



وزارت
صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

معاونت اکتشاف

دفتر اکتشافات فلزی، غیر فلزی و کانی‌های صنعتی

اکتشافات سیستماتیک مواد معدنی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

گزارش زمین شناسی اقتصادی بر گه کوه گرمو (I 7654)

(طرح تحول خراسان جنوبی)

مسئول پروژه

رسول سپهری راد

همکار

حبیب اله علی اکبری بیاض

مهر ۱۴۰۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کشور

معدنی

شناسافت

شناسی

سازمان زمین

مجری طرح
(محمدباقر دری)

مدیر پروژه
(محمود غضنفری، حسن عزمی)

مدیر فنی
(بهزاد محمدی)

ناظر پروژه
(علی و کریمی)

ارزیاب فنی و اقتصادی
(رسول سپهری راد)

اعضای تیم یکپارچه سازی گزارش
(رسول سپهری راد، حبیب اله علی اکبری بیاض)

کشور اكتشافات معدنی و تسناسی

این گزارش مورد تأیید شورای ارزیابی قرار گرفته است و طبق کد شماره ۱۴۰۰۱۲۰۰۳۴۲۴/۹۲ از این شورا مجوز انتشار دریافت کرده است.

هرگونه استفاده از این گزارش به هر شکل و طریق بدون ذکر کامل ماخذ مجاز نمی‌باشد.

سپهری‌راد، رسول، ۱۴۰۱، اکتشافات سیستماتیک مواد معدنی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، گزارش زمین‌شناسی اقتصادی برگه کوه گرمو (۷۶۵۴-I)، (طرح تحول خراسان جنوبی)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Sephehrirad, Rasoul, 2022, Systematic Exploration of Mineral Deposits in Khorasan Jonubi Province: Report of Economic Geology of Kuh e garmu Sheet (7654-I), Geological Survey of Iran.

تقدیر و تشکر

من لم یشکر المخلوق، لم یشکر الخالق

بی شک شناسایی و کشف یک کانسار مسیری طولانی و بس دشوار است که حمایت و همکاری گروهی مهمترین رمز موفقیت در این مسیر می باشد. لذا بر خود لازم می دانم از کلیه همکاران که به هر نحوی در اجرای این پروژه از مرحله جمع آوری داده ها تا پی جوئی اکتشافی (مأموریت صحرایی) و امور دفتری همکاری داشته اند، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

با تشکر و سپاس فراوان از ریاست محترم سازمان، معاونت مالی و پشتیبانی، مدیریت طرح و برنامه، امور اداری و حسابداری، بخش خدمات و نقلیه سازمان، ارزیابی و نظارت، مدیریت محترم اداره کل زمین شناسی شرق ایران، آزمایشگاه سازمان زمین شناسی و شرکت زراژما و کلیه کسانی که در تمام مراحل انجام این کار با کمال سعه صدر، حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این پروژه دریغ ننمودند.

رسول سپهری راد

سازمان زمین شناسی و اکتشافات

چکیده

برگه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو در بخش شرقی بلوک لوت و شمال شرقی ورقه زمین‌شناسی یکصد هزارم جنوب سه چنگی واقع شده است. در گستره این برگه واحدهای زمین‌شناسی با سن پرمین تا عهد حاضر، برونزد دارند. واحدهای رسوبی شامل ماسه‌سنگ، شیل، سیلت‌استون، مارن و سنگ‌های آهکی و دولومیتی به سن پرمین تا عهد حاضر هستند. سنگ‌های آذرین خروجی به صورت جریان‌های گدازه و آذرآواری، و توده‌های نفوذی‌ها به شکل پلوتونیک، ساب و لکانیک و دایک در منطقه برونزد دارند. عمده فعالیت‌های آذرین در این محدوده مربوط به دوره‌های کرتاسه، ائوسن تا عهد حاضر است. هم‌چنین توده‌های ژوراسیک پسین با ترکیب حدواسط تا اسیدی، واحدهای قدیمی‌تر را قطع نموده‌اند، به طوری‌که در جنوب برگه کوه گرمو عامل شکل‌گیری کانسار مس و آهن سرخ کوه بوده‌اند. از دیگر واحدهای زمین‌شناسی می‌توان به سنگ‌های دگرگونی با درجات ضعیف تا متوسط از نوع شیست سبز، متاولکانیک، میکاشیست گارنت‌دار و آمفیبولیت گارنت‌دار اشاره نمود. واحدهای دگرگونی با درجات ضعیف، در بردارنده اسلیت، فیلیت و متاسنداستون با سنگ مادر فلیشی کرتاسه هستند. پس از پردازش‌ها لایه‌های اطلاعاتی موجود شامل لایه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و لایه ساختمانی به دست آمده از داده‌های دورسنجی و هم‌چنین ژئوفیزیک هوایی، بر اساس احتمال قرابت به مدل اکتشافی موجود در منطقه مناسب‌ترین روش تلفیق انتخاب گردیده و مناطق دارای پتانسیل در کل برگه شناسایی شده است. بیشترین هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی در جنوب برگه یعنی در اطراف کانسار کوه سرخ، شمال شرق و شمال برگه کوه گرمو می‌باشد. پس از انجام مطالعات دفتری و تعیین پتانسیل‌های موجود در برگه کوه گرمو، عملیات صحرایی بر اساس پروفیل‌های برداشت صحرایی که عمود بر روند کلی واحدهای سنگی منطقه که شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشد، انجام گردید. پیمایش‌ها بر اساس ویژگی‌های زمین‌شناسی واحدهای سنگی، عوامل ساختمانی، موقعیت توده‌های نفوذی و پراکندگی اندیس‌های معدنی، موقعیت محدوده‌های امیدبخش معرفی شده از طریق دورسنجی و نتایج حاصل از تلفیق داده‌های ژئوشیمیایی با سایر داده‌ها، انتخاب شده است. در مجموع تعداد ۶۱ نمونه برداشت و به روش‌های ICP-OES، ICP-MS، Fire Assay و مقاطع نازک آنالیز و مطالعه شده است. گسترده‌ترین دگرسانی در برگه کوه گرمو، دگرسانی لیمونیتی-سیلیسی است که عمدتاً در بخش - های شمالی برگه و در امتداد سرخ کوه و کانسار مس - آهن موجود در آن رخنمون دارد. حاصل انجام مطالعات اکتشافات سیستماتیک در برگه کوه گرمو معرفی ۴ منطقه امید بخش جهت ادامه فعالیت‌های اکتشافی می‌باشد. مهمترین کانی‌سازی یافت شده در برگه کوه گرمو، کانی‌سازی نوع طلا-آهن است (محدوده امید بخش Kgrm-1A) که در یک کیلومتری شمال شرق قله کوه گرمو در شمال برگه است. سنگ میزبان کانی‌سازی، واحدهای سنگ آهک و دولومیت‌های توده‌ای، متبلور و ضخیم لایه و به رنگ کرم تا قهوه‌ای متعلق به تریاس بالایی می‌باشد که توده نفوذی گرانیت - گرانودیوریت در آن تزریق شده است. در کتاکت توده نفوذی و سنگ آهک مرمری شده، زون - پیچ سیلیسی -

اکسید آهن متخلخل همراه با دگرسانی هماتی-لیمونیتی تشکیل شده است. عیار Au در نمونه‌های آنالیز شده از این کانی سازی ppm ۲/۱ و ppm ۰/۲۷ ، ppm ۰/۹۵ و ppm ۰/۴۵ به دست آمده است که با در نظر گرفتن نمونه‌ای دیگر در ۲/۷ کیلومتری شرق این نمونه‌ها با عیار طلا به مقدار ppm ۱) این بخش از برگه اکتشافی را می‌توان به عنوان مهمترین منطقه امیدبخش از کانی سازی طلا-آهن در برگه کوه گرمو معرفی نمود. دیگر کانی سازی‌های یافت شده در برگه اکتشافی کوه گرمو شامل مس (محدوده امید بخش Kgrm-2A)، طلا، آهن، باریت و دولومیت می‌باشد که در این میان دولومیت‌های منطقه با توجه به گسترش زیاد دارای اهمیت اکتشافی می‌باشد.

جدول خلاصه پروژه

تعداد روزهای ماموریت	تعداد نمونه های برداشت شده	مساحت کل محدوده	مساحت زون های دگرسانی	مساحت زون های کانه زایی فلزی	مساحت زون های کانه زایی غیر فلزی
۴۰	۶۱	۶۳۵ کیلومتر مربع	۱۹/۵ کیلومتر مربع	۷۸ هکتار	۱۵۹ هکتار

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات	۱
۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- داده ها و اطلاعات مورد استفاده	۱
۳-۱- مطالعات پیشین در گستره محدوده اکتشافی	۱
۴-۱- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی	۴
۵-۱- زمین ریخت شناسی	۵
فصل دوم: زمین شناسی	۷
۱-۲- مقدمه	۷
۲-۲- زمین شناسی عمومی برگه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰	۹
۳-۲- زمین ساخت و رخدادهای تکتونیکی منطقه	۱۱
۴-۲- زمین شناسی برگه کوه گرمو (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰)	۱۲
۵-۲- زمین شناسی ساختمانی	۱۶
فصل سوم: مطالعات دفتری	۱۸
۱-۳- مقدمه	۱۸
۲-۳- تفسیر تصاویر ماهواره های	۱۸
۱-۲-۳- پیش پردازش داده ها	۱۹
۲-۲-۳- پردازش و استخراج اطلاعات	۱۹
۱-۲-۲-۳- دگرسانی آرژلیک	۲۰
۲-۲-۲-۳- دگرسانی پروپلینیک	۲۱
۳-۲-۲-۳- دگرسانی سیلیسی	۲۲
۴-۲-۲-۳- اکسید آهن	۲۳
۳-۳- تفسیر نتایج ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰	۲۴
۱-۳-۳- مدل سازی نحوه انتشار عناصر در محدوده اکتشافی	۲۵
۲-۳-۳- بررسی آنومالی های عناصر	۲۶
۳-۳-۳- تلفیق آنومالی های ژئوشیمیایی	۳۳
۴-۳- وضعیت محدوده های ثبت شده در کاداستر منطقه	۳۴

۳۵	۳-۵-۱-امکانات زیربنایی در برکه کوه گرمو.....
۳۵	۳-۵-۱-شهر یا آبادی.....
۳۵	۳-۵-۲-جاده.....
۳۵	۳-۵-۳-برق.....
۳۵	۳-۵-۴-آب.....
۳۵	۳-۶-۱-فعالیت‌های انسانی.....
۳۶	۳-۶-۱-دامپروری.....
۳۶	۳-۶-۲-معدنکاری.....
۳۶	۳-۶-۳-زمین‌گردشگری.....
۳۷	۳-۷-نتایج تلفیق و پتانسیل یابی در محدوده اکتشافی.....
۳۹	فصل چهارم: مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی و پی‌جویی.....
۳۹	۴-۱-مقدمه.....
۳۹	۴-۲-طراحی عملیات صحرایی.....
۴۲	۴-۳-کانی‌سازی‌های فلزی.....
۴۲	۴-۳-۱-کانی‌سازی مس.....
۴۶	۴-۳-۲-کانی‌سازی آهن و مس.....
۴۹	۴-۳-۳-کانی‌سازی طلا.....
۵۱	۴-۳-۴-کانی‌سازی طلا-آهن.....
۵۵	۴-۳-۵-کانی‌سازی آهن.....
۶۷	۴-۳-۶-رگه‌های کربناته-سیلیسی.....
۷۲	۴-۳-۷-کانی‌سازی سرب و روی؟.....
۷۴	۴-۳-۸-کانی‌سازی آهن و باریت.....
۷۴	۴-۳-۹-کانی‌سازی کروم و نیکل؟.....
۷۶	۴-۴-کانی‌سازی‌های غیرفلزی.....
۷۶	۴-۴-۱-سیلیس.....
۷۸	۴-۴-۲-دولومیت.....
۸۰	۴-۴-۳-کانی‌صنعتی.....
۸۱	۴-۴-۴-سرباره‌ها.....
۸۳	۴-۵-زون‌های دگرسانی در محدوده اکتشافی.....

۸۳ ۴-۵-۱-انواع دگرسانی لیمونیتی

۸۳ ۴-۵-۲-دگرسانی سیلیسی

۸۳ ۴-۵-۳-دگرسانی سیلیسی-هماتیتی (اکسید آهن)

۸۴ ۴-۵-۴-دگرسانی فلیک

۸۴ ۴-۵-۵-دگرسانی اسکارنی زایی

۸۴ ۴-۵-۶-دگرسانی آرژیلیتی-هماتیتی (اکسید آهن)

۸۵ فصل پنجم: نتایج اکتشافات سیستماتیک

۸۵ ۵-۱-مقدمه

۸۵ ۵-۲-تحلیل و تفسیر اکتشافات

۸۷ ۵-۳-مطالعه فنی و اقتصادی در بر گه

۹۰ فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات

۹۰ ۶-۱-نتیجه گیری

۹۱ ۶-۲-پیشنهادات

۹۱ ۶-۲-۱-محدوده امید بخش (Au, Fe, Ba) Kgrm-A1

۹۲ ۶-۲-۲-محدوده امید بخش (Cu) Kgrm-A2

۹۲ ۶-۲-۳-محدوده امید بخش (Fe, Cu) Kgrm-A3

۹۲ ۶-۲-۴-محدوده امید بخش (Dolomite) Kgrm-A4

۹۳ منابع

۹۴ پیوست ها

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- موقعیت استان خراسان جنوبی و شهرستان‌های آن بر روی نقشه تقسیمات کشوری..... ۴
- شکل ۱-۲- موقعیت مسیر راه دسترسی به منطقه اکتشافی از شهر خوسف به برگه کوه گرمو (مستطیل سبز)..... ۵
- شکل ۱-۲- موقعیت محدوده اکتشافی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو در نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ناینندان و ورقه جنوب سه چنگی..... ۷
- شکل ۲-۲- موقعیت برگه کوه گرمو در نقشه تقسیم بندی پهنه‌های رسوبی ساختاری ایران (آقناباتی، ۱۳۸۳)..... ۸
- شکل ۳-۲- نقشه زمین شناسی برگه کوه گرمو واقع در شمال شرقی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی..... ۹
- شکل ۴-۲- نقشه زمین شناسی برگه کوه گرمو (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱)..... ۱۴
- شکل ۵-۲- راهنمای نقشه زمین شناسی کوه گرمو (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱)..... ۱۵
- شکل ۶-۲- نقشه ساختاری برگه کوه گرمو (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱)..... ۱۷
- شکل ۱-۳- پراکندگی انواع دگرسانی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای در برگه کوه گرمو..... ۲۰
- شکل ۲-۳- موقعیت دگرسانی‌های کائولینیتی و مونت موریونیت (آرژلیک) در برگه کوه گرمو..... ۲۱
- شکل ۳-۳- موقعیت دگرسانی‌های دگرسانی کلریتی و اپیدوتی (پروپلیتیک) در برگه کوه گرمو..... ۲۲
- شکل ۴-۳- موقعیت دگرسانی سیلیسی در برگه کوه گرمو..... ۲۳
- شکل ۵-۳- موقعیت دگرسانی اکسید آهن در برگه کوه گرمو..... ۲۴
- شکل ۶-۳- موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی و آنومالی‌های معرفی شده طلا در برگه کوه گرمو..... ۲۶
- شکل ۷-۳- موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی و آنومالی‌های معرفی شده نقره در برگه کوه گرمو..... ۲۷
- شکل ۸-۳- موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی و آنومالی‌های معرفی شده باریم در برگه کوه گرمو..... ۲۸
- شکل ۹-۳- موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی و آنومالی‌های معرفی شده مس در برگه کوه گرمو..... ۲۹
- شکل ۱۰-۳- موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی و آنومالی‌های معرفی شده مولیبدن در برگه کوه گرمو..... ۳۰
- شکل ۱۱-۳- موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی و آنومالی‌های معرفی شده روی در برگه کوه گرمو..... ۳۱
- شکل ۱۲-۳- موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی و آنومالی‌های معرفی شده تنگستن در برگه کوه گرمو..... ۳۲
- شکل ۱۳-۳- تلفیق آنومالی‌های ژئوشیمیایی در برگه کوه گرمو..... ۳۳
- شکل ۱۴-۳- موقعیت انواع محدوده معدنی ثبت شده در سامانه کاداستر در برگه کوه گرمو..... ۳۴
- شکل ۱۵-۳- نمایی از مجتمع گردشگری آبگرم لوت در شمالباختر برگه کوهگرمو..... ۳۶
- شکل ۱۶-۳- موقعیت پتانسیل‌های احتمالی موجود در برگه کوه گرمو بر اساس نتایج تلفیق لایه‌های اطلاعاتی..... ۳۸
- شکل ۱-۴- مسیرهای پیمایش صحرایی طراحی شده برای پی جویی در برگه کوه گرمو..... ۴۰
- شکل ۲-۴- موقعیت نمونه‌های JSE1-4، JSE1-5، JSE1-6 و JSE1-50 در انتهای شمالی برگه کوه گرمو..... ۴۲
- شکل ۳-۴- کانی سازی حاصل از نفوذ توده اسیدی درون واحد ماسه سنگی تریاس و فعالیتهای معدنکاری انجام شده..... ۴۳
- شکل ۴-۴- نمونه JSE1-50 حاوی کانیهای سولفیدی پراکنده و کمی اکسید شده..... ۴۴

- شکل ۴-۵- درزه ها و شکستگی های متقاطع همراه با دگرسانی لیمونیتی در کنگلومرا ۴۵
- شکل ۴-۷- کانی سازی مالاکیت در قطعات سنگی و دگرسان در واحد کنگلومرا ۴۶
- شکل ۴-۸- موقعیت کانی سازی مس در سرخ کوه و محل نمونه های برداشت شده ۴۷
- شکل ۴-۹- بخش از رخنمون عدسی آهن هماتیته در محدوده اکتشافی کوه سرخ ۴۸
- شکل ۴-۱۰- نمایی نزدیک از کانی سازی آهن در محدوده اکتشافی کوه سرخ ۴۸
- شکل ۴-۱۱- دگرسانی لیمونیتی و کربناته در محل کانی سازی مس در محدوده اکتشافی سرخ کوه ۴۸
- شکل ۴-۱۲- بخشی از کانی سازی مس در حاشیه شمالی عدسی آهن در محدوده اکتشافی سرخ کوه ۴۹
- شکل ۴-۱۳- موقعیت نمونه های برداشت شده در جنوب شرق کوه گردی ۵۰
- شکل ۴-۱۴- موقعیت نمونه های برداشت شده و گسترش زون دگرسانی لیمونیتی در جنوب شرق کوه گردی ۵۰
- شکل ۴-۱۵- بخش از رخنمون زون دگرسانی لیمونیتی-سیلیسی در جنوب شرقی کوه گردی ۵۱
- شکل ۴-۱۶- موقعیت نمونه های برداشت شده از اطراف کوه گرمو (شمال برکه کوه گرمو) ۵۲
- شکل ۴-۱۷- بخشی از رخنمون کانی سازی آهن در محل نمونه JSE1-17 در شرق کوه گرمو ۵۲
- شکل ۴-۱۸- گسترش کانی سازی آهن هماتیته و موقعیت نمونه های عیار دار طلا ۵۳
- شکل ۴-۱۹- کانی سازی آهن همراه با دگرسانی لیمونیتی و آرژیلیتی در محل نمونه JSE1-19 ۵۳
- شکل ۴-۲۰- موقعیت نمونه های برداشت شده در شمال شرق کوه گرمو ۵۴
- شکل ۴-۲۱- بخشی از عدسی هماتیته و گسترش زون لیمونیتی اطراف آن در محل نمونه JSE1-56 ۵۵
- شکل ۴-۲۲- موقعیت نمونه های برداشت شده در شرق گرماب ۵۶
- شکل ۴-۲۳- بخشی از رگه هماتیته و گسترش زون لیمونیتی اطراف آن در محل نمونه JSE1-21 ۵۶
- شکل ۴-۲۴- موقعیت ۲ نمونه برداشت شده از منتهی الیه شرقی محدوده، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو ۵۷
- شکل ۴-۲۵- نمایی از کانی سازی آهن لیمونیتی در محل نمونه JSE1-46 ۵۷
- شکل ۴-۲۶- موقعیت نمونه JSE1-2 در واحد ماسه سنگ ائوسن واقع در شمال شرقی محدوده ۵۸
- شکل ۴-۲۷- بانده کربناته و برشی که در امتداد یک زون گسله رخنمون دارد ۵۹
- شکل ۴-۲۸- واحد کربناته همراه با دگرسانیهای لیمونیتی و سیلیسی که نمونه JSE1-2 از آن برداشت شده است ۵۹
- شکل ۴-۲۹- گسترش دگرسانی لیمونیتی در محل نمونه JSE1-10 ۶۰
- شکل ۴-۳۰- نمایی از رگه سیلیسی و محل نمونه JSE1-11 ۶۰
- شکل ۴-۳۱- نمایی نزدیک از رگچه های نسل دوم سیلیس در محل نمونه JSE1-12 ۶۱
- شکل ۴-۳۲- موقعیت ۳ نمونه برداشت شده در شمال شرقی کوه ملک ۶۲
- شکل ۴-۳۳- نمایی از رگه سیلیسی-هماتیته در محل نمونه JSE1-22 ۶۲
- شکل ۴-۳۴- نمایی نزدیک از رگه سیلیسی-هماتیته در محل نمونه JSE1-22 ۶۳

- شکل ۴-۳۵- نمایشی نزدیک از زون سیلیسی-لیمونیتی در محل نمونه JSE1-24..... ۶۳
- شکل ۴-۳۶- موقعیت نمونه JSE1-28 در شمال گرماب..... ۶۴
- شکل ۴-۳۷- زون برشی و دگرسانی اکسید آهنی و سیلیسی در محل نمونه JSE1-28 در شمال آبگرم گرماب..... ۶۴
- شکل ۴-۳۸- موقعیت نمونه های JSE1-39, 40 در غرب کانسار سرخ کوه، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو..... ۶۵
- شکل ۴-۳۹- نمایشی نزدیک از بخش های سیلیسی-اکسید آهنی رخنمون یافته در محل نمونه JSE1-39..... ۶۵
- شکل ۴-۴۰- موقعیت نمونه JSE1-41 در جنوب شرقی معدن سرخ کوه، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو..... ۶۶
- شکل ۴-۴۱- زون سیلیسی-اکسید آهنی و رگچه های متقاطع لیمونیتی رخنمون یافته در محل نمونه JSE1-41..... ۶۶
- شکل ۴-۴۲- نمایشی از پچ سیلیسی-هماتیتی رخنمون یافته در محل نمونه JSE1-42..... ۶۷
- شکل ۴-۴۳- موقعیت ۲ نمونه برداشت شده از منتهی الیه شرقی محدوده، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو..... ۶۸
- شکل ۴-۴۴- نمایشی از پچ کربناته، سیلیسی و لیمونیتی در محل نمونه JSE1-43..... ۶۸
- شکل ۴-۴۵- نمایشی از زون سیلیسی و برشی شده در محل نمونه JSE1-44..... ۶۸
- شکل ۴-۴۶- موقعیت ۲ نمونه برداشت شده از منتهی الیه شرقی محدوده، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو..... ۶۹
- شکل ۴-۴۷- نمایشی از زون لیمونیتی-کربناته در محل نمونه JSE1-45 (دید به سمت شمال)..... ۶۹
- شکل ۴-۴۸- موقعیت نمونه های JSE1-33, 34, 35 در شمال غربی کوه سرخ کوه..... ۷۰
- شکل ۴-۴۹- نمایشی نزدیک از بخش های دولومیتی در محل نمونه JSE1-33..... ۷۱
- شکل ۴-۵۰- قطعاتی از رگه سیلیسی همراه با لیمونیت در موقعیت نمونه JSE1-34..... ۷۱
- شکل ۴-۵۱- نمایشی از رخنمون واحد دولومیت آغشته به لیمونیت در موقعیت نمونه JSE1-35..... ۷۱
- شکل ۴-۵۲- موقعیت ۲ نمونه برداشت شده از شرق میانه برگه کوه گرمو و جنوب شرق قله سنگ چیل..... ۷۲
- شکل ۴-۵۳- نمایشی از زون برشی و لیمونیتی در سنگ آهک کرتاسه زیرین در جنوب شرق قله سنگ چیل..... ۷۲
- شکل ۴-۵۴- نمایشی از زون برشی و لیمونیتی در دولومیت های قهوه ای شمال جاده خوسف-آبگرم..... ۷۳
- شکل ۴-۵۵- موقعیت رخنمون واحدهای کالرد ملانژ در شمال شرقی سرخ کوه..... ۷۵
- شکل ۴-۵۶- نمایشی از رخنمون واحد اولترابازیک حاوی مگنتیت..... ۷۵
- شکل ۴-۵۷- موقعیت نمونه JSE1-1 در قاعده واحد کربناته تریاس بالایی..... ۷۶
- شکل ۴-۵۸- موقعیت زون سیلیسی در قاعده واحد کربناته و کنتاکت گسله آن با شیست..... ۷۷
- شکل ۴-۵۹- موقعیت نمونه JSE1-25 در شمال کوه ملک..... ۷۷
- شکل ۴-۶۰- رخنمون پچ های سیلیسی مرتبط با توده گرانیت در شرق کوه ملک..... ۷۸
- شکل ۴-۶۱- موقعیت نمونه های JSE1-26 و JSE1-27 در شمال کوه علی..... ۷۹
- شکل ۴-۶۲- رخنمون گسترده واحد دولومیتی در شمال کوه علی..... ۷۹
- شکل ۴-۶۳- موقعیت نمونه JSE1-29 در حاشیه جنوبی کوه گرمو..... ۸۰

شکل ۴-۶۴- زون برشی و دولومیتی در حاشیه جنوبی کوه گرمو و محل نمونه JSE1-29 در شمال شرق گرماب ۸۰

شکل ۴-۶۵- بخشی از رخنمون لیتیک توف دگرسان شده در شمال غرب سرخ کوه ۸۱

شکل ۴-۶۶- دپوی سرباره حاصل از ذوب کانسنگ مس در شمال شرقی سرخ کوه ۸۲

شکل ۴-۶۷- کانی سازی مالاکیت و آزوریت همراه با دگرسانی های اکسید آهن و اپیدوت در قطعه ذوب سرباره ۸۲

شکل ۵-۱- نقشه زمین شناسی اقتصادی و پتانسیل های معدنی در برگه کوه گرمو ۸۶

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست جدول‌ها

- جدول ۴-۱. لیست نمونه‌ها و آنالیزهای انجام شده در برگه کوه گرمو..... ۴۱
- جدول ۴-۲. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد E^{tm} در شمال شرقی برگه کوه گرمو (ppm)..... ۴۴
- جدول ۴-۳. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد E^c در شمال شرقی برگه کوه گرمو (ppm)..... ۴۶
- جدول ۴-۴. نتیجه آنالیز نمونه برداشت شده از کانی سازی آهن در محدوده اکتشافی سرخ کوه (درصد)..... ۴۸
- جدول ۴-۵. نتیجه آنالیز نمونه برداشت شده از کانی سازی مس در محدوده اکتشافی سرخ کوه (ppm)..... ۴۹
- جدول ۴-۶. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از زون گسله در شمال شرقی برگه کوه گرمو (ppm)..... ۵۱
- جدول ۴-۷. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از زون گسله در شمال شرقی برگه کوه گرمو (ppm)..... ۵۵
- جدول ۴-۸. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از زون گسله در شمال شرقی برگه کوه گرمو (ppm)..... ۵۸
- جدول ۴-۹. نتیجه آنالیز نمونه JSE1-2 در شمال شرقی منطقه (ppm)..... ۵۹
- جدول ۴-۱۰. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از رگه‌های سیلیسی در شمال شرقی برگه کوه گرمو (ppm)..... ۶۱
- جدول ۴-۱۱. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از شمال شرقی کوه ملک (ppm)..... ۶۳
- جدول ۴-۱۲. نتیجه آنالیز نمونه نمونه JSE1-28 در شمال آبگرم گرماب (ppm)..... ۶۵
- جدول ۴-۱۳. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از غرب و جنوب شرق کانسار سرخ کوه (ppm)..... ۶۷
- جدول ۴-۱۴. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از منتهی الیه شرقی برگه کوه گرمو (ppm)..... ۶۹
- جدول ۴-۱۵. نتیجه آنالیز نمونه JSE1-45 در منتهی الیه شرقی محدوده (ppm)..... ۷۰
- جدول ۴-۱۶. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد کربناته جنوب شرق قله سنگ چیل (ppm)..... ۷۳
- جدول ۴-۱۷. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد کربناته شمال جاده خوسف-آبگرم (ppm)..... ۷۳
- جدول ۴-۱۸. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد کربناته شرق کوه گرمو (ppm)..... ۷۴
- جدول ۴-۱۹. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد اولترابازیک (ppm)..... ۷۵
- جدول ۴-۲۰. نتیجه آنالیز نمونه سیلیس JSE1-25 در شرق کوه ملک (درصد)..... ۷۸
- جدول ۴-۲۱. نتایج آنالیز نمونه‌های دولومیت در شمال کوه علی (درصد)..... ۷۹
- جدول ۵-۱. جدول موقعیت زون‌های کانه‌زایی نسبت به موقعیت زیرساخت‌های منطقه..... ۸۸
- جدول ۵-۲. ژئومتری محدوده‌های امید بخش..... ۸۸
- جدول ۵-۳. ژئومتری زون‌های دگرسانی..... ۸۹

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

طرح اکتشافات سیستماتیک خراسان جنوبی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ شامل ۲۰ برگه اولویت دار در این منطقه می‌باشد. این پروژه مربوط به برگه کوه گرمو است. هدف از انجام این پروژه، یافتن مناطق مستعد کانی زایی در یک مقیاس ناحیه ای است که پایه ای برای اکتشافات عمومی و تفصیلی بعد از آن باشد. در اکتشافات سیستماتیک و تهیه نقشه های ۱:۵۰۰۰۰۰ زمین شناسی اقتصادی رعایت ترتیب فعالیت های اکتشافی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. همچنین شناخت کلی از منطقه سبب می‌شود که برنامه ریزی برای اکتشافات بهتر صورت پذیرد. در این فصل پس از معرفی مختصر داده‌های مورد استفاده، اندکی در مورد منطقه و راه های دسترسی به برگه مورد نظر توضیح داده می‌شود. در فصل دوم زمین شناسی منطقه بررسی و در فصل سوم اکتشافات سیستماتیک با مطالعات دفتری ارائه شده است. در ادامه عملیات صحرائی در فصل چهارم تشریح و در نهایت در فصل پنجم نتایج این اکتشافات بیان شده و نقشه نهایی ارائه می‌شود. فصل ششم در مورد نتیجه گیری و پیشنهادات این گزارش می‌باشد.

۱-۲-۵- داده ها و اطلاعات مورد استفاده

برای اکتشافات سیستماتیک در برگه کوه گرمو از اطلاعات اولیه زیر استفاده شده است. این اطلاعات به منظور بهینه کردن عملیات صحرائی استفاده می‌شود و به صرف استناد به آن ها نمی‌توان اکتشاف معتبر و مستندی داشت. در ادامه گزارش نحوه استفاده هر یک از این داده‌ها برای بهبود عملیات صحرائی بیان می‌شود.

تصاویر ماهواره ای Landsat 8, OLI, Google eyes, ETM, Aster, Spot5

نقشه و گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰۰ نایبندان

نقشه و گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی

نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰

نقشه و گزارشات ژئوشیمی آبراهه ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ کوه گرمو

نقشه ژئوفیزیک هوایی با خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر

۱-۳-۱- مطالعات پیشین در گستره محدوده اکتشافی

- از قدیمی ترین مطالعات انجام شده در ناحیه می‌توان به کارهای انجام شده توسط شرکت نفت اشاره کرد. طی سال های ۱۹۶۶ و ۱۹۶۷ کار شناسائی مقدماتی گسترده ای در ناحیه لوت و کمر بند فلیش مجاور آن به وسیله شرکت ملی نفت ایران و پیمانکار فرانسوی ERAP دنبال شد. نتایج به دست آمده در چند نقشه و

گزارش انتشار نیافته شرکت نفت بازتاب یافته است و خلاصه ای از آن به وسیله ریر و محافظ (Reyer and Mohafez 1970) منتشر شده است.

- اشتوکلین و همکاران (۱۹۷۳) در بررسی مقدماتی زمین شناسی در لوت مرکزی، یک نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ از لوت مرکزی فراهم کردند که ناحیه جنوب سه چنگی نیز در آن جای دارد.
- در سال ۱۹۸۱ نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ نایبندان توسط کلویور و همکاران (Kluyver et al., 1981) تهیه و توسط سازمان زمین شناسی منتشر شد.
- در سال ۱۳۸۰ اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی انجام شد. نتیجه این مطالعه معرفی چندین آنومالی ژئوشیمیایی به خصوص در جنوب معدن سرخ کوه بوده است.
- اکتشافات ناحیه‌ای انجام شده در این استان عموماً مقیاس ناحیه‌ای و گاه در مقیاس تفصیلی و نیمه تفصیلی بوده است. فعالیت‌های اکتشافی انجام شده که هماهنگ با استانداردهای مطالعاتی جهانی است به سه روش اکتشافات چکشی، نمونه‌برداری از آبراهه‌ها و بالاخره مطالعات رادیومتری زمینی بوده است که حاصل آن حذف مناطق فاقد مواد معدنی و انتخاب مناطق کانه‌دار می‌باشد. برای مناطق کانه‌دار پیشنهادات اکتشافی لازم تهیه و ارائه گردیده است تا در مرحله مطالعات تکمیلی (نیمه تفصیلی - تفصیلی) مورد استفاده قرار گیرد.
- گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در محدوده برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی (۱۳۸۲)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- عادل، کریم، هردوست، منصور. صوت اکبر، حمید، (۱۳۶۸)، گزارش زمین شناسی کانسارهای سرب و روی ناحیه بیرجند-نابند (جنوب استان خراسان) و ارائه طرح اکتشافی تفصیلی کانسار سه چنگی، وزارت معادن و فلزات.
- اصفهانی نژاد، مژگان و حسینمردی طرشتی، علی، همتی، فریبا، (۱۳۸۳)، گزارش بررسی های اکتشافات سیستماتیک ناحیه ای و پتانسیل نواحی امید بخش در زون فردوس - خوسف با استفاده از پردازش، تلفیق و مدل سازی اطلاعات زمین شناسی، ماهواره ای، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوایی و نشانه های معدنی در محیط GIS. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- سهندی، محمدرضا، محجل، محمد، (۱۳۶۲)، مطالعه سنگ های دگرگونی خاور ده سلم (لوت مرکزی) و بررسی زمان رویداد مراحل مختلف دگرگونی و آذرین در این ناحیه، سازمان زمین شناسی کشور.
- فریدی، محمد، خلعتبری جعفری، مرتضی و عباسی، سیروس، (۱۳۸۵)، زمین شناسی، زمین ساخت و سنگ شناسی منطقه زنوگان با تاکید بر سنگ شناسی توالی های آتشفشانی ائوسن، نئوژن و کواترنری (بلوک لوت)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

در ارتباط با منطقه مورد مطالعه و مناطق پیرامون مقالات علمی نیز ارائه شده است که می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- ۱- پتروگرافی سنگ های آتشفشانی ترشیری منطقه خور- سه چنگی (غرب خوسف، استان خراسان جنوبی) با نگرشی بر پرلیت زایی (یوسف زاده، محمدحسین، ۱۳۹۳).
 - ۲- بررسی دگرسانی در سنگ های آتشفشانی ترشیری منطقه بیرجند - خوسف (اردهه، ح. و ابراهیمیان، شیوا، ۱۳۹۱).
 - ۳- پتروگرافی، دگرسانی و پتانسیل اقتصادی سنگ های آتشفشانی منطقه شوشک (شرق سربیشه)، خراسان جنوبی، (بیانی ریحانه، محمدی سیدسعید، زرین کوب محمدحسین و نخعی ملیحه، ۱۳۹۴).
 - ۴- مطالعه زمین شناسی، دگرسانی و ژئوشیمی سنگ های آذرین ترشیری شوراب (غرب خوسف)، خراسان جنوبی، (غلامی علی اصغر، محمدی سیدسعید و زرین کوب محمدحسین، ۱۳۹۳).
 - ۵- پتروگرافی و ژئوشیمی سنگ های آتشفشانی ناحیه ی کلاته قصاب (شمال غرب خوسف)، شرق ایران، (مجرد فاطمه، محمدی سیدسعید، زرین کوب محمدحسین، ۱۳۹۳).
 - ۶- شناسایی مناطق مستعد مس-طلائی پورفیری در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی با استفاده از روش های AHP و FAHP
 - ۷- مطالعات رادیومتری هوایی در شرق گسل ناینندان (سه چنگی)، (اکبر رضایی آزاد و همکاران، ۱۳۸۹).
- جدیدترین مطالعه انجام شده در محدوده اکتشافی، تهیه نقشه زمین شناسی برگه کوه گرمو در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ است که توسط محمد صالحی تینونی در سال ۱۴۰۱، در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مرکز کرمان انجام شده است. برداشت های انجام شده در این مطالعه، مشتمل اند بر: ۱- برداشت های ساختاری شامل ۲۲ برداشت از صفحه گسلش شامل شیب و امتداد صفحه گسلی و در مواردی ریک گسلی و ۱۴۴ برداشت شیب و امتداد شیب لایه و ۲- برداشت های زمین شناسی شامل ۱۲۴ نمونه سنگ شناسی از انواع لیتولوژی های منطقه، ۴۷ نمونه آنالیز XRF، ۴۴ نمونه دیرینه شناسی به فرار ۳۹ نمونه میکروفسیل و ۳ نمونه نانوفسیل و ۲ نمونه پالینومورف، ۳۱ نمونه ICP-MS در مجموع ۴۰۳ برداشت نقطه ای در برگه کوه گرمو صورت گرفته است (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).

۱-۴- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی

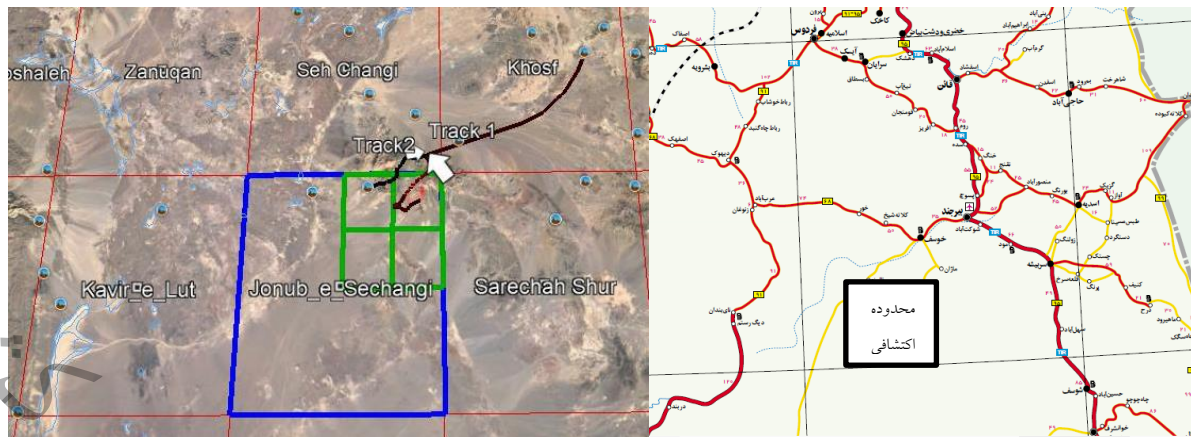
دسترسی به محدوده مورد مطالعه از جنوب غرب شهر خوسف به سمت جنوب غرب مسیر آبگرم لوت که ادامه آن به سمت نایبند است و طی مسیر ۵۰ کیلومتر (که ۳۵ کیلومتر آن آسفالت و در ۱۵ کیلومتر بقیه عملیات فنی، خاک برداری و زیرسازی این مسیر انجام شده است) امکان پذیر است.

بعد از طی ۵۰ کیلومتر دو مسیر وجود دارد: ۱- اولین مسیر که همان جاده اصلی خوسف-آبگرم لوت می باشد که با طی ۵۰ کیلومتر از شهر خوسف سمت چپ جاده به یک ساختمان متروکه کافه قدیمی می رسد که به سمت جنوب تابلوی معدن شوراب نصب شده و از این محل با طی کردن ۶ کیلومتر بخش های شمال شرقی محدوده شامل برگه کوه گرمو قابل دسترسی است، و همچنین از این مسیر با پیمودن ۲۵ کیلومتر دیگر می توان به مناطق جنوبی محدوده اکتشافی دسترسی پیدا کرد.

مسیر دوم که با آن می توان به بخش های شمال غربی محدوده اکتشافی دسترسی پیدا کرد و همان مسیر خوسف آبگرم لوت می باشد، که با طی فاصله ۸۰ کیلومتر از شهر خوسف به آبگرم لوت می رسیم و بخش های شمالی برگه کوه گرمو را می توان پیمایش کرد. البته به دلیل تردد کامیون های سنگین و معدنی، بخش هایی از این محور تخریب شده است. همچنین از آبگرم لوت تا نایبند نیز ۷۰ کیلومتر فاصله دارد که با احداث این جاده از خراسان جنوبی به کرمان حدود ۱۰۰ کیلومتر کاهش فاصله خواهد داشت و در نهایت این جاده ۱۹۰ کیلومتر مسیر ارتباطی خراسان جنوبی با استان های یزد، فارس، اصفهان، تهران و غرب کشور را کاهش می دهد (شکل های ۱-۱ و ۲-۱).



شکل ۱-۱- موقعیت استان خراسان جنوبی و شهرستان های آن بر روی نقشه تقسیمات کشوری



شکل ۱-۲- موقعیت مسیر راه دسترسی به منطقه اکتشافی از شهر خوسف به برکه کوه گرمو (مستطیل سبز)

شهرستان خوسف دارای اقلیم مناطق بیابانی با ویژگی‌های خاص آن است. از ویژگی‌های ناحیه ناهمسانی دمای زیاد تابستان و زمستان و نیز شب و روز است. ورقه جنوب سه چنگی در ناحیه بیابانی داخلی قرار می‌گیرد. این ناحیه در بیشتر ماه‌های سال خشک و کم باران است و به طور کلی بارش سالیانه از ۵ سانتی متر در سال فراتر نیست. حداکثر نزولات آسمانی در سه ماهه اسفند، فروردین و اردیبهشت بوده و کمی نزولات آسمانی باعث شده هیچگونه رودخانه دائمی در اطراف آن جریان نیابد. ریزش‌های جوی کم (۱۶۶ میلی متر)، درجه حرارت بالا در فصول گرم، اختلاف درجه حرارت شدید (۴۰ درجه) و طولانی بودن دوران خشکی در بیش از هفت ماه از سال، از ویژگی‌های عمده آب و هوای این منطقه است. پوشش گیاهی اندک (بوته‌های خار پراکنده) و جمعیت مسکونی در این ورقه وجود ندارد. تنها حضور انسانی در این ورقه محدود به چوپانان و ساربانان و همچنین افرادی که اواخر فصل تابستان از بیرجند و سایر مناطق همجوار برای استفاده از آبگرم لوت در بخش شمالی ورقه به ناحیه مسافرت می‌کنند. دو رود کم آب و به نسبت خشک، یکی در شمال باختری ورقه: رودخانه نمکزار و دیگری در جنوب خاوری ورقه وجود دارد که در فصل زمستان و آغاز بهار اندکی آب در آنها روان است. مهمترین کوه‌های ناحیه عبارتند از سرخ کوه، کوه گرمو، کوه ملک، کوه گردی و کوه علی.

۱-۵- زمین‌ریخت‌شناسی

از نظر ریخت‌شناختی ناحیه به دو بخش قابل تقسیم است. منطقه شمال خاوری و شمال باختری نقشه که بلندترین ارتفاعات ناحیه را تشکیل می‌دهند از سنگ‌های آهکی پرمین (سرخ کوه) و تریاس تشکیل شده‌اند که به علت پایداری در برابر فرسایش ارتفاعات به نسبت بلندی را تشکیل داده‌اند. بخش شمال باختری ورقه از سنگ‌های آتشفشانی ترشیری تشکیل شده است که بلندی‌های کم شیبی را می‌سازند. در بخش جنوب خاوری ورقه، سنگ

های آتشفشانی ترشیری دارای بلندای کمی هستند و حالت تپه ماهوری دارند. به طور کلی بلندترین کوه ها در بخش شمال و به سمت جنوب از بلندی کوه ها کاسته می شود.

کشور
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی

فصل دوم: زمین شناسی

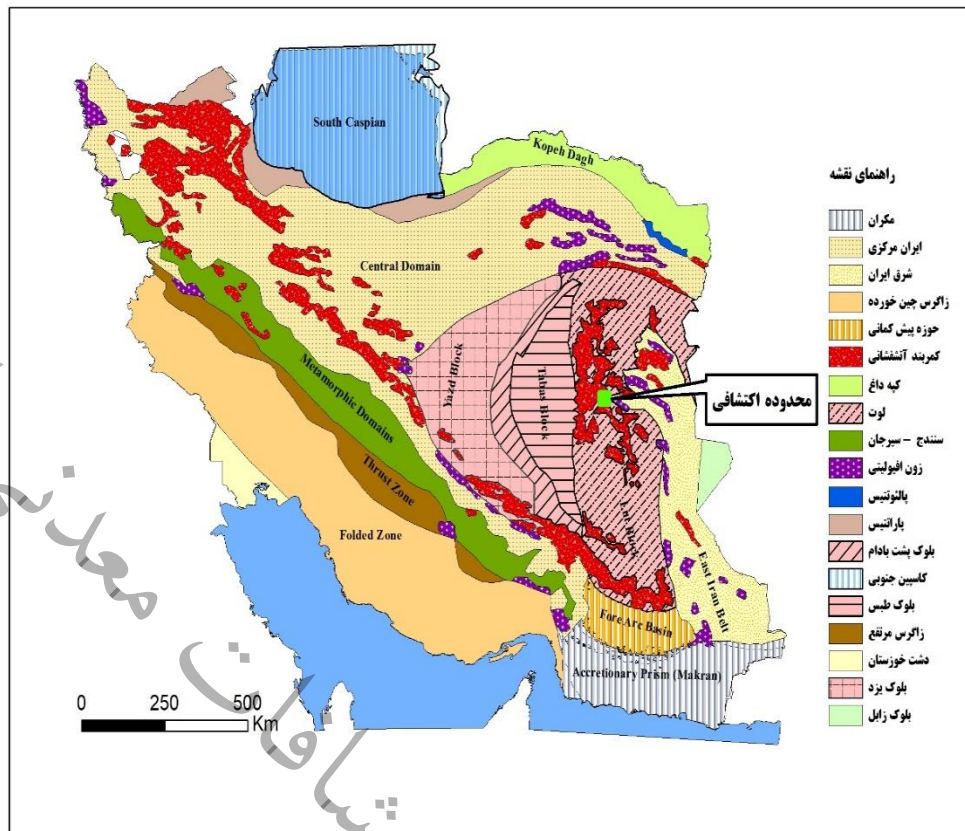
۱-۲- مقدمه

برکه کوه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو در بخش شرقی پهنه لوت، جنوب شرقی چهارگوش زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ نایبندان و شمال شرقی ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی واقع شده است. عملیات اکتشافی در برکه کوه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو با کد 7654-I انجام شده است که در برگیرنده چهار برکه ۱:۲۵۰۰۰ می باشد (شکل ۱-۲).

7455	7555	7655
شکسته آبشاله	زنوعان	سه چنگی
	نایبندان	
7454	7554	7654 کوه گرمو
نایبند	کویر لوت	جنوب سه چنگی

شکل ۱-۲- موقعیت محدوده اکتشافی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو (مستطیل قرمز) در چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ نایبندان و ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی

با توجه به پیچیدگی های ساختاری و شرایط متفاوت رسوبی، ایران را به چند حوضه رسوبی - ساختاری جداگانه تقسیم کرده اند که طبق این تقسیم بندی ها نقشه های پهنه بندی مختلف تهیه و نام گذاری شده است. محدوده اکتشافی ورقه زمین شناسی جنوب سه چنگی طبق پهنه بندی رسوبی ساختاری در پهنه بلوک لوت و بر طبق نقشه تقسیم بندی پهنه های رسوبی ساختاری ایران برگرفته (علوی، ۱۹۹۱) در پهنه بلوک لوت و در نقشه پهنه بندی ساختاری - رسوبی ایران توسط آقائاتی (۱۳۸۳)، در کمربند آتشفشانی شرق ایران واقع شده است (شکل ۲-۲).

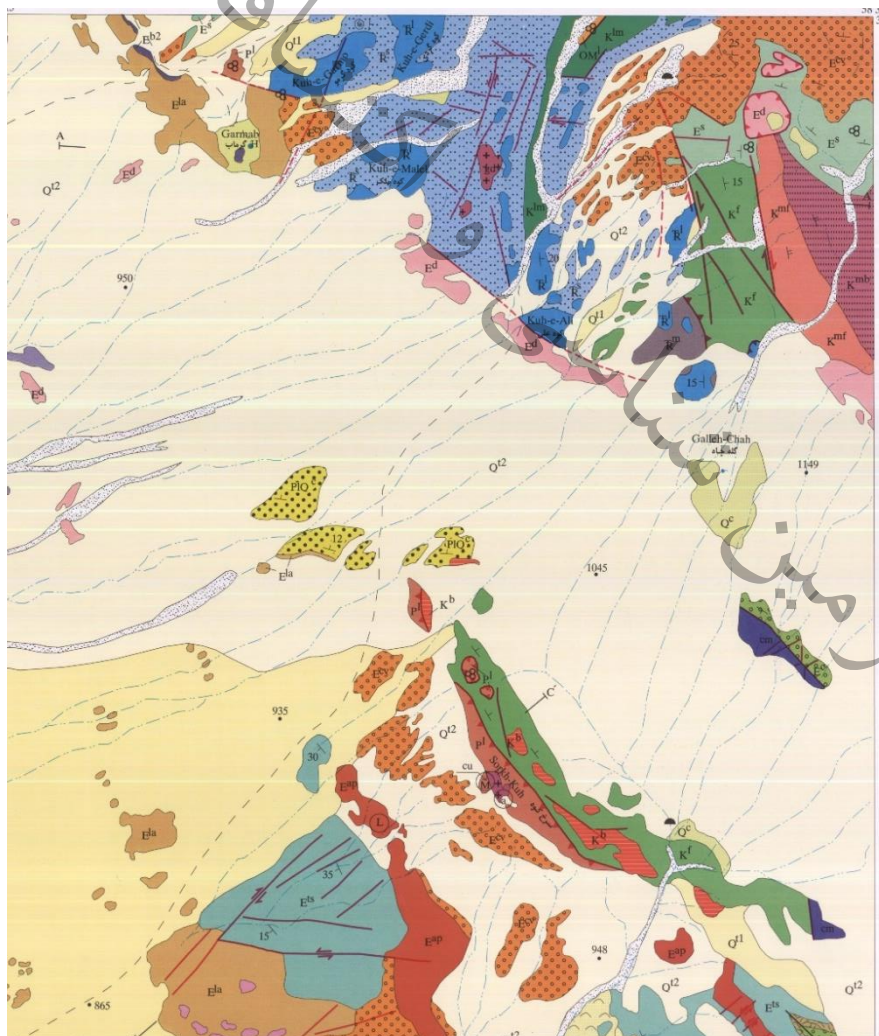


شکل ۲-۲- موقعیت بر گه کوه گرمو در نقشه تقسیم بندی پهنه های رسوبی ساختاری ایران (آقاباتی، ۱۳۸۳)

بر اساس پهنه بندی ساختاری ایران (آقاباتی، ۱۳۸۳)، بر گه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو بر روی زیر پهنه ساختاری لوت قرار می گیرد. لیکن شواهد پوسته اقیانوسی و فلیش های کرتاسه- پالئوسن متعلق به زمین درز سیستان نیز در خاور بر گه دیده می شود. این واحدها دگرگونی ضعیفی را تحمل کرده اند. در بر گه کوه گرمو، قدیمی ترین واحد سنگی متعلق به کربناته های پرمین (واحد Pr^1) بوده که به صورت یک راندگی بر روی واحدهای دگرگونه mt قرار دارند. مرز زیرین و بالایی آن نامشخص است. از طرفی واحدهای سنگی قدیمی تر تا تریاس میانی در بر گه کوه گرمو پوشیده هستند، بنابراین فازهای کوهزادی و پدیده های حاصل آن به قبل از تریاس میانی در بر گه کوه گرمو قابل پی گیری نیست. در بر گه کوه گرمو، از تریاس میانی به بعد می توان رخداد های کوهزادی و پدیده های حاصله را مورد بررسی قرار داد (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).

۲-۲- زمین شناسی عمومی برکه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس منطقه، نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی می‌باشد که محدوده مورد نظر در شمال شرقی این نقشه واقع شده است. در شکل ۲-۳ نقشه زمین‌شناسی برکه مورد مطالعه ارائه شده است. گستره ورقه زمین‌شناسی جنوب سه چنگی در برگیرنده ی رخنمون‌هایی از پرمین تا کواترنری است، اما در این توالی نبوده‌های چینه نگاری بزرگی نیز وجود دارد. کهن‌ترین سنگ‌های برونزد یافته مربوط به پرمین است که در دو رخنمون جدا از هم دیده می‌شوند. سنگ‌های مزوزوئیک مربوط به سازند نایبند و واحد کرتاسه بالایی است که در بخش شمال‌خاوری ورقه رخنمون دارند. در آغاز ترشیری رسوبگذاری آواری و کربناته همراه با تکاپوهای آذرآواری گسترش یافته است. در ائوسن پیشین نخستین بخش آتشفشانی ناحیه به شکل سنگ‌های آذرین خروجی در جنوب خاوری ورقه روی داده است. چرخه دوم آتشفشانی ناحیه در ائوسن بالایی - اولیگوسن به اوج خود رسیده است. در این چرخه لاتیت آندزیت، پیروکسن آندزیت، هورنبلاند آندزیت و بازالت - آندزیت بازالیت گسترش فراوانی دارند. در زیر واحدهای سنگی از کهن‌تر به جوان‌تر توصیف شده‌اند.



شکل ۲-۳- نقشه زمین‌شناسی برکه کوه گرمو واقع در شمال شرقی نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی

سنگ های مربوط به پرمین به طور کلی در دو منطقه گسترش دارند، رخنمون اول در شمال آبگرم لوت و برونزد دوم در سرخ کوه است. در شمال آبگرم لوت سنگ های پرمین، سنگ آهک خاکستری تیره هستند، در منطقه سرخ کوه سنگ آهک های پرمین، بر اثر نفوذ توده گرانیتی سرخ کوه دگرگونی ناچیزی را تحمل کرده اند و همبری سنگ آهک های پرمین با فلیش های کرتاسه در سرخ کوه از نوع راندگی است.

در بخش شمالی ورقه در ناحیه کوه گرمو و خاور آبگرم لوت (گرماب) سنگهای سیلتستون، ماسه سنگ، شیل، توفیت و به مقدار کمتر سنگ آهک گسترش دارند که بسیار خرد شده است و شکستگی های فراوانی دارد و سن آنها تریاس میانی - بالایی در نظر گرفته شده است. در قاعده طبقات ماسه سنگی، طبقات کنگلومرایی در بعضی جاها دیده می شوند. این کنگلومراها در بردارنده ی قطعات سنگ های دگرگونی، آذرین خروجی و برخی قطعات سنگی از ماسه سنگ و سنگ آهک هستند. واحد ماسه سنگ و شیل در این ناحیه نسبت به سازند نایند در مقطع تیپ از ژرفای بیشتری برخوردار است. همچنین در جنوب خاور سرخ کوه گسترش بیشتری دارد و ماسه سنگ ها دارای لایه بندی خوبی هستند و کمی با اسید می جوشند و به طور ضعیفی دارای دانه بندی تدریجی (گریددبندینگ) هستند با ساختار رسوبی توبی و بالشی (Ball and Pillow) رخنمون دارند. در شمال و شمال خاور آبگرم لوت (گرماب) و جنوب کوه غره سفید سنگ آهک ها به رنگ خاکستری مایل به زرد تا تیره و گاهی نارنجی گسترش زیادی دارند که به طور موضعی دولومیتی نیز شده اند.

واحد دیگری متشکل از گدازه های داسیتی و سنگ های آذرآواری وابسته بدان در منطقه رخنمون دارد که کمی دگرسان شده اند و کربنات و سریسیت در آن ها دیده می شود. این گدازه ها توده ای هستند و در جنوب باختر ناحیه با سنگ های آذرآواری همراهند. جریان های آذرآواری موجود در این واحد بیشتر از نوع لاپیلی توف - توف ریولیتی -، هیالوتوف (ریولیتی) هستند که به طور عمده از کوارتز، پلاژیوکلاز، بیوتیت تشکیل شده اند.

علاوه بر این در منطقه سنگ های آندزیتی، تراکی آندزیتی و به مقدار کمتر آندزیت بازالتی، به صورت میان چینه ای با واحدهای ائوسن قرار گرفته است و چنین به نظر می نماید که در یک محیط کم ژرفای فوران یافته باشد. گدازه های بازالتی جزیانی در شمال آبگرم لوت (گرماب) دارای گسترش زیادی هستند.

در ورقه جنوب سه چنگی سنگ های آذرین درونی در سه جا قابل مشاهده اند. مهمترین فعالیت نفوذی دیده شده، توده گرانیتی - گرانودیوریتی سرخ کوه است که به درون سنگ آهک پرمین نفوذ نموده است. این توده تعیین سن شده و متعلق ژوراسیک میانی تا ژوراسیک پسین است. در جنوب سرخ کوه نیز توده نیمه ژرف میکرودیوریتی که نشانگر کهن ترین تکاپوهای ماگمایی در لوت مرکزی است. این توده که در چند جا برونزد دارد به درون سنگ های آتشفشانی ترشیری، تزریق و سبب دگرسانی گسترده ای از نوع دگرسانی آرژیلیک و پروپیلیتیک شده است این توده نفوذی گرانیتی تا گرانودیوریتی در سطح در گستره ای حدود ۲ کیلومتر در همبری با سنگ آهک پرمین سبب

کافی سازی نیز شده است. کارهای معدنکاری قدیمی در محل همبری توده نفوذی با سنگ آهک پرمین به طور پراکنده دیده می شود. در شمال ورقه نیز در درون سازند ناینند بقایایی از یک توده نفوذی گرانودیوریتی دیده می شود که به شدت تکتونیزه و فولیاسیون دار است.

در خاور آبگرم لوت توده گرانودیوریتی به شدت خرد شده و به هم ریخته است. همچنین دایک های بازیکی به ضخامت حدود ۲ متر و درازای بیش از ۱ کیلومتر در جنوب خاور ورقه دیده می شوند.

علاوه بر واحدهای ذکر شده میتوان واحدهای دگرگونی را ذکر کرد که در شمال خاور ورقه گسترش دارند. بطوریکه در شمال ناحیه که به طور عمده از شیل و ماسه سنگ تشکیل شده اند در بعضی مناطق دگرگون شده اند. به طور کلی درجه دگرگونی این سنگ ها از درجه بسیار ضعیف است و شیل ها در بالاترین حد دگرگونی خود به اسلیت تبدیل شده اند. به طور کلی درجه دگرگونی هنوز تا بدان جا نیست که نوع سنگ مادر اولیه را نتوان تشخیص داد.

همچنین سنگ های متابازیت، متاولکانیک، کلریت شیست و سنگ آهک دگرگونه در منطقه دیده می شود که سنگ های متابازیت، که سنگ های آذرین درونی دگرگونه اند، از نوع گابرو - دیوریت هستند و کانی های آنها به کلریت - اپیدوت - کربنات تبدیل شده اند. در متاولکانیک ها آثاری از ساخت بالشی (Pillow lava) هنوز قابل مشاهده است، همچنین چرت های رادیولاریتی نیز با آنها دیده می شود. توالی دگرگونی از خاور به باختر به سازند ناینند دگرگون شده می پیوندد. با توجه به سن واحدها و لیتولوژی آنها می توان نتیجه گرفت که دگرگونی بایستی پس از کرتاسه بالایی و پیش از ائوسن زیرین - میانی انجام شده باشد. دگرگونی رخ داده در ناحیه را می توان به وجود نیروهای فشاری در حد اتصال بلوک لوت و زبانه های زون فلیش خاور ایران به درون بلوک لوت در نظر گرفت که درجه دگرگونی از باختر به خاور فزاینده است و بایستی به خاطر داشت که این دگرگونی پس از کرتاسه رخ داده و بنابراین با دگرگونی ده سلم که به یقین مربوط به اواخر تریاس است پیوندی ندارد.

از دیگر واحدهایی که در منطقه گسترش دارند، نهشته های فلیش مانند (Flysch like) همراه با گدازه های بازالتی آفریک با چرت های رادیولاریتی، سنگ آهک های پلاژیک گلوبوترانکانادار و سنگ های اولترابازیک (هارزبورژیت) در بخش شمال خاور ورقه دارای گسترش زیادی هستند.

در منطقه کهن ترین پادگانه های آبرفتی (Terraces) و نهشته های آبرفتی نیز وجود دارد که در جنوب ناحیه گسترشی چشم گیری دارد.

۲-۳- زمین ساخت و رخدادهای تکتونیکی منطقه

با توجه به این که بخش سترگ ناحیه در بلوک لوت جای گرفته است و بخش شمال خاوری نیز مربوط به زون فلیش خاور ایران است، پس ساختارهای متفاوتی را می توان در ناحیه انتظار داشت. چین خوردگی های دیده شده در

واحدهای شمال خاور نقشه، از نوع شدیدند و در سنگ های دگرگونی این ناحیه دو نسل چین خوردگی را می توان گواه بود. در واحدهای ائوسن چین خوردگی های ملایمی را می توان دید. واحدهای آتشفشانی نیز دارای شیبی اندک ، کمتر از ۱۵ درجه هستند. در جنوب خاور سرخ کوه یک چین خوردگی واضح را می توان در سنگ های ائوسن یافت که پلانچ محور این ناودیس نامتقارن به سوی شمال خاور است.

بعضی از گسل های ناحیه از نوع امتداد لغز با مولفه شیبی (مورب لغز) هستند که به نظر می رسد جابجائی امتدادی آنها بیشتر از جابجائی عمودی آنها باشد. همچنین این گسل ها به طور غالب دارای دو جهت شمال باختر - جنوب خاور و شمال خاور - جنوب باختر هستند. افزون بر این، گسل های راندگی نیز در بعضی نقاط دیده می شوند که مهمترین آنها راندگی سرخ کوه است. در بخش های باختری تر ناحیه که سنگ های آتشفشانی چیرم اند، وضعیت ساختاری با خمش ملایم، کج شدگی و گسلش در جهات گوناگون جلوه می نماید.

با توجه به وجود سنگ های مربوط به زون فلیش خاور ایران و وجود واحد افیولیتی مربوط به آن و پدیده دگرگونی در بخش شمال خاور ورقه، بایستی این پدیده ها را مربوط به برخورد زون فلیش با بلوک لوت دانست. چنین به نظر می رسد که شاخه هایی از زون فلیش خاور ایران در این ناحیه در اثر حرکت های گسل های امتداد لغز به درون بلوک لوت کشیده شده اند. در رابطه با بلوک لوت تصور می شود که بلوک لوت همان پلاتنفرم پالئوزوئیک ایران باشد که در طی رویدادهای کیمری کراتونی شده است. ریر و محافظ (Reyer and Mohafez, 1970) معتقدند که فرایندهای تکتونیکی اواخر تریاس، به خصوص در ناحیه لوت پر شدت بوده و نه تنها منجر به چین خوردگی شدید شده اند بلکه دگرگونی بالایی را نیز سبب شده اند. بارزترین مشخصه تکتونیکی ناحیه مورد بررسی تضاد بیش از اندازه ای است که از نظر شدت تغییر شکل و سبک ساختاری میان ناحیه بلوک لوت و ناحیه زون فلیش (شمال خاور ناحیه) وجود دارد.

در رابطه با آتشفشانی گسترده ترشیری در بلوک لوت هنوز به طور قاطع نمی توان اظهار نظر کرد که آیا این آتشفشانی در ارتباط با فروانش پوسته اقیانوسی زون فلیش به زیر بلوک لوت انجام گرفته و یا این که در ارتباط با شرایط تکتونیکی محلی موجود در داخل بلوک لوت و در ارتباط با شاخه های فرعی گسل های نایبند و یا حتی نهبندان انجام گرفته است.

۲-۴- زمین شناسی بر گه کوه گرمو (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰)

در گستره بر گه ۱:۵۰۰۰۰۰ کوه گرمو، واحدهای زمین شناسی با سن پرمین تا عهد حاضر، برونزد دارند. این واحدهای سنگی، بخشی از پهنه ساختاری بلوک لوت و زمین درز سیستان را در بر می گیرند. واحدهای رسوبی بر گه کوه گرمو دارای منشأ تخریبی و شیمیایی بوده و در بردارنده ماسه سنگ، شیل، سیلت استون، مارن و سنگ های آهکی و دولومیتی به سن پرمین تا عهد حاضر هستند. سنگ های آذرین در منطقه، به دو شکل خروجی و نفوذی برونزد دارند. سنگ های

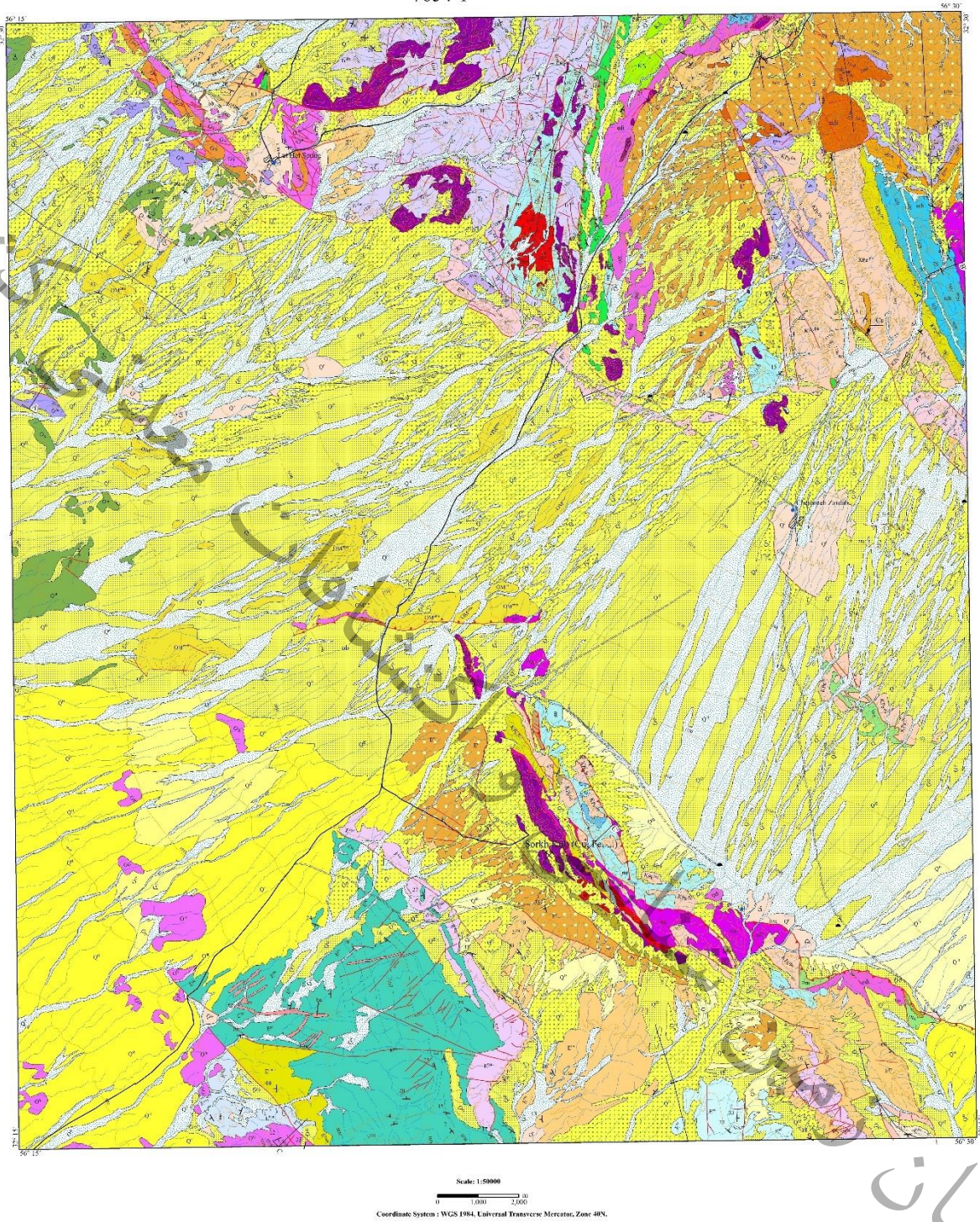
آذرین خروجی به صورت جریان‌های گدازه و آذرآواری، و توده‌های نفوذی‌ها به شکل پلوتونیک، ساب ولکانیک و دایک در منطقه برونزد دارند. عمده فعالیت‌های آذرین در این محدوده مربوط به دوره‌های کرتاسه (تشکیل و جایگیری پوسته اقیانوسی خاور ایران)، ائوسن تا عهد حاضر است. علاوه بر این، در ژوراسیک پسین توده‌های با ترکیب حدواسط تا اسیدی، واحدهای قدیمی‌تر را قطع نموده‌اند، به طوری که در جنوب برکه کوه گرمو عامل شکل‌گیری کانسار سرخ کوه بوده‌اند. توده‌های ساب ولکانیک و دایک‌های متعددی به سن ائوسن تا الیگوسن نیز در محدوده کوه گرمو برونزد دارند. از دیگر واحدهای زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو می‌توان به سنگ‌های دگرگونی با درجات ضعیف تا متوسط از نوع شیست سبز، متاولکانیک، میکاشیست گارنت‌دار و آمفیبولیت گارنت‌دار اشاره نمود. واحدهای دگرگونی با درجات ضعیف، در بردارنده اسلیت، فیلیت و متاسنداستون با سنگ مادر فلیشی کرتاسه هستند (شکل‌های ۲-۴ و ۲-۵) (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).

سنگ‌های آتشفشانی و ساب ولکانیک ائوسن در قلمروهای تراکی بازالت، بازالتیک تراکی آندزیت، آندزیت، تراکی آندزیت، داسیت و تراکیت-تراکی داسیت جای گرفته و دارای روندهای ماگمایی ساب الکان و آلکان هستند. تعداد اندکی از نمونه‌ها روند ماگمایی کالک الکان دارند، اما بیشتر نمونه‌های مورد بررسی، در قلمروهای ماگمایی کالک الکان پتاسیم بالا و شوشونیتی ترسیم شده‌اند. تمایل بخش قابل توجهی از نمونه‌های مورد بررسی در فیلد شوشونیتی، اهمیت مطالعات پترولوژی این سنگ‌ها را برجسته می‌نمایاند.

الگوهای عناصر نادر خاکی به هنجار شده با مقادیر کندریت از گدازه‌های واحد بازیک-حدواسط زیرین، غنی‌شدگی از LREE در مقایسه با HREE نشان می‌دهند که از ویژگی‌های ماگماتیسیم مناطق فرورانش است. این ویژگی ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که گوشته تهی شده اولیه ممکن است تحت تاثیر مولفه‌های فرورانش (شامل سیالات و یا مذاب رها شده از ذوب بخشی صفحه فرورو) دچار متاسوماتیسیم شده و از LREE غنی شده باشد.

گدازه‌های بازیک-حدواسط و توده‌های ساب ولکانیک، دارای غنی‌شدگی از مرتبه ۸۰ الی ۲۰۰ از LREE هستند. با وجود آنکه الگوهای این نمونه‌ها از روند سنگ‌های ماگمایی در مناطق کمانی تبعیت می‌نمایند، اما دارای غنی‌شدگی بیشتر از LREE و LILE بوده و تهی‌شدگی واضحی از عناصر Nb، Ti و Ta نشان می‌دهند. در عین حال نسبت Th/Yb در این گدازه‌ها بالا است. این شواهد، حدس بالا را تقویت می‌نماید که گوشته لیتوسفری زیر قاره که از ذوب بخشی آن ماگمای گدازه‌های بازیک-حدواسط حاصل شده‌اند، ممکن است که تحت تاثیر مولفه‌های پوسته‌ای قرار گرفته‌اند.

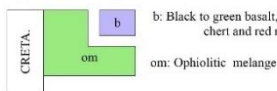
Kuh-e-Garmu
7654-1



شکل ۲-۴- نقشه زمین شناسی بر گه کوه گرمو (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱)



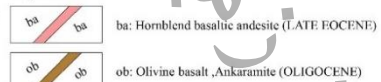
Ophiolitic complex



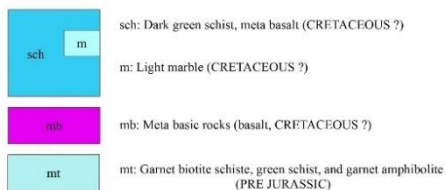
Intrusion bodies



Dykes



Metamorphic rocks



Alteration products



شکل ۲-۵- راهنمای نقشه زمین شناسی کوه گرمو (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱)

۲-۵- زمین شناسی ساختمانی

در حال حاضر، تنش‌های فشارشی ناشی از باز شدن دریای سرخ و گسترش اقیانوس هند، موجب جابجایی نسبی متفاوت در پوسته‌ها و قطعات گوناگون قاره‌ای و اقیانوسی ایران می‌شود (آقانباتی، ۱۳۸۳). این جابجایی در خاور ایران در امتداد دو گسل بزرگ نهدان و نای‌بندان، به صورت حرکت راستالغز راست‌بر، انتقال می‌یابد. از آنجائیکه منطقه مطالعاتی ۱:۵۰۰۰۰ کوه‌گرمو در میان این دو سیستم گسلی بزرگ قرار دارد، عملکرد شکستگی‌ها منطقه متأثر از عملکرد این دو گسل بوده است (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).

گسل‌ها

شکستگی‌ها در برکه کوه‌گرمو به طور عموم دارای روندهای شمال-جنوب، شمال‌باختر-جنوب‌خاور، شمال-خاور-جنوب‌باختر، و کمتر خاوری-باختری هستند. می‌توان آن‌ها را در سه گروه: گسلش عادی، گسلش راست‌بر، و گسلش معکوس و رانده دسته‌بندی کرد.

گسلش عادی

علیرغم نوع عملکرد گسل‌های راستالغز نهدان و نای‌بندان، انتظار گسلش عادی در حد فاصل این دو گسل دور از انتظار است، با این وجود در شمال و شمال‌خاوری آبگرم‌لوت، شکستگی با طول تقریبی ۵ کیلومتر دیده می‌شود که با گسلش عادی همراه است. این شکستگی در مرز واحدهای تریاس بالا با ائوسن و الیگوسن قرار دارد که شیب صفحه گسل به سمت جنوب ($d/d=75/175, R=90$) و به زیر واحدهای جوان است. با توجه به شواهد گسلی منجمله عمود بودن خش‌لغزها بر صفحه گسلی و رشد بلورهای بسیار درشت کلسیت در مرز دو واحد سنگی با سن متفاوت، نوع گسلش عادی تشخیص داده شد.

گسلش راستالغز

عموم گسل‌های منطقه با روند شمال-جنوب (شمال و شمال‌خاور برکه)، شمال‌شمال‌باختر-جنوب‌جنوب‌خاور (شمال و شمال‌خاور برکه)، شمال‌خاور-جنوب‌باختر (جنوب برکه)، از نوع راستالغز راست‌بر و گاهی با مولفه شیبی هستند. با این وجود، شکستگی‌هایی با روند تقریبی شمال-جنوب نیز دیده می‌شود که با گسلش تراستی تا معکوس با مؤلفه راست‌بر همراه می‌باشند.

در شمال‌باختر آبگرم‌لوت، و براساس تصاویر دورسنجی و هوایی، شکستگی‌هایی با روند شمال‌باختر-جنوب‌خاور دیده می‌شوند که در بردارنده سازوکار گسلش راستالغز چپ‌بر هستند. این نوع گسلش به احتمال آنتی‌ریدل‌های گسل‌های راست‌بر برکه کوه‌گرمو هستند.

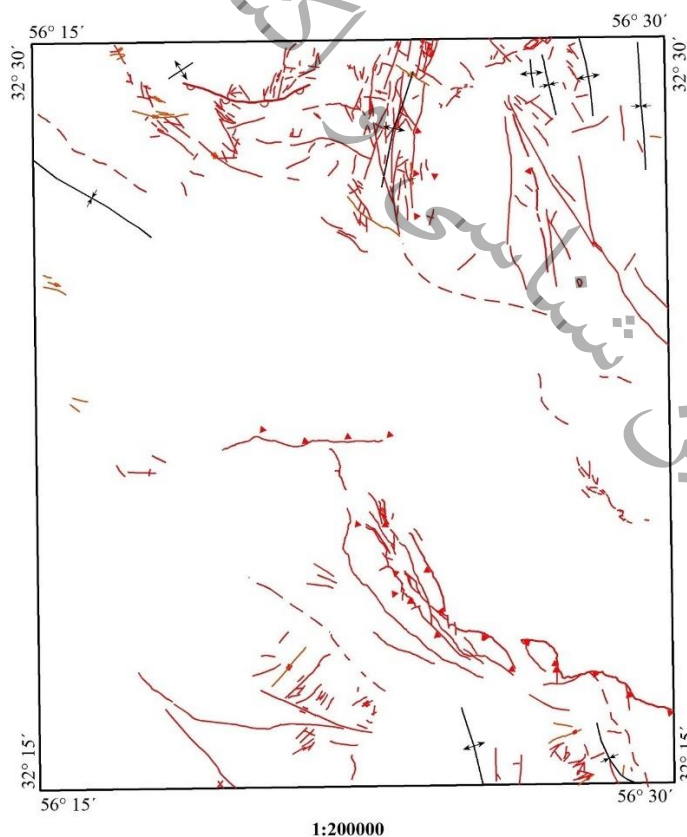
گسلش معکوس - رانده و رو رانده

آثار رو راندگی در برکه کوه گرمو به صورت کلیپ دیده می شود که حاصل رانده شدن واحدهای قدیمی تر از جمله کربناته های تریاس بالا (Tr^l) بر روی واحدهای جوانتر و فرسایش بخش اعظم سفره رو رانده شده و جا ماندن بخش های کوچکی از واحدهای سنگی رانده شده می باشد. در شمال خاور برکه، در مرز با برکه ۱:۵۰۰۰۰ نعلینه، واحد Tr^l به شکل کلیپ بر روی واحد جوانتر qdi (کوارتزیدوریت) متعلق به ژوراسیک، قرار دارد.

عموم گسل های معکوس - رانده واقع در محدوده مطالعاتی کوه گرمو روندی شمال باختر - جنوب خاور داشته و شیب تقریبی به سمت جنوب باختر دارند. این نوع گسلش به صورت چندین تراست متوالی عملکرد است. در جنوب برکه کوه گرمو، توده های آهکی تریاس بالا از واحد Tr^l با راندگی بر روی واحدهای جوانتر mb و KPe^{fms} قرار دارند. مشخصات این راندگی به قرار زیر است: $d/d= 43/233, R 31 S$

چین خوردگی

چین خوردگی ها در محدوده برکه کوه گرمو تابع دو روند عمومی هستند. چین های با محور شمالی - جنوبی و چین های با محور شمال باختر - جنوب خاور که حاصل چین خوردگی واحدهای سنگی پالئوسن و جوان هستند. چین خوردگی در واحدهای قدیمی تر از پالئوسن چندان قابل تشخیص نیست. علاوه بر موارد بالا، چین خوردگی های محلی در واحدهای فلیشی کرتاسه در بسیاری از مناطق دیده می شود (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).



شکل ۲-۶- نقشه ساختاری برکه کوه گرمو (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱)

فصل سوم: مطالعات دفتری

۳-۱- مقدمه

برای بهبود مطالعات اکتشافی در اکتشافات سیستماتیک، قبل از عملیات صحرایی باید یک سری مطالعات دفتری انجام گیرد. با این کار می‌توان در مطالعات صحرایی که زمان بر و هزینه بر هستند بیشترین بهره‌وری را ایجاد نمود. این مطالعات دفتری شامل تفسیر تصاویر ماهواره‌ای، مطالعات ژئوفیزیک هوایی، نتایج مطالعات ژئوشیمی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و نیز جمع‌آوری برخی اطلاعات در مورد معادن متروکه و زیر ساخت‌های موجود در منطقه می‌باشد. مهم‌ترین نکته در این مطالعات صحرایی این است که از هر داده‌ای بتوان بیشترین اطلاعات ممکن را استخراج و در نهایت به بهترین شکل ممکن آن‌ها را تلفیق و اولویت بندی نمود. در این فصل نتایج تفسیر این داده‌ها و نحوه تلفیق آن‌ها بحث و در نهایت پتانسیل‌های موجود در برکه مورد مطالعه برای عملیات صحرایی معرفی می‌شوند.

۳-۲- تفسیر تصاویر ماهواره‌ای

یکی از کاربردهای مهم سنجش از دور در پروژه‌های اکتشافی می‌باشد. البته باید گفت که سنجش از دور یک پاسخ کامل به همه برنامه‌های اکتشافی نیست در حقیقت نمی‌توان آن را یک جعبه جادویی که نقشه دقیق محل حفاری و اکتشاف کانسارها، را مشخص می‌کند دانست، بلکه مثل بسیاری از فناوری‌های اکتشافی از قبیل ژئوفیزیک و ژئوشیمی، می‌تواند به عنوان یک ابزار قدرتمند و مهم در جهت تسریع و تکامل برنامه‌های اکتشافی باشد. در حقیقت همان‌طور که امروزه از پیمایش ژئوفیزیک و ژئوشیمی به‌طور گسترده‌ای جهت نقشه‌برداری مناطق معدنی، اکتشاف آب‌های زیرزمینی و اکتشاف تله‌های نفتی استفاده می‌شود، به‌کارگیری و آنالیز عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، سنجنده‌های مختلف، تصاویر رادار و حرارتی به منظور نقشه‌برداری اولیه مناطقی که خصوصاً از نظر ساختاری پیچیده و دورافتاده هستند لازم به نظر می‌رسد.

با توجه به ارتباط برخی مدل‌های کانی‌سازی فلزی با دگرسانی‌های رسی (به خصوص آرژیلیک) و همچنین به منظور به دست آوردن اطلاعات بیشتر از زمین‌شناسی و تکتونیک منطقه برای تصمیم‌گیری بهتر در مورد تلفیق اطلاعات در مطالعات اکتشافی صورت گرفته در برکه مورد مطالعه از علم دورسنجی استفاده گردید.

در این پروژه از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ASTER ماهواره TERRA به علت در دسترس بودن و همچنین دارای بودن تفکیک طیفی مناسب جهت این کار، برای مطالعات دورسنجی استفاده گردید. تصاویر این سنجنده ماهواره‌ای شامل ۱۴ باند است. سه باند آن در محدوده نور مرئی (VNIR) با تفکیک مکانی ۱۵ متر، ۶ باند آن در محدوده SWIR با تفکیک طیفی ۳۰ متر و پنج باند باقیمانده در محدوده حرارتی (TIR) با تفکیک مکانی ۹۰ متر قرار دارد.

محدوده طیفی تصاویر استر، پوشش خوبی بر روی محدوده جذب کانی‌های رسی (برای شناسایی دگرسانی‌های هیدروترمال)، کانی‌های کربناته و کانی‌های سیلیکاته دارد برای پتانسیل‌یابی عناصر معدنی بسیار مفید اند.

همچنین از سنجنده OLI ماهواره Landsat 8 که دارای ۱۱ باند فرکانسی است به منظور نسبت‌ها و فرکانس‌های بانندی مورد نیاز جهت انجام امور اکتشافی و استخراج کانی‌ها و دگرسانی‌های مورد نیاز با اختلاف اندک نسبت به ASTER قابل استفاده می‌باشد. بر خلاف داده‌های ASTER، دو باند حرارتی یعنی TIRS مربوط به سنجنده OLI دارای تفکیک مکانی با دقت بالاتر ۳۰ متر می‌باشد و این امر در بسیاری از پردازش‌ها دقت استخراج و تفکیک عوارض مورد مطالعه را افزایش می‌دهد.

اطلاعات به‌کارگرفته شده برای این برگه شامل یک فریم از سنجنده ASTER و یک فریم از سنجنده OLI می‌باشد. همچنین به منظور افزایش دقت پیکسل‌ها از ماهواره گوگل و به کمک روش‌های نوین پردازش تصویر استفاده گردید.

۳-۲-۱- پیش‌پردازش داده‌ها

حجم عملیات پیش‌پردازش بسته به نوع سنجنده، کیفیت اطلاعات رقومی و نوع کاربرد متغیر خواهد بود. تصحیحاتی که در این مرحله بایستی بر روی تصاویر استر انجام شوند، عبارت‌اند از: تصحیح تابش سنجی، تصحیح جوی، تصحیح کراس‌تاک^۱ و تصحیح هندسی که بر روی تمامی ۱۴ فریم اعمال گردید. تصاویر Landsat 8 OLI دارای تصحیحات اولیه می‌باشد و صرفاً نیاز به تصحیح FLAASH کراس‌تاک می‌باشد.

تصاویر استر دارای سه نوع تفکیک مکانی (۱۵ متر، ۳۰ متر و ۹۰ متر) می‌باشد برای انجام اعمال ریاضی، سین مورد نظر بر روی تفکیک ۳۰ متر استک یا رجیستر گردیدند. همچنین تصاویر Landsat 8 OLI دارای سه نوع تفکیک مکانی (۱۵ متر، ۳۰ متر و ۱۰۰ متر تصحیح شده به ۳۰ متر) می‌باشد که برای انجام اعمال ریاضی، فریم مورد نظر بر روی تفکیک ۳۰ متر استک یا رجیستر گردیدند.

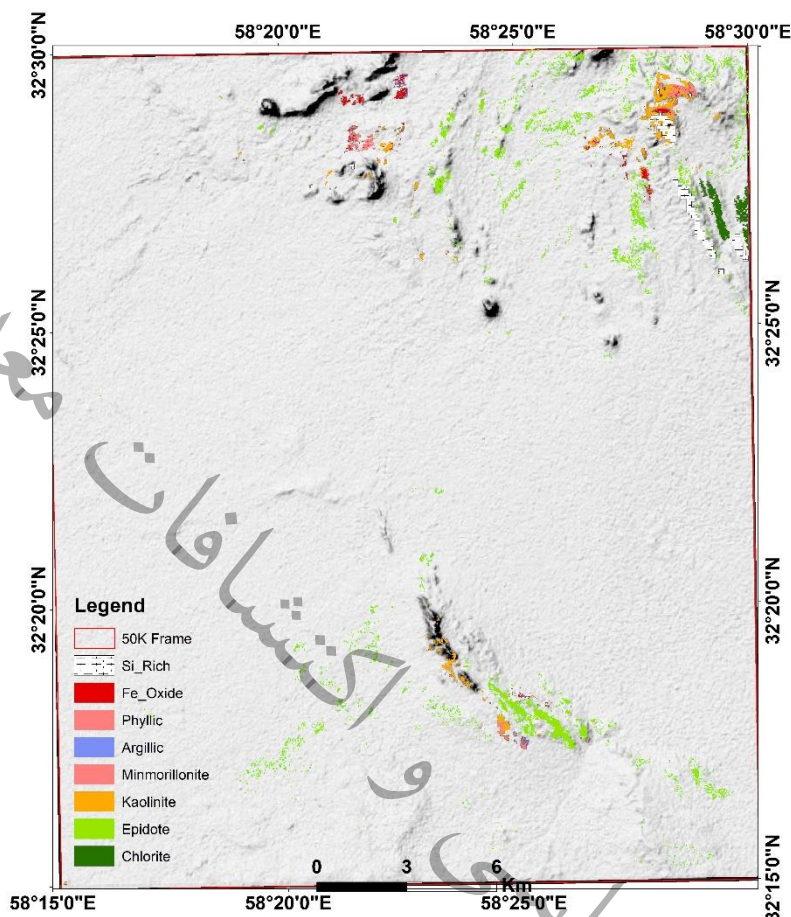
۳-۲-۲- پردازش و استخراج اطلاعات

روش‌های اعمال شده در مرحله پردازش تصاویر جهت تفکیک کانی‌های مورد نظر همگی بر اساس نمودار طیفی کانی‌ها انجام می‌شود. بدین منظور از کتابخانه‌های طیفی موجود مانند USGS و JHU، نمودار کانی‌ها بر روی باندهای مورد نظر (باندهای تصاویر استر) استخراج گردید. در ادامه برای شناسایی هر یک از دگرسانی‌ها نمودار کانی‌های اصلی آن بررسی و باندهای مهم جذب و انعکاسی آن‌ها مشخص گردید. روش‌های جداسازی به کار گرفته شده تصویر رنگی کاذب به همراه کلاسه‌بندی پیکسلی نظارت شده (SAM2)، نسبت بانندی همراه استرچ و ماسک

¹ Crosstalk

² Spectral Angle Mapper

پیکسل‌های ناخواسته، استفاده از آنالیز مولفه اصلی به روش کروستا و همچنین کاربرد روش‌های هوشمند و یادگیری ماشین بر پایه روش‌های نمونه‌گیری و جستجوی الگو بوده است. شکل ۱-۳ مناطق دگرسانی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳- پراکنندگی انواع دگرسانی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای در برکه کوه گرمو

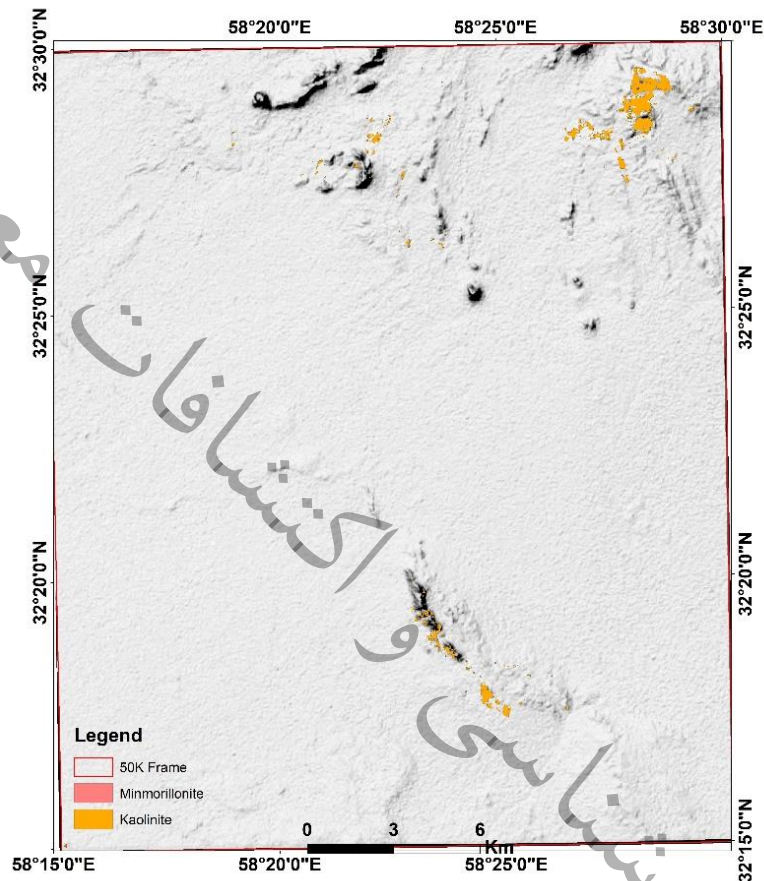
در ادامه بر روی هر یک از دگرسانی‌ها جداگانه بحث خواهد شد.

۱-۲-۲-۳- دگرسانی آرژیلیک

این دگرسانی به دو گروه متوسط و پیشرفته تقسیم می‌شود. کانیهای مهم دگرسانی آرژیلیک متوسط عبارتند از: دیکیت، کائولینیت، هالوزیت، آلفان، مونت مورونیت و مقدار جزئی سریسیت. فلدسپات‌ها عمدتاً به کانیهای رسی دگرسان می‌شوند. بیوتیت به رنگ سبز تا قهوه‌ای یافت می‌شود. پلاژیوکلاز به طور کامل اما پتاسیم فلدسپات به مقدار جزئی دگرسان می‌شود.

کانیهای شاخص دگرسانی آرژیلیک پیشرفته عبارتند از: کائولینیت، دیکیت، دیاسپور، پیروفیلیت و گاهی سریسیت، کوارتز، آلونیت، پیریت، تورمالین و توپاز. هیدرولیز شدید سیلیکات‌های آلومینیم دار (محیط اسیدی) موجب تشکیل

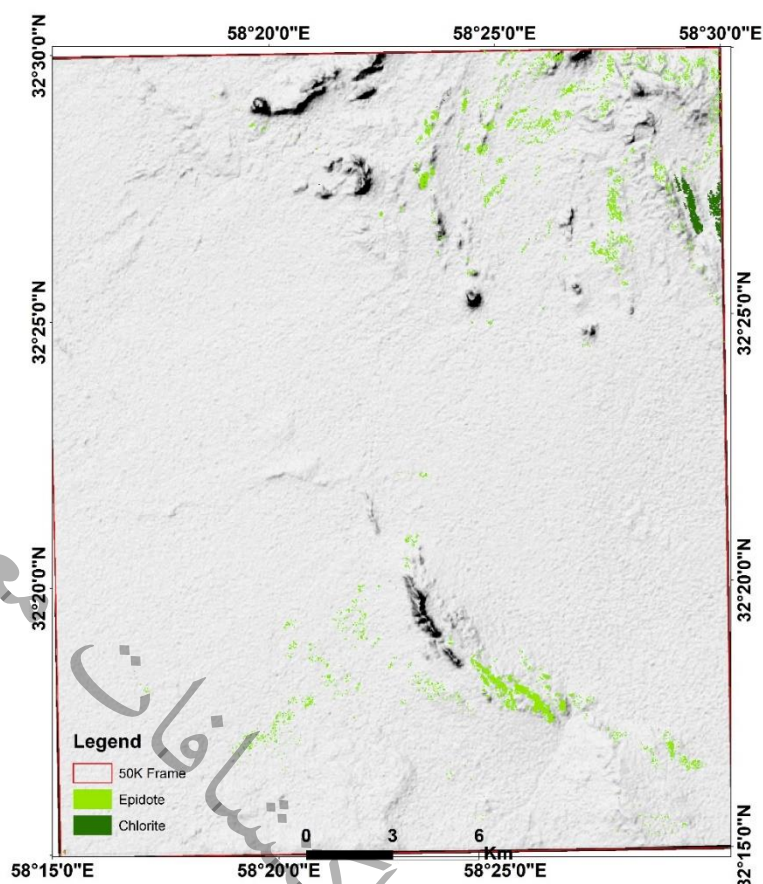
کانیهای رسی از جمله کائولینیت می شود. جهت ثبت کانی کائولینیت در منطقه که معرف آلتراسیون آرژیلیک می باشد از روش کروسا با ترکیب باندهای ۱، ۴، ۶ و ۷ استفاده شد. همچنین از نسبت $(b4+b7)/(b5+b6)$ به همراه ماسک شاخص پوشش گیاهی و عوارض انسانی استفاده گردید. با توجه به اینکه دگرسانی آرژیلیک در تصویر رنگی کاذب RGB468 بسیار نمایان است، از آن برای بررسی صحت مناطق مشخص شده استفاده گردید. در تصویر OLI مطابق نسبت مورد نظر با استفاده از باندهای فرکانسی مشابه بر روی فریم بارزسازی صورت گرفت (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲- موقعیت دگرسانی های کائولینیتی و مونت مورینیت (آرژیلیک) در برکه کوه گرمو

۳-۲-۲-۲-۳- دگرسانی پروپلیتیک

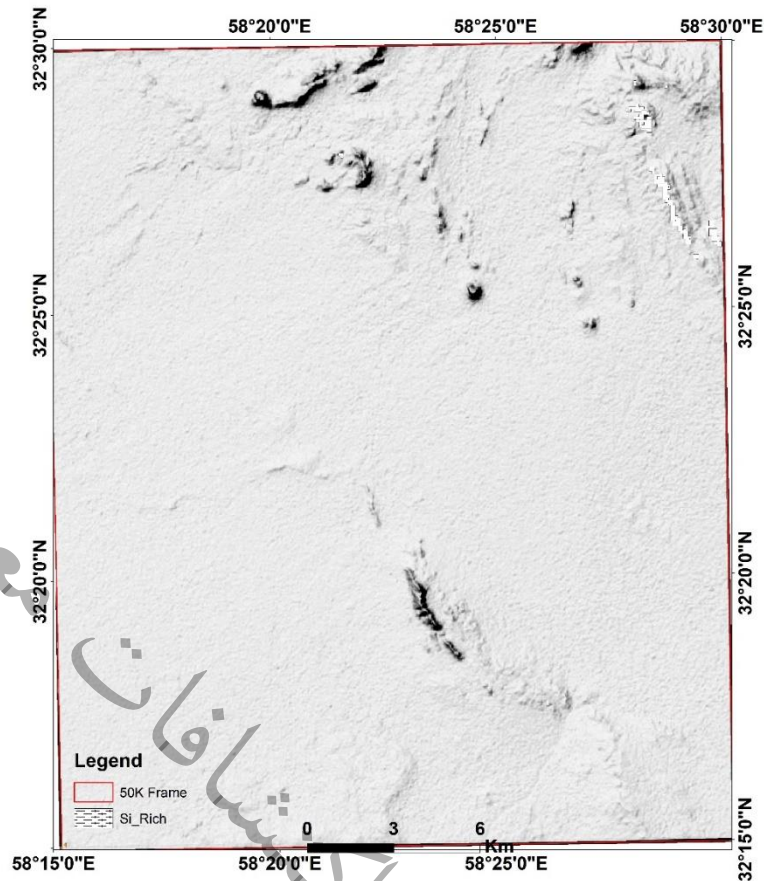
این نوع دگرسانی مجموعه ای از چند دگرسانی مختلف است که به وسیله کلریت و یا اپیدوت تشخیص داده می شود. بازتاب طیفی این کانی ها بسیار شبیه به سنگ آهک بوده و در مناطق آهکی متمایز کردن سنگ های کربناته از دگرسانی پروپلیتیک بسیار مشکل می باشد، به ویژه اگر این دگرسانی در سنگ های آهکی رخ دهد. کانی های مهم آن شامل: اپیدوت، زوئیزیت، کلریت، کلسیت، آلبیت و پیریت است. همان طور که گفته شد به نوع کلسیت شناسایی شده باید توجه نمود (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳- موقعیت دگرسانی های دگرسانی کلریتی و اپیدوتی (پروپلیتیک) در برکه کوه گرمو

۳-۲-۲-۳- دگرسانی سیلیسی

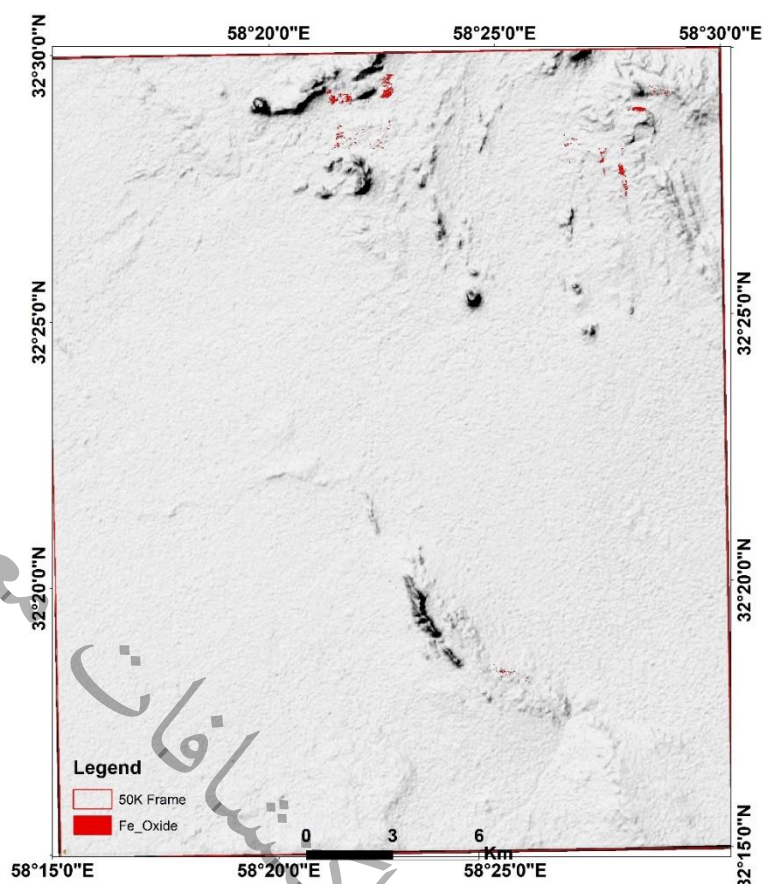
دگرسانی سیلیسی در اثر افزایش مقدار درصد کوارتز یا اکسیدهای سیلیس (چرت و اپال و کلسدون) ایجاد می شود. سیلیس یک تشکیل دهنده متعارف سنگ های آذرین اسیدی می باشد. شناسایی دگرسانی سیلیس و واحدهای غنی از سیلیس با استفاده از باندهای حرارتی تصاویر استر ممکن می باشد. از این دگرسانی در اکتشاف ذخایر گرمابی به خصوص آنهایی که در سنگ های کربناته و آتشفشانی تشکیل می گردند می توان کمک گرفت. باندهای مفید برای شناسایی کوارتز، باندهای ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ می باشد. در اینجا برای شناسایی از نسبت $(b13 \cdot b14) / (b11 \cdot b12)$ و نسبت ۱۳ به ۱۴ و همچنین ترکیب رنگی کاذب باند حرارتی TIR531 (دگرسانی سیلیسی صورتی رنگ) استفاده گردید. در تصویر OLI مطابق نسبت مورد نظر با استفاده از باندهای فرکانسی مشابه بر روی فریم بارسازی صورت گرفت (شکل ۳-۴). این دگرسانی به طور محدود در شمال شرقی برکه دیده می شود.



شکل ۳-۴- موقعیت دگرسانی سیلیسی در برگه کوه گرمو

۳-۲-۲-۴- اکسید آهن

در ابتدا، جهت ثبت کانی‌های اکسید آهن دار در منطقه با روش کروسا و با توجه به نمودار طیفی این کانی‌ها از ترکیب باندهی ۱، ۲، ۳ و ۴ استفاده شد. طبق بررسی‌های صورت گرفته بر روی اطلاعات آماری مولفه‌ها و ارتباط بین باندها، چهارمین مولفه اصلی به عنوان شناساگر کانی‌های حاوی اکسید آهن در نظر گرفته شد. از نسبت باندهی ۲ به ۱ هم به جهت صحت سنجی استفاده گردید. همچنین از نسبت باندهی ۴ به ۲ در تصویر OLI و ترکیب باندهی مناسب برای کانی مگنتیت استفاده گردید. همچنین دیگر دگرسانی‌ها با روش‌های مناسب جداسازی و در انتها با الگوریتم‌های جستجوی هوشمند، تصویر مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. در انتها با روش‌های پردازش تصویر هوشمند و یادگیری و با بکارگیری تصویر ماهواره گوگل عوارض استخراج شده با دقت بیشتری مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۵- موقعیت دگرسانی اکسید آهن در برکه کوه گرمو

۳-۳- تفسیر نتایج ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

در این مرحله داده‌های ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ مورد بررسی قرار می‌گیرند. در ابتدا جدایش واحدهای سنگی مختلف برکه مورد بررسی به روش فرکتال و تعیین کلاسه‌های عیاری آنومال بر روی حدآستانه انجام می‌شود. یکی از روش‌های کارآمد و ساده در زمینه جدایش جوامع سنگی استفاده از مدل فرکتالی N-S در اصل توسط ماندلبریت^۱ در سال ۱۹۸۳ ارائه شد. از این روش می‌توان برای توصیف توزیع جوامع ژئوشیمیایی بدون تخمین اولیه داده‌ها استفاده کرد. لذا رابطه‌ای میان پارامترهای توصیف شده (مثل کانی‌های مورد نظر) و تعداد آنها وجود دارد. هم‌چنین مونک و همکاران در سال ۲۰۰۵ کاربرد مدل فرکتالی N-S را برای توصیف غنی‌شدگی عناصر بر اثر جایگزینی توسط فرآیند متاسوماتیسم که باعث تشکیل کانسارهای هیدروترمالی در ذخیره ماسیوسولفیدی واترلو استرالیا شده بود را ارائه دادند. هم‌چنین پورغلام و همکاران در سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹ برای اولین بار با استفاده از ابزار تحلیل سیگنال و تبدیلات موجک مدلی کارآمد با دقت به مراتب بیشتر جهت جدایش جوامع سنگی در پروژه

^۱ Mandelbrot

اکتشافی عناصر نادر خاکی ایران و همچنین اکتشاف تفصیلی ایپک البرز مرکزی برای اولین بار از این روش بر روی داده های لیتوژئوشیمیایی سطحی فوق کانساری استفاده کردند.

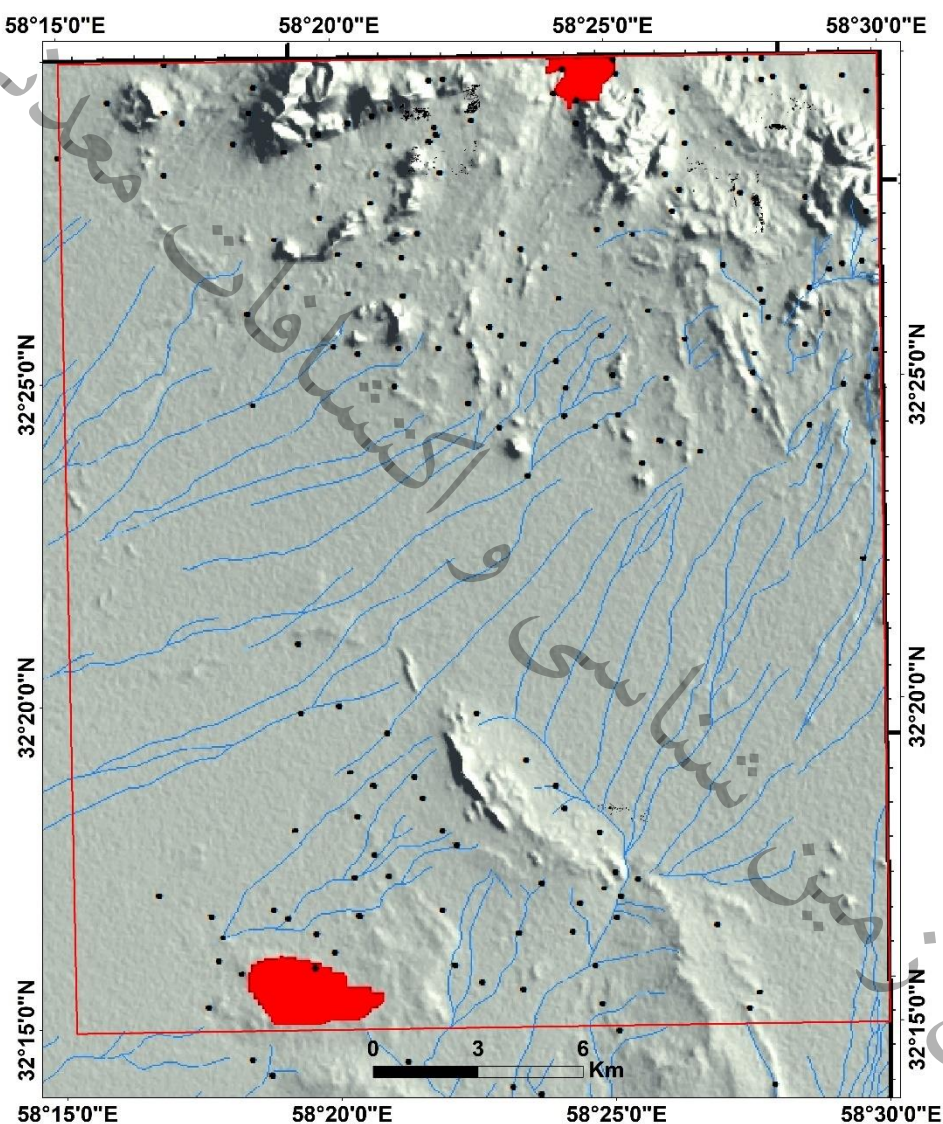
۳-۳-۱- مدل سازی نحوه انتشار عناصر در محدوده اکتشافی

در این بخش از گزارش چگونگی انتشار زون های آنومالی گروه های مختلف عنصری در محدوده های اکتشافی تحت مدل سازی قرار می گیرند و پس از اجماع با نتایج مطالعات دورسنجی و ژئوفیزیکی مورد تلفیق و تفسیر واقع می شوند. در زیر به تفکیک نقشه های مربوط به خروجی مدل های توزیع تک عنصری نهایی مرتبط با کانی سازی احتمالی آورده شده است.

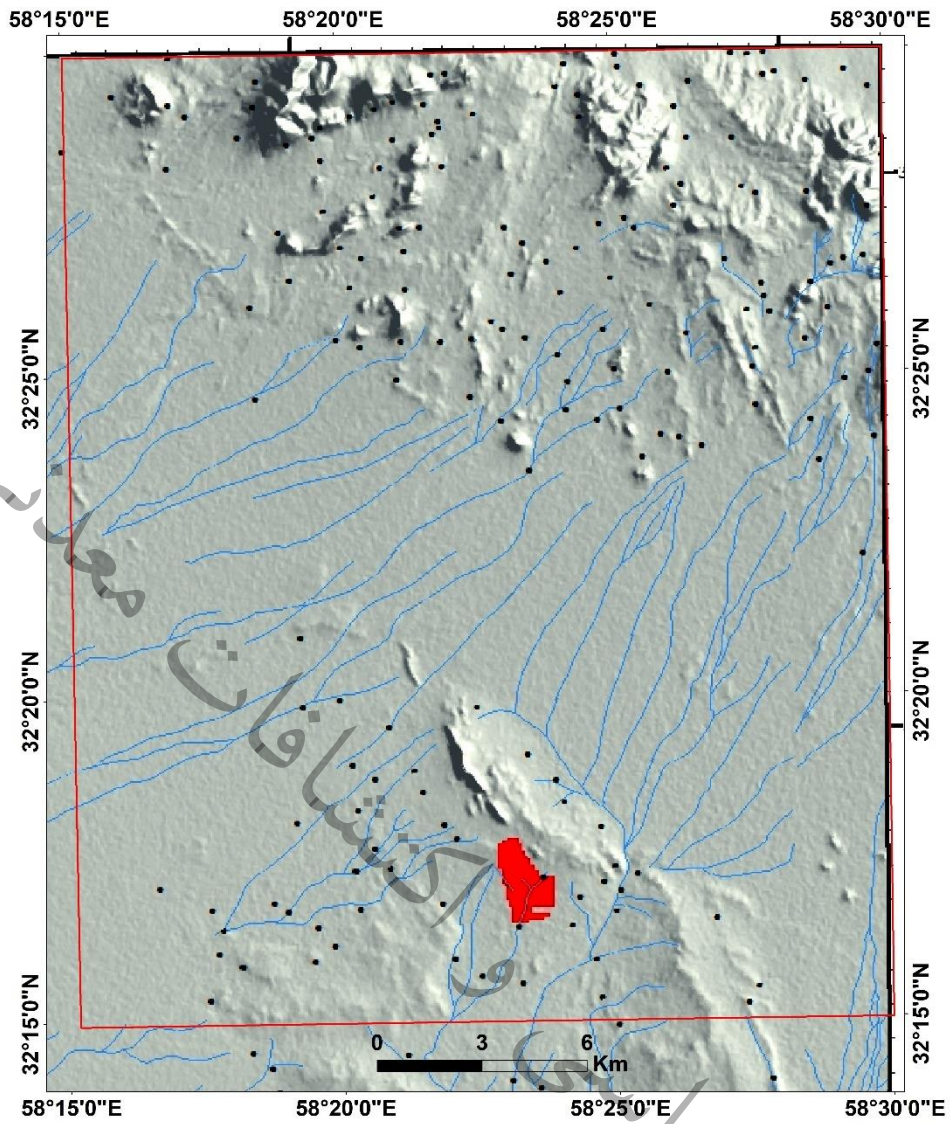
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳-۳-۲- بررسی آنومالی‌های عناصر

در این بخش با توجه به نقشه‌های خروجی به دست آمده در گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی، به جمع‌بندی نهایی مدل احتمالی ژئوشیمیایی و همچنین ایجاد لایه پردازش شده نهایی ژئوشیمی به منظور تلفیق با دیگر لایه های اطلاعاتی پرداخته می‌شود. شکل‌های ۳-۶ تا ۳-۱۲ نقشه‌های خروجی به دست آمده از تلفیق داده‌های ژئوشیمیایی به روش رسوبات آبراهه‌ای و کانی سنگین که در گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه جنوب سه چنگی (منظمی باقرزاده، ۱۳۸۲) ارائه شده است، را نشان می‌دهند.

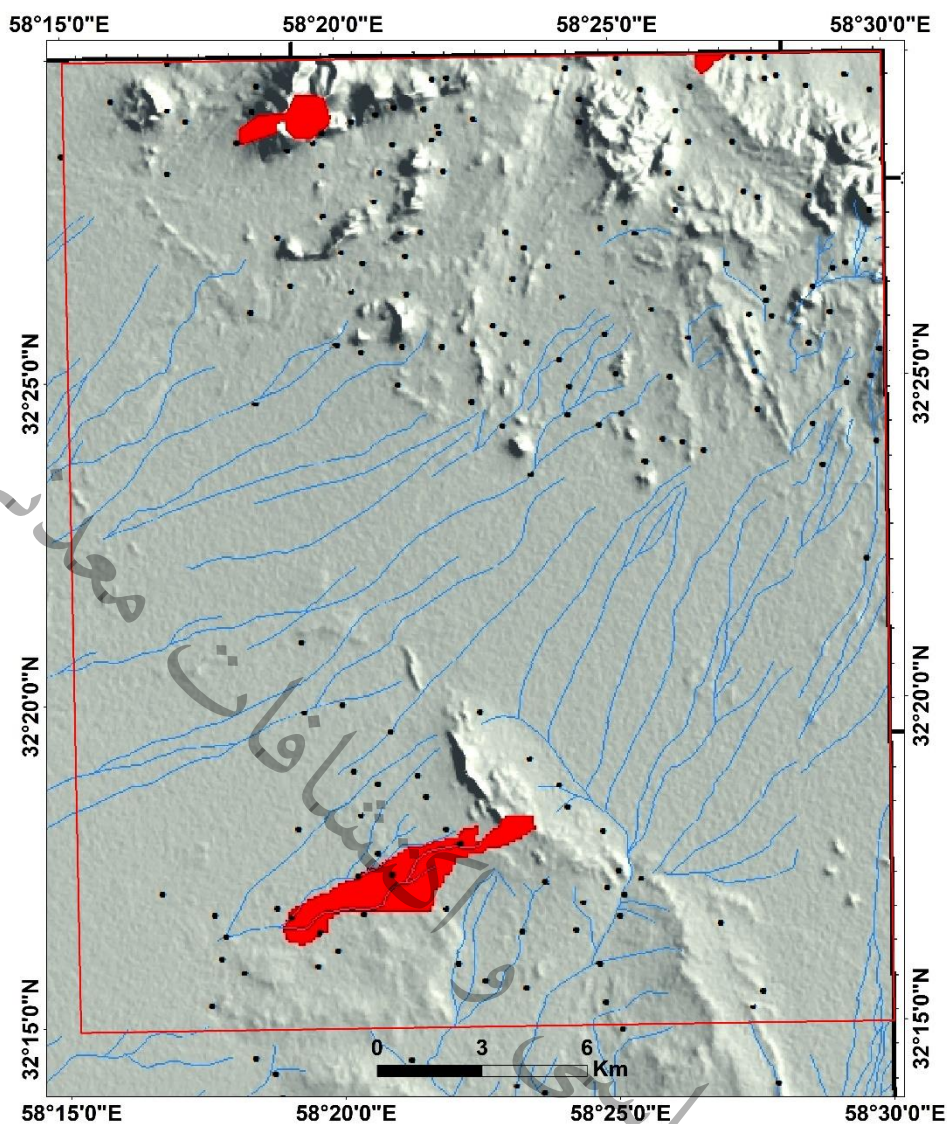


شکل ۳-۶- موقعیت نمونه‌های ژئوشیمیایی و آنومالی‌های معرفی شده طلا در برکه کوه گرمو



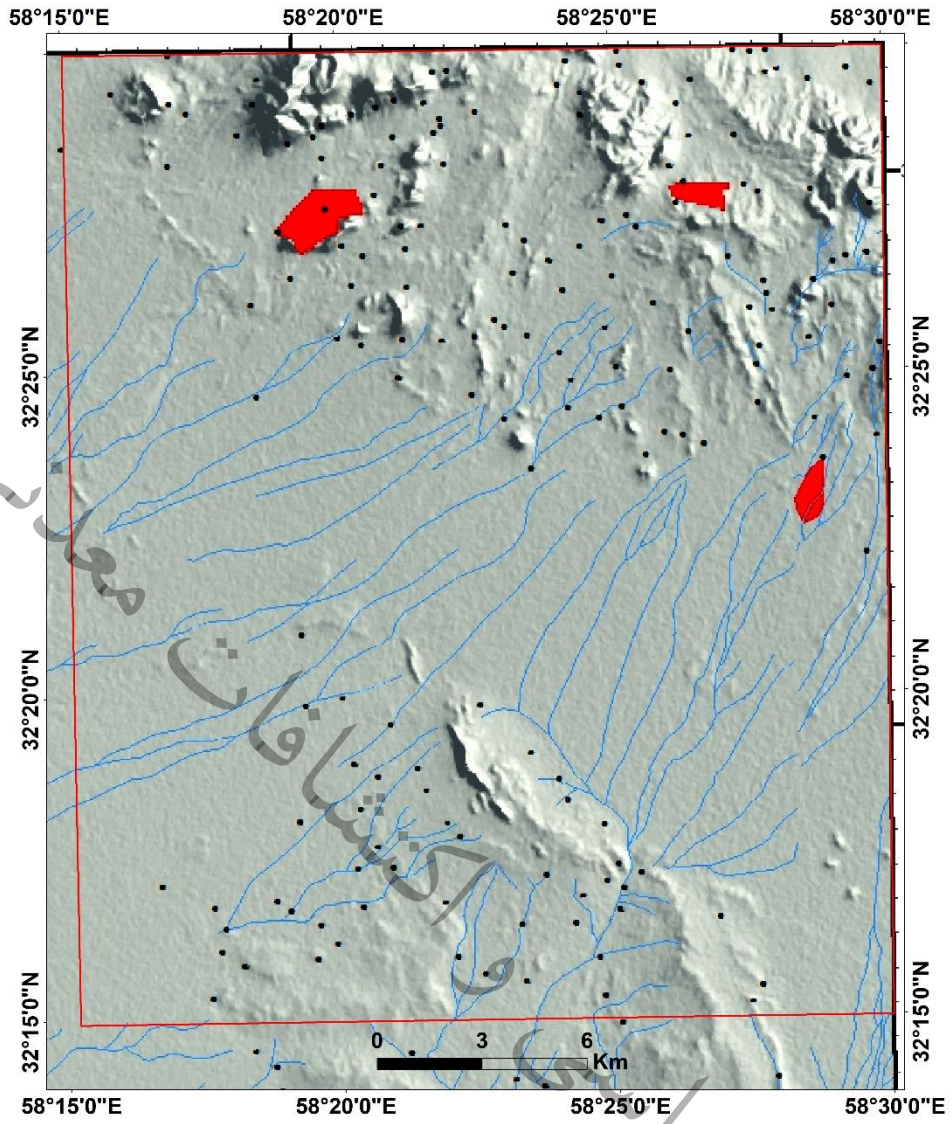
شکل ۳-۷- موقعیت نمونه های ژئوشیمیایی و آنومالی های معرفی شده نقره در برکه کوه گرمو

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



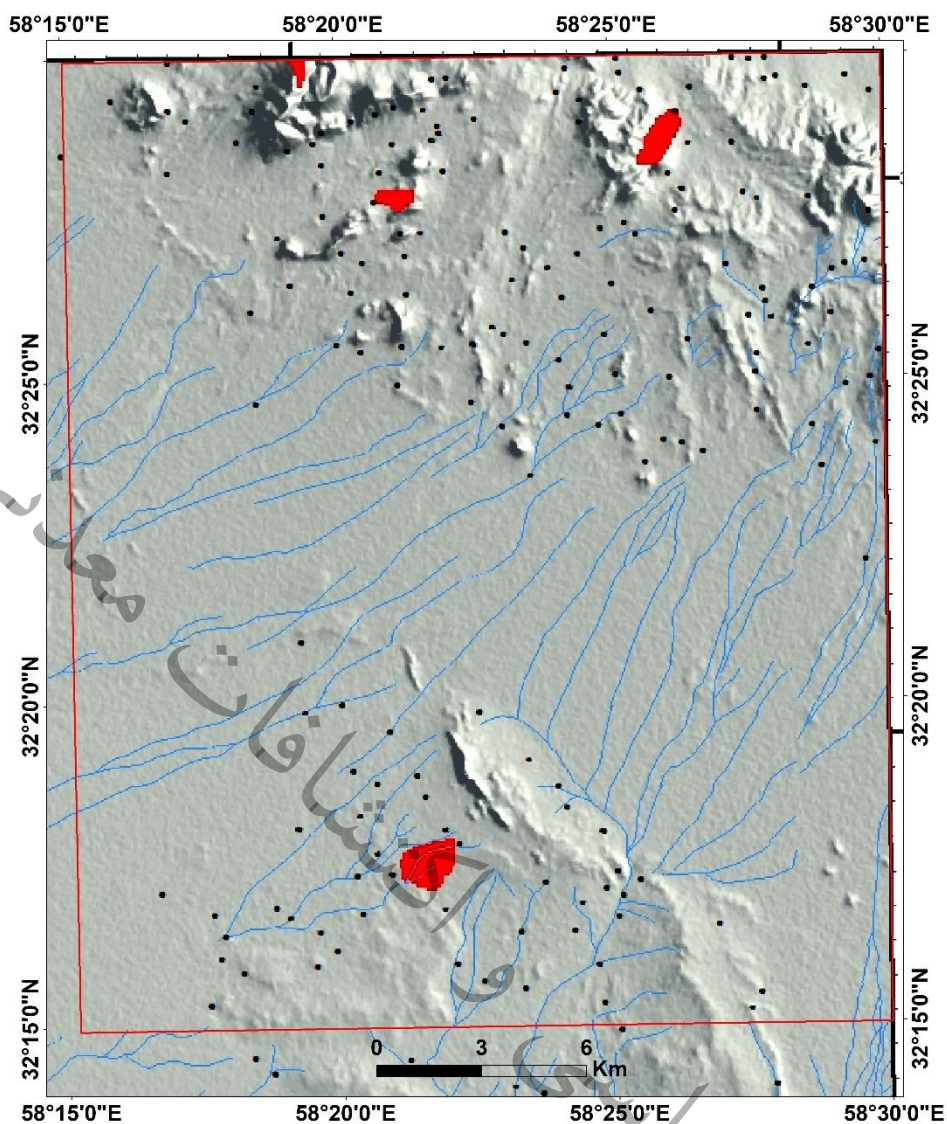
شکل ۳-۸- موقعیت نمونه های ژئوشیمیایی و آنومالی های معرفی شده باریم در برکه کوه گرمو

کشور
معدنی
پهنای
سازمان زمین



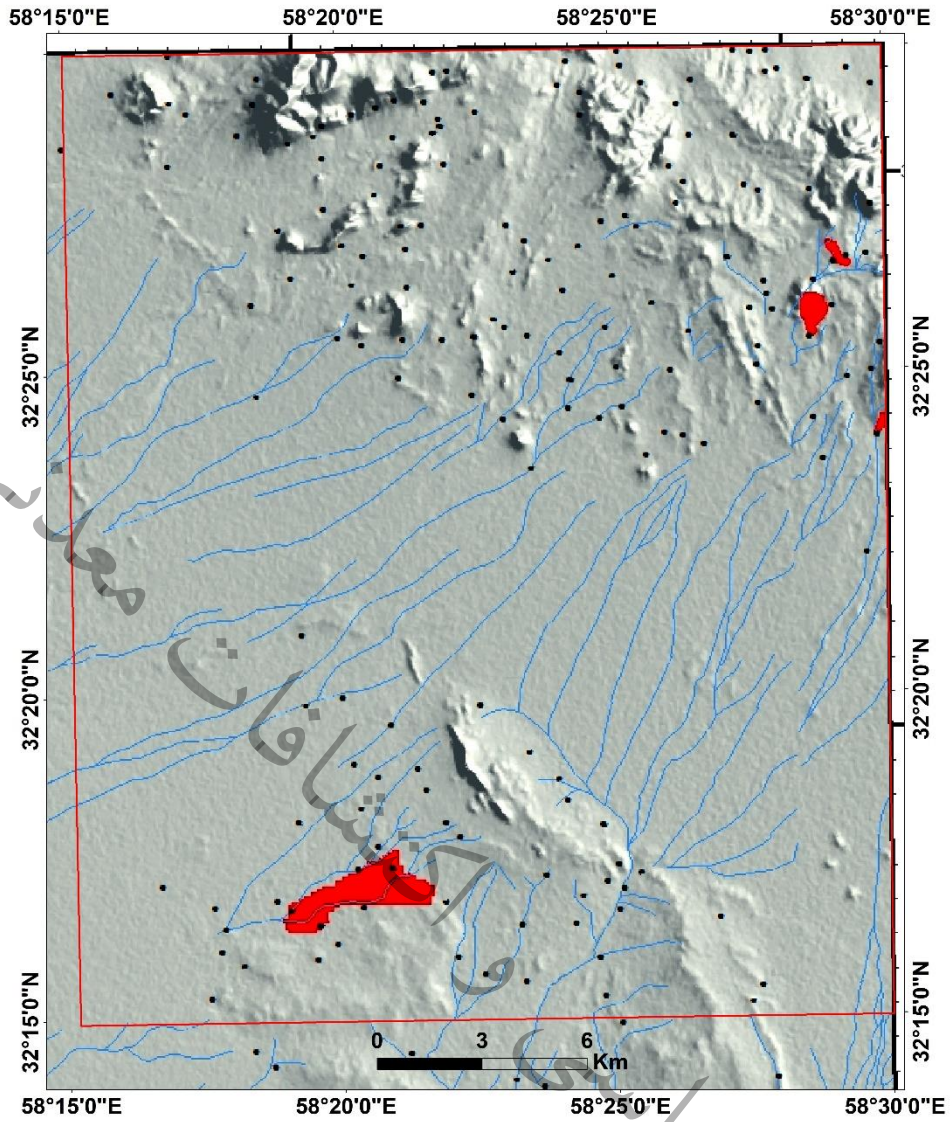
شکل ۳-۹- موقعیت نمونه های ژئوشیمیایی و آنومالی های معرفی شده مس در برکه کوه گرمو

کشور
معدنی
و کشفیات
سازمان زمین

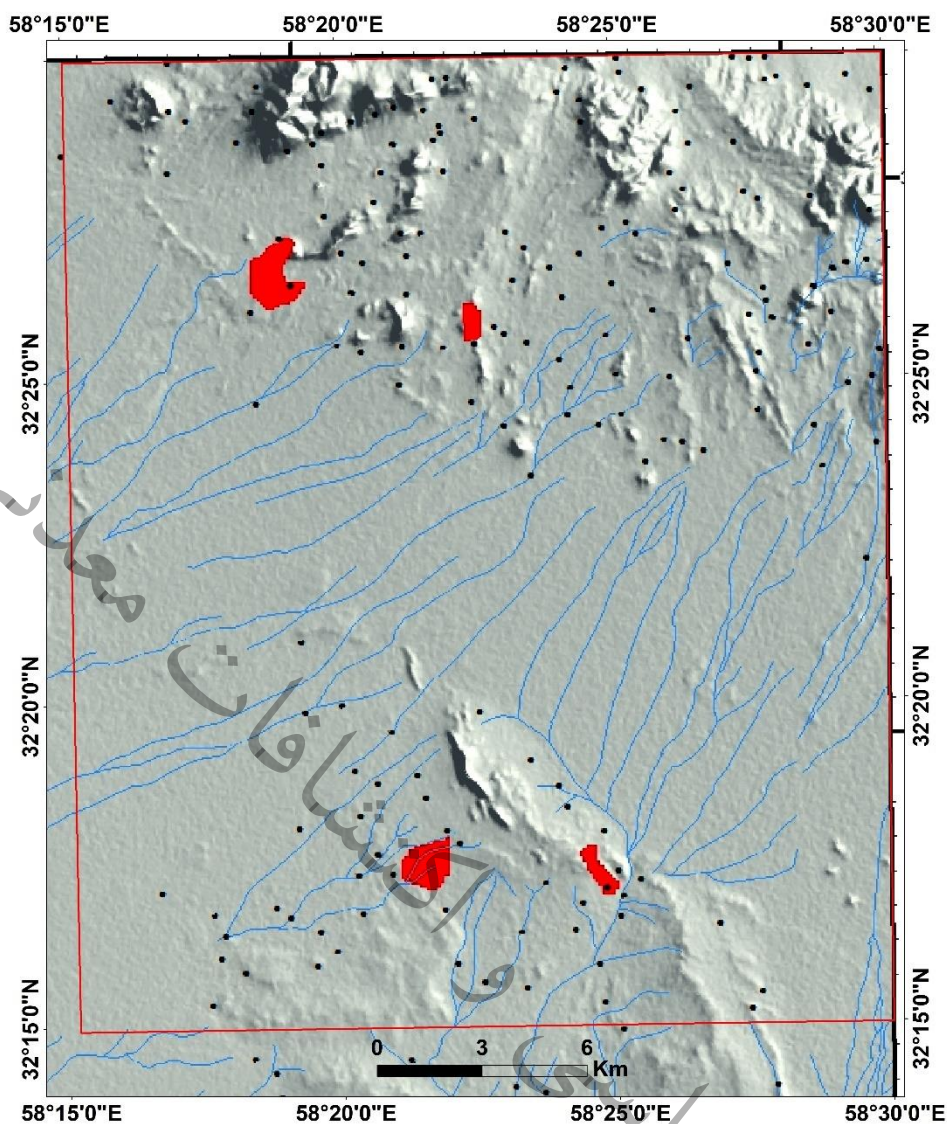


شکل ۳-۱۰- موقعیت نمونه های ژئوشیمیایی و آنومالی های معرفی شده مولیبدن در برکه کوه گرمو

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



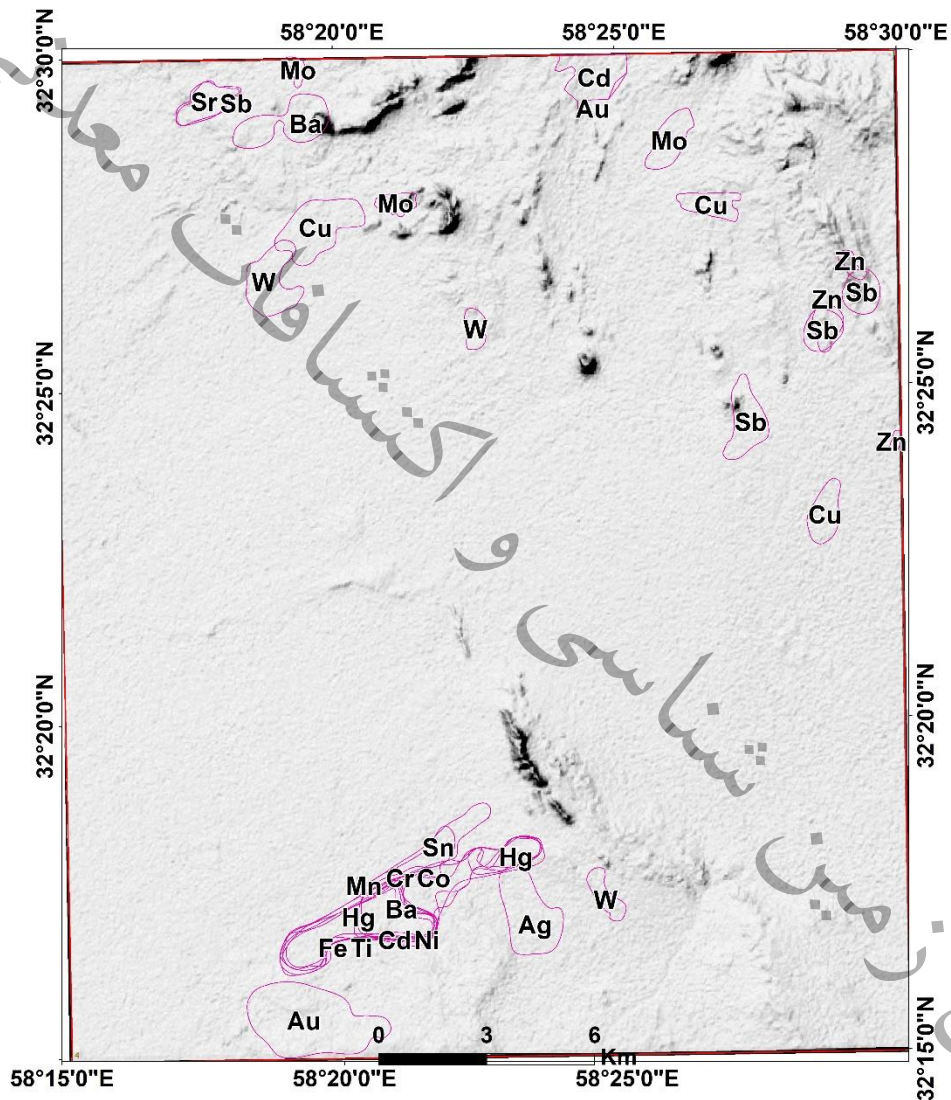
شکل ۳-۱۱- موقعیت نمونه های ژئوشیمیایی و آنومالی های معرفی شده روی در برگه کوه گرمو



شکل ۳-۱۲ موقعیت نمونه های ژئوشیمیایی و آنومالی های معرفی شده تنگستن در برکه کوه گرمو

۳-۳-۳- تلفیق آنومالی های ژئوشیمیایی

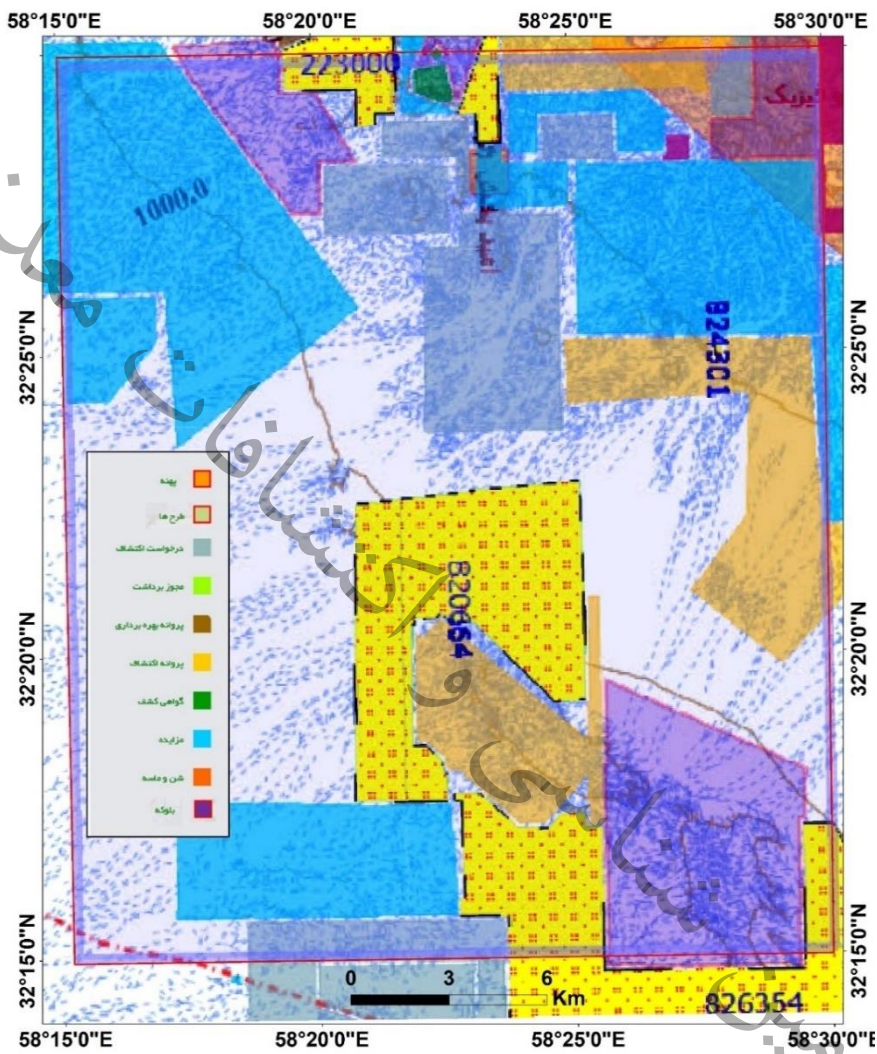
در شکل ۳-۱۳ آنومالی های ژئوشیمیایی عناصر با اهمیت تلفیق شده است. بر اساس این شکل یک محدوده در جنوب برگه دارای تمرکز آنومالی زیادی است. این محدوده خود در جنوب غربی کانسار مس-آهن سرخ کوه و در امتداد و پائین دست آبراهه های عبور کرده از کانسار مذکور قرار گرفته است. در شمال برگه، آنومالی ها پراکندگی نشان می دهند اما در امتداد کلی و ساختاری شمال غربی-جنوب شرقی واقع شده اند و به نظر می رسد بر واحدهای سنگی خاصی منطبق نیستند.



شکل ۳-۱۳- تلفیق آنومالی های ژئوشیمیایی در برگه کوه گرمو

۳-۴- وضعیت محدوده های ثبت شده در کاداستر منطقه

در برکه کوه گرمو تقریباً تمامی رخنمون های سنگی در سامانه کاداستر به ثبت رسیده است. شکل ۳-۱۴ وضعیت محدوده های ثبت در این برکه را نشان می دهد.



شکل ۳-۱۴- موقعیت انواع محدوده معدنی ثبت شده در سامانه کاداستر در برکه کوه گرمو

سازمان

۳-۵-۱- امکانات زیربنایی در برگه کوه گرمو

زیرساخت‌های موجود در برگه کوه گرمو به پنج دسته شهر یا آبادی، جاده، برق، آب و مخازرات تقسیم بندی می‌شود. در ادامه کلیاتی راجع به این پنج دسته ارائه می‌شود:

۳-۵-۱- شهر یا آبادی

نزدیکترین شهر به برگه کوه گرمو شهر خوسف است که در ۶۷ کیلومتری شمال شرقی برگه قرار دارد. تفرجگاه آبگرم نیز در بخش میانی برگه و تنها جایگاهی است که دارای امکانات رفاهی نظیر آب، آبگرم، برق، ساختمان و استراحتگاه است.

۳-۵-۲- جاده

مهم‌ترین راه دسترسی به محدوده برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ کوه گرمو، جاده خوسف به آبگرم لوت است که بخش شمالی برگه کوه گرمو را به شهر خوسف متصل می‌کند. این جاده به طول تقریبی ۲۴ کیلومتر آسفالت‌ه و ۴۳ کیلومتر خاکی درجه یک است. جاده خاکی درجه یک معدن مس شورک (خارج از مرز جنوبی برگه) و کانسار سرخ (در جنوب برگه)، مهم‌ترین راه ارتباطی شمال به جنوب برگه گوه گرمو می‌باشد. این مسیر در گذشته محور مواصلاتی به سمت شهر شهداد از توابع استان کرمان بوده است. از انتهای جاده آسفالت‌ه به سمت آبگرم لوت به فاصله ۲۶ کیلومتر، به سمت چپ، ابتدای این جاده است (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).

۳-۵-۳- برق

محدوده برگه کوه گرمو به دلیل نبود جمعیت ساکن و هرگونه فعالیت انسانی و تولیدی فاقد شبکه برق رسانی سراسری است.

۳-۵-۴- آب

با توجه به شرایط آب و هوایی ایران، برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ کوه گرمو در ناحیه بیابان داخلی قرار می‌گیرد. این ناحیه در بیشتر مواقع از سال خشک و کم بارش است. در طول فصل زمستان و بهار باران کمی دریافت می‌کند. به طور کلی متوسط بارش سالانه منطقه ۵۰ میلی‌متر می‌باشد (بلوریان و واحدی، ۱۳۸۳). تغییرات دمایی این منطقه در طول سال، و حتی در طول روز زیاد است (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).

۳-۶- فعالیت‌های انسانی

در محدوده برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ کوه گرمو فعالیت‌های انسانی محدودی دیده می‌شود. مهم‌ترین آن‌ها شامل دامپروری، معدن‌کاری و زمین‌گردشگری است. این موارد در ادامه توصیف می‌شوند.

۳-۶-۱- دامپروری

دامپروری در منطقه به صورت گله‌داری بز و پرورش شتر صورت می‌گیرد. با توجه به شرایط منطقه، گله‌داری بز بیشتر در مناطق مرتفع‌تر که به طور عمده برونزدهای سنگی منطقه هستند، در حال انجام است. اما پرورش شتر هم در مناطق کم ارتفاع دشت و هم در مناطق کوهستانی دیده می‌شود.

۳-۶-۲- معدن کاری

در جنوب برکه کوه گرمو، در منطقه سرخ کوه فعالیت‌های اکتشافی بر روی کانسار مس-آهن سرخ کوه در حال انجام است.

۳-۶-۳- زمین گردشگری

با توجه به شرایط ویژه کویری حاکم بر منطقه کوه گرمو، در طول فصول مساعد سال، کویرنوردان زیادی در این منطقه تردد دارند. علاوه بر کویر نوردی، از دیگر پدیده‌های ژئوتوریسم منطقه می‌توان به آبگرم لوت اشاره نمود، که به صورت یک چشمه آبگرم در شمال غرب برکه کوه گرمو جریان دارد. در این محل، مجتمع گردشگری و آب درمانی آبگرم لوت، توسط شرکت مجتمع گردشگری آبگرم لوت احداث گردیده (شکل ۳-۱۵) که میزبان گردشگران زیادی در ایام سال است.

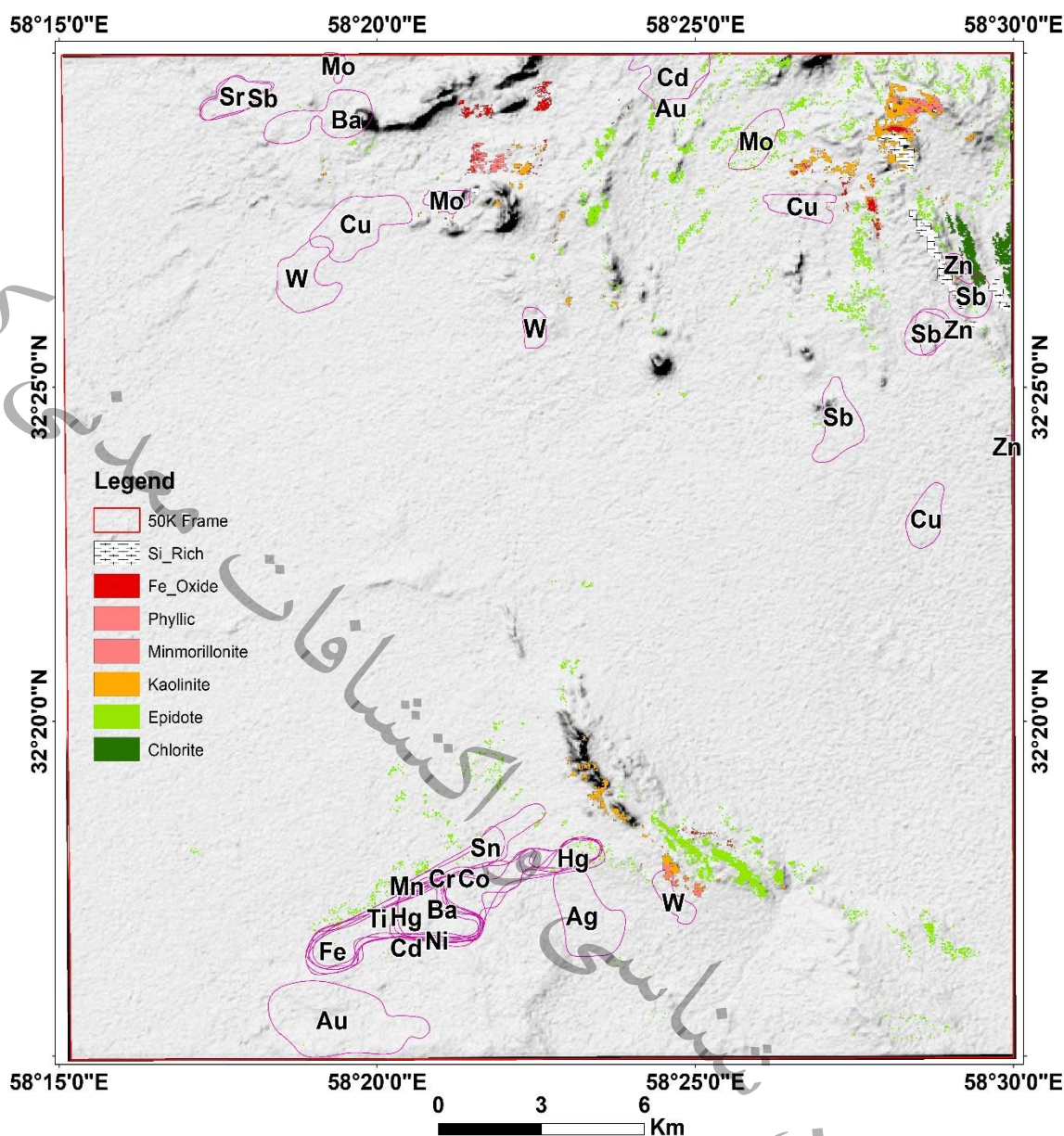


شکل ۳-۱۵-نمایی از مجتمع گردشگری آبگرم لوت در شمال‌باختر برکه کوه گرمو

۳-۷- نتایج تلفیق و پتانسیل یابی در محدوده اکتشافی

پس از پردازش‌ها و بررسی‌های صورت گرفته در کلیه لایه‌های اطلاعاتی موجود از جمله لایه زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و لایه ساختاری به دست آمده از داده‌های دورسنجی و همچنین ژئوفیزیک هوایی، بر اساس احتمال قرابت به مدل اکتشافی موجود در منطقه مناسب‌ترین روش تلفیق انتخاب گردیده و بر اساس روش‌های هوشمند بهینه‌سازی و روش‌های یادگیری ماشین، مناطق دارای پتانسیل در کل برکه شناسایی و ارائه شده است. نقشه نهایی پتانسیل‌های احتمالی حاصل از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی در شکل ۳-۱۶ ارائه شده است. به نظر می‌رسد موقعیت آنومالی‌های ژئوشیمیایی با محل زون‌های دگرسانی مطابقت ندارد. یکی از دلایل به ماهیت روش ژئوشیمیایی و موقعیت نمونه‌های برداشت شده نسبت به سنگ منشأ مرتبط است. بر اساس شکل ۳-۱۶ بیشترین هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی در جنوب برکه یعنی در اطراف کانسار کوه سرخ، شمال شرق و شمال برکه کوه گرمو می‌باشد.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات



شکل ۳-۱۶- موقعیت پتانسیل های احتمالی موجود در برکه کوه گرمو بر اساس نتایج تلفیق لایه های اطلاعاتی

فصل چهارم: مطالعات زمین شناسی اقتصادی و پی جویی

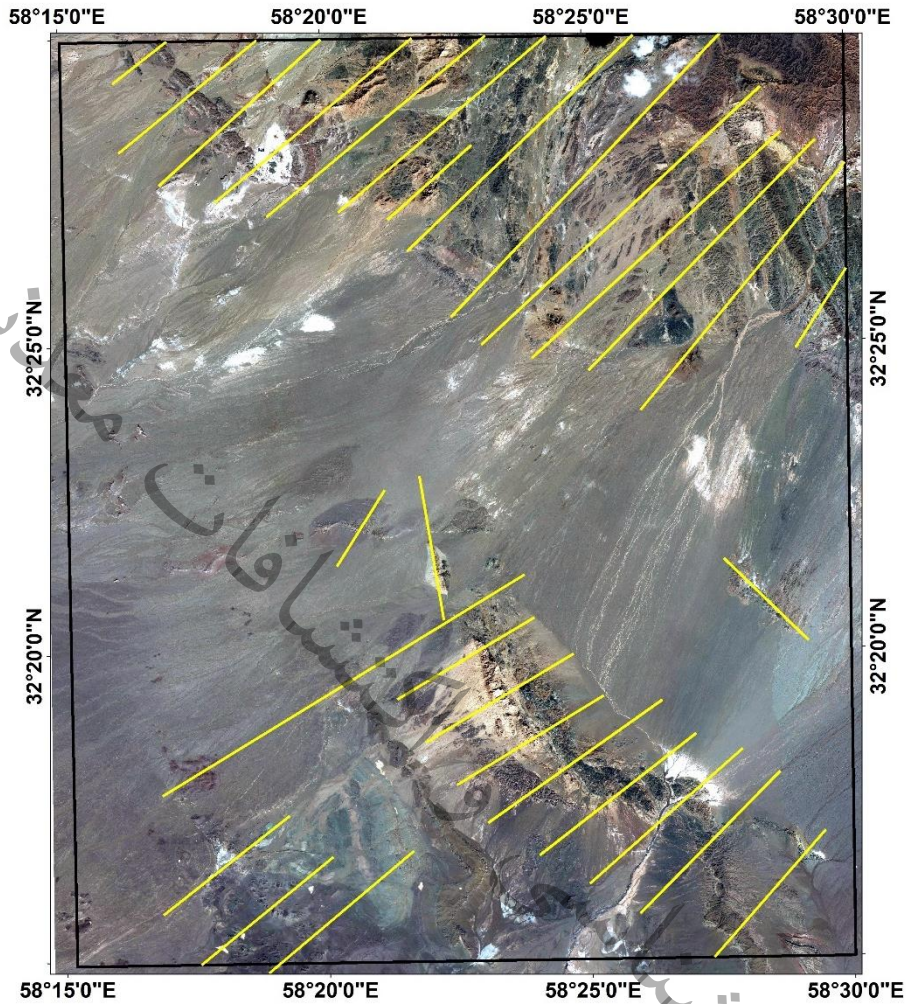
۴-۱- مقدمه

پس از انجام مطالعات دفتری و تعیین پتانسیل‌های موجود در برکه کوه گرمو، عملیات صحرایی در دستور کار قرار گرفت. برای این منظور ابتدا پروفیل‌های برداشت صحرایی طراحی و سپس در نرم افزار google earth پیاده سازی و بر اساس پروفیل‌های طراحی شده برداشت‌ها انجام گرفت. با توجه به وضعیت زمین شناختی ناحیه، به نظر می‌رسد، برکه کوه گرمو از توان معدنی نسبتاً بالایی برخوردار است که به دلیل عدم دسترسی به ناحیه و دور افتاده بودن، کمتر به این موضوع توجه شده است. در گزارش ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی به توان معدنی منطقه از جمله معدن مس سرخ کوه، اندیس مس قلعه زرگر و کانی سازی‌های غیر فلزی اشاره‌ای شده است. از دیگر ذخایر احتمالی می‌توان به زون‌ها و رگه‌های کربناتی-سیلیسی طلادار با عنوان لیسونیت‌ها که حاصل دگرسانی توده‌های اولترابازیک بیان شده‌اند، اشاره نمود. شواهد در برکه کوه گرمو بیانگر این است که تشکیل لیسونیت نیازمند به حضور واحدهای اولترابازیک پریدوتیتی-سرپانتینی به عنوان سنگ میزبان یا به عنوان پی سنگ میزبان در محدوده زون‌های کربناتی-سیلیسی است. بر اساس صالحی (۱۴۱۰)، در برکه کوه گرمو، لیسونیت‌زایی تنها پدیده مرتبط با سنگ‌های پوسته اقیانوسی بوده که به لحاظ زمین‌شناسی اقتصادی قابل بررسی است.

۴-۲- طراحی عملیات صحرایی

بر اساس روند کلی واحدهای سنگی منطقه که شمال غربی- جنوب شرقی می‌باشد، پروفیل‌های برداشت، عمود بر این جهت طراحی شدند. در خصوص فاصله پروفیل‌ها نیز مطابق استاندارد راهنمای اکتشافات سیستماتیک و تولید اطلاعات معدنی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سعی شده است فواصل پیمایش در بخش‌های آبرفتی فواصل ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر، در بخش سنگی فواصل ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و در زون‌های حاوی کانه‌زایی و دگرسانی فواصل ۲۵۰ تا ۵۰۰ متری تعیین گردد. با توجه به نتایج تلفیق داده‌ها در فصل مطالعات دفتری که اساس اکتشافات سیستماتیک می‌باشد، در برخی موارد با توجه به پتانسیل‌های معرفی شده در برکه، محل پروفیل‌ها جابجا شده‌اند (شکل ۴-۱). این جابجایی‌ها در راستای بهبود بهره‌وری اکتشافات سیستماتیک در این برکه می‌باشد. پیمایش‌های صحرایی انجام شده در برکه کوه گرمو بر اساس ویژگی‌های زمین شناسی واحدهای سنگی، عوامل ساختاری، موقعیت توده‌های نفوذی و پراکندگی اندیس‌های معدنی، موقعیت محدودهای امیدبخش معرفی شده از طریق دورسنجی و نتایج حاصل از تلفیق داده‌های ژئوشیمیایی با سایر داده‌ها، انتخاب شده است. در هر پیمایش با توجه به استانداردها و شرایط موجود در عملیات صحرایی نمونه برداری انجام شده است. مجموع تعداد نمونه‌های

آنالیز شده ۶۱ نمونه می‌باشد. این تعداد نمونه شامل آنالیزهای ICP-OES, ICP-MS, Fire Assay و مطالعه مقاطع نازک می‌باشد (جدول ۴-۱).



شکل ۴-۱- مسیرهای پیمایش صحرائی طراحی شده برای پی جویی در برکه کوه گرمو

کشور

مهر

پس

سازمان زمین

جدول ۴-۱. لیست نمونه ها و آنالیزهای انجام شده در برگه کوه گرمو

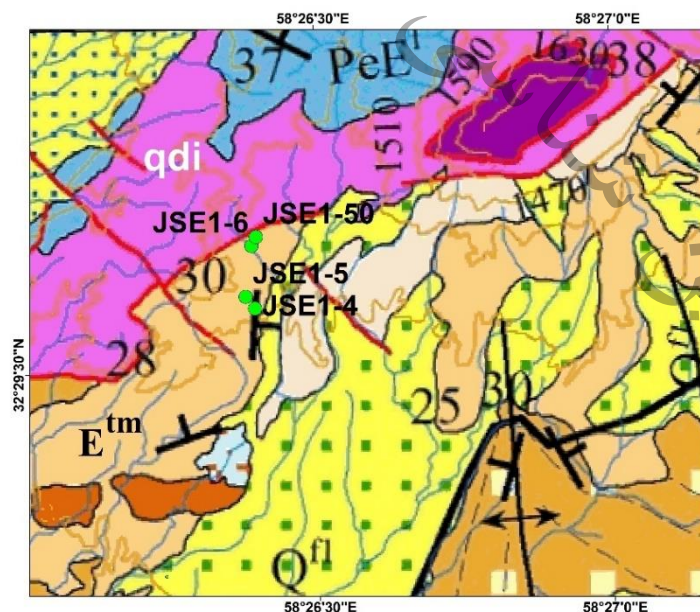
ردیف	شماره نمونه	X	Y	نوع آنالیز	ردیف	شماره نمونه	X	Y	نوع آنالیز
1	JSE1-1	632412	3587741	ICP,Au	34	JSE1-30	630591	3575983	ICP,Au
2	JSE1-2	636088	3593171	ICP,Au	35	JSE1-31	630567	3576008	ICP,Au
3	JSE1-3	630185	3588885	ICP,Au	36	JSE1-32	626737	3581780	ICP,Au
4	JSE1-4	635279	3596018	ICP,Au	37	JSE1-33	628576	3581369	ICP,Au
5	JSE1-5	635254	3596049	ICP,Au	38	JSE1-34	628843	3580455	ICP,Au
6	JSE1-6	635269	3596184	ICP,Au	39	JSE1-35	628839	3580449	ICP,Au
7	JSE1-6T	635269	3596184	ICP,Au	40	JSE1-36	634980	3575844	ICP,Au
8	JSE1-6P	635269	3596184	ICP,Au	41	JSE1-37	638461	3579857	ICP,Au
9	JSE1-8	636765	3594941	ICP,Au	42	JSE1-38	638461	3579857	ICP,Au
10	JSE1-7	636889	3595228	ICP,Au	43	JSE1-39	625712	3576698	ICP,Au
11	JSE1-9	636584	3595113	ICP,Au	44	JSE1-40	625713	3576703	ICP,Au
12	JSE1-10	635343	3593805	ICP,Au	45	JSE1-41P	625713	3576703	Polish
13	JSE1-11	635334	3593792	ICP,Au	46	JSE1-41	632560	3574468	ICP,Au
14	JSE1-12	632367	3596986	ICP,Au	47	JSE1-42	634713	3572524	ICP,Au
15	JSE1-13	633243	3594972	ICP,Au	48	JSE1-43	637570	3572979	ICP,Au
16	JSE1-14	630341	3595706	XRF	49	JSE1-44	638197	3573042	ICP,Au
17	JSE1-15	629557	3595590	ICP,Au	50	JSE1-45	640204	3592080	ICP,Au
18	JSE1-16	629486	3595502	ICP,Au	51	JSE1-46	639703	3591706	ICP,Au
19	JSE1-17	629048	3595336	XRF	52	JSE1-47	637860	3587646	XRF
20	JSE1-18	627661	3595085	XRF	53	JSE1-48	637851	3587711	ICP,Au
21	JSE1-19	627584	3595020	XRF	54	JSE1-49	637851	3587711	ICP,Au
22	JSE1-20	627330	3592753	ICP,Au	55	JSE1-50	635281	3596208	ICP,Au
23	JSE1-21	627335	3592755	ICP,Au	56	JSE1-51	628523	3594964	ICP,Au
24	JSE1-22	628396	3593404	ICP,Au	57	JSE1-52	628544	3594980	ICP,Au
25	JSE1-23	628884	3593463	ICP,Au	58	JSE1-53	627616	3595730	ICP,Au
26	JSE1-24	628880	3593314	ICP,Au	59	JSE1-54	627699	3595763	ICP,Au
27	JSE1-25	630209	3592462	XRF	60	JSE1-55	627726	3595822	ICP,Au
28	JSE1-26	631729	3589960	XRF	61	JSE1-56	627726	3595822	XRF
29	JSE1-27	632014	3590820	XRF	62	JSE1-57	628462	3595252	ICP,Au
30	JSE1-27T	632014	3590820	Thin	63	JSE1-58	628462	3595252	ICP,Au
31	JSE1-28	623889	3595100	ICP,Au	64	JSE1-59	628487	3595252	XRF
32	JSE1-29	626099	3594466	ICP,Au	65	JSE1-60	628349	3595203	ICP,Au
33	JSE1-30P	630591	3575983	Polish	66	JSE1-61	625968	3566573	ICP,Au

۴-۳- کانی سازی های فلزی

۴-۳-۱- کانی سازی مس

نمونه های JSE1-4، JSE1-5، JSE1-6 و JSE1-50

در بخش شمال شرقی برکه کوه گرمو و خاور آبگرم لوت (گرماب) سنگ‌هایی به سن ائوسن گسترش دارند (E^{tm}) که متشکل از تناوب مارن و مارن گچ‌دار الوان، کریستال-لیتیک توف و توف سبز با میان لایه‌هایی از کنگلومرای ضخیم لایه چند زادی و ماسه‌سنگ متوسط تا نازک لایه، دانه متوسط تا درشت لیت‌آرنایتی است. در واحدهای مذکور واحد توده نفوذی اسیدی (qdi) تزریق شده است. واحد qdi در بردارنده توده‌های کوارتز دیوریت-دیوریت گاهی میلونیتی بوده که با آپوفیز و دایک‌های جوانتر گرانودیوریتی-گرانیتی قطع شده است. برای واحد گرانودیوریتی-گرانیتی در محدوده سرخ‌کوه سن ژوراسیک پسین پیشنهاد شده است. بنابراین با توجه نفوذ واحد گرانودیوریتی-گرانیتی در واحد qdi، سن قبل از ژوراسیک پسین برای واحد qdi منطقی به نظر می‌رسد (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱). نمونه JSE1-4 (با مختصات $X=635279, Y=3596018$) از بخش‌های سیلیسی واحد اسیدی که با دگرسانی‌های سیلیسی و لیمونیتی و پیریت‌های اکسید شده نیز همراه است، برداشت و آنالیز شده است (شکل ۲-۴ و جدول ۲-۴). هم‌چنین نمونه JSE1-5 (با مختصات $X=635254, Y=3596049$) از ۴۰ متری شمال غربی نمونه قبلی و از بخش‌های سیلیسی و برشی شده روشن رنگ که با دانه‌های پیریت اکسیده همراه است، برداشت و آنالیز شده است (جدول ۲-۴).



شکل ۲-۴- موقعیت نمونه‌های JSE1-4، JSE1-5، JSE1-6 و JSE1-50 در انتهای شمالی برکه کوه گرمو

در ۱۶۵ متری شمال نمونه JSE1-4 واحد نفوذی اسیدی و به شدت دگرسان شده رسی-سریسیتی و کمی کلریتی، به رنگ خاکستری روشن و نخودی رنگ رخنمون یافته است (شکل ۴-۳). در این واحد کانی سازی سولفیدی به شکل پیریت، کالکوپیریت و بورنیت همراه با کمی مالاکیت و ژیپس فراوان انجام شده است. فرم غالب کانی سازی، رگچه‌ای و به شکل پراکنده در متن سنگ می‌باشد. بر روی این کانی سازی فعالیت معدنکاری شامل احداث جاده‌های دسترسی و دو سکو حفاری و حفر گمانه انجام شده است. از کانی سازی رگچه‌ای و پراکنده غنی از پیریت، به روش تکه‌ای نمونه JSE1-6 (با مختصات $X=635269$, $Y=3596184$) برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۲). برای تعیین سنگ میزبان و نوع دگرسانی‌ها، نمونه JSE1-6T برای مطالعه مقطع نازک و هم‌چنین نمونه JSE1-6P برای مطالعه مقطع صیقلی برداشت گردید. در تمامی آبراهه‌های منتهی به محل حفاری‌ها دگرسانی‌های گسترده آرژیلیتی، سریسیتی و سیلیسی همراه با لیمونیت قابل مشاهده است. از آبراهه شمال شرقی و در فاصله ۳۰ متری از نمونه JSE1-6، نمونه دیگری شامل قطعات حاوی کانی سازی پراکنده مالاکیت، کالکوپیریت و پیریت، برداشت و آنالیز شده است (شکل ۴-۴) (جدول ۴-۲). شماره این نمونه JSE1-50 و مختصات آن ($X=635281$, $Y=3596208$) است.



شکل ۴-۳- کانی سازی حاصل از نفوذ توده اسیدی درون واحد ماسه سنگی تریاس و فعالیت‌های معدنکاری انجام شده

علیرغم مشاهده کانی سازی مس در نمونه‌های دستی، در نتایج آزمایشگاهی عیار مس و سایر عناصر بسیار پائین گزارش شده است.



شکل ۴-۴- نمونه JSE1-50 حاوی کانی های سولفیدی پراکنده و کمی اکسید شده

جدول ۲-۴- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از واحد E^m در شمال شرقی برکه کوه گرمو (ppm)

Sample no.	X	Y	Au	Ag	As	Cu	Fe	Mo	Pb	S	Sb	Zn
JSE1-4	635279	3596018	8.0	<0.5	12	19	21814	2.4	8.0	1696	1.0	43
JSE1-5	635254	3596049	17.0	<0.5	18	29	24718	2.6	5.0	3715	1.2	38
JSE1-6	635269	3596184	5.0	<0.5	20	18	35825	0.5	4.0	11917	1.0	31
JSE1-50	635281	3596208	5.0	3.5*		13	0		115			28

نمونه های JSE1-7 , JSE1-8 و JSE1-9

در شمال شرقی برکه کوه گرمو واحد کنگلومرای E^c رخنمون نسبتاً وسیعی دارد. این کنگلومرا به طور کلی از قطعات آندزیتی و داسیتی پدید آمده و قطعات آن در یک زمینه ماسه‌ای جای گرفته‌اند. قطعات از گردشگری نسبتاً خوبی برخوردارند. در پایانی ترین نقطه خاوری رخنمون‌های این واحد، در میان قطعات آتشفشانی، قطعات مختلفی از سنگ آهک‌های فسیل دار (بیومیکریت) یافت شده است (بلوریان و واحدی، ۱۳۸۵).

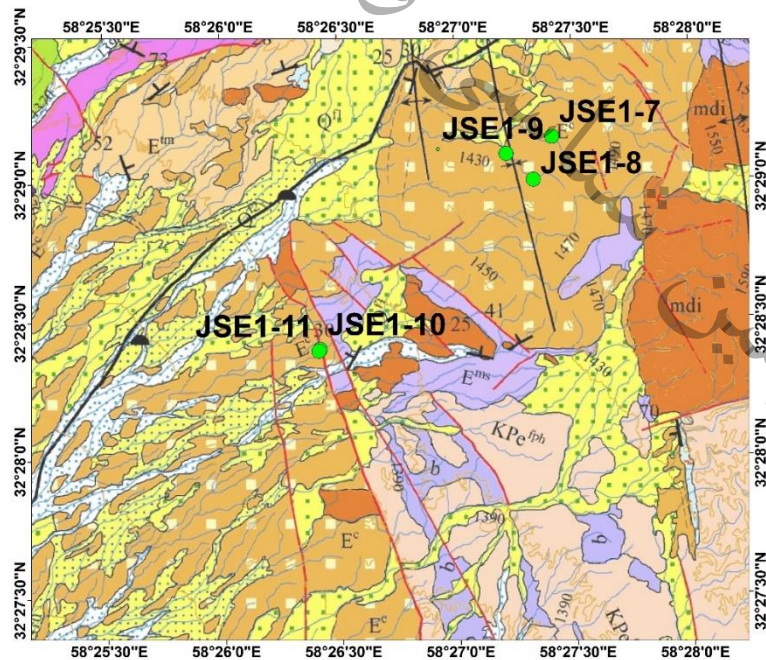
بر اساس گزارش برکه کوه گرمو، واحد E^c در بردارنده تناوبی در حدود ۸۵۰ تا ۹۵۰ متر از کنگلومرای توده‌ای تا ضخیم لایه با میان لایه‌هایی از میکروکنگلومرا و ماسه سنگ است. کنگلومرای واحد E^c، چند منشأیی با جور شدگی ضعیف و گردشگری متوسط است. قطعه‌های آن متنوع و از انواع ماسه‌سنگ و کربناته، آذرین بیرونی با ترکیب بازیک تا اسیدی، دگرگونی متاولکانیکی تشکیل شده است. رنگ عمومی این واحد زمین‌شناسی قرمز متمایل به قهوه‌ای تا قهوه‌ای است (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).

درون واحد گسترده و ضخیم لایه کنگلومرای پلی میکتیک، زون‌های برشی و گسله‌ای به شکل شکستگی‌های متقاطع مشاهده می‌شود که با دگرسانی لیمونیتی و سیلیسی همراه هستند (شکل ۴-۵). از زون‌های گسله مذکور ۲ نمونه با

شماره‌های JSE1-7 و JSE1-8 به ترتیب به مختصات ($X=636889, Y=3595228$) و ($X=636765, Y=3594941$) برداشت و آنالیز شده است (جدول ...). شکل ۴-۶ موقعیت نمونه‌های برداشت شده و جدول ۴-۳ نتایج آنالیز آنها را نشان می‌دهد. این نمونه دارای دگرسانی‌های سیلیسی و لیمونیتی است و آغستگی به مالاکیت نشان می‌دهد (شکل ۴-۷). علیرغم مشاهده کانی سازی مالاکیت در نمونه دستی، در نتایج آزمایشگاهی عیار مس و سایر عناصر بسیار پائین گزارش شده است. در سایر نمونه‌ها نیز عیار عناصر مورد انتظار ناچیز بوده است.



شکل ۴-۵- درزه‌ها و شکستگی‌های متقاطع همراه با دگرسانی لیمونیتی در کنگلومرا



شکل ۴-۶- موقعیت نمونه‌های برداشت شده از واحد E^c در شمال شرقی برکه



شکل ۴-۷- کانی سازی ملاکیت در قطعات سنگی و دگرسان در واحد کنگلومرا

جدول ۴-۳- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از واحد E^c در شمال شرقی برکه کوه گرمو (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au (ppb)	Ag	As	Cu	Mn	Pb	S	Sb	Zn
1	JSE1-7	636889	3595228	6	<0.5	>100	57	1115	4	735	1.22	62
2	JSE1-8	636765	3594941	5	<0.5	>100	65	899	5	810	1.03	50
3	JSE1-9	636584	3595113	5	<0.5	23.4	21	777	4	465	1.46	63

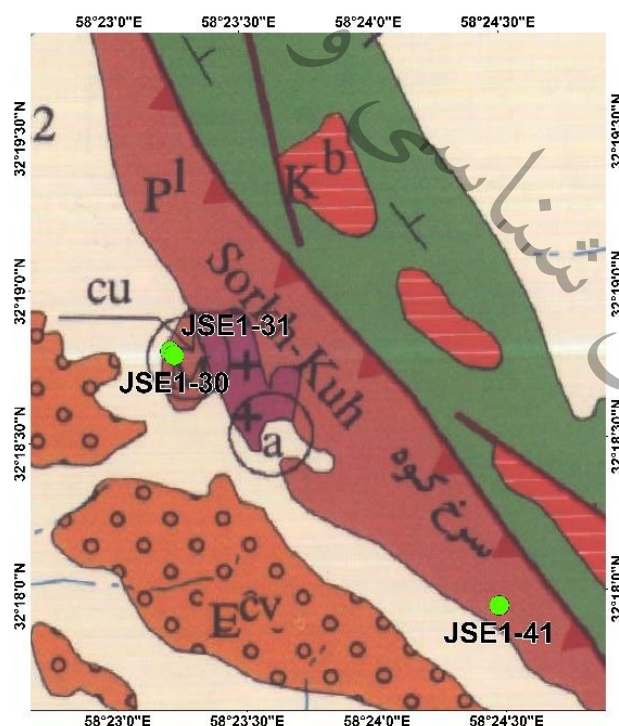
۴-۳-۲- کانی سازی آهن و مس

کانسار آهن و مس سرخ کوه

در ورقه جنوب سه چنگی به اندیس مس در جنوب خاوری سرخ کوه میتوان اشاره کرد که در این ناحیه به دلیل نفوذ یک توده نیمه ژرف دیوریت پورفیری به درون سنگ های آتشفشانی ترشیری، دگرسانی گسترده ای در ناحیه ای ایجاد شده است. دگرسانی بیشتر از نوع آرژلیک و پروپلیتیک است و در مناطق دگرسان شده سولفات نیز به فراوانی دیده می شود. مهمترین کارهای اکتشافی انجام شده در ناحیه حفر یک ترانشه بزرگ به درازای ۲۵۰ متر و پهنای ۲ متر است که در حال حاضر با ماسه بادی پر شده است. روند این ترانشه شمالی - جنوبی است. در ترانشه آثار ملاکیت به فراوانی دیده می شود، همچنین اکسیدهای آهن شامل لیمونیت و هماتیت همراه با سیلیس در سنگ های به دست آمده از ترانشه فراوانند (گزارش ورقه سه چنگی).

کوه سرخ در بخش میانی محدوده اکتشافی واقع شده است. در دامنه جنوبی کوه سرخ واحدهای سنگ آهک و دولومیت متعلق به پرمین رخنمون یافته است. آپوفیزهایی از یک توده نفوذی با ترکیب گرانودیوریت و به سن ژوراسیک بالایی در واحدهای کربناته نفوذ کرده و باعث کانی سازی های مس و آهن شده است (شکل ۴-۸). در

برگه اکتشافی کوه گرمو، سرخ کوه تنها محدوده‌ای است که در آن عملیات اکتشافی، در حال انجام است. بر اساس بازدید صحرایی (که با محدودیت‌ها دسترسی به بخش‌های مختلف محدوده اکتشافی همراه بود)، عملیات اکتشافی مشاهده شده شامل حفر ترانشه‌های اکتشافی بر روی کانی سازی‌های مس و آهن و عملیات حفاری اکتشافی است. این فعالیت‌ها در دامنه جنوبی سرخ کوه و کمی با فاصله در دشت پائین دست آن در حال انجام است. در محل بازدید این محدوده اکتشافی کانی سازی آهن هماتیته به شکل یک عدسی بزرگ دیده می‌شود که به جزء یک سینه کار اکتشافی، عملیات دیگری بر روی آن انجام نشده است (شکل‌های ۴-۹ و ۴-۱۰). به نظر می‌رسد عملیات اکتشافی بر روی کانی سازی مس و عناصر احتمالی همراه متمرکز شده است. نمونه JSE1-31 به مختصات ($X=630567$, $Y=3576008$) از کانی سازی آهن برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۴). در حاشیه شمالی عدسی آهن، بر روی یک گسل-شکستگی و در چندین بخش حاوی کانی سازی ملاکیت، آزوریت و سولفیدهای کمی اکسیده همراه با دگرسانی‌های هماتیته و لیمونیتی سینه کارهای کوچک اکتشافی حفر شده است (شکل‌های ۴-۱۱ و ۴-۱۲). نمونه JSE1-30 به مختصات ($X=630591$, $Y=3575983$) از کانی سازی مس برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۵). عیار مس و آهن در نمونه برداشت شده مذکور به ترتیب $7/8$ و بیش از ۲۰ درصد می‌باشد. عیار روی قابل بررسی و عیار سایر عناصر مانند طلا در این نمونه ناچیز است. هم‌چنین برای مطالعه کانه‌نگاری نمونه JSE1-30P برداشت شده است.



شکل ۴-۸- موقعیت کانی سازی مس در سرخ کوه و محل نمونه های برداشت شده



شکل ۴-۹- بخش از رخنمون عدسی آهن هماتیته در محدوده اکتشافی کوه سرخ



شکل ۴-۱۰- نمایی نزدیک از کانی سازی آهن در محدوده اکتشافی کوه سرخ

جدول ۴-۴- نتیجه آنالیز نمونه برداشت شده از کانی سازی آهن در محدوده اکتشافی کوه (درصد)

ردیف	شماره نمونه	X	Y	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	CuO	ZnO
1	JSE1-31	630567	3576008	16.33	2.97	33.19	22.13	0.57	3.62	0.22	<1	0.24	0.33	<1



شکل ۴-۱۱- دگرسانی لیمونیتی و کربناته در محل کانی سازی مس در محدوده اکتشافی کوه سرخ



شکل ۴-۱۲- بخشی از کانی سازی مس در حاشیه شمالی عدسی آهن در محدوده اکتشافی سرخ کوه

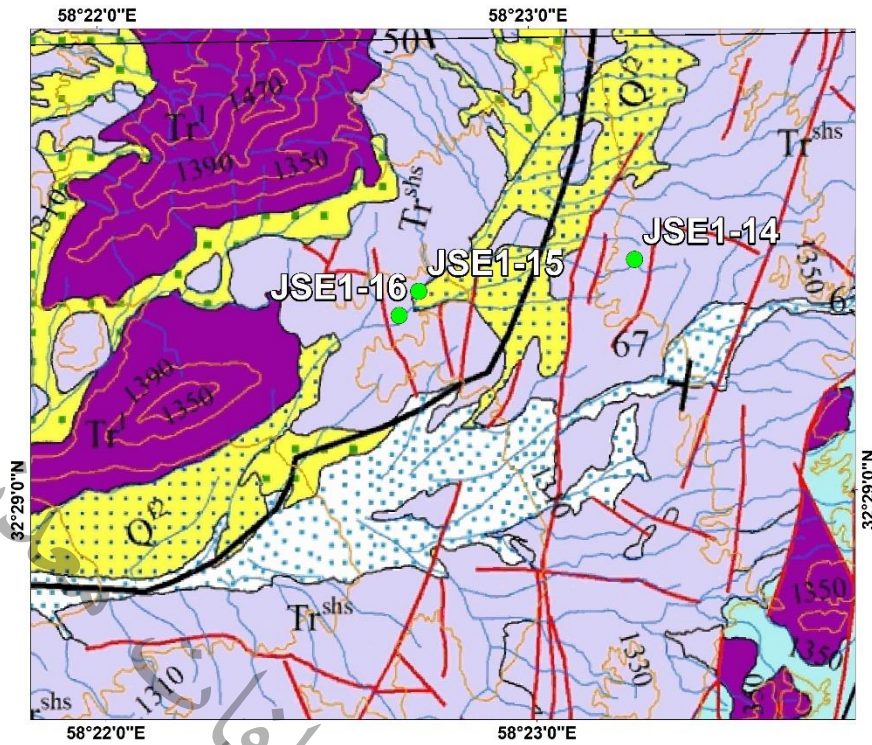
جدول ۴-۵- نتیجه آنالیز نمونه برداشت شده از کانی سازی مس در محدوده اکتشافی سرخ کوه (ppm)

ردیف	شماره نمونه	X	Y	Au (ppb)	Ag	Cu	Fe	Pb	Zn
1	JSE1-30	630591	3575983	5	<3	7.83%	>20	201.8	871.3

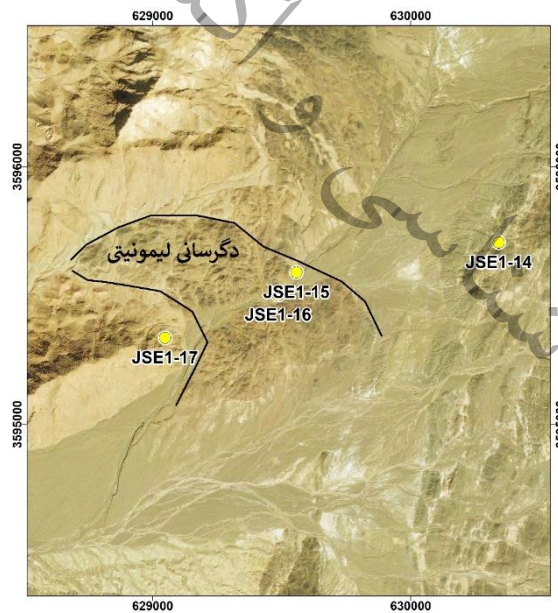
۴-۳-۳- کانی سازی طلا

نمونه های JSE1-14 ، JSE1-15 و JSE1-16

در بخش شمالی برکه کوه گرمو و جنوب شرقی کوه گردی، زون گسله وسیع همراه با دگرسانی لیمونیتی درون واحد ماسه سنگی و کربناته تریاس (Tr^{shs}) رخنمون دارد. این واحد، در بردارنده تناوبی سبتر، به ضخامت حدوده ۲۰۰۰ متر، از ماسه سنگی لیت آرنایتی و آرکوزی دانه ریز تا دانه درشت، شیل و سیلت استون نازک لایه، ورقه ای و مدادی، با میان لایه هایی از میکروکنگلومرای چند منشأ است. رنگ عمومی آن سبز متمایل به خاکستری، خاکستری تیره و گاهی متمایل به سیاه می باشد (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱). در زون گسله مذکور گاهی رگه ها و لکه هایی از هماتیت و لیمونیت پرعیار تشکیل شده است. شکل ۴-۱۳ موقعیت نمونه های برداشت شده را نشان می دهد. نمونه JSE1-14 از موقعیت ($X=630341, Y=3595706$)، از کانی سازی آهن هماتیتی و لیمونیتی حفره دار برداشت گردید (شکل ۴-۱۴). بر اساس نتایج آنالیز، عیار Au در نمونه JSE1-14، مناسب و به مقدار ۱۰۶۱ ppb است (جدول ۴-۶).



شکل ۴-۱۳- موقعیت نمونه های برداشت شده در جنوب شرق کوه گردی



شکل ۴-۱۴- موقعیت نمونه های برداشت شده و گسترش زون دگرسانی لیمونیتی در جنوب شرق کوه گردی



شکل ۴-۱۵- بخش از رخنمون زون دگرسانی لیمونیتی-سیلیسی در جنوب شرقی کوه گردی

در ۸۰۰ متری غرب نمونه مذکور، از زون لیمونیتی نیز ۲ نمونه برداشت گردید. شکل ۴-۱۵- نمای از گسترش زون لیمونیتی را نشان می‌دهد. نمونه JSE1-15 از زون لیمونیتی-اکسید آهنی دارای رگچه‌های سیلیسی به ضخامت ۱۰ متر و نمونه JSE1-16 نیز از زون دگرسانی ضخیم‌تر لیمونیتی-آرژیلیتی-سیلیسی و از موقعیت (X=629485, Y=3595502) برداشت شده‌اند. روند کلی رگچه‌ها N130 است. براساس نتایج آنالیز ۲ نمونه مذکور فاقد عیار طلا هستند (جدول ۴-۶).

جدول ۴-۶- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از زون گسله در شمال شرقی برکه کوه گرمو (ppm)

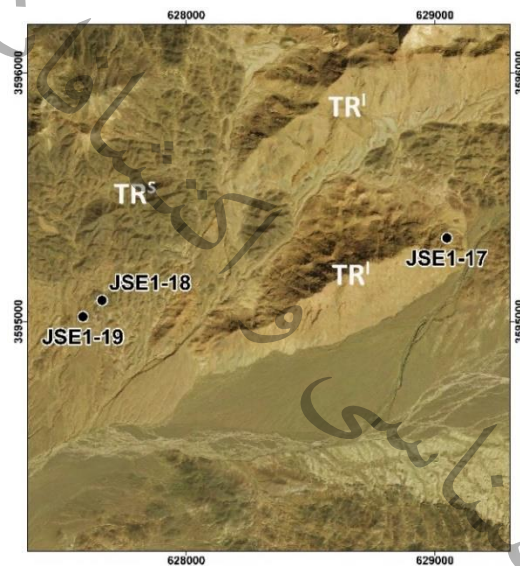
Sample no.	X	Y	Au	Ag	As	Cu	Fe	Mo	Pb	S	Sb	Zn
JSE1-14	630341	3595706	1061				77.42			1.02		
JSE1-15	629557	3595590	5	<0.5	47.6	19	74877	0.54	16	776	1.4	120
JSE1-16	629486	3595502	5	<0.5	64.6	46	47179	1.1	7	1046	1.32	81

۴-۳-۴- کانی سازی طلا-آهن

کانی سازی شرق کوه گرمو

در بخش‌های شمالی برکه ۱:۵۰۰۰۰۰ کوه گرمو و شرق کوه گرمو چندین کانی سازی آهن هماتیتی رخنمون دارند. سنگ میزبان این کانی سازی واحدهای کربناته دگرگون شده و ماسه سنگ‌های دگرگونه تریاس بالایی (Tr^{shs}) است. در محل کانی‌سازی‌ها رخنمون‌هایی از توده‌های نفوذی گرانیت تا گرانودیوریت نیز مشاهده می‌شوند. احتمال ارتباط این کانی سازی با توده‌های نفوذی مذکور وجود دارد. در شمال برکه کوه گرمو کانی سازی در ۳ موقعیت بررسی شده است. شکل ۴-۱۶ موقعیت نمونه‌های برداشت شده از کانی سازی آهن را نشان می‌دهد. نمونه JSE1-17 از موقعیت (X=629048, Y=3595336) و از رگه‌های آهن هماتیت-لیمونیت و دارای بافت مشبک برداشت شده است. سنگ میزبان کانی سازی، واحد سنگ آهک دولومیتی (TR^1) است و کانی سازی با روند N55، روند سنگ میزبان را

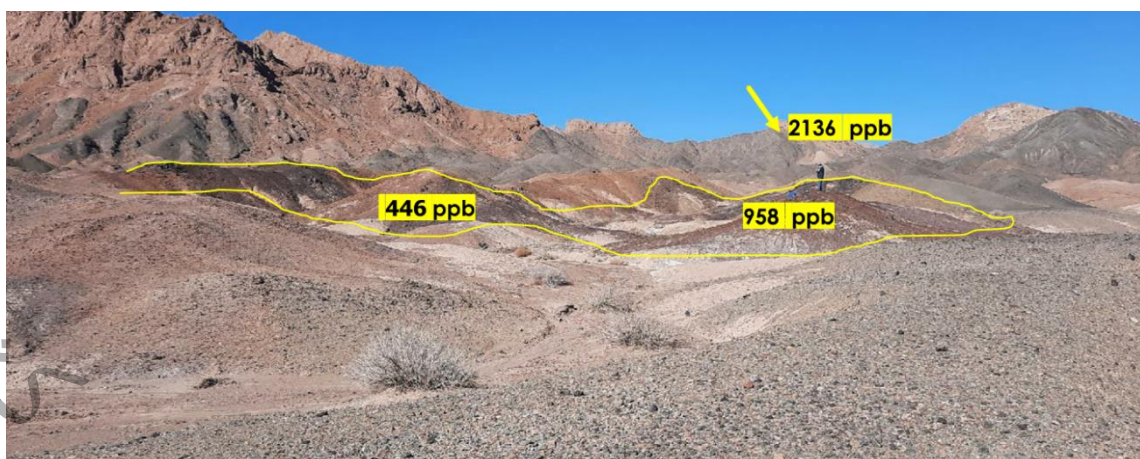
قطع کرده است (شکل ۴-۱۷). در فاصله ۱/۵ کیلومتری از نمونه شماره ۱۷، چندین رخمون از کانی سازی آهن هماتیته در مساحت ۱۵۰*۴۰ متر به شکل لکه‌ای و پراکنده را می‌توان مشاهده نمود (شکل ۴-۱۸). سنگ میزبان کانی سازی واحدهای ماسه سنگی همراه با میان لایه‌های سنگ آهک دولومیتی دگرگون شده (TR^S) می‌باشد. آپوفیزهای کوچکی از توده گرانیته-گرانودیوریت در محل کانی سازی رخمون دارد. کانی سازی شامل هماتیت، لیمونیت و سیلیس است. دگرسانی غالب، لیمونیتی شدن همراه با ژاروسیت؟ است. بافت کانسنگ پرکننده فضاهای خالی، توده‌ای و برشی است. روند یکی از رگه‌های هماتیت N125 است. نمونه JSE1-18 از موقعیت (X=627661, Y=3595085) و از بخش‌های سیلیسی و برشی شده رگه‌های هماتیت با هدف کانی سازی احتمالی طلا برداشت و آنالیز شده است. هم‌چنین برای تعیین عیار آهن نمونه JSE1-19 از موقعیت (X=627584, Y=3595020) و از بخش پرعیار رگه هماتیته برداشت گردید (شکل ۴-۱۹). جدول ۴-۷ نتایج آنالیز ۳ نمونه برداشت شده از کانی سازی آهن را نشان می‌دهد. عیار Au در ۲ نمونه JSE1-18,19 به ترتیب ۰/۹۵ ppm و ۰/۴۵ ppm اندازه گیری شده است.



شکل ۴-۱۶- موقعیت نمونه های برداشت شده از اطراف کوه گرمو (شمال برکه کوه گرمو)



شکل ۴-۱۷- بخشی از رخمون کانی سازی آهن در محل نمونه JSE1-17 در شرق کوه گرمو



شکل ۴-۱۸- گسترش کانی سازی آهن هماتیته و موقعیت نمونه های عیار دار طلا



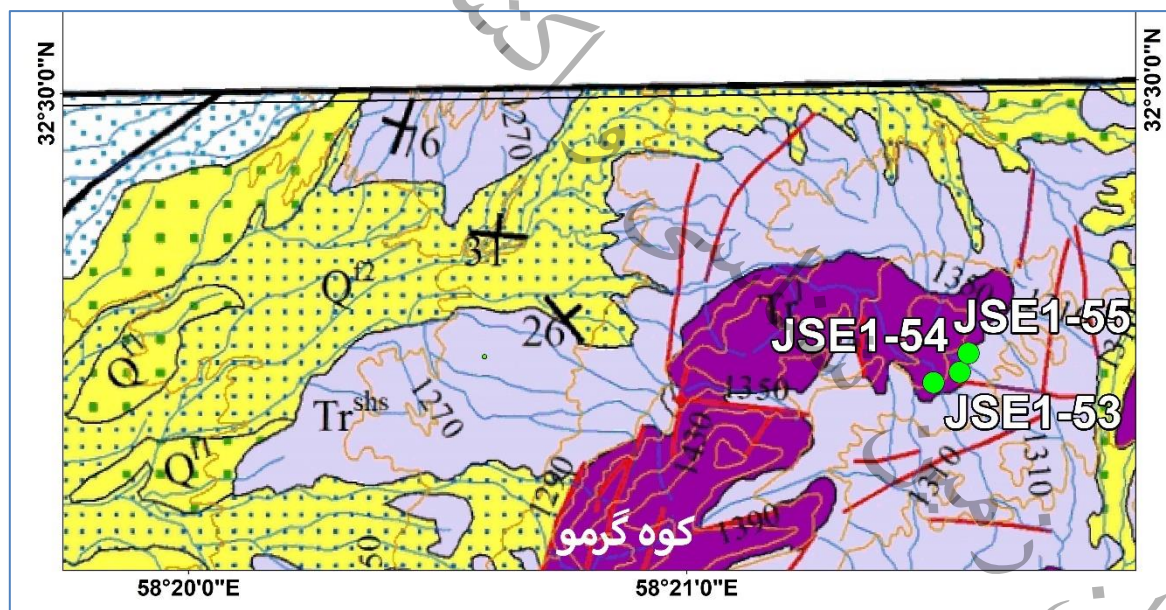
شکل ۴-۱۹- کانی سازی آهن همراه با دگرسانی لیمونیتی و آرژیلیتی در محل نمونه JSEI-19

کانی سازی شمال شرق کوه گرمو

در یک کیلومتری شمال شرق کوه گرمو و ۷۰۰ متری شمال نمونه های طلا دار JSEI-18,19 و در فاصله کوتاه از یکدیگر، چندین کانی سازی آهن هماتیته رخمون دارند. سنگ میزبان کانی سازی، واحدهای سنگ آهک و دولومیت-های توده ای، متبلور و ضخیم لایه و به رنگ کرم تا قهوه ای متعلق به تریاس بالایی می باشد (شکل ۴-۲۰). در کتتاکت جنوبی کانی سازی ها رخمون بزرگی از توده نفوذی گرانیت-گرانودیوریت مشاهده می شوند. در نقشه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو این توده های نفوذی به عنوان بخشی از تناوب ماسه سنگ، سیلتستون و شیل در نظر گرفته شده است. فاصله ناپیوسته ابتدای جنوب غربی کانی سازی آهن مشاهده شده با انتهای شمال شرقی آن در حدود ۱۵۵ متر است. نمونه JSEI-53 از پچها و عدسی های کوچک آهن هماتیته که درون سنگ آهک متبلور میزبان، تشکیل شده است، برداشت گردید. در کتتاکت توده نفوذی و سنگ آهک مرمری شده، زون-پچ سیلیسی-اکسید آهن متخلخل همراه با

دگرسانی هماتی-لیمونیتی تشکیل شده است. طول این زون ۱۵ متر و ضخامت آن به ۴ متر می‌رسد. نمونه JSE1-54 برای تعیین کانی سازی احتمالی از این زون برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۷). این نمونه فاقد کانی سازی طلا است.

با توجه به مجاورت توده نفوذی و نوع سنگ میزبان و مشاهده دگرسانی اپیدوتی در سنگ میزبان، احتمال کانی سازی نوع اسکارن در منطقه وجود دارد. همچنین از عدسی آهن هماتی-سیلیسی دیگری در همین بخش از منطقه که با دگرسانی لیمونیتی و سیلیسی نیز همراه است، نمونه JSE1-55 برای آنالیز شیمیایی و نمونه JSE1-56 برای آنالیز XRF و XRD برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۷). طول این زون برشی شده در حدود ۸ متر و ضخامت آن به ۳ متر می‌رسد (شکل ۴-۲۱). عیار Au در نمونه‌های JSE1-53,55 به ترتیب ۲/۱ ppm و ۲۷ ppm به دست آمده است. با توجه به عیار مناسب طلا در این دو نمونه و ۲ نمونه که قبلاً به آن اشاره گردید (نمونه‌های JSE1-18,19 به ترتیب ۰/۹۵ ppm و ۰/۴۵ ppm) و همچنین نمونه JSE1-14 با عیار طلا به مقدار ۱ ppm (در ۲/۷ کیلومتری شرق این نمونه‌ها) این بخش از برکه اکتشافی را می‌توان به عنوان منطقه امیدبخش اصلی کانی سازی طلا-آهن در برکه کوه گرمو معرفی نمود.



شکل ۴-۲۰- موقعیت نمونه‌های برداشت شده در شمال شرق کوه گرمو



شکل ۴-۲۱- بخشی از عدسی هماتیتی و گسترش زون لیمونیتی اطراف آن در محل نمونه JSE1-56.

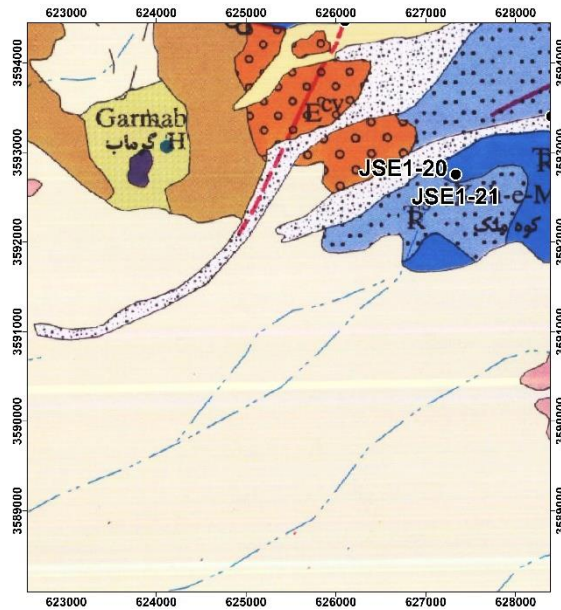
جدول ۴-۷- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از زون گسله در شمال شرقی بر گه کوه گرمو (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au (ppb)	Ag	Cu	Fe	Pb	S	Zn
1	JSE1-17	629048	3595336	15			64.90		1.68	
2	JSE1-18	627661	3595085	958			44.40		1.29	
3	JSE1-19	627584	3595020	446			68.92		3.17	
4	JSE1-53	627616	3595730	2135	<3	891.5	>20	94.1		938
5	JSE1-54	627699	3595763	17	<3	91.5	6.4	<20		199
6	JSE1-55	627726	3595822	273	<3	789.6	>20	925.8		977

۴-۳-۵- کانی سازی آهن

نمونه JSE-46-21-20

در حدود ۳ کیلومتری شرق مجتمع آبگرم گرماب، رخنمون‌های پراکنده‌ای از کانی سازی آهن هماتیتی در سنگ میزبان‌های ماسه سنگ و سنگ آهک دگرگون شده متعلق به تریاس بالایی قابل مشاهده است. رگه‌های هماتیتی در حدود یک متر ضخامت دارند و با لیمونیتی شدن شدید سنگ میزبان همراه است. گاهی پیچ‌های کوچکی از هماتیت در کنتاکت با توده گرانیتی رخنمون دارند. در مناطق اطراف رگه‌ها و پیچ‌های هماتیتی دگرسانی‌های گسترده‌ای از کانی‌های رسی و کائولین را می‌توان مشاهده نمود. علاوه بر ماسه سنگ، واحدهای کربناته نیز میزبان کانی سازی آهن هستند. کانی سازی در این واحدها، در زون‌های برشی، لیمونیتی و سیلیسی شده انجام شده است. شکل ۴-۲۲ موقعیت ۲ نمونه برداشت شده در شرق گرماب را نشان می‌دهد. نمونه JSE1-20 از موقعیت (X=627330, Y=3592753) و از این زون‌های برشی برداشت شده است. همچنین نمونه JSE1-21 از موقعیت (X=627335, Y=3592755) از رگه‌های هماتیتی و همراه با قطعات برشی لیمونیتی برداشت شده است (شکل ۴-۲۳). در جدول ۴-۸ نتایج آنالیز ۲ نمونه مذکور ارائه شده است.



شکل ۴-۲۲- موقعیت نمونه‌های برداشت شده در شرق گرماب

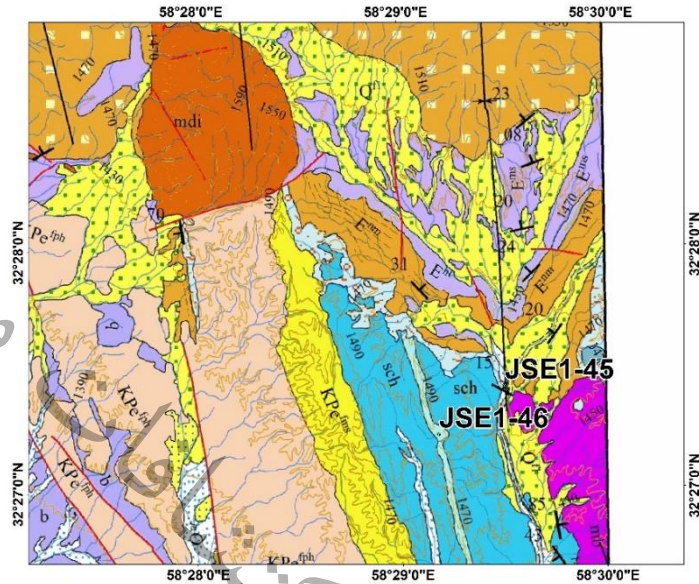


شکل ۴-۲۳- بخشی از رگه هماتیته و گسترش زون لیمونیتی اطراف آن در محل نمونه JSE1-21

نمونه JSE-46

در منتهی الیه شرقی برکه کوه گرمو، علاوه بر واحدهای رسوبی با ترکیب ماسه سنگ و کنگلومرا، سنگ آهک دارای شیستوزیته (در کالک شیست) ضخیم لایه و به رنگ قهوه‌ای نیز رخمون دارد. در امتداد یک گسل با روند N130 و شیب قائم، کانی سازی آهن هماتیته همراه با دگرسانی گوتیتی انجام شده است. در فاصله ۲/۵ کیلومتری شمال غربی

این کانی سازی، توده نفوذی با ترکیب مونزودایوریت رخنمون دارد. برای تعیین عیار کانی سازی آهن و احتمال همراهی طلا نمونه JSE1-46 از موقعیت (X=639703, Y=3591706) برداشت و آنالیز شده است (شکل ۴-۲۵ و جدول ۴-۸). عیار آهن در این نمونه بیش از ۲۰ درصد و عیار روی ۰/۷ درصد تعیین شده است. این نمونه فاقد کانی سازی طلا بوده است.



شکل ۴-۲۴- موقعیت ۲ نمونه برداشت شده از منتهی الیه شرقی محدوده، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو



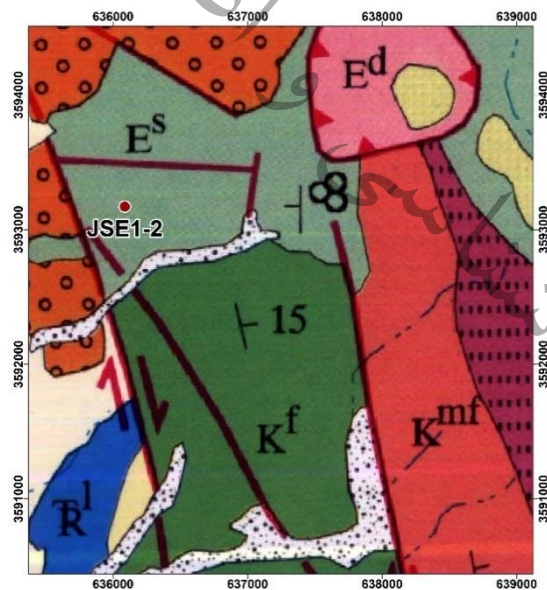
شکل ۴-۲۵- نمایی از کانی سازی آهن لیمونیتی در محل نمونه JSE1-46

جدول ۴-۸- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از زون گسله در شمال شرقی برکه کوه گرمو (ppm)

ردیف	شماره نمونه	X	Y	Au (ppb)	Ag	Cu	Fe	Mo	Pb	Zn
1	JSE1-20	627330	3592753	5	<0.5	7	69975	55	19	167
2	JSE1-21	627335	3592755	5	<0.5	5	>10%	51	64	345
3	JSE1-46	639703	3591706	0	<3	172	>20		339	7376

نمونه JSE1-2

بر اساس گزارش ورقه جنوب سه چنگی، واحد E^S به طور عمده از ماسه سنگ و سیلتستون و به مقدار کمتر سنگ آهک و مارن و توفیت پدید آمده است. این واحد در شمال شرقی برکه کوه گرمو بسیار خرد شده است و شکستگی-های فراوانی دارد (شکل ۴-۲۶). در برداشت صحرایی، یک باند کربناته در امتداد زون گسله با روند N125 داخل واحد E^S رخنمون دارد (شکل ۴-۲۷) که به شدت برشی شده و همراه با دگرسانی های لیمونیتی و سیلیسی است. برای کانی سازی احتمالی طلا، نمونه JSE1-2 از این واحد کربناته برداشت شده است. موقعیت این نمونه (X=636088, Y=3593171) شکل ۴-۲۸ موقعیت زون کربناته را که از آن نمونه برداری شده است، نشان می دهد. نتیجه آنالیز این نمونه در جدول ۴-۹ ارائه شده است. بر اساس نتیجه آنالیز، باند کربناته فاقد هر نوع کانی سازی است.



شکل ۴-۲۶- موقعیت نمونه JSE1-2 در واحد ماسه سنگ ائوسن واقع در شمال شرقی محدوده



شکل ۴-۲۷- باند کربناته و برشی که در امتداد یک زون گسله رخنمون دارد.



شکل ۴-۲۸- نمایی نزدیک از واحد کربناته همراه با دگرسانی‌های لیمونیتی و سیلیسی که نمونه JSE1-2 از آن برداشت شده است.

جدول ۴-۹- نتیجه آنالیز نمونه JSE1-2 در شمال شرقی منطقه (ppm)

ردیف	شماره نمونه	X	Y	Au (ppb)	Ag	As	Cu	Fe	Pb	Sb	Zn
1	JSE1-2	636088	3593171	5	<0.5	52.2	29	38625	4	0.89	72

نمونه‌های JSE1-10 و JSE1-11

نمونه‌های JSE1-10 و JSE1-11 از سنگ میزبان E^{VC} شامل کنگلومرا همراه با قطعات ولکانیکی برداشت شده است. نمونه JSE1-10 از موقعیت (X=635343, Y=3593805) و از یک زون دگرسانی لیمونیتی-کلسیتی همراه با رگچه‌های نازک و متقاطع برداشت شده است. ضخامت زون دگرسانی که در امتداد یک آبراهه قابل مشاهده است، زیاد و روند کلی آن شرقی-غربی است. شکل ۴-۲۹ بخشی از رخنمون زون دگرسانی لیمونیتی را نشان می‌دهد.

نمونه JSE1-11 از رگه سیلیسی دارای قطعات برشی با سیمان لیمونیتی و اکسیدهای آهن برداشت شده است. امتداد و شیب رگه N7E,87SE است. ضخامت رگه در حدود ۲۰ سانتیمتر و طول قابل مشاهده آن حدوداً ۱۵ متر است. شکل ۴-۳۰ نمایی از رگه سیلیسی که از آن نمونه برداری شده است را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز دو نمونه مذکور در جدول ۴-۱۰ ارائه شده است. بر اساس نتایج آزمایشگاهی این دو نمونه بدون کانی سازی هستند.



شکل ۴-۲۹- گسترش دگرسانی لیمونیتی در محل نمونه JSE1-10



شکل ۴-۳۰- نمایی از رگه سیلیسی و محل نمونه JSE1-11

نمونه های JSE1-12 و JSE1-13

نمونه های JSE1-12 و JSE1-13 از منتهی الیه شمالی برکه کوه گرمو و از سنگ میزبان TR^S متشکل از ماسه سنگ، سیلتستون و شیل برداشت شده است. در محل نمونه JSE1-12 (X=632367, Y=3596986) رگه-رگچه های سیلیسی و برشی شده همراه با سیمان لیمونیتی برداشت شده است. روند کلی رگه ها N60W,40NE است. حداقل ۳ نسل از

سیلیس را می‌توان تشخیص داد. نسل اول سیلیس غنی از لیمونیت و ضخیم لایه است. نسل دوم رگه‌ها، غنی از سیلیس است و رگه‌های سیلیس قدیمی نسل اول را قطع کرده است (شکل ۴-۳۱). نمونه فوق از نسل دوم برداشت شده است. رگچه‌های نازکی از لیمونیت، هماتیت و سیلیس به عنوان نسل سوم و جوانتر تفکیک شده است. نمونه JSE1-13 از این رگچه‌ها برداشت شده است. مختصات این نمونه ($X=633243$, $Y=3594972$) می‌باشد. نتایج آنالیز دو نمونه مذکور در جدول ۴-۱۰ ارائه شده است. بر اساس نتایج آزمایشگاهی این دو نمونه نیز بدون کانی سازی هستند.



شکل ۴-۳۱-نمایی نزدیک از رگچه‌های نسل دوم سیلیس در محل نمونه JSE1-12

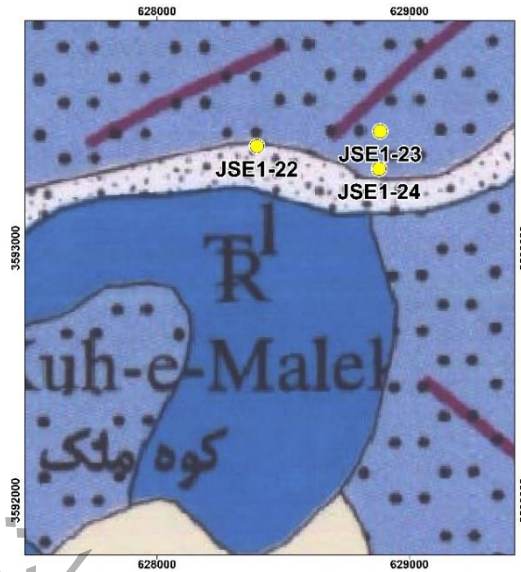
جدول ۴-۱۰-نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از رگه‌های سیلیسی در شمال شرقی بر گه کوه گرمو (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au(ppb)	Ag	As	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	S	Sb	Zn
1	JSE1-10	635343	3593805	8	<0.5	18	40	28907	>2%	2030	81	1813	19.11	451
2	JSE1-11	635334	3593792	10	<0.5	4.1	13	23060	>2%	725	112	3568	0.92	1169
3	JSE1-12	632367	3596986	5	<0.5	4.4	8	22300	3988	879	9	576	0.88	65
4	JSE1-13	633243	3594972	5	<0.5	8.3	32	>10%	9435	2526	52	2045	1.39	293

نمونه‌های JSE1-22، JSE1-23 و JSE1-24

از زون‌های دگرسان شده واقع در شمال شرقی کوه ملک ۳ نمونه برداشت شده است. سنگ میزبان این نمونه‌ها، واحدهای ماسه سنگی و دگرگون شده تریاس است (شکل ۴-۳۲). در محل این نمونه، زون دگرسانی رسی و سیلیسی در سنگ میزبان گرانیتهی تشکیل شده است. در این زون بخش‌های سیلیسی و لیمونیتی به رنگ قهوه‌ای و بخش‌هایی به شکل رگچه‌های متقاطع رخنمون دارد (شکل‌های ۴-۳۳ و ۴-۳۴). ضخامت زون دگرسانی به ۲ متر می‌رسد. به

سمت غرب ضخامت زون بیشتر و به ۱۰ متر هم می‌رسد. روند کلی زون N300 است. نمونه JSE1-22 از این زون برداشت (X=628395, Y=3593403) و آنالیز شده است (جدول ۴-۱۱).



شکل ۴-۳۲- موقعیت ۳ نمونه برداشت شده در شمال شرقی کوه ملک

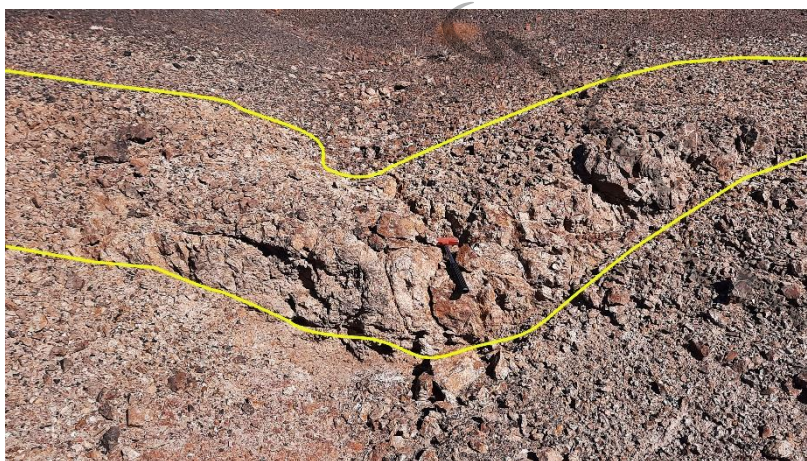


شکل ۴-۳۳- نمایی از رگه سیلیسی-هماتیتی در محل نمونه JSE1-22



شکل ۴-۳۴- نمای نزدیک از رگه سیلیسی-هماتیتی در محل نمونه JSE1-22

از زون دگرسانی سیلیسی، لیمونیتی و سیدریتی دیگری که در فاصله ۵۰۰ متری شرق نمونه قبلی قرار دارد، نمونه دیگری به شماره JSE1-23 (X=628884, Y=3593463) برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۱۱). رگه-رگچه‌های سیدریتی-سیلیسی درون یک زون آلتزه رسی بزرگتر رخنمون یافته است. هم چنین در ۱۵۰ متری جنوب نمونه ۲۳، یک زون سیلیسی و لیمونیتی به ضخامت ۵ متر و طول ۵۰ متر و ذریک روند کلی N300 رخنمون دارد که نمونه JSE1-24 (X=628879, Y=3593314) از این زون دگرسان برداشت و آنالیز شده است (شکل ۴-۳۵)(جدول ۴-۱۱). بر اساس نتایج آزمایشگاهی سه نمونه فوق بدون کانی سازی هستند.



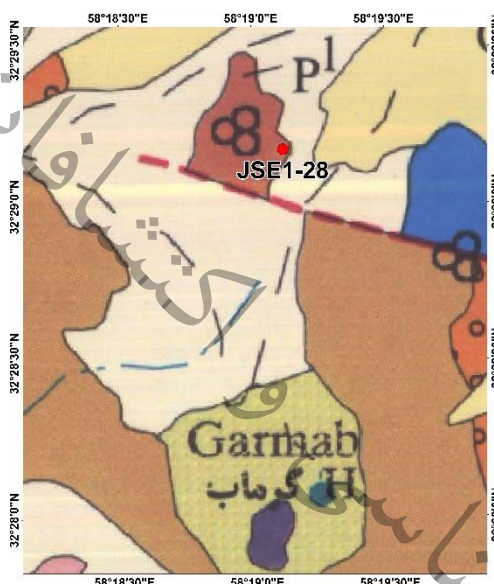
شکل ۴-۳۵- نمای نزدیک از زون سیلیسی-لیمونیتی در محل نمونه JSE1-24

جدول ۴-۱۱- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از شمال شرقی کوه ملک (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au(ppb)	Ag	As	Cu	Fe	Mo	Pb	Sb	Zn
1	JSE1-22	628396	3593404	5	<0.5	>100	13	74262	2.7	12	1.42	89
2	JSE1-23	628884	3593463	5	<0.5	68.2	63	70720	2	11	1.54	70
3	JSE1-24	628880	3593314	5	<0.5	37	22	23418	0.52	25	1	14

نمونه JSE1-28

در ۲ کیلومتری شمال مجموعه گردشگری گرماب واقع در بخش میانی برکه اکتشافی، رخنمون محدودی از سنگ آهک‌های تیره و بایواسپارایت و دولومیت متعلق به پرمین (P^۱) رخنمون یافته است (شکل ۴-۳۶). در این واحد زون گسله مشاهده می‌شود که در آن سنگ آهک به شدت برشی شده و دارای دگرسانی‌های سیلیسی و اکسید آهنی به رنگ زرد نخودی است. هم‌چنین رگه-رگچه‌های متقاطع و فراوان هماتیت و پیریت اکسیده نیز تشکیل شده است (شکل ۴-۳۷). نمونه JSE1-28 به مختصات (X=623889, Y=3595100) از این رگچه‌ها که همراه با دگرسانی اکسید آهنی نیز هستند، برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۱۲). بر اساس نتیجه آنالیز این نمونه نیز بدون کانی‌سازی است.



شکل ۴-۳۶- موقعیت نمونه JSE1-28 در شمال گرماب



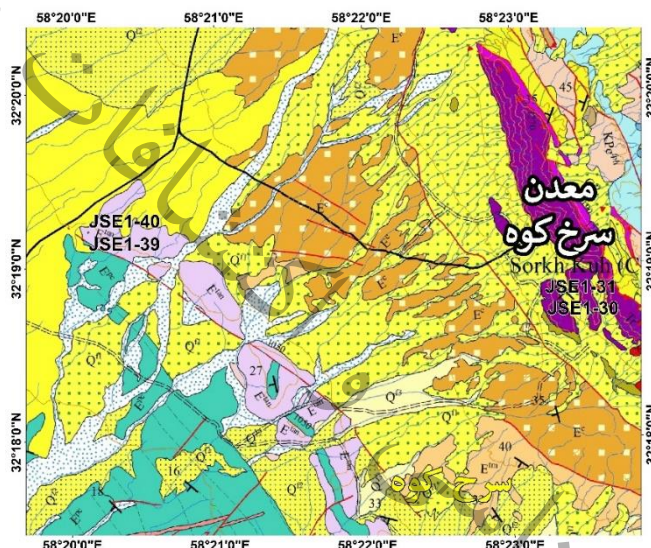
شکل ۴-۳۷- زون برشی و دگرسانی اکسید آهنی و سیلیسی در محل نمونه JSE1-28 در شمال آبگرم گرماب

جدول ۴-۱۲- نتیجه آنالیز نمونه نمونه JSE1-28 در شمال آبگرم گرماب (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au(ppb)	Ag	As	Cu	Fe	Pb	S	Sb	Ti	Zn
1	JSE1-28	623889	3595100	5	<0.5	10.7	3	2841	4	573	0.86	50	6

نمونه‌های JSE1-39 و JSE-40

در ۵ کیلومتری غرب کانسار سرخ کوه، واحدهای آتشفشانی با ترکیب تراکی آندزیت بازالتی تا آندزیت (E^{lan}) رخنمون یافته است (شکل ۴-۳۸). از بخش‌های اکسید آهنی و لیمونیتی این واحدها که گسترش زیادی هم دارند، نمونه JSE1-39 (شکل ۴-۳۹) و از بخش‌های سیلیسی-آهن دار حاوی مگنتیت، هماتیت و سیلیس همراه با سیدریت-های لیمونیتی شده نیز نمونه JSE1-40 برداشت و آنالیز شده است. نمونه‌های JSE1-39,40 از موقعیت (X=625712, Y=3576698) برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۱۳) که فاقد هر نوع کانی سازی هستند.



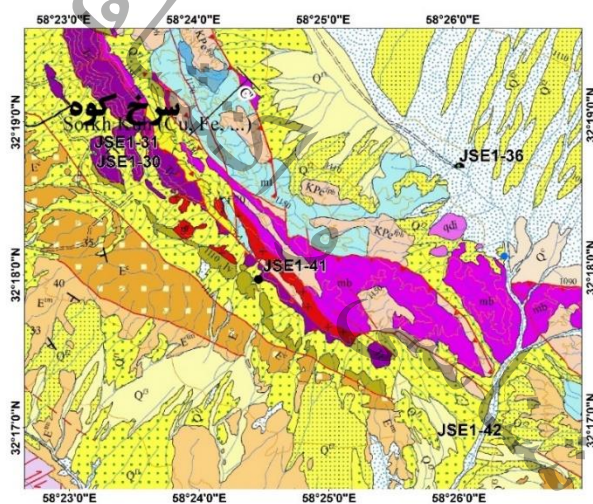
شکل ۴-۳۸- موقعیت نمونه‌های JSE1-39, 40 در غرب کانسار سرخ کوه، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو



شکل ۴-۳۹- نمایی نزدیک از بخش‌های سیلیسی-اکسید آهنی رخنمون یافته در محل نمونه JSE1-39

نمونه‌های JSE-41 و JSE-42

کانی سازی آهن هماتیته به شکل پراکنده و در امتداد جنوب شرقی کانسار سرخ کوه ادامه دارد. در ۲/۴ کیلومتری جنوب شرقی کانسار سرخ کوه، واحدهای اسیدی با کانی‌های پلاژیوکلاز آرژیلیتی-سریسیتی شده، رخنمون یافته است که در بخش‌هایی دارای رگچه‌های موئینه سیلیس دودی و عدسی‌های آهن هماتیته است. در موقعیت (X=632560, Y=3574468) از زون هماتیته و پچ‌های دارای رگچه‌های متقاطع اکسید آهن (پر شده با سیدریت و لیمونیت) که همراه با دگرسانی‌های غالباً سریسیتی و آرژیلیتی هستند و در سنگ میزبان اسیدی شکل گرفته‌اند، نمونه JSE1-41 از موقعیت (X=632560, Y=3574468) برداشت و آنالیز شده است (شکل‌های ۴-۴۰ و ۴-۴۱) (جدول ۴-۱۳). هم‌چنین در ۵/۳ کیلومتری جنوب شرقی کانسار سرخ کوه پچ‌های سیلیسی-لیمونیتی رخنمون دارند که دارای کانی سازی آهن هماتیته می‌باشد. ضخامت این پچ ۰/۵ متر و طول آن نیز ۰/۵ متر است. سنگ میزبان آن شیست-کالک شیست لیمونیتی است. نمونه JSE1-41 از این پچ هماتیته برداشت و آنالیز شده است (شکل ۴-۴۲) (جدول ۴-۱۳).



شکل ۴-۴۰- موقعیت نمونه JSE1-41 در جنوب شرقی معدن سرخ کوه، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو



شکل ۴-۴۱- نمایی نزدیک از زون سیلیسی-اکسید آهنی و رگچه‌های متقاطع لیمونیتی رخنمون یافته در محل نمونه JSE1-41



شکل ۴-۴- نمای از پیچ سیلیسی-هماتیتی رخنمون یافته در محل نمونه JSE1-42

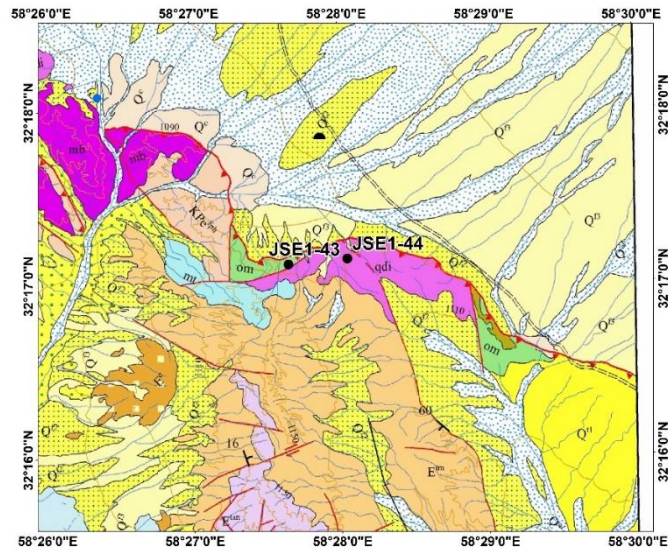
جدول ۴-۱۳- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از غرب و جنوب شرق کانسار سرخ کوه (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au(ppb)	Ag	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Ti	V	Zn
43	JSE1-39	625712	3576698	5	<3	23.7	10.9	3668	<10	<20	<50	119.8	126.5
44	JSE1-40	625713	3576703	5	<3	38.4	7.4	668	<10	<20	6623	205.7	81.3
46	JSE1-41	632560	3574468	5	<3	52.3	11.9	1674	13	24.7	1504	112.8	168.1
47	JSE1-42	634713	3572524	5	<3	33.3	6.8	943	1058	<20	74	85.6	106.2

۴-۳-۶- رگه های کربناته-سیلیسی

نمونه های JSE-43 و JSE-44

در ۷/۵ کیلومتری شرق کانسار سرخ کوه و در منتهی الیه شرقی برگه کوه گرمو، سنگ های دگرگونی با ترکیب بیوتیت شیت، شیت سبز و آمفیبولیت (واحد mt) رخنمون یافته است که گاهی لکه های بزرگ و کوچک از باندها و رگه های کربناته-سیلیسی متشکل از سیلیس آمورف، لیمونیت و سیدریت در آن رخنمون یافته است. ضخامت این باندها به ۵ متر هم می رسد و روند آنها N50 است. نمونه JSE1-43 از موقعیت (X=637570, Y=3572979) برداشت و آنالیز شده است (شکل های ۴-۳ و ۴-۴ و جدول ۴-۱۳). در شرق این نمونه، توده نفوذی کوچکی با ترکیب کوارتز دیوریت تا کوارتز مونزودیوریت به سن ژوراسیک (بر اساس گزارش نقشه کوه گرمو) رخنمون یافته است. بخش هایی از این توده، دارای زون های سیلیسی گرمابی بزرگ هستند که علاوه بر برشی شدن، همراه با پیریت های پراکنده و اکسیده و درزه های پر شده با اکسیدهای آهن و سیدریت است. از این زون ها نمونه JSE1-44 از موقعیت (X=638197, Y=3573042) برداشت و آنالیز شده است (شکل ۴-۵ و جدول ۴-۱۳). این نمونه فاقد هر نوع کانی سازی هستند.



شکل ۴-۴۳- موقعیت ۲ نمونه برداشت شده از منتهی الیه شرقی محدوده، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو



شکل ۴-۴۴- نمایی از پیچ کرناته، سیلیسی و لیمونیتی در محل نمونه JSE1-43



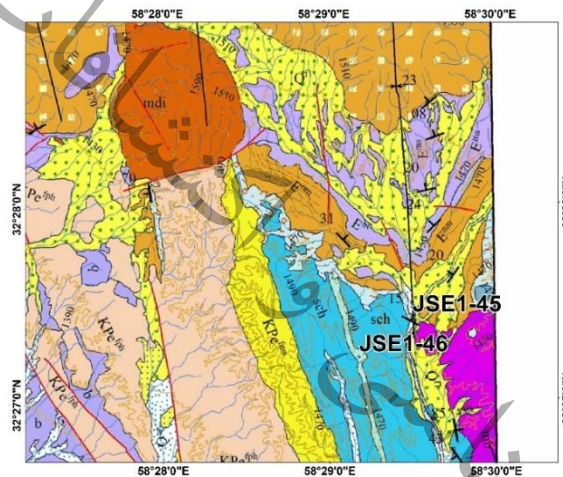
شکل ۴-۴۵- نمایی از زون سیلیسی و برشی شده در محل نمونه JSE1-44

جدول ۴-۱۴- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از منتهی الیه شرقی برکه کوه گرمو (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au(ppb)	Ag	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Ti	V	Zn
1	JSEI-39	625712	3576698	5	<3	23.7	10.9	3668	<10	<20	<50	119.8	126.5
2	JSEI-40	625713	3576703	5	<3	38.4	7.4	668	<10	<20	6623	205.7	81.3
3	JSEI-41	632560	3574468	5	<3	52.3	11.9	1674	13	24.7	1504	112.8	168.1
4	JSEI-42	634713	3572524	5	<3	33.3	6.8	943	1058	<20	74	85.6	106.2

نمونه JSE-45

در منتهی الیه شرقی برکه کوه گرمو، واحدهای رسوبی با ترکیب ماسه سنگ و کنگلومرا رخمون دارد که به شدت برشی و لیمونیتی شده است. در رخمون صحرایی این زونهای برشی حاوی رگچه های کلسیت همراه با لکه های اکسید آهن و یا منگنز است. ضخامت این زون ۵ تا ۶ متر است و شیب کلی آن به سمت شمال شرق می باشد. برای تعیین احتمال کانی سازی طلا نمونه JSE1-45 از موقعیت (X=640204, Y=3592080) برداشت و آنالیز شده است (شکل های ۴-۶ و ۴-۷ و جدول ۴-۱۵). این نمونه نیز فاقد عیار مناسب از عناصر مورد نظر است.



شکل ۴-۴- موقعیت ۲ نمونه برداشت شده از منتهی الیه شرقی محدوده، در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو



شکل ۴-۷- نمایی از زون لیمونیتی-کربناته در محل نمونه JSE1-45 (دید به سمت شمال)

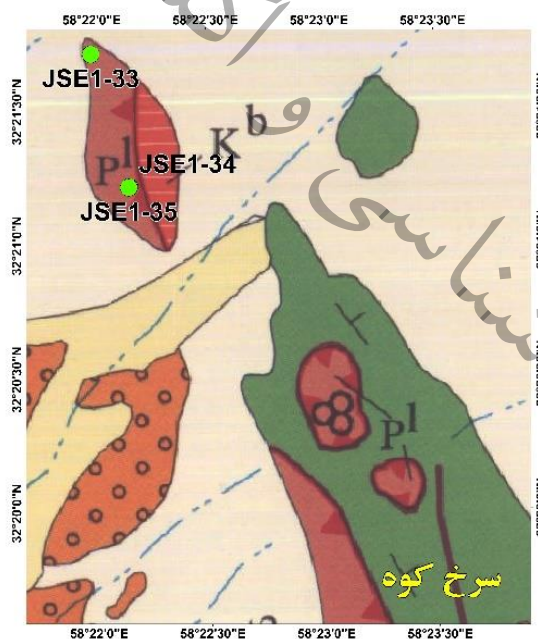
جدول ۴-۱۵- نتیجه آنالیز نمونه JSE1-45 در منتهی الیه شرقی محدوده (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au(ppb)	Ag	Al	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
1	JSE1-45	640204	3592080	5	<3	12.86	249.9	7.2	1289	<20	75.2

نمونه‌های JSE1-33، JSE1-34 و JSE1-35

در ۵ کیلومتری شمال غربی کوه سرخ کوه و در ادامه شمال غربی این رشته کوه، واحدهای کربناته متشکل از سنگ آهک بایواسپارایت پرمین (P¹) رخنمون یافته است (شکل‌های ۴-۱۸ و ۴-۱۹) که سنگ آهک، در محل شکستگی‌ها و بخش‌های حاشیه‌ای، برشی و اکسید آهنی شده است. هم‌چنین بخش‌هایی از آن نیز دولومیتی می‌باشد. دولومیت به رنگ خاکستری روشن و ریز بلور است. با توجه به حجم بالای ذخیره، می‌تواند به عنوان یک ذخیره دولومیت به شمار آید. به همین دلیل نمونه JSE1-33 از موقعیت (X=628576, Y=3581369) برداشت شده است.

در بخش‌هایی از واحد کربناته مذکور و در ۴ کیلومتری شمال غربی سرخ کوه رگه‌های سیلیسی تیره و اکسید آهنی تشکیل شده است (شکل ۴-۵۰). نمونه JSE1-34 با موقعیت (X=628843, Y=3580455) برای بررسی احتمال کانی سازی عناصر کمیاب، برداشت شده است. هم‌چنین از دولومیت‌های آغشته به لیمونیت و حاوی رگچه‌های پر شده از کانی‌های کربناته نمونه JSE1-35 با مختصات (X=628839, Y=3580449) برداشت و آنالیز گردید (شکل ۴-۵۱).



شکل ۴-۱۸- موقعیت نمونه‌های JSE1-33, 34, 35 در شمال غربی کوه سرخ کوه



شکل ۴-۴۹- نمای نزدیک از بخش‌های دولومیتی در محل نمونه JSE1-33



شکل ۴-۵۰- قطعاتی از رگه سیلیسی همراه با لیمونیت در موقعیت نمونه JSE1-34



شکل ۴-۵۱-نمایی از رخنمون واحد دولومیت آغشته به لیمونیت در موقعیت نمونه JSE1-35

کشور

زمینی

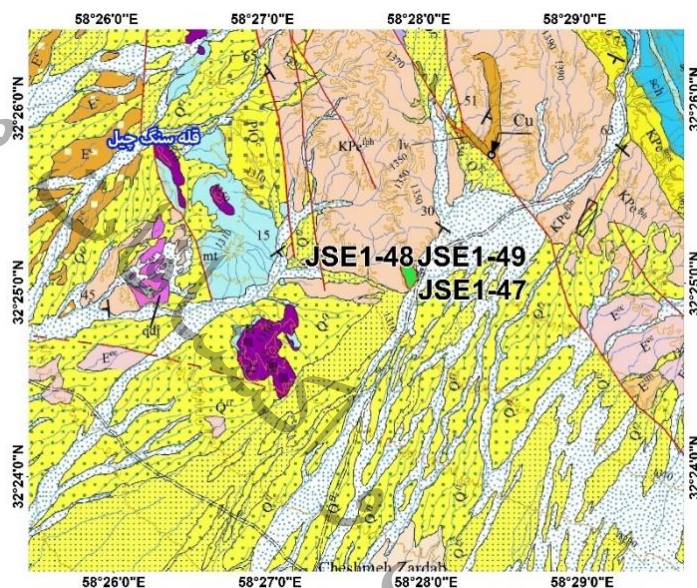
جی

سازمان

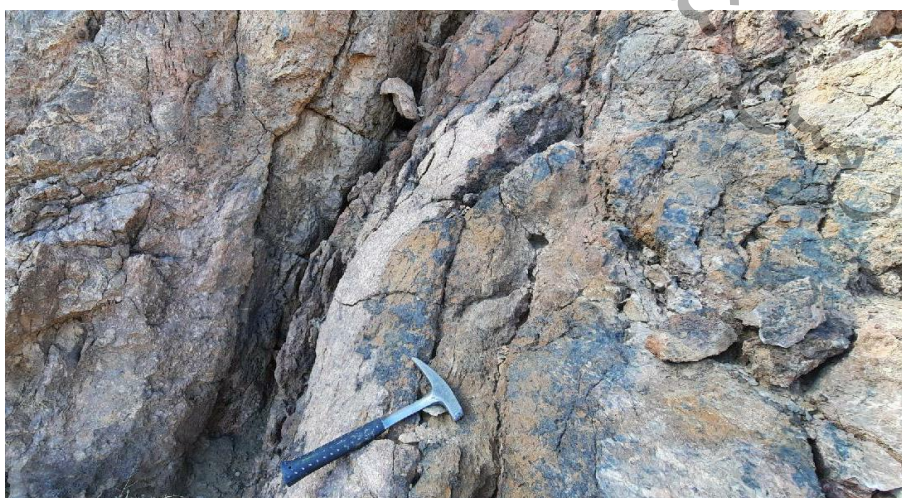
۴-۳-۷- کانی سازی سرب و روی؟

نمونه های JSE1-47,48,49

در شرق میانه برکه کوه گرمو و ۲ کیلومتری جنوب شرق قله سنگ چیل، یک گوه تکتونیکی از سنگ آهک توده‌ای، متبلور و ضخیم لایه و به رنگ خاکستری متعلق به کرتاسه زیرین رخنمون دارد. از بخش‌های برشی-سیلیسی شده و آغشته به اکسیدهای آهن که ضخامت آن به ۱۰ متر می‌رسد و هم‌چنین دیگر بخش‌ها ۳ نمونه برداشت و برای تعیین کانی سازی احتمالی سرب و روی آنالیز شده است (شکل‌های ۴-۵۲ و ۴-۵۳ و جدول ۴-۱۶). بر اساس نتایج آنالیزها نمونه‌های فوق فاقد کانی سازی سرب و روی هستند.



شکل ۴-۵۲- موقعیت ۲ نمونه برداشت شده از شرق میانه برکه کوه گرمو و جنوب شرق قله سنگ چیل



شکل ۴-۵۳- نمایی از زون برشی و لیمونیتی در سنگ آهک کرتاسه زیرین در جنوب شرق قله سنگ چیل

جدول ۴-۱۶- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از واحد کربناته جنوب شرق قله سنگ چیل (ppm)

ردیف	شماره نمونه	X	Y	Au (ppb)	Ag	Cu	Fe	Mo	Pb	Zn
1	JSE1-47	637860	3587646							
2	JSE1-48	637851	3587711	5	<3	7.7	1.1		24.1	18.5
3	JSE1-49	637851	3587711	5	<3	9.3	2.0		<20	48.6

نمونه های JSE1-51,52

در ۱۶۰۰ متری کوه گرمو و ۱۳۵ متری شمال جاده در حال ساخت خوسف-آبگرم، ارتفاعات بلندی از سنگ آهک و دولومیت های توده ای، متبلور و ضخیم لایه و به رنگ کرم تا قهوه ای متعلق به تریاس بالایی و با روند شمال شرقی- جنوب غربی رخنمون دارد. داخل واحدهای مذکور و در دامنه جنوبی این کوه، یک زون برشی شده به ضخامت ۱۰ متر تشکیل شده است که حاوی قطعات سیلیسی-کربناته است. این زون برشی با دگرسانی های گوتیت-لیمونیتی همراه است. نمونه JSE1-51 از این زون و نمونه JSE1-52 از ادامه شمالی آن که در راستای N75 است، برداشت و برای تعیین کانی سازی احتمالی سرب و روی آنالیز شده است (شکل ۴-۵۴ و جدول ۴-۱۷). در نمونه های برداشت شده عیار سرب و روی ناچیز است.



شکل ۴-۵۴- نمایی از زون برشی و لیمونیتی در دولومیت های قهوه ای شمال جاده خوسف-آبگرم

جدول ۴-۱۷- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از واحد کربناته شمال جاده خوسف-آبگرم (ppm)

ردیف	شماره نمونه	X	Y	Au (ppb)	Ag	Ba	Cu	Fe	Pb	Zn
1	JSE1-51	628523	3594964	5	<3	113.1	64.9	2.3	138.5	881
2	JSE1-52	628544	3594980	7	<3	128.5	9.4	1.7	20.0	78.8

۴-۳-۸- کانی سازی آهن و باریت

نمونه‌های JSE1-57, 58, 60

در دامنه شمالی واحدهای کربناته تریاس بالایی که در ۱۷۵۰ متری شرق کوه گرمو و ۸۵۰ متری شرق نمونه‌های طلا دار (توصیف شده در بخش ۴-۳-۴) واقع شده است، یک زون سیلیسی-اکسید آهنی و برشی شده رخمون دارد که حاوی کانی‌سازی‌های هماتیت و باریت است. طول ناپیوسته این زون در حدود ۸۰ متر و ضخامت زون به ۱۰ متر می‌رسد. درون این زون و از پیچ بزرگ سیلیسی-اکسید آهنی که به شدت گوتیتی شده است، دو نمونه JSE1-57 و JSE1-58 با هدف تعیین کانی سازی احتمالی طلا و سایر عناصر برداشت و آنالیز شده است. در جدول ۴-۱۸ موقعیت نمونه‌ها و نتایج آنالیز آنها ارائه شده است. در این دو نمونه، مقدار طلا و مس ناچیز و زمینه عناصر سرب و روی بالاست اما در حد کانی سازی نیست. همچنین در بخش میانی این زون یک باند عدسی شکل از رگه باریت سیلیس دار با روند N50، به طول ۲۰ متر و ضخامت حداکثر ۲ متر رخمون دارد. در فاصله ۱۲۰ متری جنوب غربی رگه باریت، یک پیچ هماتیستی متخلخل به ضخامت ۱ متر و طول ۲ متر همراه با دگرسانی گوتیتی رخمون دارد. از این پیچ نمونه JSE1-60 برداشت و برای تعیین کانی سازی احتمالی آنالیز شده است (جدول ۴-۱۸) که بجز کانی سازی آهن و روی فاقد عیار مناسب از دیگر عناصر است.

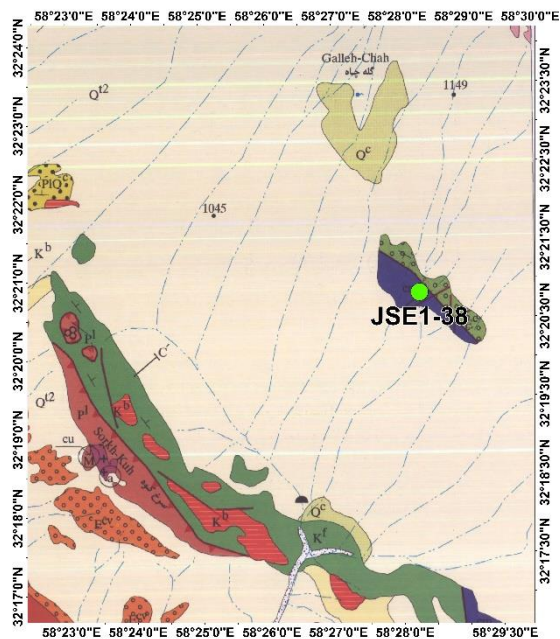
جدول ۴-۱۸- نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از واحد کربناته شرق کوه گرمو (ppm)

ردیف	Sample no.	X	Y	Au (ppb)	Ba	Cu	Fe	Pb	Zn
1	JSE1-57	628462	3595252	5	>10000	7.6	1.0	227.6	1266
2	JSE1-58	628462	3595252	5	625	<5	9.9	228.8	1097
3	JSE1-60	628349	3595203	26	875	127.9	>20	588.2	621

۴-۳-۹- کانی سازی کروم و نیکل؟

نمونه‌های JSE1-37 و JSE1-38

در ۸/۵ کیلومتری شمال شرقی سرخ کوه، رخمون‌هایی از ملانژهای افیولیتی پست و کم ارتفاع متشکل از واحدهای بازیک و اولترابازیک همراه با آپوفیزهای کوچک اسیدی تا حدواسط (با ترکیب احتمالی دیوریت و گرانیت) وجود دارد. واحدهای اولترابازیک سرپانتینیستی شده به طور پراکنده دارای مگنتیت هستند (شکل‌های ۴-۵۵ و ۴-۵۶). برای بررسی احتمال همراهی عناصر آهنی مانند کروم، کبالت و نیکل همراه با این مگنتیت در این واحدها، ۲ نمونه JSE1-37 و JSE1-38 از مختصات (X=638461, Y=3579857) برداشت و آنالیز شده است (جدول ۴-۱۹). بر اساس نتایج آنالیز، مقدار Ni و Cr در نمونه JSE1-37 به ترتیب ۰/۲ و ۰/۳ درصد و در نمونه JSE1-38 مقدار این عناصر ناچیز بوده است.



شکل ۴-۵۵- موقعیت رخنمون واحدهای کالرد ملانژ در شمال شرقی سرخ کوه



شکل ۴-۵۶- نمایی از رخنمون واحد اولترابازیک حاوی مگنتیت

جدول ۴-۱۹- نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از واحد اولترابازیک (ppm)

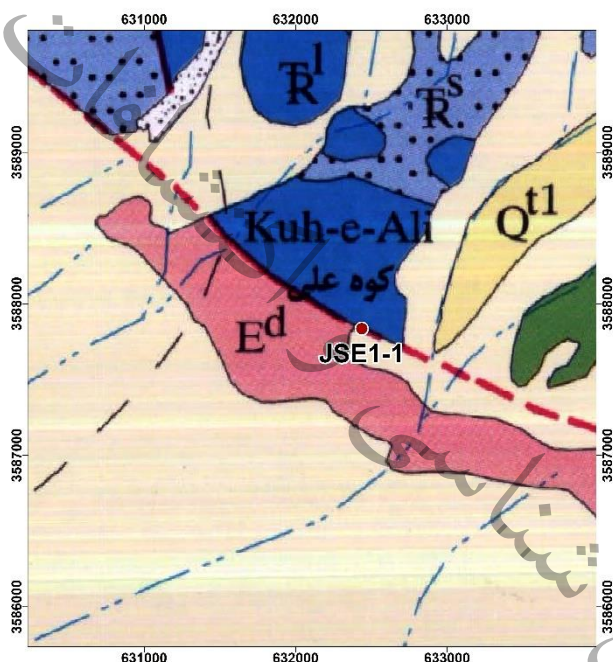
ردیف	Sample no.	X	Y	Ag	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Ni	Pb	Ti	V	Zn
1	JSEI-37	638461	3579857	<3	1.81	97.7	2907	50.6	7.3	>20	1038	2112	<20	313	62.4	62.9
2	JSEI-38	638461	3579857	<3	14.07	38.8	97	100.0	11.6	7.20	1405	48	<20	>10000	298.0	114.4

۴-۴- کانی سازی های غیر فلزی

۴-۴-۱- سیلیس

نمونه JSE1-1

بر اساس نقشه زمین شناسی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی، نمونه JSE1-1 از جنوب کوه علی و کتاکت گسله واحد کربناته تریاس بالایی و واحد ولکانیکی ائوسن برداشت شده است (شکل ۴-۵۷). در برداشت صحرایی، این نمونه از باند-افق ضخیم لایه سیلیسی، برشی و لیمونیتی در قاعده سنگ آهک های برشی و مرمری شده تریاس بالایی و نزدیک کتاکت آن با واحدهای تیره شیستی که با دگرسانی لیمونیتی-اکسید آهنی همراه است، برداشت شده است. بخش های سیلیسی شده به شکل آمورف و به رنگ سفید-نخودی هستند. موقعیت این نمونه (X=632412, Y=3587741) است. شکل ۴-۵۸ موقعیت زون سیلیسی را در قاعده واحد کربناته نشان می دهد.



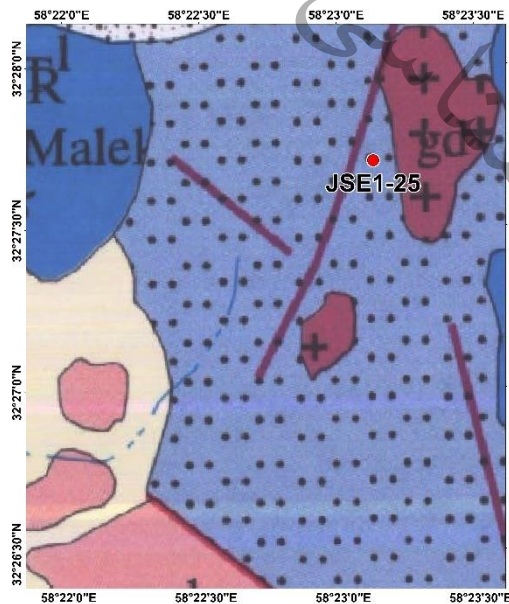
شکل ۴-۵۷- موقعیت نمونه JSE1-1 در قاعده واحد کربناته تریاس بالایی



شکل ۴-۵۸- موقعیت زون سیلیسی در قاعده واحد کربناته و کنتاکت گسله آن با شیست

نمونه JSE1-25

در ۱/۵ کیلومتری شرق کوه ملک واقع در بخش مرکزی برکه کوه گرمو، آپوفیزهایی از یک توده گرانودیوریتی متعلق به ژوراسیک پسین داخل واحدهای ماسه سنگ دگرگون شده تریاس (TR^S) تزریق شده است (شکل ۴-۵۹). همراه با این توده‌ها، پچ‌هایی غنی از سیلیس و کمی هیدروکسیدهای آهن تشکیل شده است. از پچ‌های سیلیسی نمونه JSE1-25 به مختصات (X=630209, Y=3592462) برداشت و آنالیز شده است (شکل ۴-۶۰) (جدول ۴-۲۰). عیار SiO₂ در نمونه بالا و بیش از ۹۸ درصد اندازه گیری شده است. مقدار عناصر مزاحم در این نمونه بسیار ناچیز می‌باشد.



شکل ۴-۵۹- موقعیت نمونه JSE1-25 در شمال کوه ملک



شکل ۴-۶۰-رخنمون پچ های سیلیسی مرتبط با توده گرانیت در شرق کوه ملک

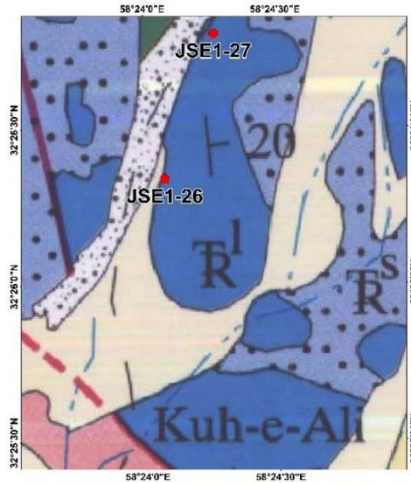
جدول ۴-۲۰- نتیجه آنالیز نمونه سیلیس JSE1-25 در شرق کوه ملک (درصد)

Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	TiO ₂	LOI
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
JSE1-25	98.85	<	<	0.11	0.56	<	<	<	<	<	<	<	0.48

۴-۲-۴-۴- دولومیت

نمونه های JSE1-26 و JSE1-27

در شمال کوه علی واقع در بخش میانی برکه اکتشافی کوه گرمو، واحدهای کربناته به سن تریاس به طور گسترده ای رخنمون یافته است که بخش هایی از آن رنگ قهوه ای دارند و دولومیتی شده اند. این واحد به شکل رانندگی، بر روی واحد متاسندستون تریاس بالایی قرار گرفته است. برای تعیین درصد خلوص واحد دولومیتی به عنوان منبع منیزیم، که در کتاکت خود با واحد دگرگونه، برشی و لیمونیتی شده است، ۲ نمونه JSE1-26 به مختصات (X=631729, Y=3589960) و JSE1-27 (X=632014, Y=3590820) و به ترتیب از ۱/۵ کیلومتری و ۲/۵ کیلومتری کوه علی برداشت و آنالیز شده است (شکل های ۴-۶۰ و ۴-۶۱) (جدول ۴-۲۱). عیار MgO در نمونه JSE1-26، ۱۹ درصد و CaO در حدود ۳۰ درصد به دست آمده است که به عنوان منبع مناسب دولومیت قابل بررسی می باشد. لازم به ذکر است ادامه شمالی این واحدها در برکه نعلینه و در یک معدن فعال دولومیت در حال استخراج است که بر اهمیت اکتشافی دولومیت های موجود در برکه کوه گرمو می افزاید.



شکل ۴-۶۱- موقعیت نمونه های JSE1-26 و JSE1-27 در شمال کوه علی



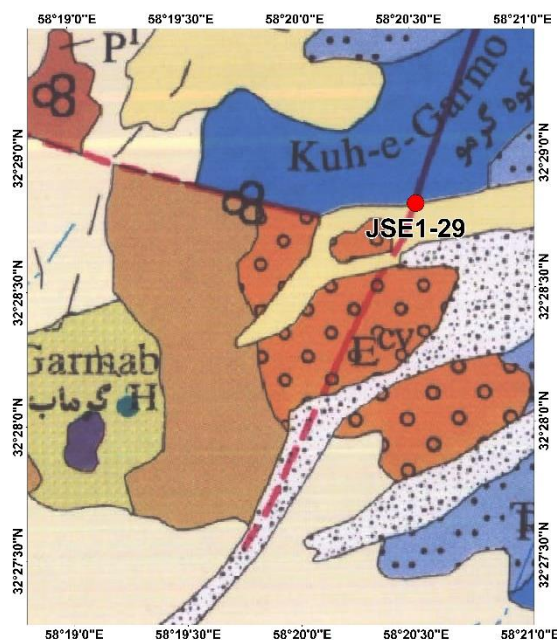
شکل ۴-۶۲- رخنمون گسترده واحد دولومیتی در شمال کوه علی

جدول ۴-۲۱- نتایج آنالیز نمونه های دولومیت در شمال کوه علی (درصد)

Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	TiO ₂	LOI
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
JSE1-26	2.62	0.45	<	29.91	3.21	0.15	19.06	0.08	<	<	0.12	0.05	44.34
JSE1-27	0.35	<	<	48.27	0.43	<	6.25	<	<	<	0.39	<	44.31

نمونه JSE1-29

کوه گرمو واقع در بخش شمالی برگه اکتشافی، متشکل از واحدهای کربناته به سن تریاس است که بخش هایی از آن به رنگ قهوه ای بوده و برشی شده و دولومیتی شده اند. این واحد با کنتاکت گسله، بر روی واحد متاسنداستون تریاس قرار گرفته است. با هدف بررسی پتانسیل ذخیره دولومیت و تعیین درصد خلوص واحد دولومیتی به عنوان منبع منیزیم، نمونه JSE1-29 به مختصات (X=626099, Y=3594466) از حاشیه جنوبی کوه گرمو و ۱/۵ کیلومتری شمال شرقی گرماب برداشت شده است (شکل های ۴-۶۳ و ۴-۶۴).



شکل ۴-۶۳- موقعیت نمونه JSE1-29 در حاشیه جنوبی کوه گرمو



شکل ۴-۶۴- زون برشی و دولومیتی در حاشیه جنوبی کوه گرمو و محل نمونه JSE1-29 در شمال شرق گرماب

۴-۳- کانی صنعتی

نمونه JSE1-32

رخدادهای دگرسانی در سنگ‌ها محصولاتی را تولید می‌کنند که می‌توانند از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی اهمیت داشته باشند. با توجه به نوع کانی‌های رسی تولید شده و کاربرد آن‌ها در صنعت، می‌توانند ارزشمند باشند. در جنوب خاور برکه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو، در قاعده واحد O_1^g ، به صورت یک زون گسترده، رسی شدن رخ داده است که به نظر حاصل ریزش قطعات پیروکلاستیک (کریستال - لیتک توف) با حرارت بالا در محیطی آب‌دار (حوضه‌های آبی کم

عمق) و واکنش با آب بوده است. ضخامت تقریبی آن ۲۰ تا ۳۰ متر بوده و در بردارنده پهنه رسی به رنگ کرم متمایل به سفید و متخلخل است. بررسی زمین شناسی اقتصادی برای این واحد رسی پیشنهاد می شود.

در ۷ کیلومتری شمال غربی کوه سرخ کوه بخش هایی از واحد E^{1a} متشکل از لاتیت آندزیت، کوارتز لاتیت و لیتیک کریستال توف رخنمون یافته است. در اثر هوازدگی، توف های لیتیک دگرسان شده و به شکل کانی های رسی سبز روشن و نرم فرسا رخنمون یافته است (شکل ۴-۶۵). از کانی های رسی حاصل از هوازدگی نمونه JSE1-32 (X=626737, Y=3581780) با هدف تعیین نوع کانی های رسی و عناصر کمیاب که ممکن است بر روی کانی های رسی جذب سطحی شده باشند، برداشت شده است.



شکل ۴-۶۵- بخشی از رخنمون لیتیک توف دگرسان شده در شمال غرب سرخ کوه

۴-۴-۴- سرباره ها

نمونه JSE1-36

در گستره برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ کوه گرمو، در نیمه خاوری آن، در چندین محل انباشته های از سرباره های قدیمی دیده می شود که نشان از فعالیت های معدنی در دوران های گذشته منطقه دارد. بر روی برخی از قطعه های سرباره، اثر مالاکیت و همچنین قطعه سنگ های معدنی مس با باطله سیلیسی در مجاورت محل انباشت ها مشاهده می شود. در بخش جنوب باختری منطقه سرخ کوه، در محل کانسار سرخ کوه، چاه ها و تونل های قدیمی دیده می شود که جهت استخراج ماده معدنی مورد استفاده قرار گرفته اند. به نظر حداقل بخشی از سرباره ها رؤیت شده در محدوده کوه گرمو بخصوص در خاور و جنوب خاور منطقه سرخ کوه، در ارتباط با فعالیت های شدادی بر روی کانسار سرخ کوه بوده اند (صالحی و سلیمانی، ۱۴۰۱).

در گستره برکه اکتشافی چندین مورد از دپوی سرباره‌های حاصل از ذوب مواد معدنی قابل مشاهده است (شکل ۴-۶۶). قطعات برجای مانده از ذوب ماده معدنی بیشتر نشان دهنده کانی سازی مس می‌باشد. مالاکیت، آزوریت، مگنتیت، رگچه‌های سیلیسی و ژاسپ، کانی‌هایی هستند که در این قطعات دیده می‌شوند (شکل ۴-۶۷). با هدف تعیین عناصر کمیاب همراه با کانی سازی مس در این سرباره‌ها، نمونه JSE1-36 از موقعیت (X=634980, Y=3575844) که در ۳ کیلومتری شمال شرقی سرخ کوه قرار دارد، برداشت شده است.



شکل ۴-۶۶- دپوی سرباره حاصل از ذوب کانسنگ مس در شمال شرقی سرخ کوه



شکل ۴-۶۷- کانی سازی مالاکیت و آزوریت همراه با دگرسانی‌های اکسید آهن و اپیدوت در قطعه باقیمانده از ذوب سرباره

۴-۵- زون های دگرسانی در محدوده اکتشافی

۴-۵-۱- انواع دگرسانی لیمونیتی

این نوع دگرسانی بر اساس نسبت فراوانی مجموعه کانی ها به دگرسانی های لیمونیتی، لیمونیتی-سیلیسی و لیمونیتی-کلسیک تفکیک شده است. بر اساس بررسی ها و برداشت های صحرائی، گسترده ترین دگرسانی در برکه کوه گرمو، دگرسانی لیمونیتی-سیلیسی است که عمدتاً در بخش های شمالی برکه و در امتداد سرخ کوه و کانسار مس-آهن موجود در آن است. از نظر کانی شناسی در این نوع دگرسانی انواع اکسیدهای آبدار آهن نظیر لیمونیت و گوتیت همراه با فرم های مختلف سیلیس مانند سیلیس های آمورف قابل مشاهده است. دگرسانی مذکور به فرم های آغشتگی زمینه سنگ میزبان و رگه-رگچه های سیلیسی همراه با اکسیدهای آبدار آهن دیده می شود. این نوع دگرسانی ها هم در واحدهای قدیمی تریاس و هم در واحدهای جوانتر ائوسن دیده می شود. بر اساس سنگ میزبان و همراهی این نوع دگرسانی با کانی سازی های مشاهده شده، این دگرسانی را می توان به دو نوع مرتبط با کانی سازی و دگرسانی ناحیه ای تقسیم نمود.

الف- دگرسانی لیمونیتی-سیلیسی مرتبط با کانی سازی

این نوع دگرسانی همراه با کانی سازی های آهن، طلا-آهن و مس-آهن تشکیل شده است و از نظر کانی شناسی مشابه با نوع ناحیه ای است. محدوده امیدبخش طلا-آهن در شمال برکه اکتشافی منطبق با این دگرسانی است.

ب- دگرسانی لیمونیتی-سیلیسی ناحیه ای

در این نوع، سنگ میزبان این دگرسانی بخش های بالایی توده های نفوذی اسیدی-حدواسط و واحدهای سیلیسی کلاستیک و واحدهای کربناته به سن تریاس و ائوسن است که در اثر نفوذ توده های آذرین دگرسان شده اند.

۴-۵-۲- دگرسانی سیلیسی

گسترش این دگرسانی محدود به بخش های قاعده ای واحدهای کربناته تریاس در جنوب کوه علی و کتاکت گسله آنها با واحد ولکانیکی ائوسن است.

۴-۵-۳- دگرسانی سیلیسی-هماتیتی (اکسید آهن)

این دگرسانی که در بخش های مختلف منطقه با نسبت های متفاوتی از سیلیس و هماتیت همراه است، عمدتاً در جنوب برکه و در ادامه جنوب شرقی کانسار سرخ کوه قابل مشاهده است و احتمالاً با نفوذ توده های کوارتز دیوریت-دیوریت در ارتباط است. در شمال برکه، این نوع دگرسانی با کانی سازی باریت سیلیسی و آهن هماتیتی منطبق است.

۴-۵-۴- دگرسانی فلیک

این نوع دگرسانی در اثر تزریق توده‌های کوارتز دیوریت- دیوریت در بخش شمال شرقی برکه کوه گرمو و خاور آبگرم لوت (گرماب) درون سنگ‌هایی به سن ائوسن و متشکل از کریستال- لیتیک توف و توف سبز با میان لایه‌هایی از کنگلومرا و ماسه‌سنگ ایجاد شده است و از مجموعه دگرسانی‌های سریسیتی، سیلیسی و لیمونیتی و پیریت‌های اکسید شده تشکیل شده است. بر اساس شواهد صحرایی این نوع دگرسانی در منطقه مذکور با کانی سازی مس (شامل کالکوپیریت، بورنیت، پیریت و کمی مالاکیت) همراه است و فعالیت اکتشافی مختصری همچون حفاری اکتشافی در آن انجام شده است.

۴-۵-۵- دگرسانی اسکارنی زایی

دگرسانی اسکارنی شامل مجموعه کانی‌های اپیدوت، کلریت، کلسیت، سیلیس و گارنت است و به طور محدود با کانی سازی آهن-مس در کانسار سرخ کوه واقع در جنوب برکه کوه گرمو همراه است. به دلیل محدودیت در بازدید صحرایی امکان بررسی میزان گسترش این نوع دگرسانی پیرامون کانسار مذکور میسر نبود.

۴-۵-۶- دگرسانی آرژیلیتی- هماتیتی (اکسید آهن)

این نوع دگرسانی در مجاورت و ادامه جنوب شرقی کانسار سرخ کوه دیده می‌شود. دگرسانی پلاژیوکلاز و فلدسپارها در بخش‌های بالایی توده‌های کوارتز دیوریت- دیوریت منطقه که با تشکیل پچ‌ها و رگه-رگچه‌های هماتیت همراه است، باعث ایجاد و گسترش دگرسانی مذکور شده است.

فصل پنجم: نتایج اکتشافات سیستماتیک

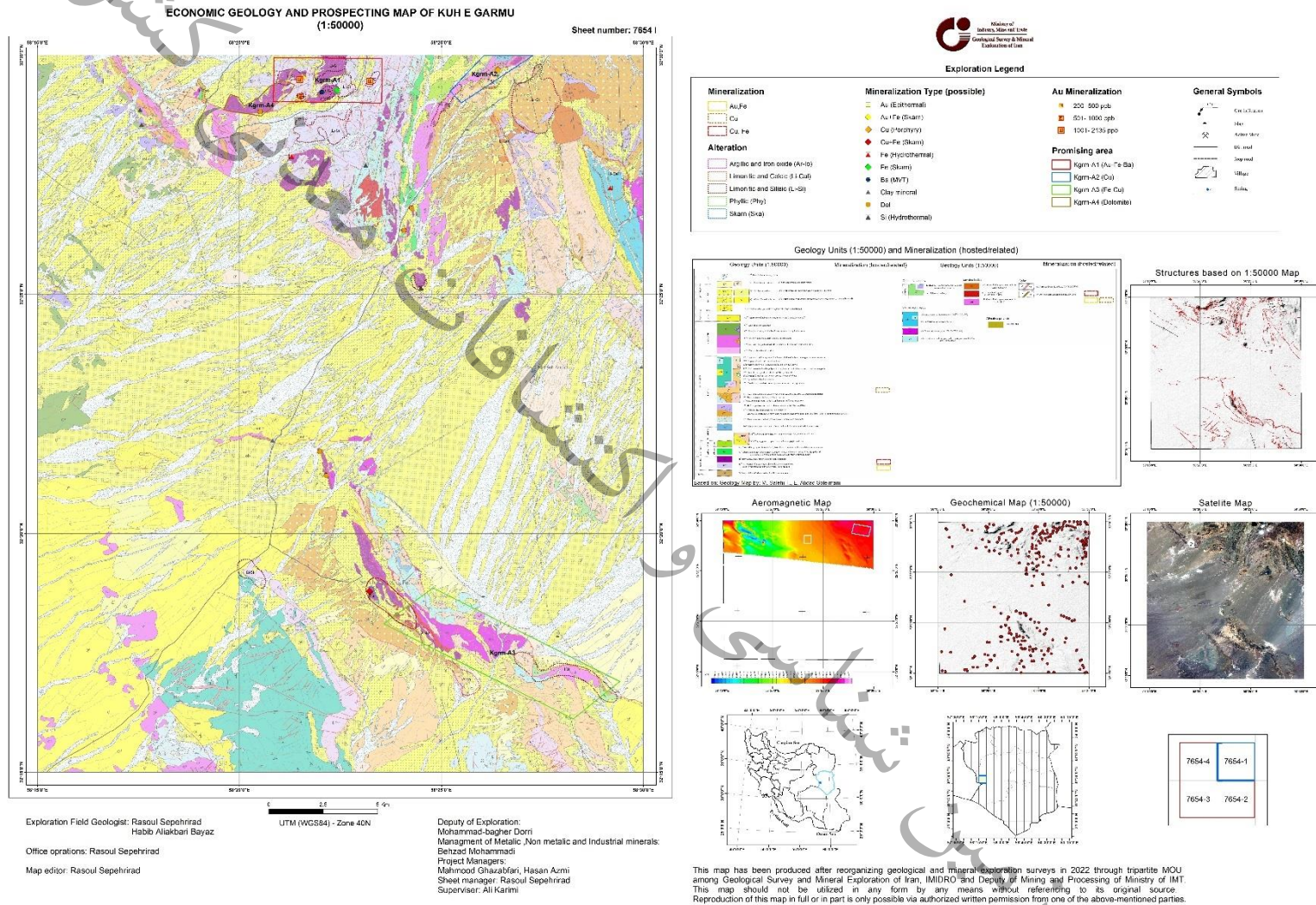
۵-۱- مقدمه

پس از انجام مطالعات دفتری و نیز شرح پیمایش صحرایی اکنون با استفاده از نتایج بدست آمده از این دو، جمع بندی نهایی این برکه انجام می شود. در این فصل ابتدا مختصری از مطالعات دفتری و نتایج حاصله بیان می شود. در ادامه کلیاتی در مورد عملیات صحرایی صورت گرفته ارائه شده و در نهایت تحلیل اکتشافی در مورد این برکه ارائه می شود. هم چنین در انتهای این فصل ارزیابی فنی و نیز مطالعات فرصت سنجی اکتشافی در مورد برکه خواهد شد.

۵-۲- تحلیل و تفسیر اکتشافات

در این گزارش پس از مطالعه زمین شناسی کلی منطقه، مطالعات دفتری آغاز شد. مطالعات دفتری در سه بخش مطالعه تصاویر ماهواره‌ای، ژئوفیزیک هوایی و ژئوشیمی انجام شده است. با مطالعه تصاویر ماهواره‌ای، زون‌های دگرسانی و نیز برخی ساختارها در برکه مشخص شدند. عمده دگرسانی‌های موجود در منطقه شامل دگرسانی‌های لیمونیتی، سیلیسی-لیمونیتی می باشد. تمرکز این دگرسانی‌ها در بخش‌های شمالی و جنوبی برکه (اطراف کانسار سرخ کوه) بیشتر به چشم می خورد.

ساختارهای موجود در منطقه با استفاده از ژئوفیزیک هوایی و نیز تصاویر ماهواره‌ای تعیین شدند. لایه بعدی مورد استفاده، لایه ژئوشیمیایی می باشد. با استفاده از داده‌های ژئوشیمی آبراه‌ای در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ مناطق آنومالی برای عناصر نقره، طلا، مس، مولیبدن، باریم، روی و تنگستن بررسی شد. در نهایت این چهار لایه (دگرسانی، ساختارهای منتج از ژئوفیزیک هوایی، ساختارهای استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای و ژئوشیمیایی) با یکدیگر تلفیق شدند. نتایج تلفیق طوری در نظر گرفته شده است که تعداد مناطق با پتانسیل زیاد و هر محدوده دارای مساحت کمی باشد. این پتانسیل‌ها در عملیات صحرایی مورد بررسی قرار گرفتند. پروفیل‌های برداشت متناسب با استاندارد و نیز پوشش حداکثری این پتانسیل‌ها طراحی شده است. با پیمایش‌های صحرایی مشخص شد که این پتانسیل‌ها عمدتاً بر روی دگرسانی‌های لیمونیتی-سیلیسی و یا کانه‌زایی‌های آهن-مس و آهن-طلا قرار گرفته‌اند. نتایج پیمایش‌های صحرایی نشان داد که ۲ زون اصلی کانه‌زایی آهن-مس و آهن-طلا در منطقه وجود دارد. این زون‌ها عمدتاً در ارتباط با توده‌های نفوذی حدواسط هستند که در واحدهای رسوبی تریاس تزریق شده‌اند. لذا می توان موقعیت‌هایی که در آنها توده‌های حدواسط در واحدهای رسوبی قدیمی تزریق شده‌اند را یکی از کلیدهای اکتشافی در نظر گرفت.



شکل ۵-۱- نقشه زمین شناسی اقتصادی و پتانسیل های معدنی در برگه کوه گرمو

سازمان

۵-۳- مطالعه فنی و اقتصادی در برکه

حاصل انجام مطالعات اکتشافات سیستماتیک در برکه کوه گرمو معرفی ۳ منطقه امید بخش جهت ادامه فعالیت‌های اکتشافی می‌باشد. نزدیکترین شهر به برکه کوه گرمو شهر خوسف است که در ۶۷ کیلومتری شمال شرقی برکه قرار دارد. مهم‌ترین راه دسترسی به محدوده برکه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو، جاده خوسف به آبگرم لوت است که بخش شمالی برکه کوه گرمو را به شهر خوسف متصل می‌کند. این جاده به طول تقریبی ۲۴ کیلومتر آسفالت‌ه و ۴۳ کیلومتر خاکی درجه یک است. جاده خاکی درجه یک معدن مس شورک (خارج از مرز جنوبی برکه) و کانسار سرخ (در جنوب برکه)، مهم‌ترین راه ارتباطی شمال به جنوب برکه گوه گرمو می‌باشد.

محدوده برکه کوه گرمو به دلیل نبود جمعیت ساکن و هرگونه فعالیت انسانی و تولیدی فاقد شبکه برق رسانی سراسری است. با توجه به شرایط آب و هوایی ایران، برکه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو در ناحیه بیابان داخلی قرار می‌گیرد. این ناحیه در بیشتر مواقع از سال خشک و کم بارش است. جدول ۵-۱ موقعیت محدوده‌های امید بخش معرفی شده را نسبت به موقعیت زیرساخت‌های منطقه نشان می‌دهد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

جدول ۵-۱- جدول موقعیت زون های کانه‌زایی نسبت به موقعیت زیرساخت های منطقه

محدوده امید بخش	نوع زیرساخت	فاصله محدوده امید بخش از زیرساخت
Kgrm-A1	جاده (خاکی)	در مجاورت جاده خاکی زیرسازی شده
	آب (قنات)	یک قنات در ۱۲ کیلومتری شمال شرقی قرار دارد
	پست/دکل برق	در محدوده زون کانه‌زایی این زیرساخت موجود نمی‌باشد
	آبادی/شهر	۶۷ کیلومتر (شهر خوسف)
Kgrm-A2	جاده (خاکی)	در فاصله ۸۵۰ متری از جاده خاکی معدنی
	آب (قنات)	یک قنات در ۴ کیلومتری شمال شرقی قرار دارد
	پست/دکل برق	در محدوده زون کانه‌زایی این زیرساخت موجود نمی‌باشد
	آبادی/شهر	۶۰ کیلومتر (شهر خوسف)
Kgrm-A3	جاده (خاکی)	در مجاورت جاده خاکی زیرسازی شده
	آب (قنات)	یک قنات در ۳۴ کیلومتری شمال شرقی قرار دارد
	پست/دکل برق	در محدوده زون کانه‌زایی این زیرساخت موجود نمی‌باشد
	آبادی/شهر	۱۰۰ کیلومتر (شهر خوسف)
Kgrm-A4	جاده (خاکی)	در مجاورت جاده خاکی زیرسازی شده
	آب (قنات)	یک قنات در ۱۳ کیلومتری شمال شرقی قرار دارد
	پست/دکل برق	در محدوده زون کانه‌زایی این زیرساخت موجود نمی‌باشد
	آبادی/شهر	۶۸ کیلومتر (شهر خوسف)

جدول ۵-۲- ژئومتری محدوده های امید بخش

زون کانه زایی	مساحت (کیلومتر مربع)	نوع ماده معدنی و تیپ‌های احتمالی	عیار متوسط ماده معدنی در محدوده
Kgrm-A1	۱۰	طلا-آهن، اسکارن	Au=۹۵۴ ppb (در ۵ نمونه)
Kgrm-A2	۹/۲	مس، پورفیری	
Kgrm-A3	۲۵	مس-آهن، اسکارن	
Kgrm-A4	۲/۲	دولومیت	MgO=۱۹% (در یک نمونه)

جدول ۵-۳- ژئومتری زون های دگرسانی

شدت دگرسانی	نوع دگرسانی	مساحت (کیلومتر مربع)	زون دگرسانی
شدید	اسکارن زایی	۲/۶۵	۱
متوسط	لیمونیتی-سیلیسی	۳	۱
ضعیف-متوسط	لیمونیتی-سیلیسی	۴/۵	۲
متوسط-شدید	فیلک	۰/۹	۳
ضعیف-متوسط	لیمونیتی-کربناته	۲/۴	۴
ضعیف-متوسط	لیمونیتی-سیلیسی	۰/۶	۵
ضعیف-متوسط	لیمونیتی-سیلیسی	۲/۳	۶
شدید	اسکارن زایی	۲	۷
ضعیف-متوسط	لیمونیتی-سیلیسی	۰/۸	۸

فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه گیری

- برگه ۱:۵۰۰۰۰ کوه گرمو در بخش شرقی پهنه لوت و شمال شرقی ورقه زمین شناسی جنوب سه چنگی واقع شده است.
- واحدهای رسوبی شامل ماسه سنگ، شیل، سیلت استون، مارن و سنگ‌های آهکی و دولومیتی به سن پرمین تا عهد حاضر هستند. سنگ‌های آذرین خروجی به صورت جریان‌های گدازه و آذرآواری، و توده‌های نفوذی‌ها به شکل پلوتونیک، ساب ولکانیک و دایک در منطقه برونزد دارند. عمده فعالیت‌های آذرین در این محدوده مربوط به دوره‌های کرتاسه، ائوسن تا عهد حاضر است. هم‌چنین در ژوراسیک پسین توده‌های با ترکیب حدواسط تا اسیدی، واحدهای قدیمی‌تر را قطع نموده‌اند، به طوری‌که در جنوب برگه کوه گرمو عامل شکل‌گیری کانسار سرخ کوه بوده‌اند. سنگ‌های دگرگونی در برگه شامل سنگ‌های با درجات ضعیف تا متوسط از نوع شیست سبز، متاولکانیک، میکاشیست گارنت‌دار و آمفیبولیت گارنت‌دار است.
- برای پردازش‌ها لایه‌های اطلاعاتی از لایه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ژئوفیزیک و لایه ساختاری استفاده شده و مناطق دارای پتانسیل در کل برگه شناسایی گردید. بیشترین هم‌پوشانی لایه‌های اطلاعاتی در جنوب برگه یعنی در اطراف کانسار کوه سرخ، شمال شرق و شمال برگه کوه گرمو می‌باشد.
- پس از انجام مطالعات دفتری و تعیین پتانسیل‌های موجود در برگه کوه گرمو، عملیات صحرایی بر اساس پروفیل‌های برداشت صحرایی که عمود بر روند کلی واحدهای سنگی منطقه که شمال غربی - جنوب شرقی می‌باشد، انجام گردید. پیمایش‌ها بر اساس ویژگی‌های زمین‌شناسی واحدهای سنگی، عوامل ساختاری، موقعیت توده‌های نفوذی و پراکندگی اندیس‌های معدنی، موقعیت محدودهای امیدبخش معرفی شده از طریق دورسنجی و نتایج حاصل از تلفیق داده‌های ژئوشیمیایی با سایر داده‌ها، انتخاب شده است.
- در مجموع تعداد ۶۱ نمونه برداشت و به روش‌های ICP-OES، ICP-MS، Fire Assay و مقاطع نازک آنالیز و مطالعه شده است. در تعدادی از نمونه‌های آنالیز شده عیار طلا، آهن، باریوم و اکسیدهای منیزیم و سیلیسیوم قابل ملاحظه بوده است.
- گسترده‌ترین دگرسانی در برگه کوه گرمو، دگرسانی لیمونیتی-سیلیسی است که عمدتاً در بخش‌های شمالی برگه و در امتداد سرخ کوه و کانسار مس-آهن موجود در آن رخنمون دارد. از نظر کانی‌شناسی در این نوع دگرسانی انواع اکسیدهای آبدار آهن نظیر لیمونیت و گوتیت همراه با فرم‌های مختلف سیلیس مانند سیلیس-های آمورف قابل مشاهده است. دگرسانی مذکور به فرم‌های آغشتگی زمینه سنگ میزبان و رگه-رگچه‌های سیلیسی همراه با اکسیدهای آبدار آهن دیده می‌شود.

- پس از تلفیق کلیه داده‌های به دست آمده از پیمایش‌های صحرایی و نتایج آزمایشگاهی، تعداد ۸ زون دگرسانی به مساحت ۱۹/۵ کیلومتر مربع و تعداد ۱۰ زون/کانی سازی فلزی و غیر فلزی در ابعاد مختلف (در مجموع ۲۳۷ هکتار) و با درجه اهمیت متفاوت تعیین و معرفی شده است.
- مهمترین کانی سازی یافت شده در برکه کوه گرمو، کانی سازی نوع طلا-آهن است که در یک کیلومتری شمال شرق قله کوه گرمو در شمال برکه است. سنگ میزبان کانی سازی، واحدهای سنگ آهک و دولومیت-های توده‌ای، متبلور و ضخیم لایه و به رنگ کرم تا قهوه‌ای متعلق به تریاس بالایی می‌باشد که توده نفوذی گرانیت-گرانودیوریت در آن تزریق شده است. در کتاکت توده نفوذی و سنگ آهک مرمری شده، زون-پچ سیلیسی-اکسید آهن متخلخل همراه با دگرسانی هماتیتی-لیمونیتی تشکیل شده است.
- عیار Au در نمونه‌های آنالیز شده از کانی سازی طلا-آهن ۲/۱ ، ۰/۲۷ ، ۰/۹۵ ، و ۰/۴۵ ppm به دست آمده است که با در نظر گرفتن نمونه‌ای دیگر (در ۲/۷ کیلومتری شرق این نمونه‌ها با عیار طلا به مقدار ۱ ppm) این بخش از برکه اکتشافی را می‌توان به عنوان مهمترین محدوده امیدبخش کانی سازی طلا-آهن (محدوده Kgrm 1) در برکه کوه گرمو معرفی نمود.
- دیگر کانی سازی‌های یافت شده در برکه اکتشافی کوه گرمو شامل مس، طلا، آهن، باریت و دولومیت می‌باشد که در این میان دولومیت‌های منطقه با توجه به گسترش زیاد دارای اهمیت اکتشافی می‌باشد.

۶-۲-پیشنهادات

برای ادامه عملیات اکتشافی در برکه کوه گرمو، ۴ محدوده امیدبخش معرفی شده است. موقعیت محدوده‌های امیدبخش در نقشه زمین شناسی اقتصادی پیوست این گزارش ارائه شده است. پیشنهاد می‌شود که در هر یک از این محدوده فعالیت‌های ذیل انجام گردد:

۶-۲-۱-محدوده امید بخش Kgrm-A1 (Au, Fe, Ba)

با استناد به دلایل ذیل پیشنهاد می‌شود که در محدوده امید بخش Kgrm-A1 با مساحت حدود ۷۰۰ هکتار، ابتدا نقشه زمین شناسی اکتشافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ تهیه گردد و در صورت کسب نتایج مناسب، عملیات اکتشافی در مقیاس‌های بزرگتر ادامه یابد:

رخنمون کانی سازی‌های گسترده آهن، باریت و دولومیت در محدوده.

عیار مناسب طلا در ۴ نمونه آنالیز شده در این محدوده که از ۰/۲۷ تا ۲/۱ ppm تغییر می‌کند.

دگرسانی‌های گسترده لیمونیتی-سیلیسی در سرتاسر محدوده.

رخنمون توده‌های نفوذی متعدد با ترکیب کوارتزیدیوریت که در سنگ میزبان مناسب کربناته تریاس تزریق شده‌اند.

۶-۲-۲-محدوده امید بخش Kgrm-A2 (Cu)

محدوده امید بخش Kgrm-A2 در حدود ۲۳۴ هکتار مساحت دارد. در این محدوده آثار و شواهدی از کانی سازی احتمالی تیپ پورفیری را می توان مشاهده نمود. از جمله دگرسانی های فیلیک و آرژیلیک، کانی سازی کالکوپیریت و پیریت با بافت پراکنده، توده نفوذی اسیدی تا حدواسط و سنگ میزبان ماسه سنگی دگرسان شده و فعالیت اکتشافی از جمله حفاری گمانه های اکتشافی. با ملاحظه بلامعارض بودن محدوده، پیشنهاد می شود قبل از تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰، پی جویی و نمونه برداری دقیق از کل محدوده اقدام گردد. در صورت کسب نتایج مناسب، عملیات اکتشافی در مقیاس های بزرگتر انجام شود.

۶-۲-۳-محدوده امید بخش Kgrm-A3 (Fe, Cu)

محدوده امید بخش Kgrm-A3 در حدود ۱۷ کیلومتر مربع وسعت دارد. این محدوده ادامه جنوب شرقی کانسار سرخ کوه است و جایگاه زمین شناسی، دگرسانی، کانی سازی و سنگ شناسی آن مشابه با کانسار مذکور است. لذا پیشنهاد می گردد تا ابتدا نسبت به بلامعارض بودن آن مطمئن شده، سپس پی جویی و نمونه برداری دقیق از کل محدوده اقدام گردد. در صورت کسب نتایج مناسب، عملیات اکتشافی در مقیاس های بزرگتر انجام شود.

۶-۲-۴-محدوده امید بخش Kgrm-A4 (Dolomite)

محدوده امید بخش Kgrm-A4 در حدود ۲/۲ کیلومتر مربع وسعت دارد. این محدوده در جنوب غربی محدوده امید بخش Kgrm-A1 واقع شده است و در بخش هایی نیز با آن همپوشانی دارد. در این محدوده امید بخش لایه های ضخیم تا توده ای از واحدهای دولومیت متعلق به تریاس رخنمون دارد. با توجه به اینکه بر روی این واحدها در برگه ۱:۵۰۰۰۰ نخيله (شمال برگه کوه گرمو) هم اکنون یک معدن فعال در حال استخراج می باشد، واحدهای مذکور پتانسیل خوبی برای اکتشاف و استخراج دولومیت دارد.

منابع

- بلوریان و واحدی، ۱۳۸۲: نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه جنوب سه چنگی و گزارش آن، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- صالحی تینونی، محمد و ولیداد سلیمانی، اسکندر، ۱۴۰۱: گزارش تهیه نقشه زمین شناسی برکه کوه گرمو در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مرکز کرمان.
- منظمی باقرزاده، ۱۳۸۲: گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در محدوده برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ جنوب سه چنگی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



No.23, 4th St, Mohammad Ali Jenah Blvd, Tehran, IRAN,
Tel: +98 21 4404 8364-6, Fax: Tel: +98 21 4404 8367

۱۴۰۱/۰۷/۲۱ ۱۴۰۱/۱۳/۲۳
۱۴۰۱/۰۷/۱۹ ۱۷:۳۴:۴۹
۱۴۰۱/۰۷/۲۷ ۱۷:۱۳:۲۳
۱۴۰۱/۰۷/۲۰ ۱۴:۱۴:۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۱
تاریخ دریافت نمونه: ۱۴۰۱/۰۷/۱۹
تاریخ انجام آزمون: ۱۴۰۱/۰۷/۲۷
تاریخ صدور نتیجه: ۱۴۰۱/۰۷/۲۰
روش آزمون: FA-۱-A
مزینه آزمون (روبال): ۳۳۰۰۰
آدرس آزمایشگاه: تهران، پانزده تیر، دره دم صادقیه، بزرگراه محمد علی جناح، خیابان طاهریان، کوئی ازغران، پلاک ۳۳، واحد ۶- تلفن: ۴۹۷۳۰۰۲۱

سنگ
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۱۴۰۰-۹۷۷۴
نام آزمایشگاه: موسسه مطالعات معدنی رازما
مدیر عامل
سال ۹۳

آزمایشگاه معتقد اداره محیط زیست

دارای گواهی شماره ISO 17025:9001

ترجمه: نتایج فقط برای نمونه ارسالی به آزمایشگاه می باشد.

1400-9474

CERTIFICATE OF ANALYSIS

1400-9474

Element Au
Unit ppb
DL 5
Method PM-001

- JSEI-1 5
- JSEI-2 5
- JSEI-3 5
- JSEI-4 8
- JSEI-5 17
- JSEI-6 5
- JSEI-7 5
- JSEI-8 6
- JSEI-9 5
- JSEI-10 8
- JSEI-11 10
- JSEI-12 5
- JSEI-13 5

RA: آنتاژر مجدد انجام می گردد.
< کوچکتر از حد تعیین شده در دستگاہ می باشد.



No.23, 4th St, Mohammad Ali Jannah Blvd, Tehran, IRAN,
Tel: +98 21 4404 8364-6, Fax: Tel: +98 21 4404 8367

۱۴۰۰/۰۱/۲۶ ۱۶۱۶۹۱۳
 ۱۴۰۱/۰۱/۱۹ ۱۷۰۳۳۹
 ۱۴۰۱/۰۱/۲۷ ۱۶۱۱۱۳۳
 ۱۴۰۱/۰۲/۱۰ ۱۴۵۱۴۸
 FA-1-A
 ۱۷۸۰۰۰۰

تاریخ درخواست:
 تاریخ دریافت نمونه:
 تاریخ انجام آزمایش:
 تاریخ صدور نتیجه:
 روش آزمایش:
 هزینه آزمون (ریال):
 آدرس آزمایشگاه:

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
 موسسه مطالعات معدنی نژادریما
 صالح صیقلی مدیر عامل

نوع نمونه:
 نام شرکت:
 شماره پرونده:
 نام آزمایشگاه:
 آدرس مشتری:
 امضاء مدیر فنی:
 نام و سمت تصدیق کننده:



دارای گواهی بین‌المللی ISO 17025:9001

آزمایشگاه معتقد اداره استاندارد

ترجمه: **تولید فقط برای نمونه ارسال به آزمایشگاه می باشد.**

آزمایشگاه معتقد اداره محیط زیست

تهران، پانین ترانک، دوم صادقی، بزرگراه محمد علی جناح، خیابان طاهریان، کوی آرغوان، پلاک ۳۳ واحد ۱ - تلفن: ۰۲۱-۴۹۷۳۰۰۰۰

CERTIFICATE OF ANALYSIS

1400-9474

Element	Unit	DL	Method
Au	ppb	5	PM-001
			1061
			JSE1-14
			JSE1-15
			JSE1-16
			JSE1-17
			JSE1-18
			JSE1-19
			JSE1-20
			JSE1-21
			JSE1-22
			JSE1-23
			JSE1-24
			JSE1-28
			JSE1-29

RA: آزمون مجدد انجام می گردد
 < کوچکتر از حد تشخیص دستگاه می باشد

ردیف	1	2	3	4	5	6	10	9
شماره نمونه	JSE1-1	JSE1-2	JSE1-3	JSE1-4	JSE1-5	JSE1-6	JSE1-7	JSE1-8
X	632412	636088	630185	635279	635254	635269	636889	636765
Y	3587741	3593171	3588885	3596018	3596049	3596184	3595228	3594941
Au	5	5	5	8	17	5	6	5
Ag	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Al	1463	23678	91304	59223	66839	63532	47753	42837
As	2	52.2	3.5	12.2	17.7	20.4	>100	>100
Ba	23	78	837	282	262	296	103	116
Be	<1	<1	2.1	<1	1	1	<1	<1
Ca	>10%	>10%	44973	79493	65543	63795	74991	94452
Cd	0.31	0.25	0.17	0.26	0.25	0.22	0.5	0.35
Ce	2	17	81	45	50	40	19	16
Co	<1	27.8	11.9	12.8	10	18	58	32.5
Cr	5	88	24	76	63	141	307	332
Cu	8	29	31	19	29	18	57	65
Fe	1704	38625	38574	21814	24718	35825	56905	27317
K	583	1566	40418	23540	24910	20293	6840	6469
La	2	9	49	22	25	20	10	8
Li	5	20	26	42	50	31	41	35
Mg	7040	>2%	9221	4872	4462	17761	>2%	>2%
Mn	99	1236	869	429	465	543	1115	899
Mo	<0.5	1.1	0.52	2.4	2.6	0.54	1.2	0.54
Na	460	4719	18935	2379	5340	5768	495	731
Ni	3	125	16	54	33	75	619	205
P	158	209	1565	399	439	327	396	328
Pb	4	4	11	8	5	4	4	5
S	426	964	3456	1696	3715	11917	735	810
Sb	0.89	0.89	1.04	0.99	1.17	1	1.22	1.03
Sc	0.5	7.1	13	9.9	10	10.5	16	13.1
Sr	173	426	1230	170	107	152	474	222
Th	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Ti	62	1325	2793	3303	3530	3309	3014	2715
U	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
V	4	92	85	76	83	80	185	232
Y	4.5	19.1	18.9	18.4	21.7	17.8	14.5	14.3
Yb	0.6	1.8	1.9	1.9	2.1	1.9	2	1.9
Zn	5	72	47	43	38	31	62	50
Zr	<5	51	80	75	93	80	55	47

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
JSE1-9	JSE1-10	JSE1-11	JSE1-12	JSE1-13	JSE1-14	JSE1-15	JSE1-16	JSE1-17	JSE1-18
636584	635343	635334	632367	633243	630341	629557	629486	629048	627661
3595113	3593805	3593792	3596986	3594972	3595706	3595590	3595502	3595336	3595085
5	8	10	5	5	1061	5	5	15	958
<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5		
7196	27616	6654	9239	11842	0.96	55743	70755	0.65	0.49
23.4	18	4.1	4.4	8.3		47.6	64.6		
130	2421	9325	480	116	<	81	1304	<	<
<1	<1	<1	<1	<1		1	1		
>10%	>10%	>10%	52646	>10%	2.87	>10%	47606	3.74	0.68
0.2	2	4.3	0.22	0.2		0.55	0.26		
2	11	4	5	7		37	44		
26.4	23.1	31.6	4.8	32.4		25.7	21.9		
1342	123	47	48	59		140	167		
21	40	13	8	32		19	46		
27031	28907	23060	22300	>10%	77.42	74877	47179	64.90	44.40
636	3318	918	2126	2776	0.19	13993	10139	0.14	<
1	7	2	2	4		20	23		
47	58	16	61	67		105	60		
>2%	>2%	>2%	3988	9435	0.35	5136	3287	0.75	0.06
777	2030	725	879	2526	<	1491	681	<	0.12
0.5	1.3	<0.5	1.6	6.9		0.54	1.1		
293	507	334	577	1923	<	893	500	0.08	0.30
536	197	215	34	96		113	114		
45	181	81	151	110	0.07	338	454	0.13	<
4	81	112	9	52		16	7		
465	1813	3568	576	2045	1.02	776	1046	1.68	1.29
1.46	19.11	0.92	0.88	1.39		1.4	1.32		
7.6	5.6	2.1	2.1	5.2		14.6	16.7		
252	483	988	142	585		156	137		
<5	<5	<5	<5	<5		<5	<5		
208	1093	368	414	515	0.08	2867	3761	0.06	0.19
<5	<5	<5	<5	<5		<5	<5		
53	57	35	17	43		99	124		
3	9.3	4.3	5.3	16		20.8	18.6		
0.7	1.1	0.7	0.6	2.2		2.4	2.1		
63	451	1169	65	293		120	81		
<5	23	8	10	21		65	49		

سازمان زمین‌شناسی

21	22	23	24	25	26	27	28	29	31
JSE1-19	JSE1-20	JSE1-21	JSE1-22	JSE1-23	JSE1-24	JSE1-25	JSE1-26	JSE1-27	JSE1-28
627584	627330	627335	628396	628884	628880	630209	631729	632014	623889
3595020	3592753	3592755	3593404	3593463	3593314	3592462	3589960	3590820	3595100
446	5	5	5	5	5				5
	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5			<0.5	<0.5
0.84	1823	3486	28733	44901	27036	<	0.45	7421	1731
	>100	>100	>100	68.2	37			>100	10.7
<	27	135	436	346	283	<	<	2711	65
	<1	<1	<1	1.3	<1			1.6	<1
1.74	>10%	74371	>10%	>10%	39319	0.11	29.91	34207	>10%
	0.53	7.4	0.38	0.27	0.25			0.8	0.27
	24	11	31	43	21			10	3
	27.7	43.7	17.7	33.7	9			25.9	<1
	19	22	23	121	93			198	10
	7	5	13	63	22			44	3
68.92	69975	>10%	74262	70720	23418	0.56	3.21	54080	2841
0.16	621	828	6192	4001	10483	<	0.15	1151	622
	13	7	19	25	11			9	2
	18	29	20	42	40			99	6
0.21	>2%	>2%	3794	13704	5252	<	19.06	11012	>2%
<	948	757	1577	1319	593	<	0.08	134	96
	55	50.5	2.7	2	0.52			36	0.53
0.39	3619	1084	2688	2021	618	<	<	930	270
	109	214	26	132	71			144	7
0.10	155	211	185	274	210	<	<	273	96
	19	64	12	11	25			211	4
3.17	6710	2865	1899	1828	1033	<	0.12	14189	573
	28.54	>0.01%	1.42	1.54	1			80.18	0.86
	7	8.6	11.2	14.4	8.5			1.6	<0.5
	170	260	206	145	116			465	84
	<5	<5	<5	<5	<5			<5	<5
0.11	78	106	1307	2161	1521	<	0.05	626	50
	<5	<5	<5	<5	<5			<5	<5
	90	116	74	108	46			9	16
	6.1	8.4	31.1	24.2	11.3			4.3	2.6
	1.3	3.1	3.1	2.5	1.1			0.7	0.4
	167	345	89	70	14			119	6
	<5	14	14	50	33			14	<5

سازمان زمین‌شناسی

34	36	38	41	42	43	44	46	47	48
JSE1-30	JSE1-32	JSE1-34	JSE1-37	JSE1-38	JSE1-39	JSE1-40	JSE1-41	JSE1-42	JSE1-43
630591	626737	628843	638461	638461	625712	625713	632560	634713	637570
3575983	3581780	3580455	3579857	3579857	3576698	3576703	3574468	3572524	3572979
5		5			5	5	5	5	5
<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
>20	15.77	0.23	1.81	14.07	0.38	18.55	5.74	0.61	9.35
13	405	151	14	146	1008	827	807	71	101
0.90	2.25	<0.5	<0.5	0.97	1.41	3.78	0.80	0.69	0.50
4.0	3.8	1.0	0.7	13.2	>20	8.3	>20	17.6	>20
35.5	68.7	<5	<5	56.0	29.4	90.1	49.0	<5	15.1
48.0	15.0	<5	97.7	38.8	31.7	18.9	13.8	40.6	20.7
29	42	65	2907	97	<10	62	16	1032	56
7.83%	26.6	49.7	50.6	100.0	23.7	38.4	52.3	33.3	8.7
>20	6.3	0.6	7.3	11.6	10.9	7.4	11.9	6.8	8.8
0.08	4.80	0.02	0.02	0.24	0.02	4.85	0.69	0.04	0.16
20.7	33.5	<5	<5	25.7	14.4	43.7	23.4	<5	5.8
61.5	54.0	<10	<10	10.0	15.9	17.5	19.9	18.9	12.7
0.54	4.15	0.13	>20	7.20	0.59	1.09	5.07	9.68	6.27
325	722	335	1038	1405	3668	668	1674	943	743
0.34	4.76	<0.01	<0.01	3.61	<0.01	3.17	0.48	<0.01	3.25
213	12	<10	2112	48	<10	<10	13	1058	97
<20	1005	44	27	1261	45	1720	181	31	825
201.8	<20	<20	<20	<20	<20	<20	24.7	<20	<20
20.8	18.7	<2	12.8	28.4	<2	21.3	11.2	7.8	16.1
290	473	21	21	380	482	691	283	222	337
39.4	<20	<20	<20	20.0	20.0	<20	20.5	<20	<20
291	5151	51	313	>10000	<50	6623	1504	74	6225
<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
83.9	177.8	<5	62.4	298.0	119.8	205.7	112.8	85.6	209.4
9.1	31.3	<5	<5	36.7	29.1	36.4	47.7	<5	25.6
<5	<5	<5	<5	5.0	<5	5.0	5.4	<5	<5
871.3	73.8	18.5	62.9	114.4	126.5	81.3	168.1	106.2	36.2

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

49	50	51	53	54	55	56	57	58	59
JSE1-44	JSE1-45	JSE1-46	JSE1-48	JSE1-49	JSE1-50	JSE1-51	JSE1-52	JSE1-53	JSE1-54
638197	640204	639703	637851	637851	635281	628523	628544	627616	627699
3573042	3592080	3591706	3587711	3587711	3596208	3594964	3594980	3595730	3595763
5	5	0	5	5	5	5	7	2135	17
<3	<3	<3	<3	<3	3.5*	<3	<3	<3	<3
14.65	12.86	2.74	0.36	0.33	0.55	0.81	0.46	2.06	2.87
171	136	203	394	4658	>10000	113	129	69	235
3.30	1.13	<0.5	<0.5	0.52	<0.5	<0.5	<0.5	0.92	<0.5
1.2	12.6	9.2	>20	>20	2.2	>20	>20	2.1	10.2
25.0	27.8	5.5	23.4	9.4	6.8	9.7	11.2	10.4	16.7
<5	25.8	<5	13.8	15.0	<5	<5	<5	21.5	16.0
15	163	96	<10	<10	53	<10	<10	89	169
8.4	249.9	171.9	7.7	9.3	13.2	64.9	9.4	891.5	91.5
1.3	7.2	>20	1.1	2.0	0.4	2.3	1.7	>20	6.4
4.64	0.82	0.38	0.07	0.06	0.03	0.14	0.04	0.14	0.09
14.3	13.3	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	9.8
<10	26.5	<10	<10	<10	60.7	<10	<10	16.4	64.8
0.07	3.14	0.66	0.32	0.27	0.15	>20	>20	0.70	1.83
168	1289	466	868	573	64	382	272	539	691
5.24	2.29	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04
<10	63	<10	17	36	<10	13	<10	116	50
71	721	393	127	77	94	94	90	138	560
<20	<20	339.4	24.1	<20	114.5	138.5	20.0	94.1	<20
2.8	18.9	3.2	<2	<2	<2	<2	<2	4.7	5.4
155	313	163	434	443	6456	229	373	257	142
<20	<20	101.8	<20	<20	<20	<20	<20	93.9	<20
229	4173	1633	77	66	138	306	127	1683	1172
<20	<20	36.5	<20	<20	<20	<20	<20	35.2	<20
13.2	151.7	168.0	18.3	54.6	8.5	21.2	27.8	33.1	50.1
45.0	21.2	<5	12.6	11.7	<5	<5	<5	<5	13.6
6.4	<5	5.3	<5	<5	<5	<5	<5	5.0	<5
12.2	75.2	7376	18.5	48.6	28.2	881	78.8	938	199

سازمان زمین‌شناسی

60	62	63	65	66
JSE1-55	JSE1-57	JSE1-58	JSE1-60	JSE1-61
627726	628462	628462	628349	625968
3595822	3595252	3595252	3595203	3566573
273	5	5	26	5
<3	<3	<3	<3	<3
1.73	0.83	0.42	0.85	>20
147	>10000	625	875	109
<0.5	<0.5	0.81	<0.5	1.22
0.8	2.8	>20	3.1	1.1
13.3	14.2	6.5	9.4	16.2
12.0	<5	<5	8.4	11.4
69	164	22	13	11
789.6	7.6	<5	127.9	27.8
>20	1.0	9.9	>20	11.7
0.25	0.06	0.06	0.07	1.18
6.6	<5	<5	<5	8.1
31.8	117.9	29.6	12.2	<10
0.22	0.90	15.59	0.48	0.37
625	111	591	752	149
0.14	<0.01	0.07	<0.01	8.66
22	10	58	83	<10
502	122	165	112	472
925.8	227.6	228.8	588.2	<20
6.0	<2	2.8	<2	11.6
184	1205	214	648	527
105.3	<20	<20	108.6	20.0
506	100	98	133	3354
40.3	<20	<20	48.9	<20
78.0	5.0	13.9	8.0	160.5
12.7	<5	6.3	6.2	10.4
6.2	<5	<5	6.1	<5
977	1266	1097	621	24.9