

مدل‌سازی، برآورد ذخیره و طراحی اولیه کانسار کرومیت شش آبدشت، اسفندقه کرمان

محمد رضا شایسته‌فر^۱، محمد محمدی^۲، علی رضایی^۲

۱- استادیار بخش مهندسی معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان

دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۶/۲۷، نسخه نهایی: ۱۳۸۹/۱۰/۸

چکیده

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان کرمان و در زون اسفندقه- دولت‌آباد واقع شده است. در این منطقه معادن فراوانی از کرومیت یافت می‌شود که همگی توسط رخنمونهای سطحی کشف شده‌اند. با توجه به کارهای اکتشافی- استخراجی انجام شده قبلی و نبود لایه راهنما، حفر گمانه بهترین انتخاب جهت تکمیل اطلاعات تفصیلی در منطقه مورد مطالعه بود. برای اکتشاف تفصیلی و ارزیابی ذخیره، پس از برداشتهای اکتشافی، زمین‌شناسی و نمونه‌برداری اولیه، پروفیل‌ها و گمانه‌های اکتشافی طراحی شدند. گمانه‌های اکتشافی براساس اطلاعات سطحی، ترانشه‌های موجود در کمر بالای رگه کرومیت، طوری طراحی شدند که هر گمانه رگه کرومیت را در عمق ۱۵ متری قطع کند. براساس نتایج حاصل از گمانه‌های حفر شده، نتایج حفاری و با توجه به ماهیت زمین‌شناسی منطقه، روش استخراج معدن برای سال اول به روش روباز و برای سالهای بعد به روش استخراج زیرزمینی کند و آکند انتخاب شد. براساس نتایج حاصل شده، این کانسار دارای ارزش اقتصادی بالایی است.

واژه‌های کلیدی: اکتشاف تفصیلی، پروفیل، گمانه اکتشافی، مدل‌سازی، معدن شش آبدشت.

مقدمه

اندیس‌ها و اکتشاف ذخایر جدید کرومیت، تعدادی از این اندیس‌ها که در محدوده اسفندقه واقع شده بود، شناسایی شد و عملیات نقشه‌برداری توپوگرافی و برداشت زمین‌شناسی سطحی از آنها، جهت طراحی اکتشافات تفصیلی صورت گرفت که در این زمینه معدن شش، اولین معدن می‌باشد [۳]. در این پژوهش، سعی بر آن است که با استفاده از اطلاعات سطحی و عمقی حاصل از ترانشه‌ها و تونل‌های موجود، شبکه اکتشاف منظمی تعریف شود و پس از حفر گمانه‌های اکتشافی و اکتشاف دقیق رگه‌های کرومیت و گسلها، تا عمق اقتصادی و قابل استخراج به روش روباز معدن طراحی گردد. ادامه رگه کرومیت که پایین‌تر از عمق اقتصادی

در معادن کرومیت ایران، اکتشاف معمولاً با استفاده از ترانشه، تونل، اکلون، چاه و تونل دنبال رگه صورت می‌گرفته و کمتر از گمانه و سیستم دقیق شبکه اکتشاف سطحی استفاده شده است. در بعضی موارد از اطلاعات گمانه نیز استفاده می‌شده، ولی به صورت نظام‌مندانه و در قالب یک شبکه اکتشافی منظم نبوده است. در طول سالیان فعالیت معدن‌کاری در مجموعه معادن اسفندقه، اندیس‌های زیادی از کرومیت مورد بهره‌برداری قرار گرفته و موقعیت و وضعیت آنها تا حدی مشخص شده است. اما با توجه به نیاز شدید مجموعه به اکتشاف کامل، تعیین ذخیره این

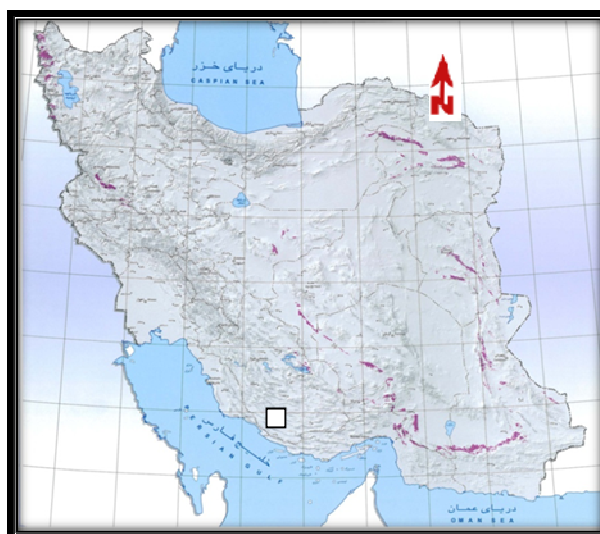
^۱ مسؤل مکاتبات shayeste@mail.uk.ac.ir

می باشد [۳]. توده اولترامافیک آبدشت جزئی از منطقه اسفندقه است که در حدود ۱۴۰ کیلومتری جنوب بافت در جنوب استان کرمان قرار دارد، که از نظر تقسیمات جغرافیایی در ورقه ۱:۵۰۰۰۰ آبدشت واقع شده است (شکل ۱) موقعیت معدن شش و راههای دسترسی به آن از آبدشت در شکلهای (۲) و (۳) قابل مشاهده است.

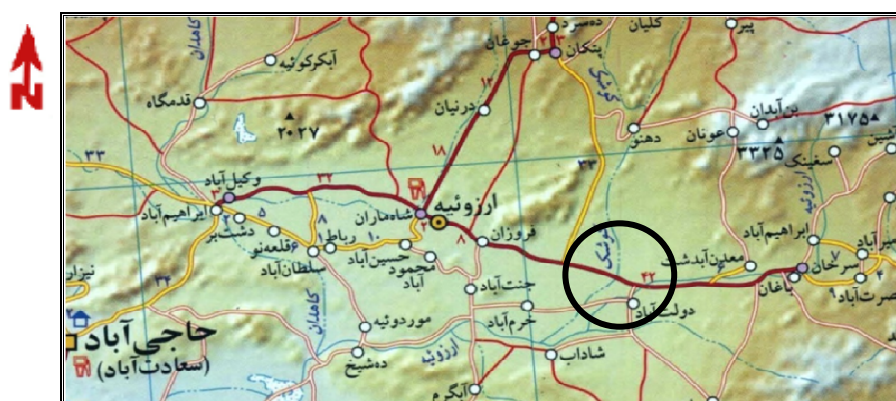
برای استخراج روباز قرار می‌گیرد، نیز با تونل‌های باربری و کارگاههای مورد نیاز استخراج به روش زیرزمینی طراحی شود.

موقعیت جغرافیایی معدن شش

معدن شش با مختصات $15^{\circ} 23' 28''$ عرض جغرافیایی و $56^{\circ} 46' 50''$ طول جغرافیایی، یکی از عدسیهای کرومیت توده پریدوتیتی آبدشت



شکل ۱. موقعیت منطقه اسفندقه در نقشه ایولیت‌های ایران زمین [۳].



شکل ۲. راههای دسترسی به منطقه آبدشت [۳].



شکل ۳. موقعیت معدن شش و راه‌های دسترسی به آن از آبدشت [۳].

شمال غربی منطقه نیز توسط واحدهای گلوکوفان شیبست، سرپانتینیت و واحد فلیش کمپلکس آمیزه رنگین پوشیده شده است [۲]. این منطقه به علت قرار داشتن در محل برخورد روندهای ساختاری مهم ایران از پیچیدگی ساختاری زیادی برخوردار است، به طوری که روندهای شمال غربی - جنوب - شرقی زون زاگرس و زون سنندج - سیرجان، روندهای شمالی - جنوبی مانند روند زون گسلی زندان و روندهای شمال شرقی - جنوب غربی در این ناحیه در هم آمیخته‌اند.

روش مطالعه

یکی از مهمترین مراحل در فرآیند معدن کاری، تخمین میزان ذخیره قابل استخراج کانسار است [۴]. در این پژوهش، ابتدا مدل‌سازی و برآورد ذخیره کانسار انجام شده، سپس طراحی مقدماتی معدن در راستای انجام مطالعات پیش امکان - سنجی ارائه شده است. برای اکتشاف تفصیلی و ارزیابی ذخیره، پس از برداشتهای اکتشافی و زمین‌شناسی، پروفیل‌ها و گمانه‌های اکتشافی طراحی می‌شوند.

زمین‌شناسی منطقه

گستره مورد نظر بخشی از زون اسفندقه - دولت آباد است که در جنوب شهرستان بافت و در جنوب استان کرمان قرار دارد. این مجموعه افیولیتی در بخش پایانی زون سنندج - سیرجان واقع شده است. در این ناحیه رخنمونهای فراوانی از سنگهای مافیک - اولترامافیک وجود دارد که مهمترین آنها شامل مجموعه‌های سیخوران، صوغان و آبدشت می‌باشد. این کمپلکس‌ها جزو مجموعه افیولیتی اسفندقه می‌باشند که در زون سنندج - سیرجان قرار گرفته است و از نواحی مستعد کانی‌سازی کرومیت ایران به شمار می‌آیند [۱]. قسمت جنوبی دشت صوغان رخنمون وسیعی از واحدهای سنگهای آواری، ماسه سنگ و شیل است که به صورت فلیش می‌باشد و بر روی پی‌سنگ مافیک - اولترامافیک دوران اول بر روی گدازه‌های بالشی قرار گرفته است [۶]. جنوب و جنوب شرق توده آبدشت توسط تشکیلات ژوراسیک زیرین پوشانده شده است. این مجموعه رسوبی شامل رسوبات کربناته (آهکی) کالپیونلادار^۱ می‌باشد. بخش

^۱. Calpionella

طراحی پروفیل‌های اکتشافی

برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد هر کانسار می‌توان از عملیاتیهای مختلف اکتشافی مقدماتی ساده مانند حفر ترانشه تا کارهای اکتشافی تفصیلی مانند حفر گمانه استفاده کرد. در این معدن با توجه به دلایل ذکر شده در زیر، از گمانه استفاده می‌شود.

حفر گمانه

با توجه به انجام قسمتی از کارهای اکتشافی مقدماتی نظیر حفر ترانشه، تونل دنبال رگه و چاه در گذشته دور و همچنین با توجه به دلایل زیر، ضرورت حفاری گمانه در این معدن پیشنهاد شد [۳]:

● **تأثیر شدید تکتونیک:** سنگهای اولترابازیک در برگیرنده کرومیت بر اثر گسله‌های معکوس رخنمون پیدا کرده‌اند و تحت تأثیر نیروهای تکتونیکی شدید قرار گرفته و به شدت در جهات مختلف و با فواصل کم میلونیزه شده‌اند. این شدت میلونیزه بودن باعث می‌شود که نتوان به راحتی جابه‌جاییهای مختلف ایجاد شده در سنگ مذکور را تشخیص داد و به اطلاعات عمقی نیاز است. در محدوده معدن شش تعداد زیادی گسل با امتدادهای متفاوت وجود دارد که توده معدنی توسط آنها قطع شده و این گسلها باعث جابه‌جایی و تغییر امتداد رگه کرومیت شده‌اند. در سطوح عدسیها و همچنین دانه‌های کرومیت نیز آثار گسل خوردگی به فراوانی دیده می‌شود، که سطح آنها را صیقلی و شفاف کرده است. گاه کانیه‌های کلریت کروم‌دار و گرونای کروم‌دار روی این سطوح دیده می‌شود که حاصل تجزیه و دگرسانی کرومیت بر اثر گسل خوردگی و نفوذ محلولها می‌باشد. یکی از اصلی‌ترین این گسلها، گسل F₁ می‌باشد که با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی کانسار کرومیت را تقریباً از وسط به دو بخش تقسیم کرده است. این گسل راست‌گرد باعث چرخش و جابه‌جایی لایه به مقدار تقریبی ۵۵ متر شده است. آثار کشیدگی کرومیت

در روی دیواره این گسل، بین دو ترانشه قابل مشاهده است. گسل مهم دیگر معدن شش، گسل F₁ است که محدود کننده لایه در شمال غرب ترانشه یک می‌باشد. این گسل راست‌گرد با شیب نزدیک قائم نیز لایه کرومیت را با ضخامت زیاد قطع کرده و باعث جابه‌جایی آن شده است، ولی میزان جابه‌جایی و ادامه لایه معلوم نیست.

● تغییرات ضخامت رگه کرومیت در جهت‌های

مختلف با روند تصادفی: در اطراف معدن، شش رگه دیده می‌شود که روندی برابر 330/50NW دارند که شیب امتداد عدسیهای کرومیت نیز 335/60W می‌باشد. اصلی‌ترین رگه عدسی شکل کرومیت در کمر پایین گسل میانی با عیار بالا و امتداد حدود ۳۲۸ درجه و شیب ۶۰ درجه به طرف جنوب غرب گسترش دارد. این لایه در کمر بالای گسل میانی توسط گسل چرخیده و امتدادی حدود ۲۹۰ درجه با شیب حدود ۶۰ درجه به جنوب غرب پیدا کرده است. با توجه به این که قاعده خاصی برای تغییرات ضخامت کرومیت وجود ندارد و تغییرات مذکور به صورت تصادفی می‌باشد، تشخیص و پیش‌بینی این تغییرات به مطالعات اکتشافی به صورت آماری در فواصل کم نیاز دارد.

● **یکسان بودن سنگ در برگیرنده و نبود لایه راهنما:** معمولاً در معادنی که از چندین نوع لایه‌های سنگی تشکیل شده‌اند، تشخیص تغییرات ایجاد شده از قبیل جابجایی‌های حاصل از گسله‌ها، تغییرات موضعی ضخامت، شیب و امتداد رگه‌ها با توجه به تغییرات در لایه‌های سنگی و مرز آنها، قابل تشخیص است. در صورتی که در معادن کرومیت به علت یکسان بودن سنگهای دربرگیرنده تغییرات به سختی قابل تشخیص می‌باشند، بنابراین نمی‌توان از اطلاعات سنگ‌شناسی جهت تشخیص موقعیت و شکل ماده معدنی استفاده چندانی نمود.

شماره یک با روند N70W، طول کلی در حدود ۱۲۰ متر و عرضی متغیر از ۵ تا ۱۴ متر دارد. این ترانشه با دیواره‌های تند و ناپایداری با ارتفاع حدود ۱۷ متر بر روی لایه کرومیت با عیار بالا و ضخامت متغیر ۱ تا ۴ متر حفر شده است. ترانشه دو با شکلی منحنی مانند و طول کلی در حدود ۲۰۰ متر دارای دیواره‌هایی به ارتفاع تقریبی ۱۶ متر است. روند ماده معدنی در درون این ترانشه N32W می‌باشد که روندی متفاوت با ترانشه یک دارد، که علت آن تغییر روند ماده معدنی در ترانشه یک بر اثر عملکرد گسل میانی بوده که، و آن را به سمت غرب متمایل کرده است. هر دو ترانشه موجود در این معدن برای اهداف اکتشافی و استخراجی توأم حفر شده‌اند. این ترانشه‌ها منطبق بر جهت امتداد ماده معدنی حفر شده و با تغییر مسیر ماده معدنی، مسیر ترانشه هم تغییر کرده است. با وجود این در بررسی و برداشتهای این ترانشه‌ها اطلاعات مناسبی به دست آمده است.

۱) گمانه‌های ترانشه دو

از مجموع ۲۸ گمانه طراحی شده، ۱۸ گمانه روی ۹ پروفیل با آزیموت ۵۸ درجه و فواصل ۱۵ متر بر روی ترانشه دو طراحی شد (شکل ۴) با توجه به این که بر روی هر رخنمون ترانشه‌ای با عمق بیش از ۱۵ متر حفر شده و در نتیجه لیتولوژی در این عمق مشخص است، همچنین با داشتن امتداد و شیب لایه در درون ترانشه، گمانه‌ها در روی هر پروفیل در کمر بالای لایه کرومیت به گونه‌ای طراحی شده که هر گمانه با فاصله ۱۵ متر در شیب لایه، رگه مذکور را قطع نماید (شکل ۵). طرح شماتیکی پروفیل‌ها و گمانه‌های طراحی شده ترانشه دو در شکل (۶) قابل مشاهده است.

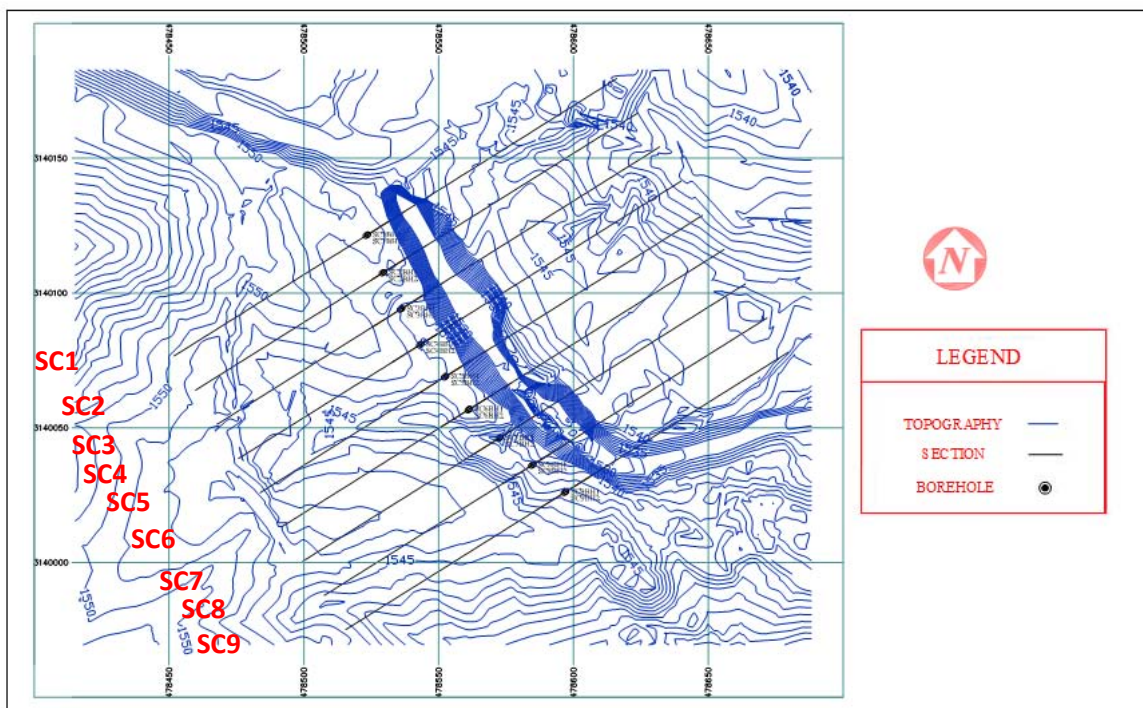
• سرعت بالاتر و امکان کسب اطلاعات از اعماق بیشتر.

به علت عدم انجام ژئوفیزیک زمینی در این معدن، طراحی گمانه‌ها براساس اطلاعات رخنمونهای سطحی، ترانشه‌های موجود و با در نظر گرفتن مسائل زمین‌شناسی و تکتونیکی اندیس‌ها و تجربیات کانسارهای مشابه انجام شد. بدیهی است در حین انجام عملیات حفاری و براساس نتایج حاصله از گمانه‌های اولیه، موقعیت و عمق گمانه‌ها قابل تغییر و متراژ حفاریها قابل کاهش و یا افزایش دادن است.

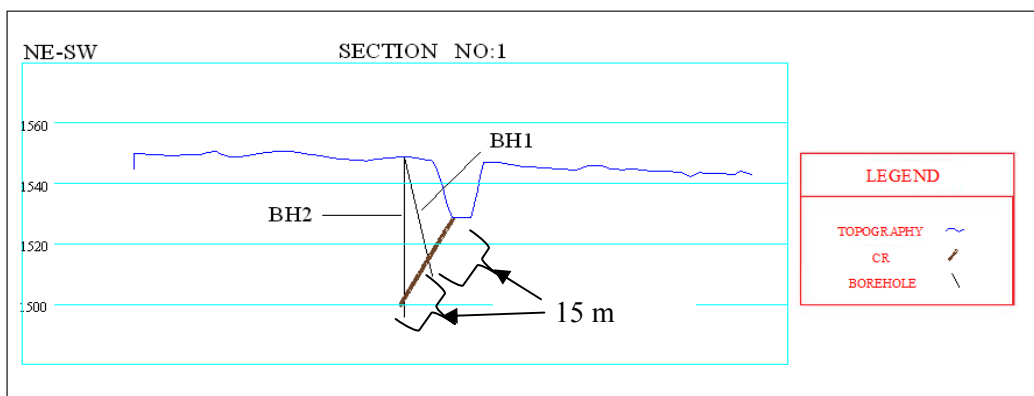
علاوه بر آن به منظور صرفه‌جویی در وقت و کاهش هزینه‌ها در مقطع زمانی کنونی، عمق گمانه‌ها به گونه‌ای طراحی شدند که در صورت مثبت بودن نتیجه، ذخیره حاصله تقریباً قابلیت استخراج به روش روباز را داشته باشد. مطالعات اولیه شامل برداشتهای زمین‌شناسی و تکتونیکی، تهیه نقشه‌های توپوگرافی، برداشت ترانشه‌ها و تونل‌های موجود انجام شد. با در نظر گرفتن تجربیات حاصل شده از کانسارهای مشابه، پروفیل‌های اکتشافی طراحی و محل و عمق گمانه‌ها مشخص گردیده است.

طراحی گمانه‌های اکتشافی

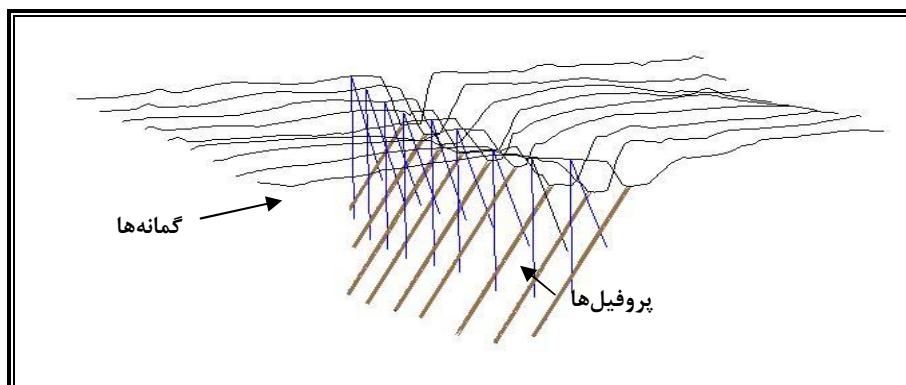
با توجه به وضعیت رگه کرومیت معدن شش که در دو ترانشه در سطح رخنمون دارد و همچنین با در نظر گرفتن گسل‌های متقاطع و جابه‌جا کننده رگه کرومیت، جهت اکتشاف تفصیلی این معدن، در کل ۲۸ پروفیل با آزیموت‌ها و فواصل مختلف طراحی می‌شوند. از این تعداد، ۱۶ گمانه بر روی ترانشه یک، ۱۸ گمانه بر روی ترانشه دو و ۲ گمانه خارج از محدوده ترانشه‌ها برای یافتن ادامه رگه در کمر بالای گسل F₂ طراحی شده است. ترانشه



شکل ۴. نقشه توپوگرافی ترانسه دو و محل پروفیل‌ها و گمانه‌های حفاری آن.



شکل ۵. مقطع پروفیل یک و گمانه‌های BH1 و BH2 بر روی ترانسه دو.

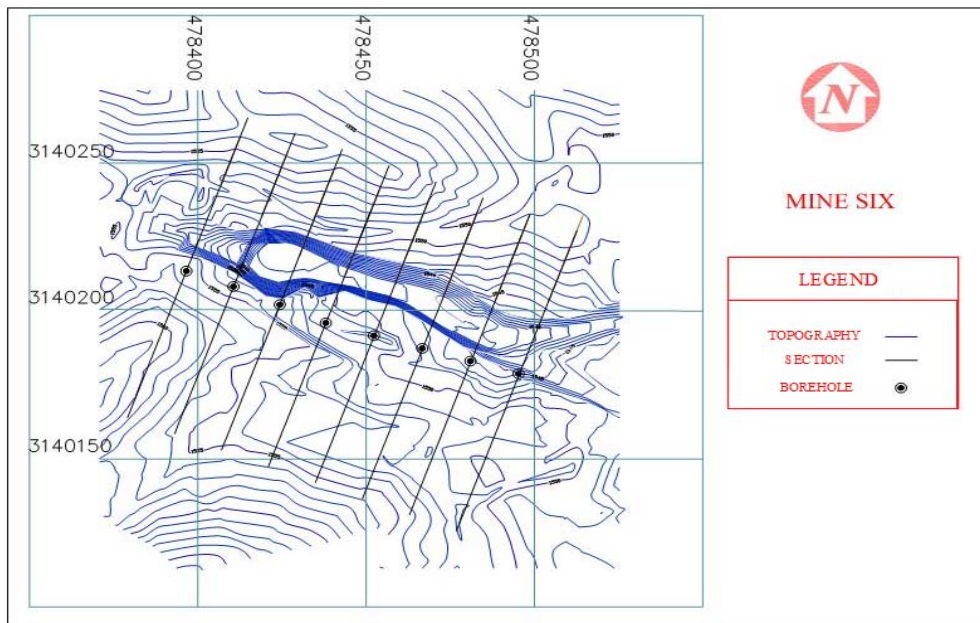


شکل ۶. طرح شماتیکی پروفیل‌ها و گمانه‌های طراحی شده ترانسه دو.

۲) گمانه‌های ترانشه یک

بر روی این ترانشه، ۱۶ گمانه بر روی ۸ پروفیل، مشابه ترانشه دو طراحی شده است (شکل ۷). گمانه‌های این ترانشه توسط دریل واگن، به صورت پودری و بدون مغزه‌گیری حفر گردیده است تا در زمان عملیات اکتشافات تفصیلی کل معدن، بخشی

از کرومیت این ترانشه نیز استخراج گردد. برای حفر گمانه‌های این ترانشه با دریل واگن، فاصله بین این گمانه‌ها از ۱۵ متر به ۵ متر کاهش داده شده است و در کل ۲۰ چال و تا عمق حداکثر ۲۰ متر حفر شد.



شکل ۷. پروفیل‌های حفاری طراحی شده بر روی ترانشه یک.

۳) گمانه‌های اکتشافی خارج معدن

با توجه به قطع شدن رگه کرومیت با ضخامت زیاد، در انتهای ترانشه یک توسط گسل و رخنمون نداشتن ادامه رگه در سطح زمین، دو گمانه برای تعیین وضعیت ادامه رگه طراحی شده است. با توجه به سرپانتینیزه و تکتونیزه بودن شدید منطقه، دیواره گسل به طور واضح معلوم نمی‌باشد. در روی سطح زمین و کمی بالاتر از ترانشه آبراهه‌ای با روند تقریبی با گسل قطع کننده لایه کرومیت، وجود دارد که احتمال داده می‌شود بر اثر گسل مذکور به وجود آمده باشد. دو گمانه مایل بر روی این آبراهه طراحی شد تا از اطلاعات آن برای ردگیری ادامه رگه کرومیت استفاده شود (شکل ۸).

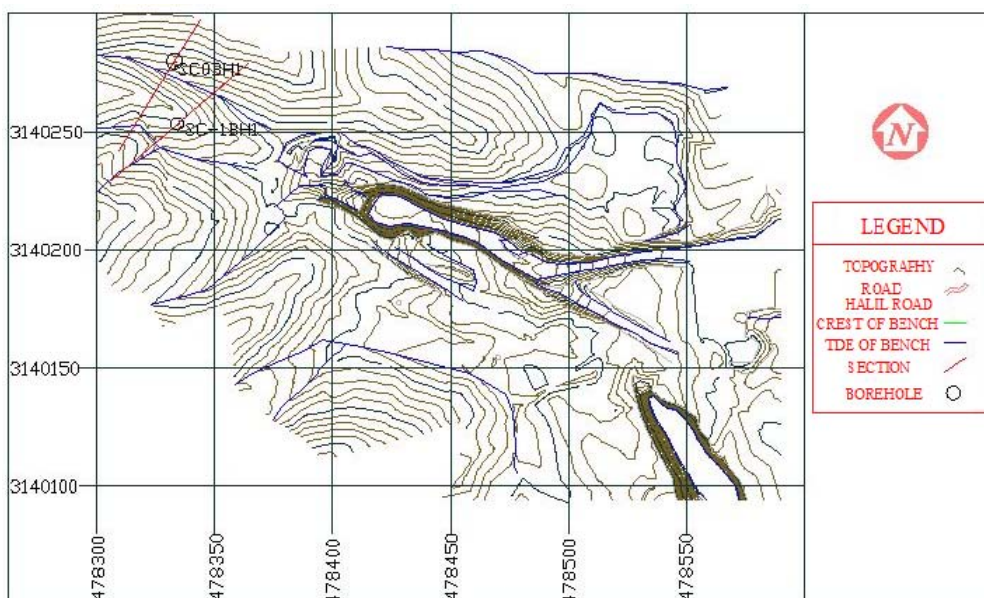
حفاری، مدل‌سازی و تعیین ذخیره

با توجه به شرایط و اطلاعات سطحی، گمانه‌ها توسط سه دستگاه و به ترتیب ابتدا پروفیل‌های زوج و سپس فرد حفاری شدند. ترتیب در نظر گرفته شده برای حفاری به دلیل کاهش دادن هزینه‌های حفاری است، تا اگر گمانه‌های زوج (یکی در

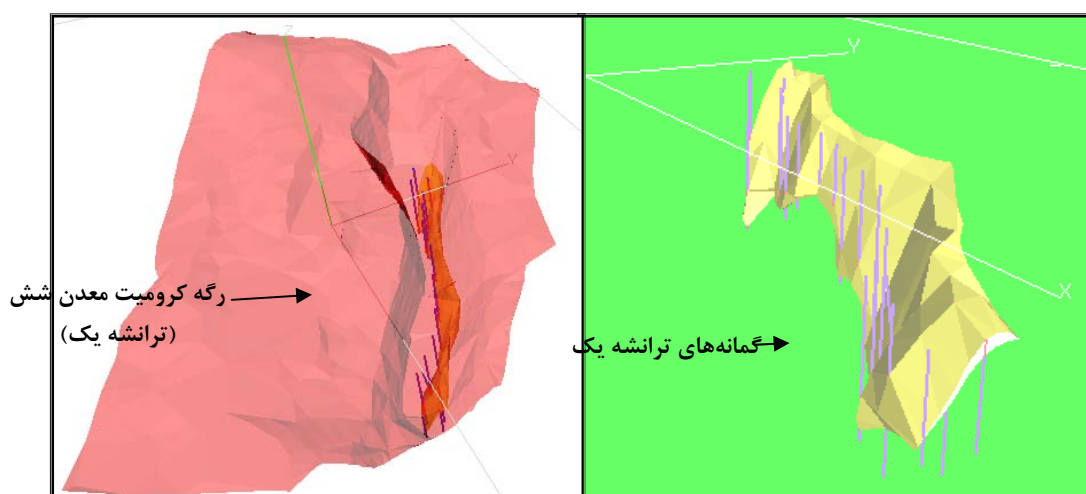
میان) رگه کرومیت را قطع کردند از حفاری برخی گمانه‌ها صرف‌نظر شود. به علت سرپانتینی و تکتونیزه بودن شدید منطقه، مؤلفه‌های حفاری مغزه‌گیری مانند سرعت حفاری، ترکیب و فشار گل حفاری می‌بایست با دقت بالایی کنترل می‌شود، در غیر این صورت نمونه‌گیری با مشکل مواجه می‌گردد. در طراحی معدن با رایانه، طراحی مدل بلوکی ذخایر برای برآورد ذخیره لازم است. مبنای کاربرد تکنیک‌های رایانه‌ای برای برآورد عیار و ذخیره، تهیه مدل سه‌بعدی کانسار به صورت مجموعه‌ای از بلوک‌ها می‌باشد. بنابراین مهمترین مساله در طراحی معدن، ساخت صحیح مدل بلوکی کانسار است [۵،۷]. لذا بعد از اتمام حفاری‌های ترانشه یک و دو برای تعیین ذخیره و مدل‌سازی کانسار جهت تعیین روش استخراج، ماده معدنی در نرم‌افزار Datamine مدل‌سازی شد. بدین منظور، اطلاعات حاصله از گمانه‌ها، اطلاعات سطحی و ترانشه‌ها، رخنمون‌ها و ... در نرم‌افزار Datamine وارد شد [۴]. در مدل ساخته شده ترانشه یک براساس گمانه‌های حفر شده،

ساخته شده ماده معدنی آنها توسط نرم‌افزار Datamine نشان داده شده است.

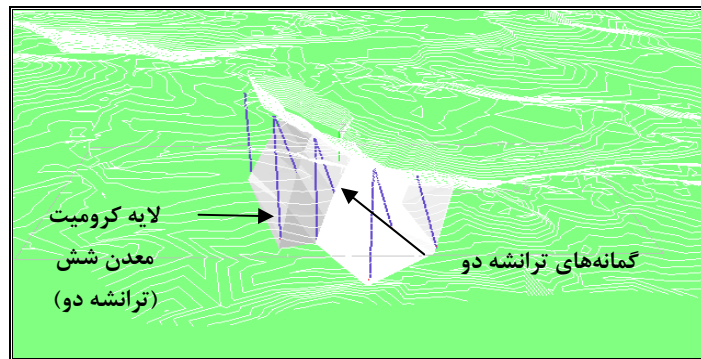
۳۸۰۰ تن ذخیره قطعی اکتشاف گردید. در ترانسه دو نیز مقدار ذخیره قطعی کشف‌شده حاصل از ۸ گمانه، ۱۳۶۰۰ تن است. در شکل‌های (۹ و ۱۰)، گمانه‌های حفر شده در هر ترانسه و مدل



شکل ۸. موقعیت گمانه‌های SC-1BH1 و SC0BH1 نسبت به ترانسه یک.



شکل ۹. مدل ساخته شده رگه کرومیت و گمانه‌های دریل واگنی حفر شده در ترانسه یک.



شکل ۱۰. گمانه‌ها و لایه کرومیت مدل‌سازی شده ترانشه دو.

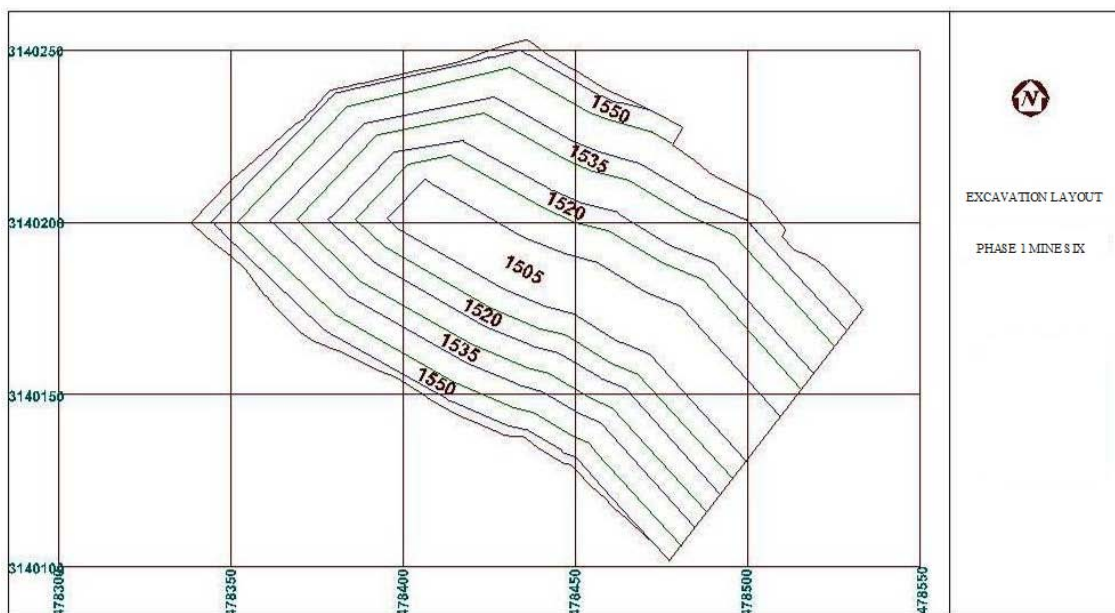
تعیین روش استخراج و طراحی معدن

همان‌طور که ذکر شد، جهت تهیه شکل ماده معدنی و مدل نمودن آن جهت طراحی معدن از نتایج ترانشه‌ها، رخنمون‌ها و حفاری، تعداد ۲۰ چال دریل واگنی در ترانشه یک و ۸ عدد گمانه ۴۵ تا ۸۰ متری در ترانشه شماره دو استفاده شد.

قسمت روباز معدن

این معدن قابلیت استخراج به روش روباز را در وضعیت کنونی دارا می‌باشد. به همین منظور با

توجه به اطلاعات و مطالعات صورت گرفته در ترانشه یک و با نتیجه‌بخش بودن نتایج حفاری‌های آن و هم‌زمان با حفاری‌های ترانشه دو، با تصمیم دادن این اطلاعات تا عمق ۳۰ متری از سطح، طرح فاز اول استخراج از معدن مذکور تا عمق ۳۰ متری از سطح یعنی از تراز ۱۵۵۰ تا ۱۵۲۰ تهیه گردید (شکل ۱۱).



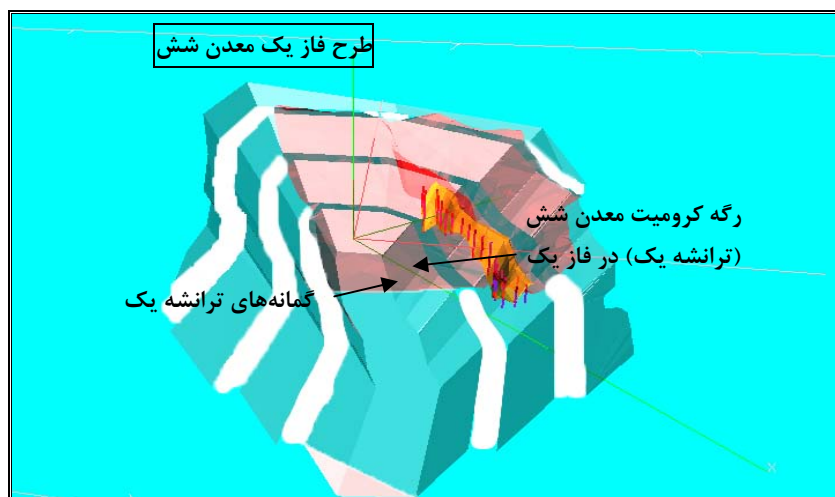
شکل ۱۱. پلان طرح فاز اول استخراج ترانشه یک.

مشخصات طرح فاز یک

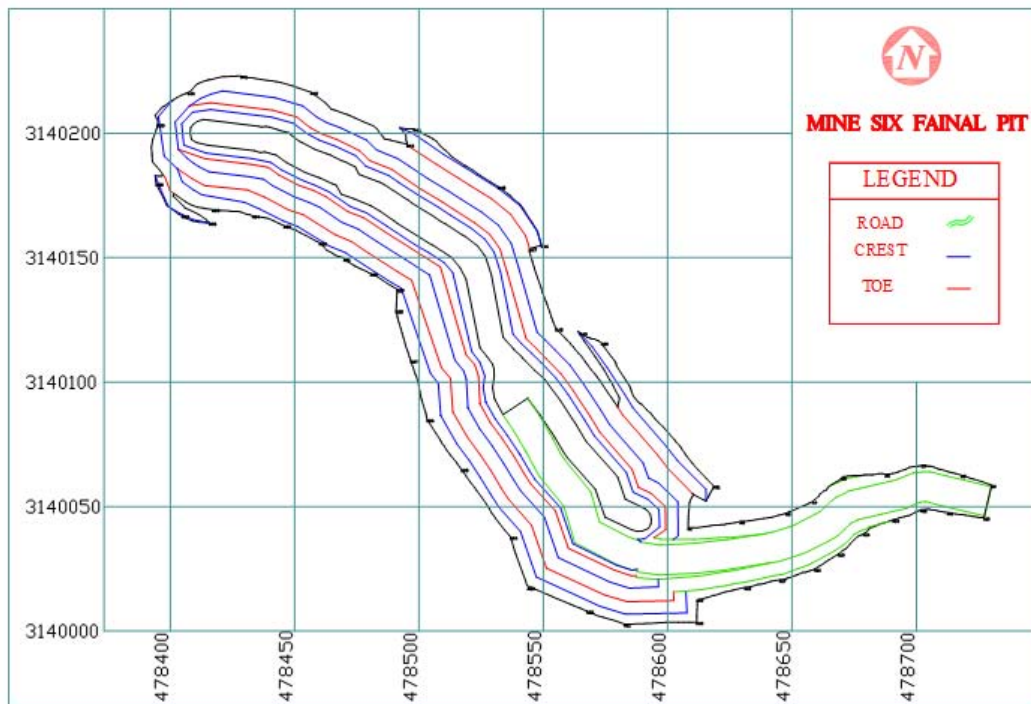
- ✓ نسبت باطله به ماده معدنی ۱:۶۰
- ✓ شیب کمر پایین حاوی ماده معدنی ۵۵ درجه
- ✓ شیب کمر بالا ۶۵ درجه
- ✓ ذخیره ماده معدنی قابل استخراج حدود ۷۵۰۰ تن
- ✓ ذخیره باطله نظیر ماده معدنی قابل استخراج ۴۲۰۰۰۰ تن

دسترسی سریع به ماده معدنی در ماههای اولیه وجود ندارد.
 طرح فاز یک همراه با گمانه‌ها و رگه کرومیت در ترانسه یک قابل مشاهده است (شکل ۱۲).
 در ادامه و با توجه به نتایج حفاریهای ترانسه دو و با تکمیل مطالعات اکتشافی، طرح استخراج فاز دوم و نهایی این معدن نیز تهیه گردید که جزئیات در شکل‌های ۱۳ و ۱۴ آمده است.

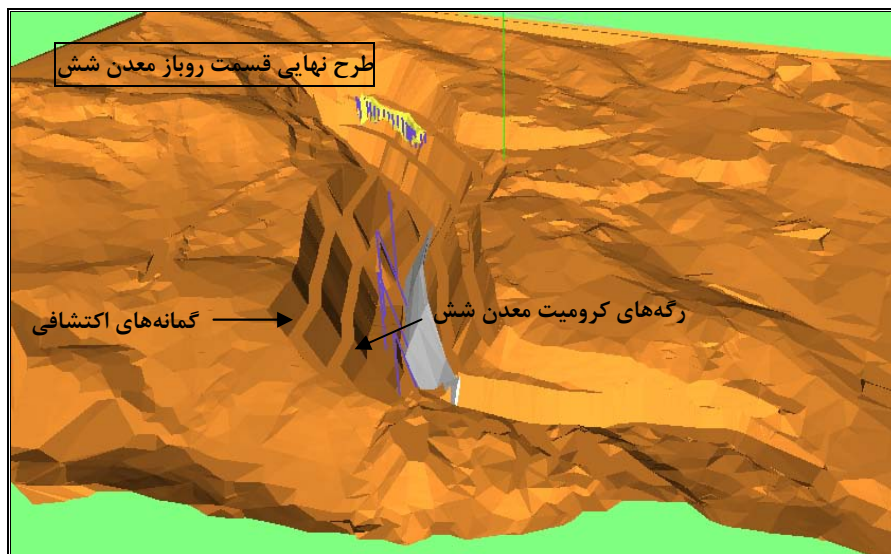
- ✓ شیب جاده حمل باطله و ماده معدنی حداکثر ۱۰ درصد
 - ✓ عرض پله‌های ایمنی ۵ متر
 - ✓ ارتفاع پله‌ها ۱۵ متر
 - ✓ تراز کف پیت در فاز اول ۱۵۰۵
 - ✓ فاصله حمل باطله تا دمپ باطله حداکثر ۱۰۰۰ متر
 - ✓ وزن مخصوص ماده معدنی در محاسبات 4 gr/cm^3 منظور گردیده است.
- با توجه به این که در استخراج ماده معدنی طی سالهای گذشته، باطله نظیر استخراج نشده،



شکل ۱۲. طرح فاز یک، گمانه‌ها و رگه کرومیت ترانسه یک در آن.



شکل ۱۳. پلان نهایی استخراجی معدن روباز شش.



شکل ۱۴. طرح نهایی قسمت روباز معدن شش، رگه‌ها و گمانه‌های اکتشافی آن.

مشخصات طرح نهایی

- | | |
|--|------------------------------------|
| ✓ شیب کمر بالا ۶۵ درجه | ✓ ذخیره ماده معدنی ترانشه دو حدود |
| ✓ عرض پله‌های ایمنی ۵ متر | ✓ ۱۱۰۰۰ تن و در مجموع ۱۸۵۰۰ تن |
| ✓ ارتفاع پله‌ها ۱۵ متر | ✓ ذخیره باطله نظیر ماده معدنی فوق |
| ✓ نسبت باطله به ماده معدنی ۷/۷۶:۱ | ✓ ۱۴۲۰۰۰۰ تن |
| ✓ تراز کف پیت نهایی ۱۵۰۵ | ✓ شیب کمر پایین حاوی ماده معدنی ۵۵ |
| ماده معدنی بین تراز ۱۵۰۵ تا ۱۵۰۰ متر را نیز می‌توان با بیل مکانیکی و بدون باطله‌برداری | درجه |

در راستای رفع نیازهای پژوهش واحدهای صنعتی و معدنی در دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شده است. لذا، نگارندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی کل دانشگاه شهید باهنر کرمان همچنین سازمان صنایع و معادن استان کرمان تشکر و قدردانی نمایند.

مراجع

- [۱] شایسته‌فر م. ر.، "پارائز، پتروئیز و پتروژئوشیمی کانی سازی کرومیت در مجموعه الترامافیک صوغان، اسفندقه"، گزارش طرح دو در هزار وزارت صنایع و معادن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، (۱۳۸۰)، دو جلد، ۴۶۰ ص.
- [۲] قاسمی ح.ا.، سبزه‌ای م.، ژوتو، ت.، "ماهیت زمین‌شناختی کمپلکس مافیک- الترامافیک سیخوران در جنوب خاوری ایران"، فصلنامه علوم زمین، (۱۳۷۷)، شماره ۲۹-۳۰، ۳۲-۴۵ ص.
- [۳] محمدی م.، "اکتشافات تفصیلی، مطالعات فنی و اقتصادی و تعیین ذخیره کانسار کرومیت معدن شش آبدشت، اسفندقه کرمان"، پایان نامه کارشناسی ارشد بخش مهندسی معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان، (۱۳۸۷)، ۲۱۱ ص.
- [۴] هوسترولید و. - کوچتا م.، "طراحی و برنامه‌ریزی در معادن روباز"، ترجمه علی اصغر خدایاری، مهدی یآوری شهرضا، انتشارات صنایع و معادن ایران (۱۳۸۳).
- [5] Mineral Industries Computing Limited; "Datamine Reference Manuals User Guides and Tutorials"; Edition 2.2 (1998).
- [6] Sabzehi M., "Les mélanges ophiolitiques de region D' Esfandagheh (Iran Meridional)". Etude Petrologique et Structural, Interpretation Dans le Cadre Iranian, universite de Grenoble, (1974) 205p.
- [7] Stuart N.J; "Pit Optimization Using Solid Modeling and The Larch Grossman Algorithm"; International Journal of Surface Mining ; (1992) PP: 470- 475.

استخراج کرد. این معدن روباز برای تقریباً یک سال طراحی شده و پس از آن ماده معدنی به شیوه زیرزمینی استخراج می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به کارهای اکتشافی- استخراجی انجام شده قبلی و نبود لایه راهنما، حفر گمانه بهترین انتخاب به منظور تکمیل اطلاعات تفصیلی در منطقه مورد مطالعه بود. گمانه‌های اکتشافی براساس اطلاعات سطحی، ترانشه‌های موجود در کمر بالای رگه کرومیت طوری طراحی شدند که هر گمانه رگه کرومیت را در عمق ۱۵ متری قطع کند. براساس نتایج حاصل از گمانه‌های حفر شده، نتایج حفاری و با توجه به ماهیت زمین‌شناسی منطقه، روش استخراج معدن برای سال اول به روش روباز و برای سالهای بعد به روش استخراج زیرزمینی کند و آکند انتخاب شد. این معدن قابلیت استخراج به روش روباز را در وضعیت کنونی دارا می‌باشد. به همین منظور با توجه به اطلاعات و مطالعات صورت گرفته در ترانشه یک و با نتیجه‌بخش بودن نتایج حفاریهای آن و هم‌زمان با حفاریهای ترانشه دو، با تصمیم دادن این اطلاعات تا عمق ۳۰ متری از سطح، طرح مرحله اول استخراج از معدن مذکور تا عمق ۳۰ متری از سطح یعنی از تراز ۱۵۵۰ تا ۱۵۲۰ تهیه گردیده است. در ادامه و با توجه به نتایج حفاریهای ترانشه دو و با تکمیل مطالعات اکتشافی، طرح استخراج مرحله دوم و نهایی این معدن نیز تهیه گردید. براساس نتایج حاصل شده، این کانسار دارای ارزش اقتصادی بالایی است.

تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت مالی مطالعات کاربردی صنعتی و معدنی وزارت صنایع و معادن موضوع قرارداد شماره ۴۵۰/۱۰۱۵۶۱۳ مورخ ۸۴/۱۲/۲۷