بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران
۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹
The 23rd Symposium of Geological Society of Iran
10-11 November, 2020

کانه‌زایی، ژئوشیمی و ژنز اندیس مس پیرمردان، جنوب شاهرود، سمنان

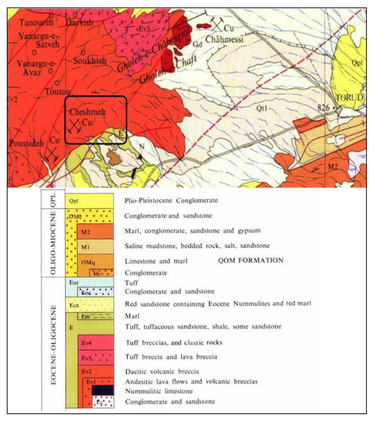
حمیده سالاری، فرج الله فردوست، محمود صادقیان
دانشجوی کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه صنعتی شاهرود
استادیار گروه پترولوژی و زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه صنعتی شاهرود
دانشیار گروه پترولوژی و زمین‌شناسی اقتصادی، دانشگاه صنعتی شاهرود

چکیده

اندیس مس پیرمردان در شمال‌غرب طرود و جنوب شاهرود رخنمون دارد. سنگ‌های دربرگیرنده این اندیس شامل آندزیت، بازالت و آذرآواری‌های (توف و آگلومرا) نوار آتشفشانی - رسوبی ترود- چاه‌شیرین به سن ائوسن واقع در شمالی ایران مرکزی هستند. کانه‌زایی مس بصورت کانیهای سولفیدی (کالکوسیت، کوولین و بورنیت) و کربناته (مالاکیت) شکافه‌پرکن صورت گرفته است. کانه‌زایی مس مورد نظر از نوع چینه کران است و در ضمن عناصر ساختاری از جمله درزه‌ها و گسل‌ها در شکل‌گیری و تمرکز ماده معدنی نقش بارزی داشته‌اند. دگرسانی‌های عمده در این کانسار عبارتند از: کربناتی، سیلیسی، سریسیتی، آرژیلیتی به همراه اکسید و هیدروکسیدهای آهن. بر اساس تنوع کانه‌های مس، شکل هندسی ماده‌معدنی، دگرسانی و داده‌های ژئوشیمی کانسار مس پیرمردان، دارای شباهت زیادی با کانسارهای تیپ مانتو می‌باشد.

مقدمه

محدوده اکتشافی مس پیرمردان در ۱۵کیلومتری شمال‌غرب ترود (جنوب شاهرود) واقع در مختصات جغرافیایی "۵/۱۲ '۴۸°۵۴ تا "۳/۵۹'۴۸°۵۴ طول شرقی و "۷/۳۱ '۲۶°۳۵ تا "۶/۱۰'۲۷°۳۵ عرض شمالی واقع شده است. دسترسی به محدوده مورد نظر از کیلومتر ۲۱ جاده ترود-معلمان با طی حدود ۵کیلومتر جاده خاکی به سمت شمال امکان‌پذیر می‌باشد(شکل۱). نوار آتشفشانی- رسوبی طرود- چاه‌شیرین، واقع در بخش شمالی پهنه ساختاری- رسوبی ایران مرکزی، حاصل ماگماتیسم ترسیر در این ناحیه می‌باشد. این مجموعه، با وجود گستره به نسبت کم خود، بیشتر پدیده‌ها و پی‌آمدهای ناشی از حرکات تاریخی نظیر متاموفیسم، ماگماتیسم، ولکانیسم، چین-خوردگی، ناپیوستگی و سایر پدیده‌ها زمین‌شناسی را متحمل شده است. سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب غالب آندزیت و آندزیت بازالت و توده‌های نفوذی با ترکیب غالب دیوریتی در این کمربند، میزبان کانسارهای رگه‌ای از جمله فلزات پایه و طلا می‌باشد. در مواردی کانه‌های مس‌دار با طلا، آهن، سرب و روی همراه است. از نشانه‌های مس می‌توان به معدن فعال مس چاه موسی، زرشک کوه (متروکه) جنوب علیخان (متروکه) و غیره اشاره کرد. کانی‌سازی‌های مس در پیرامون دایک‌ها در ناحیه چاه‌موسی، بیدمحمدحسن، منزل عبداله، تنگه و پاره‌ای نقاط دیگر شناسائی شده‌است. نوار متالوژنی ترود-چاه‌شیرین با توجه به سابقه فعالیت‌های معدنکاری از زمان بسیار قدیم بصورت شدادی و به دلیل گسترش فعالیت آتشفشانی و نفوذی از جنبه اکتشاف مواد معدنی فلزی و غیرفلزی دارای پتانسیل قابل توجهی می‌باشد. مواد معدنی مختلفی از جمله آهن، منگنز، مس، سرب، روی، طلا، باریت، بنتونیت، سیلیس، فیروزه و..... در این نوار شناسایی و مورد بهره برداری قرارگرفته‌اند، ولی مس بطور شاخص در این نوار پتانسیل نشان می‌دهند. هدف از این پژوهش بررسی کانه‌زایی، دگرسانی و ژنز کانسار مس پیرمردان به منظور آگاهی از تیپ کانی‌سازی ذخیره معدنی است.



شکل ۱: موقعیت محدوده اکتشافی پیرمردان بر روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ترود.

زمین‌شناسی منطقه

محدوده مورد مطالعه مس پیرمردان بخشی از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ترود و ۱:۱۰۰۰۰۰ معلمان را شامل می‌شود (شکل ۱). واحدهای سنگی در این منطقه عمدتاً شامل سنگ‌های گدازه‌ای زیر دریایی و آتشفشانی با ترکیب متوسط تا بازیک: آندزیت، داسیت، آندزیت بازالت، تراکی آندزیت و کمی بازالت مربوط به سنوزوئیک و ائوسن می‌باشد.

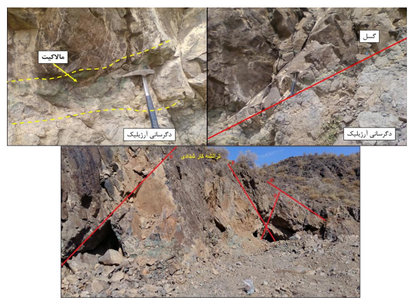
نوار آتشفشانی- رسوبی ترود- چاه‌شیرین، واقع در بخش شمالی پهنه ساختاری- رسوبی ایران مرکزی، حاصل ماگماتیسم ترسیر در این ناحیه می‌باشد. این مجموعه، با وجود گستره به نسبت کم خود، بیشتر پدیده‌ها و پی-آمدهای ناشی از حرکات تاریخی نظیر متاموفیسم، ماگماتیسم، ولکانیسم، چین‌خوردگی، ناپیوستگی و سایر پدیده‌ها زمین‌شناسی زا متحمل شده است. سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب غالب آندزیت و آندزیت بازالت و توده‌های نفوذی با ترکیب غالب دیوریتی در این کمربند، میزبان کانسارهای رگه‌ای از جمله فلزات پایه و طلا می‌باشد

بحث

کانه‌زایی

عملکرد شدید نیروهای تکتونیکی به خصوص گسل‌ها موجب به وجود آمدن شکستگی‌ها و فضاهای مناسب جهت حرکت سیالات گرمابی می‌شوند. ارتباط تنگاتنگ تمرکزهای اقتصادی ماده معدنی با گسل‌ها و شکستگی‌ها، فرضیه ایجاد فضای خالی توسط گسل‌ها و شکستگی‌ها را تقویت می‌کند.

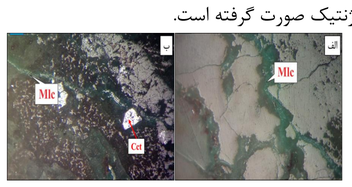
در محدوده معدنی پیرمردان دو دسته گسل با روندهای شمال‌شرقی- جنوب‌غربی و شمال‌غربی- جنوب‌شرقی در منطقه از فراوانی بیشتری برخوردار هستند (شکل ۲). این گسل‌ها دو نقش اساسی در کانه‌زایی داشته‌اند: ابتدا ایجاد چرخه هیدروترمالی بوده که با هدایت آب‌های جوی به بخش‌های عمیق‌تر و بازگشت آن‌ها پس از گرم شدن، سبب دگرسانی سنگ‌های مسیر و شستشوی مس از سنگ منشأ و انتقال به سطوح بالاتر شده‌اند. مرحله دوم ایجاد فضای مناسب برای ته‌نشینی و تجمع ماده معدنی بوده است. لذا کنترل کننده اصلی کانه‌زایی گسل‌ها بوده‌اند و جهت پیجویی مس در منطقه لازم است مسیر گسل‌ها تعقیب شود (شکل ۲).



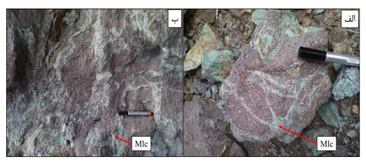
شکل ۲: تصویری از گسل موجود در منطقه و کانه‌زایی مس در اثر گسل در مرز بین دو واحد.

الف- کانه‌زایی رگه- رگچه‌ای: این گسل‌ها و شکستگی‌ها در ادامه بر سنگ درونگیر- ساختارهای مورفولوژیک و توپوگرافی کلی ناحیه اثر خود را باقی گذاشتند. سنگ درونگیر رگه و رگچه‌ها سنگ‌های بازالت پورفیری و بازالت می‌باشد. عمدتا سنگ‌های میزبان این منطقه دچار دگرسانی‌های کربناته، سیلیسی و سرسیتی شده‌اند. طبق شواهد صحرایی و میکروسکوپی رگه- رگچه‌ها کانی‌سازی متنوعی از کانی‌های کربناته عمدتاً مالاکیت نشان می‌دهند (شکل ۳).

ب- کانه‌زایی برشی و پرکننده فضای خالی: طبق شواهد صحرایی و مطالعات میکروسکوپی این نوع کانه-زایی در سنگ‌های بازالتی و آندزیت بازالت گسترش دارند. کانه‌زایی برشی در منطقه پیرمردان عمدتاً دارای گسترش فراوانی است. کانه‌زایی در منطقه به صورت کانی‌سازی مالاکیت در منطقه قابل مشاهده است (شکل ۴). بنابراین کانه‌زایی به وسیله محلول کانه‌دار با پرکردن فضاها و حفره‌های خالی داخل سنگ‌ها به صورت اپی-ژنتیک صورت گرفته است.



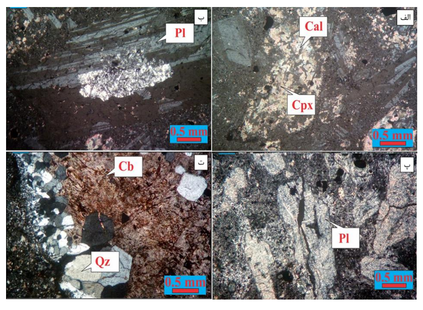
شکل ۳: الف) تصویر میکروسکوپی از رگچه‌های مالاکیتی،
ب) تصویر میکروسکوپی از رگه مالاکیتی به همراه کالکوسیت در سنگ میزبان.



شکل ۴: تصاویری از رگه- رگچه‌های برشی مالاکیت در سنگ میزبان پورفیری بازالت و آندزیت بازالت.

3. دگرسانی

دگرسانی فرآیند پیچیده‌ای است که شامل تغییرات کانی‌شناسی، شیمیایی و بافتی ناشی از واکنش سیالات گرمابی داغ با سنگ‌هایی است که سیالات از آن‌ها عبور می‌کنند و منجر به تحولات فیزیکوشیمیایی در آن‌ها می‌شود [۶,۷]. چرخش این محلول‌های هیدروترمالی، تغییرات فیزیکوشیمیایی در سنگ ایجاد می‌کنند. این همان چیزی است که از آن به عنوان دگرسانی هیدروترمالی یاد می‌شود. هنگامی که این سیالات در میان سنگ‌ها نفوذ کرده، باعث واکنش‌های شیمیایی شده و تمایل به رسیدن به تعادل، از طریق انحلال و ته‌نشست مجموعه‌ای از کانی‌های جدید را ایجاد می‌کنند [۸]. نوع دگرسانی، ارتباط مستقیمی با عمق جایگزینی توده و ماهیت سیالات دارد [۹]. انواع دگرسانی، به عواملی مانند طبیعت، شیمی، دما و فشار سیالات در حال چرخش و به همین ترتیب، به طبیعت و ترکیب سنگ‌هایی که سیالات از میان آن‌ها چرخش می‌کنند بستگی دارد. غلظت و پتانسیل شیمیایی اجزای تشکیل‌دهنده سیالات، مانند H^+, CO_2, O_2, K^+, H_2S, SO_2 و غیره، در نوع دگرسانی-کانی‌زایی مرتبط با فرآیندهای هیدروترمال و متاسوماتیک مؤثر است [۹]. دگرسانی‌های موجود در منطقه معدنی پیرمردان شامل: دگرسانی‌های کربناته، سیلیسی، سریسیتی، آرژیلیتی و اکسید و هیدروکسیدهای آهن می‌باشد (شکل ۵).



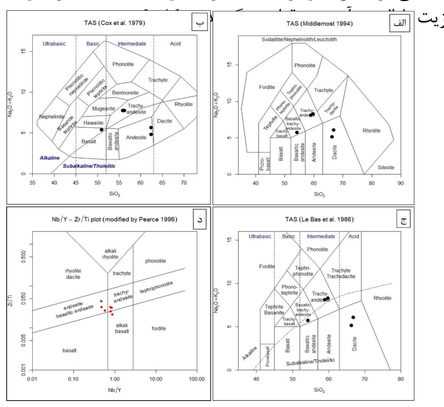
شکل ۵: الف) تصاویر میکروسکوپی ازدگرسانی کربناته و جایگزینی پیروکسن توسط کلسیت، ب) تصویری از دگرسانی شدید پلاژیوکلازها به سریسیت، پ) دگرسانی سرسیتی، ت) دگرسانی سیلیسی در منطقه پیرمردان به همراه دگرسانی کربناته.

ژئوشیمی

با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی، بررسی سیر تحول عناصر اصلی و فرعی موجود در سنگ، روندهای مهاجرت این عناصر در جهت تفریق و تبلور ماگما امکان‌پذیر است. با به کارگیری نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی، عوامل مؤثر در تغییر شیمی ماگما، منشأ و خاستگاه واحدهای سنگی، به دست می‌آید

در این بخش برای نام‌گذاری سنگ‌های منطقه پیرمردان از نمودار میدل‌موست [۱۰] که یکی از مفیدترین روش‌های طبقه‌بندی سنگ‌ها می‌باشد، استفاده شده است. در این نمودار که براساس تغییرات میزان سیلیس (SiO_2در مقابل مجموعه آلکالي (Na_2O+K_2O) است، سنگ‌های آتشفشانی محدوده پیرمردان در محدوده تراکی‌آندزیت و داسیت قرار می‌گیرند (شکل۶ الف). همچنین از نمودار ارائه‌شده توسط کاکس و همکاران [۱۱] و لو باس و همکاران [۱۲] استفاده شد که نمونه‌های مورد مطالعه در محدوده تراکی‌آندزیت و داسیت قرارگرفته است (شکل ۶ ب و ج).

همچنین در ادامه برای تعیین ترکیب و ماهیت سنگ‌های موردنظر، از نمودارهای مربوطه براساس عناصر کمیاب کم‌تحرک و دارای قدرت میدانی بالا شامل Y، Nb، Ti و Zr استفاده می‌شود. برای طبقه‌بندی سنگ‌های آتشفشانی براساس نمودار Zr/Ti در مقابل Nb/Y، بیشتر نمونه-های مورد مطالعه در قلمرو آندزیت



شکل ۶: :الف) طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین منطقه با استفاده از نمودار (Middlemost, 1994)، ب) نمودار طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین منطقه با استفاده از نمودار (Cox et al, 1979)، ج) نمودار طبقه‌بندی سنگ های آذرین با استفاده از نمودار (Le bas et al., 1986)، د) موقعیت سنگ‌های محدوده در نمودار Zr/Ti در مقابل Nb/Y.

نتیجه گیری

بر اساس مطالعات کانه‌زایی، دگرسانی و ژئوشیمی انجام شده در این پژوهش، شباهت های فراوانی بین کانسارهای مس پیرمردان با انواع تیپ کانسارهای نوع مانتو وجود دارد. کانه‌زایی در کانسار مس پیرمردان عمدتاً به صورت برشی و پرکننده فضای خالی، رگه- رگچه‌ای، دانه-پراکنده و جانشینی است. سنگ میزبان عمدتاً در این نوع کانه‌زایی دارای ترکیب آندزیت است که در منطقه مورد مطالعه سنگ میزبان آندزیت، تراکی آندزیت و پورفیری بازالت است. تفاوت در نحوه کانه‌زایی مس در نتیجه تفاوت در عوامل کنترل کننده کانه‌زایی است. دگرسانی‌های موجود در منطقه شامل کربناته، سیلیسی، سرسیتی، آرژیلیتی و اکسید و هیدروکسیدهای آهن می‌باشد. با توجه به شواهدی از جمله کنترل ساختاری کانی‌سازی به علاوه ساده بودن کانی‌شناسی، دگرسانی و ساخت و بافت، کانی‌سازی در محدوده اکتشافی پیرمردان بیشترین شباهت را با کانسارهای مس تیپ مانتو از خود نشان می‌دهد.

منابع

1. آقانباتی ع، (۱۳۸۳)، "زمین‌شناسی ایران"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۸۵ ص

2. Nogole Sadat, M.A.A. Almasian, A. (1993), “Tectonic Map of Iran 1:1000000, treatise on the geology of Iran.

3. Shamanian G.H., Hedenquist J.W., Hattori K.H., Hassanzadeh J. (2004), “The Gandy and Abolhassani epithermal prospects in the Alborz magmatic arc, Semnan province, Northern Iran”, Economic Geology, 99(4), pp.691-712.

4. Hassanzadeh J., Gazi A.M., Axen G., Guest B., Stockli D., Tucker P. (2002), “Oligocene mafic magmatism in north-west of Iran: Evidence for the separation of the Alborz from the Urumieh-Dokhtar magmatic arc [abs]”, Geological Society of America Abstracts with Program, v. 34, no. 6, p. 331.

5. هوشمند زاده، ع. علوی نائینی، م. و حقی‌پور، ع. (۱۳۵۷)، "تحول پدیده‌های زمین‌شناسی ناحیه ترود (از پرکامبرین تا عهد حاضر)"، سازمان تحقیقات زمین‌شناسی و معدنی کشور، ص ۱۳۸.

6. Guilbert H. M. and Park. C. F. (1997), "The geology of ore deposits", W. H. Freeman., pp. 983.

7. Pirajno F.J. (1992), “Hydrothermal Mineral Deposits. Principles and fundamental concepts for the Exploration Geologist” Springer, Verlag, p. 706.

8. Pirajno F. (2009), "Hydrothermal Mineral Deposits, Principle and Fundamental Concept for the Exploration Geologist", Springer pp.706.

9. Meinert L., Dipple G and Nicolescu S. (2005), "World skarn deposits, in Hedenquist", J.W., et.al. eds., Economic Geology 100th Anniversary Volume: Littleton, Colorado, Society of Economic Geologists, pp. 299-336

10. Middlemost E.A. K. (1994) "Naming materials in the magma and igneous rock system" Science Reviews., 37, pp. 215-224.

11. Cox, K. G., Bell, J. D. and Pankhurst, R.J. 1979- The interpretation of igneous rocks. George, Allen and Unwin, London.

12. Le Bas, Le Maitre, Streckeisen and Zanettin, (1986). "A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali – silica diagram". Journal Petrol, 27, Part 3, pp.375 – 750.

13. Pearce, J.A. (2008) Geochemical Fingerprinting of Oceanic Basalts with Applications to Ophiolite Classification and the Search for Archean Oceanic Crust. Lithos, 100, 14-48.

14. Sillitoe, R. H., 1992: Gold and Copper Metallogeny of the Central Andes; Past, Present, and Future Exploration Objectives, Econ, Geol. Vol, 87, PP, 2205-2216.

15. Routhier, P., (1982). Where are the Metels for the future? The Metal Provinces, An Essay on Global Metallogeny, BRGM, France, p400.

16. Maksaev, V. & Zentilli, M., (2002), “Chilean strata-bound Cu–(Ag) deposits: an overview. In: Porter, T.M. (Ed.), Hydrothermal Iron Oxide Copper–Gold and Related Deposits”. A Global Perspective, vol. 2. PGC Publishing, Adelaide, pp. 163–184.