زمین.

[8] محمدرضا حسین‌زاده، سجاد مغفوری، محسن موءید، وحید فریداصل، ۱۳۹۵. معرفی کانسار مس ماری بعنوان یک ذخیره چینه‌کران نوع مانتو در زون طارم، شمال‌غرب ایران، ع، شماره ۳۸، ص ۱۷-۳۷.

[11] وحیده علی‌زاده، مرتضی مؤمن‌زاده، محمدهاشم امامی، ۱۳۹۱. سنگ‌نگاری، ژئوشیمی، کانی‌شناسی، مطالعه میانبارهای سیال و تعیین نوع کانه‌زایی کانسار مس ورزگ- قاین، فصلنامه علوم زمین، شماره ۸۶ ، ص ۴۸ -۵۸.

[12] مهرداد بهزادی، ۱۳۷۳. بررسی زمین‌شناسی اقتصادی اندیس مس قبله بولاغ واقع در منطقه طارم سفلی- استان زنجان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

[13] مصطفی ابولی‌پور، ۱۳۹۱. زمین‌شناسی، کانی‌شناسی، ژئوشیمی و ژنز کانه‌زایی مس چینه‌کران در سنگ‌های آتشفشانی- رسوبی ائوسن در منطقه کشکوییه، باختر رفسنجان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس، ۳۰۱ ص.

[14] مینا بویری‌کناری، ابراهیم راستاد، نعمت‌الله رشیدنژاد عمران، ۱۳۹۳. کانه‌زایی مس- نقره نوع "Volcanic Red Bed" در کانسار کشت مهکی، شمال‌باختر صفاشهر، پهنه سنندج- سیرجان جنوبی، فصلنامه علوم زمین، شماره ۹۳ ، ص ۱۹- ۳۶.

[15] بهزاد مهرابی، ابراهیم فاضلی، ۱۳۸۰. بررسی تیپ کانی‌سازی مس در کانسار وشنوه، (جنوب استان قم)، بیستمین گردهمایی علوم زمین.

[16] محمد بومری، ۱۳۹۳. کانسارها و اندیس‌های معدنی استان سیستان و بلوچستان، ششمین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران.

[18] سیدعلی آقانباتی، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[2] Cabral, A.R., Beaudoin, G., 2007. Volcanic red-bed copper mineralisation related to submarine basalt alteration, Mont Alexandre, Quebec Appalachians, Canada. Mineralium Deposita, 42: 901-912.

[3] Kojima, S., Trista-Aguilera, D., Hayashi, K.I., 2009. Genetic Aspects of the Manto-type Copper Deposits Based on Geochemical Studies of North Chilean Deposits. Resource geology, 59(1): 87-98.

[4] Mpodozis, C., Ramos, V., 1989. The Andes of Chile and Argentina, in: Geology of the Andes and its Relation to Hydrocarbon and Mineral Resources. Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Texas, pp 59-90.

[5] Tristá -Aguilera, D., Barra, F., Ruiz, J., Morata, D., Talavera-Mendoza, O., Kojima, S., Ferraris, F., 2006. R- Os isotope systematics for the Lince- Estefanía deposit: constraints on the timing and source of copper mineralization in a strata-bound copper deposit, Coastal Cordillera of Northern Chile. Miner Deposita 41: 99-105.
[6] Lefebure, D.V., Church, B.N., 1996. Volcanic Redbed Cu, in Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles, Volume 1- Metallic Deposits, Lefebure, D. V. & Höy, T, Editors, British Columbia Ministry of Employment and Investment, Open File 13: 5-7.
[7] Samani, B., 2002. Metallogenic of the Manto type copper deposit. In 6th Geological Society of Iran Conference, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
[9] Khadem, N., 1996. Types of copper deposits in Iran. In symposium on mining Geology and The Base Metals Central Treaty Organization Ankara.
[10] Kirkham, R.V., 1964. Volcanic red bed copper, Geological Survey of Canada, Canadian mineral Deposit types, 8, 241-252.
[17] De Jong, K.A., 1982. Tectonics of the Persian Gulf, Gulf of Oman, and southern Pakistan region. In, A. E. M. Nairn and F. G. Stehli (Ed.), The Indian Ocean, Plenum Press, New York. v. 6, p. 315-351.
[19] Dolati, A., 2010. Stratigraphy, structural geology and low-temperature thermochronology across the Makran accretionary wedge in Iran (Doctoral dissertation, ETH Zurich), 309p.
[20] Whitney D.L., Evans B.W., 2010. Abbreviations for names of rock-forming minerals, American Mineralogist 95, 185-187.