



گزارش کارآموزی یک

نام واحد صنعتی کارآموزی :

مجتمع معدنی مس سونگون (ورزقان)

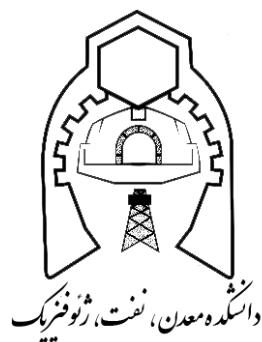
نام کارآموز : علیرضا محمدخانی

شماره دانشجویی : ۹۸۲۴۴۱۳

استاد راهنما : آقای دکتر مرتضی جوادی

سرپرست کارآموزی : آقای مهندس حمید قانعی

شماره کارآموزی : ۲۱۳۶۶



تابستان ۱۴۰۱

فهرست

1.....	مقدمه
2.....	چکیده
3.....	تاریخچه معن مس سونگون.....
3.....	موقعیت جغرافیایی معدن مس سونگون.....
5.....	شرایط آب و هوایی منطقه.....
6.....	زمین شناسی کانسار مس سونگون.....
7.....	اکتشافات.....
8.....	تاریخچه بهره برداری از کانسار مس سونگون.....
8.....	زمین شناسی عمومی منطقه اهر.....
9.....	چینه شناسی ورقه ورزقان.....
10.....	استخراج معدن.....
10.....	خلاصه مشخصات طرح معدن مس سونگون.....
13.....	طراحی عیار ها.....
14.....	تخمین توزیع عیار مس.....
14.....	روش زمین آمار برای تخمین عیار.....
15.....	گریجینگ.....
15.....	حفاری و آتشکاری در معدن مس سونگون.....
15.....	عوامل موثر در انتخاب قطر چال.....
16.....	دستگاه های چال زنی در معدن.....

16	..... دستگاه حفاری بهلر و هولمن
17	..... آتشکاری
۱۷	..... برآورد هزینه انفجار
۱۷	..... مواد منفجر مورد استفاده در معدن
۱۸	..... شیوه آتشکاری
۱۹	..... ترابری در معدن مس سونگون
۱۹	..... ماشین آلات ترابری معدن مس سونگون

بخش دوم (فراوری)

۲۴	..... عملیات سنگ شکنی
۲۵	..... سنگ خردکن هیدرولیکی
۲۶	..... سنگ شکن ژیراتوری
۲۹	..... فیدر آپرون
۲۹	..... سنگ شکن مخروطی
۳۰	..... انبار درشت
۳۲	..... کارخانه تغلیظ مس سونگون
۳۴	..... انواع آسیا ها (نیمه خود شکن Sag Mill)
۳۶	..... لاینر آسیای نیمه خودشکن
۳۶	..... سرند های ارتعاشی
۳۸	..... سیکلون های اولیه
۳۹	..... آسیای گلوله ای اولیه (Ball Mill)
۴۱	..... اصول و مبانی فلوتاسیون
۴۱	..... مواد شیمیایی مورد استفاد در فرایند فلوتاسیون

۴۴	.....	ساختار سلول های RCS
۴۵	.....	سلول های فلوتاسیون ستونی
۴۷	.....	سیکلون های ثانویه
۴۸	.....	تیکره کنسانتره کارخانه تغلیظ مس سونگون
۴۹	.....	فیلتر های فشاری صفحه ای
۵۰	.....	کارخانه فرآوری مولیبدن مجتمع سونگون
۵۰	.....	آشنای با فلز مولیبدن
۵۱	.....	اصول فرایند فرآوری مولیبدن
۵۶	.....	سیستم توزیع آب در کارخانه تغلیظ مس سونگون
۵۷	.....	پساب های ناشی از فرایند تولید کنسانتره
۵۷	.....	ایستگاه پمپاژ
۵۸	.....	خط لوله انتقال
۵۸	.....	ایستگاه سیلیکون
۵۸	.....	سیستم آب برگشتی
۵۹	.....	سد باطله
۶۰	.....	فهرست منابع

اولین بار مس در عصر نئوسنگی و در حدود ۸ هزار سال پیش از میلاد به طور طبیعی و آزادکشف شد و به دلیل نرمی و شکل پذیری آن جانشین سنگ در ساخت ابزار و ظروف گردید. رنگ قرمز روشن و دوام مس ارزش آن را دو چندان کرد. در این سالها، جستجوگران فقط به دنبال مس خالص بودند و به دلیل استخراج راحت تر نسبت به سایر فلزات، در گذشته به راحتی استخراج می شد و به همین سبب، اولین دوره فلزات به عصر مس معروف است. در ابتدای عصر فلز یعنی ۶ هزار سال پیش از میلاد تکنولوژی ذوب مس کشف شد و با اتمام و کاهش ذخایر مس خالص، اکتشافگران به فکر یافتن سنگهای در بردارنده مس افتادند تا با روش ذوب و ریخته گری مس را از سنگ استخراج کنند. با شروع اکتشافات و تکمیل صنعت و فن آوری، عیار کانی مس از ۱۰۰٪ به حدود ۰/۳٪ کاهش یافت. سابقه معدنکاری در ایران نیز قدمتی چندین هزار ساله دارد و در کنار تمام معادن مس فعال کشور، آثار چندین هزار ساله کوره های ذوب مشاهده می شود. قدیمی ترین معادن مس ایران، معادن مس قلعه زری در شرق کشور و تالسمی در مرکز کشور است. در معادن مس، علاوه بر مس به دیگر پاراژنزهای این فلز مانند مولیبدن، نقره، طلا، نیکل، کبالت انتیموان، سلنیوم وغیره می توان اشاره کرد که در برخی موارد از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار هستند. مس در پوسته زمین به میزان تقریبی ۰/۰۱٪ وجود دارد و به رنگ قرمز مسی و حالت رنگین کمانی شناخته می شود، جلای فلزی دارد و سختی آن بین ۲/۵ تا ۳ بوده و به شدت چکش خوار است، کلیواژ ندارد و چگالی آن بین ۸/۵ تا ۸/۹ متغیر است و در دمای ۱۲۸۳ درجه سانتی گراد ذوب و دارای نقطه جوش ۲۳۱۲ درجه سانتی گراد می باشد. رسانای الکتریکی و حرارتی است، اما قابلیت هدایت الکتریکی آن درمقایسه با نقره کمتر است. ایران به لحاظ زمین شناسی بر روی یکی از دو کمربند مس جهان قرار دارد و از مناطق دارای پتاسیل اقتصادی مس دنیا، به حساب می آید اولین توده بزرگ مس، که در کشور، مورد بهره برداری قرار گرفت، کانسار مس سرچشمه در جنوب غربی کرمان بود. معدن مس سرچشمه در سال ۱۳۲۸ کشف شد. با اعلام ملی شدن معادن در سال ۱۳۵۱ شرکت سهامی معادن مس سرچشمه کرمان تاسیس شد. در سال ۱۳۵۲ بنای مجتمع مس سرچشمه با مشارکت شرکت آناکاندا شروع گردید. در سال ۱۳۵۵ شرکت سهامی معادن مس سرچشمه کرمان به نام شرکت ملی صنایع مس ایران که در برگیرنده کلیه فعالیت های معادن مس کشور بود، تغییر نام داد. این شرکت هم اکنون، یکی از بزرگترین تولید کنندگان مس در خاورمیانه و آسیا است و دارای چهار واحد فعال تولیدی به نام های مس سرچشمه، مس سونگون، مس میدوک و مس چهل کوره است.

چکیده

معدن مس سونگون یکی از معادن روباز و بزرگ ایران به شمار می رود که در آذربایجان شرقی واقع شده است. این معدن با هدف استخراج معدن به روش نوین و تولید کنسانتره با عیار بالا جهت تغذیه صنایع مولد کشور و رسیدن به ارزش افزوده بالاتر و نیز با هدف انتقال دانش فنی، صرفه جویی ارزی و اشتغال زایی، راه اندازی شده و در حال بهره برداری است. بهره برداری از این معدن در دهه های گذشته، حدوداً دوره قاجاریه با ابزار و وسایل ابتدایی صورت گرفته و متناوباً تا چند سال گذشته ادامه داشته است. هم اکنون بهره برداری از معدن مس سونگون به همت متخصصین داخلی و خارجی با تجهیزات و ماشین آلات بزرگ امروزه مانند شاول ها و دامپتراک های عظیم الجثه انجام می گیرد. عملیات استخراج مواد معدنی و حمل آنها به دامپ های باطله و ماده معدنی و سنگ شکن توسط شرکت های پیمانکاری انجام می شود. عملیات حفاری و چالزنی به وسیله دستگاه های حفاری پیشرفته و بارگیری مواد معدنی به وسیله شاول های قوی و مواد معدنی به وسیله دامپتراک های پیشرفته و بزرگ انجام می گیرد. کارخانه تغلیظ مجتمع مس سونگون، هم اکنون با ظرفیت ۱۵۰ هزار تن کنسانتره مس با عیار ۳۰ درصد در سال در حال فعالیت است و از زمان راه اندازی کارخانه یعنی سال ۸۵ تا به حال ۲۹۰ هزار تن کنسانتره مس با عیار ۳۰ درصد در این مجتمع تولید و عرضه شده است. در فرایند تغلیظ مس در مجتمع مس سونگون، سنگ معدن پس از خردایش اولیه در سنگ شکن ژیراتور، در انبار مواد دانه درشت ذخیره شده و از آنجا با تناژ ۹۰۰ تن در ساعت وارد کارخانه تغلیظ می شود. خوراک ورودی به کارخانه تغلیظ مس پس از خردایش در آسیای نیمه خود شکن و آسیاهای گلوله های اولیه وارد خوشه های سیکلون اولیه می گردد. سرزیر سیکلون های اولیه توسط نیروی ثقل به داخل مخزن آماده سازی اولیه منتقل و پس از اضافه شدن مواد شیمیایی مورد نیاز به داخل ۱۲ عدد سلول فلوتاسیون اولیه (رافر) از نوع Rcs ۱۳۰ جریان می یابد، در این سلول ها سطح پالپ و همچنین میزان هوا به صورت اتوماتیک کنترل می گردد. باطله خروجی از آخرین سلول رافر مستقیماً به تیکنر باطله جریان پیدا می کند و کنسانتره سلول های رافر جهت خردایش مجدد وارد یک مسیر بسته سیکلون ثانویه و آسیای گلوله ای ثانویه می شود. ته ریز سیکلون ثانویه جهت خردایش مجدد وارد آسیای ثانویه می گردد و سرریز آن سمت دو سلول فلوتاسیون شستشوی اولیه (کلینر) که از نوع ستونی هستند، جریان می یابد. باطله ستون های کلینر جهت رمقگیری به ۴ سلول فلوتاسیون رمقگیر (اسکاونجر) از نوع Rcs ۱۵۰ هدایت می گردد، که باطله ستون های رمقگیر به همراه باطله سلولهای رافر، باطله نهایی را تشکیل و به سمت تیکنر باطله هدایت می گردد. کنسانتره سلولهای رمقگیر نیز مسیر سلول های رافر را طی می نماید. کنسانتره حاصل از ۲ ستون کلینر، جهت شستشوی مجدد و تولید محصول نهایی به داخل ستون فلوتاسیون شستشوی ثانویه (کلینر ثانویه) جریان می یابد. باطله ستون کلینر ثانویه به داخل مخزن آماده سازی ما قبل ستونهای کلینر اولیه برگشت داده می شود و کنسانتره آن نیز به عنوان کنسانتره نهایی به داخل تیکنر کنسانتره جریان می یابد. ته ریز تیکنر کنسانتره جهت آبگیری به فیلتر فشاری پمپ شده و در نهایت کنسانتره با عیار ۳۰٪ مس و رطوبت ۸٪ به انبار کنسانتره منتقل میگردد. باطله نهایی نیز پس از بازیابی آب و رسیدن درصد جامد ته ریز تیکنر باطله به ۵۰٪ به سمت ایستگاه پمپاژ باطله هدایت و از آنجا به سد باطله پمپاژ می گردد. در این گزارش، زمین شناسی و طراحی معدن و حفاری و آتشفکری و ترابری معدن بررسی می شود و فرآیند پرعیار سازی مس در

کارخانه تغلیظ مس سونگون به چهار ناحیه سنگ شکنی و انتقال مواد، ناحیه خردایش، ناحیه فلوتا سیون و آبگیری تقسیم شده و در بخش های جداگانه به تفصیل مورد ارزیابی قرار می گیرد

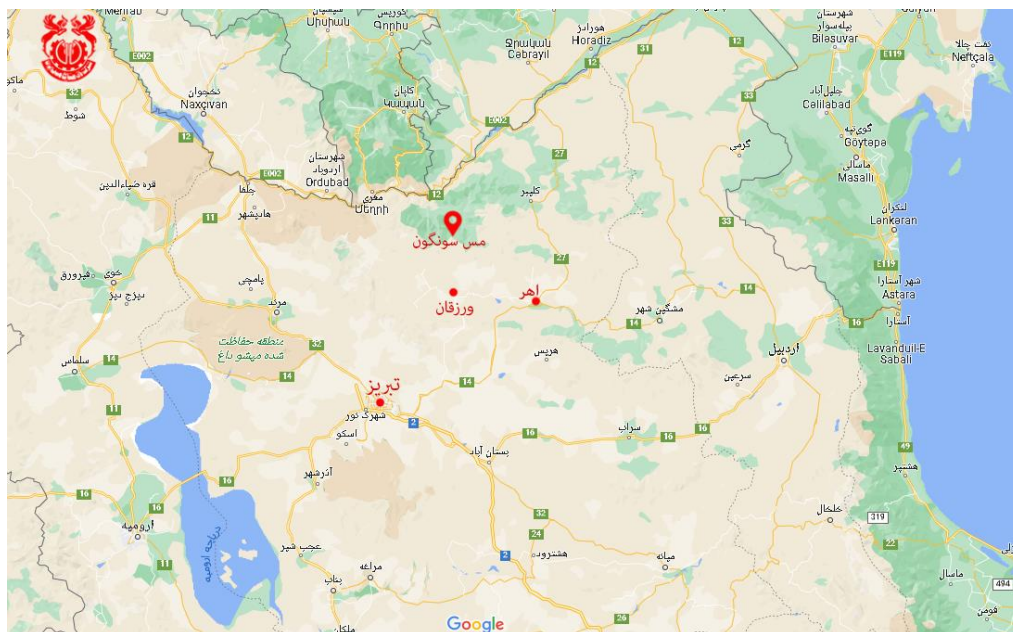
تاریخچه معدن مس سونگون

سابقه معدن کاری در سونگون به دو قرن پیش (دوره قاجاریه) برمی گردد. آثار فعالیت های قدیمی به صورت اسخراج زیرزمینی در امتداد طول رودخانه ی سونگون در محدوده ی پرعیار بوده است. بهره برداری از سنگ های پرعیار مس تا سال ۱۳۵۱ متناوبا انجام گرفته است عملیات اکتشافی با استفاده از روش های نوین و وسایل و تجهیزات جدید از سال ۱۳۲۵ شروع و تا سال ۱۳۵۶ ادامه داشته است. در سال ۱۳۵۶ وجود ذخایر مس از نوع پورفیری توسط کارشناسان سازمان زمین شناسی کشور محرز گردید. در سال ۱۳۷۰ عملیات اکتشافی ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی وجود آنومالی های قوی مس و مولیبدن را در کانسار مس سونگون محرز نمود. مطالعات امکان پذیری مقدماتی در سال ۱۳۷۰ توسط شرکت SNC کانادا و در سال ۱۳۷۴ توسط شرکت ایتوک انجام شد. اولین گمانه ی کانسار در سال ۱۳۶۸ حفر شد. حفر گمانه ها به مقدار وسیع از سال ۱۳۶۹ آغاز گردید. طی سالهای ۱۳۷۰ و ۱۳۷۱ در بخش شرقی توده ی کانسار تا اسکارن شمالی (محدوده ی ۳ تونل) ۳۰ حلقه گمانه به طول کلی ۹۰۰۰ متر حفر گردید. تعداد ۷ تونل اکتشافی با سطح مقطع ۴ مترمربع و متر از کل ۲۴۲۴/۲۵ متر نیز در فاصله سالهای ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۸ حفر شدند. عملیات پیش باطله برداری نیز از سال ۱۳۷۲ توسط شرکت ترانشه معدن آغاز گردید. اولین بار در سال ۱۳۷۵ برآورد ذخیره ی کانسار توسط شرکت ایتوک صورت گرفت اکتشافات تکمیلی نیز توسط شرکت اولنگ با همکاری شرکت Rio tinto در سال ۱۳۷۸ انجام شد

موقعیت جغرافیایی معدن مس سونگون

معدن مس سونگون در شمال غرب ایران، در استان آذربایجان شرقی، ۱۵۱ کیلومتری شمال تبریز، ۳۳ کیلومتری شمال غرب اهر و ۵۱ کیلومتری شمال ورزقان در همسایگی جمهوری های آذربایجان و ارمنستان قرار دارد. مختصات جغرافیایی منطقه، ۱۱ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و ۵۱ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی می باشد. کانسار مس سونگون به طور متوسط نسبت به سطح دریا دارای ارتفاع متوسط ۳۱۱۱ متر، حداکثر ارتفاع در کانسار مس سونگون (چراغلو) ۳۳۱۱ متر از سطح دریا و عمیق ترین ارتفاع ۱۱۳۳ متر نسبت به سطح دریا می باشد. محدود کننده های کانسار مس سونگون شامل: رودخانه سونگون چای در شرق کانسار و رودخانه پخیردر شمال کانسار می باشد، که پس از پیوستن به هم در میان کافه به رودخانه ایلگینه چای می پیوندد که نهایتا به رودخانه ارس می ریزد. روستای سونگون (Sungun) در آخرین روزهای حیات مدنی خود، دارای ۴۰ تا ۴۵ خانوار بود. قبل از کوچ عده ای از اهالی، این رقم به ۸۰ خانوار می رسید. راه اصلی ارتباطی آن، جاده ای جیب رو از طریق روستای سیه کولان، آق بولاغ، آذغان و نهار به شهرستان اهر بود راه دیگر به ورزقان بود که به علت شرایط سخت آن، چه از نظر توپوگرافی خشن آن و چه از نظر شرایط

معمولا بعد جوی، اکثرا بسته بود و گذر از آن با پای پیاده و گاه با اسب بین دو تا سه ساعت وقت می برد. جاده فعلی سونگون- ورزقان که در دو مرحله اصلاح شده است از مواهب صنعت مس به سونگون و روستاهای اطراف محسوب می شود راه دسترسی اصلی معدن از طریق جاده آسفالت تبریز-ورزقان- سونگون و راه دسترسی دوم از طریق جاده تبریز-اهر-ورزقان-سونگون میسر است سه شنبه ۲۲ تیرماه سال ۷۲ با تخلیه کامل روستا، سونگون حیات مدنی خود را به حیات معدنی تغییر داد و مردم مهربان و خون گرم آن میلیونها ایرانی را در خاک خود سهیم کردند



شرایط آب و هوایی منطقه

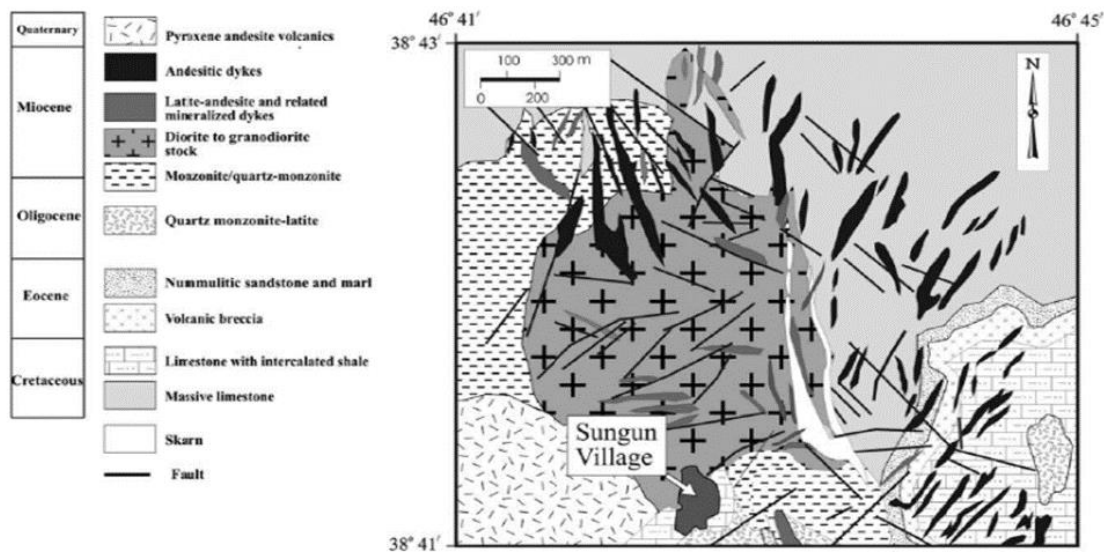
معدن مس سونگون در منطقه ای کوهستانی در شمال غرب شهرستان اهر و شمال شهر ورزقان بر روی کمربند کوهزایی آلپ هیمالیا با آب و هوایی سرد تا معتدل و مرطوب با پوشش گیاهی متراکم واقع شده است. آب و هوای منطقه در زمستان سرد و در تابستان معتدل بوده و به علت مرطوب بودن هوا اراضی این ناحیه دارای پوشش گیاهی نسبتاً متراکم و جنگلی است. حداکثر درجه حرارت در این منطقه در مرداد ماه به بالای ۳۰ درجه سانتیگراد می رسد و حداقل درجه حرارت در دی ماه به زیر ۲۰ درجه سانتیگراد خواهد رسید. جهت غالب وزش باد منطقه از سمت جنوب غربی است حداکثر بارندگی در محل حدود ۳۵۰ میلیمتر در سال است و مقدار رطوبت نسبی در سال بین ۵۲ تا ۷۰ درصد متغیر است. این کانسار از نوع نهشته های پورفیری مس بوده و کانی های سولوفوری مس به صورت پراکنده، رگه و رگچه در توده نیمه عمیق مونزونیت جایگزین شده است



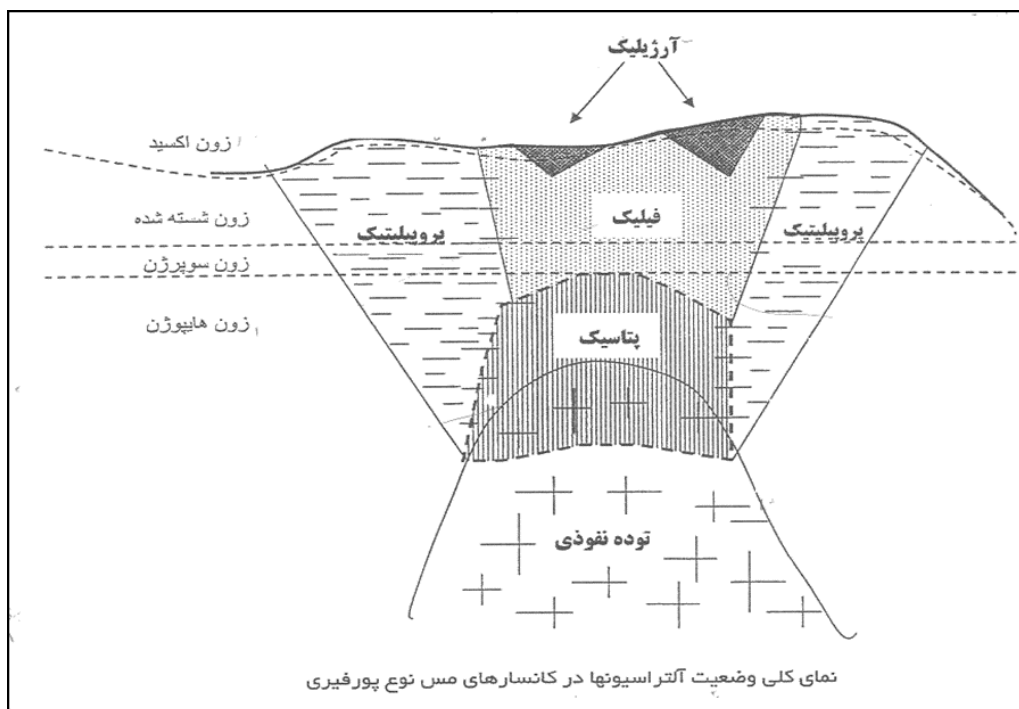
زمین شناسی کانسار مس سونگون

به طور کلی کانسار مس سونگون در زون آتشفشان ارومیه-دختر که بخشی از کمربند متالورژی آلپ-همیالیا، قرار دارد. این کانسار پرفیری مونزونیتی است که در یک کمربند تکتونیکی زون فرورانش حاشیه قاره ای به سن ترشیاری قرار گرفته است. سطح توده کانسار در شبکه اکتشافات تفضیلی حدود یک کیلومتر مربع می باشد. این کانسار از نوع نهشته های پرفیری مس بوده و رگچه های درهم پر عیار در توده نیمه عمیق مونزونیت پرفیری متمرکز شده اند. سنگ های درونگیر این توده مونزونیتی را واحدهای آهکی کرتاسه بالا و سری های ولکانیکی آندزیتی-التیتی تشکیل داده اند. در طی فرآیندهای کانی زایی انواع کانی های سولفیدی، فلزات اصلی و اکسیدها بوجود آمده اند. کانی های سولفیدی موجود شامل: پیریت، مولیبدنیت، گالن، اسفالریت، مارکازیت، پیریت و سولفیدهای مس (کالکوپیریت، بورنیت، کالکوسیت و کوولیت) می باشد. فلزات اصلی شامل: طلا و نقره و اکسیدها شامل: ایلمنیت، روتیل، مگنتیت و گوتیت می باشد. همانند سایر معادن پورفیری، سه زون (zone) فروشست (leached)، سوپرژن (supergene) و هیپوژن (hypogene) در معدن مس سونگون قابل رویت است.

ضخامت زون فروشست از ۲۰ تا ۱۵۰ متر در نوسان بوده و زون سوپرژن دارای ضخامت متغییر از صفر تا ۲۰۰ متر می باشد. ضخامت بخش هیپوژن تا حدود ۶۰۰ متر برآورد شده است. که کانی زایی سونگون به دو بخش سوپرژن و هیپوژن محدود می باشد. به دلیل توپوگرافی شدید و خشن موجود در منطقه و ارتباط تنگاتنگ سطح فوقانی زون سوپرژن با سطح آب زیرزمینی کمر بالای زون سوپرژن در منطقه، سطحی بسیار ناهموار دارد. از زون های دگرسانی موجود در کانسار سونگون می توان به زون پتاسیک، پروپلیتیک، کوارتز، سیریسیت و آرژیلیک اشاره نمود. دگرسانی غالب در توده معدنی، کوارتز-سیریسیتی است و بعد از آن آلتراسیون آرژیلیتی عمدتاً در قسمت های بالایی مواد معدنی و حواشی توده کانسار مشاهده شده



نقشه زمین شناختی واحدهای معدنی کانسار مس سونگون



اکتشافات

اولین گمانه کانسار در سال ۱۳۶۸ زده شده است. گمانه زنی در کانسار به مقدار وسیع از سال ۱۳۶۹ شروع گردید. طی سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۱ در بخش شرقی توده کانسار تا اسکارن شمالی (محدوده تونل ۳)، ۳۰ حلقه گمانه به طول کلی ۹۰۰۰ متر حفر گردید تاکنون ۱۵۶ حلقه گمانه در این کانسار حفر گردیده است که فقط اطلاعات ۱۵۲ حلقه گمانه قابل استفاده می باشد. مترائ کل گمانه ها ۶۰۰۰۰ متر می باشد. شبکه حفاری گمانه های اکتشافی ۱۰۰×۱۰۰ متر می باشد تعداد تونل های اکتشافی در کانسار هفت تونل با سطح مقطع ۴ متر مربع و مترائ کل ۲۴۲۴ متر می باشد



نام تونل	توضیحات
تونل ۱	طول تونل اصلی ۴۴۷ متر ، ۳ دستک به طولهای ۱۱۵ ، ۸۹ ، ۴۴ متر
تونل ۲	طول تونل اصلی ۲۱۰ متر ، چهار دستک به طولهای ۳۱ ، ۸۳ ، ۲۲،۵ ، ۳۲ متر
تونل ۳	طول تونل اصلی ۲۶۶ متر ، دارای ۶ دستک از ۵۵ تا ۱۸۵ متر
تونل ۴	دهانه این تونل مسدود شده است و اطلاعاتی در مورد آن در دسترس نمی باشد
تونل ۵	طول تونل اصلی ۹۱ متر و ۱ دستک به طول ۱۳۴
تونل ۶	طول تونل اصلی ۱۸۴ متر دو دستک به طول ۱۸،۵، ۳۳،۵ متر
تونل ۷	متر از کل تونل اصلی و دستک های آن ۲۴۴ متر می باشد

مشخصات تونل های اکتشافی

تاریخچه بهره برداری از کانسار مس سونگون

عملیات معدنکاری قدیمی (شدادی)

با سابقه طولانی تا حدود ۲ قرن پیش (دوره قاجاریه) با آثار کوره های ذوبو سرباره ای آن در طول رودخانه سونگون چای در شرق توده و عمدتاً در بخش اسکارنی (محل تماس توده نفوذی با آهک های کرتاسه) با هدف دستیابی به سنگ های پرعیار مس.

تاریخ مدون فعالیت های معدنی حدود ۱۲۹۰ شمسی با اعطای امتیاز بهره برداری معادن قره داغ از جمله سونگون به یک گروه روسی آغاز می شود .

- ۱۲۹۰ تا ۱۳۲۰ عملیات بهره برداری منظم تر شده است .
- ۱۳۳۷ تا ۱۳۵۱ عملیات بهره برداری از سنگ های پرعیار به صورت متناوب بوده است .
- از سال ۱۳۵۱ عملیات معدنی و بهره برداری کاملاً متوقف شده است.

زمین شناسی عمومی منطقه اهر

چهارگوش اهر بخش بزرگی از رشته کوه قره داغ است که از قفقاز کوچک تا تالش امتداد یافته و خود بخش بزرگی از کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیاست . رشته کوه های بخش جنوبی این ناحیه به آتشفشان ساوالان ختم می شوند این ناحیه به عنوان یکی از نواحی پرپتانسیل مس محسوب می شود در محدوده اهر سنگ های دوران دوم و سوم (به ویژه سنگ های دوران سوم) گسترش زیادی دارند. قدیمی ترین سنگ های این ناحیه سنگ های ژوراسیک و کرتاسه آغازین هستند