تاریخ : ۱۴۰۲/۰۳/۲۰
شماره: ۱۴۰۲/۲۰۰/۱۸۱
پیوست:

برادر ارجمند جناب آقای سلطانی
رئیس محترم اداره نظارت بر ناشران گروه صنعتی و معدنی

با سلام و احترام

پیرو خبر منتشرشده در پایگاه خبری این شرکت مورخ ۱۴۰۲/۰۳/۲۰ در خصوص ذخایر معدن سرب و روی گوجر، به استحضار می‌رساند معدن مذکور تحت بهره‌برداری توسط شرکت صنایع روی کرمان (شرکت فرعی) می‌باشد. بر اساس برنامه‌ریزی‌های انجام شده و به منظور حداکثرسازی منافع سهامداران شرکت، عملیات اکتشاف تکمیلی توسط مهندسان مشاور انجام گرفته است که گزارش آن جهت استحضار جنابعالی و عموم سهامداران محترم به پیوست تقدیم می‌گردد. بر این اساس ذخیره احتمالی معدن سرب و روی گوجر حدود یک میلیون تن برآورد گردیده است. بدیهی است به منظور حفظ حقوق و منافع سهامداران گرامی اقدامات لازم جهت دریافت گواهی کشف و پروانه بهره‌برداری جدید از طریق سازمان صنعت، معدن و تجارت استان کرمان در حال پیگیری است.

پیشاپیش از حسن توجه جنابعالی کمال تشکر را دارم.

علی مهرپور لایقی
عضو هیات مدیره و مدیرعامل

شرکت سرمایه گذاری توسعه و عمران استان کرمان (سهامی عام) (شماره ثبت ۳۳۹۵)

کرمان : خیابان حافظ، کوچه شماره ۱۱، تلفکس : ۲-۳۲۷۳۲۱۷۱-۰۳۴ کد پستی : ۷۶۱۹۸۳۴۳۵۸
WWW.KDICO.COM E-MAIL: INFO@KDICO.COM

تاریخ : ۱۴۰۲/۰۳/۲۰

شماره : ۱۸۸/ص/۱۴۰۲

پیوست :

صنایع روی کرمان
KERMAN ZINC IND CO

جناب آقای مهندس مهرپور لایقی
مدیر عامل محترم شرکت سرمایه گذاری توسعه وعمران استان کرمان
باسلام،

احتراماً، به پیوست گزارش اکتشاف وبررسی ذخایر احتمالی معدن سرب وروی گوجر که توسط شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه تهیه گردیده تقدیم میگردد براساس این گزارش ذخیره این معدن حدود یک میلیون تن برآورد گردیده وهم اکنون اقدامات لازم درجهت انجام مجوزهای لازم به منظور دریافت گواهی کشف واعمال ذخیره مورد نظر درپروانه بهره برداری آتی معدن ازطریق سازمان صمت درحال پیگیری است .

باتشکر
محمدرضا مقدم

صنایع روی کرمان
KERMAN ZINC IND CO

کرمان جاده تهران - خیابان هلال احمر جنب پل راه آهن
تلفکس : ۳۲۱۱۴۵۶۱- آدرس پست الکترونیکی : kerman.zinc.co@gmail.com

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه

جناب آقای دکتر مقدم

مدیرعامل محترم شرکت صنایع روی

باسلام و احترام

به پیوست گزارشات اکتشافات تکمیلی معدن سرب و روی گوجر راور (قبل از حفاری) که توسط شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه تهیه شده است جهت استحضار و صدور مقتضی تقدیم می‌گردد.

طاهره باتشکر
سیما غلامیان
مدیرعامل

آدرس: کرمان - خیابان اقبال- روبه‌روی فروشگاه بسیجیان- ساختمان پارک علم و فن آوری استان کرمان- طبقه ۳ واحد۴
تلفن: ۲-۳۲۴۷۳۴۷۱-۰۳۴ نمابر: ۳۲۴۷۳۴۵۳-۰۳۴

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

گزارش اکتشاف و بررسی ذخایر احتمالی معدن سرب و روی گوجر

پروانه بهره برداری شماره ۱۸۳۷۲۱ مورخ ۱۳۸۶/۰۴/۱۳

کارفرما: شرکت صنایع روی کرمان

مشاور: شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه

خرداد ۱۴۰۲

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

چکیده:

مطالعه حاضر نتایج اجرای عملیات اکتشاف و بررسی ذخایر احتمالی معدن سرب و روی گوجر بر اساس مطالعات قبلی و شواهد سطحی ماده معدنی را ارائه می‌دهد. هدف از این مطالعه با توجه به ساختار پیچیده معدن سرب و روی گوجر و لزوم اکتشافات تکمیلی در این معدن در بخش روباز و زیرزمینی، بررسی ذخایر احتمالی موجود جهت افزایش ذخیره معدن می‌باشد که بر اساس مطالعات قبلی صورت گرفته توسط شرکت سورگان پارسه پیشنهاد شده است.

در سال ۱۳۹۲ شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه به عنوان مشاور، عملیات اکتشافی جدیدی شامل مطالعات سنجش از دور، نقشه‌برداری توپوگرافی و زمین‌شناسی و مطالعات تکتونیکی و ژئوشیمیایی را با هدف دستیابی به اطلاعات اکتشافی جدیدتر متقبل شد که این عملیات اکتشافی حین استخراج در سال ۱۳۹۹ منجر به تایید ذخیره قطعی معدن معادل ۱۹۸۱۸۷ تن کانسنگ روی با عیار متوسط ۱۰/۶۱٪ (عیار حد ۳٪) و سرب با عیار ۱/۲ درصد (عیار حد ۱٪) و ذخیره احتمالی حدود ۲۰۰۰۰۰ تن توسط سازمان صمت کرمان، برای این معدن گردید.

آخرین پروانه بهره‌برداری معدن گوجر با طرح پیشنهادی شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه در سال ۱۳۹۶ صادر شد که تا سال ۱۴۰۴ اعتبار دارد.

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی های ژئوشیمیایی سطحی سنوات گذشته و با توجه به وجود عیارهای بالا برای بعضی عناصر بخصوص روی، سرب و نقره در کنار عناصر فرعی مثل کادمیوم، آنتی‌موئن و آرسنیک، وجود آنومالی ژئوشیمیایی در جنوب‌شرقی(مناطق موسوم به قلاتو و گود اسبی) و بخش شمالی منطقه معدنی محرز شد که منطبق با نتایج مطالعات دورسنجی می‌باشد.

از نتایج حاصل از برداشت های زمین شناسی سطحی(ژئوشیمی)، دورسنجی ، حفریات اکتشافی زیرزمینی موجود و شواهد حاصل از حفریات استخراجی سطحی به همراه نقشه های دقیق تهیه شده توسط پهپاد و لیزر اسکن، برای محاسبه ذخیره احتمالی معدن سرب و روی گوجر استفاده گردید که طی آن ذخیره احتمالی معدن حداقل ۱۰۰۳۸۳۸ تن کانسنگ روی با عیار متوسط ۸-۱۰ درصد (عیار حد ۳٪) تخمین زده شد.

بدیهی است که درصورت انجام عملیات حفاری و اکتشافات عمقی در محدوده های مذکور(مناطق موسوم به قلاتو ، گود اسبی و چاه قائم معدن) امکان برآورد و افزایش ذخایر قطعی و احتمالی با دقت بیشتری صورت خواهد پذیرفت.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به محدوده گوجر ۲
۱-۳- وضعیت آب و هوایی، پوشش گیاهی و شرایط اجتماعی ٤
۱-۴- توپوگرافی و مورفولوژی منطقه ٤
۱-۵- پیشینه مطالعاتی محدوده گوجر ۷
۱-۶- هدف و روش مطالعه ۸
۱-۷- انواع کانسارهای سرب و روی و چگونگی اکتشافات ناحیه‌ای و نیمه تفصیلی آنها ۱۳
۱-۸- شرح اکتشافات ناحیه‌ای و نیمه تفصیلی محدوده گوجر ۱۵

فصل دوم: خلاصه ای از زمین‌شناسی عمومی ۲۲

۲-۱- مقدمه ۲۳
۲-۲- ویژگیهای ساختاری و زمین‌شناسی ساختمانی منطقه ۲٤
۲-۳- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی ناحیه‌ای در ارتباط با کانی‌سازی سرب و روی در محور راور - کوهبنان- بهاباد ۲٦
۲-۳-۱- ساختارهای مهم موجود در منطقه ۲۷
۲-۳-۲- توده‌های نفوذی موجود در منطقه ۲۸

فصل سوم: مطالعات زمینشناسی صحرایی و معدنی ۲۹

۳-۱- مقدمه ۳۰
۳-۲- منطقه کانی زایی مثلث راور-کوهبنان-بهاباد ۳۰
۳-۳- زمین‌شناسی منطقه معدنی گوجر ۳۳
۳-۳- ۱- زمین‌شناسی ناحیه‌ای منطقه معدنی گوجر ۳۳
۳-۳- ۱- زمین‌شناسی محلی منطقه معدنی گوجر ۳۵
۳-۳-۲- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه معدنی گوجر ۳۷
۳-۳-۲- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه معدنی گوجر ۳۹
۳-۴-کانه‌زایی سرب و روی در منطقه معدنی گوجر ۳۹

فصل چهارم: مروری بر مطالعات ژ ئوشیمیایی سنگی قبلی ٤۲

۴-۱- مقدمه: ٤۳
۴-۲- تحلیل و پردازش داده‌های ژئوشیمیایی منطقه مطالعاتی ٤۳
۴-۳- عملیات صحرایی ٤٤
۴-۴- آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها ٤٤
۴-۶- تحلیل و پردازش داده‌های ژئوشیمیایی منطقه مطالعاتی ٤۵
۴-۶-۱- تخمین مقادیر سنسورد ٤۵
۴-۶-۲- محاسبات آماری دادههای ژئوشیمیایی و بررسی توابع توزیع آنها ٤٦

۴-۶-۳- *بررسی همبستگی عناصر(آمار دو متغیره)* ٤٦
۴-۷- تفکیک بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی از زمینه ۵۱
۴-۸- استفاده از روشهای آماری چند متغیره جهت تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی ۵۵
۴-۸-۱- *تحلیل خوشه‌ای (Cluster analysis)* ۵۵
۴-۸-۲- *تحلیل فاکتوری یا عاملی (Factor analysis)* ۵۷
۴-۹- نتیجه‌گیری ٦٥

فصل پنجم: بررسی ذخایر احتمالی ٦٦

۵-۱- مقدمه ٦٧
۵-۲- مشخصه های اصلی محاسبه ذخیره ٦٧
۵-۳- انتخاب روش تخمین ذخیره ٦٨
۵-۳-۱- *محاسبه ذخیره به روش میانگین حسابی* ٦٨
۵-۳-۲- *محاسبه ذخیره روش قطعه های زمین شناسی* ٦٩
۵-۳-۲-۱- محاسبه ذخیره به روش قطعه های معدنی ٦٩
۵-۳-۳- *روش مقاطع* ۷۰
۵-۳-۴- *روش مثلث* ۷۱
۵-۳-۵- *روش چند ضلعی* ۷۲
۵-۳-۶- *استفاده از نقشه های هم عمق* ۷۲
۵-۳-۷- *روشهای زمین آماری* ۷۳
۵-۴- رده بندی ذخایر ٧٤
۵-۵-ذخایر بررسی شده در محدوده معدن سرب و روی گوجر ٧٦
۵-۵-۱-*ذخیره احتمالی چاه قائم* ۷۶
۵-۵-۱-۱-ذخایر احتمالی حد فاصل سطح زمین تا افق A (تراز ۱۵۳۶+) ۷۹
۵-۵-۱-۲- ذخایر احتمالی حد فاصل افق A (تراز ۱۵۳۶+)تا افق B (تراز ۱۴۸۴+) ۷۹
۵-۵-۱-۳- ذخایر احتمالی حد فاصل افق B (تراز ۱۴۸۴+)تا افق C (تراز ۱۴۷۱+) ۸۰
۵-۵-۱-۴- مجموع ذخایر احتمالی چاه قائم ۸۰
۵-۵-۲-*ذخیره احتمالی منطقه SP8 (بخش شمالی دره موسوم به گود اسبی)* ۸۱
۵-۵-۳-*ذخیره احتمالی منطقه SP9 (بخش جنوبی دره موسوم به گود اسبی)* ۸۲
۵-۵-۴-*ذخیره احتمالی منطقه SP10 (منطقه موسوم به قلاتو)* ۸۳
۵-۵-۵- *برآورد ذخیره احتمالی کلی معدن* ۸۵
۵-۶-پیشنهادات اکتشافی ۸۵

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

مطالعه حاضر نتایج اجرای اکتشاف و بررسی ذخایر احتمالی معدن سرب و روی گوجر بر اساس مطالعات قبلی و شواهد سطحی ماده معدنی را ارائه می‌دهد.

از محدوده معدن سرب و روی گوجر در مطالعات تکمیلی اکتشاف حین استخراج سال ۱۳۹۹ با توجه به گستردگی منطقه و آثار کانی‌زایی پراکنده تعداد زیادی نمونه‌برداری انجام شد. از تعداد ۲۲۷ نمونه برداشت شده در طی مطالعات صحرایی ۵۳ نمونه جهت آنالیزICP، ۳۰ نمونه جهت مطالعات سنگ‌شناسی و مینرالوگرافی و ۱۱ نمونه جهت آنالیز XRD و از نمونه های ماده معدنی تعداد ۱۰۲ نمونه جهت آنالیز XRF انتخاب شدند.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به محدوده گوجر

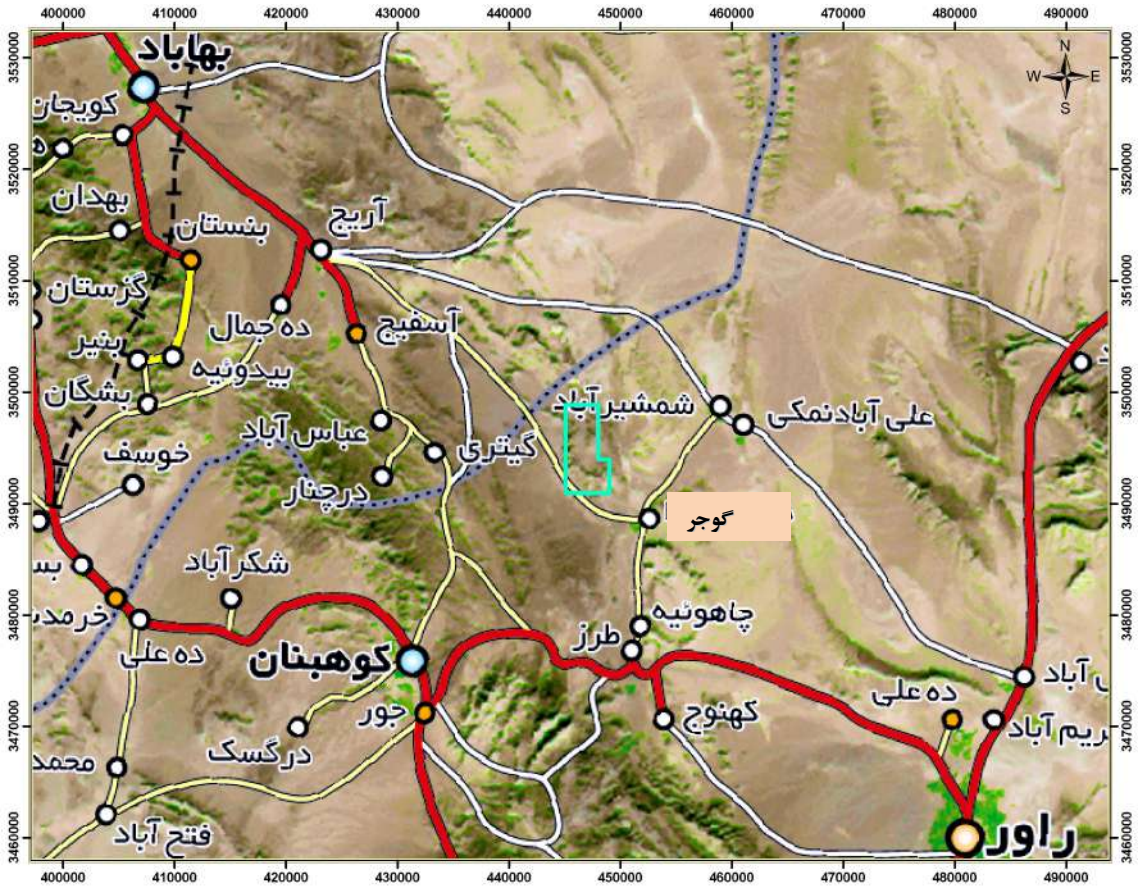
محدوده اکتشافی گوجر از لحاظ تقسیمات کشوری در استان کرمان و در شمال‌شرق شهرستان راور و در مرز شهرستان کوهبنان واقع شده است. فاصله هوایی محدوده گوجر تا کوهبنان در جنوب‌غربی حدود ۲۵ کیلومتر، تا راور در جنوب‌شرقی هم حدود ۵۰ کیلومتر و تا بهاباد در شمال شرق ۵۰ کیلومتر می‌باشد. فاصله زمینی گوجر تا راور حدود ۶۰ کیلومتر می‌باشد که پس از عبور از طرز و چاهوئیه و بعد از روستای گوجر دسترسی به منطقه مطالعاتی امکان‌پذیر است. فاصله محدوده گوجر تا مرکز استان از طریق راور در حدود ۲۰۰ کیلومترمی‌باشد. از نظر جغرافیایی محدوده گوجر در شمال‌غرب کوه کمرسایلو قرار داشته و معادن مس رسوبی از جمله معدن مس گوجر و معدن مس مارکش در جنوب‌شرقی و معدن زغال سنگ همکار در جنوب غربی از نزدیکترین معادن دارای پروانه بهره‌برداری به این معدن محسوب می‌شوند.

مختصات جغرافیایی محدوده به شرح جدول ۱-۱ می‌باشد. در شکل ۱-۱ موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به محدوده مورد مطالعه آورده شده است.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

جدول ۱-۱: مختصات معدن سرب و روی گوجر به UTM

گوشه‌ها	(X)	(Y)
A	۴۴۵۰۶۹	۳۴۹۸۸۶۳
B	۴۴۸۰۳۵	۳۴۹۸۸۶۳
C	۴۴۷۹۹۸	۳۴۹۳۹۸۸
D	۴۴۸۹۸۰	۳۴۹۳۹۸۸
E	۴۴۸۹۸۵	۳۴۹۰۹۵۵
F	۴۴۵۰۸۱	۳۴۹۰۹۵۶



شکل۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به محدوده مطالعاتی.

۱-۳- وضعیت آب و هوایی، پوشش گیاهی و شرایط اجتماعی

همانگونه که ذکر شد معدن سرب و روی گوجر در استان کرمان و در مرز شهرستان‌های راور و کوهبنان قرار دارد. این محدوده در دامنه‌های شمال‌شرقی کوه کمرسایلو قرار دارد. با توجه به اینکه استان کرمان یکی از مناطق گرمسیر و کویری ایران است این بخش از استان به دلیل قرارگیری در نزدیکی کویر مرکزی ایران، دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد. سردترین ماه سال در منطقه دی ماه است که حداقل دمای گزارش شده در آن بطور متوسط حدود ۱۲- درجه سانتیگراد بوده و گرمترین ماه سال نیز تیرماه می‌باشد که حداکثر دمای گزارش شده در آن بطور متوسط حدود ۴۲ درجه سانتیگراد می‌باشد. با توجه به وضعیت جوی و وجود روزهای دارای یخبندان فقط در فصل زمستان و متوسط روزهای بارانی حدود ۳۰ روز در این منطقه تقریباً در کل طول سال در این منطقه امکان فعالیت معدنی وجود دارد.

پوشش گیاهی در این منطقه از نوع بیابانی و نیمه‌بیابانی بوده و بیشتر شامل بادام‌کوهی، گون و سایر رستنی‌های مربوط به این مناطق می‌باشد. این محدوده از نظر امکانات رفاهی و موقعیت صنعتی جزء مناطق محروم می‌باشد. کشاورزی و دامداری از مهمترین فعالیت مردم آن می‌باشد. مردم منطقه شیعه (اثنی‌عشری) بوده و به زبان فارسی با لهجه کرمانی خاص مناطق راور و کوهبنان صحبت می‌کنند.

۱-۴- توپوگرافی و مورفولوژی منطقه

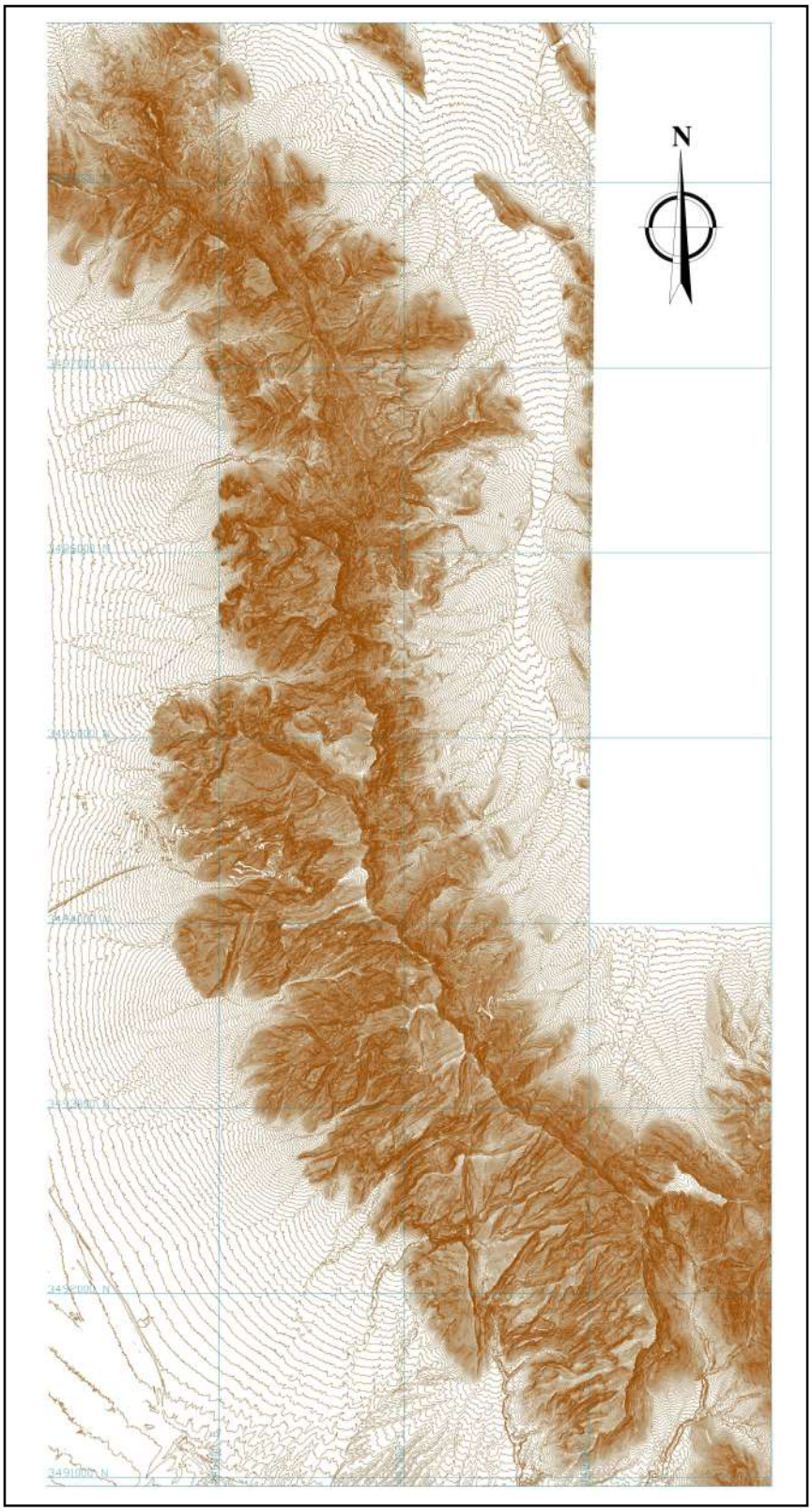
بیشترین ارتفاع محدوده مطالعاتی گوجر در طول خطالراس مرکزی با راستای شمال-شمال‌غرب حدود ۲۰۷۰ متر از سطح دریا و کمترین ارتفاع منطقه ۱۵۴۰ متر در دشتهای واقع در شمال‌غرب قرار دارد یعنی اختلاف ارتفاعی حدود ۵۳۰ متر در منطقه دیده می‌شود. شیب مورفولوژی در کل منطقه متغیر است ولی در قسمتهای زیادی دارای شیب زیاد و خشن از نظر توپوگرافی می‌باشد. اصلی‌ترین ساخت های موجود در منطقه گسلهایی با جهت شمال‌شرق-جنوب‌غرب تا شمالی-جنوبی و چین هایی با جهت محوری شمال، شمال‌غرب-جنوب و جنوب‌شرق می‌باشند. سنگ های کربناتی مربوط به دوران اول زمین‌شناسی اصلی‌ترین و مهمترین بخش تشکیلات سنگ‌شناسی و ارتفاعات منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. شکل ۱-۲ وضعیت توپوگرافی محدوده گوجر را نشان می‌دهد.

سنگ های کربناتی روشن سخت تشکیل دهنده اصلی ارتفاعات مرتفع هستند و واحدهای آبرفتی در اثر فرسایش این تشکیلات در پیرامون ارتفاعات دیده می‌شوند و در مناطقی که آثار کانی‌زایی دیده می‌شود وجود کانی‌های سنگین در آبرفت های موجود در آبراهه‌ها کاملاً مشهود است. بدلیل وجود لایه‌بندی نسبتاً ضخیم در سنگهای کربناتی، در طول سطوح لایه‌بندی جابجایی مواد و ریزش سنگ ها و لغزش ها از دامنه‌های موجود در

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

منطقه دیده می‌شود. آبراهه‌های فصلی زیادی در کل محدوده و در دو طرف خطالراس مرکزی وجود دارند که آبهای سطحی ناشی از ریزش های جوی را به مناطق هموار موجود در شرق و غرب منطقه هدایت می‌کنند.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل۱-۲- نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ محدوده معدن سرب و روی گوجر(تهیه شده توسط پهپاد درسال ۱۴۰۰).

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

۱-۵- پیشینه مطالعاتی محدوده گوجر

قدیمی‌ترین شواهد عملیات معدنکاری در محدوده معدنی گوجر، شامل چراغ‌های روشنایی، وسایل معدنکاری، اسکلت انسان‌ها و نوع پوشاک آن‌هاست که به ۲۰۰ سال قبل برمی‌گردد. سوخت مصرفی این چراغ‌ها نیز دلالت بر زمانی قبل از اکتشاف نفت و مواد شیمیایی دارد.

نخستین مطالعات زمین شناسی مدرن در منطقه گوجر طی بررسی‌های زمین‌شناسی و ساختاری کرمان و ساغند در سال ۱۹۶۲ توسط هوکریده و همکاران انجام شد. در این مطالعه، کلیات مربوط به چینه‌شناسی و زمین‌ساخت منطقه گوجر به تصویر درآمده است.

طی سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۳۶ شرکت فروردین بمدت یکسال در محدوده کارگاه‌های قدیمی بر روی سنگ معدن سرب و روی با عیار کم کار کرده است ولی پس از مدتی شرکت فلزات یزد امتیاز معدن را کسب و از سال ۱۳۴۳ شروع به ستخراج نمود. شرکت فلزات یزد از سال ۱۳۳۷ عملیات اکتشافی شامل حفر تعدادی گمانه را در معدن گوجر آغاز نمود.

در مطالعاتی که توسط شرکت چینه اصفهان صورت گرفته شروع کارهای اکتشافی، استخراجی معدن گوجر را به اواسط دهه ۱۳۴۰ و توسط شرکت فلزات یزد منسوب نموده و چنین ذکر می‌نماید که عملیات معدنی در دهه ۱۳۵۰ بسیار شکوفا شده است ولی پس از سال ۱۳۵۷ به دلیل کاهش جهانی قیمت سرب و روی و غیراقتصادی بودن عملیات استخراجی تعطیل گشته است. آخرین فعالیت های اکتشافی در سال‌های ۱۳۵۶ و ۱۳۵۷ شامل حفر یک چاه و تونل اکتشافی در شمال محدوده معدنی بوده که در عمق ۱۰۰و۱۶۰ متری به کانسنگ رسیده ولی به علت هجوم آبهای زیر زمینی به کارگاه‌ها ادامه کار متوقف گشته است.

مهندسین مشاور تهران پادیر در سال ۱۳۷۰ طرح اکتشاف مقدماتی سرب و روی سراسری ایران وکانی‌سازی سرب و روی منطقه گوجر را مورد مطالعه قرار داد. تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰ در محدوده معدن گوجر توسط مهندسین مشاور کانساران در اسفند ۱۳۷۰ و بررسی زمین‌شناسی، معدنی ذخایر نشانه‌های سرب و روی ناحیه طرز توسط مهندس مشاور چینه اصفهان در سال ۱۳۷۱ صورت پذیرفت.

شرکت صنایع روی کرمان در سال ۱۳۷۶ پروانه اکتشاف معدن را به نام خود منتقل نمود و در همان سال شرکت مهندسین مشاور ره یافت معدن کرمان مطالعات کانی‌شناسی معدن سرب و روی گوجر را به انجام رساند.

در سال ۱۳۷۷ شرکت مهندسین مشاور خاک خوب مطالعات زمین‌ساختی محدوده معدن گوجر وتعیین ذخیره باقیمانده را همراه با تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی وتوپوگرافی به پایان رساند. که منجر به صدور گواهینامه کشف

شماره ۱۱/۷۸۴۵۳ مورخ ۸۶/۳/۷ با میزان ذخیره قطعی ۶۵۰۰۰ تن و ذخیره احتمالی ۲۵۰۰۰۰ تن با عیار Zn =٪۱۳/۴ و pb=٪۲/۳ گردید.

در سال ۱۳۸۳ زمین¬شناسان کشور چک یکسری عملیات ژئوفیزیکی را در محدوده معدن انجام دادند و پیشنهاد چند نقطه حفاری را دادند. در سال ۱۳۸۶ نقشه زمین¬شناسی-ساختاری ۱/۵۰۰۰ توسط دکتر قاسمی از محدوده گوجر تهیه شد.

اولین پروانه بهره‌برداری معدن به شماره ۸۶-۱۶۵ با حداقل استخراج سالیانه ۶۵۰۰ تن در تاریخ ۱۳۸۶/۰۳/۲۳ به نام شرکت صنایع روی کرمان صادر شد. مدت زمان بهره‌برداری بر اساس پروانه یاد شده به مدت ۱۰ سال منظور شده است.

در سال ۱۳۹۲ شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه به عنوان مشاور عملیات اکتشافی جدیدی شامل مطالعات سنجش از دور، نقشه‌برداری توپوگرافی و زمین‌شناسی و مطالعات تکتونیکی را با هدف دستیابی به اطلاعات اکتشافی جدیدتر متقبل شد که این عملیات اکتشافی حین استخراج در سال ۱۳۹۹ منجر به تایید ذخیره قطعی معدن معادل ۱۹۸۱۸۷ تن کانسنگ روی با عیار متوسط ۱۰/۶۱٪ (عیار حد ۳٪) و سرب با عیار ۱/۲ درصد (عیار حد ۱٪) و ذخیره احتمالی حدود ۲۰۰۰۰۰ تن توسط سازمان صمت کرمان، برای این معدن گردید.

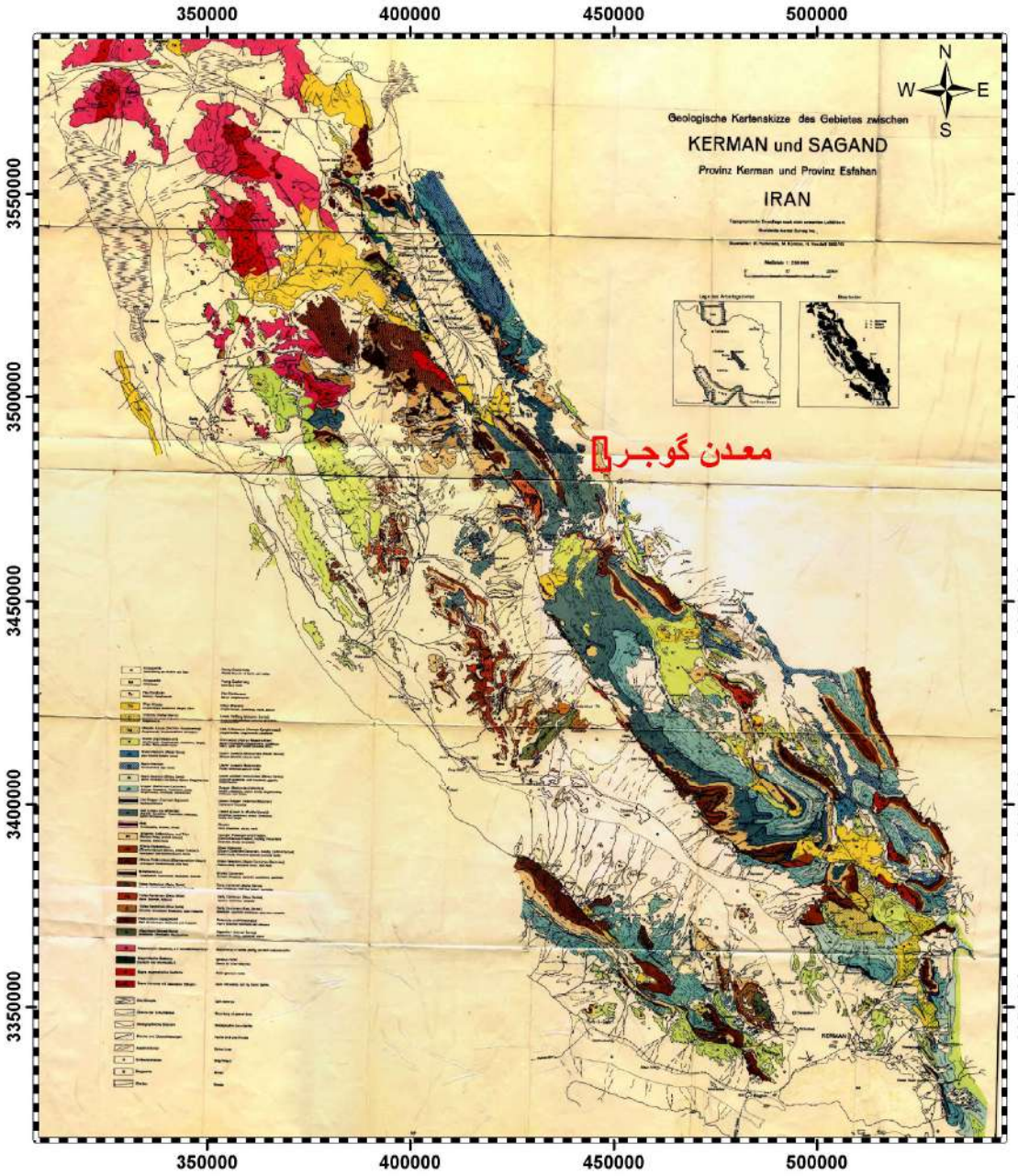
آخرین پروانه بهره‌برداری معدن گوجر با طرح پیشنهادی شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه در سال ۱۳۹۶ صادر شد که تا سال ۱۴۰۴ اعتبار دارد.

هدف از این مطالعه با توجه به ساختار پیچیده معدن گوجر و لزوم اکتشافات تکمیلی در این معدن در بخش روباز و زیرزمینی جهت افزایش ذخیره معدن می‌باشد که با توجه به مطالعات قبلی صورت گرفته توسط شرکت سورگان پارسه پیشنهاد شده است

۱-۶- هدف و روش مطالعه

هدف از انجام پروژه حاضر، بررسی ذخایر احتمالی روی و سرب در محدوده گوجر در قالب تهیه گزارش سنجش از دور، زمین‌شناسی و ژئوشیمی حاصل از مطالعات قبلی در مقیاس۱:۵۰۰۰ و برداشت نمونه‌های مورد نیاز در حین عملیات می‌باشد. استفاده از تصویر ماهواره‌ای GEOEYE به عنوان مبنا جهت تهیه نقشه زمین-شناسی با دید اکتشافی یکی از ویژگی‌های این پروژه است. قدرت تفکیک بالای زمینی به همراه داشتن باندهایی در محدوده VNIR از طیف الکترومغناطیس به منظور شناسایی زون‌های هوازده و دگرسان شده و دارای اکسید آهن یا همان گوسان ها از ویژگیهای بارز این سنجنده است. همچنین در طی این پروژه، خصوصیات واحدهای سنگی منطقه و همچنین ساختارهای زمین‌شناسی شاخص مورد بررسی گرفته و با توجه به تهیه نقشه‌های

۱/۱۰۰۰ و ۱/۵۰۰۰ قبلی ضمن استفاده از نتایج آنها سعی شده از انجام کار تکراری خودداری شود و تهیه نقشه زمین‌شناسی بر اساس داده‌های ماهواره‌ای و مطالعات صحرایی و برداشت نمونه‌ها و همچنین مطالعات ژئوشیمیایی صرفاً جنبه اکتشافی داشته باشد.



شکل ۱-۳- نقشه زمین‌شناسی پروژه کرمان-ساغند که درآن موقعیت معدن گوجر نشان داده شده است (هوکریده و همکاران، ۱۹۶۲).

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

برداشت عوارض زمین‌شناسی و ساختاری با مبنا قرار دادن آثار کانه‌زایی سطحی در حد استاندارد پروژه-های نیمه‌تفصیلی و تفضیلی، نمونه‌گیری با هدف مطالعات میکروسکوپی و مطالعه مقاطع، تجزیه و تحلیل سنگ‌شناسی و مینرالوگرافی با استفاده از نمونه‌ها و بررسی و جداسازی آلتراسیون‌های موجود از جمله اهداف این پروژه می‌باشد.

مطالعه ژئوشیمیایی سطح الارضی در مقیاس ۱/۵۰۰۰ از واحدهای سنگی مهم منطقه و انجام آنالیز ICP جهت مشخص شدن درصد عناصر مختلف از جمله سرب و روی در این واحدها و مشخص کردن زون‌های کانی-زایی از اهداف اصلی این مطالعه می‌باشد.

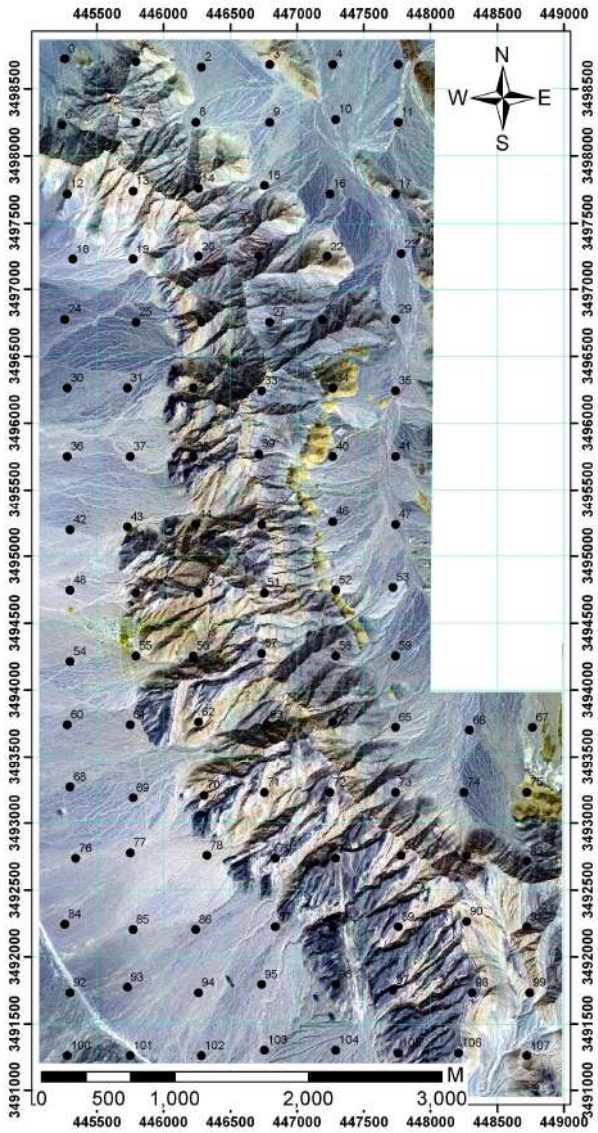
در نهایت پس از بررسی خصوصیات واحدهای سنگی، آلتراسیون‌های موجود در این واحدها و نتایج حاصل موجود در این واحدها و نتایج حاصل از نمونه‌برداری‌های ژئوشیمیایی و همچنین بررسی مشخصه‌های زمین‌ساختی به جمع‌بندی میزان تمرکز کانی‌زایی در واحدهای مختلف و پیشنهاد برای ادامه کار پرداخته شده است. برای این منظور روش کار جهت اکتشافات نیمه تفصیلی در مقیاس۱:۵۰۰۰ محدوده گوجر به شرح زیر می‌باشد:

- گردآوری اطلاعات موجود شامل نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، گزارش‌ها، و... ، انجام کارهای دفتری و برنامه‌ریزی جهت عملیات صحرایی
- خرید تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا (GEOEYE) محدوده مورد مطالعه جهت پردازش و مشخص کردن وضعیت زمین‌شناسی، دگرسانی‌ها (گوسانها)، گسلهای اصلی و تعیین مناطق مورد نیاز جهت نمونه‌برداری ژئوشیمیایی و تهیه تصویر ASTER جهت شناسایی دقیقترزونهای مختلف.

در این راستا تصویر تهیه شده بعد از اصلاحات و پیش‌پردازش لازم به مقیاس۱:۵۰۰۰ تبدیل گردید. گسلها، واحدهای سنگی مختلف و گوسانهای اصلی منطقه با توجه به پردازشهای مختلفی که روی تصاویر انجام شد شناسایی گردیدند. پس از آن، عکس‌های بزرگ شده در قطع A3 برش خورده و محدوده گوجر بر روی قطعات بلوک بندی شده تا راهنمای عملیات زمینی باشد. در شکل ۱-۴ ایندکس بلوک‌بندی فوق نشان داده شده است. چنانچه در شکل مشخص است منطقه مطالعاتی به ۱۰۷ بلوک تقسیم‌بندی شد که عملیات زمین-شناسی صحرایی و مطالعات ژئوشیمیایی و سنگ شناسی بر اساس این بلوکها انجام شد.

انجام عملیات صحرایی مشتمل بر پیمایش و پی‌جویی سطح منطقه و مشخص نمودن واحدهای سنگی و عوارض مهم زمین‌شناسی بر روی تصویر ماهواره‌ای، بدین صورت که کلیه ساختارهای زمین‌شناسی بر روی این تصاویر مشخص شده و با توجه به اهمیت مشخص نمودن ارتباط کانی‌زایی موجود در محدوده با واحدهای

سنگی و گوسانهای موجود، اقدام به تفکیک زونهای مختلف با استفاده از پارامترهای کانی‌شناسی و مطالعات آزمایشگاهی محدوده شده است.



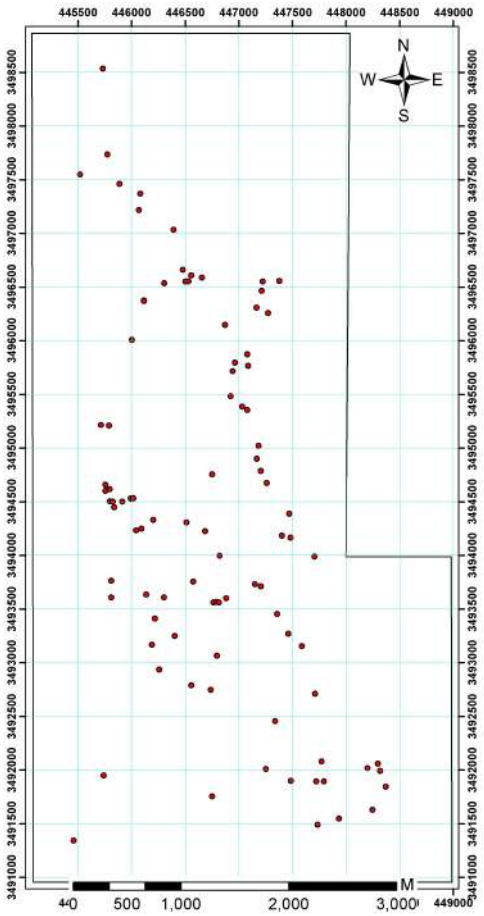
شکل ۱-۴- ایندکس تصویر ماهواره‌ای بلوک بندی شده در منطقه گوجر.

در حین عملیات صحرایی اکتشافات سال ۱۳۹۹ از واحدهای مختلف سنگی و گوسانهای موجود تعداد ۱۲۹ نمونه توسط کارشناسان برداشت شد. محل کلیه نمونه‌ها، نوع آنالیز و مطالعه مورد نظر بر روی نمونه‌ها در نقشه زمین‌شناسی مشخص شده است. بدین ترتیب که نمونه‌های محدوده گوجر با پیشوندهای GO و نمونه

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

های معدنی و تونل ها با پیشوند نام تونل و یا منطقه به آزمایشگاه ارسال شدند. شکل ۱- ۵ نشان‌دهنده پراکندگی نمونه‌های برداشت شده از محدوده مورد مطالعه است.

از مجموع ۲۲۷ نمونه برداشت‌شده در طی عملیات صحرایی اکتشافات قبلی از محدوده گوجر، ۳۰ نمونه جهت مطالعات سنگ‌شناسی و مینرالوگرافی، ۱۱ نمونه جهت آنالیز XRD، ۵۳ نمونه جهت آنالیز شیمیایی به روش ICP انتخاب گردید. لازم به ذکر است که از تعدادی از نمونه‌ها به دلیل خارج افتادن از محدوده کانی‌زایی و همچنین تشابه کانی‌شناسی از انجام آنالیز شیمیایی و میکروسکوپی صرف نظر شده و فقط در زمین‌شناسی صحرایی مورد مطالعه قرار گرفتند.



شکل ۱-۵- موقعیت نقاط نمونه‌برداری جهت مطالعات صحرایی، ژئوشیمیایی، سنگ‌شناسی و XRD.

۱-۷- انواع کانسارهای سرب و روی و چگونگی اکتشافات ناحیه‌ای و نیمه تفصیلی آنها

سرب و روی بطور معمول همراه با یکدیگر در کانسارها یافت می‌شوند. لذا انواع کانسارهایی که حاوی سرب و روی در مقادیر اقتصادی هستند، تحت عنوان کانسارهای سرب و روی نامیده می‌شوند. انواع کانسارهای مهم سرب و روی در دنیا عبارتند از:

✓ ذخایر سولفید توده‌ای آتشفشانی

این نوع ذخایر در زمانهای مختلف آرکئن همانند ذخیره کیدکریک، پالئوزوئیک همانند نیوترونزیک و سنوزوئیک همانند کروکوی ژاپن وجود دارند. در اکتشاف مقدماتی یک منطقه به لحاظ سولفیدهای توده‌ای آتشفشانی دو معیار مهم را باید مد نظر قرار داد. اول وجود سنگ های آتشفشانی با منشاء غالبا زیردریایی و دوم ترکیب سنگ های آتشفشانی که باید کالک آلکالن یا تولیئتی جزایر قوسی باشد. البته هزاران کیلومتر مربع از این سنگ ها وجود دارد که نابارور است، از اینرو از معیارها و تکنیکهای دیگری برای محدود کردن عملیات اکتشافی در این سنگ ها باید استفاده کرد. از جمله سنجش از راه دور و شناخت الگوهای ساختاری ناحیه‌ای است که کاربرد روزافزونی در کاوش ناحیه‌ای پیدا کرده است. به دلیل وجود پیریت در عدسی های سولفید توده‌ای و مگنتیت در مناطق رگچه‌ای می‌توان از روشهای الکترومغناطیس (AEM) و مغناطیس هوایی نیز در مرحله اکتشاف مقدماتی بهره جست. روش های ژئوشیمی به عنوان جایگزین ژئوفیزیک هوابرد (در صورتیکه موثر نباشد) و یا در کنار این روش استفاده می‌شوند. در این مرحله معمولا نمونه‌برداری از آب رودخانه و رسوبات انجام می‌گیرد.

✓ کانسارهای سرب و روی متصاعدی با سنگ همبر رسوبی (Sedex)

نام این کانسارها، کانسارهای سرب و روی با میزبان شیلی یا ماسیوسولفید یا سرب و روی با میزبان رسوبی (Sedex) است. این کانسارها در نتیجه تمرکز استراتیفورم کانی های سولفیدی سرب و روی و سولفات باریم در رسوبات دریایی به وجود می‌آیند و ضخامت ماده معدنی به چند ده متر می‌رسد. ماده معدنی ممکن است در فاصله بیش از ۱۰۰۰ متر در سنگ درونگیر پخش شده باشد.

سنگ های رسوبی دریایی شامل شیل سیاه، سلیت استون، ماسه سنگ، چرت ـ دولومیت، سنگ آهک میکریتی و توربیدایت‌ها سنگ درونگیر مناسب برای تشکیل این کانسارها می‌باشند. سنگ های ولکانیکی نیز ممکن است بطور کلی در حوضه رسوبی وجود داشته باشند که توفیت ها معمولترین نوع می‌باشند. کانسارهای بزرگ این تیپ سن پروتوزوتیک را دارند (۱۴۰۰ تا ۱۷۰۰ میلیون سال). البته کانسارهای با سن کامبرین تا کربونیفر (۳۰۰ تا ۵۳۰ میلیون سال) نیز دیده شده‌اند. در این کانسارها کانی های پیریت، پیروتیت، اسفالریت،

گالن، باریت و کالکوپیریت پراکنده بوده و مقادیر جزئی مارکاسیت، آرسنوپیریت، بیسموتیت، مولیبدنیت، آنارژیت و میلریت دیده می‌شود.

در اکتشافات ناحیه‌ای این گونه ذخایر عواملی همچون کنترل ساختاری توده معدنی، دگرسانی ناشی از هاله‌های پیریتی پیرامون توده معدنی، وجود گوسن‌های غنی از کربنات، سولفات و سیلیکات سرب و روی و مس موثر می‌باشد. همچنین آنومالی عناصر Pb، Zn، Cu، Mn، Ba، Mo، Sn، As، Sb، Bi، S، C، Ag، Co و NH3 در اکتشاف به طریقه ژئوشیمیائی بسیار موثر هستند. روش اکتشافی معمول در مقیاس ناحیه‌ای، برداشت رسوبات آبراهه‌ای و اندازه‌گیری عناصر Pb، Zn، Ag و Cu به انضمام ردیاب های دیگر است.

در مقیاس نیمه تفصیلی برداشت نمونه از خاک های بر جا معمول است. وجود مواد شبه گوسنی مرتبط با اغلب کانی سازهای از این تیپ و انعکاس آنها در عکسهای هوایی رنگی موجب می‌گردد که روش سنجش از دور در تشخیص مناطق امیدبخش برای آنها مفید واقع شود.

- ✓ **کانسارهای سرب و روی با میزبان ماسه سنگی**

این کانسارها حاصل تمرکز گالن و اسفالریت استراتی باند تا استراتی فورم به صورت تکراری از توده‌های صخه‌ای شکل (چندگانه) در رسوبات ماسه سنگی می‌باشند. سنگ درونگیر مناسب این کانسارها، ماسه سنگ آرکوزی و کوارتزیتی، کنگلومرا و سیلت‌استون با رخساره‌های قاره‌ای و یا دریایی است. دامنه سنی این کانسارها پروتوزئیک تا کرتاسه است. راهنماهای اصلی اکتشافی این کانسارها عبارتند از:

ـ دگرسانی سریسیت که ممکن است ایلیت رسوبی با تبلور دوباره باشد.

ـ در مناطقی که شکستگی زیاد می‌باشد باعث افزایش تخلخل و در نتیجه تشکیل این کانسارها می‌شود.

ـ اکسیداسیون سطحی گالن تولید سروزیت می‌کند. همچنین اسفالریت می‌تواند به اسمیت زونیت، همی‌مورفیت و هیدروزنیت تبدیل شود.

ـ آنومالی عناصر Pb، Zn، Ag، Ni، As، Sb، Bi، Ba، Co و F در سنگ های میزبان و خاک های مشتق شده از آنها قابل ثبت است. آنومالی عناصر Ba، F و Ag در تحتانی‌ترین بخش این تیپ کانسارها توسعه می‌یابد.

- ✓ **کانسارهای سرب و روی نوع دره می‌سی‌سی‌پی**

این ذخایر در سنگ های کربناتی (دولومیت و سنگ آهک) واقع در پلاتفرم بدون تغییر شکل که در قسمت رو به خشکی حوضه‌های مرتبط با کوهزایی تشکیل می‌شوند یافت می‌شوند. سن اغلب آنها کامبرین ـ اردویسین، دونین ـ کربوتیفر و تریاس می‌باشد. همچنین این ذخایر گاهی در مکان های کربناتی موجود در سمت رو به خشکی کمربندهای تراستی تشکیل می‌شوند. راهنماهای اصلی اکتشافی این کانسارها عبارتند از:

ـ دگرسانی دولومیتی در اطراف این کانسارها بطور وسیع رخ می‌دهد. دولومیت های دانه درشت نزدیک به توده کانسار یافت می‌شوند. دگرسانی سیلیسی نیز ارتباط تنگاتنگی با توده کانسار دارند. در ضمن انحلال وسیع سنگ آهک و تشکیل کارست در این کانسارها عمومیت دارد.

ـ کانه‌سازی عمدتاً در زون های با درجه انحلال بالا و برش هایی که در نتیجه تخریب کارست ها ایجاد می‌شوند توسعه می‌یابد.

ـ در نتیجه هوازدگی این کانسارها کربنات ها و سیلیکات های روی ممکن است در زون هوازدگی و اکسیداسیون تشکیل شود.

ـ کشف هاله‌های قوی عنصر روی در رسوبات آبراهه‌ای و خاک های برجا و کشف هاله‌های همین عنصر در سنگهای کربناتی نزدیک به کانسار راهنمای مفیدی است. برداشت های لیتوژئوشیمیائی برای کشف کانسارهای پنهانی این تیپ می‌تواند مفید باشد.

ـ روشهای ژئوفیزیک در اکتشاف ذخایر تیپ دره می‌سی‌سی‌پی موفقیت آمیز بوده است. این روش ها (همانند روش مغناطیس هوایی) در مقیاس ناحیه‌ای می‌توانند موجب شناخت عوامل زمین‌شناسی موثر در توسعه این کانسارها گردند.

- ✓ **کانسارهای سرب و روی نوع آلپی (A.P.T)**

این نوع کانسارهای سرب و روی بسیارشبیه به کانسارهای نوع میسی سی پی بوده با این تفاوت که این کانسارها دارای مورفولوژی ساده بوده وسین ژینتیک می باشند و از بارزترین مشخصات آنها لایه بندی ماده معدنی و سنگ بستر آتشفشانی –رسوبی می باشند(سنگستر، ۱۹۷۶).

- ✓ **کانسارهای سرب و روی نوع ایرلندی**

یکی از کانسارهای رسوبی سرب –روی-مس- نقره است که در سنگ های کربناتی تشکیل می شود و یک تکامل تدریجی را از حالت همزاد به طرف غیر همزاد نشان میدهد. یکی از اختلافات اساسی این گروه با کانسارهای نوع آلپی و دره می سی سی پی دربالا بودن عیار مس ،نقره ویک رخساره غیر همجوار آتشفشانی-رسوبی مشابه کانسار کروکوی ژاپن هست. همچنین حضور گسل های اصلی در مجاورت کانسار بیانگرحرکت محلول ها در این نوع شکستگی ها و مخلوط شدن محلول های گرمای با آب دریا است.

۱-۸- شرح اکتشافات ناحیه‌ای و نیمه تفصیلی محدوده گوجر

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه در سالیان گذشته به عنوان مشاور اکتشاف و استخراج معدن سرب و روی گوجر اقدام به شناسایی و اکتشافات مقدماتی و تفصیلی در معدن نمود. بر این اساس محدوده

گوجر به وسعت ۲۶ کیلومترمربع مورد مطالعات ماهواره‌ای و سنجش از دور، مطالعات صحرایی، مطالعات آزمایشگاهی و پترولوژی و بررسی‌های ژئوشیمیایی قرار گرفته است. در طی این عملیات تعداد ۱۲۹ نمونه برداشت شد که از این نمونه‌ها ۵۳ نمونه جهت آنالیزICP، ۳۰ نمونه جهت مطالعات پتروگرافی و مینرالوگرافی و۱۱ نمونه جهت آنالیز XRD انتخاب شدند.

منطقه معدنی گوجر در زون ایران مرکزی قرار گرفته است و بیشتراز آهکها ودولومیتهایی تشکیل شده است که محدوده ای بین دونین میانی تا تریاس بالایی را شامل میشوند. کهن ترین سازندهایی که در این منطقه رخنمون دارند سری ریزو است که بطور عمده از ژیپس، میان لایه هایی از ماسه سنگ و سنگ های آتشفشانی است. بر روی این مجموعه، تناوبی از دولومیت های سیاه رنگ و کرمی، گداره های بازیک سبز رنگ و ژیپس جای دارد، که این سری با دزو قابل قیاس است.

ماسه سنگ های رسی، آرکوزی وابسته به سری داهو بر روی سری دزو می نشیند. بر روی سری داهو سازندهایی نهشته شده است که آن را می توان به دو بخش تقسیم کرد. بخش زیرین که بطور عمده از گچ و مارن تشکیل شده و بر روی ماسه سنگ های قرمز داهو می نشیند و قابل قیاس با زیرترین بخش سازند میلا است. بخش رویی به سن کامبرین بالایی که بر روی سازند کالشانه می نشیند و تناوبی است از ماسه سنگ سیلتی، سیلتستون قرمز و دولومیت هایی به رنگ قهوه ای کم رنگ تا نارنجی. بر روی این دو واحد مجموعه ای از سنگ های دولومیتی و آهکی می نشیندکه درآنها به ترتیب از قدیم به جدید واحدهای دونین زیرین، میانی، بالایی قابل تشخیص است. این بخش ها در محدوده ی کانسار از بیشترین گسترش برخورد دار است.

کانی سازی اصلی در این ناحیه از نوع ثانویه است که بطور عمده در درون آهک ها و دلومیت های دونین- تریاس قرارگرفته است. قسمت بیشتر کانی های باقیمانده ی روی از نوع همی‌مورفیت است. کانی‌های سولفوری اولیه عبارتند از گالن، اسفالریت، پیریت و کالکوپیریت. مهمترین کانی های منطقه اکسیدی در کانسار گوجرعبارتند از هماتیت، ئیدروزنسیت، سروسیت، انگلزیت، همی مورفیت، مالاکیت، آزوریت، گوتیت و لیمونیت.

مهمترین ساخت در کانسار گوجر ساخت رگه ای است در واقع کانسار سازی از روند گسلهای موجود در منطقه تبعیت می کند. بافت عمده در کانسار گوجر، بافت سوپرژن است. مهمترین دگرسانیهای مشاهده شده در این کانسار عبارتنداز: کربناتی شدن، هماتیتی شدن و سیلیسی شدن.

بطور کلی کانسارسازی در کمربند راور- کوهبنان در سه مرحله انجام شده است در مرحله ی اول کانه زائی سین ژنتیک (همزاد) صورت گرفته است. در مرحله ی دوم بر اثر حرکات کوهزائی سیمرین پیشین و پسین رسوبات و لایه های معدنی اولیه چین خورده اند و دگرگون شده اند و در نتیجه سیالات حاوی فلزات سولفیدی

پایه از رسوبات و لایه های معدنی اولیه آزاد شدند و کانه زائی اپیژنتیک (غیرهمزاد) را باعث شده اند. در مرحله ی سوم، این کانسارها (همزاد و غیرهمزاد) در اثر هوازدگی تشکیل گوسان داده اند.

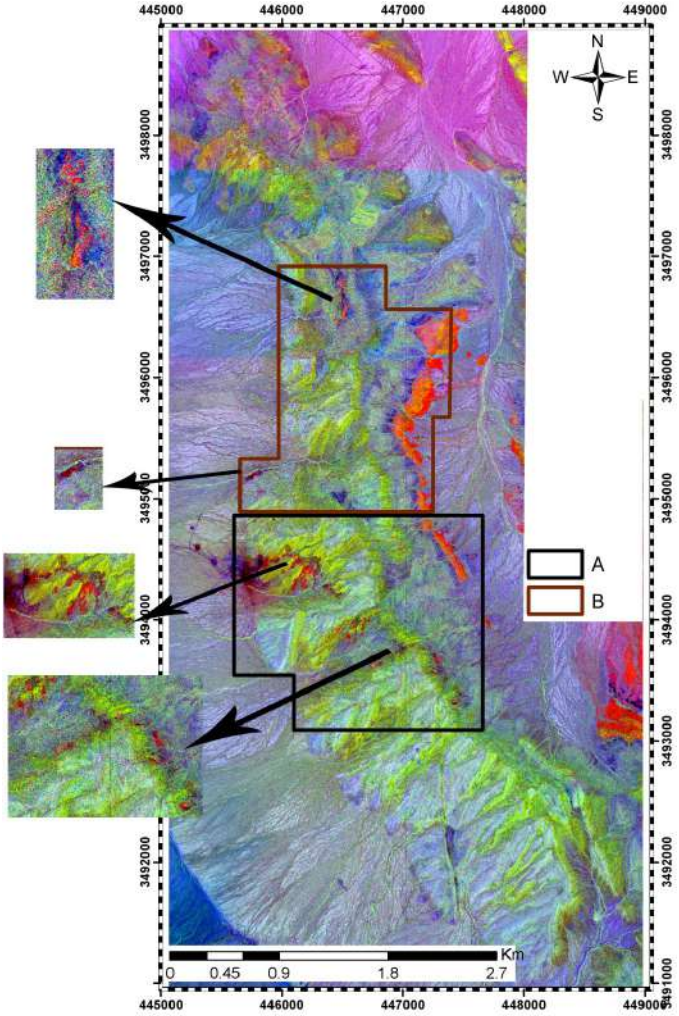
در کمربند راور-کوهبنان اغلب کانسارها (همزاد و غیرهمزاد) از جمله کانسار گوجرتحت تاثیر هوازدگی قرار گرفته و زون های گوسانی سولفاتی با کانی انگلزیت، کربناتی با کا نی های سروزیت و اسمیت زونیت، مالاکیت و آزوریت و اکسیدهای آهن (هماتیت و گئوتیت) مشخص می باشند.

با توجه به نتایج حاصل از پردازش تصویر ماهواره‌ای این منطقه که در شکل ۱-۶ نشان داده شده است توسعه این زون گوسانی در محدوده گوجر یک کلید اکتشافی مهم جهت ادامه عملیات اکتشافی می‌باشد. این منطقه علاوه بر محدوده معدن فعلی در بخشهای جنوبی و شمالی معدن هم توسعه داشته که تاکنون کار اکتشافی خاصی روی آن صورت نگرفته است.

با توجه به نتایج بدست آمده از عملیات ژئوشیمیایی صورت پذیرفته در ناحیه و با توجه به وجود برخی از عیارهای بالا برای بعضی عناصر بخصوص روی، سرب و نقره در کنار عناصر فرعی مثل کادمیوم، آنتی‌موئن و ارسنیک که در فصل چهارم به تفصیل در مورد آن بحث شد وجود آنومالی ژئوشیمیایی در جنوب‌شرقی و بخش شمالی منطقه معدنی که منطبق با نتایج مطالعات دورسنجی می‌باشد محتمل است. با توجه به مجموع مطالعات صحرایی، سنجش از دور، ژئوشیمیایی و نتایج حاصل از مطالعه مقاطع صیقلی در محدوده کانسار گوجر یک منطقه آنومالی اصلی شناسایی شد که جهت مطالعات تفصیلی پیشنهاد می‌شود.

با توجه به مطالعات انجام شده در طی این پروژه و آنومالی‌های حاصل گردیده و طبقه‌بندی آنها به دو آنومالی A و B جهت ادامه مطالعات اکتشافی پیشنهاداتی در این مناطق داده می‌شود. کل مساحت این دو آنومالی ۶/۱ کیلومتر مربع می‌باشد (آنومالی A ۳/۴ و آنومالی B ۲/۷ کیلومتر مربع مساحت دارند) و آنومالی A از ارزش بیشتری جهت ادامه عملیات اکتشافی برخوردار است. شکل ۱-۷ نشان‌دهنده موقعیت آنومالی‌ها برروی

نقشه ماهواره‌ای محدوده می‌باشد. در جدول ۱-۲ هم مختصات گوشه‌های آنومالی‌های پیشنهادی برای ادامه کار آمده است.



شکل ۱-۶- موقعیت آنومالی‌های پیشنهادی بر روی تصویر پردازش شده منطقه گوجر که در آن موقعیت مناطق هدف مشخص شده است.

از آنجا که کانی‌سازی در این منطقه از نوع اپی‌ژنتیک یا غیرهمزاد بوده و با توجه به مطالعه حاضر و مطالعات قبلی میزان کانه‌های سولفوری در عمق کم بسیار محدود بوده و بیشتر کانی‌سازی از نوع ثانویه و اکسیدی می‌باشد مشخص کردن نقاط حفاری جهت اطمینان از کانی‌زایی در عمق و کاهش ریسک سرمایه-گذاری بسیار حائز اهمیت است. با توجه به عدم پاسخ مناسب کانی‌سازی اکسیدی به روشهای معمول ژئوفیزیکی و با توجه به گستردگی نسبی منطقه پتانسیل‌دار جهت کاهش هزینه اکتشاف تفصیلی باید مطالعات ساختاری و زمین‌شناسی دقیقی در منطقه صورت پذیرد. لازم به ذکر است چون عمق نفوذ روشهای ژئوفیزیکی حتی با

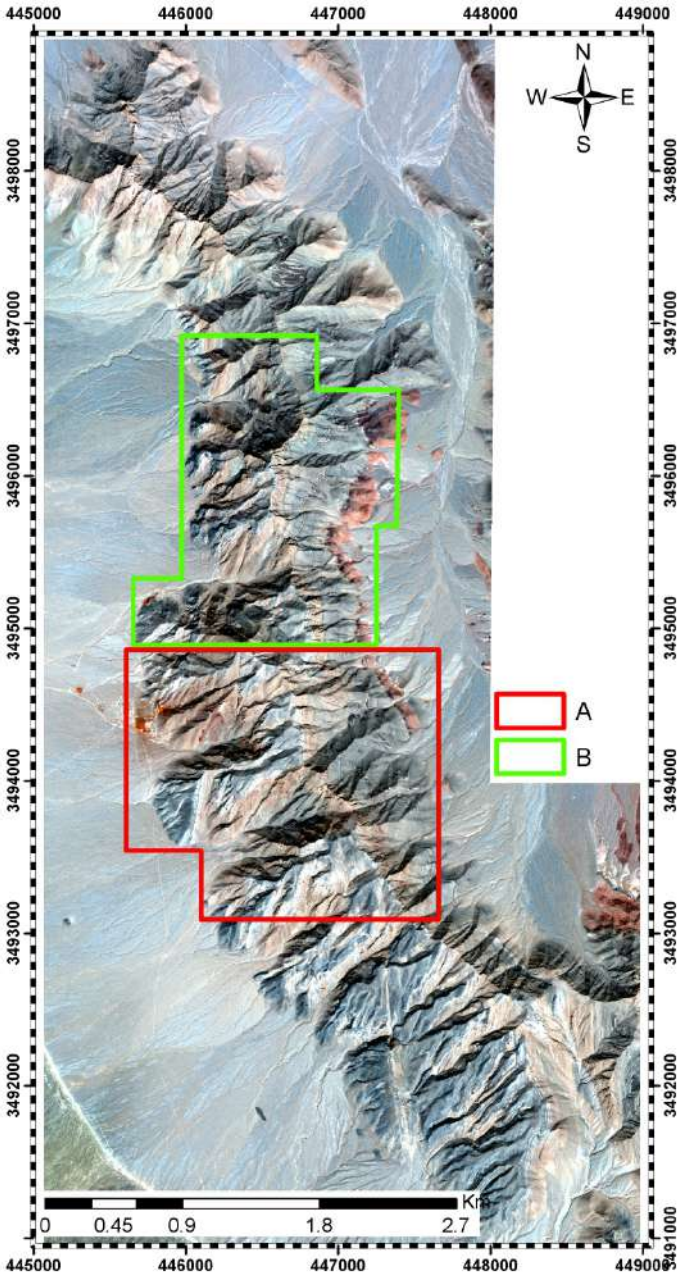
استفاده از دستگاههای با توان خروجی بالا و ولتاژ حداکثر محدود می‌باشد در مناطقی که تونل زیرزمینی وجود داشته باشد و در صورت امکان باید به منظور افزایش عمق نفوذ در داخل تونلها اقدام به برداشت نمود. که با توجه به پر پیچ و خم بودن تونلهای موجود عملا امکان پذیر نمی باشد. لذا در این منطقه عملیات ژئوفیزیکی محدود انجام گرفت و در گذشته نیز مطالعاتی صورت گرفته که جوابگو نبوده است. با توجه به عدم پاسخگویی روشهای ژئوفیزیکی در معدن باید بر اساس مطالعات زمین‌شناسی تفصیلی و وضعیت گسلهای منطقه اقدام به حفاری نمود.

جدول ۱-۲- مختصات رئوس آنومالی‌های پیشنهادی در منطقه گوجر.

آنومالی A	X	Y
۱	۴۴۵۶۰۷	۳۴۹۴۸۶۳
۲	۴۴۷۶۶۰	۳۴۹۴۸۶۳
۳	۴۴۷۶۶۰	۳۴۹۳۰۹۴
۴	۴۴۶۱۰۱	۳۴۹۳۰۹۴
۵	۴۴۶۱۰۱	۳۴۹۳۵۴۴
۶	۴۴۵۶۰۷	۳۴۹۳۵۴۴

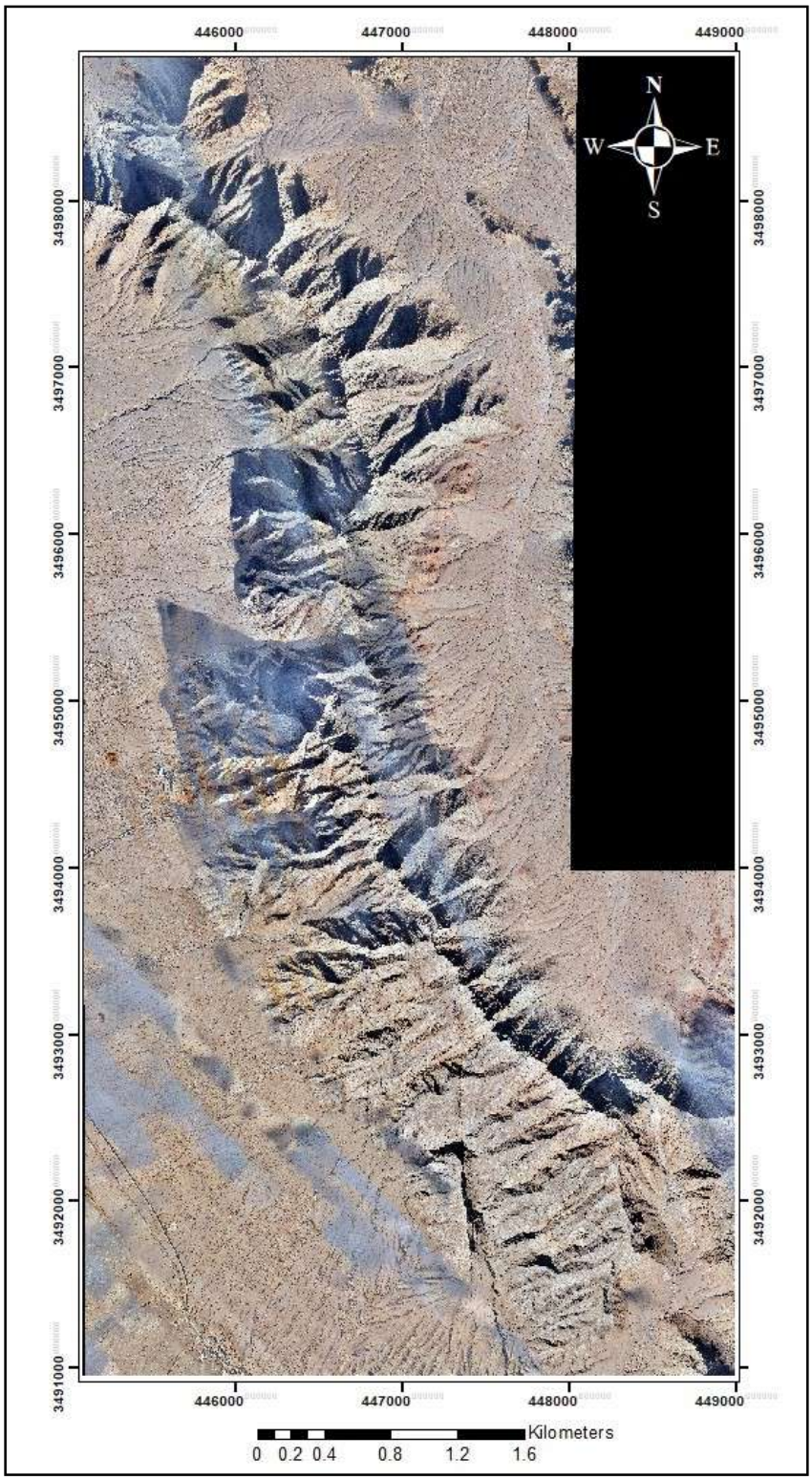
آنومالی B	X	Y
۱	۴۴۵۹۷۱	۳۴۹۶۹۲۰
۲	۴۴۶۸۶۰	۳۴۹۶۹۲۰
۳	۴۴۶۸۶۰	۳۴۹۶۵۶۵
۴	۴۴۷۴۰۰	۳۴۹۶۵۶۵
۵	۴۴۷۳۸۵	۳۴۹۵۶۷۴
۶	۴۴۷۲۵۰	۳۴۹۵۶۷۴
۷	۴۴۷۲۵۰	۳۴۹۴۸۹۴
۸	۴۴۵۶۵۴	۳۴۹۴۸۹۴
۹	۴۴۵۶۵۴	۳۴۹۵۳۲۸
۱۰	۴۴۵۹۷۱	۳۴۹۵۳۲۸

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل ۱-۷- موقعیت آنومالی‌های پیشنهادی برای ادامه عملیات اکتشاف تفصیلی در منطقه گوجر که بر روی تصویر ماهواره‌ای منطقه نشان داده شده‌اند.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل ۱-۸- تصویر موزائیک ارتوفتو محدوده معدنی سرب و روی گوجر تهیه شده توسط پهپاد در سال ۱۴۰۰

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

فصل دوم: خلاصه ای از زمین‌شناسی عمومی

۲-۱- مقدمه

ایران از دیدگاه زمین ساخت جهانی، بخشی از کمربند کوهزایی آلپ-هیمالیا به شمار می‌رود. این کمربند از خاور اقیانوس اطلس تا باختر اقیانوس آرام گسترش دارد. زمین‌شناسی ایران همچون سایر سرزمین‌های واقع در این منطقه در ارتباط با باز و بسته شدن دو اقیانوس پالئوتتیس و نئوتتیس می‌باشد و سیماهای تکتونیکی و چینه‌شناسی ناشی از بسته شدن این دو اقیانوس را می‌توان بخوبی در تاریخچه زمین‌شناسی آن مشاهده نمود. بر این اساس ایران را می‌توان به پهنه‌های اصلی زمین‌ساختی زیر تقسیم نمود (بربریان، ۱۹۷۶؛ بربریان و کینگ، ۱۹۸۱):

- نوار چین‌خورده زاگرس
- ایران مرکزی شامل مثلث میانی، آذربایجان، لوت، کوههای شرق ایران و البرز
- مکران
- کپه‌داغ

منطقه معدنی گوجر در زون ایران مرکزی قرار گرفته است. ایران مرکزی یکی از واحدهای اصلی و عمده‌ای است که به شکل مثلث در مرکز ایران قرار دارد و به عقیده بولن (۱۹۹۱) بین دو نوار کوهزایی دیرینه تتیس (در شمال) و نئوتیتس (در جنوب) واقع شده است. حد شمالی این زون، بلندیهای البرز و جنوب ـ جنوب غربی آن سنگ های آتشفشانی ارومیه ـ دختر قرار دارد. حد جنوبی وجنوب غربی آن توسط کمربندی از گسل های پرشیب و مستقیم که تا مزوزوئیک فعال بوده‌اند، از ناحیه سنندج ـ سیرجان جدا می‌شود (سنگور ۱۹۹۱). حد خاوری این زون چندان مشخص نیست، چرا که برخی زمین‌شناسان بلوک لوت را جزو ایران مرکزی و برخی دیگر قطعه‌ای جداگانه از آن می‌دانند. این زون بزرگترین و پیچیده‌ترین واحدهای زمین‌شناسی ایران به شمار می‌آید و حوادث متعددی را نیز پشت سر نهاده و بارها دستخوش دگرگونی، ماگماتیسم، کوهزایی و چین‌خوردگی شده است.

با توجه به تقسیم‌بندی نوگل سادات (۱۹۹۳،۱۳۶۸) بر اثر عواملی مانند سخت شدگی، پی‌سنگ، اشکوبهای ساختاری، توالی های چینه‌ای، دگرشکلی، مناطق دگرگونی و ماگمائی و کانسنگ زائی مربوط به آنها، ایران به ۹ پهنه اصلی و دو پهنه پایدار کناری (آبادان و سرخس) تقسیم شده است (شکل ۲ـ۱). بر این اساس محدوده ایران مرکزی، گسترش به نسبت زیادی را در بر می‌گیرد و رسوبات پرکامبرین (با ضخامت زیاد) تا عهد حاضر (رسوبات بادی مانند تپه‌های ماسه‌ای) در آن گسترش دارد. گسلهای نای‌بند در شرق، کویر بزرگ (درونه)

در شمال و شمال شرق، دهشیر در غرب و جنوب غرب آن را احاطه می‌کند که در امتداد این گسلها، افیولیتها بیرون زدگی دارند.

قدیمی‌ترین سنگهای ایران مرکزی، مربوط به سری مراد است که ترکیب آواری ـ آتشفشانی داشته و بر روی آن مجموعه ریزو و دزو قرار می‌گیرد که ترکیب کربناته دارد. سنگهای آتشفشانی بیشتر ترکیب اسیدی تا متوسط دارند و گرایش آنها آلکالن تا کالک آلکالن (با سن پرکامبرین پسین) است. همچنین در منطقه بافق نیز فعالیتهای ماگمائی وسیعی با ترکیب گرانیت و کوارتز پورفیر تا توده‌های بازی صورت گرفته که هم ارز گرانیت دوران است. فعالیتهای ماگمائی در این زمان همزمان با شروع کافت می‌باشد که در طی آن، سری کوشک، ریزو، دزو شکل می‌گیرند. سنگهای دزو نسبت به سری ریزو باریکتر بوده و گرایش آلکالن دارد.

رسوبات تریاس گرچه در بخش خاوری، مرکزی و باختری مثلث میانی تشکیل شده ولی در بخش خاوری به ویژه طبس دارای گسترش بیشتری نسبت به دیگر بخشهاست که دلیل آن عملکرد گسل کلمرد، کوهبنان و انار است. ضمنا آثار دگرگونی مربوط به این کوهزایی در بخش مرکزی بویژه در ساغند مشاهده می‌شود. در مثلث بهاباد، راور، کوهبنان، در سنگهای تریاس، کانه‌زایی وسیعی از سرب و روی رخ داده است و کانسارهای متعددی از قبیل گوجر، گور، ده عسگر، تاجکوه، باجگون، بن انار، گیجرکوه، طرز و ... را بوجود آورده است.

در دوره ائوسن نیز فعالیت آتشفشانی سبب ایجاد حجم‌های سترگ سنگهای آتشفشانی با ترکیب آندزیتی ـ داسیتی در امتداد گسلها شده است به گونه‌ای که در خاور گسل دهشیر ـ بافق این نوع فعالیتها در سطح وسیعی وجود داشته و تا عهد حاضر نیز به صورت تراورتن زایی ادامه دارد. در منطقه انارک با پی‌سنگ الترامافیک ـ مافیک در نتیجه عملکرد ماگماتیسم جوان کانه‌زایی گسترده فلزی آهن، طلا، مس، آنتیموان، سرب و روی رخ داده که در فلززائی منطقه معدنی انارک شرح آن آمده است.

در دوره کواترنر بسیاری از حوضه‌های رسوبی، همزمان با شکل‌گیری نهایی بلندیها، ارتباط خود را با دریاها از دست داده و بصورت سرزمینهای وسیعی درآمدند که در آنها رسوبات تبخیری مانند گچ و نمک همراه با رس و مارن با ویژگی مناطق کویری تشکیل شده است. از مهمترین کویرهایی که در مثلث میانی وجود دارند، می‌توان به کویر اردکان، ابرکوه، بافق و بیابانک اشاره کرد.

۲-۲- ویژگیهای ساختاری و زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

همانطور که گفته شد محدوده مورد مطالعه با توجه به تقسیم‌بندی ایالت‌های زمین‌ساختی ایران (اشتوکلین ۱۹۶۸، نبوی ۱۳۵۵) در ایالت زمین‌ساختی ایران مرکزی قرار داشته و در گوشه جنوب خاوری مثلث

ایران مرکزی جای می‌گیرد. اشتوکلین این ایالت را از زونهای ساختاری آلپی می‌داند و هوکریده و همکاران (۶۱-۱۹۶۰) نیز مدل چین‌خوردگی ناحیه مورد بحث را از نوع آلپی فرض می‌کنند.

بطور کلی این ایالت ساختاری در پالئوزوئیک شرایط پلاتفرمی داشته ولی در مزوزوئیک و ترشیری بشدت متحرک و پویا شده است. نوگل ساده (۱۹۷۸) در تقسیمات ساختاری ایران از یک مثلث میانی صحبت به میان می‌آورد که ضلع خاوری آن گسل نایبند، ضلع شمال باختری آن گسل درونه و ضلع جنوب باختری نیز به گسل تبریز ـ بزمان منتهی می‌گردد و جزئی از مثلث بزرگ ایران مرکزی اشتوکلین است. نوگل سادات معتقد است که تمامی حوادث تکتونیکی درون این مثلث تحت تاثیر حرکات این سه دسته گسل قرار داشته و الگوی کانی‌سازی گرمابی می‌تواند متاثر از حرکات مجدد این سه دسته گسل باشد.

سیمای اصلی منطقه مورد بحث را رویداد کیمرین پسین شکل می‌دهد که طی آن نهشته‌های پالئوزوئیک تا ژوراسیک بالا قبل ازپیشروی دریای نئوکومین چین خورده و ساختمانهای با امتداد شمال غربی ـ جنوب شرقی تحت تاثیر این فاز فشاری تشکیل می‌شود.

در ناحیه زرند ـ کرمان ـ کوهبنان، نهشته‌های کرتاسه با ناپیوستگی آشکار روی سنگهای ژوراسیک قرار گرفته‌اند. در ناحیه راور و لکرکوه روی این دگرشیبی را سنگهای نئوکومین پوشانده و مجموع مشاهدات فوق سن این چین‌خوردگی را ژوراسیک پسین معرفی می‌کند.

رخساره‌های آواری (کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز قاره‌ای) و نهشته‌های تبخیری (گچ) ژوراسیک پسین نیز حاصل عملکرد این فاز زمین‌ساختی است. از این زمان به بعد، بار دیگر محیطی دریایی در ایران مرکزی پدید می‌آید که در آن رسوبات آهک، مارن و شیل بر جای گذاشته می‌شود. دوره ترشیری در منطقه مورد بحث با روادید زمین‌ساختی مهمی آغاز می‌شود که به لارامید نسبت داده شده است. ساختارهای فلسی، راندگی‌ها و بریده شدن یال چینها پس از رویداد کیمرین پسین به این جنبش پیوند دارد و ناپیوستگی آشکار در قاعده سنگهای این دوره مؤید آن است. به دنبال این چین‌خوردگی چرخه جدیدی از رسوبگذاری با ترکیب کنگلومرا و ماسه سنگ (سازند کرمان) آغاز می‌شود.

از نقطه نظر تکتونیکی، این منطقه هنوز آرام نشده و ریزش نهشته‌های مختلف پالئوزوئیک بر روی نهشته‌های کواترنر در امتداد گسل کوهبنان، موقعیت گسل گوجر، تغییرات ریخت‌شناسی دره‌های جوان و آبهای سطحی در امتداد گسلهای فعال و وقوع زمین‌لرزه‌های مکرر در مناطق گسلی از نمونه‌های مشخص است.

۲-۳- زمین‌شناسی و چینه‌شناسی ناحیه‌ای در ارتباط با کانی‌سازی سرب و روی در محور راور – کوهبنان- بهاباد

از نقشه زمین‌شناسی هوکریده و همکاران (۱۹۶۲) (شکل ۱-۳) چنین برمی‌آید که اکثر کانسارها و نشانه‌های سرب و روی منطقه مورد مطالعه در درون سنگ آهکها و دولومیتهائی قرار دارند که هوکریده و همکاران آنها را با علامت PT (پرمین، تریاس) نمایش داده‌اند. در این بین معادن سرب و روی چاه‌میر و بهرام-آباد، گود وفاداری و اندیس کوه سنگ پنبه مستثنی می‌باشند. معدن چاه میر در درون ماسه سنگهای قرمز و سیلت استونهای ارغوانی پالئوزوئیک زیرین قرار گرفته‌اند. سنگ در برگیرنده ماده معدنی در معدن بهرام آباد آهکهای کرتاسه می‌باشد (سبزه‌ای، ۱۳۶۹). اندیسهای گودوفاداری و کوه سنگ پنبه در درون دولومیتهای سازند دزو و یا معادل سلطانیه قرار دارند (سبزه‌ای و افروز، ۱۳۷۰). کثرت رخداد کانه‌سازی در واحد PT بلافاصله این فکر را به ذهن زمین‌شناسی متبادر می‌نماید که کانسارهای مذکور وابستگی ژنتیک با رسوبگذاری مجموعه‌های رسوبی واحد PT دارند ولی این مجموعه‌های سنگی نقش دیگری را در تحولات ساختاری و کانی‌سازی به عهده دارند.

برای آنکه نقش واحد PT را در کانی‌سازی سرب و روی بدانیم لازم است نخست این واحد را از نظر چینه‌شناسی مورد بررسی قرار دهیم. مطابق اظهارات هوکریده و همکاران (۱۹۶۲) این واحد از کوارتزیت، دولومیت و سنگ آهکهای کربونیفر ـ تریاس تشکیل شده که در بعضی نقاط دونین را نیز شامل می‌شود. سبزه‌ای ۱۳۶۹ نشان داد که این واحد محدوده‌ای بین دونین میانی تا تریاس بالائی را شامل می‌شود.

بررسیهای مقدماتی روی در چارچوب طرح پی‌جویی سراسری سرب و روی نشان داد که اولاً مجموعه PT از نظر لیتولوژی یکنواخت نبوده و تغییرات رخساره‌ای جانبی در آنها بسیار زیاد است. بعنوان مثال در حالیکه این مجموعه در منطقه گوجر و طرز و ده عسگر بیشتر دولومیتی بدون فسیل است و سنگ آهکها فقط در بخش بالائی آن دیده می‌شوند. همین مجموعه در نزدیکی هجدک بیشتر آهکی بوده و بسیار غنی از فسیلهای براکیوپودها، مرجانها و ماهیها می‌باشند. ثانیاً این مجموعه‌ها از نظر سنی با آنکه در محدوده دونین تا تریاس بالائی قرار دارند ولی اجزاء مختلف این مجموعه‌ها در همه جا قابل انطباق با هم نیستند. مثلا دولومیت و آهکهای بشدت تبلور یافته کوه داوران و چاه الله و بطور کلی نواری که با امتداد شمال باختری ـ جنوب خاوری از کوه داوران شروع و به فنامان و چاری و آب ترش منتهی می‌گردد قابل انطباق با هیچکدام از واحدهای مجموعه PT در کوهستانهای زرند و کوهبنان و راور و لکرکوه نمی‌باشد.

مجموعه دولومیتی ـ آهکی PT مورد بحث در مناطق بهاباد ـ گوجر ـ طرز ـ آب بید ـ تاجکوه ـ دارای یک ویژگی بسیار جالب می‌باشند که صرف نظر از تغییراتی که در ضخامت واحدهای متشکله آن دیده می‌شود

از نظر لیتولوژی دارای یک نظم خاص می‌باشند. این نظم خاص در چگونگی قرارگیری واحدهای مختلف این مجموعه از پائین به بالا منعکس می‌باشد. پائین‌ترین بخش این مجموعه را تناوبی از دولومیتهای خاکستری روشن و خاکستری تیره بودار با ندولهای و باندهایی از چرت سیاه تشکیل داده‌اند.

مجموعه‌ای دیگری که میزبان کانی سازی سرب و روی گردیده ماسه سنگها و سیلت استونهائی است که به احتمال بسیار قوی معادل سازندهای نیور و پادها می‌باشد. این مجموعه میزبان کانی سازی در معدن چاه میر گشته است. نشانه‌های کانی‌سازی کم اهمیتی نیز در سری دزو مشاهده شده است.

۲-۳-۱- ساختارهای مهم موجود در منطقه

چنانچه گفته شد مجموعه‌های دولومیتی ـ آهکی PT از یکسو در زیر شیل و ماسه سنگهای Rhae – to – Liassic و از سوئی دیگر بر روی مجموعه‌های گچی مارنی و دولومیتی کالشانه ـ درنجال تکیه دارند. این موضوع از اهمیت ویژه‌ای بر خوردار است. مجموعه‌های آهکی ـ دولومیتی واحد PT که ذاتا شکننده می‌باشند مابین دو مجموعه سنگی خاص قرار گرفته است که بدلیل شیلی یا گچی ـ مارنی بودن کمتر شکننده می‌باشند و حالت Ductile دارند. این وضعیت باعث می‌شود که دولومیتها و سنگ آهکهای واحد PT در حوادث تکتونکی بشدت خرد شده و بعنوان میزبان محلولهای هیدروترمال عمل نماید. مسائل ساختاری این منطقه ابتدا توسط هوکریده و همکاران ۱۹۶۲ مورد بحث قرار گرفته و نقشه تکتونیکی آن توسط نامبردگان تهیه شده است.

ساختارهائی که در مورد کانی‌سازی سرب و روی از اهمیت خاصی برخوردارند روی نقشه هوکریده و همکاران ۱۹۶۲ نشان داده شده است و این نقشه بخوبی می‌تواند جوابگوی نیازهای اکتشافی باشد. نگاهی به نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰.۰۰۰ و نشانه‌های کانی‌سازی سرب و روی و نقشه ساختاری این منطقه بخوبی نشان می‌دهد که تمام نشانه‌های کانی‌سازی در دو دسته ساختار متمرکز شده‌اند که عبارتند از:

- ✓ *زونهای گسلی راندگی*

مانند زون گسلی چاری ـ خنامان ـ داوران، که در امتداد این زون نشانه‌های کانی سازی متعددی مانند چاه... داوران، آب ترش دیده می‌شود. زون راندگی آب بید نیز که معدن سرب آب بید در آن قرار دارد از همین رسته است. در این زونهای روراندگی بزرگ مجموعه‌های دولومیتی ـ سنگ آهکی واحد PT میزبان شکستگی‌ها و گاها میزبان محلولهای هیدروترمال قرار گرفته‌اند.

- ✓ *ساختارهای دیاپیری*

در منطقه مورد مطالعه سری دزو متعلق به کامبرین زیرین در بسیاری از موارد با شیوه دیاپیری تشکیلات روئی خود را شکافته و به بخشهای بالائی پوسته راه پیدا کرده است. هوکریده و همکاران ۱۹۶۲، این

ساختارها را در نقشه ساختاری خود بعنوان دیاپیرها و ساختارهای نوع دیاپیری از سری دزو نشان داده‌اند. دیاپیرهای مذکور یا از سطوح روراندگی‌های بزرگ مانند روراندگی کوه بنان ـ بهاباد بالا آمده‌اند و یا بصورت مجموعه‌های بظاهر بدون ارتباط با شکستگی‌های بزرگ رخنمون دارند. اما نگاهی به نقشه ساختاری هوکریده و همکاران (۱۹۶۲) و با عنایت به گزارش سبزه‌ای (۱۳۶۹) معلوم می‌گردد که این مجموعه‌های دیاپیری عمدتاً در سه منطقه تمرکز دارند که این سه منطقه محل پیچش‌های ساختاری است.

۲-۳-۲- توده‌های نفوذی موجود در منطقه

توده های نفوذی موجود در کمربندراور-کوهبنان که اغلب به صورت دایک،سیل و استوک در سازندهای مختلف تزریق شده‌اند، شامل توده‌های نفوذی با ترکیب بازی (گابرو و دیاباز)، حدواسط(سینیت-دیوریت) و اسیدی (گرانیت وگرانودیوریت)می‌باشند(قربانی و همکاران،۱۳۸۰). باتوجه به نقشه زمین شناسی هوکریده وهمکاران (۱۹۶۲)، بورنول (۱۹۶۸)، اظهارات دکترسبزه ای و افروز(۱۳۷۰)و ژکوویچ وهمکاران (۱۹۷۳) این توده‌های یفوذی از نظرسنی به چهار دسته تقسیم می شوند:

الف- توده های نفوذی اینراکامبرین که درسریهای دزو و ریزو مشاهده شده است (هوکریده وهمکاران ،۱۹۶۲ و ژکوویچ و همکاران ،۱۹۷۳).

ب- تودهای نفودی دوران اول که بیشتر در واحدهای تحتانی پالئوزوئیک (اردویسن-سیلورین-دونین) (هوکریده و همکاران ،۱۹۶۲ وژکوویچ و همکاران، ۱۹۷۳).

ج- توده های نفوذی مربوط به دوران دوم (کرتاسه)

د- توده های نفوذی ائوسن-الیگوسن

بطور کلی سه نوع توده نفوذی در ناحیه راور یافت شده است، توده های نفوذی گرانیتی- گرانودیوریتی، توده های نفوذی سینیتی و توده های نفوذی دیابازی (قربانی و همکاران،۱۳۷۹).

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

فصل سوم: مطالعات زمین‌شناسی صحرایی و معدنی

۳-۱- مقدمه

محدوده نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ گوجر در فاصله ۶۰ کیلومتری شمال‌شرق شهر راور واقع شده است. وسعت محدوده تهیه نقشه ۲۶ کیلومترمربع است که در قسمت مرکزی چهارگوش زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ راور و قسمت جنوب‌شرقی ورقه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بهاباد قرار گرفته است. واحدهای سنگی اصلی این محدوده از نظر زمانی مربوط به دوران اول و دوم زمین‌شناسی می‌باشند. این واحدها شامل سری‌های کربناته (سنگ آهک و دولومیت) می‌باشند که توسط رسوبات عهد حاضر احاطه شده‌اند. همانطور که در فصل قبل گفته شد از نظر زیرتقسیمات زمین‌شناسی ایران مرکزی منطقه گوجر در کمربند رسوبی راور-کوهبنان-بهاباد قرار گرفته است.

۳-۲- منطقه کانی زایی مثلث راور-کوهبنان-بهاباد

چنانچه گفته شد در نتیجه فازهای زمین‌ساختی پان‌آفریکن، سیمیرن پسین و سیمرین پیشین که در مرکز ایران اثر نموده، بلوکهایی مانند بلوک یزد، بافق، راور-کوهبنان-بهاباد و بلوک طبس تشکیل شد. این بلوکها حرکات متفاوتی در زمانهای جوان‌تر نسبت به هم داشته‌اند. این حرکات بیشتر از نوع بالا و پائین‌افتادگی نسبی است و در نتیجه، تغییرات رخساره‌ای خاص را در پالئوزوئیک پسین، مزوزوئیک و ترشیری نشان می‌دهند.

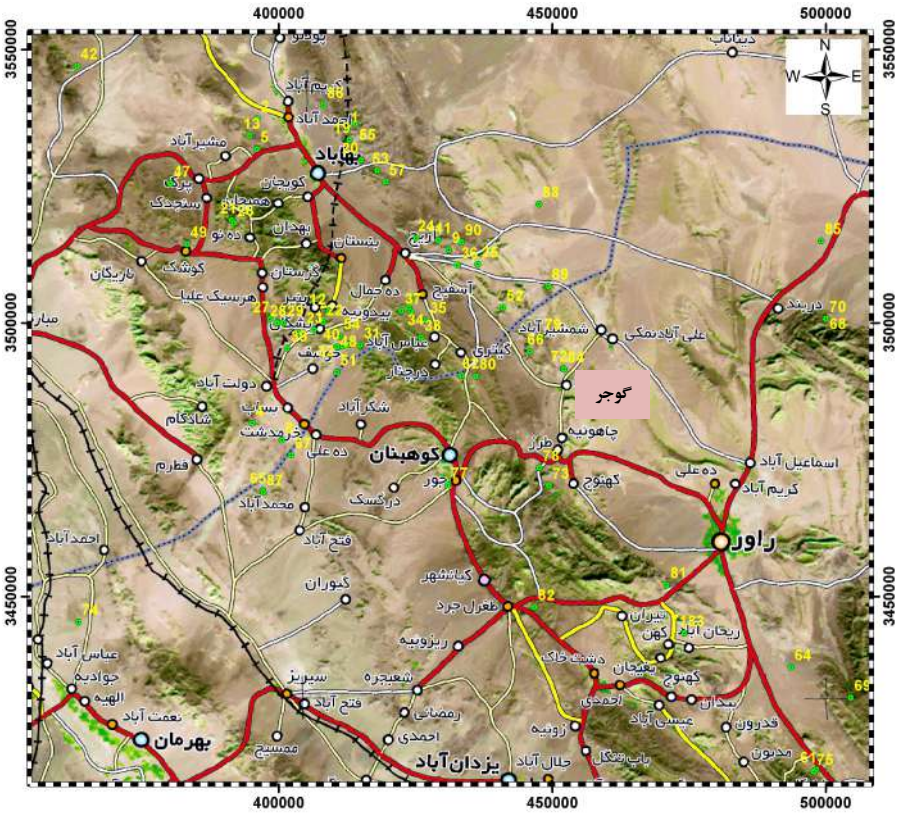
بلوک راور-کوهبنان-بهاباد در خاور و جنوب‌خاوری بلوک بافق و باختر بلوک طبس قرار دارد که می‌توان آن را در مرز دو بلوک بافق-طبس قرار داد. بلوک راور-کوهبنان-بهاباد، از نظر زمین‌شناسی و فلززایی، با بلوک بافق تفاوت بسیار دارد و به بلوک طبس شبیه است. از آنجا که این بلوک در کنار بلوک بافق قرار دارد از نظر کانی-سازی سرب و روی اهمیت دارد، که اشاره‌ای به ویژگیهای فلززایی و زمین‌شناسی آن می‌شود.

در این بلوک، بطور عمده سنگهای پالئوزوئیک بالا متشکل از ماسه‌سنگ و شیل سازندهای جمال و سرخ‌شیل (پرمین) و مزوزوئیک (تریاس-ژوراسیک زیرین) متشکل از دولومیتهای سازند شتری (تریاس) رخنمون دارند. در این بلوک، بیش از ۴۰ کانسار و نشانه معدنی سرب و روی شناخته شده که کانسنگ چیره آنها ترکیب اکسیدی دارد. اغلب، عیار روی، بیش از عیار سرب بوده و مجموع عیار بیش از ۱۲ درصد است.

پاره‌ای از کانسارها و نشانه‌های معدنی سرب و روی بلوک راور-کوهبنان-بهاباد عبارتند از تاجکوه، احمدآباد، باجگون، آب‌بید، تپه‌سرخ، ده‌عسکر، گوجر، طرز، گور، مگسو، غارو، کاروانگاه، خورند، گیجرکوه، ریگ‌کلاغی و ... که موقعیت جغرافیایی این بلوک به همراه کانسارها و اندیسهای موجود در شکل ۳-۱ و در نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ راور (شکل ۳-۲) نشان داده شده است. تقریبا همه کانسارها و نشانه‌های معدنی بلوک راور-

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

کوهبنان-بهاباد دارای سنگ میزبان دولومیتی بوده و دولومیتها، اغلب به سازند شتری (با سن تریاس زیرین-میانی) تعلق دارند.

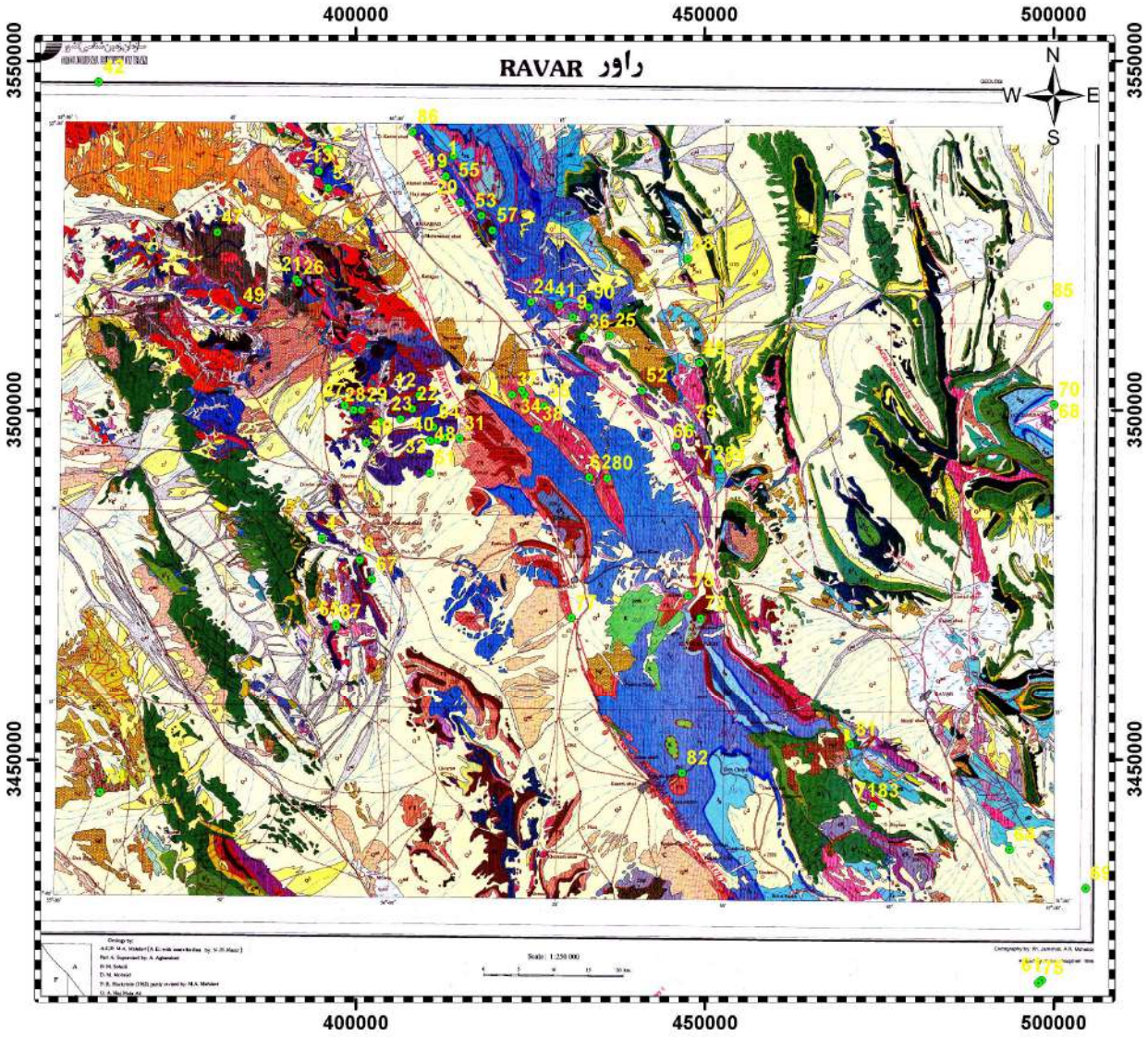


شکل ۳-۱- موقعیت جغرافیایی مثلث معدنی راور-کوهبنان-بهاباد و توزیع کانسارهای رسوبی سرب و روی در آن.

ارتباط نزدیکی بین ماده معدنی این کانسارها با گسلهای این منطقه وجود دارد. حضور گسلهای بزرگ متعدد در سراسر منطقه و نیز گسلهای محلی و کوچک از جمله گسلهایی که اصولا جایگیری ماده معدنی تاجکوه و گیجرکوه در راستای آنها صورت گرفته است، به عنوان شاهدی علیه منشا سینژنتیک اغلب کانسارها در این نواحی است. دگرسانیهای دولومیتی، سیلیسی و پیریتی شناسایی شده در سنگهای دربرگیرنده کانسارهای مورد مطالعه دلیل دیگری بر ثانویه (اپیژنتیک) بودن منشا آنها است. شکلهای کانیسازی که بصورت پرکننده فضاهای خالی و رگه‌ای و جانشینی و برشی می‌باشند، حاکی از این مطلب است که ژنز کانسارها نه در زمان رسوبگذاری بلکه پس از آن و در فضاها و تخلخلهای ثانویه ایجاد شده است.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

شرایط فیزیکوشیمیایی بویژه دمای تشکیل دولومیتهای رگه‌ای درشت بلور، ایجاب می‌کند که آنها محصولی از مراحل آخر دیاژنز و فعالیتهای اپی‌ژنتیک و هیدروترمال باشند. آنها عموما بصورت سیمانی که حفره‌ها را پر می‌کنند ظاهر می‌شوند.



شکل ۳-۲- نقشه زمین‌شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ راور و موقعیت کانسارهای سرب و روی مثلث معدنی راور-کوهبنان-بهاباد در آن.

۳-۳- زمین‌شناسی منطقه معدنی گوجر

۳-۳- ۱- زمین‌شناسی ناحیه‌ای منطقه معدنی گوجر

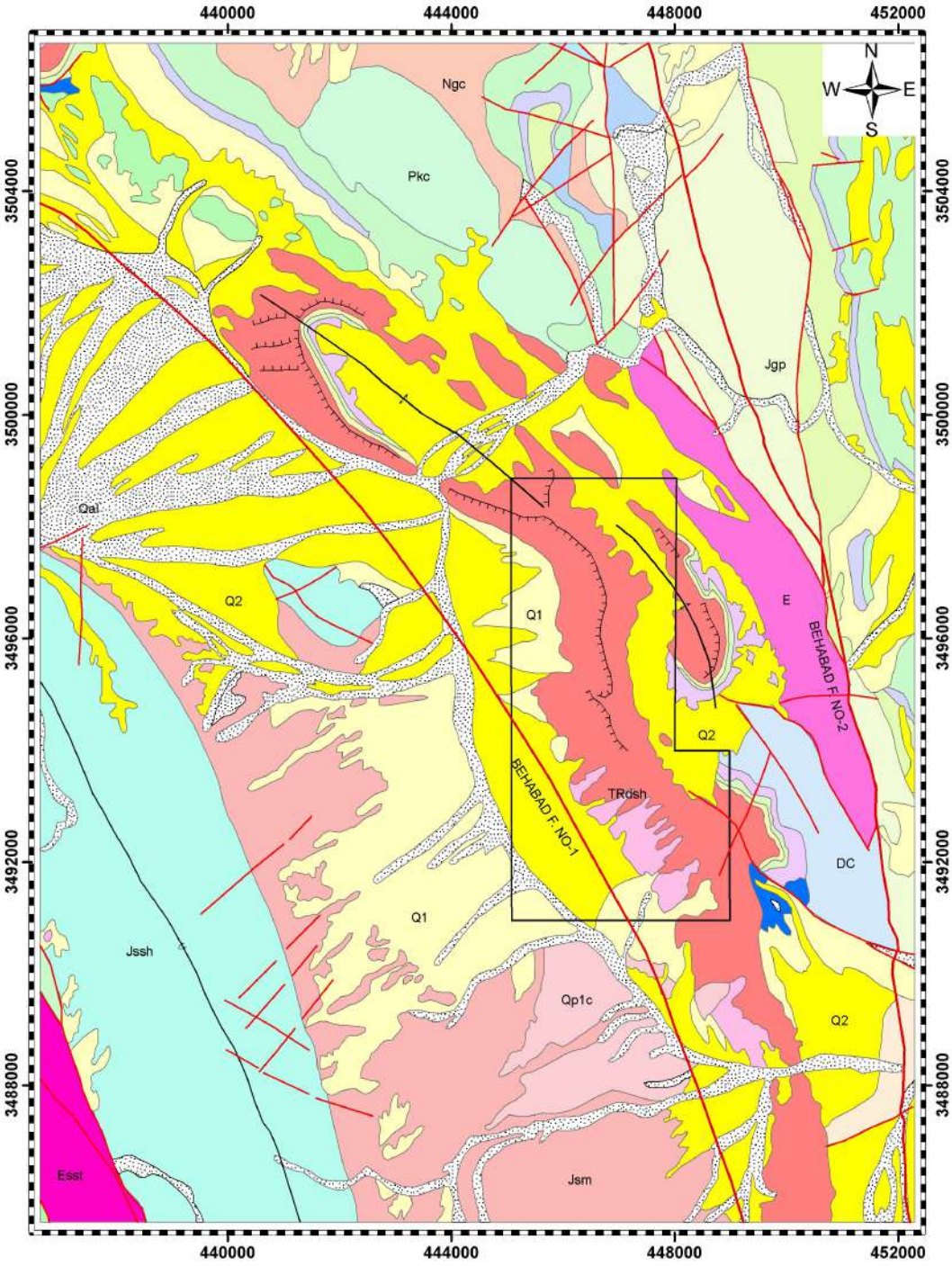
کهن ترین سازندهایی که در این منطقه رخنمون دارند سری ریزو به سن کامبرین است که در شمال دهکده ی گوجر بیرون زده اند. این سازندها بطور عمده از ژیپس، مارن با میان لایه هایی از ماسه سنگ و سنگ های آتشفشانی است. در باختر گسله‌ی اصلی کانسار گوجر رخنمون دارد که چین خوردگی آن بسیار درهم و به هم ریخته است. بر روی این مجموعه، تناوبی از دولومیت های سیاه رنگ و کرمی، گداره های بازیک سبز رنگ و ژیپس جای دارد، که این سری با دزو قابل قیاس است (قربانی و همکاران، ۱۳۷۹). بر روی سری دزو و سری های کنگلومرایی همراه با قطعات سری های دزو و ریزو می نشیند.

ماسه سنگ های رسی، آرکوزی وابسته به سری داهو بر روی سری دزو می نشیند و نفوذ دایکها، دگرگونی مجاورتی در آنها پدید می آورد. برروی سری داهو سازه هایی نهشته شده است که آن را می توان به دو بخش تقسیم کرد. بخش زیرین که بطور عمده از گچ و مارن تشکیل شده و بر روی ماسه سنگ های قرمز داهو می نشیند و قابل قیاس با زیرترین بخش سازند میلا است. بخش رویی که بر روی سازند کالشانه می نشیند و تناوبی است از ماسه سنگ سیلتی، سیلتستون قرمز و دولومیت هایی به رنگ قهوه ای کم رنگ تا نارنجی، سن این واحدها مشخص نیست ولی احتمالاً با بخش بالایی سازند میلا قابل قیاس بوده و کامبرین بالایی است.

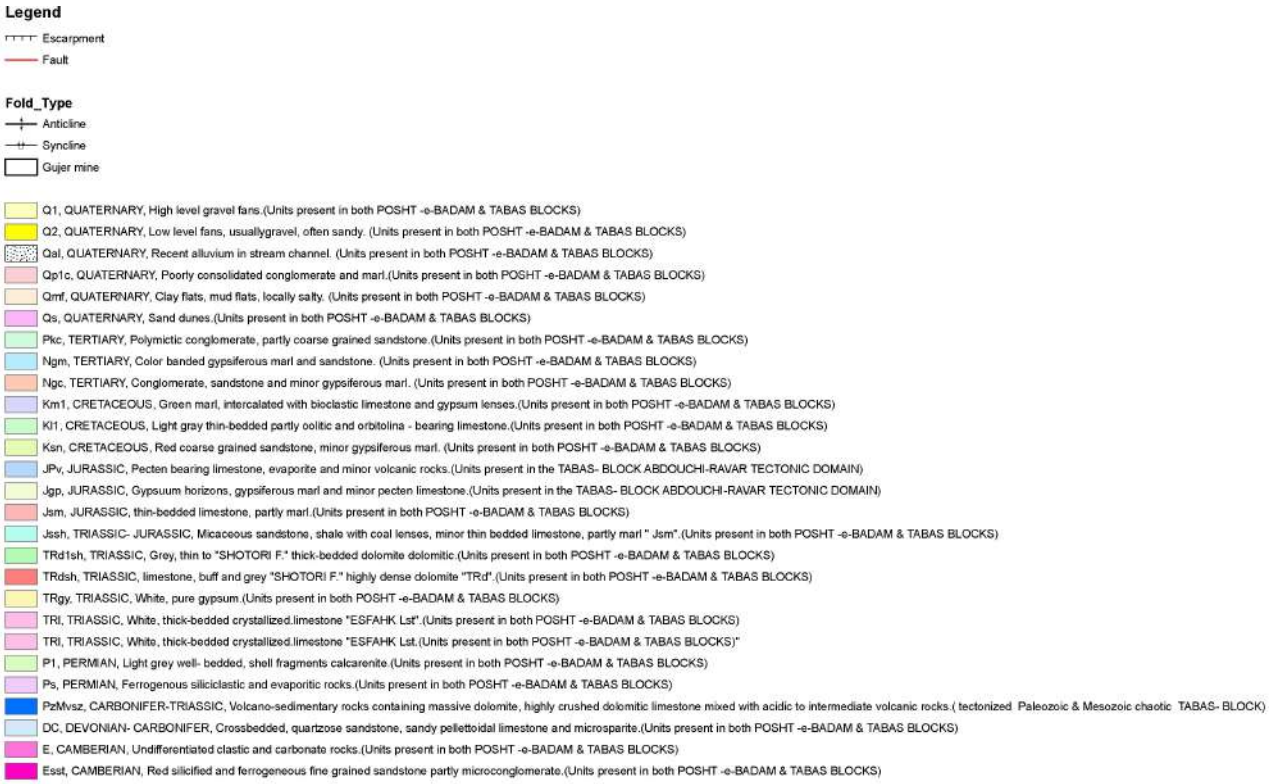
بر روی این دو واحد مجموعه ای از سنگ های دولومیتی و آهکی می نشیندکه درآنها به ترتیب از قدیم به جدید واحدهای دونین زیرین، میانی، بالایی قابل تشخیص است. این بخش ها در محدوده ی کانسار از بیشترین گسترش برخورد دار است.

از نقطه نظر چینه‌شناسی قدیمی‌ترین سنگهای منطقه به سن کامبرین (سری ریزو و دزو) توسط رسوبات ماسه‌سنگی و آهکی دونین-کربونیفر پوشیده شده‌اند. ماسه‌سنگهای آهکی و تبخیریهای پرمین در مرحله بعدی تشکیل شده‌اند. بخش اصلی دولومیتها و سنگ‌آهکهای تریاس متعلق به سازند شتری هستند. رسوبات ژوراسیک که بیشتر متعلق به سازند شمشک هستند و در بخشهای جنوب‌غرب و شمال منطقه رخنمون دارند. سنگ‌آهک، ماسه‌سنگ و کنگلومرا تشکیل یک توالی ضخیم را در کرتاسه داده‌اند. رسوبات ترشیاری شامل کنگلومرا و ماسه-سنگ با کمی مارن از زمان پالئوسن متعلق به کنگلومرای کرمان آغاز شده و نهایتا بیشترین رخنمون توسط کنگلومراهای نئوژن دربرگرفته شده است. مخروط‌افکنه‌های و رسوبات آبرفتی کواترنر دشتهای وسیع منطقه را پوشش داده‌اند. در شکل ۳-۳ نقشه زمین‌شناسی بخشی از منطقه که در آن موقعیت محدوده گوجر هم مشخص گردیده نشان داده شده است.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲۴۷۳۴۷۱-۰۳۴



شکل ۳-۳- نقشه زمین‌شناسی ناحیه‌ای منطقه گوجر استخراج شده از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ با تغییرات.



ادامه شکل ۳-۳- راهنمای نقشه

۳-۳- ۱- زمین‌شناسی محلی منطقه معدنی گوجر

بر اساس نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰۰ و ۱/۱۰۰۰۰۰ (شکل ۳-۳) تمام توالی کربناتی موجود در منطقه گوجر متعلق به سازند شتری به سن تریاس می‌باشد. ولی بر اساس مطالعات زمین‌شناسی محلی و تفصیلی این سنگها متعلق به دونین-کربونیفر و تریاس زیرین تا میانی می‌باشند. بطور کلی بر اساس مطالعات نقشه‌های ۱/۵۰۰۰ (دکتر قاسمی) و ۱/۱۰۰۰ (شرکت خاک خوب) و مطالعه حاضر واحدهای اصلی که در منطقه معدنی گوجر وجود دارند به شرح ذیل می‌باشند:

واحد هم‌ارز سازند کالشانه (KA) به سن کامبرین میانی که در نیمه شرقی محدوده رخنمون داشته و دارای تناوبی از واحدهای گچی، مارن، دولومیت، شیل و ماسه‌سنگ می‌باشد. حضور میزان زیادی ژیپس باعث روشن شدن سن این واحد شده که با توجه به وجود آن در کنار درصد بالای موادآلی موجود در دولومیتها و ساختارهای رسوبی مثل ریپل مارک محیط ته‌نشست این واحد رسوبی یک محیط کم‌عمق بوده است. در بخش

فوقانی این واحد لایه‌های دولومیتی با ضخامت چندین متر حضور دارند که به دلیل حضور مقدار زیادی مواد آلی به رنگ خاکستری تا خاکستری تیره بصورت هوازده و تازه دیده می‌شوند.

واحد هم‌ارز سازند درنجال (DJ) بر روی واحد KA به سن کامبرین میانی-بالایی قرار دارد که تناوبی از دولومیت‌های قرمز روشن تا صورتی با ضخامت لایه‌بندی حداکثر ۰/۵ متر و درون‌لایه‌های از جنس ماسه‌سنگ سیلتی و شیل‌های قرمز با ضخامت حداکثر ۱۰۰ متر می‌باشند.

واحد هم‌ارز سازند نیور و پادها (NP) به سن سیلورین تا دونین تحتانی که بیشتر در بخش شرقی منطقه دیده می‌شود. این واحد در بیشتر مناطق به دو بخش تقسیم می‌شود. بخش زیرین (NP1) با ضخامت ۱۰ تا ۱۳ متر شامل ماسه‌سنگ کوارتزآرنیتی و سیلتاستون قرمز تیره با درون‌لایه‌هایی از جنس شیل و برخی مناطق دولومیت کرم رنگ (که در این بخشهای دولومیتی گاهی ضخامت به ۲۰ تا ۲۵ متر می‌رسد)می‌باشد. بخش بالایی (NP2) که تناوبی از لایه‌های شیلی، دولومیتی و ماسه‌سنگ کوارتزآرنایتی سفید رنگ بر روی بخش قاعده‌ای از جنس ماسه‌سنگ آرکوزی سفید قرار دارد.

واحد هم‌ارز دولومیت سیبزار (D) به سن دونین بالایی با ضخامت ۱۲۰ تا ۱۴۰ متر بطور هم‌شیب بر روی واحد NP و بطور هم‌شیب و همساز در زیر واحد (DC1) قرار گرفته که گسترش زیادی در منطقه داشته و شامل دولومیت خاکستری تا خاکستری تیره و بندرت کرم رنگ است. ضخامت لایه‌های دولومیتی در حدود چند ده سانتیمتر تا چند متر است و در بخش قاعده‌ای میان لایه‌های نازک شیلی و در بخش فوقانی میان لایه‌های چرتی که ضخامت آنها گاهی به ۲۰ سانتیمتر می‌رسد به چشم می‌خورد. در بخش‌های میانی این واحد می‌توان دو افق دولومیتی تیره‌رنگ تا سیاه و تا حدودی بدبو با ضخامت ۵ تا ۱۰ متر مشاهده کرد که توسط لایه‌های دولومیتی با ضخامت ۴- تا ۵۰ متر از هم جدا شده‌اند. در این واحد ضخامت لایه‌های دولومیتی بسمت بخشهای فوقانی زیاد شده و میزان باندها و نودولهای چرتی نیز بسمت بخشهای فوقانی افزایش می‌یابد. دولومیتهای موجود در این واحد در اثر دولومیتی شده ثانویه تشکیل شده که با کاهش حجم همراه است.

واحد (DC1) به سن دونین میانی تا کربونیفر زیرین با ضخامت ۱۱۰ تا ۱۲۰ متر دولومیت‌های ضخیم لایه تا توده‌ای با ضخامت لایه‌بندی ۵ تا ۶ متر بر روی واحد D قرار داشته که به لحاظ تجمع ماده معدنی در بخشهای قاعده‌ای آن اهمیت زیادی دارد. رنگ هوازده دولومیتهای این واحد کرم تا قهوه‌ای روشن و رنگ سطح تازه آن خاکستری روشن تا کرم با بافت دانه شکری است. با توجه به مطالعات قبلی این واحد در اصل ترکیب آهکی داشته که در اثر دولومیتی شدن ثانویه باعث ایجاد فضای خالی جهت جریان سیالات کانه‌دار سرب و روی در سنگ شده است. نفوذ آبهای فرورو اسیدی بداخل لایه‌های دولومیتی موجب انحلال آنها و ایجاد کارستهای انحلالی شده که این فضاهای کارستی در تمرکز سرب و روی نقش مهمی داشته‌اند.

واحد (DC2) با ضخامت حدود ۵۰ تا ۶۰ متری به سن دونین بالایی تا کربونیفر زیرین بطور هم‌شیب و همساز بر روی واحد DC1 و در زیر واحد MT قرار دارد و شامل تناوبی از دولومیت و آهک می‌باشد. دولومیت-های آن به رنگ کرم تا قهره‌ای روشن و میان لایه‌های آهکی آن به رنگ خاکستری روشن است. ضخامت لایه-بندی در بخشهای دولومیتی ۱/۵ تا ۲ متر و در بخشهای آهکی حداکثر تا ۰/۵ است. دولومیتی شدن در این واحد نیز مشاهده می‌شود.

واحد (MT) به سن تریاس میانی تا بالایی و شامل لایه‌های آهکی خاکستری روشن تا تیره بوده و فاقد پدیده دولومیتی شدن می‌باشد. در بخشهای قاعده‌ای این واحد در بسیاری مناطق یک لایه چرتی با ضخامت ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر و نودولهای فراوان چرت مشاهده می‌شود. با توجه به سن تریاس مرز این واحد با واحد DC2 هم‌شیب و شامل یک ناپیوستگی فرسایشی است و با دو لایه آهکی سیاه رنگ قاعده‌ای براحتی از واحد DC2 قابل تفکیک است. این واحد بطور هم‌شیب در زیر واحدهای تخریبی تریاس بالایی-ژوراسیک زیرین قرار گرفته ولی با توجه به اینکه همبری فوقانی آن قابل مشاهده نیست ضخامت تخمینی چند ده متر برای آن در نظر گرفته‌اند.

واحد (Ng) یک گنگلومرای پلی‌میکتیک با قلوه‌هایی از جنس آهک و سنگهای قدیمی‌تر با ضخامت چند ده متر است که در جنوب‌شرقی محدوده قرار دارد و با یک دگرشیبی زاویه‌دار واحدهای قدیمی‌تر را می‌پوشاند.

واحدهای رسوبی کواترنری (Qt و Qal) شامل پادگانه‌های آبرفتی بلند و مخروط‌افکنه‌های قدیمی شامل قلوه‌سنگهای ریز و درشت، ریگ، ماسه و خاک و مخروط‌افکنه‌ها و پادگانه‌های آبرفتی جوان حاشیه رودخانه‌ها (Qt) و آبرفتهای بستر رودخانه‌های فعلی (Qal) می‌باشند که ضخامت آنها با در شدن از ارتفاعات افزایش یلفته و به چند ده متر می‌رسد. همچنین در این رسوبات قطعات کانی‌سنگین مربوط به کانه‌زایی سرب و روی و آثار گوسانهای منطقه بخوبی قابل رویت است.

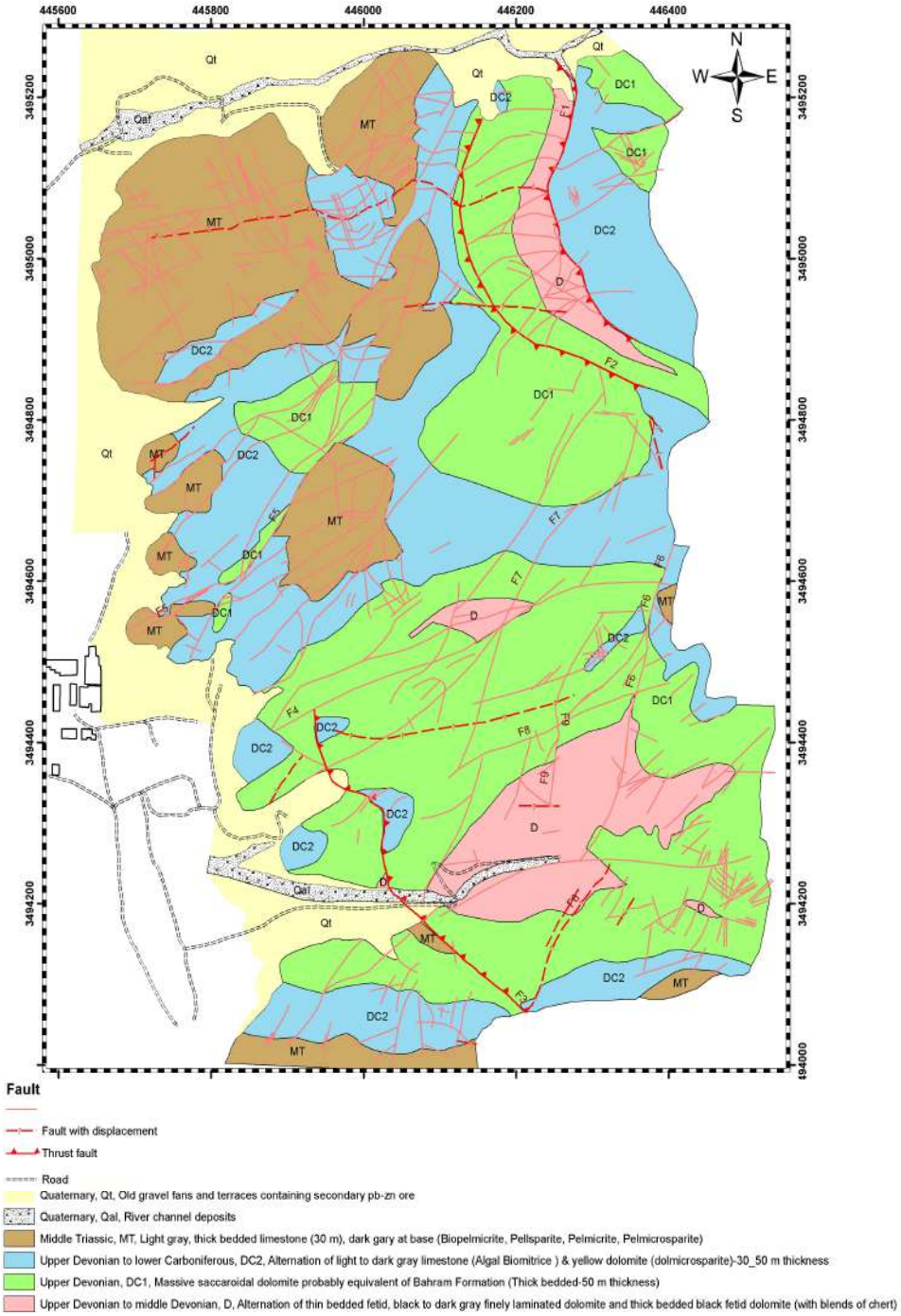
شکل ۳-۴ نقشه زمین‌شناسی بخش مرکزی معدن گوجر را نشان می‌دهد که در آن واحدهای اصلی منطقه مشخص گردیده است.

۳-۳-۲- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه معدنی گوجر

منطقه گوجر از دیدگاه تقسیم‌بندی ساختاری در خرده قاره ایران مرکزی قرار دارد. ایران مرکزی بوسیله دسته گسلهای مستقیم و پرشیب از زون سنندج-سیرجان جدا می‌شود و خود به دو ناحیه مجزا تقسیم می-گردد. صفحه شمال‌غربی شامل نواحی واقع در شمال گسل درونه و جنوب رشته‌کوه البرز بوده و به سمت غرب تا آذربایجان ادامه دارد. خرده قاره ایران مرکزی بوسیله کمربند افیولیتی سیستان، نائین-بافت و مکران و گسل درونه و کمربند افیولیتی سبزوار در شمال آن محدود شده است. خرده قاره ایران مرکزی بوسیله گسلهای

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

امتدادلغز طویل راست‌بر با راستای شمالی-جنوبی به سه بلوک مجزا به ترتیب از غرب به شرق شامل بلوک یزد، بلوک طبس و بلوک یزد تقسیم می‌شود که منطقه گوجر در بلوک طبس قرار گرفته است.



شکل ۳-۴- نقشه زمین‌شناسی بخش مرکزی معدن سرب و روی گوجر استخراج شده از نقشه ۱/۱۰۰۰ با اصلاحات.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲۴۷۳۴۷۱-۰۳۴

۳-۳-۲- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه معدنی گوجر

بر اساس نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ منطقه (شکل ۳-۳) گوجر متعلق به اقلیم تکتونیکی آبدوغی-راور می‌باشد که مرز جنوب‌غربی این ناحیه توسط گسل ناحیه‌ای شماره ۱ بهاباد و مرز شرقی آن توسط گسل شماره ۲ بهاباد محصور شده است. هر دو این گسلها امتدادلغز دارای جهت شمال-شمال‌غرب و شیب عمومی SW هستند. مهمترین ساختارهای موجود در این منطقه چین‌های بسته تا برگشته و گسلهای مورب‌لغز که حرکت غالب در طول آنها امتدادلغز می‌باشد بوده که بنا به عقیده دکتر قاسمی (۱۳۸۶) عامل ایجاد آنها حرکت امتدادلغز در طول گسل امتدادلغز بهاباد ۱ که از غرب محدوده می‌گذرد می‌باشد. گسل بهاباد ۱ با راستای شمال‌غرب-جنوب‌شرق طولی بیش از ۱۵۰ کیلومتر داشته که تقریباً موازی گسل کوهبنان می‌باشد و حرکت آن بصورت امتدادلغز راست لغز می‌باشد که جدا کننده اقلیم‌های تکتونیکی بهاباد-زرند و آبدوغی-راور است و بخش زیادی از آن توسط نهشته-های کواترنری پوشیده شده است.

بر اساس نقشه ۱/۱۰۰۰ و مطالعات قبلی گسلها در منطقه معدنی گوجر به دو دسته گسلهای نرمال و گسلهای معکوس یا رورانده تقسیم می‌شوند. گسلهای نرمال مثل گسلهای F4، F5 و F6 امتداد شمال‌شرق-جنوب‌غرب و شیب به سمت جنوب‌شرق دارند. در همه آنها حرکات عمودی و امتدادلغز ترکیب شده است. گسلهای معکوس یا رورانده شامل گسلهای F2 و F3 می‌باشند.

۳-۴-کانه‌زایی سرب و روی در منطقه معدنی گوجر

کانی سازی اصلی در گوجر از نوع ثانویه است که بطور عمده در درون آهک ها و دلومیت های دونین-تریاس قرارگرفته است. کانی سازی اصلی ازنوع کانیهای ثانویه روی باشد و مقدار سرب به مراتب کمتر است. قسمت بیشتر کانی های باقیمانده ی روی در معدن از نوع همی مورفیت است و بخش زیادی از کانی سازی پرعیار شامل انگلزیت، سروسیت و هیدروزینسیت.

کانه روی پر عیار با رنگ صورتی آجری و بسیار دانه ریز است و با کانی های همی مورفیت، هیدروزینسیت، دولومیت و کلسیت همراه است. کانه سرب و روی پر عیار همراه با اکسید های کم عیار به رنگ قرمز تازرد (هماتیت، گوتیت)، کلسیت ، همی مورفیت، هیدروزینسیت، هماتیت، گوتیت، سروسیت، کوارتز و دولومیت تشکیل شده است. با توجه به مطالعات قبلی و مطالعه حاضر با توجه به کانه‌های موجود در دپو معدن مهمترین کانیهای سولفیدی اولیه در کانسار گوجر عبارتند از:

گالن (PbS)، اسفالریت (ZnS)، پیریت (FeS_2) و کالکوپیریت ($CuFeS_2$).

گالن در اثر هوازدگی به کانی های سروزیت و انگلزیت تجزیه شده است. واکنشهای زیر چگونگی تبدیل گالن به کانیهای فوق را نشان می دهد.

$$PbS + 2O_2 \longrightarrow PbSO_4$$

$$PbS + 2Fe^{3-} + 3SO_4^{2-} + 1.5O_2 + H_2O \longrightarrow PbSO_4 + 2Fe^{2+} + 2H^+ + 2SO_4^{2-}$$

اسفالریت نیز همانند گالن تجزیه شده و از بین رفته است و به هماتیت و همی مورفیت (کالامین) تبدیل شده است. به علت اینکه انگلزیت و سروزیت در زون های هوازده پایدار است و اسفالریت و گالن را احاطه می کنند عمل هوازدگی بیشتر اسفالریت و کمتر گالن را در بر می‌گیرد. برای انحلال بهتر اسفالریت و تشکیل اسمیت زونیت (ZnCO3)، هیدروزنکیت و همی مورفیت وجود آب و هوای نیمه خشک و سولفات فریک الزامی است. در محیط های آهکی سولفات روی وارد واکنش شده و اسمیت‌زونیت و ژیپس تشکیل می‌شود.

$$Zn^{2+} + 2Fe^{2-} + 3SO^{2-} + H_2O + 1.5O_2 \longrightarrow Zn^{2-} + 2Fe^{2+} + 2H^+ + 4SO_4$$

$$Zn^{2-} + SO_4^{2-} + CaCO_3 + 2H_2O \longrightarrow CaSO_4 + 2H_2O + ZnCO_3$$

پیریت به صورت دانه های ریز در مقاطع دیده می شود که برخی از آنها اکسید شده و فقط قالبهای آن برجای مانده است.

زون اکسیدی تا عمق ۱۵۰ متری از سطح زمین گسترش دارد و کارستهای موجود در سنگهای کربناتی توسط این کانیهای ثانویه پر شده‌اند. مهمترین کانیهای منطقه اکسیدی معدن گوجر که در مطالعات قبلی، و مطالعه حاضر و نتایج حاصل از مطالعات XRD (پیوست ۲) شناسایی شده‌اند عبارتند از:

Smithsonite $ZnCO_3$ Hemimorphite Zn4(Si2O7)(OH)2.H2O Hydrozincite $Zn_5(CO_3)_2(OH)_6$
Willemite Zn_2SiO_4 Cerussite $PbCO_3$ Anglesite $PbSO_4$ Hematite Fe_2O_3 Goethite FeO(OH)
Limonite $FeO.OH.nH_2O$ Malachite $Cu_2CO_3(OH)_2$ Azurite $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

بطور کلی ماده معدنی با ساختارهای توده‌ای، کلوروفرم و برشی و بصورت مخلوطی از کانیهای ثانویه دیده می‌شود ولی مهمترین ساخت در این کانسار ساخت رگه‌ای است و نشان دهنده تبعیت کانسارسازی از روند گسلهای موجود در منطقه است. بافت عمده نیز بافت سوپرژن است. همی‌مورفیت بصورت شعاعی دیده می‌شود که به همراه گئوتیت و هماتیت بافت سوپرژن نشان می‌دهند.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

کانیهای موجود در گوسان هماتیت، گئوتیت و لیمونیت می‌باشند. مهمترین دگرسانیهایی که در این کانسار دیده می‌شوند کربناتی شدن و هماتیتی شدن است.

شکل ۳-۵ نمونه ای از گوسان های سطحی محدوده مورد مطالعه

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

فصل چهارم: مروری بر مطالعات ژئوشیمیایی سنگی قبلی

۴-۱- مقدمه:

اکتشافات ژئوشیمیای یکی از روشهای مهم جهت پی‌جویی ذخائر معدنی می‌باشد. هدف از بررسیهای اکتشافی ژئوشیمیایی، مشخص کردن مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می‌باشد. روش اکتشافات ژئوشیمیایی برای اکتشاف کانسارهای فلزی و چند فلزی مانند کانسارهای مس و کانسارهای فلزات پایه مثل سرب و روی مناسب است. نتایج حاصل از این داده‌های اکتشافی می‌تواند در تحلیل ایالات ژئوشیمیایی و شناخت الگوهای ژئوشیمیایی ناحیه‌ای و همچنین مناطقی که در آنها احتمال کشف نهشته‌های کانساری بیشتر می‌باشد، بسیار موثر واقع شود. همچنین در این روش با اندازه‌گیری عناصر دیگری که به عنوان ردیاب و نشانه کانی‌زایی کانسارهای دیگر استفاده می‌شوند، می‌توان به اکتشاف این ذخائر معدنی پرداخت. علت کارایی ژئوشیمی اکتشافی در موارد فوق این است که روش‌های ژئوشیمیایی روش‌های مستقیمی هستند که در آنها برای کشف و ثبت بی‌هنجارهای حاصل از فراوانی غیرعادی یک عنصر معین، خود آن عنصر و یا عنصری در ارتباط با آن، اندازه‌گیری و سنجیده می‌شود.

محدودهٔ معدنی گوجر وسعتی در حدود ۲۶ کیلومتر داشته که با توجه به پوشش سنگی و مشخص بودن مناطق مورد نظر در منطقه، تمامی نمونه‌های طراحی شده به صورت سنگ برداشت گردید. با توجه به بررسی های صحرایی و اکتشافات نیمه‌تفصیلی و اکتشافات حین استخراج سال ۱۳۹۹، محدوده به ۱۰۷ قسمت تقسیم گردید و با پردازش تصایر ماهواره‌ای، نمونه‌برداری در یک شبکه ۵۰۰×۵۰۰ انجام شد. در مجموع از ۱۲۹ نمونه برداشت شده ۵۳ نمونه جهت مطالعات ژئوشیمیایی سنگی انتخاب گردید. کلیه نمونه‌های انتخابی برای آنالیز ICP به آزمایشگاه زرآزما فرستاده شدند. نتایج حاصل از این آزمایشها جهت تجزیه و تحلیل ارتباط بین این داده‌های اکتشافی با کانی‌زایی روی به عنوان یکی از ابزارهای اکتشافی کاربردی مهم و همچنین یکی از لایه‌های اطلاعاتی جهت تلفیق و تحلیل در محیط GIS استفاده شده است. عناصری جهت پردازش اولیه انتخاب شوند که به عنوان عناصر اصلی و ردیاب در اکتشاف کانسارهای سرب و روی استفاده می‌شوند (از جمله عناصر Zn، Ag،Pb، Ni، As، Sb، Ba، Co، Cd، Fe، Cu).

۴-۲- تحلیل و پردازش داده‌های ژئوشیمیایی منطقه مطالعاتی

نمونه‌برداری، تجزیه نمونه‌ها و تحلیل و تفسیر نتایج سه بخش اساسی در ژئوشیمی اکتشافی هستند (حسنی‌پاک، ۱۳۸۴). در صورتیکه خطائی در تجزیهٔ نمونه‌ها رخ دهد باید بار دیگر آنرا تکرار کرد و به تفسیر مجدد داده‌ها پرداخت. ولی در صورت ایجاد خطا در نمونه‌برداری نه تنها باید این مرحله را تکرار کرد بلکه باید

تجزیه نمونه‌ها و تفسیر داده‌ها را نیز دوباره انجام داد. بنابراین طراحی درست و اصولی محل نمونه‌ها و نمونه‌برداری صحیح از اهمیت خاصی برخوردار است.

بطور کلی در مقایسه با انواع کانسارهای سرب و روی، کانسارهای MVT از لحاظ فلزات با ارزش، فقیر هستند. میزان نقره معمولا کمتر از ۲۰ گرم در تن و طلا در آنها شناسایی نشده است. مقدار زیادی ژرمانیوم و کادمیم در این کانسارها گزارش شده است. همچنین مقدار عناصر نادر در این کانسارها پائین است. اسفالریت از لحاظ مقدار آهن فقیر می‌باشد ولی از لحاظ عناصر دیگر همچون کادمیم، ژرمانیوم و گالیم غنی می‌باشد.

۴-۳- عملیات صحرایی

پس از طراحی شبکهٔ نمونه‌برداری، تمامی نمونه‌های برداشت شده در صحرا مورد کنترل، بسته‌بندی و لیست‌برداری قرار گرفت.

۴-۴- آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها

پس از اتمام عملیات برداشت صحرایی، نمونه‌ها به آزمایشگاه شرکت زرآزما ارسال شدند. تمامی نمونه‌ها برای ۳۴ عنصر به شرح ذیل (جدول۵-۱) آنالیز گردیدند. روش آنالیز برای تمامی عناصر روش ICP بوده است. در جدول ۵-۱ عناصر مورد آنالیز به همراه حد حساسیت هر یک آورده شده است.

جدول ۴-۱- عناصر مورد تجزیه به همراه حدحساسیت آنالیز برای هر عنصر

Element	**Ag**	**Al**	**As**	**Ba**	**Be**	**Sr**	**Ca**	**Cd**	**Ce**
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL	0.1	100	0.5	5	0.2	2	100	0.1	1
Method	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01
Element	**Co**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**K**	**La**	**Li**	**Mg**	**Mn**
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL	1	1	1	100	100	1	1	100	5
Method	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01
Element	**Mo**	**Na**	**Ni**	**P**	**Pb**	**S**	**Sb**	**Sc**	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
DL	0.5	100	1	10	1	50	0.5	0.5	
Method	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	
Element	**Th**	**Ti**	**U**	**V**	**Y**	**Yb**	**Zn**	**Zr**	
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
DL	0.5	10	0.5	1	0.5	0.2	1	5	
Method	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	ME-01	

۴-۵- تهیه نمونه‌های تکراری

به منظور کنترل دقت آزمایشگاه اقدام به تهیه ۱۰ نمونه تکراری گردیده است. این نمونه‌ها پس از انتخاب کدگذاری و به همراه دیگر نمونه‌ها به آزمایشگاه ارسال شدند. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های تکراری نشان دهنده دقت لازم در آنالیز نمونه‌ها بوده است.

۴-۶- تحلیل و پردازش داده‌های ژئوشیمیایی منطقه مطالعاتی

اساسی‌ترین بخش در هر پروژه، فایل‌بندی اطلاعات و داده‌های خام آن پروژه است. در پروژه‌های ژئوشیمیایی اکتشافی فایل‌بندی نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها اساسی‌ترین بخش یک پروژه به حساب می‌آید. در این پروژه فایل‌بندی اطلاعات عددی حاصل از آنالیز نمونه‌ها در محیط نرم‌افزار Excel ، پردازش آماری در نرم‌افزار SPSS و اطلاعات نقشه‌ای در محیط نرم‌افزار Arc MAP صورت پذیرفته است.

۴-۶-۱- تخمین مقادیر سنسورد

شرط لازم جهت پردازش آماری داده‌ها حضور مجموعه‌ای از داده‌های عددی و غیرسنسورد است. داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود که به دلیل اینکه خارج از محدوده حد قابل ثبت دستگاههای اندازه‌گیری هستند، به صورت کوچکتر یا بزرگتر از یک مقدار معین (حد قابل ثبت دستگاه) گزارش می‌شوند. حضور چنین اعدادی بررسی‌های آماری را دچار اختلال می‌کند، و در مواردی نظیر جداسازی بی‌هنجاری از زمینه که به صورت نسبی صورت می‌گیرد، وجود داده‌های سنسورد موجب ارزیابی‌های غیردقیق داده‌ها می‌شود. از طرفی حذف آنها از سیستم منجر به نادیده گرفتن بخشی از اطلاعات می‌شود (حسنی‌پاک، ۱۳۸۴). برای تصمیم‌گیری در مورد مقادیر سنسورد، وقتی که تعداد این داده‌ها بیش از ۵۰ درصد کل داده‌ها باشد، عنصر مورد نظر از گردونه پردازش‌های آماری و ترسیم نقشه‌های بی‌هنجاری حذف می‌شود. به عنوان مثال عنصر Sc در بعضی مناطق چنین وضعیتی دارد. اگر تعداد داده‌های سنسورد کمتر از ۵۰ درصد کل داده‌ها باشد، مقادیر سنسورد باید توسط یکی از روشهای جایگزینی ساده، بیشترین درست نمایی کوهن (Cohen maximum likelihood) و یا ترسیمی جایگزین شوند. وقتی تعداد داده‌های سنسورد کمتر از ۱۰ درصد کل داده‌ها باشد از روش جایگزینی ساده که شامل جایگزینی نصف و یا ۳/۴ حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر و ۴/۳ حد حساسیت برای مقادیر بزرگتر از حد حساسیت دستگاهی می‌باشد؛ استفاده می‌گردد. در منطقه مطالعاتی گوجر از این روش جهت جایگزینی مقادیر سنسورد استفاده شده است.

۴-۶-۲- محاسبات آماری داده‌های ژئوشیمیایی و بررسی توابع توزیع آنها

قبل از انجام هر تحلیل و پردازشی بر روی داده‌های ژئوشیمی خام، باید ویژگیهای آماری و ماهیت تابع توزیع آنها مشخص شود. برای این منظور پارامترهای آماری از جمله میانگین، میانه، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، مینیمم مقدار و ماکزیمم مقدار با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS محاسبه گردید (جدول ۴-۲) و سپس هیستوگرام مربوط به تمام عناصر جهت مشخص شدن وضعیت توزیع این عناصر ترسیم شد. تعدادی از عناصر دارای تابع توزیع نرمال می‌باشند؛ ولی بیشتر عناصر اصلی فاقد توزیع نرمال هستند؛ به همین جهت این عناصر با استفاده از روش لگاریتمی ساده و در بعضی موارد به عنوان مثال برای عنصر نقره و ارسنیک باید با روش لگاریتمی سه پارامتری نرمال شوند. البته قبل از نرمال‌سازی از طریق رسم نمودار جعبه‌ای برای هر کدام از عناصر مقادیر خارج از ردیف از مجموع داده‌ها را محاسبه و با ماکزیممی که خارج از ردیف نیست، جایگزین شدند. شکل ۴-۱ نمودار توزیع فراوانی تعدادی از عناصر را در منطقه گوجر قبل و بعد از نرمال‌سازی به روش لگاریتمی ساده نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است با وجودی که داده‌ها تا حدود زیادی به توزیع نرمال نزدیک شده‌اند ولی هنوز انحراف در نمودار توزیع وجود دارد که با روش لگاریتمی سه پارامتری (که در اینجا در مورد عنصر نقره و ارسنیک باید انجام شود) می‌توان آنها را به توزیع نرمال نزدیکتر ساخت. البته در این خصوص باید دقت نمود که نرمال‌سازی باعث از بین رفتن بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی نگردد.

۴-۶-۳- بررسی همبستگی عناصر(آمار دو متغیره)

برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر، بدون وابستگی به واحد اندازه‌گیری داده‌ها، پارامتر آماری ضریب همبستگی تعریف می‌شود. وقتی مجموعه‌ای از عناصر اصلی و ردیاب برای اکتشاف کانسارها با استفاده از داده-های ژئوشیمی سنگی استفاده می‌شود، این داده‌ها را می‌توان به صورت جداگانه برای هر عنصر تفسیر کرد (روشهای آماری تک متغیره) و یا می‌توان اطلاعات بیشتری از رفتار این عناصر با استفاده از ماتریس همبستگی و نمودار توزیع دوتایی برای تفسیر داده‌ها به کار گرفت. در محاسبه ضریب همبستگی مانند بسیاری از پارامتری آماری دیگر فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل کرد که پراکندگی داده‌های تبدیل یافته نرمال شود. البته اینگونه تعبیر و تفسیر متغیرها باید با دقت همراه باشد. در حالتی که پراکندگی داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روشهای ناپارامتری، که به‌توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند، استفاده کرد. محاسبه ضریب همبستگی بسته به نوع داده‌ها به دو صورت انجام می‌شود. یکی از این روشها، روش پیرسون می‌باشد که در آن فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در صورتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد یا باید از داده‌های تبدیل یافته و

یا از روشهای ناپارامتری استفاده کرد که یکی از مهمترین روشهای ناپارامتری محاسبه ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن می‌باشد (حسنی‌پاک، ۱۳۸۴).

در جدول ۴-۳ ضریب همبستگی به روش پیرسون برای منطقه گوجر نشان داده شده است. بر اساس این جدول نقره بیشترین همبستگی را با سرب (۰/۷۱) و بعد از آن با روی (۰/۶۲)، مس (۰/۶۴) و آنتی‌موئن (۰/۶۶)دارد. مس با عناصر ارسنیک (۰/۸۲)، سرب (۰/۸۰) و آنتی‌موئن (۰/۸۰) بیشترین همبستگی را دارد. سرب بیشترین همبستگی را با روی (۰/۸۸)، کادمیوم (۰/۸۹) و آنتی‌موئن (۰/۸۱) و بعد با مس (۰/۸۰) دارد. به همین ترتیب در روی با کادمیوم (۰/۸۹)، سرب (۰/۸۸)، ارسنیک (۰/۸۳) و آنتی‌موئن (۰/۷۰) بیشترین همبستگی دیده می‌شود. عناصر بعدی مثل ارسنیک و آهن هم همبستگی قابل توجهی با هم دارند. این موضوع می‌تواند در پردازشهای بعدی داده‌های ژئوشیمیایی و همینطور در تشخیص نوع کانی‌زایی مهم باشد. بر این اساس روی که به عنوان عنصر اصلی در این کانسار محسوب می‌شود با عناصر سرب، ارسنیک، کادمیوم، نقره، مس و آنتی‌موئن بالاترین درجه همبستگی را نشان می‌دهد.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲۴۷۳۴۷۱-۰۳۴

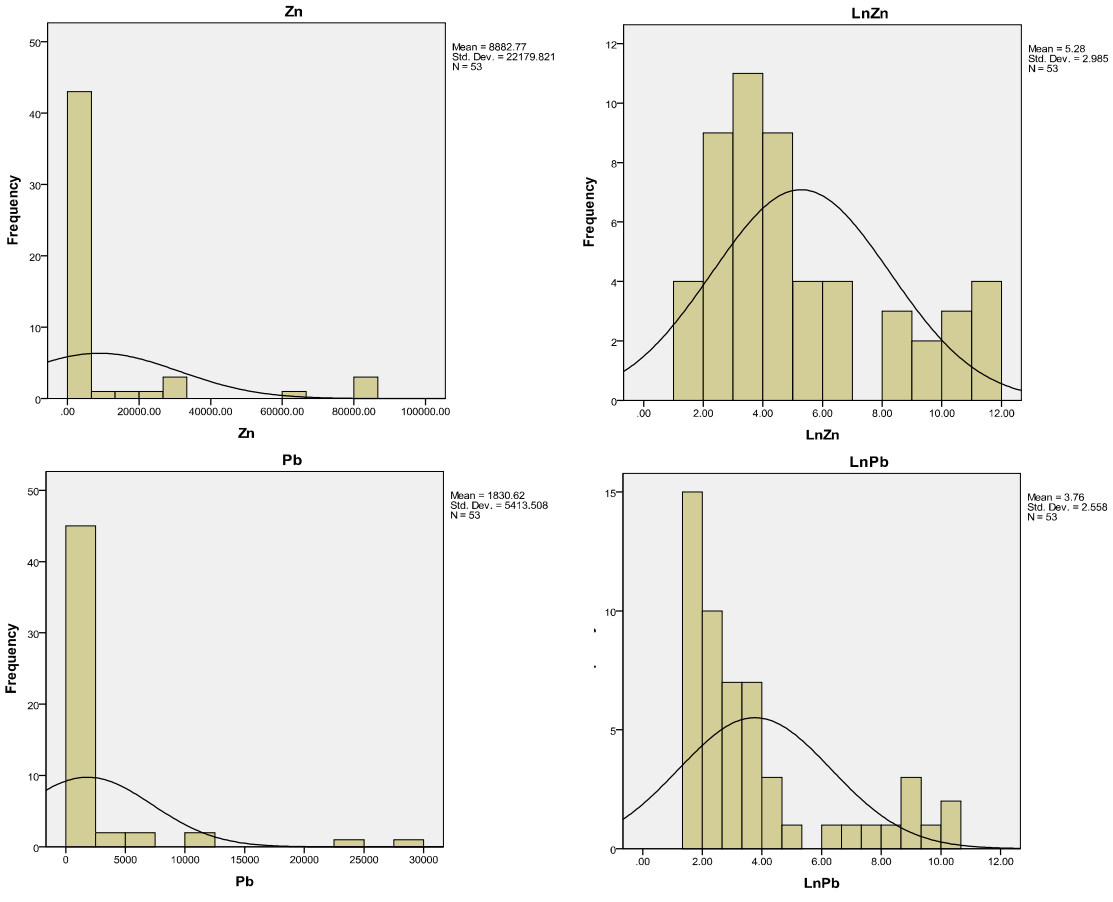
جدول ۴-۲- ویژگیهای آماری مهمترین عناصر موجود در منطقه گوجر

		Ag	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fe	Ni	Pb	S	Sb	Zn
N	Valid	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00
	Missing	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mean		17.10	250.17	238.21	32.04	3.05	131.65	14569.53	4.63	1830.62	370.21	23.70	8882.77
Median		0.25	2.30	16.00	0.26	1.00	9.00	2394.00	3.00	17.00	199.00	1.08	58.00
Mode		.16[a]	2.30	5[a]	0.24	0.75	7.00	246[a]	0.75	6.00	76[a]	1.03	86294.00
Std. Deviation		71.87	869.01	770.77	106.62	3.82	432.77	27337.39	4.45	5413.51	473.68	133.31	22179.82
Skewness		4.64	4.67	5.58	5.26	2.25	4.57	2.37	1.23	3.69	2.50	7.19	2.86
Std. Error of Skewness		0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Kurtosis		22.07	23.12	33.67	30.99	5.13	22.10	4.72	0.48	14.11	5.94	52.04	7.35
Std. Error of Kurtosis		0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Minimum		0.15	1.60	4.00	0.21	0.75	1.50	213.00	0.75	5.00	52.00	0.86	3.75
Maximum		418.90	5169.10	5151.00	700.80	18.00	2550.00	107566.00	17.00	27752.00	2110.00	971.80	86294.00
Sum		906.24	13258.90	12625.00	1697.91	161.50	6977.50	772185.00	245.50	97023.00	19621.00	1256.21	470786.75

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

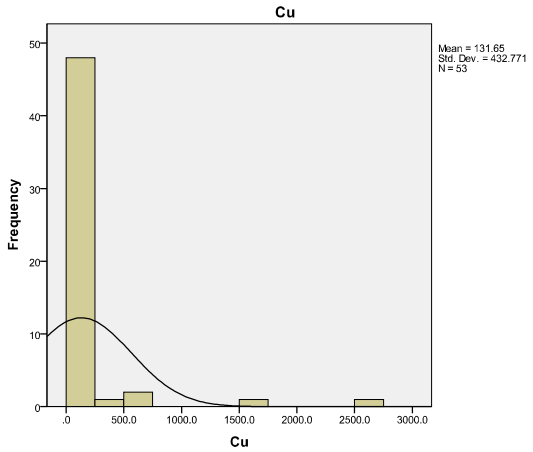
جدول ۴-۳- ضرایب همبستگی محاسبه شده به روش پیرسون در منطقه گوجر

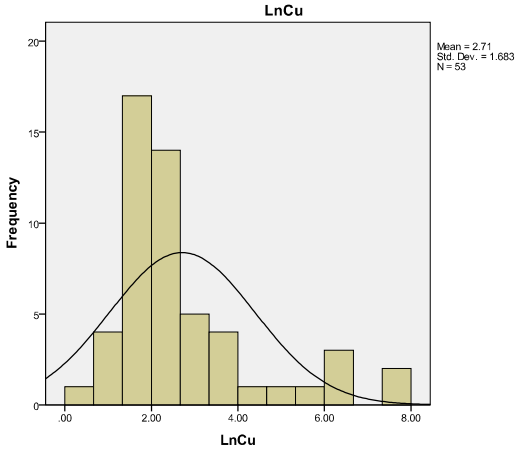
	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cu	Fe	Ni	Pb	S	Sb	Zn
Ag	1.00	0.57	0.27	0.53	0.02	0.64	0.43	-0.04	0.71	0.43	0.66	0.62
As	0.57	1.00	0.24	0.89	0.06	0.82	0.71	0.02	0.91	0.41	0.81	0.83
Ba	0.27	0.24	1.00	0.19	0.72	0.22	0.67	0.58	0.17	0.48	0.23	0.27
Cd	0.53	0.89	0.19	1.00	-0.05	0.68	0.58	-0.04	0.89	0.27	0.69	0.89
Co	0.02	0.06	0.72	-0.05	1.00	0.16	0.62	0.82	-0.04	0.30	0.09	-0.01
Cu	0.64	0.82	0.22	0.68	0.16	1.00	0.63	0.11	0.80	0.39	0.80	0.64
Fe	0.43	0.71	0.67	0.58	0.62	0.63	1.00	0.56	0.60	0.53	0.60	0.59
Ni	-0.04	0.02	0.58	-0.04	0.82	0.11	0.56	1.00	-0.04	0.21	0.03	0.01
Pb	0.71	0.91	0.17	0.89	-0.04	0.80	0.60	-0.04	1.00	0.35	0.81	0.88
S	0.43	0.41	0.48	0.27	0.30	0.39	0.53	0.21	0.35	1.00	0.32	0.38
Sb	0.66	0.81	0.23	0.69	0.09	0.80	0.60	0.03	0.81	0.32	1.00	0.70
Zn	0.62	0.83	0.27	0.89	-0.01	0.64	0.59	0.01	0.88	0.38	0.70	1.00

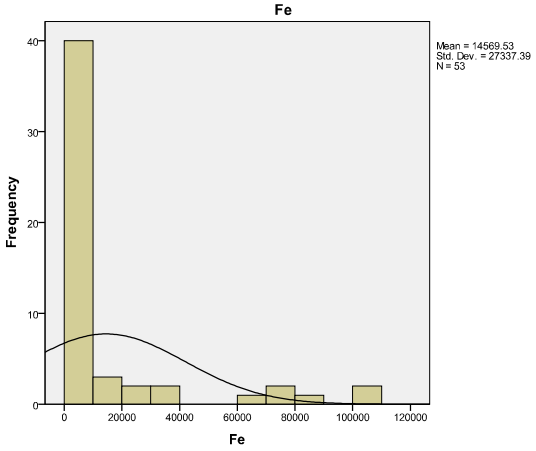


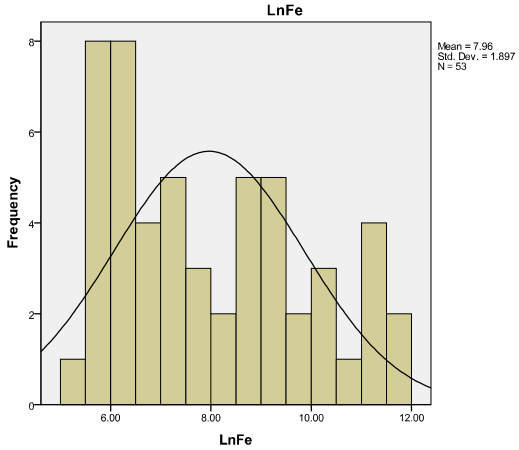
شکل ۴-۱- نمودار توزیع فراوانی تعدادی از عناصر منطقه گوجر قبل (سمت چپ) و بعد از نرمال کردن (سمت راست).

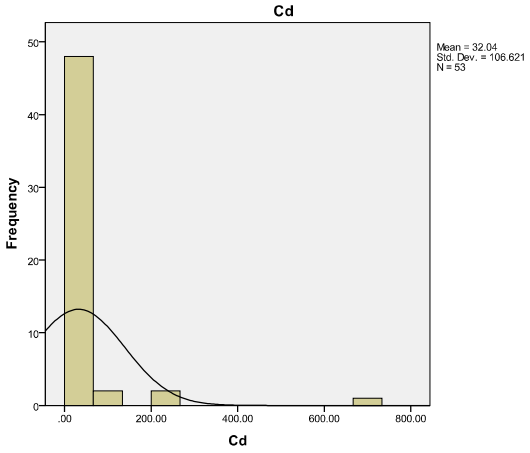
شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

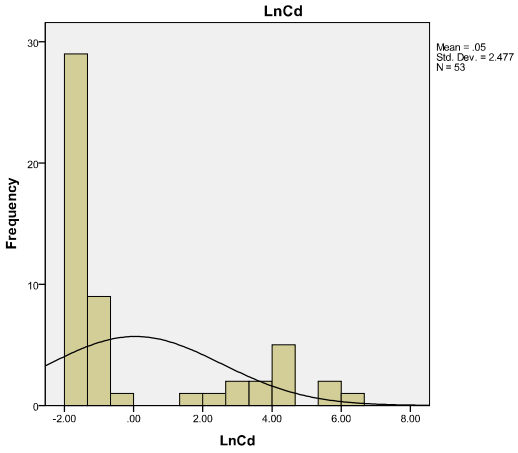












ادامه شکل ۴-۱

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

۴-۷- تفکیک بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی از زمینه

تفکیک بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی از مقادیر زمینه در کارهای اکتشافی یکی از اساسی‌ترین مراحل تحلیل داده‌های ژئوشیمی می‌باشد. بی‌هنجاری ژئوشیمیایی در حقیقت معرف مناطقی است که تمرکز یک عنصر خاص در آنجا بیشتر از حدآستانه باشد.

با توجه به اهمیت عناصر روی و سرب، مس، نقره در کانسار روی گوجر و همچنین عناصر آنتی‌موئن، ارسنیک و گوگرد به عنوان عناصر فرعی چنانچه در محاسبه ضرایب همبستگی هم توضیح داده شد؛ بعد از تعیین حد آستانه برای تمام این عناصر در منطقه مورد مطالعه، باید مناطق دارای بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی مشخص شوند.

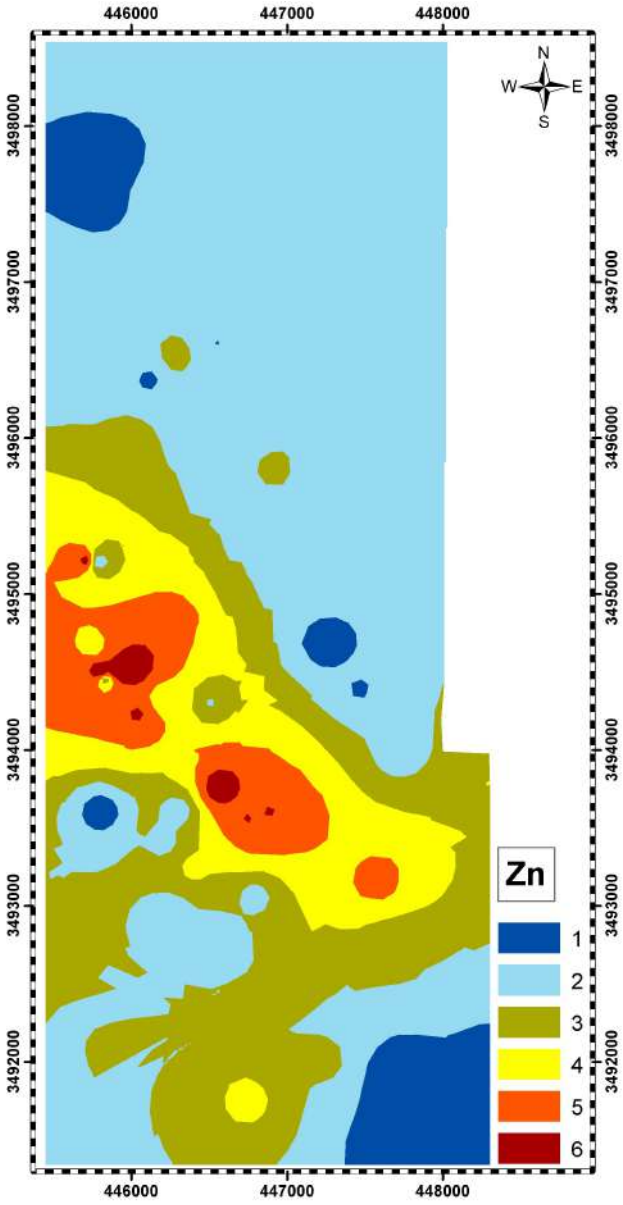
برای مشخص کردن بهترین مناطق جهت مطالعات اکتشافی، نقشه بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی برای هر کدام از عناصر شاخص تهیه شد و سپس نقشه نهایی بی‌هنجاری‌های همپوشانی که در آن چند عنصر اصلی یعنی عناصر روی، سرب، مس، نقره و گوگرد دارای بی‌هنجاری هستند، مشخص گردید. در این صورت ضمن کاهش مناطقی که ممکن است به دلیل خطاهای مختلف در داده‌ها وارد شده باشد، مشخص می‌شود که هر چه تعداد عناصرشاخص دارای بی‌هنجاری در یک منطقه بیشتر باشد ارزش اکتشافی آن منطقه بیشتر می‌شود.

در شکل ۴-۲ تا ۴-۵ نقشه‌های بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی منطقه گوجر برای عناصر روی، سرب، نقره و مس و همچنین در شکل ۵-۶ نقشه نهایی که نشان‌دهنده مجموع بی‌هنجاری‌های ژئوشیمی این عناصر شاخص به همراه گوگرد و آهن می‌باشد، نشان داده شده است. از داده‌های ژئوشیمی سنگی نرمال شده جهت تهیه این نقشه‌ها استفاده شده و با روش آماری ساده هر کدام از عناصر به ۶ بخش طبقه‌بندی شده‌اند. با توجه به طبقه-بندی ارائه شده توسط هاکس و وب (۱۹۶۲) و بر اساس راهنمای درج شده در شکل، کلاس ششم معرف بی-هنجاری‌های احتمالی، کلاس پنجم معرف بی‌هنجاری ممکن و کلاس چهارم هم بر اساس لی و همکاران (۲۰۰۳) با گستردگی بیشتری بی‌هنجاری ممکن را نشان می‌دهد. سه کلاس بعدی (کلاسهای ۱،۲ و ۳) در واقع در فاصله بین زمینه تا بی‌هنجاری قرار می‌گیرند.

لازم به ذکر است هر منطقه بی‌هنجاری برای هر کدام از عناصرنشان‌دهنده یک منطقه احتمالی کانی‌زایی در حاشیه اطراف آن می‌باشد که با توجه به وضعیت توپوگرافی و مختصات تصویر به راحتی قابل شناسایی است. ولی در هر صورت بطرف مرکز اصلی کانسار بی‌هنجاری افزایش پیدا می‌کند. بر این اساس چنانچه در نقشه‌های بی‌هنجاری عناصر اصلی و مجموع عناصر مشخص است یک بی‌هنجاری اصلی ژئوشیمیایی در بخش شرقی منطقه گوجر که در واقع مرکز آن منطبق با معدن اصلی گوجر می‌باشد (مقایسه شود با نقشه زمین‌شناسی منطقه) دیده می‌شود که تقریبا در تمام نقشه‌های منطقه تکرار شده است علاوه بر این در جنوب‌شرقی منطقه

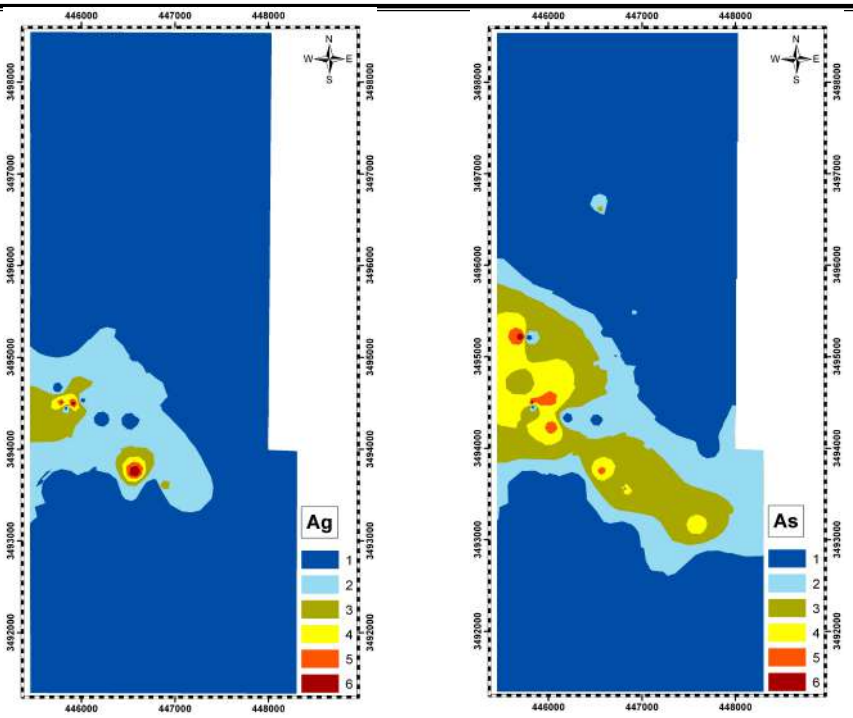
شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

در امتداد آنومالی اول بی‌هنجاری ژئوشیمیایی دیده می‌شود که در تصاویر پردازش شده ماهواره‌ای منطقه نیز وجود آن اثبات شده بود. مناطق دیگری نیز در بخش شمالی در بعضی نقشه‌ها مشخص شده که با نتایج حاصل از سایر اطلاعات اکتشافی از جمله مطالعات صحرایی باید تطبیق داده شود.

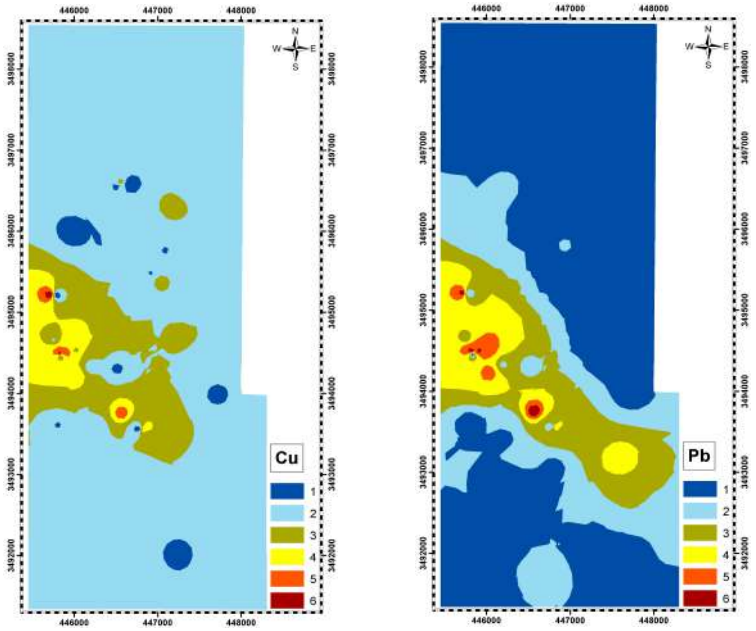


شکل ۴-۲- نقشه‌های طبقه‌بندی بی‌هنجاری ژئوشیمیایی عنصر Zn در منطقه گوجر.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

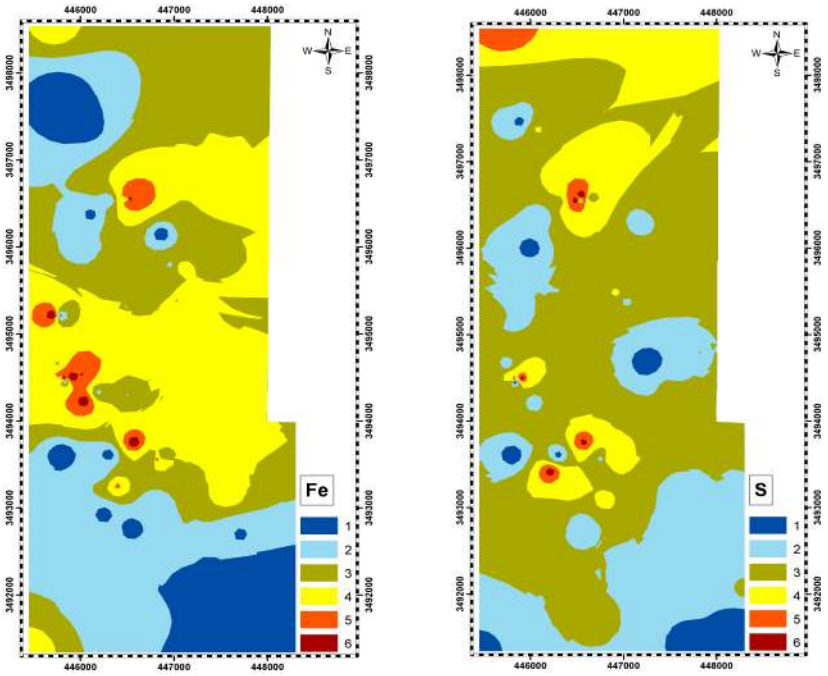


شکل ۴-۳- نقشه‌های طبقه‌بندی بی‌هنجاری ژئوشیمیایی عناصر Ag و Asدر منطقه گوجر.شکل

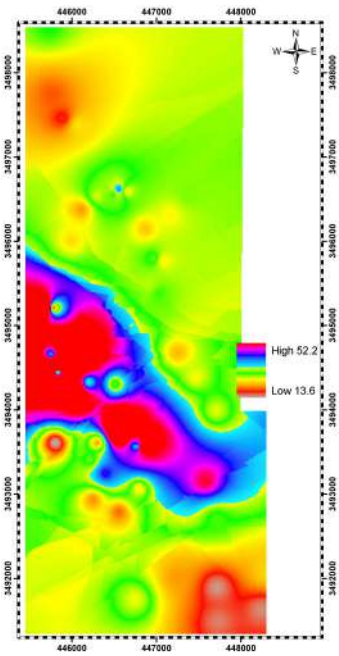


۴-۴- نقشه‌های طبقه‌بندی بی‌هنجاری ژئوشیمیایی عناصر Pb و Cu در منطقه گوجر.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل ۴-۵- نقشه‌های طبقه‌بندی بی‌هنجاری ژئوشیمیایی عناصر S و Feدر منطقه گوجر.



شکل ۴-۶- نقشه‌های بی‌هنجاری ژئوشیمیایی مجموع عناصر Ag,Cu,Pb,Zn و S در منطقه گوجر.

۴-۸- استفاده از روشهای آماری چند متغیره جهت تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی

روش‌های آماری چند متغیره امکان تحلیل آماری همزمان چندین متغیر را فراهم می‌کنند. این روش‌ها بسیار دقیق‌تر از روش‌های آماری تک متغیره هستند؛ چرا که در آنها خطاهای تصادفی یک متغیر می‌تواند تا حدودی به وسیله متغیرهای دیگر جبران شود. در مطالعه ژئوشیمیایی اکتشافی جهت اکتشاف ذخائر معدنی، گاهی فضای چند بعدی ناشی از عملکرد عناصر مختلف وجود دارد که معمولاً تعدادی از این عناصر با هم همبستگی دارند؛ ولی مطالعه جداگانه آنها اطلاعات کمتری درباره نحوه ارتباطشان فراهم می‌آورد و بررسی روابط بین آنها را دشوار می‌کند. در این موارد با استفاده از روشهای آماری چند متغیره به کاهش تعداد بعدها در فضای مورد بررسی پرداخته به طوری که نتایج این متغیرهای جدید با تعدادی به مراتب کمتر از حالت قبل، بتواند بخش اعظم تغییرپذیری داده‌ها را تشریح کند (حسنی‌پاک، ۱۳۸۴). مطالعات آماری چند متغیره با استفاده از داده‌های ژئوشیمی اکتشافی کمک می‌کند تا تغییرپذیری همزمان چندین عنصر را جهت بررسی همبستگی مثبت یا منفی آنها با هم بررسی کرده و نهایتاً با استفاده از نتایج حاصله کشف بی‌هنجاری‌های احتمالی دقیق‌تر از حالت تک متغیره امکان‌پذیر می‌شود. در این تحقیق جهت بررسی روند تغییرات عناصر و همبستگی آنها در منطقه مطالعاتی از روشهای آماری چند متغیره تحلیل خوشه‌ای و تحلیل فاکتوری استفاده شده است.

۴-۸-۱- تحلیل خوشه‌ای (Cluster analysis)

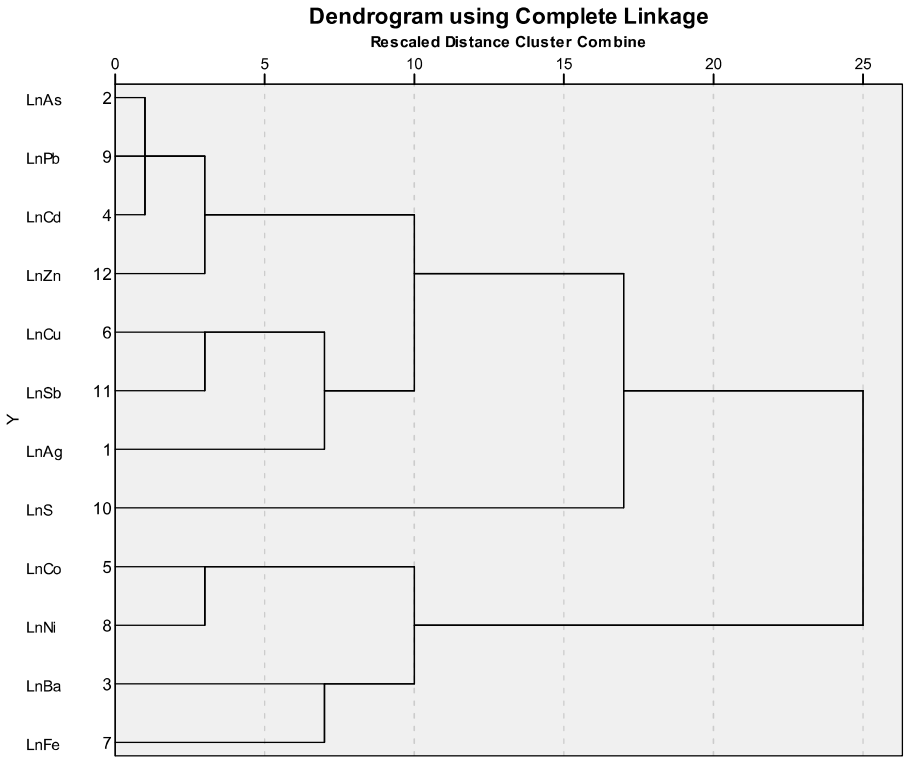
در تحلیل خوشه‌ای، هدف دست یافتن به معیاری برای طبقه‌بندی هر چه مناسب‌تر متغیرها و یا نمونه‌ها بر اساس تشابه درون گروهی و اختلاف هر چه بیشتر بین گروهی و در نهایت جداسازی متغیرهای مشابه است. چون هر گروه معین از عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی، کم و بیش به طور مشابه حساسیت نشان می‌دهند، شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل بین عناصر مختلف می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در محیطهای ژئوشیمیایی، به کار گرفته شود. تحلیل خوشه‌ای می‌تواند در پیدا کردن گروههای واقعی کمک کند و همچنین از تراکم داده‌ها بکاهد.

در روش خوشه‌بندی سلسله مراتبی هر متغیر به صورت یک خوشهٔ مجزا در نظر گرفته می‌شود و خوشه‌ها بر اساس شباهت بیشتر متغیرها با هم ترکیب می‌گردند. اتصال بین متغیرها به کمک یک نمودار دندوگرام نمایش داده می‌شود و میزان شباهت توسط یک مقیاس خطی افقی در بالای آن مشخص می‌گردد. روش‌های اتصال نزدیک‌ترین همسایگی (Nearest neighbour linkage)، دورترین همسایگی (Furthest neighbour linkage)، اتصال میانگین و وارد (Ward's method) از جمله مهمترین روش‌های خوشه‌بندی هستند که برای نسبت دادن یک متغیر به گروههای مختلف استفاده می‌شوند. روش وارد در بین این روش‌ها، نتیجه خوب و ساختار خوشه‌ای مناسبی ارائه

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

می‌کند؛ در روش وارد، ملاک اتصال یک داده به یک خوشه و یا دو خوشه به یکدیگر، ایجاد کمترین افزایش در مجموع مربعات انحراف از میانگین خوشه مورد نظر است. نتایج حاصل از این روش از نظر ظاهری و حفظ سلسله مراتب ساختمانی، مناسب می‌باشد و این روش به صورت یک انتخاب قابل قبول در تحلیل خوشه‌ای شناخته شده است (سوان و همکاران، ۱۹۹۵؛ حسنی‌پاک، ۱۳۸۴). هر چند که طبق نظر دیویس (۲۰۰۲) در این روش گاهی ارتباط بین عناصر به خوبی نشان داده نمی‌شود.

نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای مربوط به ۱۲ عنصر انتخابی در منطقه گوجر در شکل ۴-۷ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، عناصر در سه گروه اصلی قرار گرفته‌اند. گروه اول شامل عناصر ارسنیک، سرب، کادمیوم و روی هستند که در فاصله‌ای دورتر با عناصر مس، آنتی‌موئن و نقره ارتباط دارند. گروه سوم شامل عناصر کبالت، نیکل، بریم و آهن هستند که هر سه این گروه‌ها با استفاده از گوگرد به هم مرتبط شده‌اند.



شکل ۴-۷- دندوگرام حاصل از روش وارد جهت تحلیل خوشه‌ای ۱۲ عنصر انتخابی در منطقه گوجر.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

۴-۸-۲- تحلیل فاکتوری یا عاملی (Factor analysis)

تحلیل فاکتوری یکی از روشهای تحلیل چند متغیره است که به طور گسترده در اکتشافات ژئوشیمیایی استفاده می‌شود (ریمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ هل‌ورت و همکاران، ۲۰۰۵؛ چنگ، ۲۰۰۷؛ سان و همکاران، ۲۰۰۹). این روش تکنیکی است برای پیدا کردن ترکیبات خطی از متغیرهای اولیه همبسته که تشکیل یک دستگاه محور مختصات جدید را بدهند. این ترکیبات خطی، فاکتور نامیده می‌شوند. این آنالیز دارای خواص زیر است:

۱- بخشی اعظمی از تغییرپذیری می‌تواند به وسیله تعداد محدودی از متغیرهای جدید توجیه شود.

۲- متغیرهای جدید که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند، بین خود همبستگی نشان نمی‌دهند.

این تحلیل آماری روشی برای کم کردن تعداد متغیرهای مورد بررسی و کاهش ابعاد داده‌ها است که بر اساس مدل خاصی، ارتباط پیچیده بین آنها را تعیین می‌کند و شامل محاسبه ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها، تعیین تعداد فاکتورها و روش محاسبه آنها و در پایان دوران (چرخش) و اعمال تبدیلات خاصی بر روی فاکتورهاست. از این روش آماری جهت تشخیص و تعیین متغیرهای اساسی یا همان عامل‌ها (فاکتورها) و همچنین تعیین سهم نسبی هر یک از آنها در به وجود آمدن تغییرات توزیع عناصر و تبیین الگوی همبستگی بین متغیرها و پیدا کردن بهترین ترکیب عناصر معرف و ردیاب برای شناسایی مناطق امیدبخش معدنی استفاده می‌شود.

در روش تحلیل فاکتور، هر متغیر به صورت یک بردار در دستگاه مختصات نشان داده می‌شود که طول بردار معرف اهمیت آن متغیر است. میزان انطباق و همبستگی بین یک متغیر با متغیر دیگر به صورت کسینوس زاویه بین آنها تعریف می‌شود. هدف از چنین نمایشی بیان روابط بین یک گروه از متغیرها به وسیله حداقل تعداد متغیرهای اصلی کنترل‌کننده تغییرات یا همان فاکتورها می‌باشد. هدف اصلی در این روش آماری چند متغیره تشخیص متغیرهای کنترل کننده اصلی از متغیرهای فرعی و یا به عبارتی یافتن حداقل تعداد متغیرهایی است که بتوانند ماکزیمم درصد تغییرات مشاهده شده در داده‌های ژئوشیمیایی را تشریح نمایند و همچنین تعیین سهم نسبی هر یک از این متغیرها در به وجود آمدن تغییرات توزیع عناصر می‌باشد. از ایرادات این روش آن است که معیار مشخصی برای تعیین تعداد فاکتورها وجود ندارد و تعداد آنها توسط کاربر تعیین می‌شود. با تغییر تعداد فاکتورهای انتخاب شده، فاکتورهای جدید متفاوت از فاکتورهای قبلی بدست می‌آیند. بنابراین نتایج تا حدودی بستگی به انتخاب کاربر دارد (حسنی‌پاک، ۱۳۸۳، ۱۳۸۴). البته با استفاده از سایر روشهای آماری مثل تحلیل خوشه‌ای و همچنین انجام تحلیل فاکتوری چند مرحله‌ای می‌توان فاکتورهای موثر را بر اساس نوع هدف اکتشافی تعیین و از خطای احتمالی کار کم کرد.

در این روش آماری نیز از داده‌های نرمال شده استفاده گردید. برای انجام تحلیل فاکتوری بر روی داده‌های نرمال شده ابتدا باید میزان اعتبار تحلیل فاکتوری بر روی این مقادیر بررسی شود. برای این منظور از آزمون بارتلت (Bartlett's test) و محاسبه شاخص KMO (Kaiser Meyer Olkin) استفاده گردید. شاخص KMO شاخصی از کفایت نمونه‌برداری است و میزان تعلق متغیرها به یکدیگر و در نتیجه مناسب بودن آنها را برای تحلیل عاملی مشخص می‌کند. دامنه عددی آن بین ۰ تا ۱ در نوسان است؛ ولی چنانچه مقدار آن از ۰/۷ بیشتر باشد همبستگی‌های موجود برای تحلیل عاملی بسیار مناسب است. در این روش از تحلیل مولفه‌های اصلی جهت استنتاج فاکتورها استفاده شده است. از آنجا که یک فاکتور به طور همزمان چند متغیر را کنترل می‌کند به منظور تفسیر بهتر این عوامل بدون تغییر میزان اشتراک، از روش دوران یا چرخش عوامل با استفاده از شیوه واریماکس (Varimax) در نرم‌افزار SPSS استفاده شده است

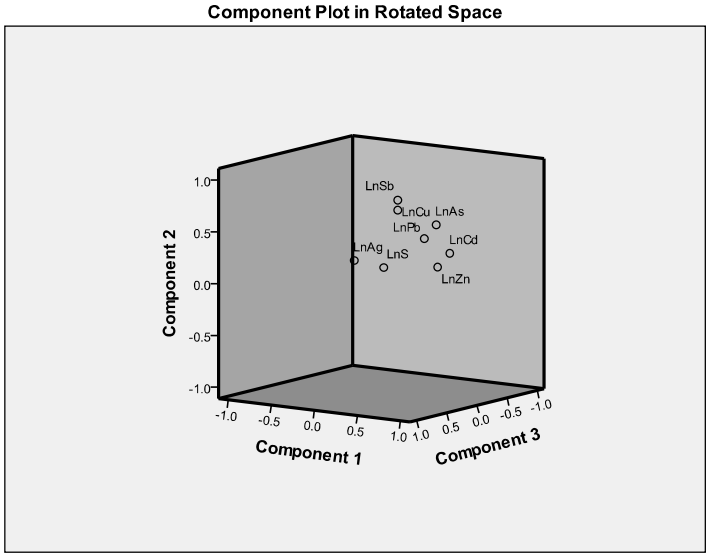
در این تحقیق جهت انجام تحلیل فاکتوری به منظور اکتشاف روی در منطقه مطالعاتی از نتایج آنالیز عناصر اصلی استفاده گردیده است. چنانچه در مطالعه بی‌هنجاری‌های جداگانه عناصر روی، سرب، مس و نقره و سایر عناصر در نواحی مختلف منطقه مطالعاتی مشاهده گردید (شکلهای ۵-۲ تا ۵-۵) محل بی‌هنجاری‌های هر عنصر ممکن است با عناصر دیگر در بعضی مناطق منطبق و در نواحی دیگر متفاوت باشد. از طرفی همپوشانی و ترکیب ساده این نقشه‌ها ممکن است باعث شود بی‌هنجاری‌های منطقه به طور غیر واقعی بزرگ و یا کوچک شوند (شکل ۵-۶). بنابراین جهت مشخص کردن بهترین عناصر ابتدا تعداد بیشتری از عناصر در مناطقی که آنالیز آنها در دسترس بود جهت تحلیل فاکتوری انتخاب شدند. در محاسبه ارزش فاکتوری هر نمونه، مقدار غلظت سایر عناصر که در فاکتورهای دیگر قرار دارند ممکن است تأثیرگذار باشد که باعث فاصله گرفتن هر نمونه از مقدار حقیقی آن می‌شود و در تفکیک بی‌هنجاری‌های منطقه خطا وارد می‌کند. لذا با توجه به نتایج حاصله در این مرحله بهترین عناصر که همبستگی خوبی با هم دارند انتخاب و تحلیل فاکتور مجدد بر روی آنها انجام شد و عناصری که در مرحله اول تحلیل فاکتور همبستگی با سایر عناصر در فاکتورهای حاصله ندارند، حذف شدند.

جدول ۴-۴ ماتریس فاکتورهای دوران یافته منطقه گوجر که شامل بارگذاری عاملی هر یک از متغیرها در فاکتورهای باقی‌مانده پس از چرخش می‌باشد و شکل ۴-۸ نمودار پراکندگی نسبی عناصر به کار گرفته شده در این تحلیل را در محیط دوران یافته نشان می‌دهد. هر چه مقدار قدرمطلق این ضرائب بیشتر باشد فاکتور مربوطه نقش بیشتری در کل تغییرات (واریانس) متغیر مورد نظر دارد. تحلیل فاکتوری در این منطقه ۴ فاکتور را با توجه به عناصر استفاده شده در این تحلیل معرفی می‌کند. حد آستانه جداسازی فاکتورها بیشتر از ۰/۵ در نظر گرفته شده است. فاکتور اول شامل عناصر ارسنیک، کادمیوم، سرب و روی فاکتور دوم شامل عناصر

ارسنیک، مس و آنتی‌موئن می‌باشد و در فاکتور سوم و چهارم فقط یک عنصر حد آستانه بالاتر از ۰/۵ دارد. با وجود اینکه بعضی از عناصر شاخص در پی‌جویی کانسارهای روی می‌باشند بارگذاری این عناصر مثل مس، و روی در فاکتور اول پائین‌تر از حد آستانه می‌باشد؛ زیرا از آنجا که تحلیل فاکتوری یک روش آماری می‌باشد کاهش غلظت در چند نمونه می‌تواند در تحلیل فاکتوری نهایی تأثیر گذار باشد و یک عنصر را از تحلیل نهایی خارج کند.

جدول ۴-۴- ماتریس مولفه‌های دوران یافته در تحلیل فاکتوری در منطقه گوجر.

	Component			
	F1	F2	F3	F4
Ag	0.292	0.330	0.865	0.216
As	0.721	0.610	0.118	0.209
Cd	0.895	0.356	0.141	0.069
Cu	0.362	0.830	0.245	0.197
Pb	0.741	0.512	0.346	0.120
S	0.140	0.145	0.158	0.965
Sb	0.429	0.754	0.340	0.081
Zn	0.869	0.243	0.306	0.181



شکل ۴-۸- نمودار پراکندگی ۸ عنصر انتخابی در محیط دوران یافته در تحلیل فاکتوری.

با توجه به جدول ۴-۵ درصد واریانس این چهار فاکتور به ترتیب ۷۱/۴۷، ۱۱/۰۵، ۶/۸۶ و ۵/۱۷ می‌باشد. به عبارتی سه عامل اول تقریباً ۹۴/۵۵ درصد از تغییرپذیری (واریانس) متغیرها را توضیح می‌دهند. در حالت چرخش فاکتورها این نسبتها تغییر کرده و درصد واریانس عامل اول کاهش و عامل دوم، سوم و چهارم افزایش

پیدا می‌کند. این ویژگی چرخش واریماکس است که تغییرات را میان عاملها به شکل تقریباً یکنواخت توزیع می‌کند. از آنجا که بعضی از عناصر همبستگی کمتری با روی در این مرحله از تحلیل فاکتوری دارند، می‌توان برای بالا بردن دقت تحلیل فاکتوری در جدایش بی‌هنجاری‌های روی این عناصر را از تحلیل خارج کرده و مجدداً با عناصر دیگری تحلیل فاکتوری انجام شود.

جدول ۴-۵- مجموع واریانس هر کدام از مولفه‌های تحلیل فاکتوری با عناصر انتخابی.

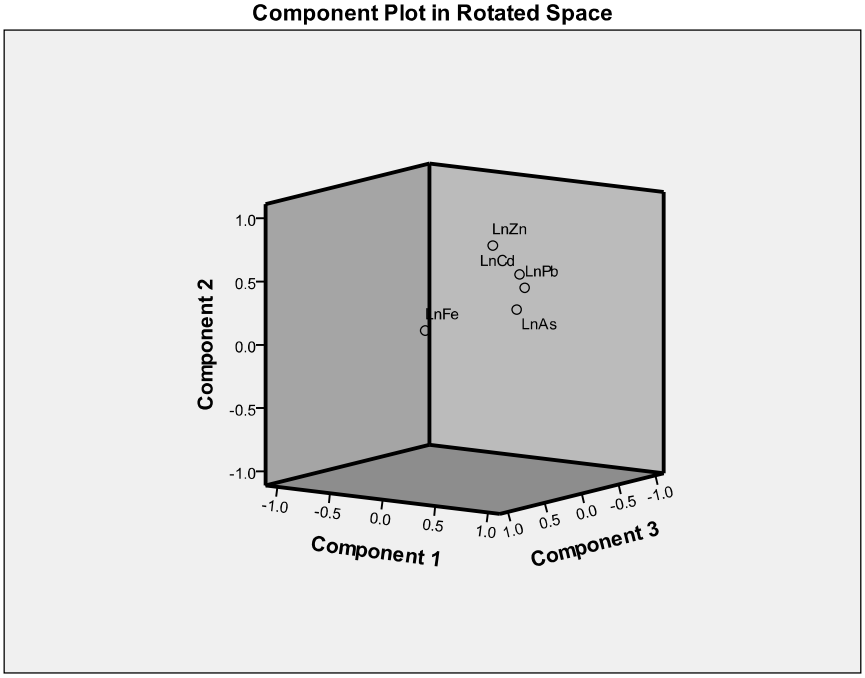
Component	Initial Eigenvalues			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
F1	5.72	71.47	71.47	3.04	38.04	38.04
F2	0.88	11.05	82.52	2.21	27.58	65.62
F3	0.55	6.86	89.39	1.20	14.94	80.57
F4	0.41	5.17	94.56	1.12	14.00	94.56
F5	0.20	2.53	97.09			
F6	0.11	1.32	98.41			
F7	0.07	0.88	99.30			
F8	0.06	0.70	100.00			

جدول ۴-۶ ماتریس مولفه‌های چرخش یافته با حضور عناصر ارسنیک، کادمیوم، سرب، روی و آهن و شکل ۴-۹ نمودار پراکندگی نسبی این عناصر را در محیط دوران یافته نشان می‌دهد که بر اساس آن فاکتور دوم با توجه به بارگذاری انجام شده بهترین عامل برای جداسازی بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی روی و عناصر همراه کادمیوم و سرب در این کانسار می‌باشد. فاکتور اول دارای بارگذاری بالایی برای عناصر ارسنیک، کادمیوم و سرب می‌باشد. مجموع واریانس تحلیل فاکتوری در این مرحله نشان‌دهنده افزایش واریانس فاکتور دوم و سوم و توزیع یکنواختر فاکتورها نسبت به مرحله قبلی می‌باشد (جدول ۴-۷).

جدول ۴-۶- ماتریس مولفه‌های دوران یافته در تحلیل فاکتوری برای عناصر دیگری در منطقه گوجر.

	Component		
	F1	F2	F3
As	0.800	0.374	0.437
Cd	0.698	0.615	0.252
Pb	0.768	0.522	0.282
Zn	0.471	0.826	0.290
Fe	0.278	0.227	0.932

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل ۴-۹- نمودار پراکندگی ۵ عنصر انتخابی در محیط دوران یافته در تحلیل فاکتوری.

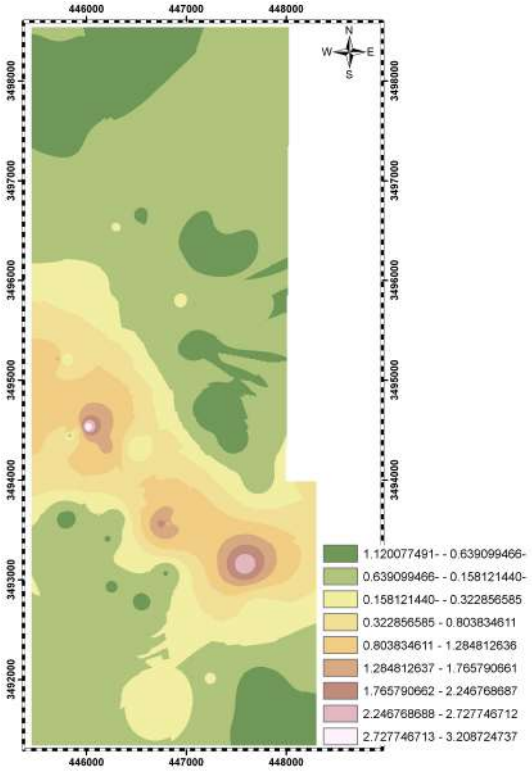
جدول ۴-۷- مجموع واریانس هر کدام از مولفه‌های تحلیل فاکتوری با عناصر انتخابی دیگر.

	Initial Eigenvalues			Rotation Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
F1	4.12	82.46	82.46	2.02	40.34	40.34
F2	0.54	10.78	93.24	1.52	30.49	70.82
F3	0.17	3.32	96.56	1.29	25.74	96.56
F4	0.11	2.20	98.76			
F5	0.06	1.24	100.00			

شکل ۴-۱۰ نقشه توزیع ارزش فاکتوری برای فاکتور اول بر اساس جدول ۴-۴ و شکل ۴-۱۱ نقشه ارزش فاکتوری برای فاکتور دوم را بر اساس جدول ۴-۶ به صورت رستری نشان می‌دهد. در شکل ۴-۱۲ نیز مجموع نقشه مجموع فاکتورهای اول و دوم نشان داده شده است. با توجه به مناطق امیدبخش معدنی که در این شکلها نشان داده شده است، بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی اصلی در بخش مرکزی منطقه معدنی گوجر و در امتداد آن در بخش جنوب‌شرقی می‌باشد. بنابراین این منطقه که در روش قبلی آنالیز نیز شناسایی شد و مطابق با نتایج

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

حاصل از مطالعات دورسنجی می‌باشد برای ادامه عملیات اکتشاف تفصیلی از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است.

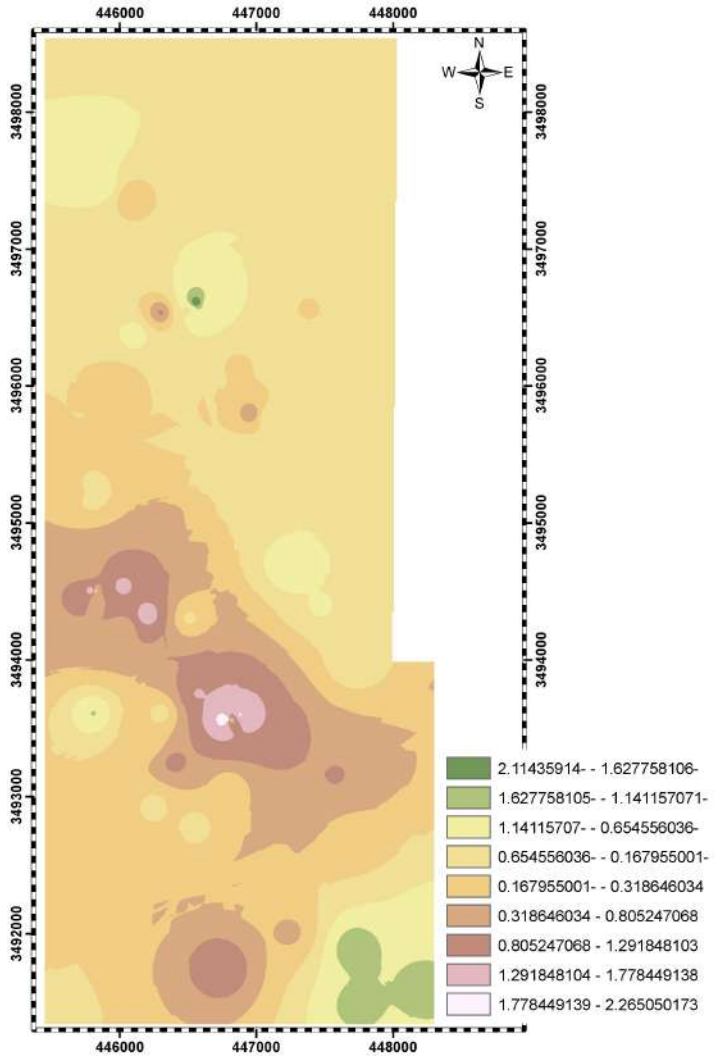


شکل ۴-۱۰- نقشه بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی بر اساس نتایج توزیع ارزش فاکتوری مولفه اول برای وضعیت ۸ عنصری.

با توجه به نتایج بدست آمده از تحلیل فاکتوری باید گفت که در بررسی‌های ژئوشیمیایی اکتشافی باید بر اساس شرایط و داده‌های موجود مجموعه‌ای از روشها جهت استخراج بهترین نتایج که همان مناطق امیدبخش جهت اکتشاف می‌باشند؛ استفاده شوند. روش تحلیل فاکتوری یکی از کاربردی‌ترین روشهای مطالعه داده‌های ژئوشیمی می‌باشد ولی در بعضی موارد بعضی متغیرهای مهم از تحلیل کنار گذاشته می‌شوند. زیرا این روش طوری طراحی شده که می‌تواند فقط مجموعه‌ای از فاکتورهایی که در توزیع آماری یک جمعیت اثر دارند را مشخص نماید. در حالی که در مناطقی که از نظر زمین شناسی و کانسارسازی پیچیده هستند؛ تعداد زیادی از فاکتورها می‌توانند روی توزیع فراوانی یک عنصر اثر گذارند. لذا مانند سایر روشهای اکتشافی داده‌های پردازش شده ژئوشیمیایی نیز به عنوان یکی از ابزارهای اکتشافی لازم در کنار سایر داده‌ها قابل استفاده می‌باشند. به همین جهت در اینجا در نقشه سوم در شکل ۴-۱۲ نقشه مجموع فاکتورهای اول و دوم که در آن عناصر

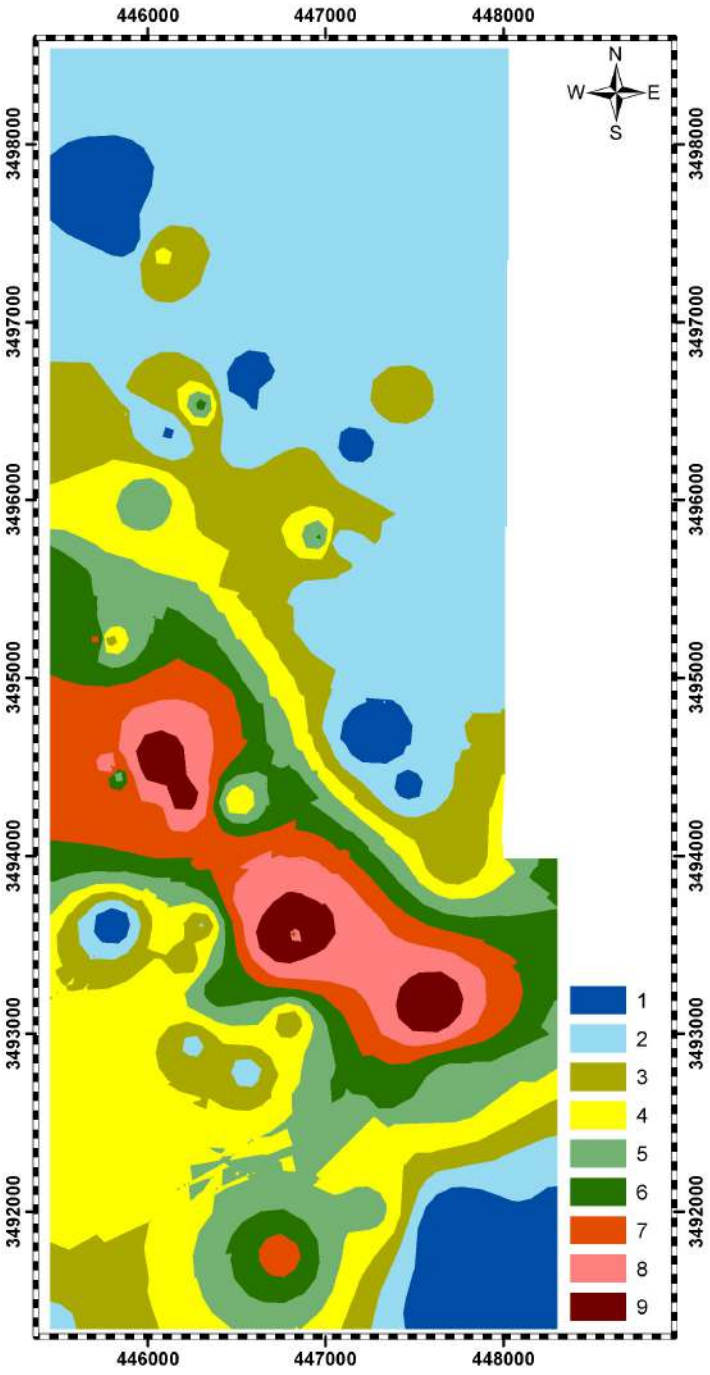
شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

بیشتری دخالت داده می‌شوند ترکیب شده‌اند تا در کنار سایر داده‌های اکتشافی و مطالعات زمینی مورد ارزیابی قرار گیرد.



شکل ۴-۱۱- نقشه بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی بر اساس نتایج توزیع ارزش فاکتوری مولفه دوم در منطقه گوجر برای وضعیت ۵ عنصری.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل ۴-۱۲- نقشه بی‌هنجاری‌های ژئوشیمیایی بر اساس نتایج توزیع مجموع ارزش فاکتوری مولفه اول ودوم در منطقه گوجر.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

۴-۹- نتیجه‌گیری

کانی سازی اصلی در این ناحیه از نوع ثانویه است که بطور عمده در درون آهک ها و دلومیت های دونین-تریاس قرارگرفته است. قسمت بیشتر کانی های باقیمانده ی روی از نوع همی‌مورفیت است. کانی‌های سولفوری اولیه عبارتند از گالن، اسفالریت، پیریت و کالکوپیریت. مهمترین کانی های منطقه اکسیدی در کانسار گوجرعبارتند از هماتیت، ئیدروزنسیت، سروسیت، انگلزیت، همی مورفیت، مالاکیت، آزوریت، گوتیت و لیمونیت.

مهمترین ساخت در کانسار گوجر ساخت رگه ای است بافت عمده در کانسار گوجر، بافت سوپرژن است. مهمترین دگرسانیهای مشاهده شده در این کانسار عبارتنداز: کربناتی شدن، هماتیتی شدن و سیلیسی شدن.

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی های ژئوشیمیایی سطحی سنوات گذشته و با توجه به وجود برخی از عیارهای بالا برای بعضی عناصر بخصوص روی، سرب و نقره در کنار عناصر فرعی مثل کادمیوم، آنتی‌موئن و آرسنیک، وجود آنومالی ژئوشیمیایی در جنوب¬شرقی(مناطق موسوم به قلاتو و گود اسبی) و بخش شمالی منطقه معدنی محرز شد که منطبق با نتایج مطالعات دورسنجی می‌باشد.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

فصل پنجم: بررسی ذخایر احتمالی

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

۵-۱- مقدمه

محاسبه ذخیره یکی از هدفهای مهم عملیات اکتشافی است و تنها پس از این مرحله است که می توان در مورد کانسار قضاوت و امکان استخراج اقتصادی آن را بررسی کرد. نکته مهمی که در مورد محاسبه ذخیره باید در نظر داشت آن است که به دلیل محاسبه ذخیره ماده معدنی براساس اطلاعات محدود در هر صورت، وجود خواهد داشت. البته بسته به میزان و دقت اطلاعات موجود، اعتبار ذخایر مختلف متفاوت است و همان گونه که خواهیم دید، ذخایر محاسبه شده را بر این اساس، به گروه های مختلف تقسیم می کنند. در واقع می توان گفت که ذخیره حقیقی ماده معدنی هنگامی به دست می آید که آخرین ذرات ماده معدنی استخراج شده باشد.
نکته مهم دیگر آنکه در پایان مراحل مختلف اکتشاف یک کانسار، ذخیره هر مرحله محاسبه می شود و بدیهی است هر مرحله، اعتبار ویژه خود را دارد و همزمان با تکمیل اکتشافات، ذخایر محاسبه شده نیز در مراحل بعدی چه از نظر کمیت و چه از نظر کیفیت تغییر می کند و دقیقتر می شود. به عبارت دیگر، در پایان مراحل پی جویی، اکتشافات عمومی، اکتشاف تفصیلی و اکتشافات حین استخراج اعدادی به عنوان ذخیره آن مرحله ارائه می شود که در حالت کلی با هم متفاوتند و نیز حدود تغییرات آنها با هم تفاوت دارد.

۵-۲- مشخصه های اصلی محاسبه ذخیره

برای محاسبه ذخیره کانسار به روشهای کلاسیک، ابتدا باید آن را به قسمت هایی که مشخصات ماده معدنی در آنها کمابیش یکنواخت باشد تقسیم کرد و در مورد هر منطقه، ابتدا وزن کانسنگ را به دست آورد و از حاصل ضرب آن در عیار، ذخیره فلز را محاسبه کرد. ذخیره کلی کانسار از حاصل جمع ذخایر این مناطق به دست می آید. در مورد هر یک از مناطق روابط ساده زیر را می توان نوشت:

$$P = WG$$

که در آن P وزن فلز، W وزن کانسنگ و G عیار ماده معدنی است.

در مورد مواد معدنی ای مثل زغال، که عیار در مورد آن به کار نمی رود وزن کانسنگ از رابطه زیر حاصل می شود:

$$W = V\gamma$$

که در آن V حجم و γ وزن مخصوص ماده معدنی است.

حجم ماده معدنی از رابطه زیر به دست می آید:

$$V = At$$

که در آن A سطح مقطع ماده معدنی و t ضخامت واقعی آنست.

بدین ترتیب، برای محاسبه ذخیره، باید عناصراصلی کانسار را که عبارت از ضخامت، سطح، وزن مخصوص و عیار است در دست داشت.

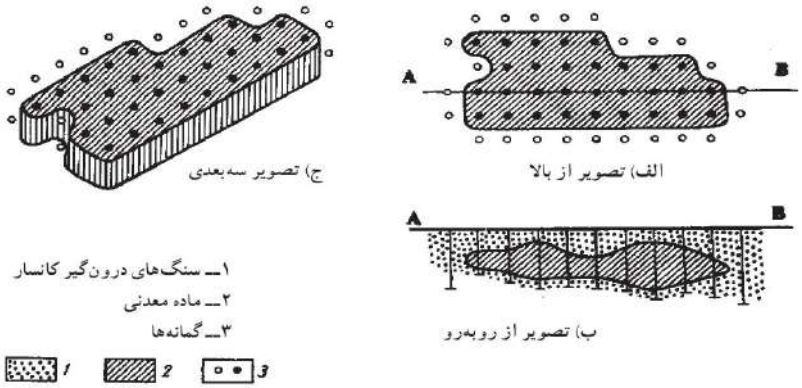
۵-۳- انتخاب روش تخمین ذخیره

روشهای تخمین ذخیره را می توان به طور کلی به دو گروه شامل روشهای سنتی و روشهای جدید تقسیم کرد. روشهای تخمین سنتی بر اصول تجربی استوار هستند و تغییرپذیری عیار و ضخامت در آنها خطی در نظر گرفته می شود. روشهای سنتی مبتنی بر هندسه و قضایای هندسی می باشند و تغییرپذیری عیار و ضخامت در تعیین هندسهٔ کانسار دخالت ندارد.

۵-۳-۱- محاسبه ذخیره به روش میانگین حسابی

روش میانگین حسابی[1]، ساده ترین روش محاسبه ذخیره است و هنگامی به کار می رود که مشخصات کانسار در قسمت های اکتشاف شده، کمابیش یکسان و عاملی برای تفکیک آن به قطعه های مختلف در دست نباشد. در این روش، میانگین حسابی مشخصات کانسار در حفریات اکتشافی موجود محاسبه شده و نتایج حاصله به عنوان مشخصات کلی کانسار در نظر گرفته می شود (شکل۵-۱ الف).

اگرچه مشخصات ماده معدنی (مثلاً ضخامت آن) در گمانه های مختلف متفاوت است و به عنوان مثال مقطع ماده معدنی در امتداد خط AB به صورت شکل ۵-۱ ب است، امّا آن را با لایه ای با ضخامت ثابت مانند شکل ۱-۶ جایگزین می کنند که حجم آن برابر حجم ماده معدنی است.

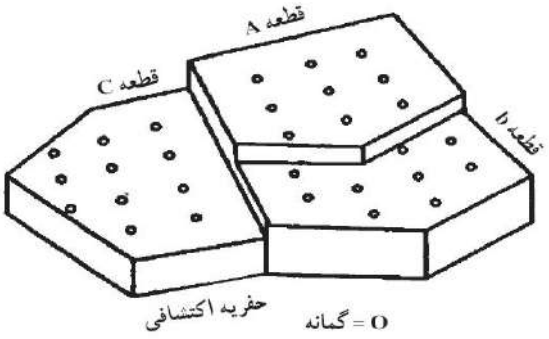


شکل ۵-۱- روش میانگین حسابی.

[1] Arithmatic mean

۵-۳-۲- محاسبه ذخیره روش قطعه های زمین شناسی

در مواردی که اطلاعات زمین شناسی کافی باشد به طوری که بتوان کانسار را به قطعه هایی تقسیم کرد کـه از نظر زمین شناسی وضعیت مشابهی داشته باشند، روش قطعه های زمین شناسی[۲] به کار مـی رود. از آنجـا کـه برخلاف روش میانگین حسابی، در این روش، جامعه کلی کانسار به جوامع کوچک تری تقسیم شده اسـت کـه هرکدام در محدوده خود یکنواخت تراند و تغییرپذیری کمتری دارند، لذا دقت این روش بیشتر از روش میانگین حسابی است (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲- روش قطعه های زمین شناسی

۵-۳-۲-۱- محاسبه ذخیره به روش قطعه های معدنی

اگرچه روش های قطعه های معدنی[۳] از جمله دقیق ترین روش های محاسبه ذخیره است، امّا درعین حـال، در تمام موارد قابل استفاده نیست. این روش در مواردی به کار می رود که ماده معدنی بـا اسـتفاده از تونـل هـای اکتشافی، اکتشاف شده باشد و بنابراین فقط در اواخر مرحله اکتشاف تفصیلی قابل استفاده است. همچنین، این روش را می توان در مرحله اکتشاف حین استخراج، برای محاسبه ذخیره پهنه های آماده استخراج به کار برد.

مطابق شکل ۵-۳ در حالتی که قطعات از چهار طرف اکتشاف شده باشند با حفر تعدادی تونل دنباله رو و دویل، ماده معدنی به قطعاتی تقسیم شده است. در مورد هر قطعه مثلاً قطعه $A_1A_2B_1B_2$ با رسم نیمسـاز حفریـات اکتشافی متقاطع، منطقه تأثیر هریک از حفریات به دست می آید.

محاسبه مساحت: از آنجا که در این روش، قطعات معمولاً شکل منظم و چهارگوش دارند لذا محاسبه مسـاحت آنها ساده است. پس از تعیین مساحت هر یک از مناطق تأثیر قطعه در روی نقشه، با توجه به مقیـاس و شـیب

[2] Geological blocks

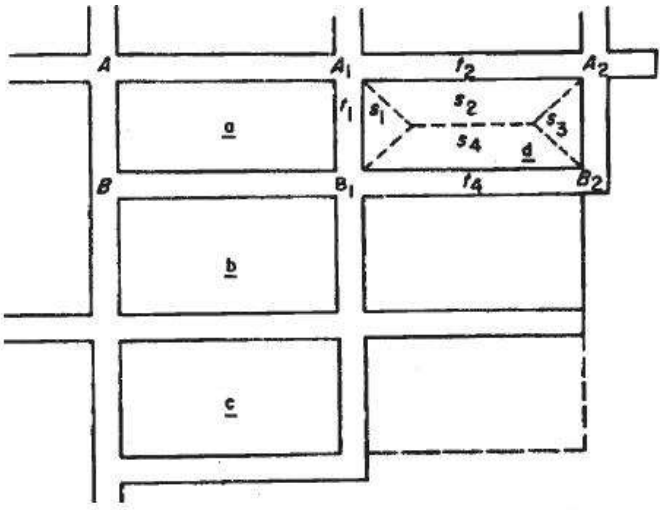
[3] Mining blocks

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

ماده معدنی، مساحت واقعی آن به دست می آید. به عنوان مثال، در شکل ۵-۳ قطعه $A_1A_2B_1B_2$ مرکب از دو مثلث S_1 و S_3 و دو ذوزنقه S_2 و S_4 است که مساحت آنها را به سادگی می توان محاسبه کرد.

محاسبه ضخامت، وزن مخصوص و عیار: در این حالت، میانگین حسابی مشخصات ماده معدنی در حفریه مجاور هر قطعه، برای آن قطعه تعمیم داده می شود. به عنوان مثال در شکل ۵-۳ میانگین حسابی ضخامت، وزن مخصوص و عیار در دویل A_1B_1 برای قطعه S_1 و میانگین حسابی این مشخصات در تونل دنباله رو B_1B_2 به قطعه S_4 نسبت داده می شود. بدیهی است اگر در مورد هریک از جزء قطعات، گمانه هایی نیز ماده معدنی را قطعه کرده باشند، از اطلاعات آنها نیز در محاسبه میانگین حسابی استفاده می کنند.

محاسبه ذخیره :ذخیره هریک از جزء قطعات تفکیک شده از حاصل ضرب عناصر هرقطعه محاسبه شده و از جمع آنها، ذخیره قطعات به دست می آید. ذخیره کلی بخش اکتشاف شده کانسار نیز از مجموع ذخایر قطعات حاصل می شود.



شکل ۵-۳- روش قطعه های معدنی

۵-۳-۳- روش مقاطع

این روش متداول ترین روش مورد استفاده در مورد معادن کوچک و متوسط در کشور ما به شمار می رود. در این روش، مقطع افقی یا قائم محدوده ذخیره در سطوح یا پروفیل های مختلف رسم می شود سپس مساحت تحت پوشش ماده معدنی در هر مقطع محاسبه می شود. با داشتن مساحت در هر مقطع و فاصله بین دو مقطع مجاور و با فرض بر اینکه تغییرات ضخامت ماده معدنی بین دو مقطع مجاور خطی است، حجم فضای بین دو مقطع (حجم ماده معدنی) محاسبه می شود.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

اگر حفاری ها از نوع گمانه باشد و شبکه آنها در حدی منظم باشد که بتوان مقاطع را از آنها و یا نزدیکی آنها عبور داد، روش مقاطع قائم ترجیح داده می شود. اگر حفاری ها به صورت یک یا چند چاه و تعدادی تونل میان بر باشد، چون داده ها از سطوح مختلف ماه معدنی به دست می آید، روش مقاطع افقی ترجیح داده می شود. البته در هر دو حال روش محاسبه حجم فرق چندانی نمی کند.

در این روش با فرض مقاطع به عنوان قاعده های مخروط و فاصله مقاطع به عنوان ارتفاع مخروط و همچنین در نظر گرفتن حجم ماده معدنی به عنوان یک مخروط ناقص با قاعده های سطوح S_1 و S_2، چنانچه دو سطح مورد نظر کمتر از ۳۰٪ با یکدیگر اختلاف داشته باشند، می توان مخروط کامل را برای آنها در نظر گرفت در غیر اینصورت حجم بین دو سطح بر اساس روش مخروط ناقص محاسبه می شود. حجم مخروط کامل با قاعده و ارتفاع مشخص برابر با حاصلضرب مساحت قاعده در ارتفاع آن است. بنابراین اگر بتوان حجم بین دو سطح را مخروط کامل در نظر گرفت، این حجم از رابطه زیر بدست می آید :

$$V=1/2(S_1+S_2)h$$

اگر اختلاف بین دو سطح زیاد باشد (بیشتر از ۳۰٪) بطوریکه نتوان حجم حاصل را به صورت مخروط کامل در نظر گرفت، می توان با فرض مخروط ناقص، حجم را از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$V=1/3(S_1+S_2+\sqrt{S_1S_2})h$$

برای محاسبه حجم کل یک کانسار، لازم است بین هر دو مقطع متوالی، حجم محاسبه شود وسپس همه حجم ها با هم جمع شوند.

لازم به یاد آوری است که ممکن است سطح مقطع رسم شده در هر پروفیل، دارای شکل کاملاً نامنظم باشد. در این گونه موارد مساحت چنین شکل هایی را می توان با دستگاهی به نام پلانیمتر و یا با انطباق مقطع مورد نظر روی یک کاغذ شطرنجی و شمارش تعداد مربع های واقع در مقطع مورد نظر (در نظر گرفتن مقیاس) محاسبه کرد.

پلانیمتر دستگاهی است که با حرکت در آوردن آن بر روی یک منحنی بسته مساحت داخل آنرا به دست می دهد. پس از محاسبه حجم کانسنگ، عیار متوسط بین مقطع، به روش میانگین وزن دار محاسبه می شود. سپس وزن مخصوص متناظر با عیار مورد نظر محاسبه شده و حاصلضرب وزن مخصوص در حجم، وزن ماده معدنی را به دست می دهد.

۵-۳-۴- روش مثلث

اگر در خلال اکتشاف تفضیلی تعدادی گمانه را به منظور تخمین وضعیت فضایی کانسار حفر شده باشد، می توان محدوده کانسار را با بهم وصل کردن گمانه ها مثلث بندی کرد. سپس حجم ذخیره در هر مثلث را با فرض

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

منشوری بودن هر بلوک مثلثی محاسبه کرد. در این حالت اگر سه گمانه تشکیل دهنده اضلاع قائم منشور ماده معدنی را به ضخامت های t_1، t_2، t_3 قطع کرده باشد و مساحت مثلث مفروض S باشد، حجم ماده معدنی بین آنها از رابطه زیر بدست می آید:

$$V=1/3(t_1+t_2+t_3)S$$

با داشتن حجم و محاسبه عیار متوسط سه گمانه به صورت وزن دار و تعیین وزن مخصوص متناظر با وزن ذخیره محاسبه می شود. روش مثلث یک روش ایده آل است و در کانسارهای کاملاً توده ای هم بعد یکپارچه می تواند کاربرد داشته باشد.

۵-۳-۵- روش چند ضلعی

ضلعی هایی تقسیم می کنیم. اساس رسم این چند ضلعی ها استفاده از فرض تأثیر مساوی داده ها بدون توجه به جهت آنهاست و شعاع تأثیر هر گمانه تا نصف فاصله آن تا گمانه مجاور فرض می شود. برای رسم چند ضلعی، ابتدا گمانه ها به هم متصل می شوند و سپس عمود منصف های این خطوط رسم می شوند. با رسم این عمود منصف ها حول هر گمانه یک چند ضلعی تشکیل می شود. می توان هر یک از این چند ضلعی ها را منشوری از ماده معدنی در نظر گرفت. در این صورت میزان ذخیره از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$W=S_1t_1d_1+S_2t_2d_2+\ldots+S_3t_3d_3$$

که در آن S_1، S_2، S_3 ... ، S_n مساحت مقاطع چند ضلعی های حاصل به روش فوق،t_1، t_2، t_3 ... ، t_n ضخامت ماده معدنی در هر یک از گمانه ها و یا حفاری ها و بالاخره d_1، d_2، d_3 ... ، d_n وزن مخصوص ماده معدنی در هر گمانه یا حفاری می باشند. در مورد عناصر فلزی باید به عنوان تابعی از عیار کانسنگ و عوامل دیگر باید تخمین زده شود.

۵-۳-۶- استفاده از نقشه های هم عمق

در این روش که بیشتر برای تخمین ذخیره معادن ذغالسنگ و برخی کانسارهای فلزی کاربرد دارد، نقشه خطوط هم عمق کانسنگ رسم می شود. این نقشه در واقع پستی ها و بلندی های (توپوگرافی) ماده معدنی در زیر سطح زمین را نشان می دهد. اولین سؤالی که مطرح می شود اینست که در حالیکه ما از وضعیت ماده معدنی فقط در حد چند گمانه اطلاع داریم چگونه می توانیم نقشه های هم عمق معدنی را رسم کنیم. در جواب باید گفت که حالت های مختلفی ممکن است رخ دهد که ما نقشه های هم عمق ماده معدنی را داشته باشیم. به عنوان مثال با استفاده از نقشه های هم شدت حاصل از برداشت های ژئوفیزیکی از نوع گرانی سنجی در بسیاری

از موارد می توان به آنها دست یافت و از این طریق میزان ذخیره را برآورد کرد. گاهی نیز با ماده معدنی سروکار داریم که یا شیب ثابتی دارند و یا از ساختار خاصی تبعیت می کنند مانند کانسارهای رسوبی که می توان در مورد آنها نیز به چنین منحنی هایی دست یافت. حجم بین هر دوخط تراز متوالی نیز به روشی که در مورد تخمین ذخیره به روش مقاطع گفته شد، به دست می آید.

در چنین حالتی می توان به ازای هر عیار مطلوبی، محدوده استخراج را مشخص کرد. در این روش کل ذخیره به نوعی شبیه سازی شده تا انجام برآورد های اقتصادی به ازای شرایط گوناگون انتخاب شده، امکانپذیر گردد. اگر کانسار ساختار فضایی قوی داشته باشد، این روش بسیار مفید واقع خواهد شد. در واقع زمین آمار، نوعی آمار است که در آن بستگی فضایی مقادیر در نظر گرفته می شود و از اینرو متغیر های ناحیه ای درآن مورد استفاده قرار می گیرد. این روش روشی است بسیار پیچیده، دقیق و علمی که عموماً به وسیله نرم افزارهای خاصی اجراء می شود.

۵-۳-۷- روشهای زمین آماری

همواره یکی از معضلات در اکتشاف کانسارهای گوناگون این بوده که روش های جاری نمی توانستند میزان عیار یا هر پارامتر کیفی در جز به جز کانسار ارزیابی کنند. هدف این بود که در یک مدل بلوکی حاصل از اکتشاف تفصیلی که تعداد ریز بلوک ها زیاد می شود بتوان روشی برای ارزیابی عیار و دیگر پارامترهای کیفی ارایه نمود که براساس آن عیار و دیگر پارامترهای کیفی با کمترین خطای ممکن در هر ریز بلوک محاسبه شوند. یک مساله مهم تعداد به مراتب کمتر نقاط معلوم نسبت به نقاط مجهول است که باید در درونیابی آنرا موردتوجه قرار داد. روشهای زمین آماری مبتنی بر ساختار فضایی داده های عیاری می باشد. در روش زمین آمار بر خلاف روشهای معمولی، مکان نمونه ها اهمیت دارد و نمونه ها مستقل از یکدیگر فرض نمی شوند.

روش کریجینگ مهمترین روش زمین آماری است که بهترین تخمین گر خطی نااریب است. در دانش آمار، بهترین برآوردگر خطی نااریب[۴] یا BLUE به تخمینگری گفته می شود که کوچکترین واریانس را از میان تمام برآوردگرهای خطی نااریب دارد .برآوردگر نااریب، برآوردگری است که مقدار مورد انتظار آن برابر مقدار درست پارامتر است. بهترین برآوردگر خطی نااریب معمولاً مطلوبترین برآوردگر در نظر گرفته می شود.

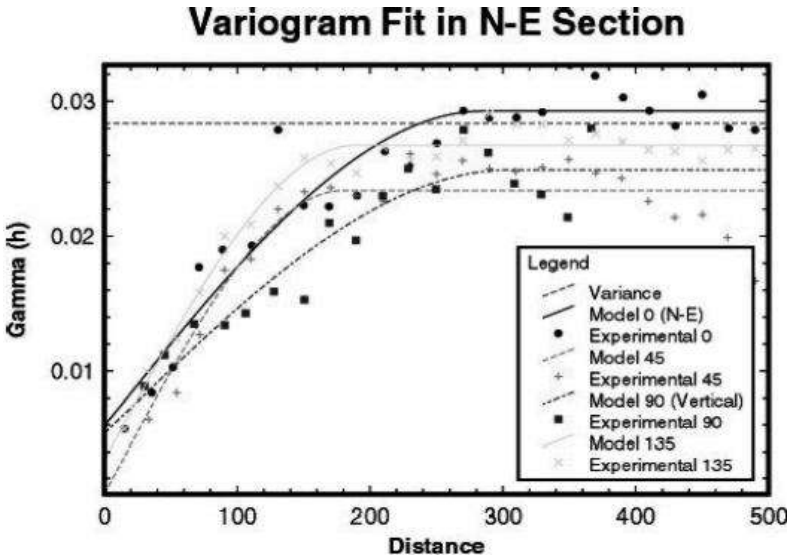
واریوگرام[۵] بیان ریاضی توزیع طبیعی شاخصی همانند عیار در بخشهای مختلف کانسار است. بدیهی است طرح چنین مفهومی بصورت ریاضی برمبنای داده های حاصل از نمونه هاست. محاسبه واریوگرام نخستین قدم برای

[4] Best Linear Unbiased Estimator

[5] Variogram

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

محاسبه زمین آماری ذخیره یک کانسار است. واریوگرام شعاع تأثیر نمونه ها در قسمتهای مختلف کانسار را مشخص می کند و می تواند فاصله لازم بین گمانه ها جهت محاسبه ذخیره کانسار با هر درجه احتمالی را تعیین نماید. واریوگرام می تواند تغییرات مشخصه های مختلف کانسار همانند تغییرات عیار را در امتدادهای مختلف به خوبی مشخص کند و بصورت یک، دو یا سه بعدی بیان شود. شکل ۵-۴ یک واریوگرام را به نمایش می گذارد.



شکل ۵-۴- نمایی از یک واریوگرام.

۵-۴- رده بندی ذخایر

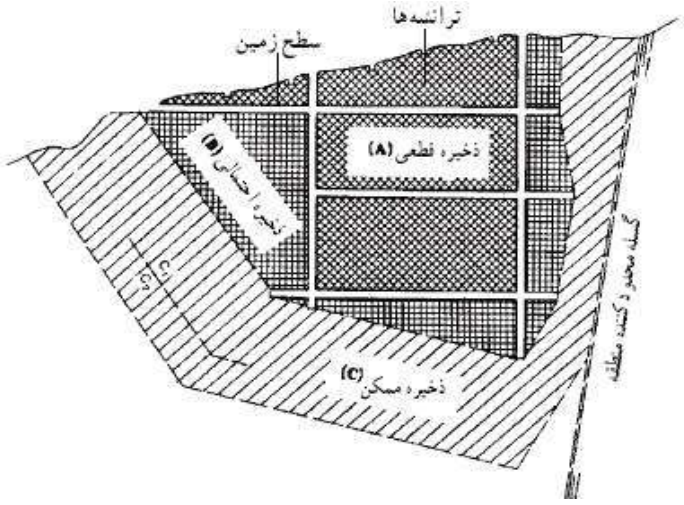
اگرچه همواره سعی می شود که ذخیره محاسبه شده حتی المقدور به واقعیت نزدیک و اعتبار بالایی داشته باشد امّا به هر حال، محاسبه ذخیره با خطا همراه است و هیچ گاه ذخیره محاسبه شده، ذخیره واقعی ماده معدنی نیست و با آن تفاوت دارد. برای رده بندی ذخایر روشهای مختلفی وجود دارد. در ایران از دو روش یکی روش موسوم به قدیمی و دیگری روش جدید استفاده می شود که شرح آنها در ادامه آمده است.

تقسیم بندی قدیم :این تقسیم بندی که تا سال ۱۳۸۷ در ایران متداول بود و هم اکنون نیز بسیاری از افراد آن را به کار می برند، بسته به نوع حفریات اکتشافی و خطای محاسبه ذخیره، ذخایر محاسبه شده را به سه رده قطعی احتمالی و ممکن تقسیم می کند. بسته به نوع حفریات اکتشافی مبنای رده بندی تا حدودی متفاوت است:

الف) هنگامی که کانسار به وسیله تونل های اکتشافی اکتشاف شده باشد.

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

در این موارد، بسته به وضعیت تونل های اکتشافی، ذخایر را به رده های زیر تقسیم می کنند (شکل ۶-۵).



شکل ۵-۵- رده بندی ذخایر اکتشاف شده به وسیله تونل های اکتشافی

ذخایر قطعی[۶] یا ذخایر گروه (A): آن قسمت از ماده معدنی که از چهار طرف به وسیله تونل هـای دنبالـه رو و دویل اکتشاف شده باشد، در این رده جای می گیرد.

ذخایر احتمالی[۷] یا ذخایر گروه (B): قسمت هایی از ماده معدنی که از دو طرف به وسیله تونل هـای اکتشـافی، اکتشاف شده باشد، تحت این رده تلقی می شوند.

ذخایر ممکن[۸] یا ذخایر گروه (C): این نام به قسمت هایی از ماده معدنی گفته می شود که در مورد آنهـا تونـل های اکتشافی حفر نشده و تنها به وسیله گمانه ها اکتشاف شده باشد. قسمت های کم عمق تر، که بـه وسـیله شبکه انبوه تری از گمانه ها اکتشاف شده اند، در گروه فرعی C_1 و بخش های عمیق، در گـروه C_2 جـای مـی گیرند.

ب) هنگامی که کانسار به وسیله گمانه ها اکتشاف شده باشد.

در این موارد، با محاسبه خطای محاسبه ذخیره که با روش های مختلف انجام می گیرد، بسته به میـزان خطـا، ذخایر محاسبه شده را به رده هایی به شرح جدول ۶-۱ تقسیم می کنند.

[6] Proved (measured) reserves

[7] Probable (indicated) reserves

[8] Possible (inferred) reserves

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

جدول ۵-۱- رده بندی ذخایری که به وسیله گمانه اکتشاف شده اند.

رده ذخیره	درصد خطا
قطعی (A)	۱۵ تا ۲۰
احتمالی (B)	۲۰ تا ۳۰
ممکن (C_1)	۳۰ تا ۶۰
ممکن (C_2)	۶۰ تا ۹۰

۵-۵-ذخایر بررسی شده در محدوده معدن سرب و روی گوجر

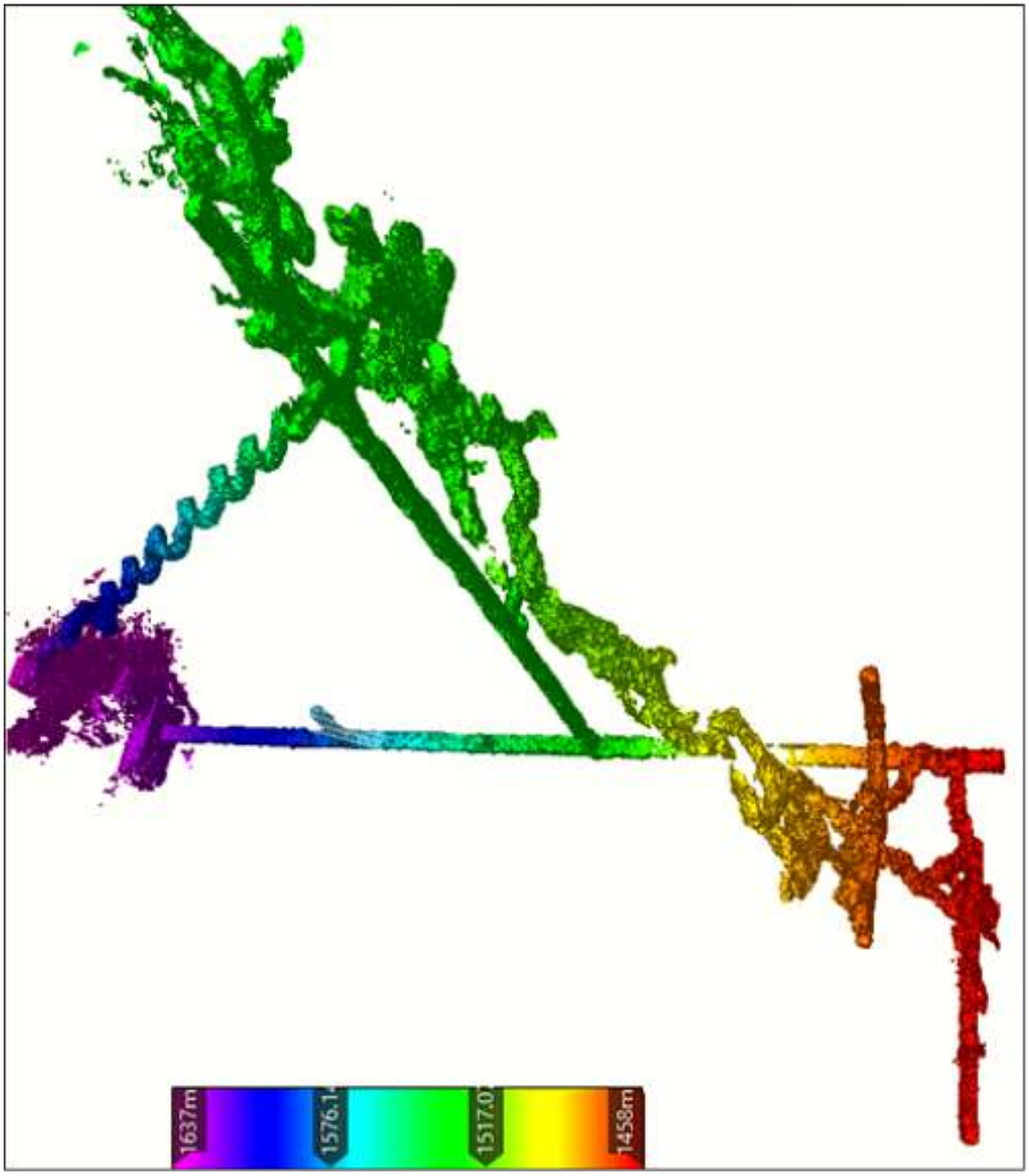
ذخایر معدن سرب و روی گوجر به سه دسته کلی ذخایر چاه قائم، ذخایر تونلی و ذخایر سطحی تقسیم می‌شوند. برای محاسبه ذخایر با توجه به تجسم و شکل سه بعدی ماده معدنی داده های نقشه برداری به محیط نرم افزار Civil 3D منتقل و پس از مدل سازی، تعیین احجام بلوک های معدنی صورت پذیرفته است. برای عیار سنجی ماده معدنی، از داده های مطالعات اکتشاف حین استخراج سال ۱۳۹۹ استفاده گردید. از آنجا که عیار و تناژ بلوک های معدنی در تونل ها ومناطق مختلف، متفاوت است لذا متوسط عیار ماده معدنی سرب و روی در هر بخش به طور جدا گانه محاسبه گردید. وزن مخصوص ماده معدنی با احتساب حفراتی که معمولاً در کارستها مشاهده می شود به میزان ۳/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب در نظر گرفته شده است .

لازم به ذکر است که محاسبه ذخیره برای کلیه ذخایر بررسی شده با توجه به اینکه مطالعات عمقی و عملیات حفاری عمیق در کل محدوده معدن صورت نپذیرفته است به صورت احتمالی گزارش می شود.

۵-۵-۱-ذخیره احتمالی چاه قائم

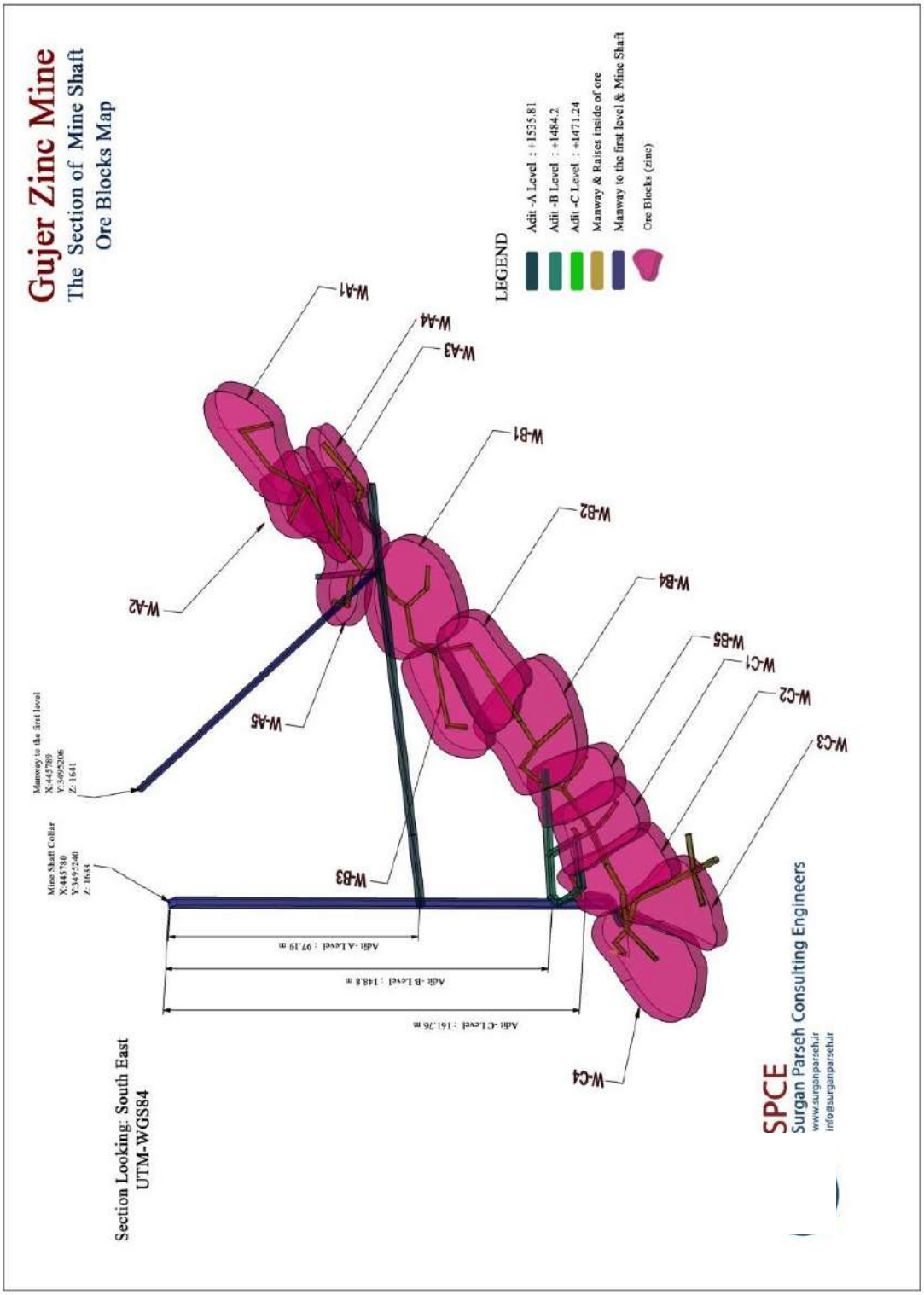
قسمتی از ذخایر معدنی معدن سرب و روی گوجر پایینتر از سطح توپوگرافی عمومی معدن قرار گرفته اند که با توجه به شیب آنها توسط یک چاه قائم با سطح مقطع ۱۱ متر مربع و به عمق ۱۷۰ متر، در برگیرنده سه افق A، B و C اکتشاف شده است. درون چاه یک گزنگ اکتشافی طراحی و اجرا شده است که با حرکت درون آن به وضوح ماده معدنی قابل رؤیت است(شکل ۵-۶). با بررسی دقیق و نقشه برداری کامل مجموعه چاه قائم، افقهای منشعب از آن و نیز گزنگ اکتشافی می توان ذخایر درون چاه را به ۱۴ بلوک معدنی و از لحاظ وضعیت قرارگیری به سه بخش بلوکهای معدنی حد فاصل سطح زمین تا افق A، افق A تا افق B و افق B تا افق C تقسیم بندی نمود(شکل۵-۷).

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل ۵-۶ مدل سه بعدی واقعی از چاه قائم معدن روی گوجر و افق های آن، برداشت شده توسط لیزر اسکن در سال ۱۴۰۱

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل۵-۷ مدل سه بعدی بلوک بندی شده از چاه معدن روی گوجر

۵-۵-۱-۱-ذخایر احتمالی حد فاصل سطح زمین تا افق A (تراز ۱۵۳۶+)

مطابق نقشه شکل ۵-۷، ذخایر احتمالی حدفاصل سطح زمین تا افق A به پنج بلوک معدنی با نامهای W-A1 تا W-A5 محدود می شوند. مجموع ذخایر این محدوده جمعاً ۴۹۴۸۹ تن برآورد می شود که محاسبات آن در جدول ۵-۴ و مقاطع بلوک های مربوطه در پیوست آورده شده است (وزن مخصوص ماده معدنی ۳/۱۲ گرم بر سانتیمتر مکعب محسوب شده است).

جدول ۵-۲- ذخایر حد فاصل سطح زمین تا افق A (تراز ۱۵۳۶+)

ردیف	نام بلوک	حجم (متر مکعب)	تناژ
۱	W-A1	4860	15163.2
۲	W-A2	2864	8935.68
۳	W-A3	2367	7385.04
۴	W-A4	1386	4324.32
۵	W-A5	4385	13681.2
جمع کل			49489.44

۵-۵-۱-۲- ذخایر احتمالی حد فاصل افق A (تراز ۱۵۳۶+) تا افق B (تراز ۱۴۸۴+)

مطابق نقشه شکل ۵-۷، ذخایر احتمالی مابین افقهای A تا B به پنج بلوک معدنی تقسیم می شود که مشخصات آنها جدول ۵-۳ و مقاطع بلوک های مربوطه در پیوست آورده شده است. مجموع ذخایر این محدوده جمعاً ۱۱۰۰۷۰ تن برآورد می شود (وزن مخصوص ماده معدنی ۳/۱۲ گرم بر سانتیمتر مکعب محسوب شده است).

جدول ۵-۳- ذخایر محصور بین افق A (تراز ۱۵۳۶+)تا افق B (تراز ۱۴۸۴+)

ردیف	نام بلوک	حجم (متر مکعب)	تناژ
۱	W-B1	7934	24754.08
۲	W-B2	6629	20682.48
۳	W-B3	6023	18791.76
۴	W-B4	8579	26766.48
۵	W-B5	6114	19075.68
جمع کل			110070.5

۵-۵-۱-۳- ذخایر احتمالی حد فاصل افق B (تراز ۱۴۸۴+) تا افق C (تراز ۱۴۷۱+)

مطابق نقشه شکل ۵-۷، ذخایر احتمالی بین افقهای B تا C به چهار بلوک معدنی با نامهای W-C1 تا W-C4 تقسیم می شوند. مجموع ذخایر این محدوده جمعاً ۶۹۷۷۹ تن برآورد می شود که محاسبات آن در جدول ۴-۵ و مقاطع بلوک های مربوطه در پیوست آورده شده است (وزن مخصوص ماده معدنی ۳/۱۲ گرم بر سانتیمتر مکعب محسوب شده است).

جدول ۵-۴- ذخایر بین افق B (تراز ۱۴۸۴+) تا افق C (تراز ۱۴۷۱+)

ردیف	نام بلوک	حجم (متر مکعب)	تناژ
۱	W-C1	5316	16585.92
۲	W-C2	5600	17472
۳	W-C3	5108	15936.96
۴	W-C4	6341	19783.92
جمع کل			69778.8

۵-۵-۱-۴- مجموع ذخایر احتمالی چاه قائم

با توجه به جداول ۵-۲ الی ۵-۴ ، مجموع ذخایر احتمالی چاه قائم معدن سرب و روی گوجر معادل ۲۲۹۳۳۹ تن برآورد می گردد.(جدول ۵-۵)

جدول ۵-۵- ذخایر احتمالی چاه در افق های مختلف

ردیف	نام افق	تناژ
۱	A	49489.44
۲	B	110070.5
۳	C	69778.8
جمع کل		229338.7

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤

۵-۵-۲-ذخیره احتمالی منطقه SP8 (بخش شمالی دره موسوم به گود اسبی)

در منطقه SP8 یک زون معدنی سطحی با مجموع طول بیش از ۳۰۰متر با شیب ۳۰-۴۰ درجه به سمت شمال قرار دارد. این زون معدنی به دو بلوک با نام SP8-1 و SP8-2 در شکل ۵-۱۱ نامگذاری گردیده اند. مجموع ذخایر این محدوده جمعاً ۱۳۳۲۷۴ تن برآورد می شود که محاسبات آن در جدول ۵-۵ و مقاطع بلوک های مربوطه در پیوست آورده شده است (وزن مخصوص ماده معدنی ۳/۱۲ گرم بر سانتیمتر مکعب محسوب شده است).

جدول ۵-۵- ذخایر احتمالی منطقه SP8

ردیف	نام بلوک	حجم (متر مکعب)	تناژ
۱	SP8-1	10116	31561.92
۲	SP8-2	32600	101712
جمع کل			**133273.92**

شکل ۵-۸- بخشی از رگه معدنی در منطقه SP8

۵-۵-۳-ذخیره احتمالی منطقه SP9 (بخش جنوبی دره موسوم به گود اسبی)

در منطقه SP9 یک زون معدنی سطحی منقطع با مجموع طول بیش از ۴۰۰متر با شیب ۳۵-۵۰ درجه به سمت جنوب قرار دارد. این زون معدنی به چند بلوک با نام های SP9-1 تا SP9-4 در شکل ۵-۱۱ نامگذاری گردیده اند. مجموع ذخایر این محدوده جمعاً ۲۷۲۴۰۴ تن برآورد می شود که محاسبات آن در جدول ۵-۵ و مقاطع بلوک های مربوطه در پیوست آورده شده است (وزن مخصوص ماده معدنی ۳/۱۲ گرم بر سانتیمتر مکعب محسوب شده است).

جدول ۵-۶- ذخایر احتمالی منطقه SP9

ردیف	نام بلوک	حجم (متر مکعب)	تناژ
۱	SP9-1	43263	134980.56
۲	SP9-2	12324	38450.88
۳	SP9-3	21321	66521.52
۴	SP9-4	10401	32451.12
جمع کل			**272404.1**

شکل ۵-۹- بخشی از رگه معدنی در منطقه SP9

۵-۵-۴-ذخیره احتمالی منطقه SP10 (منطقه موسوم به قلاتو)

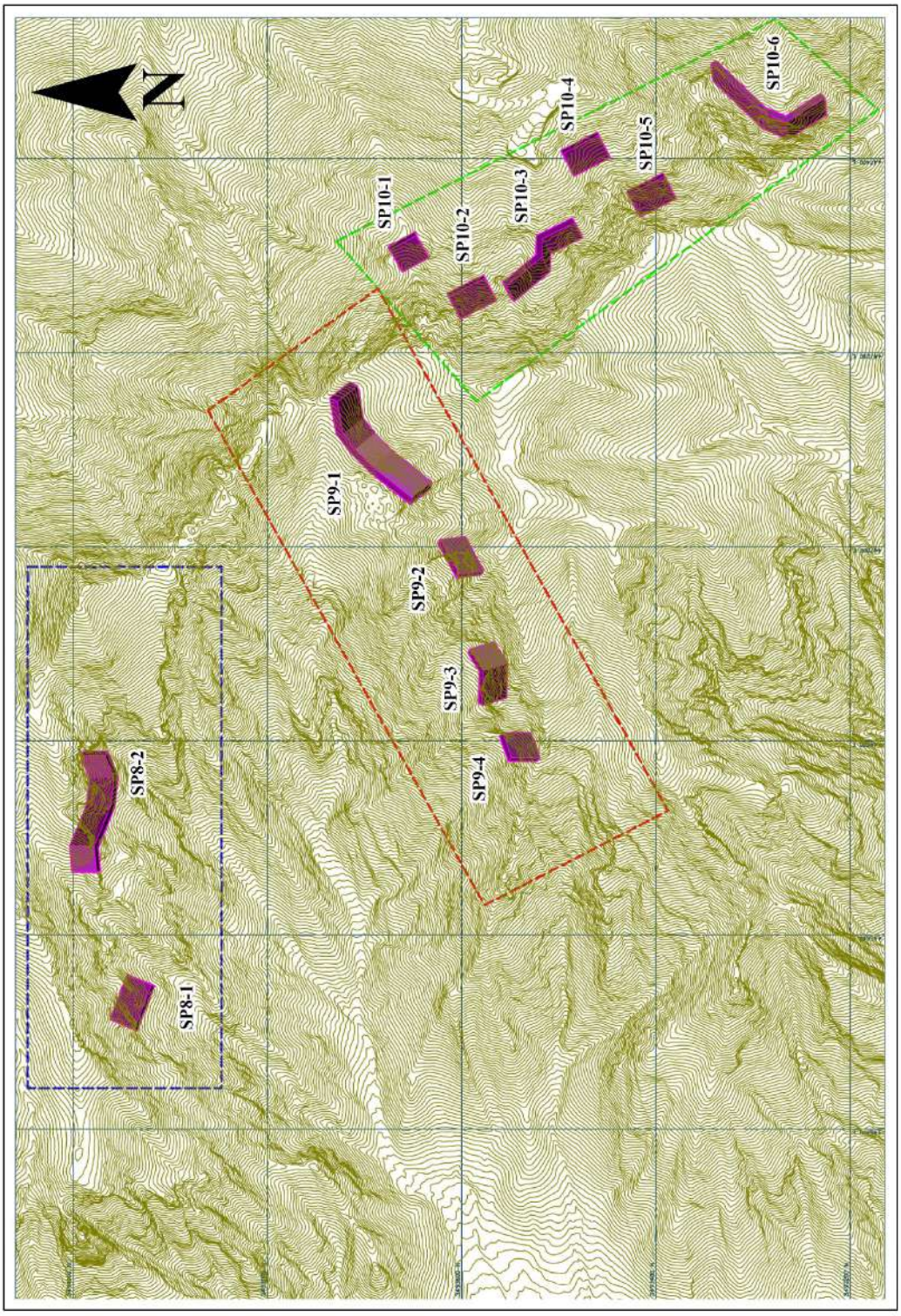
در منطقه SP10 یک زون معدنی سطحی منقطع با مجموع طول بیش از ۴۵۰متر با شیب ۳۵-۴۰ درجه به سمت غرب قرار دارد. این زون معدنی به چند بلوک با نام های SP10-1 تا SP10-6 در شکل ۵-۱۱ نامگذاری گردیده اند. مجموع ذخایر این محدوده جمعاً ۳۶۸۸۲۱ تن برآورد می شود که محاسبات آن در جدول ۵-۵ و مقاطع بلوک های مربوطه در پیوست آورده شده است (وزن مخصوص ماده معدنی ۳/۱۲ گرم بر سانتیمتر مکعب محسوب شده است).

جدول ۵-۷- ذخایر احتمالی منطقه SP10

ردیف	نام بلوک	حجم (متر مکعب)	تناژ
۱	SP10-1	10442	32579.04
۲	SP10-2	13324	41570.88
۳	SP10-3	25364	79135.68
۴	SP10-4	13421	41873.52
۵	SP10-5	13341	41623.92
۶	SP10-6	42320	132038.4
جمع کل			**368821.44**

شکل ۵-۱۰- بخشی از رگه معدنی در منطقه SP10

شرکت مهندسین مشاور سورگان پارسه
www.surganparseh.com
۲-۳۲٤۷۳٤۷۱-۰۳٤



شکل۵-۱۱ نقشه توپوگرافی به همراه بلوک های معدنی احتمالی منطقه SP8(کادر آبی)،SP9 (کادر قرمز) و SP10 (کادر سبز) در معدن سرب و روی گوجر

۵-۵-۵- برآورد ذخیره احتمالی کلی معدن

همانطور که پیشتر اشاره شد نتایج حاصل از برداشت های زمین شناسی سطحی و حفریات اکتشافی زیرزمینی موجود و شواهد حاصل از حفریات استخراجی سطحی برای محاسبه ذخیره احتمالی معدن سرب و روی گوجر مورد استفاده قرار گرفتند. *بدیهی است که درصورت انجام عملیات حفاری و اکتشافات عمقی در محدوده های مذکور امکان برآورد ذخایر قطعی و احتمالی با دقت بیشتری صورت خواهد پذیرفت.*

برای محاسبه ذخایر احتمالی ابتدا داده های نقشه برداری به محیط نرم افزار Civil 3D منتقل و پس از مدل سازی، تعیین احجام بلوک های معدنی صورت پذیرفت. بر اساس نتایج جدول ۶-۱۲، ***ذخیره احتمالی معدن حداقل ۱۰۰۳۸۳۸ تن کانسنگ روی با عیار متوسط ۸-۱۰ درصد (عیار حد ۳٪) تخمین زده می شود.***

جدول ۵-۵- ذخایر احتمالی معدن سرب و روی گوجر

ردیف	نام محل	تناژ
۱	چاه قائم	229338.7
۲	SP8	133273.92
۳	SP9	272404.1
۴	SP10	368821.44
	جمع کل	**1003838.16**

۵-۶-پیشنهادات اکتشافی

با توجه به شواهد زمین شناسی و معدنی موجود و نتایج اکتشافات سنوات گذشته به نظر میرسد محدوده معدن سرب و روی گوجر از پتانسیل بالایی برای ذخیره معدنی سرب و روی برخوردار است که لازم است موارد ذیل جهت تکمیل عملیات اکتشافی در جهت افزایش ذخایر قطعی و احتمالی معدن انجام پذیرد.

الف) انجام عملیات حفاری اکتشافی تا عمق ۴۰۰ متر (در مجموع ۳۰ هزار متر)

ب) انجام عملیات راه سازی در کل محدوده معدنی جهت رسیدن به ذخایر جدید(حداقل ۱۰ هزار متر)

ج) حفر ترانشه اکتشافی بر روی رگه های سطحی(حداقل ۱۲ هزار متر مکعب)

د) انجام عملیات حفر تونل های اکتشافی زیر زمینی در مناطق مستعد(حداقل ۲۰۰۰ متر)