

چکیده

محدوده معدنی چاه زاغو در استان خراسان جنوبی، حد واسط شهرستان بیرجند و نهبندان و در زون افیولیتی شرق کشور واقع شده است. وجود حفریات قدیمه، آثار کانی سازی مس و طلا، سرپاره و رگه های سیلیسی - کربناتی سولفید دار اجرای پروژه اکتشافی را در این منطقه رقم زد. عملیات اکتشافی انجام گرفته در این پروژه عبارتند از:

- ❖ تهیه نقشه توپوگرافی و زمین شناسی - معدنی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ در سطح ۲ کیلومتر مربع
- ❖ حفر ترانشه های اکتشافی به تعداد ۱۲ عدد و حجم ۱۷۳ متر مکعب خاک برداری و سنگبری
- ❖ انجام عملیات اکتشافات ژئوفیزیکی بروش شارژابیلیته و مقاومت ظاهری در سطح ۱ کیلومتر مربع
- ❖ حفر ۳ گمانه اکتشافی با متراژ کلی ۲۹۳ متر
- ❖ برداشت پروفیل ترانشه ها، لاگینگ مغزه های حفاری، نمونه گیری از سطح و حفریات بمنظور آنالیز شیمیایی و مطالعات پتروگرافی و میزالوگرافی به تعداد ۱۸۶ نمونه

محدوده مورد مطالعه از نظر زمین شناسی و زمین شناسی ساختمانی بخشی از کمربند افیولیتی خاور ایران محسوب میشود که واحدهای سنگی گابرویدیوریت، دیاباز، بازالت بالشی همراه با چرت رادیولردار در آن برونزد دارند بعلاوه سنگهای کوارتز آندزیتی (متعلق به پالئوژن)، توده های نفوذی جوان، رگه های سیلیسی - کربناتی و سنگ آهک نا خالص دگرگون شده از دیگر رخنمون های منطقه محسوب می شوند.

با توجه به بررسیهای زمین ساختی در محدوده اکتشافی، گسلهای راندگی متعددی با روند شرقی - غربی در داخل واحدهای سنگی مشاهده می شود که غالباً در محل سطح گسلها پدیده لیستونیتی شدن نیز به چشم می خورد. گسلهای معکوس واقع در نیمه شمالی محدوده اکتشافی شییبی به سمت شمال و گسلهای بخش جنوبی شییبی به سمت جنوب را نشان می دهند. با توجه به اینکه مطالعات صورت گرفته شیب راندگی را در منطقه از جنوب به سمت شمال معین نموده است لذا احتمالاً تغییر جهت شیب گسلهای معکوس را می توان به چین خوردگی عمومی منطقه نسبت داد.

کانی سازی انجام شده در منطقه در دو تیپ و فاز مختلف شکل گرفته اند:

الف- کانی سازی مس بصورت احتمالا" ماسیوسولفیدی و با سن کرتاسه بالایی

ب- کانی سازی طلا و مس در رگه های سیلیسی- کربناتی متعلق به تروشیاری

کانی سازی مس در منطقه اکتشافی از رخنمون چندان برخوردار نیست و محدود به دو الی سه نقطه است که بر روی آنها مقداری حفاریات قدیمی مشاهده می شود. همچنین رگه های سیلیسی- کربناتی در محدوده مورد مطالعه متعدد و غیر ممتد هستند. بیشترین رخنمون مربوط به رگه V2 می باشد که در طول تقریباً ۱ کیلومتر بصورت ناپیوسته و با ضخامت متغیر قابل تعقیب است.

عملیات اکتشاف ژئوفیزیکی به روش RS و IP در محدوده ای به مساحت حدوداً ۱ کیلومتر و تا عمق ۱۳۰ متر را مورد کاوش قرار داده که ناهنجاریهای مشاهده شده از وسعت و شدت بالایی برخوردار نیستند با این وجود بر روی سه ناهنجاری که با کانی سازی سطحی نیز تطابق داشت حفر گمانه اکتشافی انجام گرفت.

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی نمونه ها و مطالعات آزمایشگاهی کانی سازی مس در بخش ماسیوسولفیدی بصورت کالکوپیریت بوده و حداکثر عیار آن مربوط به گمانه شماره (۲) برابر ۵/۳ درصد مس در ضخامت ۶۰ سانتی متر می باشد همچنین بیشترین عیار طلا در رگه های سیلیسی- کربناتی سولفید دار (پیریت و کالکوپیریت همراه با اکسید آهن) مربوط به ترانشه ۵ و برابر 1.62 ppm اندازه گیری شده است.

نتایج

محدوده معدنی چاه زاغو در استان خراسان جنوبی، حد واسط شهرستان بیرجند و نهبندان در فاصله ۹۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان نهبندان قرار دارد. وجود حفاریات قدیمی، سرباره (Slag)، رگه های سیلیسی- کربناتی و آثار کانی سازی مس و طلا اجرای پروژه اکتشافی در این محدوده را به دنبال داشت.

تهیه نقشه توپوگرافی و زمین شناسی معدنی (مقیاس : ۱ : ۲۰۰۰) در محدوده ای با مساحت ۲ کیلومتر مربع ، انجام عملیات اکتشافی ژئوفیزیک ، حفر ترانشه و گمانه های اکتشافی و نمونه برداری از جمله عملیات اکتشافی انجام شده در این پروژه است که در این خصوص ۱۷۲/۳ متر مکعب حفر ترانشه ، ۲۹۳ متر حفر گمانه و ۱۸۶ نمونه نیز به منظور آنالیز شیمیایی و مطالعات پتروگرافی و مینرالوگرافی از محدوده اکتشافی و حفريات صورت گرفته برداشت شده است .

نقشه های توپوگرافی محدوده اکتشافی در مقیاس ۱ : ۱۰۰۰ توسط گروه نقشه برداری سازمان زمین شناسی کشور در ۶ شیت (A0) برداشت شد که این نقشه ها جهت تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی منطقه مورد استفاده قرار گرفت . بر روی نقشه زمین شناسی - معدنی ، مرزهای زمین شناسی ، گسل ها ، رگه های سیلیسی - کربناتی ، محدوده حفريات قدیمه ، نقاط نمونه گیری ، محل حفر ترانشه و گمانه های اکتشافی و ... نشان داده شده است .

محدوده مورد مطالعه از نظر زمین شناسی و زمین شناسی ساختمانی بخشی از کمربند افیولیتی خاور ایران محسوب می شود که گاه از آن به عنوان کمربند فلیش و آمیزه رنگین شرق ایران یا زون سوچر سیستان یاد میشود بنابراین از اختصاصات عمومی و کلی این زون تبعیت می نماید . گابرویدیوریت ، دیاباز ، بازالت بالشی همراه با چرت رادیولردار بخشی از واحدهای سری افیولیتی هستند که در منطقه اکتشافی برونزد دارند بعلاوه سنگهای کوارتزآندزیتی (متعلق به پالئوژن) ، توده های نفوذی جوان ، رگه های سیلیسی ، لیستونیتی و مرمیت ها از دیگر رخنمون های سنگی منطقه محسوب می شوند .

منطقه از لحاظ تکتونیکی چنانچه ویژگی محیطهای افیولیتی است گذشته ای فعال را پشت سر گذاشته بطوریکه علاوه بر فعالیتهای تکتونیکی همزمان با جایگیری افیولیتها ، چین خوردگیهای گسترده ای با روند شرقی - غربی (با سن دوران سوم) واحدهای منطقه را تحت تاثیر قرار داده است . با توجه به بررسیهای زمین ساختی در محدوده اکتشافی ، گسلهای راندگی متعددی با روند شرقی - غربی در داخل واحدهای سنگی گابرویدیوریت ، دیاباز و بازالت مشاهده می شود که غالباً در محل سطح گسل ، پدیده لیستونیتی شدن نیز به چشم می خورد . جالب توجه اینکه گسلهای واقع در نیمه جنوبی محدوده اکتشافی

شیبی به سمت جنوب و گسل‌های بخش شمالی به طرف شمال شیب دارند. نتایج مطالعات انجام گرفته در منطقه جهت راندگی را از جنوب به سمت شمال تعیین نموده لذا تغییر جهت شیب گسل‌های معکوس را می‌توان به چین خوردگی عمومی منطقه نسبت داد.

با توجه به بررسی‌های زمین‌شناسی اقتصادی در محدوده اکتشافی کانی‌سازی انجام شده در منطقه را می‌توان در دو تیپ و فاز جداگانه مورد بحث قرار داد:

الف) کانی‌سازی مس بصورت احتمالا ماسیوسولفیدی و با سن کرتاسه بالایی: این کانی‌سازی به صورت دایک‌های دیابازی کانه داری است که مجموعه افیولیتی مخصوصاً بخش گابرویدیوریتی را قطع نموده و بیشترین رخنمون آن را در محل معدن متروکه مس چاه زاغو می‌توان مشاهده کرد. دایک‌های دیاباز شامل کانی‌های کالکوپیریت و پیریت بوده و باروند های مختلف در راستای شکستگی‌های منطقه شکل گرفته اند ضخامت این دایکها در سطح زمین کمتر از ۰/۵ متر و رخنمون طولی آنها نیز محدود است.

ب) رگه های سیلیسی و سیلیسی-کربناتی طلا دار: این رگه ها نیز عمدتاً در امتداد گسلها و شکستگی‌های منطقه تشکیل شده و واحدهای زمین‌شناسی را قطع نموده اند بدین جهت می‌توان این کانی‌سازی را جوانتر و مربوط به ترشیاری دانست در بعضی از رگه ها آثار سولفید (پیریت و کالکوپیریت و ...) اکسیدها و هیدروکسیدهای آبدار آهن بوفور دیده می‌شود. این رگه ها با ضخامت متغییر ۳/۵-۰/۵ متر در بخش اعظم منطقه مطالعاتی به صورت پراکنده و منقطع مشاهده می‌گردند.

با دقت نظر در نتایج آنالیز شیمیایی و مطالعات مینرالوگرافی نمونه های برداشت شده از ۱۲ عدد ترانشه اکتشافی حفر شده بر روی رگه های سیلیسی-کربناتی واقع در شمال و شمال غرب محدوده اکتشافی می‌توان اظهار نمود که در ۵۰ درصد از ترانشه های اکتشافی حداقل یک نمونه بالای 500 PPb طلا دارد و بیشترین عیار طلا نیز 1.62 PPM می‌باشد. عیار طلا در طول رگه ها و زون های لیستونیتی شدیداً متغییر و با میزان سیلیسی شدن، مقادیر اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و سولفید موجود در نمونه نسبت مستقیم دارد. بیشترین ضخامت رگه های کانه دار مربوط به موقعیت ترانشه شماره (۳) و برابر ۱/۲ متر اندازه گیری شده است. عیار پایین طلا و مس در رگه های مذکور، پراکنده بودن و غیرممتد بودن آنها

و ضخامت کم رگه ها چشم انداز مناسبی از کانی سازی را در این رگه ها نوید نمی دهد بعلاوه این که نتایج حفاری گمانه شماره (۳) که بر روی پروفیل 600 S ژئوفیزیکی در محل ایستگاه 650W حفر شده ، نیز قابل توجه نمی باشد . این گمانه به جهت مشخص نمودن وضعیت رگه V2 در عمق بر روی ناهنجاری ژئوفیزیکی طراحی و حفر شده است .

با توجه به نتایج اکتشافات ژئوفیزیکی و بررسی نقشه های شارژابیلیته و مقاومت ویژه ظاهری و شبه مقاطع مربوطه چندین محدوده بی هنجاری در منطقه اکتشافی چاه زاغو مشخص گردید که عمدتاً با کانی سازیهای در سطح و همچنین موقعیت رگه های سیلیسی - کربناتی کانه دار مطابقت نشان می دهد. تنها، ناهنجاری واقع در بخش جنوب غرب منطقه اکتشافی در ارتباط با شیستها تفسیر شده است در حالیکه سایر ناهنجاریها با محدوده معدنکاری قدیمه و محل رخنمون رگه های سیلیسی - کربناتی سولفید دار تطابق داشته و نقش کانی سازی و بعبارتی کانیهای سولفیدی در شکل گیری ناهنجاری بدیهی به نظر می رسد .

بررسیهای زمین شناسی اقتصادی با بهره گیری از نتایج اکتشافات ژئوفیزیکی ، حفر سه حلقه گمانه اکتشافی را در منطقه چاه زاغو بهمراه داشت که دو گمانه اکتشافی شماره (۱) و (۲) در محدوده فعالیت های معدنکاری گذشته و یکی نیز بر روی رگه سیلیسی - کربناتی V2 در شمال غرب منطقه اکتشافی طراحی و حفر شد . حفر گمانه های شماره (۱) و (۲) بر روی یک توده گابرویدیوریتی انجام شده که تحت نفوذ دایکهای دیاباز صفحه ای کانه دار (Sheeted Dykes) قرار گرفته است . توده گابرویدیوریتی و دایکهای دیابازی شدیداً آلتزه و تکتونیزه هستند و در بخشهایی مقادیر زیادی پیریت و گاهاً کالکوپیریت در آنها مشاهده می شود . آثار کانی سازی سولفیدی در سطح به صورت مقادیر فراوانی اکسیدهای آهن و کانیهای مالاکیت و آزوریت دیده می شود که حفاریات قدیمی نیز بر روی آنها جهت استخراج کانسنگ مس انجام گرفته است .

گمانه اکتشافی شماره (۱) بر روی پروفیل P00 ژئوفیزیکی و با شیب 30 NW و گمانه اکتشافی شماره (۲) بر روی پروفیل P100S ژئوفیزیکی و با شیب 30 SE طراحی و حفر شده اند . در گمانه شماره (۱) بیشترین مقدار مس مربوط به یک دایک دیابازی کانه دار به ضخامت ۲۰ سانتی متر می باشد که در عمق

۳۸ متری از سطح زمین توسط حفاری قطع شده است. کانی سازی مس به صورت کالکوپیریت بوده و عیار آن برابر ۱/۵ درصد می باشد. در گمانه شماره (۲) نیز بیشترین مقدار مس (۵/۳ درصد) مربوط به دایک دیابازی درون توده گابرویدیوریتی با ضخامت ۶۰ سانتی متر است که در عمق ۸۳ متری قرار دارد. نتیجه اینکه با توجه به ساختار تکتونیکی منطقه که در بالا به آن اشاره شد شاید بتوان تصور کرد که دایک صفحه ای کانه دار تحت تاثیر چین خوردگی عمومی منطقه قرار گرفته و در واقع ما در گمانه های شماره ۲۰۱ با یک دایک صفحه ای چین خورده مواجه هستیم که هر گمانه یک یال آن را قطع نموده است. نکته جالبتر آنکه ضخامت بخش کانه دار و عیار آن در گمانه شماره (۲) نسبت به گمانه شماره (۱) با ازدیاد عمق افزایش داشته که چنانچه این روند ادامه داشته باشد می توان تصور نمود در اعماق پایین تر ما کانی سازی با ارزشتری از مس را شاهد باشیم.

با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های برداشت شده از گمانه های اکتشافی شماره ۲۰۱ می توان نتیجه گرفت که عنصر مس با عناصر Au, Pb, Zn, Co, Ni, Ag, Mo دارای همبستگی مثبت بوده و در این میان بیشترین همبستگی را با عنصر کبالت نشان می دهد.

اگر چه اظهار نظر در مورد ژنز و منشأ یک کانسار نیاز به تحقیقات گسترده علمی دارد لیکن با شواهد بدست آمده در طول اجرای این پروژه اکتشافی تصور بر این است که در محدوده معدن متروکه مس چاه زاغو ما با یک کانسار ماسیوسولفید (نوع قبرس) با سن کرتاسه بالایی مواجه هستیم لازم به ذکر است کانی سازی های مشابهی از مس در مجموعه افیولیتی همجوار با محدوده اکتشافی نیز مشاهده شده است. در بخش شمال و شمال غرب منطقه اکتشافی فاز دیگری از کانی سازی توسط رگه های سیلیسی-کربناتی طلا-مس دار مشاهده می شود با توجه به اینکه واحدهای زمین شناسی متعلق به ترشیاری توسط این رگه ها قطع شده اند می توان این کانی سازی رگه ای را مربوط به ترشیاری دانست که در این صورت توده های گرانیتی واقع در مناطق همجوار محدوده اکتشافی می توانند در شکل گیری رگه ها نقش داشته باشند.

پیشنهادات

۱- نظر به اینکه در زون افیولیتی مجاور با منطقه اکتشافی چاه زاغو آثار متعددی از کانی سازی مس و عناصر پاراژنز آن مشاهده شده و این کانی سازیها به دلایلی در ناهنجاریهای ژئوشیمیایی ورقه های ۱:۱۰۰۰۰۰ ژئوشیمیایی گرفته نشده اند (مثال واضح آن منطقه معدنی چاه زاغو و چاه کلپ) لذا پیشنهاد می شود عملیات پیجوئی کانسارهای مس و عناصر پاراژنز، در زون افیولیتی مجاور با محدوده اکتشافی چاه زاغو انجام شود .

۲- پیشنهاد می شود در محدوده حفریات قدیمی چاه زاغو منطقه ای بوسعت ۳۰ هکتار انتخاب شده و بر روی چندین پروفیل ، اکتشافات ژئوفیزیکی IP و RS با آرایش دایپل - دایپل تا عمق ۳۰۰ متر جهت بررسی کانی سازی در اعماق پایین ترانجام پذیرد ، بدیهی است وجود آنومالیهای ژئوفیزیکی قابل توجه در عمق ، حفر گمانه های اکتشافی با عمق ۳۰۰-۲۵۰ متر را بدنبال خواهد داشت .