فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال نهم، شماره سی و پنجم، پاییز ۱۳۹۴، صفحات ۴۲- ۲۹

بررسی کانی‌سازی و منشأ مس رسوبی چینه‌کران با میزبان کنگلومرای پلیوسن در منطقه قره‌آغاج ماکو

محمدرضا حسین‌زاده [۱و*]، سجاد مغفوری[۲]، محسن مؤید[۳]، مهدی عشرتی[۴]

۱. دانشیار گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز

۲. دانشجوی دکتری زمین‌شناسی اقتصادی، گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز

۳. استاد گروه علوم زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز

۴. کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۱۰

چکیده

منطقه مورد مطالعه در شـــمال‌غرب ایران و در شـــمال کمربند افیولیتی خوی واقع شـــده است. مجموعه ســـنگ‌های موجود در منطقه قره‌آغاج شـــامل رسوبات ســـازند قم، توالی قرمز بالایی (URF) و کنگلومرای پلیوسن می‌باشد. مجموعه واحدهای سنگی پلیوسن شامل سیلتستون، ماسه‌سنگ (آرکوز، لیت‌آرنایت) و میکروکنگلومرا و کنگلومرا می‌باشد. میزبان کانی‌سازی مس چینه‌کران در منطقه قره‌آغاج میکروکنگلومرا و کنگلومرای پلیوسن است ولی در واحد ماسه‌سنگی نیز کانی‌زایی به صورت جزئی دیده می‌شود. بخش اعظم کانسارسازی به‌صورت پرکننده فضای خالی می‌باشد. کانی‌شناسی کانسار مس قره آغاج بسیار ساده بوده و شامل مس طبیعی، کوپریت و تنوریت می‌باشد. نبود سولفیدهای مس، عدم وجود فسیل‌های گیاهی بعنوان عامل احیاکننده، عدم رخداد فرآیند جانشینی مس به‌جای بافت‌های گیاهی، وجود کانی‌زایی بصورت پرکننده فضای خالی و سیمان بین‌دانه‌ای و تشکیل کانی‌زایی به‌صورت مس طبیعی نشان‌دهنده عدم تشابه کانی‌زایی مس قره‌آغاج با کانســـارهای مس رســـوبی تیپ Red-bed می‌باشد. بنابراین ســـیالات درون حوضه‌ای طی فرآیندهای دیاژنز از توالی قرمز بالایی نشأت گرفته و باعث شسته شدن مس از توالی مزبور و تشکیل کمپلکس کلریدی مس می‌شـــود. افزایش ســـطح ایستابی باعث ایجاد شـــرایط احیایی در کنگلومرای پلیوسن شده و سیالات مس‌دار در طی ورود به این شرایط احیایی، مس خود را در زیر سطح ایستابی به‌صورت مس طبیعی ته‌نشست داده‌اند. با کاهش سطح ایستابی و افزایش فوگاسیته اکسیژن (Eh بالا)، مس طبیعی تشکیل شده در مرحله قبل توسط کانی‌های اکسیدی مانند کوپریت و تنوریت جانشین شده است.

واژه‌های کلیدی: مس طبیعی، کنگلومرا، چینه‌کران، پرکننده فضای خالی، ماکو.

[*] نویسنده مرتبط: Mr-hosseinzadeh@tabrizu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

منطقه مورد مطالعه در ۶۰ کیلومتری جنوب شهرستان ماکو در استان آذربایجان‌غربی قرار دارد. این منطقه در گوشه جنوب‌شرقی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ماکو (امینی‌آذر و همکاران، ۱۳۸۲) و بین طول‌های جغرافیایی شرقی ″۴۴°۳۰′۲۸ تا ′۴۵°۰۰ و عرض‌های جغرافیایی شمالی ′۰۰ °۳۹ تا ″۳۸ ′۳۰°۳۹ قرار دارد. حضور کانی‌سازی مس در داخل طبقات کنگلومرای پلیوسن از ویژگی‌های زمین‌شناسی جالب توجه منطقه قره آغاج‌ماکو می‌باشد. مطالعه و شناسایی کانی‌زایی مس با میزبان کنگلومرای پلیوسن برای اولین‌بار در ایران معرفی می‌شود. با توجه به گسترش واحدهای کنگلومرایی در زمان‌های زمین‌شناسی مختلف در ایران و به‌خصوص در پهنه‌های زمین‌شناسی گوناگون به سن پلیوسن (کنگلومرای هزاردره در پهنه البرز، کنگلومرای پلیوسن کپه داغ و کنگلومرای بختیاری در زاگرس) مطالعه کانی‌زایی مس قره آغاج از لحاظ کانی‌شناسی، زمین‌شناسی، منشأ مس و عوامل کنترل کننده کانی‌زایی می‌تواند برای شناسایی این تیپ کانسارها در دیگر پهنه‌های زمین‌شناسی به‌عنوان الگو مورد استفاده قرار گیرد.

زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

نهشته‌های موجود در منطقه قره‌آغاج بیشتر شامل رسوبات سنوزوئیک بویژه نهشته‌های الیگومیوسن است که شامل سازندهای قم و توالی قرمزبالایی و کنگلومرای پلیوسن (میزبان کانی‌زایی) هستند (امینی‌آذر و همکاران، ۱۳۸۲) (شکل ۱).

واحدهای الیگومیوسن

از هفت بخش زمین‌شناسی سازند قم تنها سه بخش در منطقه قره‌آغاج مشاهده می‌شوند و شامل کنگلومرای قاعده (O^q)، بخش سنگ آهک و مارنی سازند قم (OMql) و بخش مارنی و ماسه‌سنگ بالایی سازند قم (OMq^m) می‌باشند. واحد کنگلومرایی (O^q) بخش پایینی سازند قم را در منطقه تشکیل می‌دهد و از کنگلومرای قرمز مایل به خاکستری با قطعات گوناگون تشکیل شده است که اندازه قطعات از ۱۰-۲۰ سانتی متر متغییر می‌باشد. ترکیب این کنگلومرا متفاوت و از نوع پلی‌میکتیک می‌باشد. این واحد بگونه دگرشیب و پیشرونده بر روی واحدهای کهن‌تر قرار گرفته و به‌گونه هم‌شیب به‌وسیله واحد کربناته (OMql) پوشیده می‌شود.

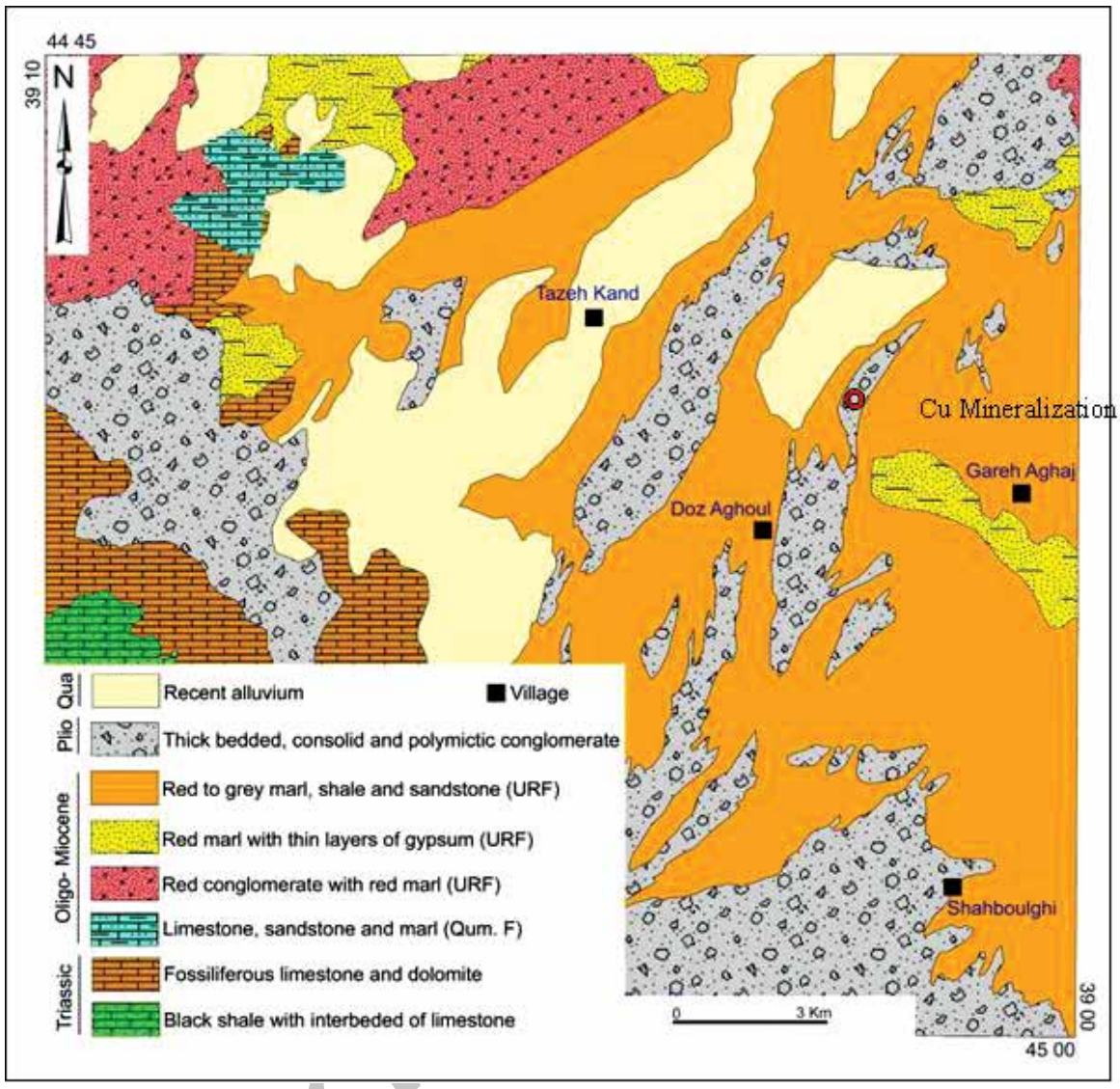
واحد کربناته سازند قم (OMql) شامل سنگ آهک فسیل‌دار به رنگ کرم تا خاکستری روشن است که به‌صورت نازک لایه می‌باشد. این واحد در بخش زیرین نازک تا متوسط لایه می‌باشد که بتدریج در بخش‌های بالایی ضخیم لایه و توده‌ای می‌شود و منظره ریفی از خود نشان می‌دهد (امینی‌آذر و همکاران، ۱۳۸۲) (شکل ۲- الف).

واحد کربناتی سازند قم به‌صورت تدریجی به واحد مارنی (OMq^m) تبدیل می‌شود. این واحد رسوبی از مارن‌های گچ دار و فسیل‌دار با درون لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و کنگلومرا تشکیل شده است. این مارن‌ها دارای فسیل‌های فراوانی از شکم‌پایان و مرجان‌های شاخی می‌باشد.

سازند قرمز بالایی (URF) به‌صورت ناپیوسته و پیشرونده بر روی عضوهای گوناگون سازند قم و واحدهای کهن‌تر قرار می‌گیرد این واحد رسوبی از پایین به بالا شامل میکروکنگلومرا و ماسه‌سنگ با میان لایه‌هایی از گل‌سنگ می‌باشد که به‌صورت تدریجی توسط مارن‌های قرمز رنگ پوشیده می‌شود. واحد شیل رسی- سیلتی قرمز رنگ با عدسی‌هایی از ماسه‌سنگ آخرین توالی قرمز بالایی را تشکیل می‌دهد (شکل ۲- ب).

Archive of SID

www.SID.ir

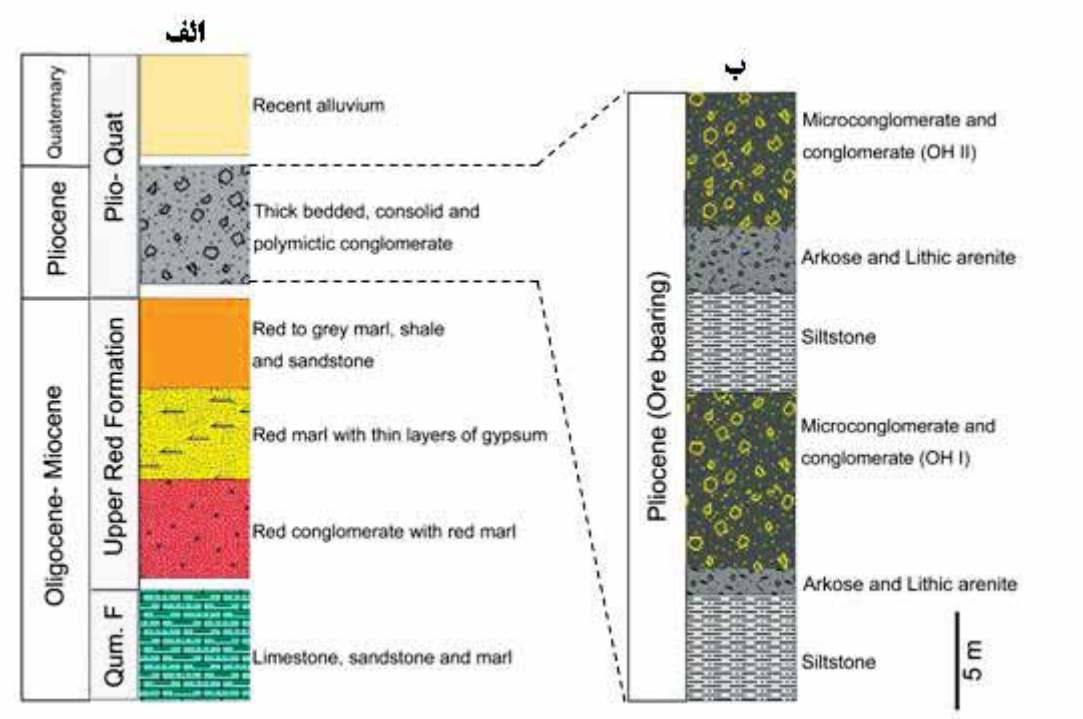


شکل۱. نقشه زمین‌شناسی منطقه معدنی قره آغاج، گسترش کنگلومرای پلیوسن و رخداد کانی‌زایی مس در آن (اقتباس از نقشه زمین‌شناسی، امینی آذر و عباسی، ۱۳۸۲)

کنگلومرای پلیوسن

همانطورکه ذکر گردید کنگلومرای پلیوسن میزبان کانی‌زایی مس در کانسار قره‌آغاج می‌باشد. واحد پلیوسن شامل تناوبی از توالی‌های درشت شونده به سمت بالا می‌باشد. به‌طور کلی میزان کنگلومرا و میکروکنگلومرا در بخش‌های بالایی سازند پلیوسن بیشتر می‌باشد در حالی‌که نسبت سیلتستون و ماسه‌سنگ به کنگلومرا در بخش‌های زیرین بیشتر می‌باشد (شکل ۲- ب). با توجه به مطالعات صورت گرفته واحدهای سنگی پلیوسن، از پایین به بالا شامل سیلتسون، ماسه‌سنگ (آرکوز، لیتیک‌آرنایت)، میکروکنگلومرا و کنگلومرا می‌باشد این واحدهای سنگی در منطقه مورد مطالعه دو بار تکرار شده است (شکل ۲- ب). ویژگی‌های سنگ‌شناختی این واحد عبارتند از:

www.SID.ir



شکل۲. الف) ستون چینه‌شناسی عمومی از واحدهای سنگی موجود در منطقه مورد مطالعه، ب) ستون چینه‌شناسی از رخساره‌های سنگی پیلیوسن. (کانی‌زایی مس در واحد میکروکنگلومرا و کنگلومرا تشکیل شده است)

واحد سیلتستون

این واحد با داشتن مورفولوژی نرم در ابتدای هر سیکل قابل مشاهده است (شکل ۳- الف). به‌طور کلی فراوانی سیلتستون در بخش‌های پایینی توالی پلیوسن بیشتر است. ذرات تشکیل‌دهنده آن اغلب شامل کوارتز تخریبی در حد سیلت تا ماسه ریز به همراه فلدسپار تخریبی می‌باشد.

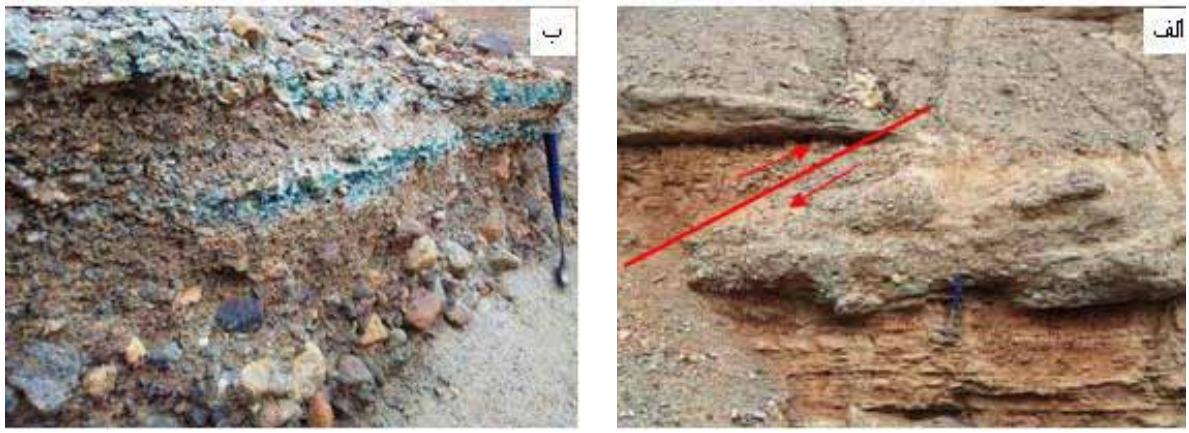
واحد ماسه‌سنگی

ماسه‌سنگ موجود در منطقه قره‌آغاج شامل آرکوز و لیت‌آرنایت می‌باشد (شکل ۳- ب) ماسه سنگ‌ها دارای میان لایه هایی از سیلتستون می‌باشد (شکل ۴- الف). هرچند اغلب، ترکیب ماسه‌سنگی تابعی از منشأ می‌باشد، اما بطور کلی محیط رسوبی پیشنهادی برای لیت‌آرنایت، محیط دلتایی و برای آرکوز، رودخانه‌ای است (Tucker، 2001). اجزای تخریبی موجود در ماسه‌سنگ موجود در منطقه قره‌آغاج غالباً از کوارتز، پلاژیوکلاز، بیوتیت، هورنبلند و خرده‌های سنگی الترامافیک تشکیل شده است. ماسه سنگ‌های موجود در توالی پلیوسن را می‌توان از نظر ترکیب به دو دسته آرکوز و لیت آرنایت تقسیم نمود.

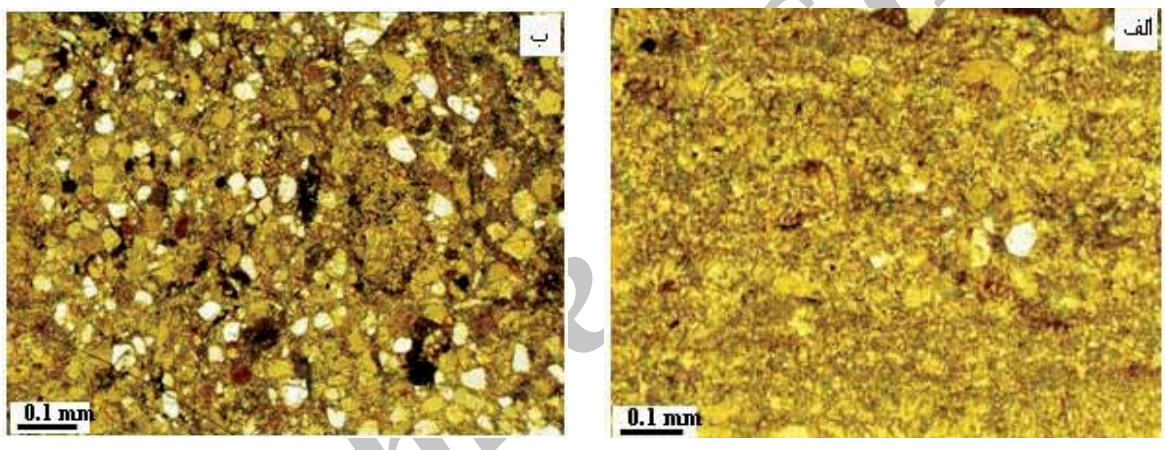
آرکوز: این دسته از ماسه سنگ‌ها دارای میزان فلدسپار بیشتری نسبت به لیت‌آرنایت هستند (شکل ۴- ب). آرکوز اغلب از گرانیت، گنایس و از ماسه‌سنگ حاصل از هوازدگی منشأ می‌گیرند (Tucker، 2001).

لیت‌آرنایت: این ماسه‌سنگ با داشتن خرده‌سنگ، که از قطعات فلدسپار موجود در سنگ بیشتر است مشخص می‌گردد. اجزای تخریبی اصلی در این ماسه‌سنگ شامل کوارتز تخریبی، فلدسپار، قطعات‌سنگی (کربنات، قطعات مافیک و الترامافیک و شیشه) می‌باشد (شکل ۴- ب).

Archive of SID
www.SID.ir



شـکل۳. الف) تصویر رخنمونی از واحد سیلتســتون که در زیر واحد ماسه‌سنگی قرار گرفته اســت، ب) رخنمونی از واحد کنگلومرایی میزبان کانی‌زایی مس



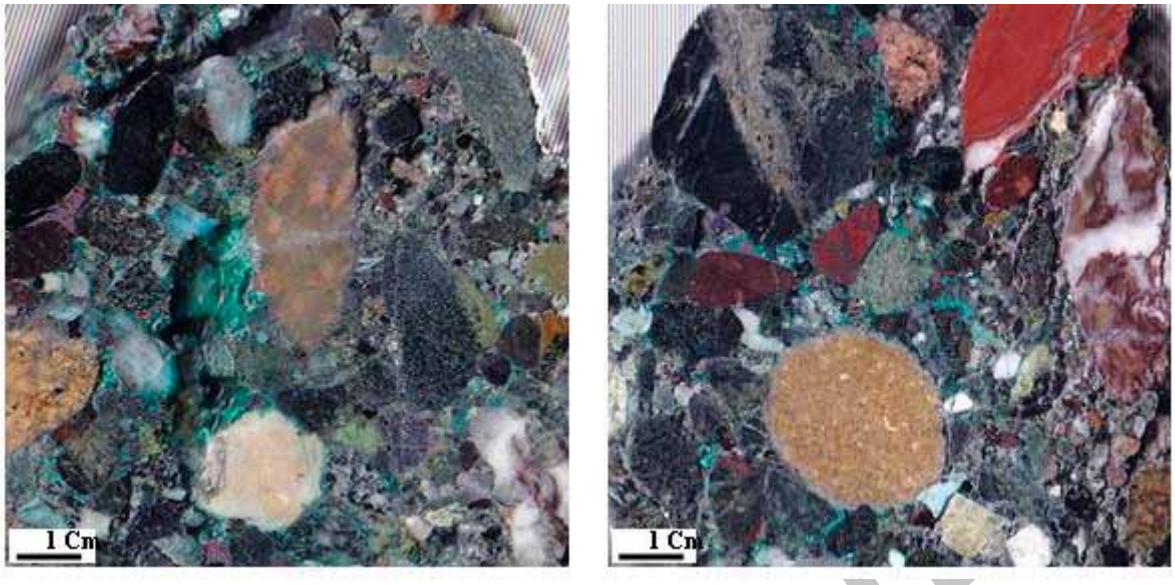
شکل۴. الف) تصویر میکروسکوپی از واحد سیلتستون، ب) تصویر میکروسکوپی از رخساره لیت‌آرنایت که بطور عمده از خرده‌سنگ تشکیل شده

میکروکنگلومرا و کنگلومرا

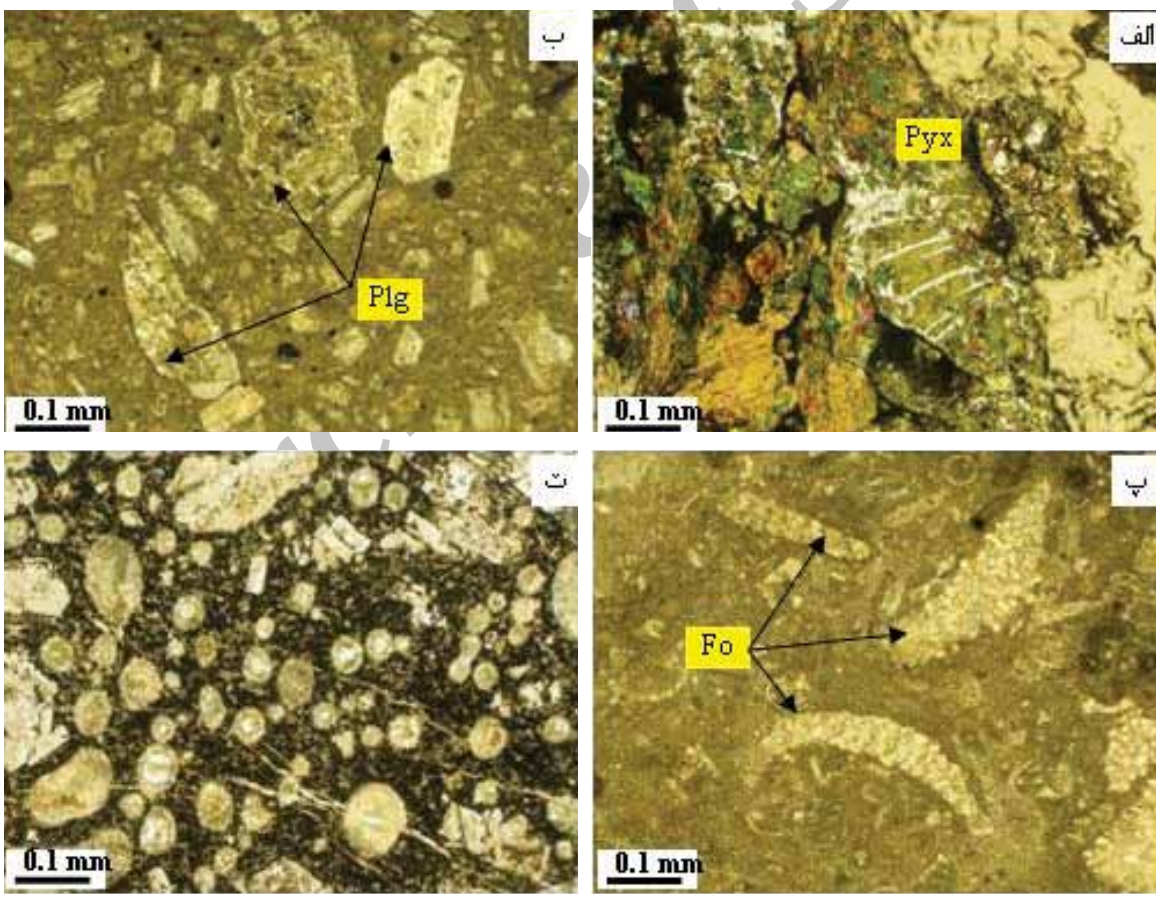
میکروکنگلومرا و کنگلومرا، انتهای توالی رسوبی پلیوسن را در منطقه قره آغاج تشکیل می‌دهند (شکل ۲- ب). میزان فراوانی کنگلومرا بسیار بیشتر از میکروکنگلومرا است (شکل ۳ب). از قطعات الترامافیکی ســرپانتینیت، قطعات مافیک بازالتی و آندزیتی، قطعات سیلیسی، قطعات آهکی ماسه‌ای و فسیل‌دار و قطعات دگرگونی تشکیل شده است (شکل ۵).

قطعات الترامافیک و مافیکی بطور میانگین در حدود ۴۰ تا ۴۵ درصد واحدکنگلومرایی را تشــکیل می‌دهند که از کانی‌های ســرپانتینیت، پلازیوکلاز، پیروکسن و الیوین تشکیل شده‌اند (شکل ۶- الف) (عشرتی، ۱۳۹۲).

www.SID.ir



شکل۵. تصاویرنمونه دستی از واحد کنگلومرایی میزبان کانی‌زایی که از قطعات با ترکیبات مختلف تشکیل شده است



شـــکل۶. تصاویر میکروســـکوپی از قطعات آواری موجود در کنگلومرای پلیوسن. الف) تصویر میکروسکوپی از قطعات الترمافیک سرپانتینیتی و حضور مقادیر فراوان کانی پیروکسن (Pyx). ب) تصویر میکروسکوپی از قطعات آندزیت پورفیر با پلاژیوکلاز فراوان (Plg)، پ) حضور میکروفسیل میوژیپسینا (Fo) نشان‌دهنده حمل این قطعات از آهک‌های سازند قم می‌باشد، ت) تصویر میکروسکوپی از قطعات بازالتی آمیگدالوئیدال

www.SID.ir

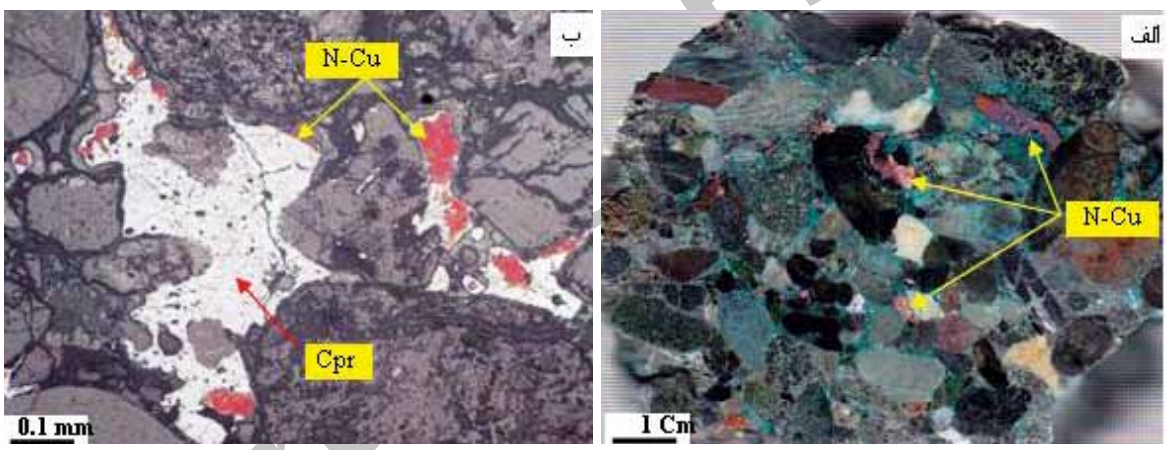
در تصاویر میکروسکوپی قطعات بازالتی آمیگدالوئیدال مشاهده می‌شود که حفرات آن با سیلیس و کربنات پر شده‌اند (شکل۶- ب).

قطعات آهکی سازند قم به‌وفور در واحد کنگلومرای پلیوسن مشاهده می‌شوند این قطعات دارای میکروفسیل و قطعات جلبکی می‌باشند (شکل ۶- پ، ت). قطعات دگرگونی در داخل کنگلومرا بطور میانگین ۱۰ تا ۱۲ درصد کل این واحد آواری را تشکیل می‌دهند و شامل قطعات مرمر و قطعات اپیدوتی شده با جهت‌یافتگی خاص می‌باشند. مطالعات میکروسکوپی نشان می‌دهند که قطعات مافیکی و الترامافیکی و قطعات دگرگونی موجود در کنگلومرای پلیوسن منطقه قره‌آغاج ماکو از افیولیت‌ملانژهای موجود در منطقه نشأت گرفته‌اند.

کانی‌زایی

کانی‌زایی مس در محدوه معدنی قره‌آغاج درون توالی رسوبی- تخریبی پلیوسن رخ داده است. همانطورکه ذکر شد این توالی از رسوبات سیلتستون، ماسه‌سنگ (آرکوز و لیت‌آرنایت) و میکروکنگلومرا و کنگلومرا تشکیل شده است.

نبود فسیل‌های گیاهی در واحد رسوبی پلیوسن نشان می‌دهد که این واحد جزء محیط رسوبی خشکی نیست و لذا محیط تهنشست این کنگلومرا را نمی‌توان به محیط‌های رودخانه‌ای و دلتایی نسبت داد. شواهد زمین‌شناسی، تکرار سیکل رسوبی درشت‌شونده به سمت بالای توالی، نبود فسیل گیاهی و ایمچور بودن کنگلومرای مذکور نشان‌دهنده تهنشست این واحد آواری در یک حوضه رسوبی ساحلی کم‌عمق می‌باشد (Van، 1990).



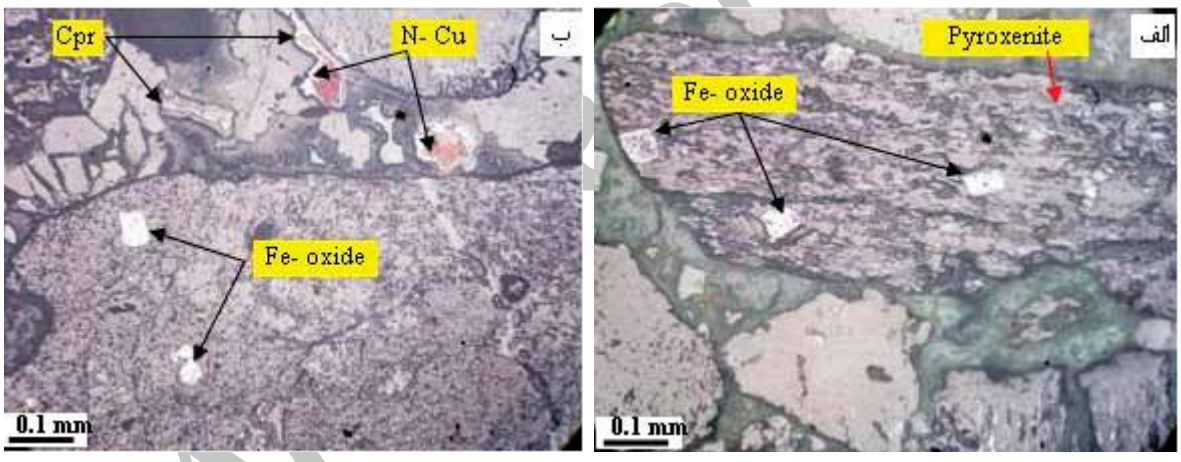
شکل۷. الف) نمونه دستی از واحد کنگلومرایی میزبان کانی‌زایی که فضای بین قطعات آواری را مس طبیعی (N-Cu) پر کرده است، ب) تصویر میکروسکوپی از کانی‌های مس طبیعی و کوپریت بصورت سیمان بین‌دانه‌ای

کانی‌زایی مس در کانسار قره‌آغاج فقط در داخل واحد کنگلومرایی تشکیل شده است (شکل ۷- الف) و کانی‌زایی در داخل واحد سیلتستون وجود ندارد و میزان بسیار کمی از کانی‌زایی مس در داخل واحد ماسه سنگی مشاهده می‌شود (شکل ۳- ب). سولفیدهای مس در این کانسار مشاهده نمی‌شوند و کانی‌زایی مس به‌صورت مس طبیعی می‌باشد که فضای بین ذرات تشکیل‌دهنده کنگلومرا را پر کرده است (شکل ۷- ب). شاید در نگاه اول این کانسار قابل مقایسه با کانسارهای مس رسوبی قرمز رنگ (Red-bed) باشد ولی تفاوت‌های اساسی بین کانسار قره‌آغاج و کانسارهای مس رسوبی قرمز رنگ (Red-bed) وجود دارد، تفاوت اصلی نبود فسیل‌های گیاهی در توالی میزبان کانی‌زایی بعنوان عامل احیاکننده می‌باشد فسیل‌های گیاهی یکی از فاکتورهای کنترل‌کننده کانی‌زایی در کانسارهای مس رسوبی احیایی می‌باشد (El Desouky et al.، 2007)، تفاوت دیگر نبود سولفید در کانسار مس قره‌آغاج است در کانسارهای مس رسوبی قرمز رنگ (Red-bed) سولفیدهای مس و پیریت به‌فور دیده می‌شود که جانشین فسیل‌های گیاهی

www.SID.ir

شـده‌اند (مهدوی و همـکاران، ۱۳۹۰). در کانسـارهای مس رسـوبی قرمز رنگ (Red-bed) عمل جانشـینی سولفیدهای مس به جای فسیل‌های گیاهی مکانیسم اصلی رخداد کانی‌زایی است (Hitzman، 2000)ولی در کانسار قره‌آغاج نه‌تنها چنین جانشینی اتفاق نیافتاده است بلکه کانی‌زایی، فضای بین قطعات آواری کنگلومرا را پر کرده اسـت (شـکل۷- ب). کانه اصلی در کانسارهای‌قرمزرنگ(Red-bed)؛ بورنیت، کالکوسیت، مالاکیت و به‌مقدار کم مس طبیعی می‌باشد (Hitzman et al.، 2005) ولی در کانسـار مس قره‌آغاج کانه اصلی مس طبیعی است که کانی‌های کوپریت و تنوریت آن را همراهی می‌کنند (شکل‌های۸، ۹ و جدول۱) و کانه‌های سولفیدی وجود ندارد. حضور لایه‌های قرمز به‌عنوان میزبان ماده معدنی و بسـتر لازم برای کانی‌زایی مس رسـوبی در کانسارهای نوع قرمز رنگ (Red-bed) یکی از فاکتورهای اساسی است (Walker، 1989) که این توالی قرمز در کانسار قره‌آغاج مشاهده نمی‌شود. تنها شباهتی کانسار مس قره آغاج و کانسارهای مس رسوبی نوع قرمز رنگ (Red-bed) در نوع ماده معدنی و سنگ میزبان ماده معدنی است.

کانی‌زایی به‌صورت کانی‌های مس طبیعی، کوپریت، تنوریت، مگنتیت و هماتیت به‌صورت دو نسل دیده می‌شوند، نسل اول شـامل کانی‌های مگنتیت و هماتیت بصورت دانه پراکنده و در داخل قطعات آواری تشکیل دهنده کنگلومرا می‌باشد این نسل از کانی‌ها محدود به قطعات آواری مافیک و الترامافیک می‌باشند (شکل ۸ - الف، ب)، قطعات کوارتزی و کربناتی فاقد مگنتیت و هماتیت‌های دانه پراکنده می‌باشـند. نسل دوم کانه‌های مس بصورت مس طبیعی، کوپریت و تنوریت می‌باشـند که بصورت سـیمان بین‌دانه‌ای یا پرکننده فضای خالی هستند (شکل ۸- ب) که بر خلاف کانی‌های نسل اول در نمونه‌های دستی با چشم مشاهده می‌شوند.



شـکل۸. الف) تصویر میکروسـکوپی از حضور اکسـیدهای آهن در داخل پیروکسنیت، ب) تصویر میکروسـکوپی از حضور دو نسل از کانی‌ها، اکسیدهای آهن دانه‌پراکنده یا نسل اول در داخل قطعات، کوپریت و مس طبیعی و نسل دوم کانی‌زایی در فضای بین قطعات. (N-Cu: مس طبیعی، Cpr: کوپریت)

کانی‌شناسی و ساخت و بافت

همانطورکـه ذکر شـد کانی‌شناسـی کانسـار قره‌آغاج سـاده بوده و عبارتست از: مس طبیعی، کوپریت، تنوریت، مگنتیت و هماتیت کـه به‌صورت بافت‌هـای دانه‌پراکنده، سیمان بین‌دانه‌ای (پرکننده فضای خالی) و جانشینی دیده می‌شوند.

بافت دانه پراکنده

بافت دانه‌پراکنده در واقع همان مگنتیت‌های نسل اول می‌باشـند که در داخل قطعات آواری الترامافیک و مافیک تشـکیل‌دهنده کنگلومـرا قرار دارند (شـکل ۸- الف، ب). محدود شـدن اکسـیدهای آهن در قطعـات الترامافیک و مافیک نشـان‌دهنده حمل این نسل از کانی از سنگ منشأ اولیه و مادر است. با توجه به شباهت پتروگرافی این قطعات

www.SID.ir

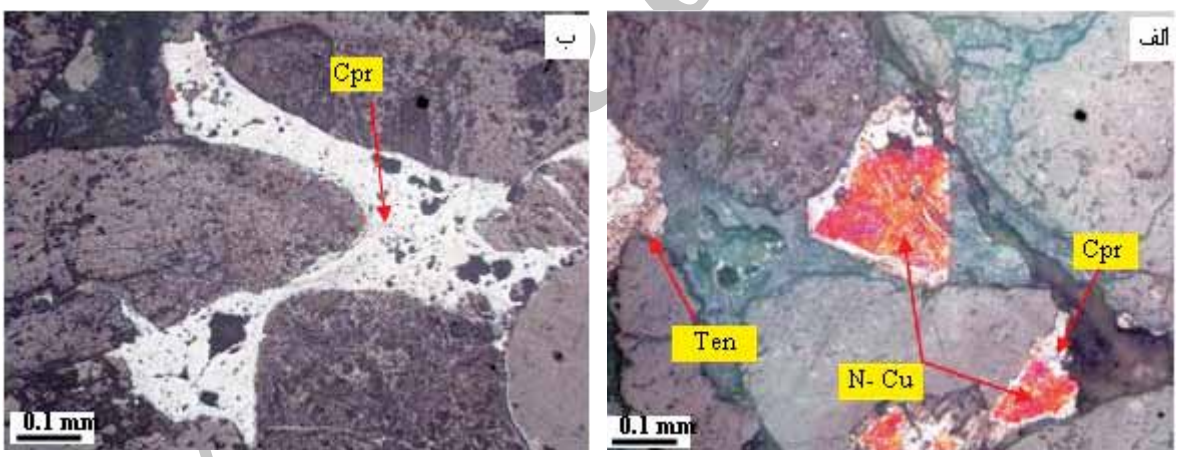
آواری بـا واحدهـای الترامافیک و مافیک تشـکیل دهنده کمپلکس افیولیتی موجود در غـرب منطقه مورد مطالعه، می‌توان چنین استنباط کرد که این نسل از کانی‌ها به‌صورت اولیـه از تخریب واحدهای افیولیتـی و حمل آن‌ها همراه با دیگر قطعات آواری به حوضه رسوبی اتفاق افتاده است. لازم به ذکر اسـت که تمامی قطعات تشکیل‌دهنده کنگلومرای پلیوسـن حاوی کانی‌های اکسید آهن به‌صورت دانه پراکنده نمی‌باشد فقط قطعات مافیک و الترامافیک دارای مگنتیت و هماتیت‌های دانه‌پراکنده است (شکل ۸- الف).

بافت سیمان بین‌دانه‌ای (پرکننده فضای خالی)

کانی‌های تشکیل دهنده بافت سیمان بین‌دانه‌ای شامل کانی‌های نسـل دوم می‌باشند که فضای بین قطعات آواری کنگلومرای میزبان کانی‌زایی را پر کرده است (شکل ۹- الف، ب). این بافت شـاخص‌ترین بافت در کانسار قره‌آغاج است که نشان‌دهنده ته‌نشست کانی‌های مس بعد از سنگ‌شدگی واحد کنگلومرا در طی دیاژنز واحد رسوبی می‌باشد. این نوع بافت در اکثر کانسـارهای مس با میزبان رسـوبات تخریبی دیده می‌شود (Macintyre، 2005).

بافت جانشینی

این بافت در کانی‌های نسل دوم دیده می‌شود که فضای بین قطعات را پر کرده‌اند. جانشـینی کوپریت به جای مس طبیعی و جانشینی تنوریت به‌جای کوپریت در کانسار قره‌آغاج دیده می‌شود (شکل ۹- الف). این جانشینی‌ها نشان‌دهنده افزایش فوگاسیته اکسیژن می‌باشد. مس طبیعی معمولا در شرایط احیایی و در زیر سطح ایستابی تشکیل می‌شود که با افزایش فوگاسیته اکسیژن در نزدیک سطح ایستابی کوپریت جانشین مس طبیعی می‌شود و در بالای سطح ایستابی و در شرایط فوگاسیته اکسیژن زیاد تنوریت غالب است و جانشین کوپریت می‌شود (Chaves، 2000).



شکل۹. الف) تصویر میکرسکوپی از جانشینی مس‌های طبیعی به‌وسیله کوپریت و جانشینی کوپریت بوسیله تنوریت، ب) تصویر میکروسکوپی از بافت سیمان بین‌دانه‌ای. (N-CU: مس طبیعی، Cpr: کوپریت، Ten: تنوریت)

www.SID.ir

جدول۱. مراحل تشکیل و توالی پاراژنتیک کانه‌ها در کانسار مس قره‌آغاج

Minerals/ Textures		Mineralization Processes		
		Stage 1	Stage 2	Stage 3
		Depositione	Diagenesis and increase water table	Decrease Water Table
Ore Minerals	Fe Oxide			
	Clay minerals			
	Native Cu			
	Cuprite			
	Tenorite			
	Malachite			
	Azurite			
Textures	Disseminated			
	Replacement			
	Grain cement			
	Solution seams			

نتیجه‌گیری

چگونگی تشکیل کانسار مس قره آغاج با توجه به نبود سولفیدهای مس و کانی‌شناسی منحصر بفرد نیازمند مطالعه دقیق پتروگرافی سنگ میزبان، مطالعه حوضه رسوبی میزبان کانی‌زایی و شرایط pH-Eh حاکم بر منطقه مورد مطالعه و حوضه رسوبی میزبان کانی‌زایی می‌باشد. همانطور که ذکر شد مطالعه پتروگرافی قطعات تشکیل دهنده کنگلومرا نشان می‌دهد که این واحد تخریبی از قطعات گوناگون با منشأهای متفاوت تشکیل شده است مهمترین منشأ قطعات، کمپلکس افیولیتی مجاور منطقه، توالی کربناتی سازند قم و سازند قرمز بالایی می‌باشد (شکل ۶).

برای پی‌بردن به خاستگاه و نحوه تشکیل کانسار مذکور باید دو عامل مهم و کلیدی مورد بررسی قرار گیرد یکی از این عوامل منشأ تامین کننده فلز و دیگری عامل ته‌نشست می‌باشد.

با توجه به عدم حضور سولفیدهای مس و پیریت در منطقه مورد مطالعه شاید بطور مستقیم نمی‌توان کانی‌زایی در منطقه قره آغاج را به انتقال مس از کمپلکس افیولیتی ارتباط داد ولی با توجه به اینکه ۴۵ درصد قطعات تشکیل دهنده واحد کنگلومرایی و توالی قرمز بالایی، قطعات مافیک و التramافیک می‌باشد لذا کمپلکس افیولیتی مجاور کانی‌زایی می‌تواند یکی از منابع تامین کننده فلز برای کانسار قره آغاج باشد.

منبع تامین کننده فلز احتمالی دیگر می‌تواند کانی‌های سیلیکاته موجود در توالی رسوبی قرمز رنگ (Red-bed) باشد که به‌فور در منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود و قطعات این واحد تخریبی بیشتر دارای منشأ کمپلکس افیولیتی دارد. عامل ته‌نشست فلزات با توجه به کانی‌شناسی منحصر به فرد، عدم حضور کانی‌های سولفیدی و نبود فسیل‌های گیاهی می‌تواند نوسانات سطح ایستابی حوضه میزبان کانی‌زایی باشد.

با توجه به ویژگی‌های گفته شده نحوه تشکیل کانسار مس قره آغاج را می‌توان بصورت زیر ارائه نمود:

در اثر پسروی آب دریای میوسن، حوضه رسوبی قاره‌ای تشکیل شده است که توالی قرمز بالایی در آن نهشته شده‌اند. در طی زمان پلیوسن رخدادهای زمین‌ساختی قابل قیاس با فاز آتیکان سبب شده تا از فرسایش شدید بلندی‌ها، واحد کنگلومرایی تشکیل و بطور هم شیب و گاه دگرشیب، سازندهای قدیمی‌تر را بپوشاند. در این نهشته قاره‌ای- کم‌عمق ساحلی، فسیل وجود ندارد (شکل ۱۰ الف).

طی دیاژنز اولیه، فرآیندهای هیدرولیزی، موجب ناپایداری کانی‌های سیلیکاته موجود در واحدهای قرمز رنگ (Red-bed)

Archive of SID

www.SID.ir

و قطعات حمل شده از کمپلکس افیولیتی، مانند پیروکسن، بیوتیت، الیوین و هورنبلند می‌گردد. هیدرولیز این کانی‌ها موجب آزاد شدن عناصر موجود در شبکه آن‌ها می‌شودکه توسط کانی‌های رسی موجود در توالی طی فرآیند جذب سطحی جذب می‌گردند.

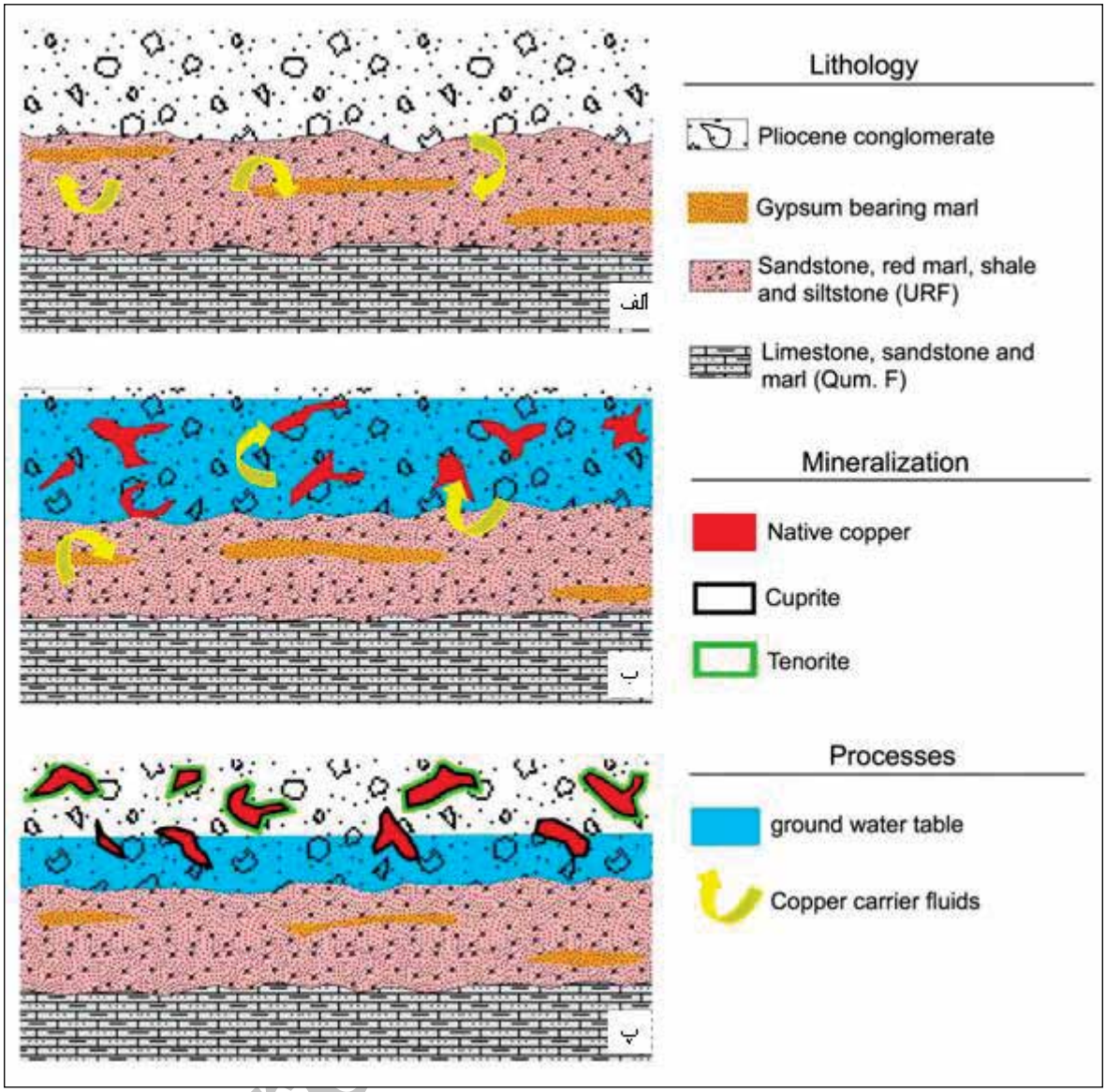
در مراحل بعدی دیاژنز (دیاژنز تاخیری)، طی تبلور کانی‌های رسی، محتوالی فلزی جذب شده در سطح این کانی‌ها از جمله مس آزاد گشته و این عناصر می‌توانند توسط سیال اکسیدان کانه‌ساز حمل گردند. این سیال اکسیدان (سیال درون حوضه‌ای) در اثر فشار بار لیتواستاتیکی و در اثر آبزدایی و انحلال کانی‌های تبخیری موجود در لایه‌های قرمز بالایی ایجاد می‌گردد. این سیال غنی از کلرید ضمن گردش در رسوبات قرمز بالایی، مس و دیگر فلزات آزاد شده از کانی‌های ناپایدار را بصورت کمپلکس کلریدی حمل می‌نماید (شکل۱۰- الف).

در طی بالا بود سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی و حاکم شدن شرایط احیایی در کنگلومرای پلیوسن، سیال اکسیدان نشأت گرفته از مرحله قبل ضمن برخورد به این سفره آب زیرزمینی کانی مس طبیعی را در زیر سطح ایستابی و در بین قطعات کنگلومرا ته‌نشست می‌دهد (شرایط احیایی برای ته‌نشست کانی مس طبیعی توسط بالا آمدن سطح ایستابی آب زیرزمینی ایجاد شده است). این مرحله اقتصادی‌ترین و اصلی‌ترین مرحله کانی‌زایی درکنگلومرای پلیوسن می‌باشد (شکل ۱۰- ب).

بالاخره با کاهش سطح ایستابی و افزایش فوگاسیته اکسیژن (Eh بالا)، مس طبیعی تشکیل شده در مرحله قبل توسط کانی‌های اکسیدی مانند کوپریت و تنوریت جانشین شده است (شکل ۱۰- پ). جانشینی کوپریت به جای مس طبیعی (Eh=0/4- 0/6) (شکل ۱۱) در نزدیکی سطح ایستابی و جانشینی تنوریت به جای کوپریت (Eh=0/6 - > 1) در بالای سطح ایستابی و در فوگاسیته زیاد اکسیژن اتفاق افتاده است. علاوه بر نوسانات سطح ایستابی، نفوذپذیری واحدهای سنگی دانه درشت و دیاژنز واحد رسوبی از عوامل عمده و اصلی تمرکز کانه‌زایی مس است.

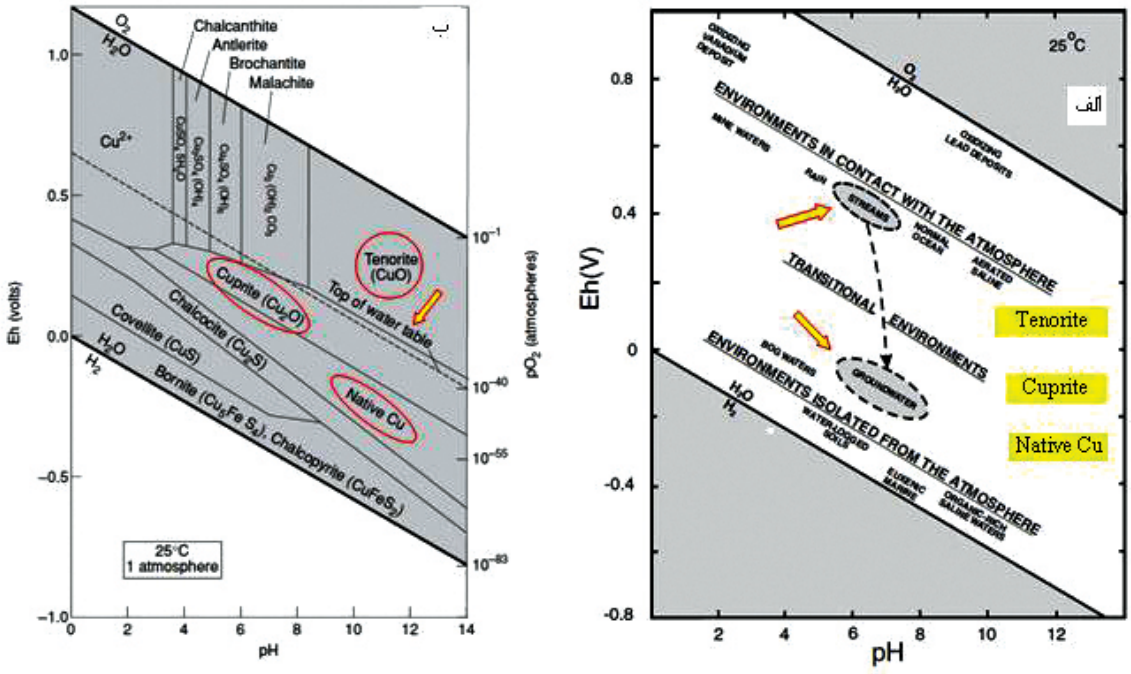
Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱۰. مراحل نحوه تشکیل کانسار مس قره آغاج. الف) خروج سیالات درون حوضه‌ای طی فرآیندهای دیاژنز از توالی قرمز بالایی. (این سیال درون لایه‌های سازند قرمز بالایی به چرخش در می‌آید و باعث شسته شدن مس توسط سیال از درون این توالی می‌شود. همچنین سیال فوق در اثر برخورد با لایه‌های ژیپس‌دار باعث افزایش شـوری و تشـکیل کمپلکس کلریدی مس‌دار می‌گردد)، ب) افزایش سطح ایستابی باعث ایجاد شرایط احیایی در کنگلومرای پلیوسن می‌شود. (سیالات مس‌دار در طی ورود به این شرایط احیایی مس خود را در زیر سطح ایستابی به‌صورت مس طبیعی ته‌نشسـت می‌دهند)، پ) بالاخره با کاهش سـطح ایستابی و افزایش فوگاسیته اکسیژن (Eh بالا)، مس طبیعی تشکیل شده در مرحله قبل توسط کانی‌های اکسیدی مانند کوپریت و تنوریت جانشین شده است. (جانشینی کوپریت به‌جای مس طبیعی در نزدیکی خط سطح ایستابی و جانشینی تنوریت به جای کوپریت در بالای سطح ایستابی و در فوگاسیته زیاد اکسیژن اتفاق افتاده است)

www.SID.ir



شـکل۱۱. الف) نمودار تغییرات Eh-pH در محیط‌های آبی مختلف (Brown، 2005) و تشـکیل نسل‌های مختلف کانه‌های مس در حدفاصل محیط رودخانه‌ای و آب‌های زیرزمینی موجود در محل ته نشت رسوبات، ب) نمودار تغییرات Eh-pH و تشکیل تنوریت در بالای سطح ایستابی (Eh بالا)، تشکیل کوپریت بر روی خط سطح ایستابی و تشکیل مس طبیعی در زیر سطح ایستابی (Eh پایین) (Robb، 2005)

منابع

- امینی‌آذر- عباسی، س. و قدیرزاده، ا.، ۱۳۸۲. نقشه زمین‌شناسی ماکو، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۴۹۶۸.
- عشـرتی، م.، ۱۳۹۲. مطالعـه کانی‌سـازی مـس رسوبی قره‌آغاج (جنوب‌شرق ماکو- استان آذربایجان‌غربی)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تبریز، ۱۲۰.
- مهدوی، ا.، راسـتاد، ا. و حسینی برزی، م.، ۱۳۹۰. کانی‌شناسـی، سـاخت و بافت و نحوه تشکیل رخداد مس رسوبی- دیاژنتیک مارکشه، تیپ Red-bed، در سازند سرخ گردو به سن ژوراسیک، جنوب ایزان مرکزی، فصلنامه علوم زمین، شماره ۸۱، سال بیست و یکم.
- Brown, AC (2005). Refinements for footwall red-bed diagenesis in the sedimenthosted stratiform copper deposits model. Economic Geolology, 100, 765-771.
- Chaves, W,. X., 2000. Supergene oxidation of copper deposits: zoning and distribution of copper oxide minerals. Society of Economic Geologists Newsletter, 41.
- Durieux, C.G. and Brown, A.C., 2007. Geological context, mineralization, and timing of the Juramento sediment-hosted stratiform copper-silver deposit, Salta district, northwestern Argentina. Mineral Deposita, 42, 879-899.
- El-Desouky, H.A. Muchez, Ph., Dewaele, S., Boutwood, A. and Tyler, R., 2007. The stratiform copper mineralization of the Lufukwe anticline, Lufilian foreland, Democratic Republic Congo. Geologica Belgica ,10,3-4, 148-151.
- Hitzman, M. W., 2000. Source basins for sediment-hosted stratiform copper deposits - implications for the structure of the Zambian copper belt: Journal of African Earth Sciences, 30, 855-863.

Archive of SID
www.SID.ir

- Hitzman, M., Kirkham, R, Broughton, D., Thorson, J. and Selly, D., 2005. The sediment hosted stratiform copper ore system. In: Thompson JFH, Goldfarb RJ, Richards JP (eds). Society of Economic Geologists, 100th Anniversary volume, 609-642.

- Macintyre, T.J., 2005. Fault-controlled hydrocarbon-related bleaching and sediment-hosted copper mineralization of the Jurassic Wingate sandstone at the Cashin Mine, Montrose county, Colorado. M.Sc. thesis, Department of Geology and Geological Engineering.

- Robb, L., 2005. Introduction to Ore-Forming Processes. First published by Blackwell Publishing, 420.

- Tucker, M.E., 2001. Sedimentary Petrology, An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks. Second Edition, 272.

- Van-Wagoner., 1990. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops. American Association of Petroleum Geologist, Methods in Exploration Series, 7, 55.

- Walker, TR., 1989. Application of diagenetic alterations in Red-beds to the origin of copper in stratiform copper deposits. In: Boyle RW, Brown AC, Jefferson CW, Jowett EC, Kirkham RV (eds): Sediment-Hosted Stratiform Copper Deposits. Geological Association of Canada, Special Paper, 36,85-96.

Archive of SID

www.SID.ir