



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر  
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هجدهم، شماره‌ی ۶۱  
بهار ۱۳۹۷، صفحات ۲۴۱-۲۵۳

محمد رضا حصاری<sup>۱</sup>  
\*مهران ادوای<sup>۲</sup>

## مطالعه بخش شرقی معدن مس سونگون به منظور تعیین موقعیت مناطق آنومالی دار مس

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۵

### چکیده

کانسار مس سونگون در بخشی از رشته کوه‌های قره داغ استان آذربایجان شرقی و در شمال غرب شهرستان اهر قرار دارد. این کانسار از نوع مس پورفیری با سنگ‌شناسی نوع مونزونیتی و کوارتز مونزونیتی و سن ترشیری، توسط دایک‌های دیوریتی-گرانودیوریتی قطع شده و در سنگ‌های آهکی، مارنی، شیلی کرتاسه فوقانی جای‌گیری کرده است. این تحقیق به دلیل لزوم شناسایی کانسارهای مس منطقه برای تامین خوراک کارخانه‌های تغلیظ معدن مس سونگون و افزایش عمر این معدن صورت گرفته است. برای انجام این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه زمین‌شناسی، نمونه‌برداری از ۶۷ گمانه حفاری شده و حدود ۱۷۰۰۰ آنالیز شیمیایی به روش XRF در آزمایشگاه معدن سونگون بهره گرفته شده است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های حاصل از حفاری گمانه‌ها و نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی، میزان عیار مس در سه لایه الف) عمق ۰ تا ۳۰۰ متر ب) عمق ۳۰۰ تا ۶۰۰ متر و ج) عمق ۶۰۰ تا ۸۰۰ متر مطالعه شده است. میانگین درصد عیار مس در این سه لایه به ترتیب ۰/۳۰، ۰/۲۷ و ۰/۳۰ تعیین شده است. عیار پایین (میانگین ۰/۲۹٪) با توزیع وسیع، با در نظر گرفتن سایر شواهد بافتی، سنگ‌شناسی و ... موید نوع

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران.

E-mail: m-advay@iau-ahar.ac.ir

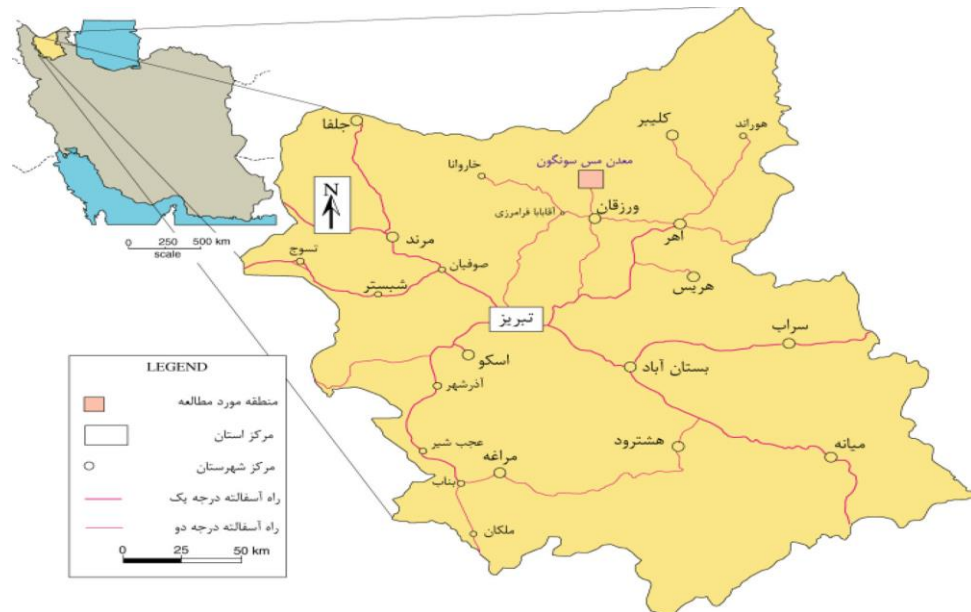
۲- گروه زمین‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران. (نویسنده مسئول).

مس پورفیری برای این کانسار است. مقایسه عیار حداکثر و میانگین عنصر مس در بخش شرقی معدن مس سونگون (به ترتیب ۰/۹۶٪ و ۰/۲۹٪) با میانگین جهانی عیار اقتصادی برای بهره‌برداری (۰/۴٪ تا ۰/۱٪) حاکی از آن است که این بخش از محدوده مورد مطالعه دارای عیار و ذخیره قابل قبول برای بهره‌برداری و توسعه معدن می‌باشد، اما جزیره‌ای و توده‌ای بودن مناطق پرعیار و نوسانات شدید در توزیع جانبی و عمقی، وجود سنگ باطله زیاد در روی کانسار، شیب تند توپوگرافی منطقه، پوشیده شدن توسط مناطق جنگلی و محدودیت‌های اداره کل منابع طبیعی و محیط زیستی و نهایتاً پایین بودن قیمت جهانی مس، در حال حاضر بهره‌برداری از این کانسار را غیراقتصادی نموده است.

**کلید واژه‌ها:** مطالعه اکتشافی، آنومالی مس، معدن مس سونگون، داده‌های ژئوشیمیایی.

#### مقدمه

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی و در ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان ورزقان و با مختصات جغرافیایی ۳۸° ۴۲' شرقی و ۴۶° ۴۳' شمالی واقع شده است. از سمت شمال با شهرستان‌های کلیبر و جلفا، از سمت شرق با شهرستان اهر، از سمت غرب با شهرستان مرند و از سمت جنوب با شهرستان ورزقان هم‌جوار است. دسترسی به این منطقه از طریق جاده تبریز-ورزقان-سونگون و به فاصله ۲۵ کیلومتری از ورزقان میسر است (شکل‌های ۱ و ۲). مطالعات متعددی در زمینه اکتشاف، دگرسانی گرمایی، استخراج و سنگ‌شناسی بخش غربی این معدن انجام شده است (Calagari, 1997; Mehrpartou, 1993; Hezarkhani and William-Jones, 1998; Hezarkhani, 1997, Hamedi, 2007) همچنین در زمینه سنگ‌شناسی توده نفوذی سونگون و دایک‌های موجود در آن (Alavi et al., 2014) و (Kamali and Moayyed (2016) مطالعه دقیقی انجام داده‌اند، ولی بخش شرقی این معدن اخیراً مورد توجه واقع شده است. جهت تامین خوراک کافی بخصوص با توجه به ساخت و راه‌اندازی دومین کارخانه تغلیظ مس در معدن سونگون و همچنین برای افزایش طول عمر معدن، فعالیت شرکت مس آذربایجان و از طرفی برگشت سریع سرمایه‌گذاری هنگفتی که صورت گرفته است، نیاز به تولید و استخراج حجم بالایی از سنگ سولفور مس می‌باشد که این امر با اکتشاف و بهره‌برداری معادن و پتانسیل‌های جدید مس در منطقه محقق خواهد شد. لذا این مطالعه به منظور افزایش ذخیره و طول عمر معدن برای تامین خوراک کارخانه‌های تغلیظ معدن مس سونگون با تکیه بر داده‌های ژئوشیمیایی صورت گرفته است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان ورزقان و راه دسترسی به بخش شرقی کانسار مس سونگون (اقتباس از Alavi et al., (2014)

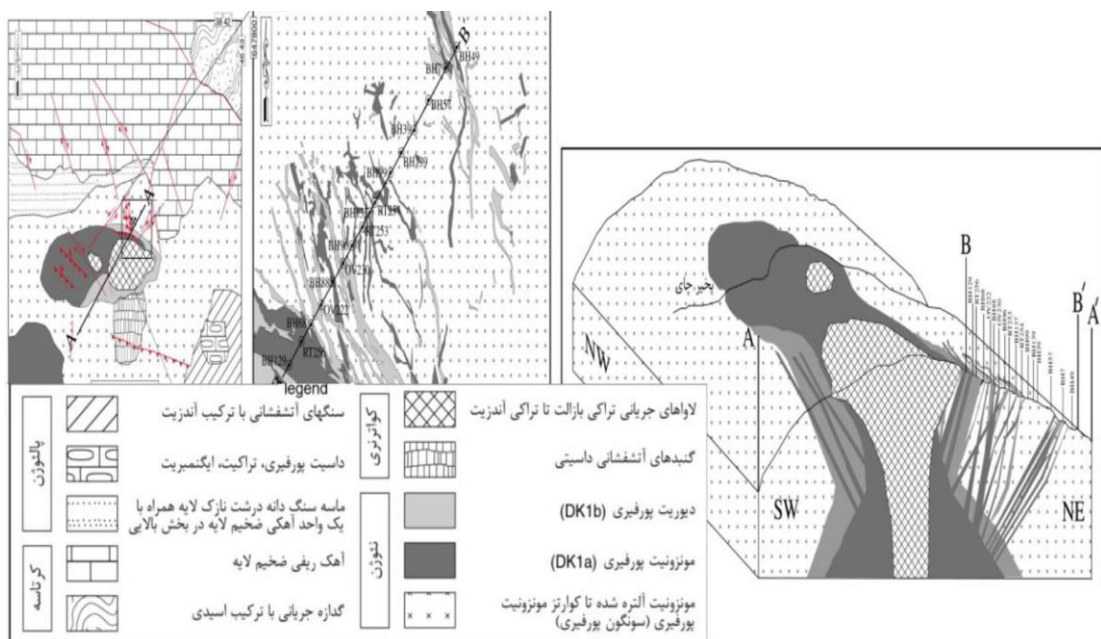


شکل ۲: تصویر ماهواره‌ای از ناحیه شرقی معدن سونگون و منطقه مورد مطالعه که به صورت یک چندضلعی در آن مشخص شده است (برگرفته از Google Earth)

#### - سنگ‌شناسی و چینه‌شناسی منطقه

منطقه معدنی سونگون به منطقه‌ای که توده نفوذی نیمه عمیق و پورفیری سونگون که خود میزبان کانسار مس-مولیبدن پورفیری سونگون است و همچنین سنگ‌های در برگیرنده آن گفته می‌شود. این منطقه مساحتی حدود ۵۰ کیلومتر مربع را در بر می‌گیرد. سنگ‌های کربناته و شیلی کرتاسه بالایی، سنگ‌های آذرآواری نظیر توف و توفیت و همچنین برش‌های ولکانیکی ائوسن زیرین-میانی، توده نفوذی نیمه عمیق پورفیری با سن الیگوسن-الیگومیوسن،

دایک‌های مونزونیتی و میکرودیوریتی میوسن؟ (تقریباً همه دایک‌ها، عقیم و فاقد کانی مس می‌باشند)، سنگ‌های ولکانیکی داسیتی پلیوسن و تراکی آندزیت‌های کواترنری عمده‌ترین واحدهای سنگی موجود در منطقه معدنی سونگون‌اند. سنگ‌های در برگرنده توده نفوذی نیمه عمیق سونگون پورفیری را سنگ‌های کربناته و شیلی، سنگ‌های آذرآواری و برشی و ماسه‌سنگ و کنگلومرا و سنگ‌های ولکانیکی داسیتی و نفوذی‌های دیوریتی و ... تشکیل می‌دهند. ولکانیک‌های جوان (کوارتز آندزیت، تراکیت تا تراکی آندزیت) با سن پلیوسن-پلیستوسن جوانترین واحدهای سنگی آذرین منطقه را تشکیل می‌دهند. ساب ولکانیک چال داغی و چراغ لو، به سن پلیوسن و تراکیت آندزیت داش دیبی گدازه جریان‌های کواترنری است که از کراتر خارج شده است (شکل ۳).



شکل ۳. نقشه زمین‌شناسی، دایک‌ها و مدل سه‌بعدی از نفوذی‌های منطقه سونگون (برگرفته از Hamed, 2007)

برش‌های A-A' و B-B' به صورت سه‌بعدی نشان داده شده‌اند.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ برگه ورزقان و نمونه‌برداری سطحی و عمقی حاصل از ۶۷ گمانه اکتشافی با مجموع حفاری ۴۲۵۹۱ متر و حدود ۱۷۰۰۰ تجزیه شیمیایی به روش XRF که در آزمایشگاه شیمی معدن مس سونگون انجام شده، استفاده شده است. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی برای عنصر مس تحت پردازش قرار گرفته و نقشه‌های ژئوشیمیایی مربوطه در نرم افزار سورفر در سه لایه ۳۰۰ متری از عمق صفر تا ۸۰۰ متر ترسیم گردیده است.

## یافته‌ها و بحث

(جدول ۱)، درصد میانگین عیار عنصر مس در ۶۷ گمانه اکتشافی که محصول ۱۷۰۰۰ تجزیه شیمیایی در بخش شرقی معدن مس سونگون است را در سه عمق صفر تا ۳۰۰ متری و ۳۰۰ تا ۶۰۰ متری و ۶۰۰ تا ۸۰۰ متری نشان می‌دهد. همچنین در (شکل ۴) نحوه آرایش و قرارگیری گمانه‌ها نسبت به هم نشان داده شده است. مجموع کل حفاری در ۶۷ گمانه مذکور ۴۲۵۹۱ متر می‌باشد.

جدول ۱- درصد میانگین عیارهای مس گمانه‌های اکتشافی شرق معدن سونگون در اعماق مختلف و میانگین کل در ۸۰۰ متر عمق

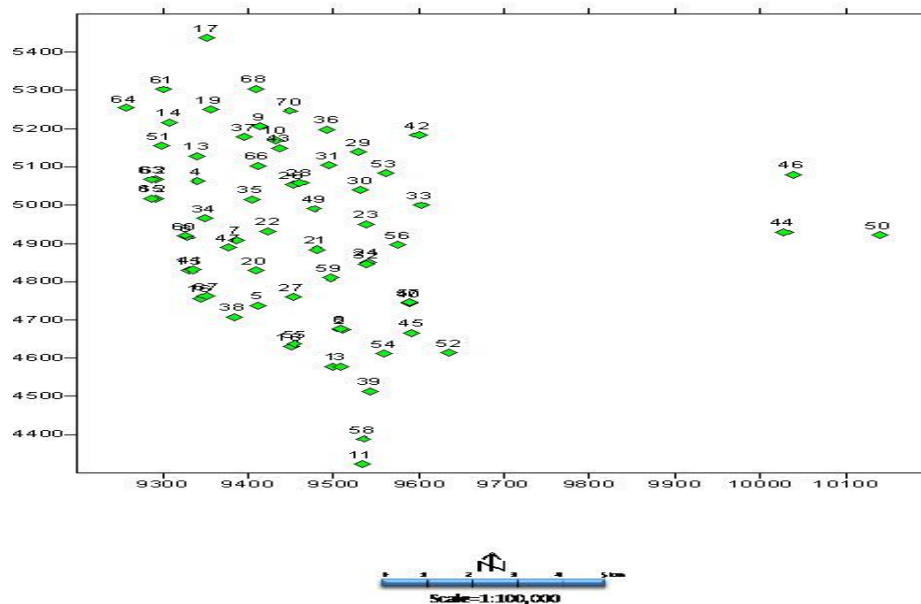
عمق/شماره گمانه		۰-۳۰۰ (m)	۳۰۰-۶۰۰ (m)	۶۰۰-۹۰۰ (m)	خاتمه حفاری (متر)	درصد وزنی میانگین کل
SUS	۱	۰/۰۳۹۱۳۳			۲۲۲	۰/۰۳۹۱۳۳
SUS	۲	۰/۰۱۳۷۶۶۷	۰/۰۸۳۰۶۷	۰/۰۰۳۵	۶۱۴/۰۵	۰/۰۷۴۷
SUS	۳	۰/۰۶۶۸	۰/۰۶۶۴۳۳		۵۱۷/۱	۰/۰۶۶۶
SUS	۴	۰/۷۴۸۳۳۳	۰/۹۸۳۳۳۳	۱/۱۷۴	۷۵۱	۰/۹۶۸۵
SUS	۵	۰/۳۹۶۶۶۷	۰/۱۰۱۳۳۳	۰/۰۱۲۷	۶۰۹/۷	۰/۱۷۰۲
SUS	۶	۰/۲۶۹۶۶۷	۰/۰۵۶۶۶۷		۵۲۱/۳	۰/۱۶۳۱
SUS	۷	۰/۳۴۶۳۳۳	۰/۱۱۴۳۳۳		۵۸۴/۵	۰/۲۳۰۳
SUS	۸	۰/۷۴۵	۰/۳۰۴	۰/۵۷۷۵	۷۵۲/۹	۰/۵۴۲۱
SUS	۹	۰/۳۵۹	۰/۰۲۷۷		۵۸۰/۴	۰/۱۹۳۳
SUS	۱۰	۰/۳۱۵	۰/۰۸۶۶۶۷		۵۹۹/۲	۰/۲۰۰۸
SUS	۱۱	۰/۱۴۵۶۶۷	۰/۰۵۱۲۳۳		۵۴۹/۵	۰/۰۹۸۴
SUS	۱۲	۰/۴۶۲۶۶۷	۰/۳۵۲۳۳۳	۰/۰۵۹	۸۱۷/۱	۰/۲۹۱۳
SUS	۱۳	۰/۲۵۷۶۶۷	۰/۳۹۹	۰/۰۳۲	۷۵۸/۲۵	۰/۲۲۹۵
SUS	۱۴	۰/۴۹۴	۰/۱۶۸۳۳۳	۰/۰۰۳	۶۴۰/۵	۰/۲۲۱۷
SUS	۱۵	۰/۳۸۸۹۳۳	۰/۴۸۹۳۳۳	۰/۳۴۷۵	۷۱۱	۰/۴۰۸۵
SUS	۱۶	۰/۴۰۲۶۶۷	۰/۲۴۲	۰/۳۳۱۵	۷۶۲	۰/۳۲۵۳
SUS	۱۷	۰/۰۸۳	۰/۰۳۵		۵۹۲/۴	۰/۰۵۹
SUS	۱۸	۰/۱۴۳	۰/۰۸۲۳۳۳	۰/۱۰۳	۶۵۸/۶	۰/۱۰۹۴
SUS	۱۹	۰/۴۱۰۶۶۷	۰/۲۲۷		۷۱۹/۶	۰/۳۱۸۸
SUS	۲۰	۰/۴۱۴۳۳۳	۰/۳۹۸	۰/۱۹۸	۶۹۸/۴۵	۰/۳۳۶۷
SUS	۲۱	۰/۲۴۷۶۶۷	۰/۲۰۷	۰/۲۱۳	۸۲۲/۱	۰/۲۲۲۵
SUS	۲۲	۰/۳۵۹۶۶۷	۰/۶۱۲		۴۰۶/۷	۰/۴۸۵۸
SUS	۲۳	۰/۲۱۸	۰/۱۷۷۳۳۳	۰/۲۰۵۵	۷۱۴/۸	۰/۲۰۰۲

ادامه جدول ۱- درصد میانگین عیارهای مس گمانه های اکتشافی شرق معدن سونگون در اعماق مختلف و میانگین کل در ۸۰۰ متر عمق

عمق/شماره گمانه		۰-۳۰۰ (m)	۳۰۰-۶۰۰ (m)	۶۰۰-۹۰۰ (m)	خاتمه حفاری (متر)	درصد وزنی میانگین کل
SUS	۲۴	۰/۲۱۶	۰/۱۹۸	۰/۳۷۵	۶۳۱/۳	۰/۲۶۳
SUS	۲۶	۰/۲۸۸	۰/۳۷۱۳۳۳	۰/۴۳۲	۶۳۹/۶۵	۰/۳۶۳۷
SUS	۲۷	۰/۳۶۲۳۳۳	۰/۲۸۱۶۶۷	۰/۳۵۵	۷۲۷/۲۵	۰/۳۳۲۹
SUS	۲۸	۰/۱۱۳	۰/۰۶۰۶۶۶۷	۰/۱۶۶۵	۷۶۲/۱	۰/۱۱۳۳
SUS	۲۹	۰/۰۷۶۳۳۳	۰/۰۹۳	۰/۰۶۴	۶۸۱/۸	۰/۰۷۷۶
SUS	۲۴	۰/۲۱۶	۰/۱۹۸	۰/۳۷۵	۶۳۱/۳	۰/۲۶۳
SUS	۳۷	۰/۳۸۴	۰/۲۵۲۶۶۷	۰/۲۴۶۵	۷۵۹/۳۵	۰/۲۹۴۳
SUS	۳۸	۰/۲۷۵	۰/۱۳۹	۰/۰۱۵	۶۹۰/۳۵	۰/۱۴۳
SUS	۳۹	۰/۰۰۵۶۶۷	۰/۰۱۳۷		۵۱۲/۲۵	۰/۰۰۹۶
SUS	۴۰	۰/۳۵۱۸۶۷	۰/۶۹۱	۰/۶۲۴	۷۶۴/۶	۰/۵۵۵۶
SUS	۴۱	۰/۰۳۵۶۶۷	۰/۰۰۵		۴۹۳/۴	۰/۰۲۰۳
SUS	۴۲	۰/۵۴۵	۰/۲۹۳۶۶۷	۰/۳۳	۷۳۵/۵	۰/۳۸۹۵
SUS	۴۳	۰/۰۰۱۶۶۷	۰/۰۰۲۵		۵۱۴/۲	۰/۰۰۲
SUS	۴۴	۰/۱۳۰۵	۰/۱۲۲	۰/۰۱۷۵	۷۳۳/۱	۰/۰۹
SUS	۴۵	۰	۰/۰۰۲۳۳۳	۰/۰۰۲۴	۶۹۱/۸	۰/۰۰۱۵
SUS	۴۶	۰/۵۲۵	۰/۵۳۲۳۳۳	۰/۲۴	۷۶۱	۰/۴۳۲۴
SUS	۴۷	۰/۲۷۵۶۶۷	۰/۴۱۰۳۳۳	۰/۳۴۵	۷۱۳/۳	۰/۳۴۳۶
SUS	۴۸	۰/۸۰۸	۰/۵۱۶۶۶۷	۰/۲۰۵	۶۶۳/۱۵	۰/۵۰۹۸
SUS	۴۹	۰/۰۲۱۶۶۷	۰/۱۷۳۳۳۳	۰/۰۲۷	۶۹۸/۶	۰/۰۷۳۳
SUS	۵۰	۰/۰۰۶			۲۳۷/۹۵	۰/۰۰۶
SUS	۵۱	۰/۱۵۶	۰/۱۴۳۶۶۷	۰/۰۳۷	۶۸۳	۰/۱۱۲۲
SUS	۵۲	۰/۲۱۱۶۶۷	۰/۲۱۲		۳۹۰/۲۵	۰/۲۱۱۸
SUS	۵۳	۰/۰۶۵۳۳	۱۶۰۶۶۷		۶۹۹/۵	۰/۱۱۳
SUS	۵۴	۰/۰۲	۰/۰۲		۴۱۸/۹	۰/۰۲
SUS	۵۵	۰/۱۵	۰/۱۱۳۳۳۳	۰/۰۹	۷۲۰/۷۵	۰/۱۱۷۷
SUS	۵۶	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۱۳۵	۷۶۰/۴	۰/۲۲۱۶
SUS	۵۷	۰/۷۶۶۶۶۷	۰/۸۹۳۳۳۳	۰/۵۳	۷۵۶/۳	۰/۷۲۹۹
SUS	۵۸	۰/۳۵	۰/۴۱۶۶۶۷	۰/۴۲	۷۱۶/۸	۰/۳۹۵۵
SUS	۵۹	۰/۶۹	۰/۳۶۶۶۶۷		۵۸۰/۹	۰/۵۲۸۳
SUS	۶۰	۰/۴۸۳۳۳۳	۰/۷۶۶۶۶۷	۰/۶	۷۴۰	۰/۶۱۶۶
SUS	۶۱	۰/۴۴۳۳۳۳	۰/۳۳۶۶۶۷	۰/۲۶	۶۷۶/۳	۰/۳۴۶۶
SUS	۶۲	۰/۶	۰/۵		۴۰۲/۶	۰/۵۵

ادامه جدول ۱- درصد میانگین عیارهای مس گمانه های اکتشافی شرق معدن سونگون در اعماق مختلف و میانگین کل در ۸۰۰ متر عمق

عمق/شماره گمانه		۰-۳۰۰ (m)	۳۰۰-۶۰۰ (m)	۶۰۰-۹۰۰ (m)	خاتمه حفاری (متر)	درصد وزنی میانگین کل
SUS	۶۳	۰/۵۹۳۳۳۳	۰/۶۶		۵۳۷/۸۵	۰/۶۲۶۶
SUS	۶۴	۰/۲۷	۰/۳۶		۳۶۵/۵	۰/۳۱۵
SUS	۶۵	۰/۲۷۶۶۶۷	۰/۱۹		۳۸۱/۵۵	۰/۲۳۳۳
SUS	۶۶	۰/۳۲۳۳۳۳	۰/۱۷		۳۸۲/۱۵	۰/۲۴۶۶
SUS	۶۷	۰/۱۹۶۶۶۷			۳۲۰/۳	۰/۱۹۶۶
SUS	۶۸	۰/۶۳۶۶۶۷			۲۵۶/۷	۰/۶۳۶۶
ave	۶۹	۰/۳۰۹۰۲۸	۰/۲۷۳۳۱۷	۰/۳۰۶۲۰۴		۰/۲۹۶۱
SUM					۴۲۵۹۱/۳۵	



شکل ۴: موقعیت گمانه های اکتشافی بخش شرقی معدن مس سونگون (مختصات بر اساس UTM می باشد)

- ارزیابی میزان عیار عنصر مس در عمق بین صفر تا ۳۰۰ متری در منطقه مورد مطالعه

نتایج میانگین تجزیه حاصل از نمونه هایی که در اعماق بین صفر تا ۳۰۰ متر قرار دارند (جدول ۱) نشان می دهد که بیش ترین مقدار مربوط به نمونه SUS58 با عیار ۰/۷۶۶۶٪ و کم ترین مقدار مربوط به نمونه SUS45 با میزان صفر درصد می باشد. میانگین کل عیار مس در این اعماق ۰/۳۰۹٪ می باشد. (شکل ۵) نقشه آنومالی عنصر مس در این عمق را نشان می دهد.

- ارزیابی میزان عیار عنصر مس در عمق بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ متری در منطقه مورد مطالعه

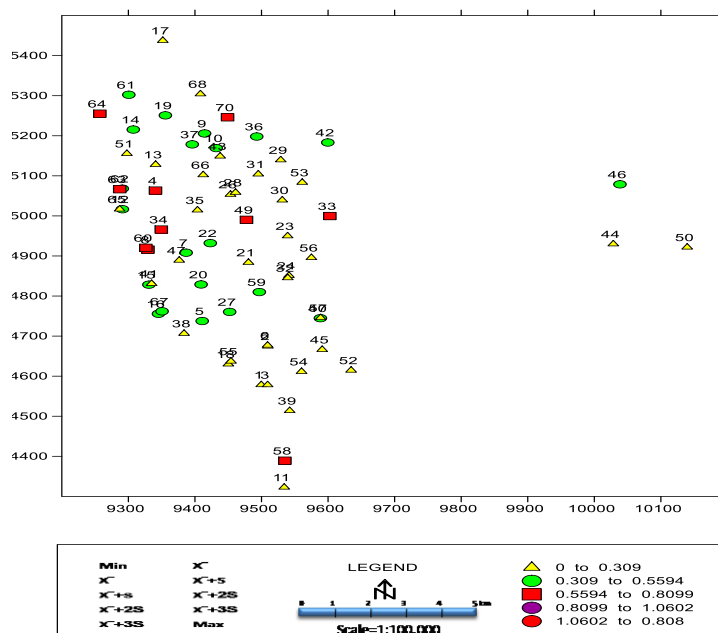
نتایج میانگین تجزیه حاصل از نمونه‌هایی که در اعماق بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ متر قرار دارند (جدول ۱) نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار مربوط به نمونه SUS58 با عیار ۰/۸۹۳۳٪ و کم‌ترین مقدار مربوط به نمونه SUS43 با میزان ۰/۰۰۲۵٪ درصد می‌باشد. میانگین کل عیار مس در این اعماق ۰/۲۷۳۳٪ می‌باشد. (شکل ۶) نقشه آنومالی عنصر مس در این عمق را نشان می‌دهد.

- ارزیابی میزان عیار عنصر مس در عمق بین ۶۰۰ تا ۸۰۰ متری در منطقه مورد مطالعه

از بین ۶۷ گمانه حفاری شده تنها ۴۰ گمانه عمقی بیش از ۶۰۰ متر دارند و تنها دو گمانه عمق بیش از ۸۰۰ متری دارند (SUS12, SUS21). در ۲۷ گمانه باقی‌مانده امکان ادامه حفاری وجود نداشته و یا به دلایل فنی از ادامه حفاری صرف‌نظر شده است. نتایج میانگین تجزیه حاصل از نمونه‌هایی که در اعماق بین ۶۰۰ تا ۸۰۰ متر قرار دارند (جدول ۱) نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار مربوط به نمونه SUS4 با عیار ۱/۱۷۴٪ و کم‌ترین مقدار مربوط به نمونه SUS45 با میزان ۰/۰۰۲۴٪ درصد می‌باشد. میانگین کل عیار مس در این اعماق ۰/۳۰۶٪ می‌باشد. (شکل ۷) نقشه آنومالی عنصر مس در این عمق را نشان می‌دهد.

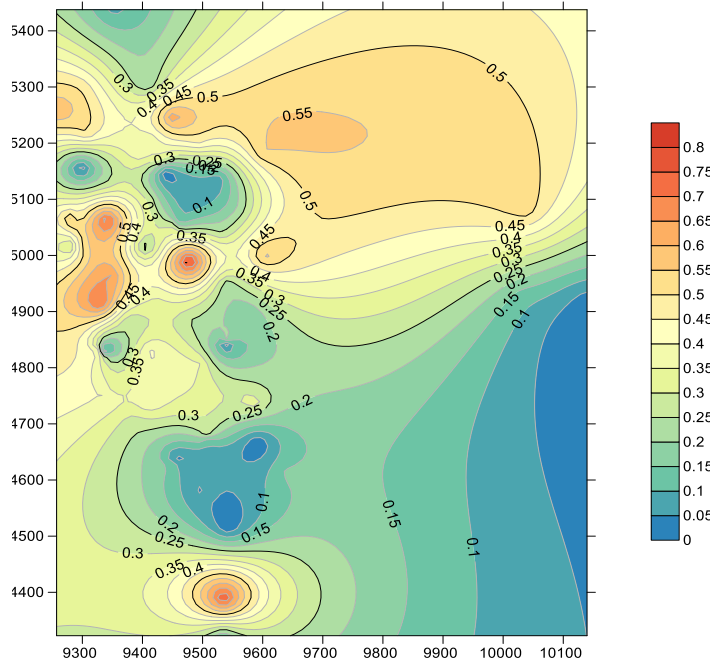
- ارزیابی میزان عیار عنصر مس در عمق بین صفر تا ۸۰۰ متری در منطقه مورد مطالعه

نتایج میانگین تجزیه حاصل از نمونه‌هایی که در اعماق بین صفر تا ۸۰۰ متر قرار دارند نشان می‌دهد (جدول ۱) که بیش‌ترین مقدار مربوط به نمونه SUS4 با عیار ۰/۹۶٪ و کم‌ترین مقدار مربوط به نمونه SUS45 با میزان ۰/۰۰۱٪ درصد می‌باشد. میانگین کل عیار مس در این اعماق ۰/۲۹٪ می‌باشد.

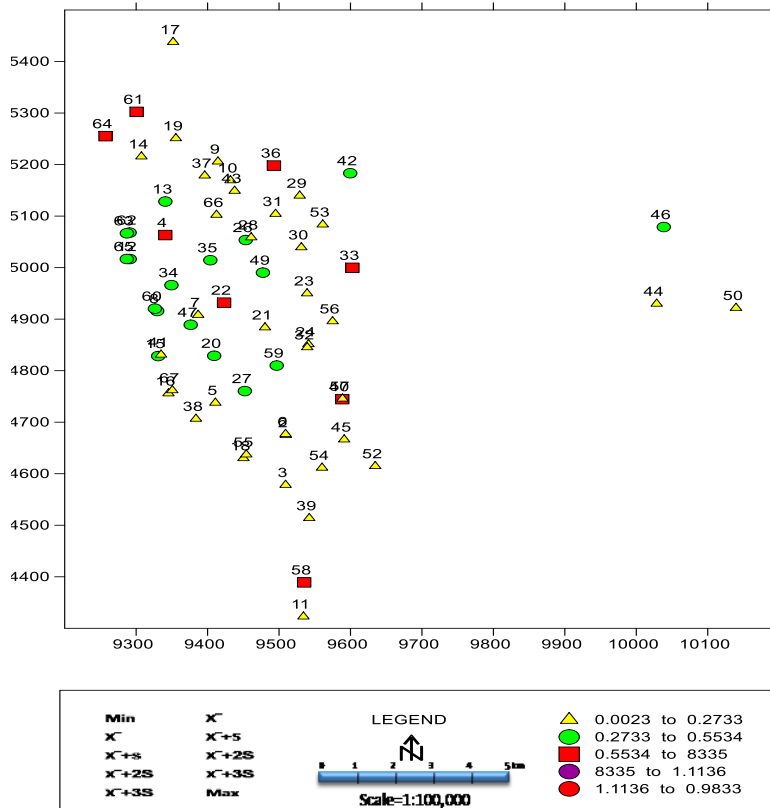


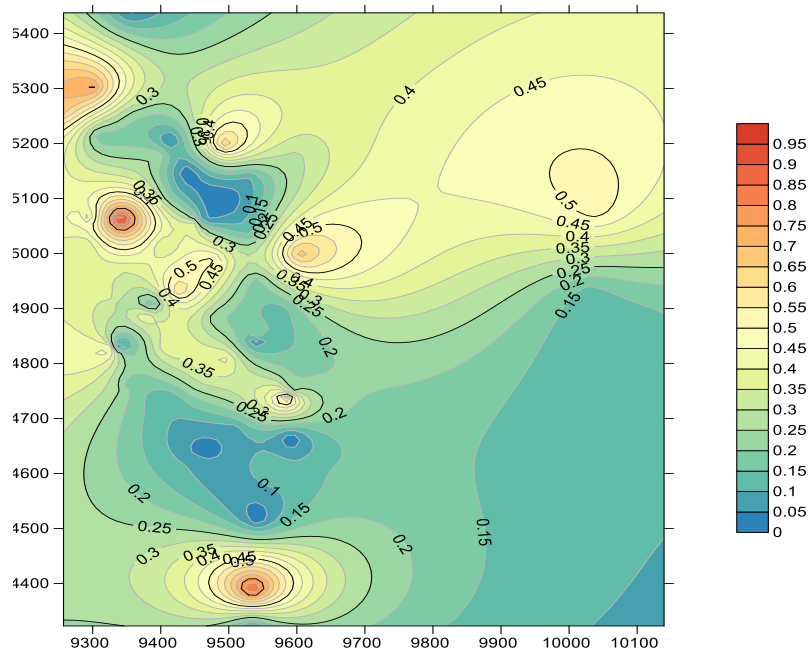


شکل ۵: میانگین درصد عیار مس با شماره گمانه در عمق ۳۰۰-۰

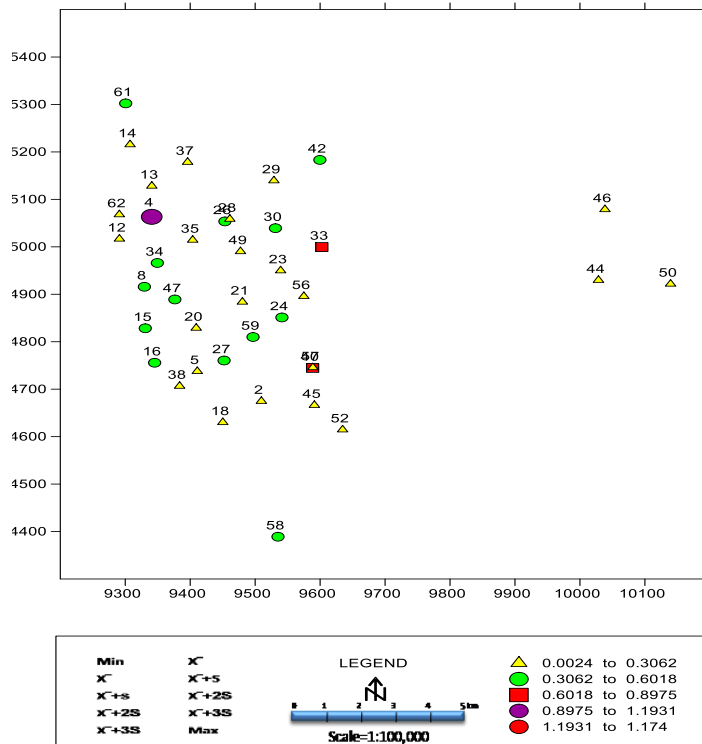


شکل ۶: میانگین درصد عیار مس به همراه شماره گمانه‌ها و نقشه آنومالی مس در عمق بین صفر تا ۳۰۰ متر

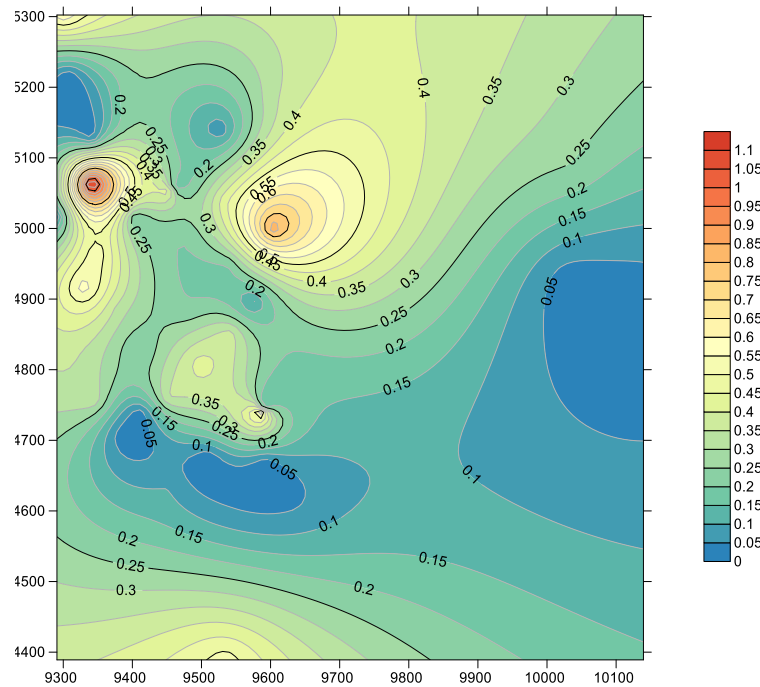




شکل ۸: میانگین درصد عیار مس به همراه شماره گمانه‌ها و نقشه آنومالی مس در عمق بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ متر



شکل ۹: میانگین درصد عیار مس با شماره گمانه در عمق ۸۰۰-۶۰۰



شکل ۱۰: میانگین درصد عیار مس به همراه شماره گمانه‌ها و نقشه آنومالی مس در عمق بین ۶۰۰ تا ۸۰۰ متر

هم‌تیمی کانسار شرق سونگون با غرب آن و با کانسارهای نوع پورفیری در کانی‌زایی، بافت، زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ... کاملاً مسجل است. بررسی نتایج آنالیز شیمیایی گویای دامنه گسترش بالای عنصر مس با عیار پایین (حداکثر ۰/۹۶٪ و میانگین ۰/۲۹٪) است که از شاخص‌های مس پورفیری می‌باشد. بیش‌تر این کانسارها دارای ۰/۴ تا ۱ درصد مس و ذخیره‌ای تا ۱۰۰۰ میلیون تن هستند. حتی چند ذخیره غول پیکر، ذخیره‌ای بیش از این نیز دارند (Alirezaee (2011). وضعیت زمین‌شناسی منطقه و نفوذ توده مونزونیتی و گرانودیوریتی پورفیری در سنگ‌های درون‌گیر آهکی، مارنی و سیلتی با رگچه‌های مس‌دار در سنگ درون‌گیر کاملاً موید این است که این کانسار از نوع مس پورفیری حاشیه قاره‌ای است. در کل می‌توان گفت بخش شرقی قسمتی از کانسار اصلی سونگون است که توسط دره و رودخانه سونگون از آن جدا شده است. در حال حاضر بخش غربی معدن مس سونگون با عیار ۰/۳٪ بهره‌برداری می‌شود. بررسی نتایج تجزیه نمونه‌های گمانه‌های اکتشافی (جدول ۱) و مقایسه نقشه‌های آنومالی عنصر مس در اعماق مختلف (اشکال ۵ تا ۷)، میزان عیار حداکثری مس ۰/۹۶٪ برای گمانه شماره ۴ را نشان می‌دهد. این حد عیاری با وسعت بالا، کاملاً نوع پورفیری بودن این کانسار را نشان می‌دهد. مقایسه عیار حداکثر و میانگین عنصر مس در بخش شرقی معدن مس سونگون (به ترتیب ۰/۹۶٪ و ۰/۲۹٪) با میانگین جهانی عیار قابل قبول برای بهره‌برداری (۰/۴٪ تا ۱٪) حاکی از آن است که این بخش از محدوده مورد مطالعه دارای عیار و ذخیره قابل قبول برای بهره‌برداری و توسعه معدن می‌باشد؛ اما علی‌رغم این که شرکت ملی صنایع مس ایران با سرمایه‌گذاری هنگفتی، کارخانه‌های تغلیظ مس را در محل نصب نموده است، اما در حال حاضر استخراج این کانسار به دلایل ذیل

اقتصادی نخواهد بود:

- ۱- عیار میانگین برابر ۰/۲۹٪ و پایین تر از عیار حد (۰/۳٪) معدن سونگون در شرایط فعلی است.
- ۲- وجود حجم بالای سنگ باطله در روی کانسار و عدم وجود محل مناسب برای تخلیه آن به علت توپوگرافی تند منطقه، گذشته از هزینه بالای این کار. چرا که جدول عیار شماره ۱، نشان می‌دهد درصد عیار مس لایه اول (عمق صفر تا ۳۰۰ متر) در گمانه‌های شماره ۱ و ۲ و ۳ و ۶ و ۸ و ۱۳ و ۱۷ و ۱۸ و ۲۱ و ۲۳ و ۲۴ و ۲۶ و ۲۸ و ۲۹ و ۳۰ و ۳۱ و ۳۲ و ۳۵ و ۳۸ و ۳۹ و ۴۱ و ۴۳ و ۴۴ و ۴۵ و ۴۷ و ۴۹ و ۵۰ و ۵۱ و ۵۲ و ۵۳ و ۵۴ و ۵۵ و ۵۶ و ۵۷ و ۶۳ و ۶۵ و ۶۶ و ۶۸ بسیار پایین می‌باشد.
- ۳- مناطق پر عیار به منطقه و عمق ثابت و معینی، محدود نبوده و نوسان شدیدی در توزیع جانبی و عمقی نشان می‌دهد. به طوری که طبق (جدول ۱) و (اشکال ۵ تا ۷) گمانه شماره ۴ و ۳۳ و ۵۸ و ۶۱ در هر سه لایه مورد مطالعه (اعماق صفر تا ۸۰۰ متر) دارای عیار مناسبی است؛ اما گمانه شماره ۸ و ۷۰ در لایه اول، شماره ۴۰ در لایه سوم عیار مطلوبی دارند. برخی از گمانه‌ها کلاً پرعیار هستند مثل گمانه شماره ۴ و ۳۳ و ۵۸، برعکس برخی دیگر از گمانه‌ها کلاً کم‌عیار هستند. مثل گمانه شماره ۲۹ و ۳۲ و ۳۹؛ و این لزوم استخراج کلی منطقه را می‌طلبد.
- ۴- پوشش گیاهی جنگلی روی کانسار که موجب شده است این منطقه جزو جنگل‌های ملی حفاظت شده ارسباران قرار گرفته و حساسیت و اهمیت ویژه‌ای از منظر منابع طبیعی و زیست‌محیطی به خود بگیرد.
- ۵- پایین بودن قیمت جهانی مس (حدود ۵۰۰۰ دلار بر تن) و نوسانات شدید آن که خود موجب پایداری و نوسانات تقاضا و سرمایه‌گذاری می‌شود.

## References

- Alavi, S. Gh., Hosseinzadeh, M. R., Moayyed, M., (2014), "Petrography and petrology of the Sungun porphyry copper deposit and post mineralization dykes with a view to Skarn mineralization (north of Varzeghan, East Azarbaijan)", *J. Petrology*, 5 (17): 17-32. [In Persian].
- Calagari, A. A., (1997), "Geochemical, stable isotope, noble gas, and fluid inclusion studies of mineralization and alteration at Sungun porphyry copper deposit, East Azarbaijan, Iran: implication for genesis", PhD thesis, Manchester University, Faculty of Earth Sciences, Manchester, UK.
- Hamedi, E., (2007), "The structural studies of Sungun porphyry copper deposit focusing on the mechanism of dike emplacement", MSc thesis, Faculty of Natural sciences, University of Tabriz, Iran. [In Persian].
- Hezarkhani, A., William-Jones, A. E., (1998), "Controls of alteration and mineralization in the Sungun porphyry copper deposit, Iran: evidence from fluid inclusions and stable isotopes", *Economic Geology*, 93: 651-670.
- Hezarkhani, A., (1997), "Physicochemical controls on alteration and copper mineralization in the sungun porphyry copper deposit, Iran", PhD thesis, McGill University, Faculty of Earth Sciences, McGill, Canada.
- Kamali, A., Moayyed, M., (2016), "Study of dikes and estimation of Sungun mine reserves", Ph. D. thesis. Basic sciences faculty, University of Tabriz. [In Persian].
- Mehrpartou, M., Aminifazl, A., Radfar, J. (1992), 1:100000 geology map of Varzeghan sheet. Geological survey of Iran, Tehran. [In Persian].
- Mehrpartou, M., (1993), "Contributions to the geology, geochemistry, ore genesis and fluid inclusion investigations on sungun Cu-Mo porphyry deposit, northwest of Iran", PhD thesis, University of Hamburg, Faculty of Earth Sciences, Hamburg, Germany.