دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی کاربرد شیمی در محیط زیست

سال دوازدهم، شماره‌ی ۴۷
پاییز ۱۴۰۰، صفحات ۶۰-۵۳

گسترش و تغییرات عمقی کانه زایی در زیر زون اسکارن مس سونگون و تاثیر آن بر محیط زیست منطقه

صولت عطالو

گروه زمین شناسی و معدن، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

Email: atasolat@iau.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۱ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۷/۰۷ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۷/۱۰

چکیده

معدن مس پورفیری سونگون در مختصات ″۱۲ ′۴۲ °۴۶ طولی شرقی و ″۲۸ ′۴۲ °۳۸ عرضی شمالی در شمال غرب اهر واقع شده است. تداوم توده نفوذی پورفیری سونگون در بخش شرقی رودخانه سونگون و تداخل آن با سنگ‌های کربناتی سطحی عامل اسکارن سازی و کانه زایی کربناتی در سطح و سولفیدی در سطح و عمق شده است. برخورد این توده با سنگ های کربناتی سطحی باگسترش شمالی ـ جنوبی ایجاد کانه های سولفیدی پیریت، کالکوپیریت و کربنات‌های مس از جمله مالاکیت و آزوریت را پدید آورده است. سنگ‌های اسکارنی کانه‌دار سطحی به سمت شمال به سنگ‌های هورنفلسی و در ادامه به سنگ‌های کربناتی بدون کانه تبدیل شده است. از ۶ گمانه حفاری شده در شرق رودخانه سونگون ۴ حلقه به فاصله ۸±۱۰۰ متر در یک ردیف شمالی - جنوبی امکان مطالعه یک مقطع عمودی ۱۴۰۸۰۰ مترمربع را ممکن ساخته که بر اساس ۱۲۸۲۰ داده تغییرات لیتولوژی، آلتراسیون، خردشدگی، تیپ مینرالیزاسیون، نوع کانه، بافت سنگی، ریکاوری، شکستگی کیفی سنگ‌ها و عیار عناصر مس و مولیبدن در این مقطع بررسی شده است.آنالیزها در آزمایشگاه شیمی مس سونگون به روش جذب اتمی انجام شده است.کانه زایی مس از نظر گسترش عمقی در سه هاله صورت گرفته که غنی ترین و ضخیم ترین آن در افق تحتانی، دومی در افق فوقانی نزدیک به سطح و سومی در مرکز مقطع قرار گرفته است. از نظر گسترش شمالی – جنوبی هاله‌های هر سه افق در طرفین با شدتهای متفاوت ادامه دارد. غنی ترین هاله مولیبدن نیز با ضخامت ۱۳۰ متر بر شدیدترین هاله کانه دار مس در عمق منطبق می‌باشد. لیتولوژی عمده شامل توده نفوذی پورفیری، دیوریت پورفیری، دایک‌های پوریتی و پس از آن هورنفلس‌ها و کمی سنگ های کربناتی و توف است. تیپ کانه زایی از نوع افشان و رگچه ای است که اغلب در انطباق با آلتراسیون گسترده کوارتز سرسیتی در محدوده های خرد شده صورت گرفته است. آلتراسیون‌های کلریتی، پتاسیک، پروپیلیتیک، آرژیلیک و بیوتیتی در اولویت بعدی هستند. بنا به نوع لیتولوژی، آلتراسیون غالب، بافت سنگ‌ها، نوع کانه‌زایی، گسترش هاله‌های کانه‌دار، کانه‌های موجود و... آنچه که بنام بخش کانه‌زایی اسکارنی سونگون معرفی شده غیر از رخنمون های سطحی اسکارنی نبوده، بلکه ادامه کانه‌زایی پورفیری توده نفوذی سونگون در شرق رودخانه می باشد. وجود توده معدنی با ترکیب اغلب سولفیدی پتانسیل بزرگی برای ایجاد آلودگی زیست محیطی اعم از خاک، آب، جنگل و حیاط وحش منطقه محسوب می گردد. رصد دایمی میزان آلودگی با نصب سیستم های سنجش دقیق و استفاده از هوش مصنوعی برای جلوگیری از ورود مواد فلزی و آلودگی محیط زیست ضرورت دارد.

کلیدواژه: مس پورفیری سونگون، اهر، گمانه حفاری، لیتولوژی، آلتراسیون، اسکارن، کانه‌زایی، مولیبدن، سولفید، آلودگی زیست محیطی.

مقدمه

وجود سنگ‌های کربناتی سطحی در شرق رودخانه سونگون با تاثیرپذیری از توده نفوذی سونگون عاملی برای واکنش در اثر حرارت و سیالات برخاسته از توده نفوذی یا سیالات فعال شده توسط توده را فراهم ساخته که اسکارن سازی و متعاقب آن کانه زایی در کناره شرقی توده پورفیری سونگون را سبب شده است[۱].

کانسارهای اسکارنی عموماً نتیجه پدیده متاسوماتیک در حضور پدیده‌های دگرگونی در مجاورت کانسارهای فلزات پایه پورفیری و بعنوان دنباله آنها متداول هستند که در اطراف توده‌های نفوذی با ترکیب متوسط تشکیل می-گردند[۲].

تداخل توده نفوذی سونگون با سنگ‌های کربناتی سطحی با گسترش شمالی ـ جنوبی عامل ایجاد کانی‌های سولفیدی پیریت، کالکوپیریت، بورنیت، مولیبدنیت و . . . . کانی‌های کربناتی مس از جمله مالاکیت و آزوریت شده که کانی-های اخیر بنا به وسعت رخنمون و رنگ شاخص، بزرگترین عامل توجه و جذب محققین به منطقه و اکتشاف سونگون پورفیری مدفون در زیر خاک و جنگل گردیده است[۳-۴].

سنگ های اسکارنی کانه دار سطحی به سمت شمال به سنگ های کربناتی هورنفلسی و در ادامه به سنگ های کربناتی بدون کانه تبدیل می گردد بطوری که پس از تلاقی دو رودخانه سونگون و پخیر چای واحد مذکور عاری از هرگونه کانه زایی و اسکارن سازی می‌باشد.

در شرق رودخانه سونگون ۶ گمانه حفر گردیده که ۴ حلقه به فاصله ۸±۱۰۰ متر در یک ردیف شمالی و جنوبی بوده و امکان ایجاد یک مقطع قائم را ممکن می‌سازد. چاه های حفاری هر کدام با طول ۶±۳۲۳ متر، از سطح ۱۸۵۹/۸ متر شروع و تا سطح ۱۵۰۸ متر حفاری و در مجموع ۱۲۸۲ متر حفاری شده است.

با احتساب شعاع تاثیر ۵۰ متری چاهها، سطحی به طول ۴۰۰ و ارتفاع ۳۵۲ متر و سطح مقطعی برابر ۱۴۰۸۰۰ مترمربع فراهم می شود که امکان مطالعه حجمی معادل ۱۴۰۸۰۰۰۰ مترمکعب و توده ای برابر ۳۵۲۰۰۰۰۰ تن ممکن می گردد. در این پژوهش با بررسی تمام معیارهای موجود، تغییرات و ویژگی کانه زایی در قسمت تحتانی زون اسکارنی سونگون مطالعه و نتیجه گیری علمی شده است[۶-۵].

مواد و روش‌ها

در تحقیق انجام شده هر کدام از گمانه ها یکبار بصورت جداگانه و یک بار مجموعاً در یک سطح مقطع بررسی شده و تغییرات لیتولوژی، آلتراسیون، خردشدگی سنگی، تیپ مینرالیزاسیون، نوع کانه، بافت، ریکاوری، RQD و عیار مس و مولیبدن بصورت نمودار و نقشه های هم عیار ترسیم گردیده است.

در محاسبه عیارها کل طول چاها منظور شده که با تفکیک بخشهای باطله و کانسنگ به مقادیر میانگین و چارک عیار محاسبه شده افزوده می شود.

آنالیزها در آزمایشگاه شیمی مس سونگون با روش جذب اتمی انجام، به ازای واحد طول حفاری ۱۰ متغیر منظور و در مجموع ۱۲۸۲۰ داده در محاسبات وارد شده است.

با استفاده از نرم افزارهایی Excel- - Spss - Map Source Surfer پردازش شده است. مباحث و نتایج، حاصل همین تحقیق بوده و غیر از داده های آنالیزی از منبعی استفاده نشده است.

بحث و نتایج

در قسمت جنوبی عنصر مس با میانگین، چارک سوم و ماکزیمم به ترتیب ۰/۲۸۶ و ۰/۴۲۱ و ۲/۷۵ درصد و عنصر مولیبدن به ترتیب با مقادیر ۴۵ و ۴۳ و ppm ۹۵۳ کانه‌زایی دارد.

در عمق این محدوده سه هاله کانه‌دار برای مس وجود دارد. هاله فوقانی شدیدترین و هاله تحتانی ضعیف ترین بوده و کانه زایی عنصر مس با افزایش عمق کاهش یافته است.

عنصر مولیبدن نیز با همبستگی مثبت و با همپوشانی مکانی با هاله های مس سه هاله دارد که شدیدترین آن هاله تحتانی و ضعیف ترین آن هاله وسطی میباشد. برخلاف حضور پیوسته مس در طول ۳۲۹ متری چاه حفاری، مولیبدن هاله مشخص تر و محدودتر در مرکز مقطع دارد. کانه زایی مس در قسمت های فوقانی و مولیبدن در قسمت‌های تحتانی حداکثر مقدار را دارند (شکل ۱و۲).

لیتولوژی این بخش با دیودیت پورفیری و کمی توف شروع شده و با توده نفوذی پورفیری ادامه می‌یابد. لیتولوژی عمده توده نفوذی پورفیری بوده و در بخش‌های کوچک دیوریت پورفیری و سایر سنگ‌ها وجود دارد.

کانه‌ها از سطح تا عمق ۴۵ متری اکسیدآهن بوده و در ادامه به صورت فازهای سولفیدی پیریت، کالکوسیت، مولیبدنیت و مس خالص می باشد.

آلتراسیون غالب کوارتز سرسیت بوده و با افزایش عمق آلتراسیون بیوتیتی زیادتر می‌گردد. در بخش‌های دیوریتی و دایکی آلتراسیون کلریتی اولویت دارد کانه ها در آلتراسیون های منطبق بر توده نفوذی پور فیری کوارتز سرسیت و پتاسیک تمرکز دارند و بخش کلریتی کانه زایی ندارد.

کانه‌زایی بصورت افشان و رگچه‌ای بوده و عمدتاً کانه‌های کالکوپیریت، مولیبدنیت بصورت مخلوط در زون‌های خرد شده هستند و شدیدترین کانه‌سازی منطبق بر بافت پورفیری تخریب شده می‌باشد.

مقادیرRQD ضمن همبستگی مثبت با Rec تمرکز کانه‌زایی در قسمت‌های خردشده را تائید می کند.

با بررسی داده‌های گمانه ۹۰ با ۳۱۷ متر طول میانگین، چارک سوم و ماکزیمم مس به ترتیب برابر ۰/۲۰۵، ۰/۳۵۸ و ۱/۲۸ درصد بوده و همین پارامترها برای مولیبدن به ترتیب برابر ۵۶، ۷۷ و ppm ۵۰۶ می‌باشد.

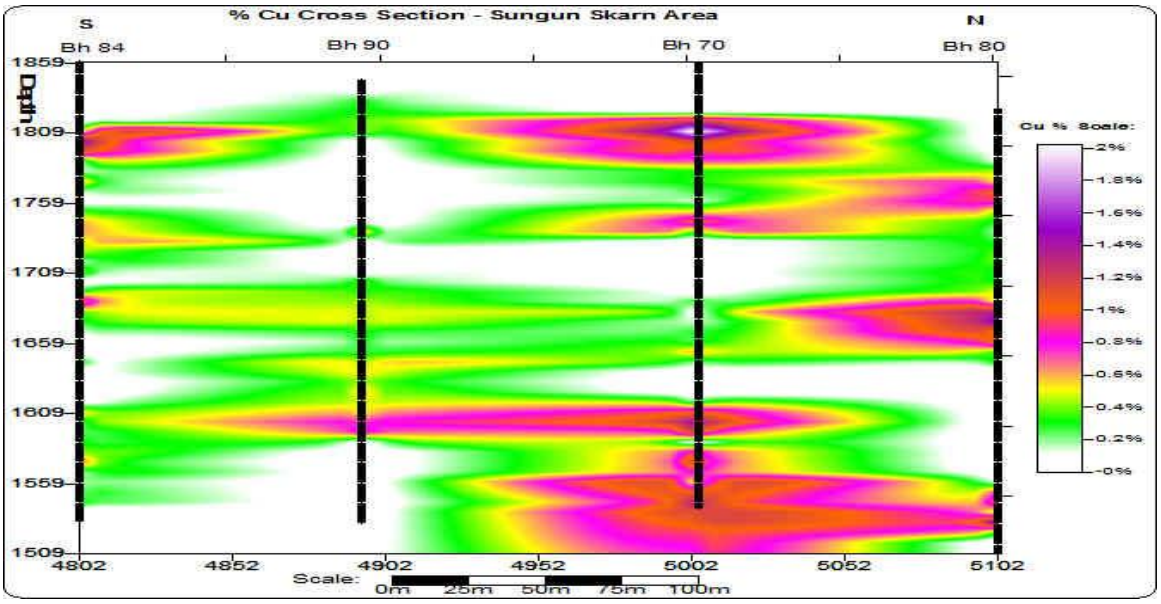
کانه زایی مس از سطح با عیار ضعیف شروع شده و برخلاف گمانه‌های شمالی و جنوبی در این بخش کانه زایی فوقانی صورت نگرفته است. از سطح ۱۷۰۰ متری عناصر مس و مولیبدن با عیار بالای ۱/۲۸ درصد و ۵۰۶ ppm در ضخامت ۱۱۰ متر با همپوشانی کامل مکانی مشخص شده است.

با افزایش عمق در این گمانه کانه زایی صورت نگرفته و تنها محدوده کانه دار ضخامت فوق با همبستگی مثبت عناصر مس و مولیبدن می‌باشد.

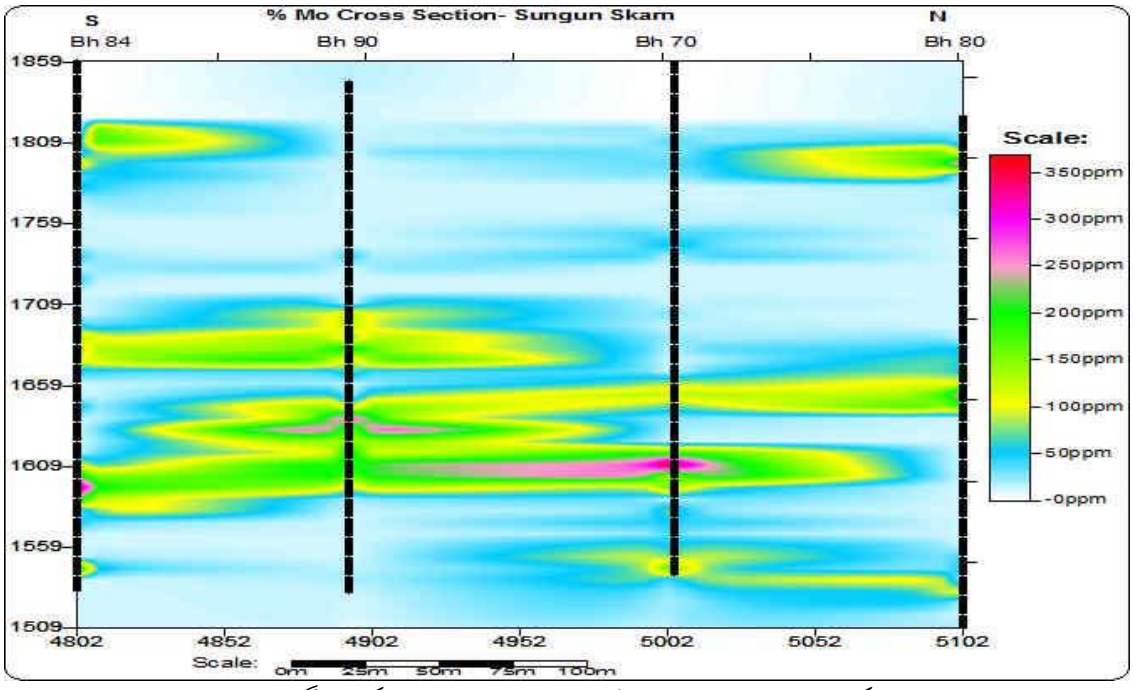
در این بخش هاله مس نسبت به بقیه گمانه‌ها ضعیف و هاله مولیبدن غنی ترین و ضخیم ترین هاله کانه دار می‌باشد.

لتیولوژی عمده توده نفوذی پورفیری بوده و دیویت پورفیری و دایک دیوریتی با گسترش کم وجود دارند. آلتراسیون‌های گسترده کوارتز سرسیت، کلریتی، سیلیسی و بیوتیتی در قسمت تحتانی است.

کانه‌ها با اکسید آهن و آثار مس در سطح شروع شده و پیریت اولین سولفید افشان می‌باشد. با افزایش عمق کانی-های کالکو پیریت، مولیبدنیت و پیریت به صورت افشان و رگچه‌ای منطبق بر آلتراسیون کوارتز سرسیت و بیوتیتی حضور دارند هاله ها از تیپ افشان و رگچه‌ای مخلوط بوده و صرفا نوع افشان، کانه زایی شدید ایجاد نکرده است.



شکل ۱: برش تغییرات عمقی عیار کانه زایی مس در بخش اسکان سونگون



شکل ۲: برش تغییرات عمقی عیار کانه زایی مولیبدن در بخش اسکان سونگون

بطور کلی بافت‌های پورفیری تخریب شده و منطبق بر زون-های خرد شده عیار بالا با RQD خیلی پایین دارند. Rec و RQD همبستگی منفی با عیار عناصر داشته و مناطق بدون کانه ریکاوری بالایی دارند.

با افزایش فاصله به سمت شمال با بررسی داده‌های گمانه ۷۰ به طول۳۱۸ متر میانگین، چارک سوم و ماکزیمم مس به ترتیب معادل ۰/۴۵۳ و ۰/۸۷۸ و ۲/۶۸ درصد و پارامترهای فوق برای مولیبدن به ترتیب معادل ۴۶ و ۴۰ و ۳۸۹ ppm مشخص گردید.

مس دو هاله کانه‌دار ضخیم در عمق و در سطح نشان داده و مولیبدن با همبستگی مثبت و همپوشانی مکانی با مس غنی ترین کانه‌زایی را در عمق نشان داده است. از سطح ۱۸۲۰ متری عنصر مس در ضخامت ۱۰۰ متر عیاری بیش از ۱ درصد دارد. مولیبدن در همین ضخامت ضعیف ترین کانه زایی را دارد. دومین هاله شدید کانه دار از سطح ۱۶۲۰ متر با عیار ۲ درصد برای مس شروع شده و این هاله با عیار ۰/۷ درصد در عمق ادامه دارد. مولیبدن نیز غنی ترین و ضخیم ترین هاله را در همین عمق دارد در این محدوده شدیدترین و غنی ترین کانه زایی نسبت به بقیه سطوح با ضخامت ۱۲۰ متر صورت گرفته است.

در این گمانه نیز کانه‌ها با اکسید آهن و کمی سولفید شروع شده و با پیریت و کالکوسیت و کوولیت و مولیبدنیت ادامه می‌یابد. هاله‌های کانه دار منطبق بر توده نفوذی پورفیری و پس از آن بر تناوبی از اسکارنها و توده نفوذی پورفیری می باشد. لیتولوژی غالب توده نفوذی پورفیری و دیوریتی است. اغلب دیوریت ها اعم از دایکها و پورفیریها فاقد کانه هستند.

آلتراسیون شامل کوارتزسرسیت، کلریتی، پروپیلیتیک و بیوتیتی است و کوارتز سرسیت در انطباق با توده نفوذی پورفیری آلتراسیون غالب می‌باشد. آلتراسیون‌های پرو پیلیتیک و فیلیکی در سطح و آلتراسیون کلریتی در عمق گسترش زیاد دارند. آلتراسیون کلریتی و بیوتیتی در بخش سنگهای مافیک گسترش دارد. بیشترین کانه زایی در زون کوارتزسرسیت و پس از آن در زون کلریتی و مخلوط کلریتی و کوارتز سرسیت رخ داده است آلتراسیون پروپیلیتیک بدون کانه می‌باشد.

تیپ کانه زایی به ترتیب اولویت افشان، مخلوط افشان و رگچه‌ای بوده و بیش‌ترین کانه‌زایی منطبق بر بافت‌های پورفیری تخریب شده است. شدیدترین هاله‌ها حاوی مخلوطی از چند کانه در زون‌های خرد شده است. بطوریکه بالاترین عیار کانه زایی با کم‌ترینRQD همپوشانی مکانی دارد.

در شمالی ترین قسمت با بررسی گمانه ۸۰ به عمق ۳۱۸ متر مس با میانگین، چارک سوم و ماکزیمم به ترتیب ۰/۳۷ ، ۰/۵۲۰ و ۱/۶۶ درصد و مولیبدن ۳۸و۲۸و ۴۳۵ppm می باشد .کانه زایی مس ازسطح ۱۸۰۰ متری با عیار ۰/۴ درصد تا سطح ۱۷۳۰ متری و مولیبدن با عیار ppm ۱۰۰ ولی با ضخامت کم رخ داده است. دومین هاله کانه دار از سطح ۱۷۰۰ متری با بالاترین عیار برای مس تا ۱/۶۶ درصد و برای مولیبدن ppm ۴۳۵ در ضخامت ۵۰ متر صورت گرفته است.

سومین هاله کانه‌دار مس در سطح ۱۵۵۰متری با عیار مناسب برای هر دو عنصر خصوصا برای مس صورت گرفته است. از سه هاله مس و مولیبدن با همپوشانی مکانی و همبستگی مثبت هاله های مس به مراتب قویتر و گسترده تر از هاله های مولیبدن هستند.

لیتولوژی غالب توده نفوذی پور فیری بوده و هورنفلس ها و سنگهای مافیک هر کدام با گسترش کم وجود دارند. هورنفلس ها با گسترش کم غنی ترین عیار را دارند. به تبع لیتولوژی بافت عمده پورفیری تخریب شده بوده و هاله‌های کانه دار منطبق بر همین بافت های پور فیری خرد شده می باشد.

کانه ها همچون سایر گمانه ها با اکسید آهن در شکستگ-یها شروع شده و با افزایش عمق سولفیدهای پیریت، کالکو پیریب، کالکوپیریت و اکسید مس ظاهر شده‌اند که در ادامه به مقادیر کالکوپیریت و مولیبدنیت افزوده می‌گردد. اغلب هاله‌ها مخلوطی از سه و در مرحله بعدی دوکانه دارند. هاله های شدید دارای تیپ افشان و رگچه‌ای بوده و در مرحله دوم رگچه ها و افشان ها بصورت جداگانه اهمیت دارند.

بنا به گسترش توده نفوذی پورفیری عمده ترین آلتراسیون کوارتز سرسیت بوده و بعد از آن مخلوط کوارتز سرسیت با کلریت در عمق می‌باشد. در برخی قسمت‌ها آلتراسیون بیوتیتی و سیلیسی شدگی نیز شدت یافته است. زون کوارتز سرسیتی با گسترش زیاد و زون بیوتیتی وآرژیلیکی با گسترش کم رخنمون دارند. زون کلریتی بدون کانه و زون

بیوتیتی با عیار بالا می باشد. تمام هاله ها منطبق بر زون خرد شده بوده و بالاترین عیار کانه‌زایی بر کم‌ترین RQD منطبق می‌باشد این گمانه از ریکاوری بالایی برخوردار است.

با بررسی داده های حاصل از چهار گمانه با گسترش طولی حدود ۴۰۰ و ارتفاع ۳۲۹ متر عنصر مس با ماکزیمم ۲/۷۵ و میانگین ۰/۳۲۸ درصد می‌باشد. بالاترین عیار مس در محدوده گمانه ۷۰ و قویترین هاله‌ها در عمق و نزدیک به سطح زمین در این گمانه رخ داده است. کانه زایی مس از نظر گسترش عمقی در سه هاله صورت گرفته که غنی ترین و ضخیم‌ترین آن در افق تحتانی، دومی در افق فوقانی نزدیک به سطح و سومی در مرکز قرار گرفته است. از نظر گسترش شمالی – جنوبی هاله‌های هر سه افق در طرفین با شدتهای متفاوت ادامه دارد. شدیدترین هاله باز به سمت شمال، هاله مرکزی می باشد. هاله سطحی در هر دو سمت شمال و جنوب ادامه دارد و هاله عمقی مس نیز به سمت شمال باز می باشد.

مولیبدن نیز در انطباق کلی با هاله های تحتانی مس دارای ماکزیمم ۹۵۳ و میانگین ppm ۴۶ می باشد. غنی ترین هاله مولیبدن در گمانه ۹۰ با ماکزیمم ۵۰۶ و میانگین ppm ۵۶ می باشد. غنی ترین و ضخیم هاله مولیبدن بر شدیدترین کانه زایی مس منطبق می باشد. دو هاله کوچک مولیبدن در دو سمت شمالی و جنوبی نزدیک به سطح بوده و هاله اصلی عمقی در یک قسمت به شمال و دو قسمت به جنوب با شدت مناسب ادامه دارد. با افزایش عمق در قسمت شمال کانه زایی مولیبدن ادامه داشته و در سطح ۱۵۵۰متری تقریبا" کانه زایی مولیبدن کم می شود.

شاخص شکستگی سنگها با هاله های کانه دار همبستگی منفی داشته و در شدیدترین هاله‌ها شدیدترین خرد شدگی وجود دارد بطوریکه در هاله های با عیار یک درصد مس، RQD برابر ۱۰ می باشد. بیشترین خردشدگی در گمانه های ۷۰ و ۹۰ که بالاترین کانه زایی را دارند وجود دارد.

لیتولوژی شامل توده نفوذی پورفیری، دیوریت پور فیری، دایکهای دیوریتی، هور نفلس ها و کمی سنگهای کربناتی و توف می باشد. در تمامی گمانه ها بیشترین نوع لیتولوژی توده نفوذی پورفیری بوده و دیوریت پور فیری در رتبه دوم می باشد. دایکهای دیوریتی و بقیه لیتولوژیها با گسترش محدود وجود دارد. تنوع لیتولوژیکی در هاله های کانه دار معمول بوده و بقیه مناطق را توده نفوذی پورفیری در برگرفته است هاله ها اغلب منطبق بر مخلوط دو یا سه کانه هستند بطوریکه هاله های غنی منطبق بر مجموعه ای از چند کانه هستند. کانه زایی عمده از تیپ افشان بوده و پس از آن افشان بعلاوه رگچه ای اهمیت دارد.

بافت عمده پور فیری بوده و بعد از آن پور فیری تخریب شده قرار دارد و بافتهای مبهم و تخریبی سیلیسی شده در رتبه سوم هستند. اغلب محدوده ها خردشدگی دارند و خردشدگی متوسط و زیاد، به ترتیب بیشترین خردشدگی می باشد. شدیدترین هاله های مس با بافت پورفیری تخریب شده انطباق دارد. آلتراسیون کوارتز سرسیتی و کلریتی بیشترین بوده و در دوگمانه مرکزی ۷۰ و ۹۰ کلریتی در رتبه اول و در طرفین کوارتز سرسیتی بیش‌ترین مقدار را دارد.

وجود توده معدنی با ترکیب اغلب سولفیدی با عیار حدود ۳ دهم درصد که با حفاری ۴۰ گمانه اکتشافی در وسعت حدود دو کیلومتر مربع با عمق ۵۰۰ متر از کف رودخانه سونگون ثابت شده است می تواند پتانسیل بزرگی برای ایجاد آلودگی زیست محیطی اعم از خاک، آب، جنگل و حیاط وحش منطقه محسوب می‌گردد. بطوریکه تخریب باقیمانده خاک‌های سطحی برای ایجاد ۴۰ سکوی حفاری و راههای دسترسی و کارگاه ، امکان نفوذ آبهای سطحی آلوده و شستشوی فلزات و ترکیب با آبهای زیرزمینی و تشکیل زهاب‌های اسیدی از احتمال بالایی برخوردار است. پتانسیل فلزی موجود و سهولت ترکیب با آبهای سطحی، آب‌های جاری سونگون و پخیرچای را برنگ آبی بعلت محلول‌های مس در آورده و نقش بزرگی در آلودگی

منطقه دارد. لذا رصد دایمی میزان آلودگی با نصب سیستم های سنجش دقیق و استفاده از هوش مصنوعی ضرورت دارد تا توده های معدنی جدید الاکتشاف بیشتر از وضعیت موجود موجب ورود مواد فلزی و آلودگی محیط زیست نگردد.

نتیجه‌گیری

۱- تداوم توده نفوذی پورفیری سونگون در عمق و تداخل آن با سنگهای کربناتی سطحی در بخش شرقی رودخانه سونگون، عامل اسکارن‌سازی و کانه‌زاین کربناتی و سولفیدی در سطح و تداوم کانه‌سازی سولفیدی پیریت، کالکوپیریت، کوولیت، کالکوسیت، بورنیت و مولیبدنیت در عمق شده است.

۲ – توده نفوذی پورفیری لیتولوژی فراگیر بوده و پس از آن دیوریت پورفیری، دایک دیوریتی و کمی هورنفلس و توف در محدوده گسترش دارد. سنگ‌های اسکارنی به سمت شمال به هورنفلس ها و در ادامه به سنگ‌های کربناتی بدون کانه تبدیل می شود.

۳ - آلتراسیون غالب به تبع از لیتولوژی کوارتز سرسیت می باشد. آلتراسیون کلریتی و سیلیسی در اولویت بعدی بوده و با افزایش عمق آلتراسیون بیوتیتی اهمیت دارد. در واحدهای دیوریتی آلتراسیون کلریتی صورت گرفته و این واحد اعم از دیوریت پورفیری و دایک دیوریتی فاقد کانه می باشد.

۴ - کانه ها در آلتراسیون‌های کوارتز سرسیت، پتاسیک و بیوتیتی با منشا توده نفوذی پورفیری متمرکز شده و شدیدترین کانه زایی در بافت های پورفیری تخریب شده صورت گرفته است.

۵ – کانه‌زایی در اولویت اول از تیپ افشان و در اولویت بعدی مخلوط افشان و رگچه‌ای می‌باشد. هاله‌ها منطبق بر مخلوطی از چند کانه بوده و شدیدترین هاله‌ها در زون‌های خرد شده رخ داده است بطوری که شاخص شکستگی سنگ‌ها یا RQD با عیار هاله‌های کانه‌دار همبستگی منفی دارد.

۶ – کانه‌زایی مس از نظر گسترش عمقی در سه هاله صورت گرفته که غنی ترین و ضخیم ترین آن در افق تحتانی، دومی در افق فوقانی نزدیک به سطح و سومی در مرکز مقطع قرار گرفته است. از نظر گسترش شمالی – جنوبی هاله‌های هر سه افق در طرفین با شدت‌های متفاوت ادامه دارد. هاله قوی مرکزی به سمت شمال، هاله فوقانی به هر دو سمت شمال و جنوب و هاله تحتانی به سمت شمال و عمق ادامه دارد.

۷ – غنی‌ترین هاله مولیبدن با ضخامت ۱۳۰ متر در انطباق با شدیدترین هاله کانه زایی مس در عمق صورت گرفته است. دو هاله کوچک فوقانی در دو سمت شمالی و جنوبی بوده و هاله اصلی عمقی از یک بخش به شمال و از دو بخش به جنوب با شدت مناسبی ادامه دارد. با افزایش عمق در سطح ۱۵۲۰متری تقریبا کانه زایی مولیبدن بر خلاف مس تمام می شود.

۸ – بنا به تمامی شواهد موجود، اسکارن شرق رودخانه سونگون سطحی بوده و با افزایش عمق، کانه زایی این بخش نیز از نوع پورفیری و ادامه توده کانه‌دار پورفیری سونگون می‌باشد که در اینصورت مقدار قابل توجهی به میزان ذخیره معدن افزوده می‌شود.

۹- وجود توده معدنی با ترکیب اغلب سولفیدی پتانسیل بزرگی برای ایجاد آلودگی زیست محیطی اعم از خاک، آب، جنگل و حیاط وحش منطقه محسوب می گردد. بطوریکه تخریب خاکهای سطحی، نفوذ آبهای سطحی آلوده و ترکیب با آب‌های زیرزمینی و تشکیل زهاب‌های اسیدی از آثار زیست محیطی می‌باشد. رصد دایمی میزان آلودگی با نصب سیستم‌های سنجش دقیق و استفاده از هوش مصنوعی برای جلوگیری از ورود مواد فلزی و آلودگی محیط زیست ضرورت دارد.

منابع

[1] Bakker, R. J., 2004, Raman spectra of fluid and crystal mixtures in thesystem H_2O, H_2O-NaCl and H_2O-$MgCl_2$ at lowtemperatures: applications to fluid inclusion research. Canadian Mineralogist 42: 1283-1314.

[2] Burruss, R. C., 2003, Raman spectroscopy of fluid inclusions. In: Samson, I., Anderson, A., Marshall, D. (Eds.). Fluid inclusions: analysis and interpretation:

MineralogicalAssociation of Canada, short course series, 32: 279–289.
[3] Frezzotte, M. L., Tecce, F. & Casagli, A., 2012, Raman spectroscopy for fluid inclusion analysis. Journal of Geochemical Exploration 112: p 1-20.
[4] Aghazadeh, M., Hou Z., badrzadeh, Z., Zhou L., 2015, Temporal–spatial distribution and tectonic setting of porphyry copper deposits in Iran: Constraints from zircon U–Pb and molybdenite Re–Os geochronology, Ore Geology Reviews 70, 385-406.
[۵] شرکت ملی صنایع مس ایران.، ۱۳۸۸، گزارش مطالعات زمین شناسی و عملیات اکتشافی محدوده مسجدداغی،۱۸۹ صفحه.
[۶] عطالو، ص.، ۱۳۸۸، بررسی پراکندگی و اولویت اکتشافی اندیس های معدنی فلزی شمالغرب، گزارش داخلی دفتر اکتشافات شمالغرب، شرکت ملی صنایع مس ایران،۱۲۰صفحه.