ژئوشیمی، کانی‌سازی، آلتراسیون و شرایط تشکیل کانی‌سازی آهن منطقه کلاه ابوذر

سکینه صبوری*، کارشناس ارشد زمین شناسی اقتصادی دانشگاه فردوسی مشهد
Rocan_geo185@yahoo.com
محمد حسن کریم پور، دکتری زمین شناسی اقتصادی از دانشگاه کلرادوی آمریکا، ۱۹۸۲، عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، mhkarimpour@yahoo.com
محمد رضا حیدریان شهری، دکتری ژئوفیزیک اکتشافی از دانشگاه آدلاید استرالیا، ۱۹۹۵، عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد. hshahri@ferdowsi.um.ac.ir
مریم جاویدی مقدم، کارشناس ارشد زمین شناسی اقتصادی دانشگاه فردوسی مشهدGeo.javid@yahoo.com

چکیده :

کانسارآهن کلاه ابوذر در ۹۰ کیلومتری جنوب شرق نیشابورقرار گرفته است. واحدهای رسوبی منطقه شامل آهک‌های (کرتاسه زیرین) و ماسه‌سنگ‌های (اوایل ترشیاری) می‌باشند. واحدهای ساب ولکانیک دیوریتی و هورنبلند دیوریت پورفیری (الیگو- میوسن) به درون این واحدها نفوذ کرده‌اند. بررسی آلتراسیون منطقه، زونهای آلتراسیون کربناتی و سیلیسی و ترکیبی از این دو مورد را نشان می‌دهد. آلتراسیون کربناتی به صورت رگچه‌های کلسیتی به شکل استوک ورک و بافت موزائیکی در زمینه مشاهده می‌شود. آلتراسیون سیلیسی به صورت رگه‌ای و رگچه‌ای در اطراف عدسی های مینرالیزه و سنگ‌های محدوده کانسار اتفاق افتاده است. کانی‌زایی منطقه در دو مرحله هیدروترمال و سوپرژن صورت گرفته است. در مرحله هیدروترمالی کانی‌های پیریت و مگنتیت شکل گرفته‌اند. خردشدگی‌ها و شکستگی‌های فراوان و همچنین حضور کانی‌های سولفیدی در سنگ میزبان موجبات گسترش دگرسانی و کانه‌زایی سوپرژن را فراهم نموده است. کانی‌زایی عمده این مرحله شامل گوتیت، هماتیت و لیمونیت می‌باشد. مطالعات ژئوشیمی در منطقه بر روی نمونه‌های سنگی انجام گرفت، و مقادیر عناصرMn, Fe, Ca, Mg به روش جذب اتمی اندازه گیری شد. باتوجه به داده‌های ژئوشیمی مشاهده می‌گردد که بالاترین مقادیر آهن ۳۱/۹ درصد می‌باشد، که این ناهنجاری در عنصرآهن توأم با افزایش میزان منگنز نمونه‌ها می‌باشد. و منطبق بر واحدهای آهکی هماتیتی وگوتیتی شده درمحل ترانشه می-باشد. روند تغییرات آهن و منگنز نسبت به کلسیم نشان می‌دهد که با افزایش آهن و منگنز میزان کلسیم کل کانسار کاهش می‌یابد. با توجه به مشاهدات صحرایی و مطالعات مینرالوگرافی زون‌های دگرسان و مینرالیزه و رگه – رگچه‌های مرتبط با آنها مشخص می‌شود که این کانی‌سازی از نوع هیدروترمال می‌باشد که تحت تأثیر فرآیندهای سوپرژن و اکسیداسیون سولفیدها به شکل یک کانسار اکسیدی در آمده است.

Abstract:

Kolah Aboozar Iron prospecting aea is located 90 km southeast of Mashhad. Sedimentary units included limestone (lower creteseaus) and sandstone (Ealy tertiary). Subvolcanic diorite and hornblende diorite (Oligo-Miocene) intruded these limestone and sandstone. Investigated alteration of area show that carbonatic alteration, sillicifed zones and mixture of them. Carbonatic alteration is absevated as calcic veinlets in form of stockwork and musaic texture in the matrix. Sillicifed alteration is presented as vein and veinlet insuburbs of mineralized lentiforms and stones are located deposit. Mineralization of area is happened during two stages which they are hydrothermal and supergene. Magnetite and pyrite minerals are formed in hydrothermal stage. The deployment of alteration and supergene mineralization and also the presence of sulfidation minerals are invented by the abundant fractures. The main mineralization during this stage involve goethite, hematite and limonite.

Geochemical studies are doing on the stones samples, and they analysised for concentration of Fe, Mg, Ca and Mn elements using Atomic absorbtion spectrometric (AAS) method. According to the result of analysis maximum amount Fe is 31.9 percent. Fe anomaly is followed with increase of Mn and it is conformed to goethite and hematite limeston in trench.
The amount of Ca is decreased during increase of Fe and Mn in deposit. The field observation and mineralography studies in altered and mineralized zones indicated that mineralization is hydrothermal. Sulfiedation minerals are changed to oxidation deposite by supergene and oxidation process.

مقدمه :

کانسارآهن کلاه ابوذر در ۹۰ کیلومتری جاده نیشابور-قوچان (استان خراسان رضوی) و در گستره‌ی جغرافیایی "۵۸°۲۷´۱۴ تا "۵۸°۲۷´۲۴ طول جغرافیایی و"۳۶°۳۵´۰۰ تا "۳۶°۳۵´۱۷ عرض جغرافیایی قرار گرفته است. از نظر تقسیمات زمین شناسی، این ناحیه در زون ساختاری بینالودجای دارد (نبوی،۱۳۳۵). واحدهای رسوبی منطقه از قدیم به جدید شامل آهک‌های کرتاسه زیرین و ماسه‌سنگ‌های ائوسن و پلیوسن می‌باشد(امینی،۲۰۰۰). توده‌های عمیق دیوریتی ونیمه عمیق هورنبلند دیوریت پورفیری وگرانیت‌پورفیری با سن ائوسن به درون سنگ‌آهک‌ها نفوذ نموده اند. هدف این مطالعه بررسی کانی‌زایی و ژنز کانسار با استفاده از مطالعات مینرالوگرافی و ژئوشیمی می‌باشد. به این منظور طی پیمایش‌های صحرایی ۳۰ نمونه برای مطالعات کانی‌شناسی (تهیه مقطع نازک و نازک- صیقلی) برداشت شد. ۵ نمونه از محل کانی‌سازی و آلتراسیون به روش خرده‌سنگی (Chip Composite) در منطقه برای کشف هاله‌های اولیه عناصر برداشت شد. آنالیز این نمونه‌ها به روش اسپکترومتری جذب اتمی (AAS) در دانشگاه فردوسی مشهد انجام گردید.

بحث :

آلتراسیون

دو نوع آلتراسیون در محدوده کانسار قابل مشاهده و شناسایی است. ۱)آلتراسیون سیلیسی ۲)آلتراسیون کربناتی. این دو نوع آلتراسیون در واحدهای آهکی و واحد ماسه‌سنگی صورت گرفته است.

آلتراسیون سیلیسی

سیلیسی‌شدن شامل افزایش نسبت سیلیس (به شکل کانی‌های کوارتز، کریستوبالیت، کلسدونی و اپال) درسنگ‌های دگرسان شده به واسطه ته‌نشینی از محلول‌های گرمابی یا دگرسانی شیشه سنگ‌ها و دیگر کانی‌ها ضمن آبشویی می‌باشد که در هاله‌های دگرسانی انواع مواد معدنی توسعه می‌یابد (Robb,2005) . سیلیسی‌شدن به چهار صورت کوارتزی، کلسدونیک، اپالی و سیلیس حفره‌دار رخ می‌دهد که هر مورد نشان‌دهنده شرایط فیزیکوشیمیایی خاصی است. سیلیسیفیکاسیون کوارتزی ناشی از سرد شدن سیالات اشباع از سیلیس در فشارهای پایین و دماهای کمتر از ۳۰۰°c، نوع کلسدونیک در بازه دمانی ۱۹۰°cتا ۱۰۰°c، نوع اپالی در دماهای پایین تر ۱۱۰ °cو نوع سیلیسی حفره‌دار ناشی از شتشوی اسیدی قوی در PH<۲ می‌باشد(Fournier and Marshall,1983). درمنطقه مورد مطالعه دگرسانی سیلیسی در مقیاس میکروسکوپی به صورت رگه‌ای تا رگچه‌ای در واحدهای آهکی و ماسه‌سنگی محدوده کانسار قابل مشاهده است. این رگه و رگچه‌های سیلیسی از نوع کوارتزی با بافت برشی و موزائیکی می باشند.

آلتراسیون کربناتی

کربناتی شدن شامل شکل‌گیری کانی‌های کربناته (کلسیت، دولومیت، مگنزیت و سیدریت) در طی دگرسانی در یک سنگ توسط محلول‌هایی با فشار جزئی بالای دی‌اکسیدکربن (Pco_2)در PH قلیایی بوده که تشکیل هر یک از انواع کانی‌های کربناته تابعی از ترکیب سنگ میزبان می‌باشد (Robb,2005) . دگرسانی کربناتی به صورت رگچه‌های

کلسیتی به شکل استوک‌ورک و بافت موزائیکی در زمینه مشاهده می‌شود. که در چند مرحله در واحدهای آهکی و ماسه‌سنگی شکل گرفته‌اند. رگچه‌های مرحله پسین دارای اکسید آهن (هماتیت) و دولومیت می‌باشند.

کانی‌سازی در منطقه

کانی‌زایی در شرق دردو مرحله هیدروترمالی و سوپرژن صورت گرفته است.

کانه‌زایی هیدروترمال در منطقه، عامل ایجاد زون‌های دگرسانی و شکستگی‌ها بوده و غالباً به صورت رگه، ریز رگچه و یا پراکنده در متن سنگ دیده می‌شود. پیریت فراوان‌ترین سولفید منطقه می‌باشد و به صورت بلورهای بسیار دانه ریز و بی‌شکل و بصورت آثار باقیمانده همرا با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دیده می‌شود. مگنتیت به میزان کم و اغلب با بافت مارتیزاسیون دیده می‌شود.

کانه‌زایی سوپرژن

خردشدگی‌ها و شکستگی‌های فراوان و همچنین حضور کانی‌های سولفیدی در سنگ میزبان موجبات گسترش دگرسانی و کانه‌زایی سوپرژن را فراهم نموده است. سولفیدهای هیپوژن فراوان و واکنش آب‌های اکسیژن دار فرو رو با این سنگ‌ها، باعث شکل‌گیری محلول‌های اسیدی شده که با وجود ترک‌ها و شکستگی‌های فراوان، این محلو ل‌ها به تمام اجزای تشکیل‌دهنده سنگ‌میزبان دسترسی داشته و باعث شکل‌گیری کانی‌سازی سوپرژن در منطقه شد ه‌اند.

کانی‌سازی در بخش‌های سطحی عمدتاً شامل هماتیت، گوتیت، لیمونیت، پیریت و مگنتیت می‌باشد(شکل ۱).

هماتیت:

هماتیت به صورت پولکی و بی‌شکل با بافت جانشینی در منطقه وجود داردکه با توجه به مشاهدات میکروسکوپی این کانی حاصل دهیدراته شدن گوتیت‌ها می‌باشد. طبق نظر اندرسون(Anderson.1982) هماتیت پولکی به صورت لایه‌های نازک ناشی از دهیدراسیون گوتیت در مناطق گرم و خشک حاصل می‌شود.

گوتیت: یک کانی ثانویه بوده و از اولین فراورده‌های سوپرژن در توالی کانه‌سازی می‌باشد. در مقیاس میکروسکوپی دارای بافت اسکلتال (جانشینی) می‌باشد. گوتیت در منطقه عمدتاً به صورت بی‌شکل بین مگنتیت‌ها قرار گرفته و فراوانی آن در اکثر مقاطع کمتر از ۲ تا ۳ درصد است. این کانی دراثر فرایندهای هوازدگی درحال از دست دادن آب و تبدیل شدن به هماتیت می باشد.

پیریت:

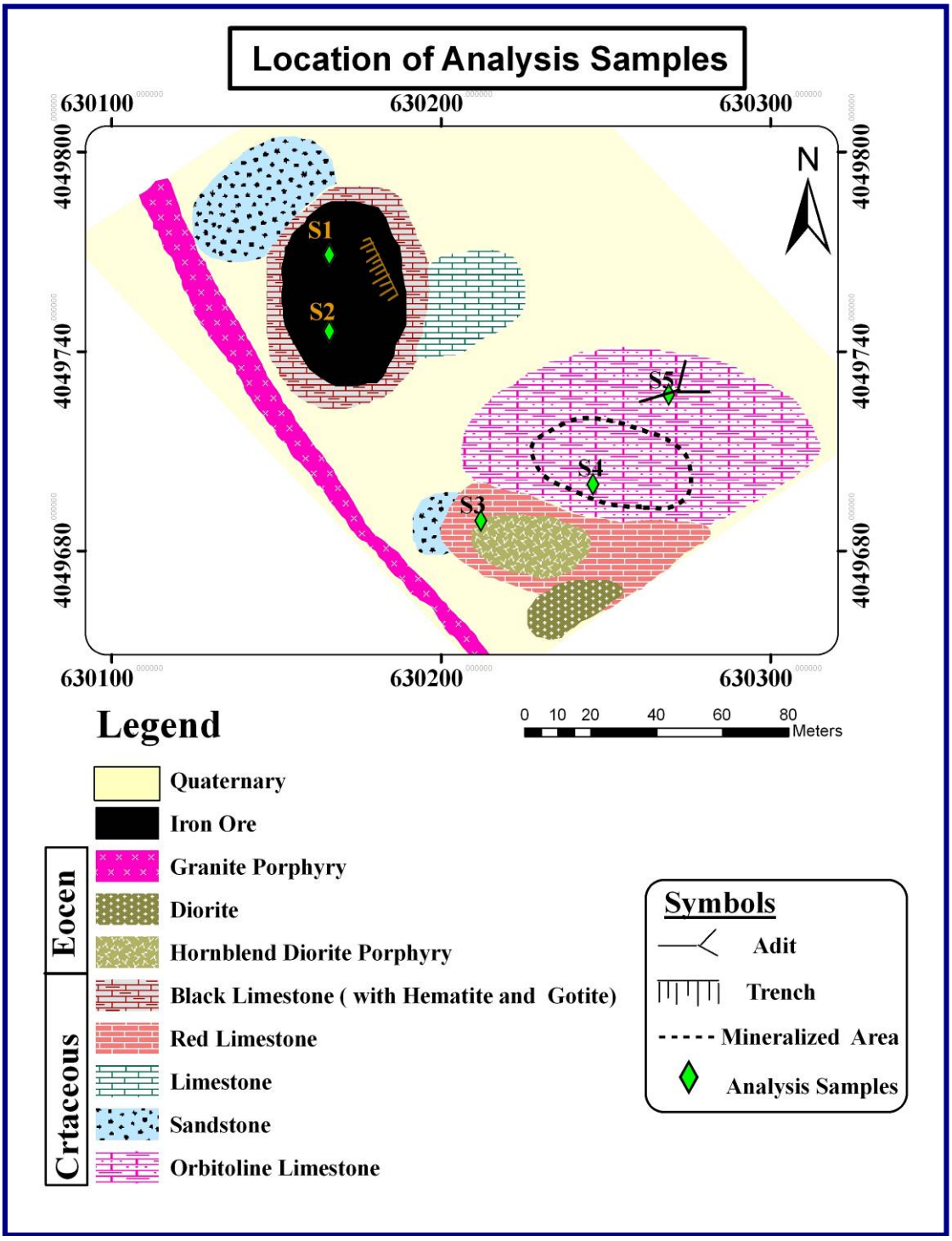
این کانی به صورت بلورهای ریزدانه، شکل دار تا نیمه شکل‌دار حضور دارد و در زون سوپر ژن به صورت آثار باقی مانده، همراه با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دیده می‌شود. در اثر فرآیندهای سوپرژن و محلول‌های اکسیدان پیریت به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (هماتیت و گوتیت) تبدیل شده است.

لیمونیت:

این کانی در اثر دگرسانی پیریت و دیگر سولفیدهای آهن (به صورت مخلوطی از کانی‌های گوتیت و هماتیت) حاصل شده و غالباً به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای در نمونه‌های دستی قابل مشاهد ه است.

مگنتیت:

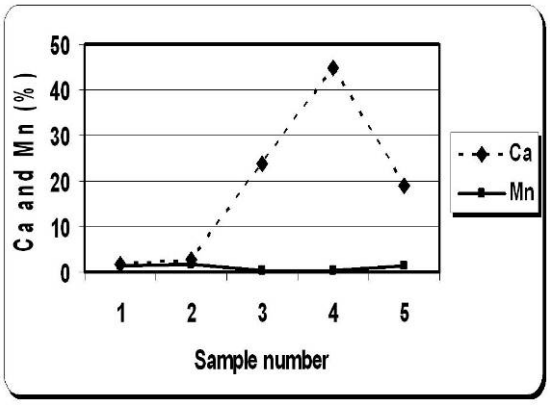
این کانه به مقدار کم در محل آهک‌های دارای پذیرفتاری مغناطیسی بالا(350×10^{-5}) و همچنین در واحدهای نفودی دیوریتی و هورنبلند دیوریت پورفیری مشاهده می‌شود، و اندازه بلورهای آن به ۱-۲ میلیمتر می‌رسد. مگنتیت در درجه حرارت بالا حاوی هماتیت به شکل محلول در خود بوده و به هنگام افت دما باعث تشکیل هماتیت به شکل خطوط مارتیتی در جهات کریستالوگرافی آن شده است. در فوگاسیته اکسیژن ماکزیمم 10^{-25} فعالیت آهن به عنوان فرآیند کانی‌شناسی توسعه یافته افزایش می‌یابد (Zharikov, 1970). طبق دیاگرام $\log f O_2$ به دلیل حضور Fe^{+2} در ترکیب شیمیایی مگنتیت، این کانی در فوگاسیته اکسیژن کمتری نسبت به هماتیت پایداری از خود نشان می‌دهد در حالی که دمای تشکیل هر دو تقریباً یکسان به نظر می‌رسد.



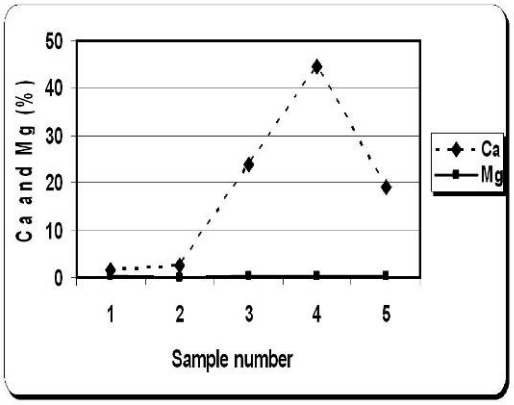
شکل ۱. موقعیت نمونه‌برداری ژئوشیمیایی بر روی نقشه زمین‌شناسی منطقه کلاه‌ابوذربا مقیاس ۱:۱۵۰۰

ژئوشیمی واحدهای سنگی

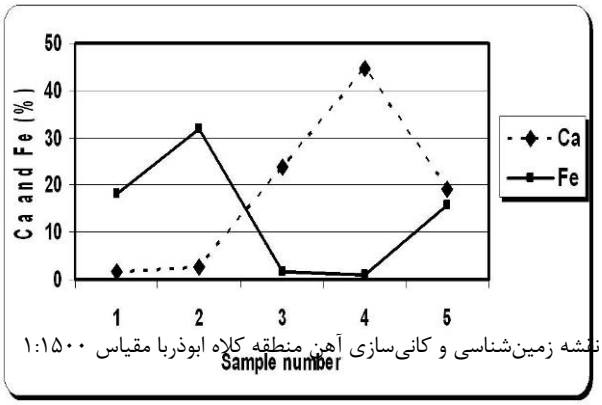
نمونه‌برداری برای بررسی ژئوشیمی واحدهای سنگی منطقه از نقاط کانی‌سازی و ترانشه‌ها به روش خرده‌سنگی به هدف اندازه‌گیری میزان عناصر (Fe,Mg,Ca,Mn) انجام شد(شکل ۱). این نمونه‌ها پس از خردایش و نرمایش تا کسر ۲۰۰ مش و همگن‌سازی، به روش AAS آنالیز شدند. نتایج حاصل از این آنالیز در این نمونه‌ها پس از خردایش و نرمایش تا کسر ۲۰۰ مش و همگن‌سازی، به روش AAS آنالیز شدند. نتایج حاصل از این آنالیز به صورت نمودارهایی ارائه شده است. باتوجه به داده‌های ژئوشیمی مشاهده می‌گردد که بالاترین مقادیر آهن ۳۱/۹ درصد می‌باشد، که این ناهنجاری در عنصر آهن توام با افزایش میزان منگنز نمونه‌ها می‌باشد، که منطبق بر واحدهای آهکی هماتیتی و گوتیتی شده در محل ترانشه می‌باشد. روند تغییرات آهن و منگنز نسبت به کلسیم نشان می‌دهد که با افزایش آهن و منگنز میزان کلسیم کل کانسار کاهش می‌یابد. روند تغییرات این دو عنصر در کل نمونه‌های منطقه متفاوت و رابطه عکس با آهن دارند. و همواره با افزایش یکی مقدار دیگری کاهش می‌یابد(شکل۲).



شکل.۲.(ب)



شکل.۲.(الف)



نقشه زمین‌شناسی و کانی‌سازی آهن منطقه کلاه ابوذربا مقیاس ۱:۱۵۰۰

شکل.۲.(ج)

شکل ۲. (الف، ب، ج) ، نمایش مقادیر عناصر Mg,Fe,Mn نسبت به Ca در نمونه‌های سنگی

ژنز کانسار

کانسار آهن کلاه‌ابوذر به صورت عدسی‌های هماتیتی و گوتیتی بزرگ مقیاس در یک سنگ میزبان کربناته می‌باشد. با توجه به مشاهدات صحرایی و مطالعات مینرالوگرافی زون‌های دگرسان و مینرالیزه و رگه – رگچه‌های مرتبط با آنها، به بررسی تعیین ژنز کانسار آهن کلاه‌ابوذر می‌پردازیم. با استناد به مطالعات صحرایی ، کانی‌سازی و وجود دگرسانی‌های

سیلیسی و کربناتی، نقش فعالیت محلول‌های هیدروترمالی در منطقه در کانی‌سازی فلزی بارز است. با حضور کانی پیریت به صورت اثرات باقی مانده به همراه گوتیت در کانسنگ گوتیتی- هماتیتی، می‌توان استنباط کرد که این عدسی های گوتیتی و هماتیتی در اثر اکسیداسیون سولفیدهای آهن از قبل موجود، در طی فرایند های سوپرژن حاصل شده-اند. به عبارتی در اثر بالا آمدن این سنگ‌ها (به علل فرسایش و تکتونیکی) و پایین آمدن سطح سفره آب‌های زیر زمینی و قرار گرفتن عدسی‌های سولفیدی در زون هوادار تحت تأثیر محلول‌های اکسیدان قرارگرفته و متحمل فرایند دگرسانی سوپرژن شده‌اند. دراثر واکنش سولفیدها مخصوصاً پیریت با محلول‌های اکسیدان، محلول‌های اسیدی($PH2-3$) با محتوی اسید سولفوریک، سولفاتهای Fe^{+2} و Fe^{+3} تولید می‌شود. حال با توجه به این نکته که سنگ میزبان این سولفیدها کربناته بوده، این محلول‌ها پس از تشکیل و حرکت، در برخورد با سنگ‌های کربناته دچار افزایش PH شده، و آهن به صورت اکسید (هماتیت) و هیدروکسید (گوتیت) دوباره نهشته شده است.

از طرفی دولومیت بصورت رگچه‌ای در سنگهای کربناته نفوذ کرده است. بلورهای رمبوئدرال دولومیت به خوبی در مقطع نازک قابل روئیت بوده و در بعضی قسمتها زون‌بندی نشان می‌دهد. محلول‌های هیدروترمالی در حین حرکت به سمت نواحی کم عمق‌تر و سردتر، توانایی کانی‌سازی و دولومیت‌زایی را می‌یابند. بدین ترتیب در طول و اطراف مناطق نفوذپذیر، دولومیت‌سازی روی می‌دهد. این دولومیت در دمای ۷۰ الی ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد نهشته می‌شوند. بافت آنها اغلب زین اسبی و دیگر انواع دولومیت درشت بلور می‌باشد. این نوع دولومیت اغلب همراه با کانسارهای مختلف یافت می‌شود (رحیم پور بناب، ۱۳۸۴).

در کل کانسار آهن کلاه‌ابوذر یک کانسارسولفیدی هیدروترمال بوده است که تحت تأثیر فرآیندهای سوپرژن و اکسیداسیون سولفیدها به شکل یک کانسار اکسیدی در آمده است.

نتیجه گیری :

در منطقه کلاه ابوذر توده‌های نیمه عمیق دیوریتی، گرانیتی و نیمه عمیق هورنبلند دیوریت پورفیری با سن ائوسن به درون سنگ آهک‌های کرتاسه نفوذ نموده‌اند. دگرسانی در منطقه کلاه‌ابوذر به دو صورت سیلیسی شدن و کربناتی شدن دیده می‌شود. دگرسانی کربناتی به صورت شاخص به صورت رگچه‌های کلسیتی به شکل استوک ورک و بافت موزائیکی در زمینه مشاهده می‌شود. که در چند مرحله در واحدهای آهکی و ماسه‌سنگی شکل گرفته‌اند. رگچه‌های مرحله پسین دارای مقایر بسیارجزئی اکسیدهای آهن (هماتیت) و دولومیت می‌باشند. وجود بافت موزائیکی و استوک ورک در این دگرسانی و رگچه‌ها نشان دهنده حضور سیال هیدروترمالی در منطقه می‌باشد. دگرسانی سیلیسی به صورت رگه‌ای و رگچه‌ای در اطراف عدسی‌های مینرالیزه و سنگ‌های محدوده کانسار اتفاق افتاده است. کانی‌زایی منطقه در دو مرحله هیدروترمال و سوپرژن صورت گرفته است. در مرحله هیدروترمالی کانی‌های پیریت و مگنتیت شکل گرفته‌اند. خردشدگی‌ها و شکستگی‌های فراوان و همچنین حضور کانی‌های سولفیدی در سنگ میزبان موجبات گسترش دگرسانی و کانه‌زایی سوپرژن را فراهم نموده است. کانی‌زایی عمده این مرحله شامل گوتیت، هماتیت و لیمونیت می‌باشد. حضور کانی پیریت به صورت اثرات باقیمانده به همراه گوتیت در کانسنگ گوتیتی- هماتیتی، می-توان استنباط کرد که این عدسی‌های گوتیتی و هماتیتی در اثر اکسیداسیون سولفیدهای آهن از قبل موجود، در طی فرایندهای سوپرژن حاصل شده‌اند. در نتیجه کانسار آهن کلاه ابوذر یک کانسار سولفیدی هیدروترمال است که تحت تأثیر فرآیندهای سوپرژن و اکسیداسیون سولفیدها به شکل یک کانسار اکسیدی درآمده است.

منابع:

۱. امینی،ب.،(۲۰۰۰): نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مشکان (۷۶۶۳)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.

۲. نبوی، م. ح.،(۱۳۵۵): دیباچه‌ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

1. A nderson,J,A.,1982.Characteristic of leached capping and techniques of appraisal in: Titley S.R., (ed), Advances in geology of the porphyry deposits, southwest North America: University of Arizona press,Tucson, Arizona,245-295.
2. Fournier,R.O.,and Marshall,W.L.,1983.Calculation of amorphous silica solubilites at 25E to 300E C and apparent cation hydration numbers in aqueose salt solution using the concept of effective density of water: Geochemica et Cosmochimica Acta 46 (10),1969-1973.
3. Rob,L,2005.Introduction to Ore-Forming Processes,Black Well Publishing Company,373 p.
4. Zharikov,V.A.,(1970):Skarns:Internat.Geology Rev.,v.12.