



بررسی کانی شناسی فلزی در منطقه معدنی قلعه صولی سیستان و بلوچستان

آزاده آگاه^۱، میلاد صباغی (نویسنده مسئول)^۲

^۱ استادیار، گروه مهندسی معدن، دانشگاه سیستان و بلوچستان؛ agah_eng@eng.usb.ac.ir

^۲ دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی معدن، دانشگاه سیستان و بلوچستان؛ Miladsabbaghi313@gmail.com

چکیده

منطقه قلعه صولی در استان سیستان و بلوچستان و از لحاظ زون بندی در پهنه ساختاری-رسوبی نهپندان-خاش یا زون فلیش شرق ایران و در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نوک آباد قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه دارای پی سنگ اقیانوسی است که در اثر ریفت زائی درون قاره‌ای در اواخر دوره مزوزوئیک به وجود آمده است. این پی سنگ اقیانوسی از سنگ‌های افیولیتی که توسط سکانس‌های سنگی فلیش گونه با سن اواخر ژوراسیک- اوایل کرتاسه تا زمان ائوسن پوشیده شده‌اند، تشکیل شده است. مطالعات کانی شناسی فلزی بر مبنای مقاطع صیقلی برداشت شده نشان دهنده کانه‌های هایپوژن سولفور شامل کالکوپیریت، پیریت و اکسیده شامل مگنتیت و اکسید تیتان و کانی‌های سوپرژن شامل کانی‌های ثانویه مس (مالاکیت+کالکوسیت) و اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (هماتیت، لیمونیت، گوتیت،...) در ترکیب رگه معدنی می‌باشد. کانی گانگ، سیلیس می‌باشد که در حجم زیاد کانه‌های فلزی را همراهی می‌نماید.

واژه‌های کلیدی

قلعه صولی، کانی شناسی فلزی، کانه‌های هایپوژن سولفور، کانی‌های سوپرژن.

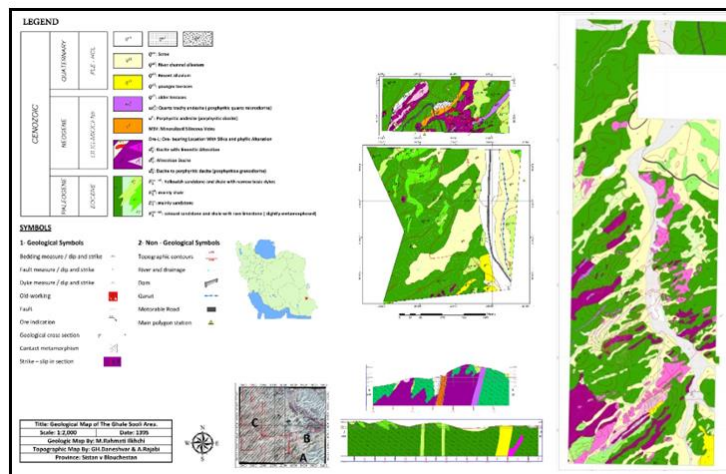


۱. مقدمه

کمبرند کوهزایی و فلززایی تئیس با مجموعه متنوعی از انواع ذخایر فلزی همچون کانسارهای آتشفشانی سولفید توده‌های، کانسارهای طلای اپی ترمال، طلای کوهزایی، کانسارهای اسکارنی و کانسارهای مس-مولیبدن-طلال پورفیری همراهی می‌شوند [۳-۱]. قرارگیری ایران در جوان بخش میانی این کمربند فلززایی و داشتن یک محیط زمین شناسی فعال و نسبتاً باعث شده تا ایران به یک محیط ژئودینامیکی با پتانسیل بالا در تشکیل انواع کانسارها تبدیل شود [۴،۵]. حضور کانسارهای بزرگ پورفیری مانند سونگون در شمال باختر ایران [۶،۷]، سرچشمه در جنوب خاور ایران [۸،۹] و کانسار اپی ترمال داشکسن (ساری گونای) در شمال باختر ایران [۱۰] گواهی بر این موضوع هستند. برخلاف کمربندهای فلززایی شناخته شده در ایران از جمله کمربند ماگمایی ارومیه-دختر [۱۱-۱۳] و کمربند دگرگونی سندانج-سیرجان [۱۴-۱۶] که تحقیقات فراوانی بر روی پتانسیل کانه زایی آنها انجام شده است، کمربند فلززایی خاور و جنوب خاور ایران به ویژه ایالت فلززایی زمین درز سیستان (SSZ)، با وجود پتانسیل بالا در تشکیل مواد معدنی به صورت ناشناخته مانده است که لزوم مطالعات بیشتر در این منطقه را منطقی و ضروری می‌نماید.

۲. زمین شناسی منطقه

زمین شناسی محدوده قلعه صولی، پوششی از رسوبات فلیشی شرق ایران می‌باشد که فعالیت‌های آذرین در آن به صورت دایک و استوک با حجم وسیعی موجبات دگرگونی و دگرسانی سنگ میزبان را فراهم نموده است. دگرگونی پیش آمده به صورت محلی و غالباً در تماس با توده‌های آذرین در غالب هورنفلسی شدن و به‌طور خفیف‌تر اسکارنی شدن به چشم می‌خورد و حضور کانی‌های شاخص این دگرسانی‌ها نظیر گارنت، اپیدوت و مجموع کانی‌های آلتره مؤید این واقعیت می‌باشد. فعالیت توده‌های آذرین در چند بازه زمانی رخ داده است، بطوریکه توده‌های نفوذی با ترکیب داسیت پورفیری در فازهای نخست در سنگ میزبان رسوبی جایگزین شده، سپس فعالیت‌های هیدروترمالی در سیستم‌های شکستگی تزریق و موجبات تشکیل ماده معدنی مس-طلا با گانگ سیلیس را به فرم رگه‌ای و استوک ورک فراهم نموده است. در گامه‌های پایانی دایک‌های مافیک (آندزیت-آندزی بازالت) در محدوده تزریق شده است. این دایکها جوان‌ترین فاز، فاقد کانی سازی و سالم می‌باشند و تا حدودی دگرسانی پروپلیتیک از خود نشان می‌دهند. تزریق‌های دایک‌های فوق الذکر، موجب تمرکز و تغلیظ کانی سازی در حاشیه خود شده است. این پدیده در ترانشه‌های حفر شده به خوبی مشاهده می‌گردد.





شکل ۱. نقشه زمین شناسی ۱/۲۰۰۰ محدوده اکتشافی

فعالیت‌های هیدروترمالی نیز در یک نسل خلاصه نشده و فاز سیلیسی حاوی مس-طلا قدیمی‌تر و در نسل‌های بعدی سیلیس حاوی پیریت و اکسید آهن با عیار مس-طلای ناچیز غالباً در همراهی با دایکهای مافیک و در حاشیه آنها در محدوده تشکیل شده است. همچنین گسترش آلتراسیون نیز در روند گسلها و شکستگی‌های محدوده به صورت توسعه کانی‌های اکسید و هیدروکسیدهای آهن و توسعه کانی‌های رسی در غالب آلتراسیون آرژیلیک مشاهده می‌گردد. توسعه این دگرسانی در روندهای خطی و با روند عمومی NE-SW نشان از ثانویه بودن این دگرسانی می‌باشد. به غیر از این دگرسانی، دگرسانی دیگری نظیر پتاسیک و فیلیک نیز در محدوده وجود دارد که مرتبط با توده‌های نفوذی محدوده بوده است.

۳. روش مطالعه

رخداد کانه زایی به فرم رگه‌ای (هیدرو ترمال) و در سیستم‌های شکستگی و گسلش محدوده و با روند عمومی شرقی-غربی شکل گرفته است. البته رگه‌های تاخیری تر با جهت مختلف در این روند اصلی تشکیل شده است. ضخامت کانه زایی از نیم متر تا بیش از ده‌ها متر (در ترانشه‌های حفر شده) و طول بیش از ۱۰۰ متر (چند دسته رگه) مشاهده می‌گردد. آنچه که در مورد کانه زایی محدوده به طور قطع می‌توان مطرح نمود، سیستم هیدروترمال مس-طلای مذکور می‌باشد ولی شواهدی دال بر وجود یک سیستم پورفیری بر مبنای شواهد پتروگرافی، صحرایی و.. به دست آمده که در دست بررسی است.

مطالعات کانی شناسی فلزی بر مبنای مقاطع صیقلی برداشت شده به شماره‌های ۱۴۱، ۱۳۳، ۱۲۲، ۱۲۱، ۱۲۰ نشان دهنده کانه‌های هایبوژن سولفور شامل کالکوپیریت، پیریت و اکسیدهای شامل مگنتیت و اکسید تیتان و کانی‌های سوپرژن شامل کانی‌های ثانویه مس (مالاکیت+کالکوسیت) و اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (هماتیت، لیمونیت، گوتیت...) در ترکیب رگه معدنی می‌باشد. کانی گانگ، سیلیس می‌باشد که در حجم زیاد کانه‌های فلزی را همراهی می‌نماید. در زیر شرح اجمالی از مطالعات صورت گرفته آمده است.

QS.95.120

کانی‌های فلزی: پیریت التره، هیدروکسید آهن

قالب‌های اتومرف پیریت با فراوانی حدود ۳٪ در سطح مقطع به شکل پراکنده استقرار یافته است. در حال حاضر پیریتها در اثر آلتراسیون سوپرژن به وسیله هیدروکسید آهن یعنی لیمونیت و گوتیت جانشین شده و قالب آنها بر جای مانده است. در بعضی از قالبها بقایایی از پیریت به صورت دانه‌های بسیار کوچک مشاهده می‌شود. ابعاد دانه‌های پیریت جانشین شده حدود ۵۰ الی ۵۰۰ میکرون است. هیدروکسید آهن همچنین به صورت نابرجا هم، وارد محیط شده و در درزو شکافها و حفرات جایگزین شده است.

QS.95.121

کانی‌های فلزی: منیتیت، پیریت، مالاکیت

منیتیت به تعداد انگشت شمار در سطح نمونه پراکنده است. کریستال‌های اتومرف منیتیت ابعادی حدود ۱۰ الی ۸۰ میکرون دارند.



پیریت نیز به تعداد انگشت شمار با ابعاد حدود ۴۰ میکرون در نمونه حضور داشته است. در حال حاضر این پیریتها در اثر التراسیون سوپرژن توسط هیدروکسیدهای آهن جانشین شده و فقط بقایایی بسیار کوچک از پیریت دیده می شود. مالاکیت به صورت نابرجا وارد محیط شده و باعث آغشتگی سطح گانگها گردیده است.

QS.95.122

کانی های فلزی: هیدروکسید آهن

این نمونه از لحاظ داشتن کانیهای فلزی فقیر است و فقط مقدار ناچیزی هیدروکسیدهای آهن به صورت نابرجا وارد درز و شکافها و حفرات شده و استقرار یافته است.

QS.95.133

کانی های فلزی: پیریت التره، هیدروکسید آهن

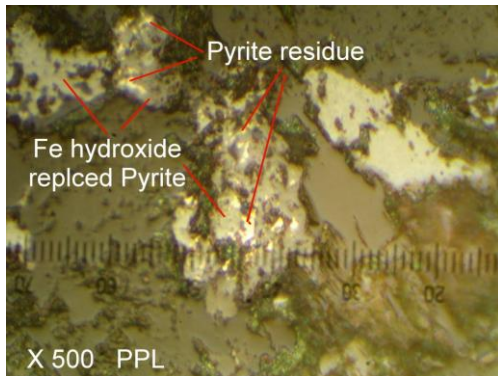
پیریت با فراوانی حدود ۲٪ در این نمونه، به شکل پراکنده وجود داشته است، در حال حاضر پیریتها در اثر عملکرد التراسیون سوپرژن توسط هیدروکسیدهای آهن یعنی لیمونیت و گوتیت جانشین گشته و فقط بقایایی از پیریت اولیه در قالبهای بر جای مانده دیده می شود. ابعاد دانه ها حدود ۵۰ الی ۳۵۰ میکرون بوده است. هیدروکسیدهای آهن به صورت نابرجا وارد محیط شده و به فراوانی داخل درز و شکافها و حفرات استقرار یافته و یا به صورت ذرات ساب میکروسکوپییک سطح گانگها را آغشته کرده است.

QS.95.141

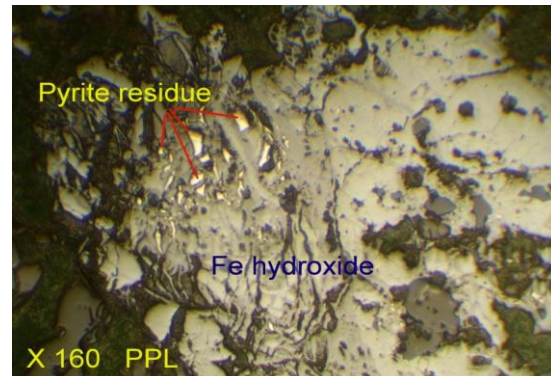
کانی های فلزی: کالکوپیریت، کالکوسیت، کولیت، پیریت، پیروتیت، هیدروکسید آهن، مالاکیت

رگچه هایی از جنس کالکوپیریت به طور موازی در سطح مقطع مشاهده می گردد. داخل این رگچه ها کالکوپیریت در اثر التراسیون سوپرژن توسط هیدروکسید آهن در حال جاننشینی است و لکه های کالکوپیریت مانند جزایری داخل هیدروکسیدهای آهن پراکنده می باشد. ابعاد این لکه ها از ۲۰ میکرون الی ۱ میلیمتر در تغییر است. در حال حاضر فراوانی کالکوپیریت حدود ۱۲٪ است. از دیگر محصولات التراسیون کالکوپیریت کالکوسیت و کولیت است که به مقدار کم در حواشی لکه های کالکوپیریت دیده می شود. مالاکیت نیز به فراوانی در حواشی رگچه های کالکوپیریت و در بین رگچه ها و داخل فضاها خالی استقرار و در سطح گانگها ایجاد آغشتگی کرده است.

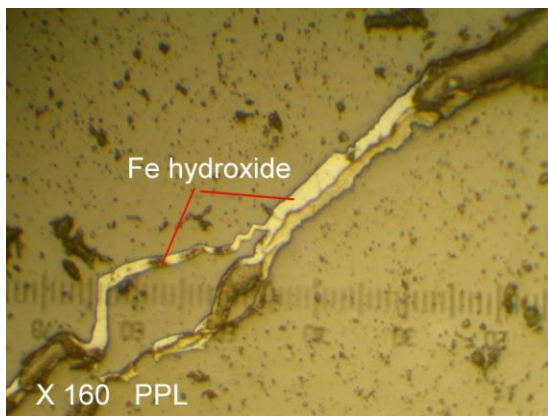
در رگچه های کالکوپیریتی، پیریت نیز به تعداد انگشت شمار وجود داشته است ولی هم اکنون در اثر التراسیون سوپرژن توسط هیدروکسیدهای آهن جانشین شده و داخل قالبهای برجا مانده فقط بقایایی از پیریت به صورت ذرات بسیار کوچک دیده می شود. پیروتیت به تعداد انگشت شمار داخل کالکوپیریت دیده می شود. ابعاد این دانه ها حدود ۲۰ الی ۵۰ میکرون می باشد.



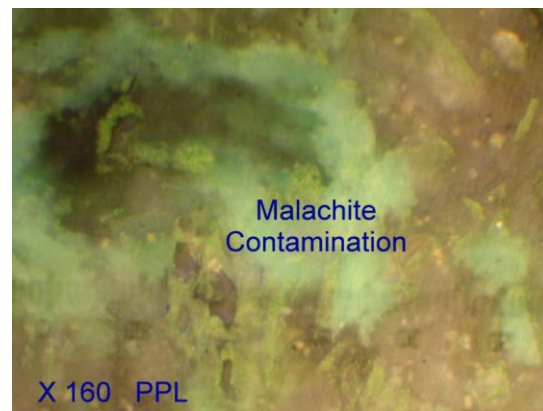
شکل ۳. کانی‌های پیریت التره و هیدروکسید آهن در نمونه QS.95.121



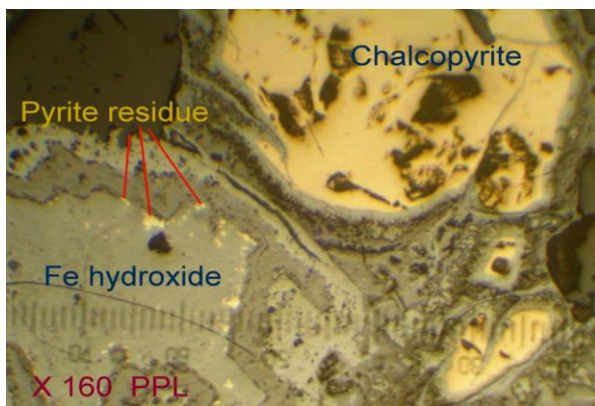
شکل ۲. کانی‌های پیریت التره و هیدروکسید آهن در نمونه QS.95.120



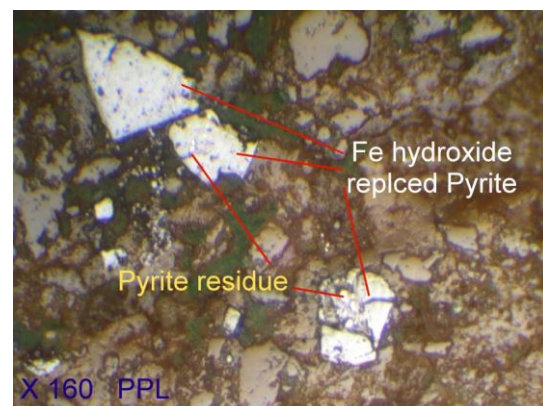
شکل ۵. رگچه‌های اکسید آهن در نمونه QS.95.122



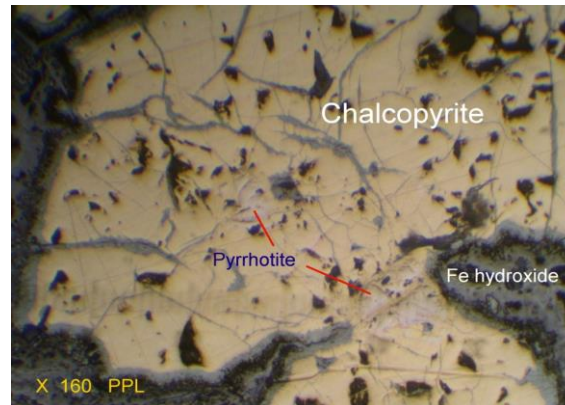
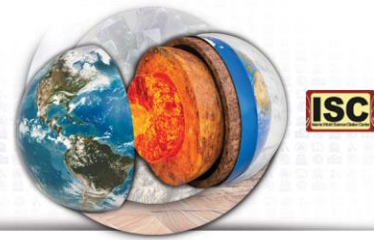
شکل ۴. کانی مالاکیت در نمونه QS.95.121



شکل ۷. کانی‌های پیریت التره، کالکوپیریت و هیدروکسید آهن در نمونه QS.95.141



شکل ۶. کانی‌های پیریت التره و هیدروکسید آهن در نمونه QS.95.133



شکل ۸. کانی‌های پیروتیت، کالکوپیریت و هیدروکسید آهن در نمونه QS.95. 141

۴. نتیجه گیری

مطالعات کانی شناسی فلزی در منطقه قلعه صولی سیستان و بلوچستان بر مبنای مقاطع صیقلی برداشت شده نشان دهنده کانه‌های هایبوژن سولفور شامل کالکوپیریت، پیریت و اکسیدده شامل مگنتیت و اکسید تیتان و کانی‌های سوپرژن شامل کانی‌های ثانویه مس (مالاکیت+کالکوسیت) و اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (هماتیت، لیمونیت، گوتیت...) در ترکیب رگه معدنی می‌باشد. کانی گانگ، سیلیس می‌باشد که در حجم زیاد کانه‌های فلزی را همراهی می‌نماید.

منابع

- [1] Baker, T., Bickford, D., Juras, S., Lewis, P., Oztas, Y., Ross, K., and Creaser, R. A., 2016. The geology of the Kisladag porphyry gold deposit, Turkey. Soc. Econ. Geologists Spec. Publ, 19,1-27.
- [2] Imer, A., Richards, J. P., and Muehlenbachs, K., 2016. Hydrothermal evolution of the copler porphyry-epithermal Au deposit, Erzincan province, central eastern Turkey. Economic Geology, 111(7), 1619-1658.
- [3] Raziq, A., Tosdal, R. M., and Creaser, R. A., 2014. Temporal evolution of the western porphyry Cu-Au systems at Reko Diq, Balochistan, western Pakistan. Economic Geology, 109(7), 2003-2021.
- [4] Richards, J. P., and Sholeh, A., 2016. The Tethyan tectonic history and Cu-Au metallogeny of Iran. Economic Geology, Special Publication 19: 193-212.
- [5] Richards, J. P., 2015. Tectonic, magmatic and metallogenic evolution of Tethyan Orogen: From subduction to collision, Ore Geology Reviews, 70: 323-345.
- [6] Hezarkhani, A., 2008. Hydrothermal evolution of the Miduk porphyry copper system, Kerman, Iran: a fluid inclusion investigation. International Geology Review, 50(7), 665-684.
- [7] Hou, M. D., Zhang, H. R., and Jia, J. W., 2013. New research on the genesis of Sungaun porphyry Cu-Mo Deposit in Iran. Geol. Sci. Technol. Inf. 32(5), 17-181.
- [8] Waterman, G. C., and Hamilton, R. L., 1975. The Sar-Cheshmeh porphyry copper deposit. Econ. Geol., 70, 568-576.
- [9] McInnes, B. I. A., Evans, N. J., Belousova, E., Griffin, W. T., and Andrew, R. L., 2003. Timing of mineralization and exhumation processes at the Sar Cheshmeh and Meiduk porphyry Cu deposits, Kerman belt, Iran. In: Eliopoulos (Ed.), Mineral Exploration and Sustainable Development (7th Biennial SGA Meeting Athens, August 24-28). Millpress, Rotterdam, pp. 1197-1200.
- [10] Richards, J. P., Wilkinson, D., and Ullrich, T., 2006. Geology of the Sari Gunay epithermal gold deposit, northwest Iran. Economic Geology, 101(8), 1455-1496.



- [11] Zarasvandi, A., Rezaei, M., Raith, J., Lentz, D., Azimzadeh, A. M., and Pourkaseb, H., 2015. Geochemistry and fluid characteristics of the Dalli porphyry Cu-Au deposit, Central Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 111, 175.
- [12] Asadi, S., Moore, F., and Zarasvandi, A., 2014. Discriminating productive and barren porphyry copper deposits in the southeastern part of the central Iranian volcano-plutonic belt, Kerman region, Iran: a review. *Earth Sci. Rev.* 138, 25-46.
- [13] Aghazadeh, M., Hou, Z., and Zhou, L., 2015. Temporal-spatial distribution and tectonic of porphyry copper deposits in Iran: constraints from zircon U-Pb and molybdenite Re-Os geochronology. *Ore Geol. Rev.* 70, 385-406.
- [14] Mohajjel, M., Fergusson, C. L., and Sahandi, M. R., 2003. Cretaceous-Tertiary convergence and continental collision, Sanandaj-Sirjan zone Western Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 21(4), 397-412.
- [15] Mohajjel, M., and Fergusson, C. L., 2014. Jurassic to Cenozoic tectonics of the Zagros Orogen in northwestern Iran. *International Geology Review*, 56(3), 263-287.
- [16] Aliyari, F., Rastal, E., and Mohajjel, M., 2012. Gold Deposits in the Sanandaj-Sirjan Zone: Orogenic Gold Deposits or Intrusion-related Gold Systems. *Resource Geology*, 62(3), 269-315.