



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

معاونت اکتشاف

دفتر اکتشافات فلزی، غیرفلزی و کانی های صنعتی  
(مرکز مشهد)

اکتشافات سیستماتیک مواد معدنی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰  
گزارش زمین شناسی اقتصادی برگه خوسف (۱ ۷۷۵۵)  
(طرح تحول خراسان جنوبی)

مسئول پروژه  
حسن عزمی

همکار  
اعظم سادات علوی نژاد

شهریور ۱۴۰۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

معدنی کشور

سازمان زمین

این گزارش مورد تایید داوران شورای ارزیابی قرار گرفته

و طبق شماره ۷۳-۱/۹۴ / ۱۴۰۰-۱۲-۶۳۳۸۵ از شورا مجوز

انتشار دریافت کرده است.

سازمان زمین شناسی و  
اکتشافات  
معدنی  
کشور

مجری طرح  
محمد باقر دری

مدیر پروژه  
محمود غضنفری، حسن عزمی

مدیر فنی  
بهزاد محمدی

ناظر پروژه  
بهروز مہری

دورسنجی  
ریحانہ احمدی روحانی

اعضای تیم یکپارچه سازی هر گزارش  
مریم صادق بیگی، مہدی پور غلام



سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

## تقدیر و تشکر

از ریاست محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور جناب آقای دکتر شهیدی و مجموعه همکاران محترم سازمان مرکزی، معاونت محترم اکتشاف جناب آقای مهندس دری و جناب آقای مهندس محمدی مدیر فنی پروژه و از مهندس غضنفری مدیر پروژه و مهندس مهری ناظر محترم پروژه به جهت پیگیری امور و خانم دکتر احمدی روحانی به خاطر پردازش داده‌های ماهواره‌ای و آقای مهندس آزادی جهت همکاری در گزارش نویسی تقدیر و تشکر می‌نمایم. همچنین از همکاری سازمان صنعت و معدن و تجارت استان خراسان جنوبی و از مجموعه همکاران اداره کل زمین شناسی شمال خاوری آقای مهندس قائمی مدیر کل محترم، آقای باهی و آقای جنگجو که امکانات لازم جهت انجام پروژه را مهیا کردند از آقایان مهدی هاشمی، یاسر حیدری، جواد پاکروان، حسن محمدی، حسن قدیمی، علی فانی و احمد رحیمی همچنین از کارگرهای محلی آقایان سهراب و مهدی یعقوب‌پور که در عملیات صحرائی همکاری داشتند مراتب تشکر و قدردانی خود را ابراز می‌نمایم.

حسن عزمی - اعظم سادات علوی نژاد

## چکیده

برگه ۱:۵۰۰۰۰ خوسف در غرب شهرستان بیرجند قرار دارد و شهرستان خوسف نیز در جنوب شرق این برگه قرار دارد. این محدوده از نظر ساختاری، در مرز پهنه‌ی لوت و افیولیت ملانژ کمربند خاور ایران واقع شده است. واحدهای زمین‌شناختی در منطقه به طور عمده شامل آمیزه افیولیتی، شیل و سنگ ماسه مربوط به اواخر کرتاسه-پالئوسن است که زیر اثر دگرگونی ناحیه ای در حد شیست سبز قرار گرفته و تبدیل به اسلیت و سنگ ماسه‌ی دگرگونه کوارتزآرنایتی شده است. دیگر نقاط منطقه شامل سنگ‌های آتشفشانی تراکی-آندزیتی، آندزیت و نیز سنگ‌های آذرآواری همچون توف، توف ریولیتی، ایگنمبریت و آگلومرا است که توسط سنگ‌های نیمه‌عمیق با ترکیب حد واسط (کوارتز مونزودیوریت و دیوریت) به سن  $۷,۰ \pm ۳۹$  میلیون سال (اواخر ائوسن) در جنوب خاوری منطقه و با ترکیب داسیتی به سن  $۵,۰ \pm ۳۱$  میلیون سال در شمال منطقه به صورت دایک یا استوک قطع شده‌اند. توده‌های نیمه عمیق و آتشفشانی منطقه از نوع کالکوالکالن با پتاسیم متوسط تا بالا، پرآلومینوس و از نوع کمربند آتشفشانی همزمان تا پس از برخورد هستند.

از این برگه با توجه به پیمایش‌های انجام شده ۱۳۴ نمونه برداشت گردید. از ۱۳۴ نمونه برداشت شده، ۷۷ نمونه برای آنالیز طلا، ۹۱ نمونه ICP، ۲۵ نمونه از دایک‌های داسیتی جهت آنالیز ICPMS، ۲۲ نمونه XRD، ۲۵ نمونه XRF و نهایت یک نمونه مقطع نازک و صیقلی بوده است. نتایج آنالیز و مطالعات نشان می‌دهد از لحاظ کانی‌سازی این برگه پتانسیل کانی‌سازی مس و طلا، کرومیت، نیکل، کبالت را دارد. بر این مبنا هشت محدوده فلزی امید بخش جهت مطالعات در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به مساحت ۹۰ کیلومتر مربع معرفی شده است. از لحاظ پتانسیل‌های غیر فلزی نیز پتانسیل منیزیت، بنتونیت، خاک‌های صنعتی، گچ خاکی، شن و ماسه، رس، آگات، آنورتوزیت، سنگ لاشه و سنگ ساختمانی دگر پتانسیل‌های منطقه است. تیپ‌های احتمالی کانی‌سازی در برگه خوسف شامل تیپ‌های لیسونیتی که مناسب اکتشاف نیکل و عناصر همراه (کبالت، جیوه و طلا) هستند و تیپ مس و طلای اپی ترمال (پورفیری) و تیپ ماسیو سولفید می‌باشند، که در نقشه ضمیمه گزارش آورده شده‌اند. خلاصه اطلاعات این پروژه نیز در جدول ذیل آمده است.

### جدول خلاصه پروژه

تعداد روزهای ماموریت	تعداد نمونه‌های برداشت شده	مساحت کل محدوده	مساحت زون‌های دگرسانی	مساحت زون‌های کانه‌زایی فلزی	مساحت زون‌های کانه‌زایی غیرفلزی
۵۰	۱۳۴	۶۲۵ کیلومتر مربع	۱۳۲ کیلومتر مربع	۹۰ کیلومتر مربع	حدود ۱۶۰ کیلومتر مربع

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ..... ۱

۲-۱- داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده ..... ۳

۳-۱- مطالعات پیشین در برگه مورد مطالعه ..... ۳

۴-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه و راه‌های دسترسی ..... ۵

۵-۱- زمین‌ریخت شناسی ..... ۸

فصل دوم: زمین شناسی

۱-۲- زمین شناسی ناحیه‌ای و عمومی ..... ۹

۲-۲- شرح واحدهای سنگی ..... ۹

۳-۲- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک ..... ۱۸

۳-۲-۱- چین خوردگی ..... ۱۹

۴-۲- ویژگی‌های ساختاری منطقه ..... ۲۱

۵-۲- بلوک لوت ..... ۲۱

۶-۲- ماگماتیسم بلوک لوت ..... ۲۲

۷-۲- رخدادهای زمین ساختی در بلوک لوت ..... ۲۳

۸-۲- زمین شناسی بر گه ۱:۵۰۰۰۰ ..... ۲۹

فصل سوم: مطالعات دفتری

۱-۳- مقدمه ..... ۳۳

۲-۳- تفسیر تصاویر ماهواره‌ای ..... ۳۳

۲-۳-۱- پردازش داده‌های لندست ۸ محدوده اکتشافی ..... ۳۴

۲-۳-۲- پردازش داده‌های ASTER محدوده اکتشافی ..... ۳۷

۲-۳-۳- پردازش داده‌های استر به روش ترکیب بانندی ..... ۳۸

۲-۳-۴- پردازش داده‌های ASTER با هدف بارزسازی ترکیبات آهن ..... ۴۰

۲-۳-۵- پردازش داده‌های ASTER جهت تهیه ایندکس‌های آلتراسیونی ..... ۴۲

۲-۳-۶- پردازش داده‌های ASTER با استفاده از آنالیز طیفی ..... ۴۳

۲-۳-۷- پردازش داده‌های با تفکیک مکانی بالا در محدوده اکتشافی ..... ۴۶

۲-۳-۸- نتیجه‌گیری پردازش داده‌های ماهواره‌ای محدوده اکتشافی ..... ۴۷

۳-۳- نتایج ژئوشیمی ۱:۱۰۰۰۰ ..... ۵۰

۵۰	۳-۳-۱-شمال بوکی پایین
۵۰	۳-۳-۲-شمال دو کوهه
۵۱	۳-۳-۳-جنوب برایمان
۵۳	۳-۴-نتایج مطالعات ژئوشیمی ۱:۵۰۰۰۰
۵۳	۳-۵-نتایج مطالعات ژئوشیمی ۱:۲۵۰۰۰ دو کوهه
۵۳	۳-۵-۱-نتیجه گیری حاصل از پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی یک بیست هزار دو کوهه
۵۵	۳-۵-۲-تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰ زمین شناسی اقتصادی دو کوهه
۵۷	۳-۶-وضعیت معادن فعال و متروکه
۵۸	۳-۷-تفسیر و مدل سازی داده های ژئوفیزیک هوایی
۶۰	۳-۸-مطالعات زون فردوس - خوسف
۶۰	۳-۸-۱-(برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) بازدید نقطه: KSO3
۶۱	۳-۸-۲-(برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) بازدید -نقطه: KSO4
۶۲	۳-۸-۳-(برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) بازدید -نقطه: KSO5
۶۴	۳-۹-نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف
۶۴	۳-۱۰-نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ خوسف
۶۴	۳-۱۱-وضعیت زیرساخت منطقه
۶۵	۳-۱۲-نتایج تلفیق و پتانسیل یابی در برگه

### فصل چهارم: مطالعات زمین شناسی اقتصادی و پی جویی

۶۴	۴-۱-مقدمه
۶۴	۴-۲-طراحی عملیات صحرایی
۶۵	۴-۳-شرح عملیات صحرایی
۶۵	۴-۴-نمونه برداری مرحله اول:
۶۸	۴-۵-نمونه برداری مرحله دوم:
۷۲	۴-۶-نمونه برداری مرحله سوم:
۷۵	۴-۷-اهداف نمونه برداری
۷۵	۴-۸-نقشه مسیرهای پیمایش
۷۶	۴-۹-نقشه نمونه برداری

## فصل پنجم: نتایج اکتشافات سیستماتیک

۷۸	۱-۵- مقدمه
۷۸	۲-۵- تهیه بانک اطلاعاتی نمونه ها
۷۹	۳-۵- پردازش داده ها
۸۰	۱-۳-۵- مس
۸۲	۲-۳-۵- طلا
۸۴	۳-۳-۵- نیکل
۸۶	۴-۳-۵- کبالت
۸۸	۵-۳-۵- مولیبدن
۹۰	۶-۳-۵- اکسید آهن (هماتیت)
۹۴	۴-۵- معرفی پتانسیل های فلزی
۹۴	۱-۴-۵- محدوده ی امید بخش چاه موسی - علی آباد
۹۷	۲-۴-۵- محدوده ی امید بخش جنوب کلاته قصاب
۱۰۰	۳-۴-۵- محدوده ی امید بخش شمال غرب کلاته قصاب
۱۰۲	۴-۴-۵- محدوده ی امید بخش شمال تقاب
۱۰۷	۵-۴-۵- محدوده ی امید بخش امامزاده
۱۱۰	۶-۴-۵- محدوده ی امید بخش جنوب بوکی
۱۱۴	۷-۴-۵- محدوده ی امید بخش سنگ توک - کلاته فلفلی
۱۱۷	۸-۴-۵- محدوده ی امید بخش کلاته میر اسماعیل
۱۱۹	۵-۵- نمونه برداری از دایک های و داسیت های نئوزن به منظور عناصر نادر خاکی
۱۲۰	۶-۵- پتانسیل های غیر فلزی
۱۲۰	۱-۶-۵- بنتونیت
۱۲۴	۲-۶-۵- آنورتیت
۱۲۷	۳-۶-۵- سیلیس
۱۲۹	۴-۶-۵- آگات
۱۳۲	۵-۶-۵- رس
۱۳۴	۶-۶-۵- خاک صنعتی (کائولن و کائولینیت) و فلدسپات
۱۳۷	۷-۶-۵- گچ خاکی
۱۳۸	۸-۶-۵- شن و ماسه
۱۴۰	۹-۶-۵- سنگ ساختمانی و لاشه

۷-۵-اندیس های غیر فلزی ..... ۱۴۱

۸-۵-مطالعه فنی و اقتصادی در بر گه ..... ۱۴۳

### فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات

۱-۶-نتیجه گیری ..... ۱۴۴

۲-۶-نتایج نهایی شامل ..... ۱۴۴

۳-۶-پیشنهادات ..... ۱۴۷

پیوست ..... ۱۴۹

منابع ..... ۱۵۰

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

## فهرست شکل‌ها، نقشه‌ها و تصاویر

- شکل ۱-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در تصویر گوگل ارث ..... ۶
- شکل ۱-۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه (خوسف ۱) در جانمایی ایندکس ۱:۵۰,۰۰۰ ..... ۶
- شکل ۱-۳- موقعیت راه‌های محدوده مورد مطالعه (خوسف ۱) در گوگل ارث ..... ۷
- شکل ۲-۱- پهنه‌های اصلی رسوبی- ساختاری ایران (آقاناتی ۱۳۷۹) و موقعیت محدوده مورد بررسی ..... ۲۱
- شکل ۲-۲- بلوک لوت در بر گرفته شده توسط گسل نهندان در شرق و گسل نایند در غرب (آقاناتی، ۱۳۷۹) ..... ۲۲
- شکل ۲-۳- افیولیت‌ها (به رنگ سیاه) و سنگ‌های آتشفشانی کالک آلکان و ابسته (به رنگ خاکستری) (بربریان، ۱۹۸۳) ..... ۲۳
- شکل ۲-۴- زمین درز سیستان و جایگاه مجموعه افیولیتی بین دو بلوک ایران و افغان (تیرول و همکاران، ۱۹۸۳) ..... ۲۵
- شکل ۲-۵- مراحل آغاز و پایان فرورانش در حاشیه شرقی لوت (افتخارنژاد، ۱۳۵۲) ..... ۲۶
- شکل ۲-۶- مراحل مختلف فرورانش در شرق ایران (تیرول و همکاران، ۱۹۸۳) ..... ۲۷
- شکل ۲-۷- نقشه زمین شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ خوسف ۱ ..... ۳۲
- شکل ۳-۱- پردازش داده‌های لندست ۸ ..... ۳۵
- شکل ۳-۲- پردازش داده‌های لندست ۸ به روش نسبت بانندی ..... ۳۶
- شکل ۳-۳- پردازش داده‌های ASTER با استفاده از ترکیب بانندی ..... ۳۹
- شکل ۳-۴- پردازش داده‌های ASTER با هدف بارسازی ترکیبات آهن ..... ۴۱
- شکل ۳-۵- پردازش داده‌های ASTER با استفاده از ایندکس‌های آلتراسیونی ..... ۴۲
- شکل ۳-۶- نمودار طیفی کانی‌های انتخاب شده جهت بارسازی آلتراسیون‌های مس و طلا در مرحله آنالیز طیفی ..... ۴۴
- شکل ۳-۷- نقشه حاصل از پردازش داده ASTER به روش تحلیل طیفی SAM ..... ۴۵
- شکل ۳-۸- عکس- نقشه حاصل از پردازش داده با تفکیک مکانی بالا محدوده مورد مطالعه ..... ۴۶
- شکل ۳-۹- پراکندگی احتمال حضور آلتراسیون‌های آرژلیک-فیلیک و لیستونیتی ..... ۴۸
- شکل ۳-۱۰- اولویت‌های اکتشافی انتخاب شده جهت مطالعات بیشتر برپایه پردازش‌های انجام شده ..... ۴۹
- شکل ۳-۱۱- نقشه آنومالی نهایی یکصد هزار خوسف ..... ۵۲
- شکل ۳-۱۲- محدوده حاصل از پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی یک بیست هزار دو کوهه ..... ۵۵
- شکل ۳-۱۳- نقشه ۱:۲۵,۰۰۰ زمین‌شناسی اقتصادی دو کوهه ..... ۵۷
- شکل ۳-۱۴- موقعیت پروانه بهره برداری و مجوز برداشت در محدوده مورد مطالعه ..... ۵۸
- شکل ۳-۱۵- محدوده‌های امید بخش معرفی شده ژئوفیزیک در محدوده مورد مطالعه ..... ۵۹
- شکل ۳-۱۶- (برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف) تصویری از نقطه KSO3 ..... ۶۱
- شکل ۳-۱۷- (برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف) تصویر- نقطه KSO4 ..... ۶۲
- شکل ۳-۱۸- (برگه ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف) بازدید- نقطه KSO5 ..... ۶۳
- شکل ۴-۱- ثبت نمونه‌های برداشت شده در محدوده مورد مطالعه ..... ۶۵



- شکل ۴-۲- مسیره‌های پیمایش و نقاط برداشت ..... ۷۶
- شکل ۴-۳- نقشه توزیع نمونه برداری ..... ۷۷
- شکل ۵-۱- نقشه SYMBOL MAP عنصر مس بر اساس حدود ژینزبرگ ..... ۸۱
- شکل ۵-۲- نقشه SYMBOL MAP عنصر طلا بر اساس حدود ژینزبرگ ..... ۸۳
- شکل ۵-۳- نقشه SYMBOL MAP عنصر نیکل بر اساس حدود ژینزبرگ ..... ۸۵
- شکل ۵-۴- نقشه SYMBOL MAP عنصر کبالت بر اساس حدود ژینزبرگ ..... ۸۷
- شکل ۵-۵- نقشه SYMBOL MAP عنصر مولیبدن بر اساس حدود ژینزبرگ ..... ۸۹
- شکل ۵-۶- نقشه SYMBOL MAP عنصر آهن ..... ۹۱
- شکل ۵-۷- نقشه محدوده‌های امید بخش فلزی ..... ۹۳
- شکل ۵-۸- نقاط برداشت محدوده ی امید بخش چاه موسی- علی آباد ..... ۹۴
- شکل ۵-۹- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش چاه موسی- علی آباد ..... ۹۶
- شکل ۵-۱۰- اثرات مس داخل اندزیت (سمت راست) و واریزه‌های اسلگ (سمت چپ) ..... ۹۷
- شکل ۵-۱۱- محل برداشت و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش جنوب کلاته قصاب ..... ۹۸
- شکل ۵-۱۲- اندیس‌های معدنی جنوب کلاته قصاب ..... ۹۹
- شکل ۵-۱۳- تصاویری از زون لیسونیتی نیکل دار معدنی جنوب کلاته قصاب ..... ۹۹
- شکل ۵-۱۴- محل برداشت و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش شمال غرب کلاته قصاب ..... ۱۰۰
- شکل ۵-۱۵- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش شمال غرب کلاته قصاب ..... ۱۰۱
- شکل ۵-۱۶- پچ اکسید آهنی (هماتیت و گوتیت) ..... ۱۰۲
- شکل ۵-۱۷- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش شمال تقاب ..... ۱۰۴
- شکل ۵-۱۸- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش شمال تقاب ..... ۱۰۵
- شکل ۵-۱۹- تصاویری از زون لیسونیتی ..... ۱۰۶
- شکل ۵-۲۰- کنتاکت گرانیت و لیسونیت ..... ۱۰۶
- شکل ۵-۲۱- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش امامزاده ..... ۱۰۸
- شکل ۵-۲۲- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش امامزاده ..... ۱۰۹
- شکل ۵-۲۳- تصاویری از نمونه‌های لیسونیتی نیکل دار محدوده ی امید بخش امامزاده (سمت راست) و زون التره (سمت چپ) .. ۱۰۹
- شکل ۵-۲۴- تصویری از سینه کار رها شده و خرد شده سنگ ساختمانی در زون اولترامافیک ..... ۱۱۰
- شکل ۵-۲۵- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش جنوب بوکی ..... ۱۱۲
- شکل ۵-۲۶- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش جنوب بوکی ..... ۱۱۳
- شکل ۵-۲۷- دور نمای زون لیسونیتی (سمت چپ) و لیسونیت سیلیسی نیکل دار سمت راست تصویر ..... ۱۱۳
- شکل ۵-۲۸- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش سنگ توک ..... ۱۱۵

- شکل ۵- ۲۹- اندیس‌های فلزی محدوده ی امید بخش سنگ توک ..... ۱۱۶
- شکل ۵- ۳۰- نمایی از محدوده ی امید بخش سنگ توک (سنگهای اولترا بازیک)..... ۱۱۶
- شکل ۵- ۳۱- نمایی از بیرون زدگی منیزیت(سمت راست) و سینه کار کرومیت (سمت چپ)..... ۱۱۷
- شکل ۵- ۳۲- نمایی از نمونه‌های لیسونیتی نیکل دار در محدوده ی امید بخش سنگ توک ..... ۱۱۷
- شکل ۵- ۳۳- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش کلاته میراسماعیل ..... ۱۱۸
- شکل ۵- ۳۴- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش کلاته میر اسماعیل ..... ۱۱۹
- شکل ۵- ۳۵- زون سیلیسی اکسید آهنی در محدوده ی امید بخش کلاته میر اسماعیل..... ۱۱۹
- شکل ۵- ۳۶- گارنت ها ی حاصل از فرسایش داسیت‌های خوسف ۱ بصورت پلاسری ..... ۱۲۰
- شکل ۵- ۳۷- (A) نمایی از روند زون بنتونیتی (B) زون بنتونیت (C)نمونه برداری از بنتونیت (D)بنتونیت در نمای نزدیک (E)آگات و بنتونیت (F) بنتونیت ..... ۱۲۳
- شکل ۵- ۳۸- یک شرکت نروژی در زمینه ی تکنولوژی انرژی یکسری محصولات جدید برپایه CO2 از آنورتوزیت SOGN تولید کرده است ..... ۱۲۵
- شکل ۵- ۳۹- نمونه گرفته شده به عنوان آنورتیت ..... ۱۲۶
- شکل ۵- ۴۰- پچ‌های سیلیس داخل واحد شیل ..... ۱۲۸
- شکل ۵- ۴۱- نمایی از وسعت سیلیس در منطقه ..... ۱۲۸
- شکل ۵- ۴۲- فروانی پچ‌های سیلیسی دگرگون شده در منطقه مورد مطالعه ..... ۱۲۹
- شکل ۵- ۴۳- تصاویری از رگچه‌های آگات منطقه ..... ۱۳۱
- شکل ۵- ۴۴- تصاویری کوره‌های اجر پزی نصر آباد ..... ۱۳۲
- شکل ۵- ۴۵- تصاویری خاک رس و کوره اجر پزی ..... ۱۳۳
- شکل ۵- ۴۶- تصاویری رس باغ ملک ..... ۱۳۳
- شکل ۵- ۴۷- تصویری از زون آلتره جنوب شرق آبادی گلگون ..... ۱۳۶
- شکل ۵- ۴۸- تصاویر از زون‌های آلتره مناسب خاک صنعتی ..... ۱۳۶
- شکل ۵- ۴۹- بیرون زدگی گچ خاکی ..... ۱۳۷
- شکل ۵- ۵۰- کوره‌های گچ پزی قدیمی در منطقه ارشک ..... ۱۳۷
- شکل ۵- ۵۱- تصویری از کارخانه‌های شن شویی و پتانسیل‌های شن و ماسه در جاده تجک ..... ۱۳۹
- شکل ۵- ۵۲- نمایی از آهک‌های مناسب سنگ ساختمانی ..... ۱۴۰
- شکل ۵- ۵۳- نمایی از سنگ‌های لاشه منطقه ..... ۱۴۰
- شکل ۵- ۵۴- نقشه توزیع اندیس‌های غیر فلزی ..... ۱۴۲
- شکل ۵- ۵۵- نقشه پتانسیل‌های معدنی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ ..... ۱۴۳

## فهرست جداول

- جدول ۳-۱- الویت‌های اکتشافی بر پایه مطالعات دورسنجی ..... ۴۷
- جدول ۳-۲- مشخصات نمونه‌های حاوی کانی سنگین طلا در ورقه یکصد هزار خوسف (اشرف پور، ۱۳۸۲) ..... ۵۱
- جدول ۴-۱- نمونه‌های برداشت‌شده مرحله اول و آنالیزهای پیشنهادی ..... ۶۶
- جدول ۴-۲- شرح صحرایی نمونه‌های برداشت‌شده مرحله اول ..... ۶۷
- جدول ۴-۳- نمونه‌های برداشت‌شده مرحله دوم و آنالیزهای پیشنهادی ..... ۶۸
- جدول ۴-۴- شرح صحرایی نمونه‌های برداشت‌شده مرحله دوم ..... ۷۰
- جدول ۴-۵- نمونه‌های برداشت‌شده مرحله سوم و آنالیزهای پیشنهادی ..... ۷۳
- جدول ۴-۶- شرح صحرایی نمونه‌های برداشت‌شده مرحله سوم ..... ۷۴
- جدول ۵-۱- حد حساسیت و عناصر آنالیز شده در آزمایشگاه زر آزما ..... ۷۹
- جدول ۵-۲- حد حساسیت و عناصر آنالیز شده در آزمایشگاه سازمان ..... ۷۹
- جدول ۵-۳- حدود ژینزبرگ برای عناصر پتانسیل دار در این برگه ..... ۸۰
- جدول ۵-۴- نمونه‌های مس بالاتر از ۷۰۰ میلی گرم بر تن ..... ۸۰
- جدول ۵-۵- نمونه‌های طلا بالاتر از ۵ میلی گرم بر تن ..... ۸۲
- جدول ۵-۶- نمونه‌های نیکل بالاتر از ۱۰۰۰ گرم بر تن ..... ۸۴
- جدول ۵-۷- نمونه‌های کبالت بالاتر از ۱۰۰ گرم بر تن ..... ۸۶
- جدول ۵-۸- نمونه‌های مولیبدن بالاتر از ۶۰ گرم بر تن ..... ۸۸
- جدول ۵-۹- نمونه‌های آهن دار ..... ۹۰
- جدول ۵-۱۰- شرح نمونه‌های برداشت‌شده محدوده ی امید بخش چاه موسی-علی آباد ..... ۹۵
- جدول ۵-۱۱- نتایج آنالیز در محدوده محدوده ی امید بخش چاه موسی-علی آباد ..... ۹۵
- جدول ۵-۱۲- نتایج آنالیز XRD در محدوده ی امید بخش چاه موسی ..... ۹۶
- جدول ۵-۱۳- نتایج آنالیز به روش ICP در محدوده محدوده ی امید بخش جنوب کلاته قصاب ..... ۹۸
- جدول ۵-۱۴- نتایج آنالیز به روش ICP در محدوده محدوده ی امید بخش غرب کلاته قصاب ..... ۱۰۱
- جدول ۵-۱۵- نتایج آنالیز طلا به روش ICP در محدوده محدوده ی امید بخش شمال تقاب ..... ۱۰۳
- جدول ۵-۱۶- نتایج مطالعات به روش XRD در محدوده محدوده ی امید بخش شمال تقاب ..... ۱۰۳
- جدول ۵-۱۷- نتایج آنالیز طلا به روش ICP در محدوده محدوده ی امید بخش امامزاده ..... ۱۰۷
- جدول ۵-۱۸- نتایج مطالعات به روش XRD در محدوده محدوده ی امید بخش امامزاده ..... ۱۰۷
- جدول ۵-۱۹- نتایج آنالیز به روش ICP در محدوده محدوده ی امید بخش جنوب بوکی ..... ۱۱۱
- جدول ۵-۲۰- نتایج آنالیز نمونه ها ی XRD در محدوده ی امید بخش جنوب بوکی ..... ۱۱۲
- جدول ۵-۲۱- نتایج آنالیز نمونه ها در محدوده ی امید بخش سنگ توک ..... ۱۱۴

- جدول ۵-۲۲- نتایج نمونه‌های XRD محدوده ی امید بخش سنگ توک ..... ۱۱۴
- جدول ۵-۲۳- نتایج نمونه‌های XRF محدوده ی امید بخش سنگ توک ..... ۱۱۵
- جدول ۵-۲۴- نتایج نمونه‌های ICP محدوده ی امید بخش کلاته میراسماعیل ..... ۱۱۸
- جدول ۵-۲۵- نتایج نمونه‌های XRF محدوده ی امید بخش کلاته میراسماعیل ..... ۱۱۸
- جدول ۵-۲۶- نتایج نمونه‌های ICP MS ..... ۱۲۰
- جدول ۵-۲۷- نتایج مطالعات XRD و شرح صحرائی نمونه‌ها ..... ۱۲۱
- جدول ۵-۲۸- نتایج مطالعات XRF نمونه‌ها ..... ۱۲۲
- جدول ۵-۲۹- مختصات اندیس‌های بتونیت ..... ۱۲۲
- جدول ۵-۳۰- معیارهای مهم برای آنور توزیت مورد استفاده در کاربردهای مختلف ..... ۱۲۶
- جدول ۵-۳۱- نتیجه مطالعات XRD نمونه ۶۸ ..... ۱۲۷
- جدول ۵-۳۲- نتیجه مطالعات XRF ..... ۱۲۷
- جدول ۵-۳۳- جدول مختصات تعدادی از اندیس‌های سیلیس ..... ۱۲۹
- جدول ۵-۳۴- مختصات اندیس‌های آگات ..... ۱۳۲
- جدول ۵-۳۵- مختصات اندیس‌های رس ..... ۱۳۴
- جدول ۵-۳۶- نتایج آنالیز XRF برای نمونه‌های خاک صنعتی ..... ۱۳۵
- جدول ۵-۳۷- نتایج آنالیز XRD برای نمونه‌های خاک صنعتی ..... ۱۳۵
- جدول ۵-۳۸- مختصات اندیس‌های خاک صنعتی ..... ۱۳۶
- جدول ۵-۳۹- نتیجه نمونه XRF ..... ۱۳۸
- جدول ۵-۴۰- مختصات اندیس‌های گچ خاکی ..... ۱۳۸
- جدول ۵-۴۱- مختصات اندیس‌های شن و ماسه ..... ۱۳۹
- جدول ۵-۴۲- جدول مختصات اندیس‌های سنگ لاشه ..... ۱۴۱
- جدول ۵-۴۳- جدول موقعیت زون‌های کانه‌زایی نسبت به موقعیت زیرساخت‌های منطقه ..... ۱۴۴
- جدول ۵-۴۴- مشخصات محدوده‌های امید بخش و ژئومتری مشاهده شده ..... ۱۴۴
- جدول ۵-۴۵- ژئومتری زون‌های دگرسانی ..... ۱۴۵
- جدول ۶-۱- محدوده‌های کانه‌زایی با ذکر موقعیت، مساحت و عیار ..... ۱۴۶
- جدول ۶-۲- محدوده‌های دگرسانی با ذکر موقعیت، مساحت و شدت ..... ۱۴۷

کشور

معرفی

آشنایی با

## فصل اول: کلیات

و

زمین

سازمان

## ۱-۱- مقدمه

برنامه تحول در بخش زمین شناسی و اکتشاف ذخایر جدید معدنی در خصوص لزوم رسیدن به اقتصاد مستقل، بهره گیری مناسب از منابع طبیعی و انسانی کشور و توزیع عادلانه آن ضرورت ایجاد تحول بنیادین در بخش علوم زمین و معدن کشور به عنوان یکی از مولفه‌های مهم اقتصادی، اشتغال‌زایی و توسعه‌ای جمهوری اسلامی در سال‌های پیش رو مطرح گردیده است.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور در قالب توافقنامه و برنامه‌ای مشارکتی با سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو) و معاونت امور معادن و صنایع معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت اقدام به تعریف برنامه‌ای تحولی در بخش زمین شناسی و اکتشاف ذخایر جدید معدنی در کشور نمود که پس از ماه‌ها بررسی و تحلیل فنی در کمیته راهبردی مشترک معدنی با حضور مدیران و متخصصان این بخش، استان خراسان جنوبی به عنوان اولین هدف اجرای این برنامه در سال ۱۴۰۰ معرفی و برنامه ریزی اجرای پروژه تحول زمین شناسی و اکتشاف ذخایر معدنی برای آن طراحی شد.

افتتاحیه پروژه تحول در بخش زمین شناسی و اکتشاف ذخایر معدنی استان خراسان جنوبی در روز یکشنبه ۱۴۰۰/۷/۲۵ در سالن همایش‌های استانداری خراسان جنوبی با سخنرانی وزیر صنعت، معدن و تجارت از طریق ویدئو کنفرانس و حضور معاون وزیر صنعت، معدن و تجارت و رئیس سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و جمعی از معاونان و کلیه مدیران مراکز و همچنین استاندار خراسان جنوبی و رئیس سازمان صنعت، معدن و تجارت استان و نماینده معاونت معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت و نماینده سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران برگزار گردید.

این پروژه در مساحتی نزدیک به ۱۵ هزار کیلومتر مربع که در برگیرنده حدود ۴ شهرستان (بیرجند، خوسف، سریشه و اسدیه) و بیش از ۸۵ روستا است به اجرا در می‌آید. در این پروژه تعداد ۶۰ ورقه- نقشه زمین شناسی، ژئوشیمیایی، اکتشاف سیستماتیک چهار لایه شامل فلزی، غیر فلزی، کانی‌های قیمتی و عناصر استراتژیک هم زمان برای در کشور تهیه خواهد شد.

منابع مالی این پروژه از محل توافقات سه جانبه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو) و معاونت امور معادن و صنایع معدنی وزارت صنعت معدن، و تجارت از سوی ایمیدرو به صورت فروش اوراق مشارکت در سال مالی ۱۴۰۰ تامین خواهد شد. که این طرح تا نیمه اول سال ۱۴۰۱ نیز ادامه خواهد داشت.

با توجه به برداشت‌های ژئوشیمیایی و ژئوفیزیک هوایی در سالهای ۷۸ تا ۸۳ در استان خراسان جنوبی، هدف این طرح علاوه بر معرفی ظرفیت‌های معدنی استان، کمک به توسعه اکتشافات و جذب سرمایه گذران بخش خصوصی و شرکت‌های خصوصی و دولتی، برداشت داده‌های ژئوفیزیک هوایی در گستره مورد نظر، تکمیل فاز شناسایی و پی‌جویی اکتشافی برای معرفی مناطق جدید امید بخش معدنی است.

استان خراسان جنوبی با دارا بودن ۶۹۸ معدن مختلف با ذخیره قطعی حدود ۷ میلیون تن و اشتغال بیش از ۱۳ هزار نفر یکی از پنج استان معدنی کشور محسوب می‌شود. از مجموع ۶۵ نوع ماده معدنی شناخته شده در ایران، خراسان جنوبی با توجه به ساختار زمین شناسی از ذخایر غنی معدنی، تنوع ۵۰ نوع ماده معدنی برخوردار است. ظرفیت‌های بکر و بی‌نظیر استان خراسان جنوبی بر هیچ کس پوشیده نیست و براساس اسناد بالا دستی و سندهای توسعه‌ای، حوزه معدن به عنوان یکی از مهمترین محورهای پیشران اقتصادی و توسعه‌ای استان و کشور می‌باشد.

شناسایی و اکتشاف مواد معدنی در مقیاس‌های مختلف امری ضروری و اجتناب ناپذیر است و قطعاً امکانات فیزیکی و منابع انسانی خاص و تخصصی را می‌طلبد. بخشی از چگونگی روند اکتشاف به سیاست‌های کلان و حاکمیت مرتبط است که باید برنامه‌ای دراز مدت داشته باشد که در ۲۰ سال آینده به کجا می‌خواهد برسد و در گام بعد اقتصاد، معدن می‌خواهد خصوصی یا خصوصی و دولتی و یا ترکیبی از این دو، اگر این بخش‌ها مشخص باشد به برنامه ریزی‌ها کمک می‌کند

شناسایی و اکتشاف مواد معدنی، بخش هزینه بر مواد معدنی است. که به نظرمی رسد سیاست‌گذاری و نظارت باید بر عهده سازمان حاکمیتی مانند زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور باشد و اجرا توسط بخش خصوصی البته همه این‌ها به سیاست کلان کشور ارتباط دارد. با این مقدمه به مزایای طرح اکتشافات سیستماتیک کشور در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ می‌پردازیم.

- اکتشاف سیستماتیک در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰
- افزایش عناصر آنالیز
- شناسایی رخنمونهای کوچکتر سطحی
- شناسایی تنوع مواد در کشور
- تجربه اندوزی و آموزش متخصص
- معرفی پتانسیل‌های غیرفلزی

لازم به ذکر است که در این گزارش به گزارش لایه زمین شناسی برگه خوسف که یکی از پروژه‌های ۶۰ گانه ۲۰ برگه ۱:۵۰۰۰۰ است خواهیم پرداخت.

### ۱-۲- داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده

اجرای پروژه اکتشاف سیستماتیک مواد معدنی و تهیه لایه زمین شناسی اقتصادی در برگه ۱:۵۰۰۰۰ خوسف ۷۷۵۵- شامل مطالعات دفتری، صحرایی، آزمایشگاهی و تهیه گزارش و نقشه‌های نهایی بوده است. مطالعات دفتری این پروژه در مهرماه ۱۴۰۰ آغاز شد که در ابتدا تمامی اطلاعات کلی مرتبط با منطقه، شامل نقشه‌های زمین شناسی ۲۵۰ هزار و یکصد هزار، نقشه‌های توپوگرافی ۲۵ هزار، آنومالیهای ژئوشیمیایی، آنومالیهای ژئوفیزیک هوایی، عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای گردآوری و سازماندهی شد. سپس تمامی گزارشهای مربوط به پروژه‌های انجام شده توسط بخش دولتی و خصوصی در این منطقه جمع‌آوری و مستند شد. در مرحله طراحی، با توجه به مقیاس نقشه، تا حد امکان در بازدیدها و نمونه‌برداری‌ها فواصل پیمایش رعایت گردید. اولویت مناطق بازدید شده بر پایه ترکیبی از معیارهای زمین شناسی، نشانه‌های معدنی، آلتراسیونهای بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای و آنومالیهای شناسایی شده در اکتشافات ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی تعیین شد. لایه‌های اطلاعاتی گردآوری شده در قالب یک پایگاه داده به نرم افزار SW-Map در تلفنهای هوشمند نسخه اندروید بارگذاری شد و در تمام مدت عملیات صحرایی مورد استفاده قرار گرفت. مطالعات صحرایی پروژه در طی سه مرحله در پاییز و زمستان ۱۴۰۰ (مجموعاً در ۵۰ روز) انجام و منجر به ثبت قریب به ۳۵۰ ایستگاه و برداشت ۱۳۴ تعداد نمونه شد. از سه مرحله نمونه برداری دو مرحله نمونه‌ها در آزمایشگاه زرآزما آنالیز و مطالعه شدند و مرحله سوم در آزمایشگاه سازمان مطالعات و آنالیزها انجام شد.

### ۱-۳- مطالعات پیشین در برگه مورد مطالعه

مطالعات و اکتشافات انجام شده پیشین در این منطقه به ترتیب سال انجام کار به شرح زیر است:  
 سال ۱۹۷۸: اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای و نمونه‌برداری به روش BLEG و کنترل آن توسط شرکت فرانسوی BRGM  
 سال ۱۳۶۸: نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف توسط وحدتی دانشمند و خلقی  
 سال ۱۳۶۹: تدوین و یکپارچه‌سازی نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ بیرجند توسط وحدتی دانشمند بر پایه نقشه‌های زمین شناسی یکصد هزار که در بین سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۶۸ تهیه شده بود.  
 سال ۱۳۸۰: نقشه متالوژی ایران با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ و معرفی اندیس‌هایی از مس، طلا، قلع و تنگستن سازمان زمین شناسی کشور، لطفی و همکاران



اوایل دهه ۸۰ شمسی: پروژه اکتشافات ژئوفیزیک هوایی تفصیلی در مناطق بیرجند، خوسف، بصیران، مختاران و قلعهزری در استان خراسان جنوبی به سه روش مغناطیس سنجی، الکترومغناطیس و رادیومتری بوسیله بالگرد توسط سازمان زمین شناسی کشور

سال ۱۳۸۰: اکتشاف طلا در لیستونیت های محور بیرجند - نهبندان (فاز مطالعاتی اول و دوم) توسط رضا منظمی باقرزاده

سال ۱۳۸۲: اکتشافات ژئوشیمیایی در برکه ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور  
 سال ۲۰۰۴: پروژه خراسان جنوبی توسط جون انجلس، جینگریش و حائری در قالب یک پروژه مطالعاتی مشترک با همکاری مهندسین مشاور پارس کانه کیش و مدیریت ژئومتیکس سازمان زمین شناسی کشور انجام شد. گزارش فارسی این پروژه نیز در اواخر همان سال (دیماه ۱۳۸۳) با عنوان گزارش بررسی های اکتشافات سیستماتیک ناحیه ای و شناسایی نواحی امیدبخش معدنی در زون فردوس - خوسف با استفاده از پردازش، تلفیق و مدلسازی اطلاعات زمین شناسی، ژئوفیزیک هوایی، ماهواره ای، ژئوشیمیایی و نشانه های معدنی در محیط GIS توسط مدیریت ژئومتیکس سازمان زمین شناسی کشور منتشر شد. مطالعات انجام شده در این پروژه منجر به شناسایی ذخیره پورفیری ماهرآباد شد.

سال ۱۳۸۴: اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در ورقه ۱:۲۰,۰۰۰ دوکوهه توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سال ۱۳۹۲: تهیه نقشه های زمین شناسی اقتصادی ۱:۲۵,۰۰۰ دوکوهه خوسف توسط شرکت مهندسی کنکاش کانی توس

سال ۱۳۹۴: متالورژی و تیپ های کانساری استان خراسان جنوبی (معرفی ذخایر، کانسارها و پتانسیل های معدنی استان خراسان جنوبی) توسط صفری و همکاران در اداره کل زمین شناسی و اکتشافات معدنی شمال شرق کشور

سال ۱۳۹۶: مدلسازی اکتشافی پهنه خراسان جنوبی (بیرجند - شاهرخت): مجموعه مطالعات ژئوفیزیک هوایی، زمین شناسی اقتصادی و تلفیق و مدلسازی توسط دفتر ژئومتیکس سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سال ۱۴۰۰: گزارش شرح ناهنجاری های محدوده های امید بخش اکتشافی پهنه بیرجند - شاهرخت توسط براتی و همکاران در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

علاوه بر پروژه های اکتشافی انجام شده که در بالا ذکر شد، مطالعات پژوهشی متعددی نیز توسط دانشجویان و استادان دانشگاه های کشور انجام شده است که از مهمترین آنها می توان به مقاله کانی شناسی، زمین شیمی، موقعیت ساختمانی

و ارائه مدل ژنتیکی برای لیستونیت‌های خاور ایران توسط زرین کوب و همکاران (۱۳۸۴) در مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران اشاره کرد. لازم به ذکر است که فصل ۴ به جزئیات مهمترین نتایج بدست آمده در پروژه‌های مذکور پرداخته است.

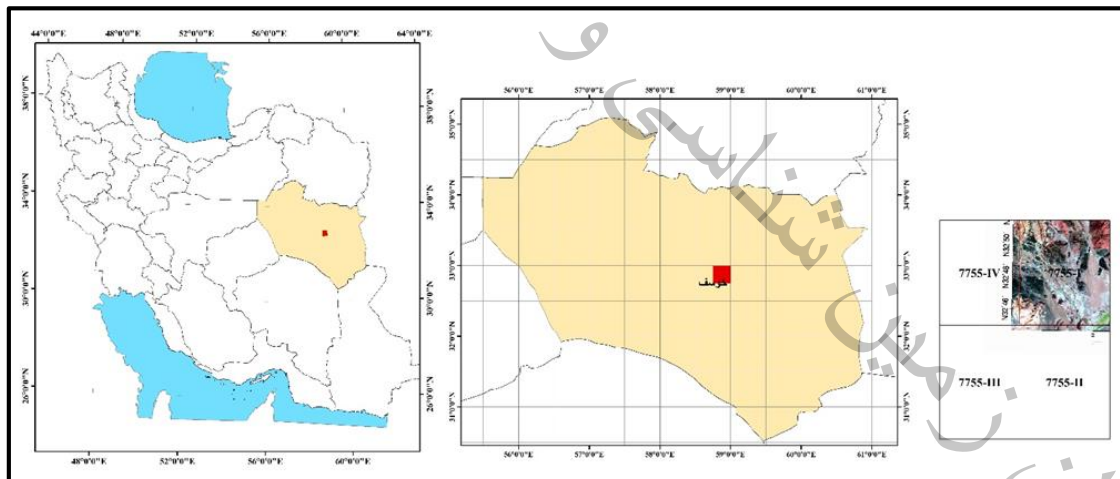
#### ۱-۴- موقعیت جغرافیایی منطقه و راه‌های دسترسی

برگه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ خوسف -۱ در فاصله ۳۵ کیلومتری غرب بیرجند در استان خراسان جنوبی، بین طول جغرافیایی  $۵۸^{\circ} ۴۵'$  تا  $۵۹^{\circ} ۰۰'$  شمالی و عرض جغرافیایی  $۳۲^{\circ} ۴۵'$  تا  $۳۳^{\circ} ۰۰'$  شرقی قرار دارد (شکل ۱-۱). این برگه در نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ بیرجند و ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف واقع شده است. راه دسترسی به منطقه از طریق جاده بیرجند - خوسف است. مهمترین آبادی این برگه، شهر خوسف است. خوسف به علت قرارگیری در حاشیه کویر و دارا بودن بافت قدیمی، آثار تاریخی دیدنی و شرایط اقلیمی مناسب برای رویش گل نرگس به دیار گل‌های نرگس معروف است. این شهر از جمله شهرهای کهن استان خراسان جنوبی با جمعیتی نزدیک به ۶ هزار نفر (سرشماری سال ۱۳۹۵) است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۰۰ متر می‌باشد.

از نظر توپوگرافی، این برگه شامل مناطقی با ارتفاع حداقل و حداکثر به ترتیب ۱۳۱۳ و ۱۹۶۳ متر از سطح دریا است و قریب به ۳۵ درصد مورفولوژی آن را ارتفاعات پست و آبرفتی تشکیل داده، به طوری که ارتفاع متوسط منطقه حدوداً ۱۴۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای خشک و نیمه بیابانی بوده و دارای تابستانهای بسیار گرم و زمستانهای بسیار سرد و خشکی است. در این محدوده پوشش گیاهی اندک و به صورت بوته های خار و درختان منفرد گز دیده می‌شود (شکل ۱-۳). عمده اشتغال مردم شامل دامپروری شتر و بز و کشاورزی از آب بدست آمده از قنوات و آبهای سطحی می‌باشد. رودخانه دائمی شاهرود که دارای آب شور است تنها در مسافت کوتاهی از طول مسیر خود کمی آب دارد.

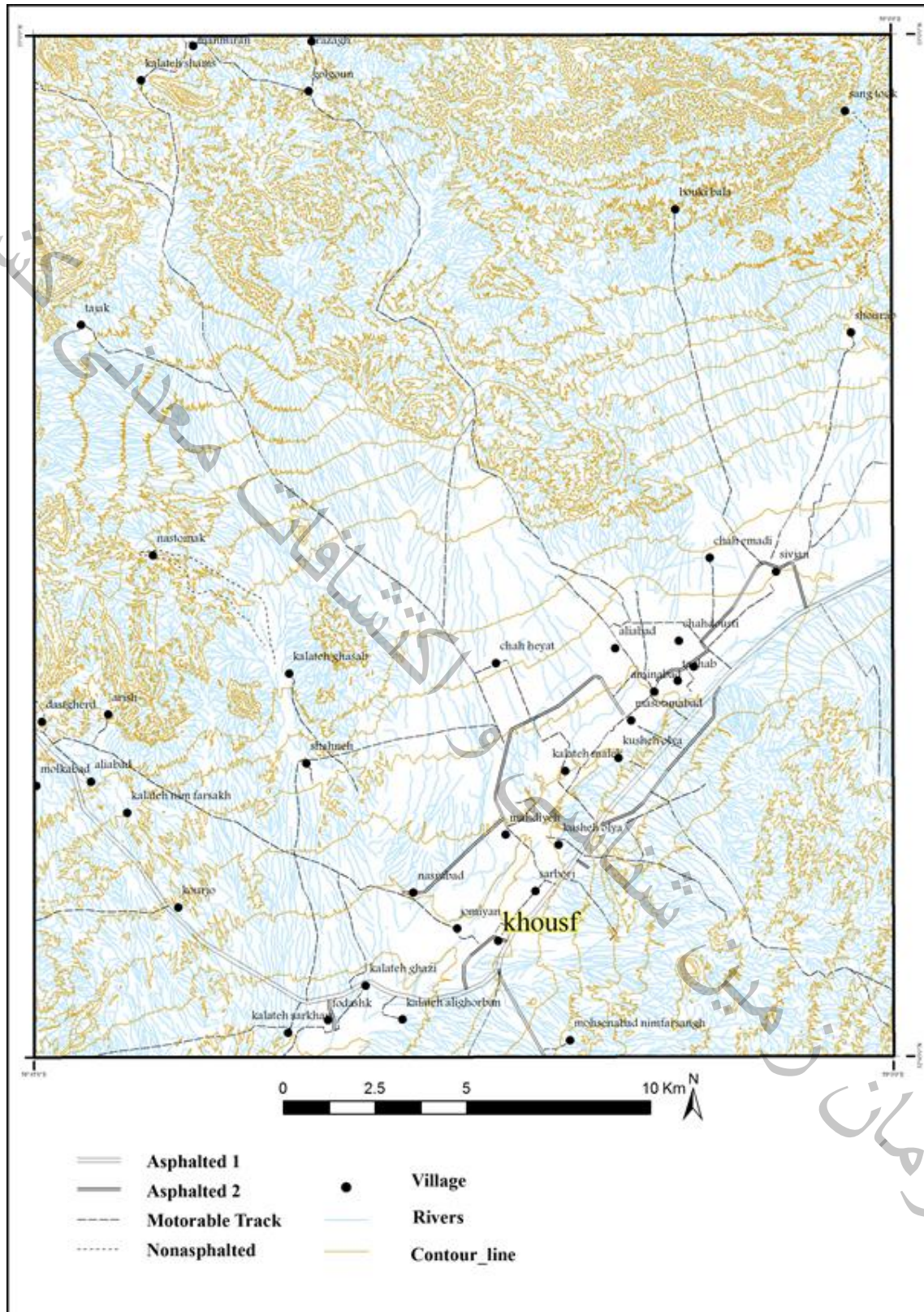


شکل ۱-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در تصویر گوگل ارث



شکل ۱-۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه (خوسف ا) در جانیابی ایندکس ۱:۵۰۰۰۰





شکل ۱-۳- موقعیت راههای محدوده مورد مطالعه (خوسف ا) در گوگل ارث

### ۱-۵- زمین ریخت شناسی

از دیدگاه ریخت شناسی، از شمال به جنوب برگه ۱:۵۰۰۰۰ خوسف را به سه بخش تقسیم نمود:

- بخش تپه ماهوری-نیمه کوهستانی شمال منطقه: که بطور عمده ارتفاعات منطقه را در بر می گیرد.
- بخش حاصلخیز مرکز برگه
- بخش تپه ماهوری جنوب

از نظر توپوگرافی، این برگه شامل مناطقی با ارتفاع حداکثر ۱۹۶۳ متر از سطح دریا است و پست ترین نقطه ۱۳۱۳ متر از سطح دریا می باشد.

کشور

معرفی

تعارف

## فصل دوم: زمین شناسی

سازمان زمین شناسی و

## ۲-۱- زمین شناسی ناحیه‌ای و عمومی

برگه زمین شناسی خوسف ادر حاشیه بلوک لوت واقع شده و ویژگیهای آن از خصوصیات کلی بلوک لوت پیروی می‌کند. ویژگیهای زمین شناسی و جایگاه زمین ساختی بلوک لوت باعث شده است که این بلوک مکان مناسبی برای تشکیل ذخایر ارزشمندی از جمله قلعه‌زری، ماهرآباد، شادان، هیرد، چاه کلب و ... باشد. اکتشاف دو کانسار پورفیری شادان و ماهرآباد در منطقه خوسف - بصیران نشان‌دهنده اهمیت و پتانسیل معدنی بالای این منطقه است. هرچند سنگ های ماگمایی شرق ایران کمتر به عنوان میزبان کانسارهای پورفیری شناخته می‌شوند، اما شناسایی کانسارهای یاد شده، این بخش از ایران را به عنوان منطقه‌ای با پتانسیل بالا برای ذخایر پورفیری و اپی ترمال مطرح نموده است. از طرفی، مجموعه افیولیتی شرق ایران نیز میزبان انواع کانی‌سازی فلزی و غیرفلزی است که بررسی دقیق واحدهای این مجموعه هم حائز اهمیت ویژه‌ای است. این فصل در تلاش است تا اطلاعاتی درباره زمین شناسی ناحیه‌ای، عمومی و ساختاری برگه ۱:۵۰,۰۰۰ زمین شناسی خوسف ارائه نماید.

## ۲-۲- شرح واحدهای سنگی

قدیمی‌ترین سنگ‌های رخنموده در این منطقه به سن پالئوزوئیک بالایی می‌باشد و منحصر به تکه‌های خرد شده و گسله‌ای از پلاتفرم موجود در نواحی مرکزی ایران است که به شکل یک تاقدیس در مرز شمال غربی نقشه به شرح ذیل ظاهر شده است:

## K2ps ماسه سنگ

ضخامتی در حدود چند ده متر تا حداکثر ۸۰-۱۰۰ متر از طبقات ماسه سنگ های آهکی غالباً قرمز و گاهی مواقع سبز - خاکستری ممکن است در نقاط متعددی در قسمت بالائی واحد K2fl دیده شود. این طبقات در بعضی افقها گراول دار و یا میکروکنگلومرانی هستند. ضخامت این واحد متغیر بوده و بطور جانبی ممکن است تبدیل به واحد K2pl گردد. ظاهراً سنی جوانتر از کرتاسه برای قسمتهای بالائی این واحد محتمل است.

## K2pl سنگ آهک

این واحد ممکن است نتیجه تغییرات جانبی قسمتهای بالائی K2fl بوده و از سنگ آهک نازک لایه تشکیل شده است. به لحاظ وجود تکه هایی از آلگ در یک نمونه از آنها که از شش کیلومتر شمال غرب بوکی تهیه گردیده، حدس زده شده است که قسمتهای فوقانی این واحد سنگی به سن پالئوسن باشد.

## PEfl رسوبات شیبه فلیش

رخساره عمومی این رسوبات مشتمل بر تناوبی از مارنهای سیلتی سبز- خاکستری با لایه های ماسه سنگ آهکی قرمز است. در واقع در برخی نقاط متمایز و جداسازی آنها از سنگ های مشابه قدیمی تر (K2fl) مشکل است. این واحد تغییرات جانبی افقی و عمودی زیادی در مقابل سنگ آهک های آلئولینا- نومولیت دار (E1) و همچنین در مقابل واحدهای Em، ES، E1c نشان می دهد ضمن اینکه همگی این واحدها ممکن است جایگزین هم شده و یا به یکدیگر تبدیل گردند. ضخامتی در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر برای آنها تخمین زده شده است که ممکن است بیشتر هم باشد. نمونه تهیه شده از یک طبقه سنگ آهک ماسه ای موجود در لابلاهای فلیشهای جنوب دهکده برایمان حاوی میکروفسیلهای فراوانی از قبیل گونه های مختلف نومولیت، آسیلینا، روتالید، دیسکوسیکلینا، اوپرکولینا و آلئولینا است که سن ائوسن پیشین را مشخص می سازند.

EL: سنگ آهک آلئولینا- نومولیت دار

این سنگ آهکها بصورت یک واحد پابرجا گسترش وسیعی در میانه شمالی نقشه داشته و معمولاً در آن نواحی کوهها و ارتفاعات را تشکیل می دهند و مضاعف بر آنها رخنمونهای کم اهمیت تری در شمال شرقی و نواحی مرکزی نقشه دیده می شوند. ارقامی مابین چند متر تا ۱۶۰ متر از این سنگ آهکها با تغییرات عمودی و افقی زیاد بر روی دیگر واحدهای سنگی گوناگون ته نشست گردیده است. نمونه های تهیه شده از بعضی طبقات این واحد حاوی تعداد قابل توجهی از گونه های شاخص از قبیل فایباینا، آسیلینا، اوپرکولینا، آلئولینا، دیستی کویلاکس، نومولیت، گلوبوروتالیا و غیره بوده است که دلالت بر سن ائوسن پیشین دارند.

Em,t مارن، توف

در ابتدای زمان لوتسین، اکثر حوضه های رسوبی ائوسن پیشین بسته شده و بالاتر از سطح دریا قرار گرفته اند در حالیکه در حوضه های حاشیه ای و مجاور آنها نظیر شمال مرقوک، مارن و سنگ آهک های نومولیت دار (ائوسن میانی) هنوز در حال ته نشست بوده اند ضمن آنکه در برخی حوضه ها و فرونشستگیهای دیگر بر حسب شرایط محلی، بطور همزمان فعالیت های اولیه آتشفشانی های ائوسن میانی در قالب نهشته های آذر- آورای و انواع مختلف سنگ های وابسته به آنها همراه با تغییرات جانبی افقی و عمودی فراوان نسبت به مارنها و غیره صورت گرفته که به همراه یکدیگر ته نشست می شده اند و امروزه به شکل توالی های مختصری چین خورده در زیر سری سنگ های آتشفشانی فوقانی قابل مشاهده هستند. تعیین ضخامت حقیقی این واحد مشکل بوده و ارقامی در حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر برای آنها متصور است ضمن آنکه بخشی از این توالی احتمالاً مشتمل بر سنگ هایی جوانتر از ائوسن میانی نیز می باشد. دشتهای



گسترده غربی و جنوب غربی نقشه غالباً از این سنگ ها تشکیل شده است که بعدها تحت تأثیر فرسایش بوده و نهشته های آبرفتی تقریباً افقی کواترنری مستقیماً بر روی آنها قرار گرفته اند.

### E1c کنگلومرا

این واحد به ضخامت تا ۳۰ متر دیده شده و مشتمل است بر کنگلومرای قرمز هتروژن و پلی ژن که استثنائاً در چند صد متر غرب برایمان به ضخامت تا ۱۵۰ متر نیز می رسد. این واحد با دگرشیبی فرسایشی، واحدهای سنگی گوناگونی از قبیل P2m، PI، PEfl و ES را می پوشاند (به شکل تطابقات واحدهای سنگی مراجعه شود).

### ES ماسه سنگ

ضخامتی در حدود چند ده متر از طبقات ماسه سنگ های آهکی سبز- خاکستری مربوط به این واحد مشاهده شده است. این واحد در بعضی نقاط ممکن است با واحد حدوداً مشابه K2Ps اشتباه گردد.

### EM مارن

در یال شمالی تاقدیس کوه کمرچارچینگ رخنمونی از این مارنهای ظاهر گردیده است. ضخامت آن در حدود ۱۱۰ متر بوده و درون لایه های فرعی سنگ آهک آلئولینا- نومولیت دار در بخشهای میانی و بالایی آن وجود دارند.

### Et توف، ایگنبریت

توالیهائی مشتمل بر توف، توف ایگنبریتی و گاهی کمی مارن، ماسه سنگ توفی و غیره در جنوب شرق ناحیه مشاهده شده است که در واقع معادلهای زمانی و یا بین انگشتی های جانبی واحد Em,t هستند که در روی نقشه هر جا که امکان پذیر بوده جداگانه نشان داده شده اند و بقیه سنگ های ائوسن که قابل تفکیک نبوده اند با علامت Eun مشخص گردیده اند.

### Em,l مارن، سنگ آهک

در محدودی نقاط، به عنوان مثال یک تا دو کیلومتر شمال دهکده کلات رود، در هسته یک ناودیس که از طبقات سنگ آهک نومولیت دار (EI) ساخته شده است، ابتدا طبقات به سمت بالا ندولار شده و سپس چندین متر از مارنهای ندولار نومولیت دار قابل مشاهده است که به وسیله ۴۰ تا ۶۰ متر مارنهای نازک لایه الوان و قرمز و آبی پوشیده شده اند. احتمالاً بخشهایی از این طبقات به لوتسین تعلق دارد.

نهشته های غیر آتشفشانی ائوسن میانی = لوتسین:

سنگهای با سن محرز لوتسین در شمال غرب و گوشه جنوب غربی نقشه ساخته شده اند. رخنمون های شمال غربی که در حال حاضر شبیه ناودیزی با محور تقریباً شمالی- جنوبی هستند در حدود یک کیلومتر غرب مرقوک ظاهر

شده و به سمت شمال و ماورای مرز شمالی نقشه گسترش دارند. بر اساس مطالعه نقاطی که تطابقت چینه شناسی بهتری را نشان می دهند این طبقات به سه واحد زیر تقسیم شده اند:

یک بخش کنگلومرانی در قاعده (E2c)، ماسه سنگهای قرمز در قسمت میانی (Ers) و مارن با درون لایه های آهکی در بالا (E2m,i)

کنگلومرای زیرین اکثراً از قلوه های آتشفشانی در حد پیل و کوبل تشکیل شده و گاهگاهی محدودی قلوه سنگها از آهک های آلئولینا- نومولیت دار قدیمی تر ممکن است در آنها دیده شود.

بخش ماسه سنگی (Ers) مختصری آهکی بوده و حاوی تناوبهایی از درون لایه های سیلیتی یا میکروکنگلومرایی می باشد. گاهی مواقع لایه های خیلی نازک سیلیتی- شیلی، به خصوص در قسمت های فوقانی و همچنین سوله مارک در سطح زیرین بعضی از لایه ها ممکن است مشاهده گردند که تأکیدی بر شیب طبیعی توالی طبقات می باشد، بعکس یال شرقی ناودیس که در آنجا طبقات برگشته است. مطالعه برشهای عرضی نومولیت های آزاد موجود در مارنهای فوقانی (E2m,i) توسط لسانی، سن لوتسین بالائی را مشخص نموده است.

رخساره رسوبی- آتشفشانی ائوسن:

هیچ رخنمونی از سنگ های آتشفشانی قدیمی تر از ائوسن میانی) به استثنای رخساره فلیش- ولکانیک (fl.v) = در ناحیه دیده نشده است. گرچه وجود قلوه های فروان از سنگ های آتشفشانی در کنگلومراهای پالئوسن تحتانی و یا افقهای جوان تر از آن، شواهدی از فعالیت های آتشفشانی قدیمی تر هستند که امروزه تظاهرهای سنگ های مربوط به آنها در سطح منطقه قابل مشاهده نیستند.

#### Pgc کنگلومرا

کنگلومراهائی پلی ژن و هتروژن به رنگ قرمز تیره هستند که در چند محل ظاهر شده و گاهی مواقع ممکن است دارای درون لایه هایی از طبقات ماسه ای، توف، توف برش و یا سیلتستون و شیل های سیلیتی باشند. ضخامت آنها از صفر تا ۴۰۰-۵۰۰ متر بر حسب نقاط مختلف متغیر است. در برخی نقاط این واحد توسط توف- برش و آذر- آوارهایی (Pgt,b) پوشیده شده اند که قسمتهای تحتانی آنها ممکن است معادل های جانبی همین واحد باشد.

Pga,i آگلومرا، ایگنمبریت : Pgl سنگ آهک

این دو رخساره منحصراً در کوه فدشک قابل مشاهده هستن که بر روی آذر- آواریهای زیرین که در یک طبقه مارنی آنها الگ، آستراکود و قطعات صدف غیر قابل تشخیص وجود داشته قرار گرفته اند. در این محل ابتدا حدود ۵۰ تا ۷۰ متر رخساره آگلومرایی صورتی تا بنفش مشتمل بر ایگنمبریت و توف (Pga,i) قابل مشاهده است که بر روی آن

۲۰ تا ۲۵ متر سنگ آهک صورتی رنگ حاوی معدودی میکروفسیل های غیرقابل تشخیص (Pgl) قرار گرفته است که معرف آخرین شرایط رسوبگذاری دریایی؟ یا دریاچه ای در زمان پالئوژن هستند.

سنگ های آتشفشانی ائوسن - اولیگوسن:

سنگ های آتشفشانی گسترده و متنوعی را می توان به این دوره ها نسبت داد که در بعضی نقاط ارتباطات چینه شناسی آنها به مقدار زیاد درهم ریخته است. تقسیم بندی کلی و رخنمون های این سنگها به شرح زیر خلاصه شده است:

a,t آندزیت، توف

این واحد مشتمل است بر مخلوطی از تناوب های توف با ترکیب متوسط، ایگنمبریت و روانهای گدازه ای که به سمت شمال شرق گسترش دارند. گرچه این رخساره ها تشابهاتی با انواع توف - ایگنمبریتی قدیمی تر نشان می دهند ولیکن به لحاظ داشتن سنگ های آتشفشانی و تناوب های گدازه ای، به خصوص در بخش های میانی و فوقانی از آنها مجزا و تشخیص داده می شوند.

ترکیب شیمیایی سنگ های تشکیل دهنده این کمپلکس در بیشتر از ۹۰ درصد رخنمونها متوسط (اکثراً آندزیتی - بندرت بازالتی) است. بعلاوه بطور فرعی روانهای گدازه ای آندزیت داسیتی نیز در معدودی نقاط ممکن است دیده شود (a,t) و ۱۰ درصد بقیه رخنمونها از رخساره ای مشابه ولیکن با ترکیب اسیدی و یا کمی متوسط تشکیل شده است. (da,t) و تصور بر این است که دومی ها قدیمی تر از واحدهای بازیک بوده و یا حداکثر معادل های جانبی و بین انگشتی بهم ریخته آنها باشند. این زیر واحدها هر جا که امکان داشته بصورت جداگانه نشان داده شده اند و ارقامی مابین ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر برای کل ضخامت آنها متصور است که ممکن است بیشتر هم باشد.

an آندزیت

این آندزیت ها قابل مقایسه با واحدهای مشابه قبلی هستند ولیکن ممکن است مشتمل بر سنگ هایی با سن قدیمی تر نیز بشوند و به خصوص تناوب های سه گانه آندزیتی که هر کجا که امکان داشته بطور مجزا نشان داده شده اند. انواع گوناگون آندزیت های گاهی چین خورده و بندرت دارای ساخت ستونی ضعیف و درون لایه های بازالتی تشخیص داده شده است. گرچه در بعضی نقاط نیز شباهت هایی با پیروکسن آندزیت های نواحی مرکزی - جنوبی نقشه نشان می دهند.

pan آندزیت های پورفیری

این سنگ ها با رخساره های متنوع از شمال غرب تا نواحی مرکزی منطقه گسترش دارند. در نمونه های دستی، چوبکهای (میکرولیت) پلاژیوکلاز با اندازه های متغیر و تا چندین میلی متر ممکن است دیده شوند و در برخی نقاط

توسط پهنه های پراکنده گدازه های پیروکسن آندزیتی تقریباً افقی جوانتر پوشیده شده اند. در بعضی مناطق به لحاظ بافت ریزدانه و خردشدگی و گسل شدگیهای فراوان و تجزیه پیشرفته، سنگ های این واحد ممکن است در ظاهر با ماسه سنگها و فلیش های فرسایش یافته اشتباه گردد. ضخامت‌هایی در حدود چند متر تا ۸۰-۹۰ متر ممکن است برای این واحد تخمین زده شود. کم و بیش مقادیری کوارتز ممکن است در اسلایدهای میکروسکوپی تشخیص داده شده و لذا گاهی مواقع این سنگ ها را آندزیت داسیتی نیز نامیده اند. سنگ های این واحد به رنگ های سبز-خاکستری و گاهی بنفش، صورتی و قهوه ای- صورتی دیده می شوند. گاهگاهی مقداری مواد آتشفشانی از قبیل شن و ماسه پرتابی آتشفشانی (لایلی) و سرباره (اسکوری) نیز ممکن است دیده شود. به عنوان مثال در نقطه ای واقع در چند صد متر شمال قیصار.

#### da,a آندزیت داسیتی

در بعضی نقاط دو واحد مذکور در فوق مستقیماً توسط کلاهما و اشکالی کیک مانند از توده های آندزیت داسیتی پوشیده شده اند که نشانگر یک فعالیت جدید هستند که ممکن است در ارتباط و منتسب به ماگمایی مشابه قبلیها بوده باشد که در شرایطی متفاوت و با یک وقفه زمانی بالا آمده اند. لذا این واحد بطور جداگانه در روی نقشه نمایش داده شده است.

#### Eoda داسیت ائوسن - اولیگوسن

این سنگ ها در کوه گاریجگان و چند رخنمون پراکنده دیگر شناخته شده اند و معمولاً بر روی کنگلومراها و آذر-آواریهای زیرین و غیره قرار گرفته اند. رخنمون های گنبدی شکل و همزمان آنها بطور جداگانه نشان داده شده اند که حاشیه آنها غالباً آندزیتی و آندزیت داسیتی تشخیص داده شده اند که برعکس مورد آندزیت های پورفیری (pan) می تواند به علت اشکال در برآورد حقیقی نسبت کوارتز در بخش ریز تبلور این سنگ های داسیتی باشد. در بعضی نقاط تعدادی از دایکهای تغذیه کننده که به دفعات فلیشهای پالئوسن-ائوسن را قطع می نمایند، به این گنبدها ختم می گردند و همچنین گاهی مختصری اثرات حرارتی نیز در حاشیه آنها دیده می شود.

#### Oap پیروکسن آندزیت‌های اولیگوسن

رخنمون های خیلی زیاد و پراکنده ای از گدازه های تیره رنگ اکثراً متوسط (بندرت بازیک) به شکل پهنه ها و کلاهماک های برجای مانده ای به ضخامت چند سانتی متر تا ۱۰-۱۵ متر بر روی رسوبات و سنگ های گوناگون زیرین، از شمال غرب تا جنوب شرق ناحیه قرار گرفته است و سیستمهای متقاطع بی شماری از گسلها و شکستگیها، جهت هدایت و خروج گدازه ها وجود داشته است. در هر صورت شاید تعداد خیلی معدودی از گسلهای اصلی را

بتوان منحصرأ عامل چنین فعالیتهایی دانست. توف، لاپیلی، اسکوری، توف- برش و غیره ممکن است در قاعده و یا در لابلای افقهای بالاتر روانهای گدازه ای دیده شوند و در بعضی نقاط سطح رخنمون ها ممکن است فقط از چنین موادی پوشیده شده و اساساً هیچگونه گدازه ای هم خارج نشده باشد.

ظاهراً در طی زمانهای مربوطه به علت سترسهای اصالتاً کششی و یا به عنوان معلولی از سترسهای فشاری (کمپرسیونی) نامتقارن که باعث چرخش می شوند و معکوس شدن آنها در طی بعضی از دوره ها تمامی شبکه های ضعیف شده منطقه از قبیل گسلها، شکستگیها و درزه ها باز گردیده و فرصتهایی برای صعود آن دسته از ماگماهای آندزیتی به وجود آمده باشد که ممکن است همگی از یک منشأ و ناشی از یک تفریق بوده، منتهی در دفعات متعدد و شرایطی متفاوت فوران نموده باشند :

در هر صورت نتایج تعیین سن مطلق بر اساس نسبت  $K/Ar$  در کل سنگ، سن ها در محدوده زمانی اولیگوسن (۳۷/۵-۳۴ میلیون سال) برای چند نمونه از پیروکسن آندزیت های مشابه که در چهار گوشه های زمین شناسی متصل به این نقشه گسترش زیادی دارند به دست آمده است) گزارشهای منتشر شده سازمان زمین شناسی با شماره های ۱۹ و ۱۸. : OMrd ریولیت ها و داسیتهای اولیگو- میوسن

در برخی نقاط، توده های گنبدی شکل ریولیتی و داسیتی به شکل ساختمان هایی برجسته و نیمه ولکانیکی ظاهر می گردند به نحوی که سنگ های آتشفشانی پالئوژن منطقه را قطع نموده و بالا آمده اند. در منتهی الیه گوشه شمال شرقی نقشه، چنین سنگ هایی توسط کنگلومراهای تیره رنگ پلی ژن و هتروژنی که به سن بوردیگالین فرض گردیده، پوشیده شده اند و لذا احتمالاً سن اولیگوسن تا میوسن تحتانی ممکن است برای آنها قابل قبول باشد. به نظر می رسد که گسلها و شکستگی های با امتداد شمال شرق- جنوب غرب در جایگزینی چنین سنگ هائی مؤثر بوده اند و اضافه بر آنها دایکهای اسیدی با امتدادهای مشابه و موجود در شمال نواحی مرکزی نقشه و توده ی کوچک نفوذی گرانیت آلکالن شناخته شده در چند صد متر دورتر از مرز شمال شرقی نقشه نیز ممکن است معادلهای عمیق تر آنها باشند.

#### MC کنگلومرا

در بعضی مناطق شمال شرقی منطقه رخنمونهای پراکنده ای از کنگلومراهای قرمز رنگ قابل مشاهده است که در قاعده منورنیتیک و به سمت بالا پلی ژن و هتروژن هستند و از عناصر فراوان آتشفشانی- اوفیولیتی در زمینه ای توفی- ماسه ای تشکیل شده اند. این کنگلومراها با ضخامتی از ۱۲۰ تا ۱۵۰ متر بر روی سری سنگ های توف- آتشفشانی و یا گنبدهای داسیتی اولیگو- میوسن قرار گرفته اند و سنی جوانتر از بوردیگالین برای آنها در نظر گرفته شده است و همچنین این کنگلومراها از مارنها و کنگلومراهای نئوژن قدیمی تر هستند.

## Ng2c کنگلومراهای نئوژن

ضخامتی در حدود ۵۰ تا ۶۰ متر از کنگلومراهای پلی ژن و هتروژن به رنگ قهوه ای روشن، واحدهای قبلی (Ng1m یا Ngm,c) را بدون اختلاف شیب محسوس در طبقات می پوشاند. این کنگلومراها غالباً در دامنه های جنوبی رخنمون های شمال شرقی واقع شده اند و مضاعف بر آنها چند رخنمون نازک، کوچک و کم ارتفاع در بخش های مرکزی و غربی نقشه نیز دیده می شود.

## Ng1m مارن های نئوژن

نیمه راه تقاب به گلگون و در شمال رخنمون گرانیتهای پلاژیوکلازدار، مارنهای رنگارنگ منتسب به نئوژن مشاهده شده اند که بصورت ناهم شیب بر روی واحدهای قدیمی تر قرار گرفته اند. ضخامت آنها بین ۸۰-۱۰۰ متر بوده و بندرت درون لایه هایی از ماسه سنگ های گراول دار در آنها دیده می شود. عدم وجود افقهای کنگلومرای (MC) فیمابین دو گروه از مارن های نئوژن و پالئوژن، اشکالات زیادی در جداسازی آنها از یکدیگر به وجود می آورد و بعلاوه سن مارنهای این واحد بر اساس موقعیت چینه شناسی و مشابهت با دیگر نواحی به دست آمده است و شواهد دیرینه شناسی در دسترس نبوده است.

## Ngm,c مارن و کنگلومرا: طبقات تدریجی

در برخی نقاط کنگلومراهای جواتر و به سن نئوژن پسین (Ng2c) بصورتی ناپیوسته بر روی مارن های قدیمی تر نئوژن ته نشست گردیده است و لذا در این گونه نقاط وقفه ای در رسوبگذاری قابل مشاهده است به خلاف بعضی مناطق عمیق تر حوضه رسوبی که در آنها طبقات تدریجی مشتمل بر تناوبی از مارن و کنگلومرا قابل تشخیص است که معرف کاهش تدریجی عمق آب و یا پر شدن و بالا آمدگی حوضه می باشد و باریک شدگی و ناپدید شدن طبقات تدریجی در مسافتات کوتاه نیز شاهدی بر این مدعاست.

## کواترنری:

نهشته های گسترده و چین نخورده مربوط به اوائل دوران چهارم تا عهد حاضر اکثراً در قالب رسوبات آبرفتی و به شکل پادگانه ها، مخروط افکنه ها و آبرفتهای سست و سیمان نشده بستر رودخانه ها با دگرشیبی بر روی چینه های گوناگون قدیمی تر قرار گرفته اند و به چهار گروه عمده Q1, Q2, Q3 و Qa1 تقسیم شده اند.

تجمعات کوچک و خیلی نازک از نهشته های نمکی پلایا (Qsa) در یک فرورفتگی محلی در شمال شرق دهکده خوسف رسوب نموده است که بعدها و به سمت زمان حاضر احتمالاً به علت تأثیرات حرکات زمین ساختی، در

معرض فرسایش و شسته شدن قرار گرفته اند. همچنین اجتماعات کوچکی از ماسه های بادی (Qs) در غرب دهکده قریان قابل مشاهده است.

سنگهای آذرین:

داسیت نئوژن (۹)

رخساره خاصی از سنگهای داسیتی به شکل رخنمون های طویل خطی و یا گنبد های آتشفشانی برجسته از قبیل کوه برنده و کنگره ها و غیره، زمین های نواحی شرقی و غربی ناحیه را قطع نموده اند. حاشیه ساختمان های گنبدی شکل اغلب بازی هستند (آندزیت داسیتی و یا آندزیتی) در حالیکه نواحی مرکزی آنها از سنگ های ریو- داسیتی و داسیتی تشکیل شده است و رخنمون های خطی واقع در حومه این گنبد ها آندزیت داسیتی تشخیص داده شده اند.

در بعضی نقاط در زیر این سنگ ها و یا در اطراف گنبد های مربوطه، مجموعه ای از توف های اسید ایگنمبریت و گدازه های داسیتی متخلخل قابل مشاهده است که می توانند قدیمی تر از گنبد های داسیتی باشند و به علت فرسایش شدیدتر معمولاً شبیه به تپه و ماهور هایی پست و فرسوده و قابل اشتباه با مارن ها و توف های ائوسن به نظر می آیند ضمن آنکه در بعضی نقاط دیگر به سمت بالا بطور تدریجی، متراکم تر شده و تبدیل به سنگ های داسیتی می گردند و این رخساره ها نیز در روی نقشه هر جا که امکان داشته جداگانه نمایش داده شده اند.

سنگ های نفوذی:

dq کوارتز دیوریت (ائوسن)

چنین سنگ هایی در شمال شرق نقشه شناخته شده اند که ممکن است تغذیه کننده های اصلی و عمیق تر همان سنگهای آتشفشانی پالئوژن و به خصوص ائوسن بوده باشند که متعاقباً در شرایط عمیق تر متبلور شده و بعدها در اثر فرسایش قسمتهای فوقانی ظاهر شده اند.

همچنین دایک های مقاطع اسیدی و متوسط فراوانی، بخشهایی از منطقه را قطع می نمایند که فعالیتهای آتشفشانی دوران سوم را مدلل می سازند.

سنگ های دگرگونی:

K2Pph فیلیت و اسلیت

رخنمون های گسترده فیلیت ها و اسلیتهای سرسیت و آلبیت دار شرق خوسف بیانگر آن هستند که منطقه تحت تأثیر دگرگونی با شدت کم قرار گرفته است و نیز به سمت غرب از شدت آن کاسته می گردد. گرچه مجموعه شواهد ناحیه ای به نتیجه سنی کراتاسه پسین برای سنگ های دگرگونی رسیده است ولیکن در غرب آنها مقداری از سنگ

ها ممکن است جوان تر و به سن پالتوسن هم باشند. غالباً سطح رخنمون ها از دانه ها و قطعات کوارتز سفید شیری رنگ پوشیده شده است که از فرسایش رگه های بی شمار کوارتزی ریمبلیزه شده منشأ گرفته اند.

احتمالاً تحت تأثیر گسلهای فشاری (کمپرسیونی)، معدودی برشهای زمین ساختی (تکتونیکی) از سنگ های دگرگونی (met) ممکن است مشاهده گردند که با بررسیهای میکروسکوپی انواع زیر در آنها تشخیص داده شده است: آمفیبول شیست (آمفیبولایت)، کوارتز- بیوتیت شیست، کوارتز، بیوتیت، گارنت فلس، کوارتز میکاشیست و باندهای نازکی از سنگهای مرمری شده.

سنگ های افیولیتی و وابستگان:

دنباله های باریک شمال غربی کمر بند افیولیتی میانی شرق ایران، به شکل باقیمانده ها و برشهای زمین ساختی از بیرجند تا نواحی شمال شرق نقشه خوسف امتداد یافته و از این ناحیه به سمت غرب بکلی ناپدید می گردند. در میان سنگ های افیولیتی، پلاژیوکلاز گرانیتها (grp) بزرگترین رخنمون ها را نشان می دهند که حد شمال غربی آنها گنایسی نیز شده است که می تواند در نتیجه نزدیک شدن نسبتاً سریع بلوکهای گسلی بوده باشد که بعلت نزدیکی با "زون فلیش" طبیعی و معقول به نظر می رسد. لیستونیت های قرمز و قهوه ای رنگ (افی کلسیت LV = و توده های پراکنده ای از سنگ های فوق بازیگ) غالباً پریدوتیت و گابرو سرپانتینی شده (Ub = در نواحی شمال شرقی مشاهده شده است که غالباً بعلت گسل شدگیها بهم ریخته و جابجا شده هستند.

یک رخنمون منفرد از فلیش های مختصری دگرگون شده (m.fl) در کوه اشکسته پدیدار شده است که در اطراف آن چند رخنمون کوچک از فلیش - ولکانیک های حاوی باندهای نازک مرمری شده (fl.v) وجود دارد. این دو گروه از سنگ ها دارای ارتباطات چینه شناسی مشخصی با دیگر سنگ های منطقه نیستند ولیکن عموماً با نواحی مجاور مقایسه گردیده و تصور بر این است که از وابستگان افیولیت ها باشند.

## ۲-۳- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

به لحاظ قرارگیری در شمال غرب صحرات لوت مرکزی، این منطقه اشکال ساختمانی خاص آن ناحیه را نشان می دهد. مروری خلاصه و کلی از تاریخچه ساختمانی منطقه مورد مطالعه در ذیل ارائه شده است.



## ۲-۳-۱- چین خوردگی:

چین خوردگی‌های ملایم تا متوسط، صفت مشخصه این ناحیه است. شیب‌های طبقات معمولاً کم هستند به استثنای طبقات نزدیک به خط گسل‌ها که شیب بیشتری نشان می‌دهند و تنها یک مورد از سنگ‌های چین خورده برگشته در رسوبات به سن کرتاسه پسین تا ائوسن میانی در شمال غرب نقشه مشاهده شده است.

چند رخنمون کوچک و جالب از توالیهای طبقات قدیمی تر از کیمبرین پیشین در شمال غرب منطقه قابل مشاهده است و در آنجا نیز به مانند بسیاری از نقاط دیگر منطقه، گسل شدگی‌ها و شکستگی‌ها بیشتر از ساختمانهای مختصری چین خورده و کج شده به چشم می‌آیند. امتداد محوری مشخص ناودیس دولومیت شتری در حال حاضر دلالت بر جهت شرق، جنوب شرق-غرب، شمال غرب برای کوهزائی کیمبرین پیشین (و یا پسین؟) و سترسهای فشاری آن (بدون در نظر گرفتن چرخشهای بعدی) دارد که مشابه دیگر نقاط ایران است.

در مناطق شمال شرق ناحیه مورد مطالعه، به لحاظ تحرک و ناهمواری کف حوضه‌های رسوبگذاری، ته نشست‌های از نوع فلیش در طی زمانهای کرتاسه پسین، پالئوسن و ائوسن پیشین برجای گذاشته می‌شده‌اند.

مشخص‌ترین چین خوردگیهای ناحیه در سنگ آهکهای نومولیتی به سن ائوسن پیشین قابل مشاهده است که غالباً صخره‌ها و ارتفاعات را تشکیل می‌دهند و اغلب در شمال و شمال شرق ظاهر شده‌اند. معمولاً امتداد فعلی محورهای آنها دلالت بر جهت شرق، شمال شرق-غرب، جنوب غرب برای سترسهای بوجود آورنده آنها دارد.

به سمت انتهای ائوسن پیشین و زمانهای جوانتر از آن بتدریج شدت فعالیت‌های زمین‌ساختی افزایش یافته به نحوی که باعث بالا آمدگی رسوبات به سن کرتاسه پسین تا ائوسن پیشین گردیده و به مقدار زیاد در به وجود آمدن و کنترل شکل‌شناسی (مورفولوژی) ناحیه تأثیر گذاشته است. از طرف دیگر در مناطق مجاور آنها فرورفتگی‌های جدیدی تشکیل شده که اکثر آنها با رسوبات غالباً آتشفشانی-رسوبی پر شده‌اند بجز چند حوضه کوچک که در آنها نهشته‌های نومولیت دار لوتسین بصورت پیشرونده بر روی واحدهای سنگی قدیمی تر در حال رسوبگذاری بوده است و در انواع قبلی، درون لایه‌ها و گدازه‌های فوقانی نیز قابل مشاهده هستند که در طی فاصله زمانی ائوسن پسین-اولیگوسن خارج شده‌اند. تمامی این طبقات تحت تأثیر سترسهای بعضی از اشکوبهای زمین‌ساختی آلی میانی، درجاتی از چین خوردگی را تحمل نموده‌اند.

جنوب غرب دهکده بوکی، یک ناودیس در مارنهای نئوژن دیده می‌شود که پلانچ محور آن به سمت شرق بوده و جهت شمال-جنوب و گاهی مواقع مختصری چرخیده به سمت شمال غرب را برای محور اصلی سترسهای فشاری به وجود آورنده آنها پیشنهاد می‌نماید. چند امتداد محوری غیرطبیعی و موارد نادری از چین خوردگیهای تکراری،

دلایلی بر تغییر محل سترسهای فشاری از نئوژن پسین تا اوائل کواترنری در سرتاسر منطقه به مانند دیگر نقاط ایران هستند.

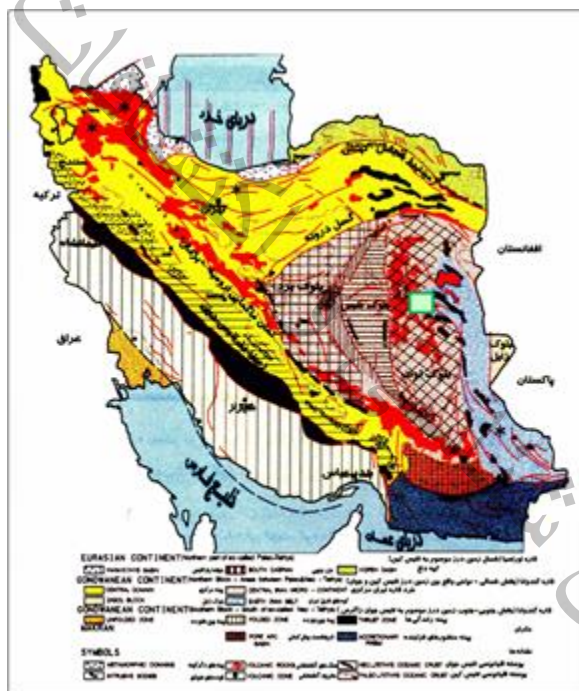
در این ناحیه گسل شدگیها و شکستگی های پیچیده، بیشتر از چین خوردگیها مشاهده می گردند. تأثیرات و نقشهای چندگانه آنها در جابجائی و جایگزینی ماگماها، فوران مواد خروجی و به عنوان فاکتورهای کنترل کننده شرایط رسوبی و صور ساختمانی قابل انکار نیست. تداخل و چندگانگی فعالیت های زمین ساختی، در قالب پدیده هایی نظیر حرکات چرخشی و برشی، مقداری حرکات قائم بلوکی و یا باز شدن شکافها و سیستمهای متقاطع درزه ها و شکستگیها قابل مشاهده است که فرصت هایی جهت فوران گدازه های آتشفشانی به وجود آورده اند و مضاعف بر آنها مختصری دگرگونی در سنگهای نزدیک بعضی از گسلها، به هنگام نزدیک شدن سریع بلوکهای گسلی به یکدیگر صورت گرفته است.

برخلاف نظر مطالعه کنندگان قبلی در این نواحی، گسل ها و شکستگی های منطقه چندان هم نامنظم نیست و اکثر آنها قابل مقایسه و تطبیق با امتدادها و صور خطی (لاینامنتهای) ظاهر شده در دیگر نقاط ایران هستند. بعلاوه این ناحیه به علت نزدیکی به مرکز حرکات چرخشی، ویژگی های خاصی را نیز نشان می دهد. از قرار معلوم، مضاعف بر سترسهای اصالتاً کششی، معکوس شدن جهت چرخش به همراه عوامل متعدد دیگر از عمده دلایل بهم ریختگی و باز شدن شکستگی های منطقه به شمار می آیند که موقعیت هایی برای صعود، جایگزینی و یا به تله افتادن ماگماهای قبلاً تشکیل شده، به شکل سنگ های آذرین، اعم از نفوذی ها و یا خروجیها به وجود آورده اند.

بطور آزمایشی گسلها و شکستگی های این ناحیه پس از معدل گیری در هشت گروه اصلی تقسیم بندی شده اند (وحدتی (۱۳۶۳): گزارش منتشر نشده سازمان زمین شناسی کشور) و تعداد گروه های مزبور بستگی به طبیعت منطقه دارد که تقریباً بطور کامل از نهشته های جوانتر از کوهزائی کیمرین پیشین پوشیده شده است و مختصری جهت های ناهماهنگ هم می تواند به علت حضور لاینامنت ها و گسلهای پی سنگ قدیمی منطقه باشد که گاهی مواقع بر روی طرحها و امتدادهای جوانتر تأثیر می گذارده است. در میان گروههای فوق الذکر، گسل های بحث انگیز دارای امتداد شمال شرق - جنوب غرب نیز دیده می شوند که در این ناحیه به موازات آن دسته از گسل های هستند که دنباله های غربی زون فلیش را کنترل می نمایند. همچنین بندرت امتدادهای خطی کمیاب شمال، شمال شرق - جنوب، جنوب غرب که به موازات گسلهای نه و کهورک جنوب شرق ایران هستند نیز گاهی در این منطقه دیده می شود.

## ۲-۴- ویژگی‌های ساختاری منطقه

بر اساس داده‌های زمین‌شناختی ایران، فرآیندهای درونی و بیرونی زمین، در زمان و مکان، پیامدهایی متفاوت داشته‌اند که باعث ایجاد پیچیدگی خاصی در الگوی ساختاری، تحولات زمین‌ساختی، شرایط رسوبی و زیستی ایران در دوره‌های گوناگون زمین‌شناختی شده است. ناهمسانی رسوبی و زمین‌ساختی، بیان ویژگی‌های یکسان را برای بسیاری از مناطق ایران ناممکن می‌سازد و بنابراین تقسیم ایران به پهنه‌های رسوبی - ساختاری گوناگون از دیرباز مورد توجه بوده است. نخستین بار اشتوکلین (۱۹۶۸)، ایران را به چند حوضه رسوبی - ساختاری تقسیم کرد. پس از او نبوی (۱۳۵۵)، افتخارنژاد (۱۳۵۹)، اشتامفلی (۱۹۷۸)، بربریان (۱۹۸۱)، علوی (۱۹۹۱)، آقائاتی (۱۳۷۹)، تقسیم‌بندی‌های جامع‌تری را ارائه دادند. در شکل (۱-۲)، پهنه‌های رسوبی - ساختاری ایران (آقائاتی ۱۳۷۹) نشان داده شده است. بر اساس این تقسیم‌بندی‌ها محدوده مورد بررسی در حاشیه شرقی بلوک شرقی قرار دارد.



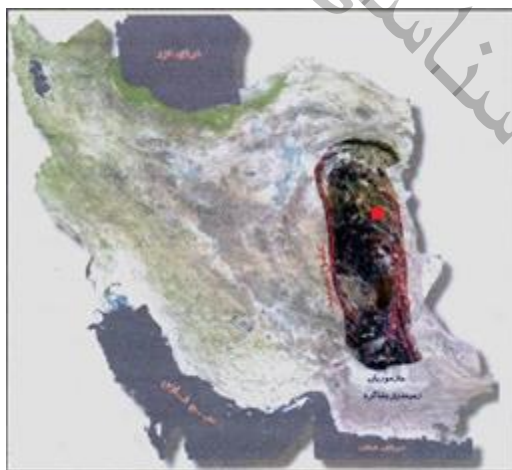
شکل ۲-۱ - پهنه‌های اصلی رسوبی - ساختاری ایران (آقائاتی ۱۳۷۹) و موقعیت محدوده مورد بررسی

## ۲-۵- بلوک لوت

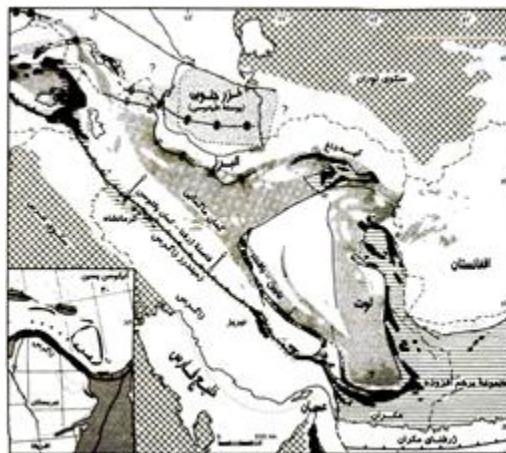
بلوک لوت، با طول حدود ۹۰۰ کیلومتر و عرض حدوداً ۲۰۰ کیلومتر، شرقی‌ترین بخش در قاره ایران مرکزی است. مرز شرقی آن با گسل نهبندان و حوضه فیلیشی شرق ایران و مرز غربی آن با گسل نایبند و بلوک طبس مشخص می‌شود. در روی نقشه زمین‌ساخت ایران (اشتوکلین و نبوی ۱۹۷۳)، مرز شمالی این بلوک فرو افتادگی جنوب کاشمر و مرز جنوبی آن به فرونشست جازموریان بسته می‌شود (شکل ۲-۲).

## ۲-۶- ماگماتیسزم بلوک لوت

همان طور که گفته شد بلوک لوت بین دو گسل بزرگ شمالی- جنوبی نایبند و نهبندان قرار دارد. نیروهای فشاری وارد بر ناحیه سبب جابه‌جایی‌هایی از نوع امتداد لغز و برشی در امتداد این گسل‌ها شده‌اند. در این گونه شرایط، تغییر شکل در کمترین شدت ولی بازشدگی در بالاترین میزان است. بنابراین فعالیت‌های آتشفشانی شدید و پیوسته بوده و گدازه‌های جوان‌تر به طور پی‌درپی سنگ‌های پیشین را پوشانده و سنگ‌های آتشفشانی گسترده بلوک لوت را پدید آورده‌اند (نوگل سادات، ۱۹۷۸). فعالیت ماگمایی لوت شمالی از کرتاسه پسین، یعنی بیش از ۷۷ میلیون سال پیش، آغاز شده است. سنگ‌های ماگمایی از نوع گدازه‌های بازالتی، آندزیتی، داسیتی، ریولیتی و هم‌چنین مقدار کمتری نفوذهای نیمه‌عمیق هستند. ویژگی‌های ژئوشیمیایی این سنگ‌ها می‌رساند که همه از نوع کالک‌آلکالن هستند و خصوصیات فعالیت‌های آتشفشانی کناره‌قاره و مرز صفحه‌های همگرا در آن‌ها دیده می‌شود. پرتوسنجی با روش روبیدیم- استرنسیم حاکی از آن است که خاستگاه بیشتر سنگ‌ها از گوشته و به دور از هر گونه آرایش پوسته‌ای است. تنها در برخی از ایگنمبریت‌های سیلیسی، نشانه‌هایی از آرایش با پوسته دیده می‌شود (امامی، ۱۳۷۹). فعالیت‌های آتشفشانی بخش شمالی لوت، می‌تواند حاصل فرورانش بلوک افغان، به زیر بلوک لوت باشد (افتخارنژاد، ۱۹۷۲). فعالیت‌های آتشفشانی حاشیه جنوبی لوت بخشی از کمان ماگمایی زون فرورانش مکران هستند. بریریان (۱۹۸۳) معتقد است سنگ‌های آتشفشانی بلوک لوت، کالک‌آلکالن و نتیجه فرورانش بوده و وابسته به افیولیت‌های شرق ایران هستند (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۲- بلوک لوت در بر گرفته شده توسط گسل نهبندان در شرق و گسل نایبند در غرب (آقاباتی، ۱۳۷۹) و موقعیت محدوده مورد بررسی



شکل ۲-۳- افیولیت‌ها (به رنگ سیاه) و سنگ‌های آتشفشانی کالک آلکالن وابسته (به رنگ خاکستری) (بربریان، ۱۹۸۳)

سنگ‌های آتشفشانی کواترنری که نشانگر آخرین تکاپوهای ماگمایی ایران هستند، نیز در بلوک لوت مشاهده می‌شوند. علاوه بر آن گدازه‌های بازالتی قلیایی کواترنری نیز از طریق شکستگی‌های عمده، به سطح زمین رسیده و روانه‌ها و سرتخت‌های بازالتی را ساخته‌اند. نوع و ترکیب شیمیایی سنگ‌های آتشفشان کواترنری نشانگر آن است که منشاء بازالت‌ها از گوشته است که گاه در اثر پدیده تفریق بخشی و یا ذوب پوسته، سنگ‌های تراکی بازالتی، تراکی آندزیتی تا تراکیتی را به وجود آورده‌اند (آقنابتی، ۱۳۸۳).

در بلوک لوت دو باتولیت بزرگ گرانیتی «شاه کوه» و «چهار فرسخ» وجود دارند که هر دو در شرق بلوک لوت واقع شده‌اند. توده گرانیتوئیدی شاه کوه از دو واحد مونزو گرانیت، گرانودیوریت و سینوگرانیت تشکیل شده که میانبارهای بزرگ میکروگرانیتی را در بر دارد. به نظر اسماعیلی و همکاران (۱۳۸۰)، ویژگی‌های کانی‌شناسی گرانیت شاه کوه مشابه با گرانیت‌های نوع ۱ است و پرتوسنجی بیوتیت‌های ۱۳ نمونه به روش پتاسیم-آرگون، گویای سن میانگین ۳/۱ میلیون سال (ژوراسیک میانی)، است. ویژگی‌های سنگی و جایگاه چینه‌شناسی گرانیت چهار فرسخ مشابه شاه کوه است و می‌تواند حاصل فاز زمین‌ساختی سیمیرین میانی (ژوراسیک میانی)، باشد. شکل کشیده این توده نشانگر جایگیری در امتداد شکستگی‌های اصلی و طولی است. توده گرانودیوریتی سرخ کوه در مرکز لوت به سن ۱۶۵ تا ۱۷۰ میلیون سال نیز حاصل فاز زمین‌ساختی سیمیرین میانی (ژوراسیک میانی)، است. طیف ترکیبی توده‌های نفوذی شرق ایران از مافیک تا اسیدی متغیر است.

## ۲-۷- رخدادهای زمین‌ساختی در بلوک لوت

فاز کاتانگاهی: رویداد زمین‌ساختی کاتانگاهی که ماهیت کوهزایی داشته است، در پرکامبرین پسین باعث ایجاد دو گسل شمالی و جنوبی نهبندان و نایبند شده که این دو گسل محدودکننده بلوک لوت در شرق و غرب می‌باشند.

فعالیت این دو گسل از پرکامبرین شروع شده و تا زمان حال ادامه دارد. فعالیت‌های شدید آتشفشانی و زلزله از جمله پیامدهای فعالیت این گسل‌ها است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

فازهای پرکامبرین پسین - تریاس میانی: در فاصله زمانی پرکامبرین پسین - تریاس میانی در بلوک لوت نیز مانند بیشتر نقاط ایران، آرامش زمین‌ساختی نسبی از نوع خشکی‌زا حاکم بوده که نبوده‌های رسوبی موازی و گاهی شکستگی پوسته و ماگمازایی از پیامدهای آن است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

فاز سیمیرین پیشین: رخداد سیمیرین پیشین (تریاس پسین)، در بلوک لوت باعث ایجاد فراپوم شده که این فراپوم‌ها تا ژوراسیک میانی خشکی‌های مرتفعی را تشکیل داده بودند. از دیگر پیامدهای فاز سیمیرین پیشین ماگمازایی و دگرگونی بوده است. گدازه‌های این فاز، بیشتر از نوع بازالت قلیایی تیره‌رنگ است که به ویژه در جنوب بیرجند (آبگرم)، قابل مشاهده هستند (آقانباتی، ۱۳۸۳).

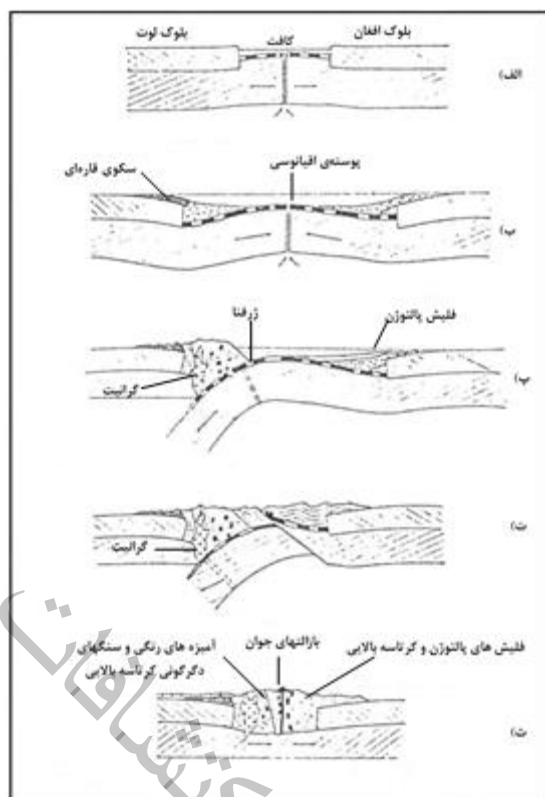
فاز سیمیرین میانی: ری‌یر و محافظ (۱۹۷۲) شیست‌های گرافیتی، ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک‌های مرمری ناحیه ده سلم را به دلیل دستیابی به سن پرتوسنجی ۱ ۲۰۶ و ۲ ۲۰۹ به سن تریاس پسین و پیامد سیمیرین پیشین دانسته‌اند. ولی اشوکلین و همکاران (۱۹۷۳)، دگرگونی‌های ده سلم را مجموعه‌ای از دو سازند ناینند (تریاس پسین)، و شمشک (ژوراسیک پیشین - میانی)، می‌دانند که در زمان پس از ژوراسیک میانی دگرگون شده‌اند. با توجه به یافته‌های جدید زمین‌شناسی ایران، نظر اشوکلین گویای عملکرد فاز سیمیرین میانی و مستندتر است. رویداد سیمیرین میانی در بلوک لوت، با گرانیت‌زایی همراه است. مهم‌ترین گرانیت‌های این فاز شامل: گرانیت شاه‌کوه، گرانیت چهار فرسخ و گرانیت سرخ‌کوه است. دگرگونی همبری از پیامدهای گرانیت‌زایی است (مثلاً دگرگونی همبری در ده سلم و رخنه). این فاز همراه با کانی‌سازی بوده است که قلع در گرانیت شاه‌کوه و تنگستن در چاه کلب و چاه پلنگی، مس - مولیبدن پورفیری در سرخ‌کوه از جمله آن‌ها است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

فاز اتریشین - ساب هرسی نین: رخداد اتریشین - ساب هرسی نین (کرتاسه پسین)، باعث ایجاد ناپیوستگی رسوبی بزرگی از سنومانین تا مایستریشتین شد و سنگ‌های مایستریشتین به طور دگر شیب ردیف‌های کرتاسه پایین را می‌پوشاند. در کوه گرماب، ردیف‌های مارنی به طور دگر شیب سنگ‌های کهن‌تر از کرتاسه پایین را می‌پوشاند (آقانباتی، ۱۳۸۳). زمین درز سیستان: یک مجموعه افیولیتی (زمین‌درز سیستان)، در شرق ایران وجود دارد (شکل ۴-۲)، که در مورد چگونگی تشکیل آن، تاکنون بحث‌ها و نظرات متفاوتی ارائه شده است. افتخارنژاد (۱۳۵۲)، معتقد است بین بلوک لوت و افغان که خشکی واحدی بوده‌اند، در زمان تورونین (کرتاسه بالایی) یک کافت ایجاد شده و منجر به تشکیل یک حوضه اقیانوسی بین این دو بلوک شده است و در آغاز این پدیده، به دلیل خمش پوسته و بالاآمدگی در دو لبه

جدا شده، پسروی کامل دریا در بلوک لوت رخ داده و با استناد به فرضیه ایزوستازی، پیشروی مجدد دریا در حاشیه بلوک لوت را مطرح کرده است و معتقد است این پدیده باعث افزایش رسوبات و در نتیجه تعقر پوسته اقیانوسی در مجاورت پوسته قاره‌ای و در نهایت باعث شکستگی لیتوسفر شده است. در اثر شکستگی لیتوسفر، پوسته اقیانوسی به زیر بلوک لوت رانده شده و عمل فرورانش پوسته اقیانوسی به زیر بلوک لوت آغاز شده است (شکل ۵-۲).



شکل ۲-۴- زمین درز سیستان و جایگاه مجموعه فیولییتی بین دو بلوک ایران و افغان (تیرول و همکاران، ۱۹۸۳) و موقعیت محدوده مورد مطالعه

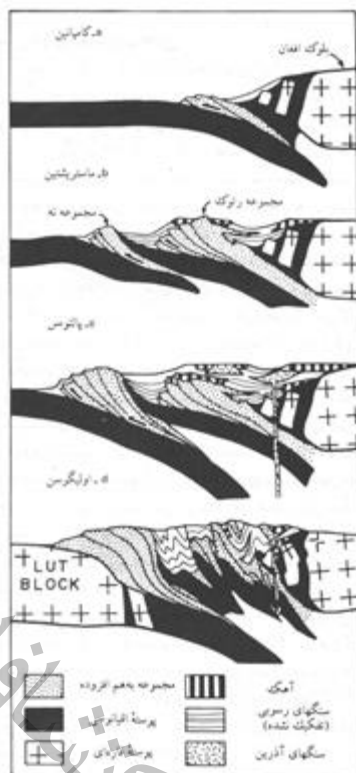


شکل ۲-۵- مراحل آغاز و پایان فرورانش در حاشیه شرقی لوت (افتخارنژاد، ۱۳۵۲)

تیروول و همکاران (۱۹۸۳)، بر اساس فسیل‌های موجود در سنگ‌های رسوبی منطقه فیلش، زمان ایجاد کافت بین بلوک لوت و افغان را سنومانین (کرتاسه بالایی)، و بر اساس سنگ‌های دگرگونی فشار و دما بالا و آمیزه‌های رنگین منطقه زمان از بین رفتن پوسته اقیانوسی را مایستریشتین (کرتاسه بالایی)، تعیین کرده است. تیروول و همکاران معتقدند که شیب فرورانش به سمت شمال شرق بوده و پوسته اقیانوسی به زیر بلوک افغان رانده شده است. (شکل ۲-۷). نبوی (۱۳۵۵) و خطیب (۱۳۶۹) معتقدند که تغییر رژیم زمین‌ساختی منطقه از وضعیت کششی به فشاری منجر به فرارانش پوسته اقیانوسی بر روی پوسته قاره‌ای شده است و فرورانشی در منطقه انجام نشده است. کمپ و گریفیس (۱۹۸۳) پنج مرحله برای تشکیل افیولیت‌های شرق ایران ارائه داده‌اند:

- ایجاد کافت و جدا شدن بلوک‌های لوت و افغان از یکدیگر
- تشکیل حوضه اقیانوسی بین دو بلوک لوت و افغان
- فعالیت ماگمایی کالک آلکالن زون‌های فرورانش تیپ حاشیه قاره‌ای
- برخورد بلوک‌های لوت و افغان
- حاکم شدن رژیم تکتونیکی کششی در منطقه پس از تصادم بلوک‌های لوت و افغان





شکل ۲-۶- مراحل مختلف فرورانش در شرق ایران (تیروول و همکاران، ۱۹۸۳)

سامانی و اشتری (۱۳۷۰)، بر اساس شواهدی از قبیل نبود رخساره کافتی- تبخیری و آلکالن و کالک آلکالن بودن سنگ‌های آذرین منطقه و گسترش فعالیت آتشفشانی کمان حاشیه قاره‌ای در جنوب دو بلوک لوت و افغان تشکیل یک پوسته با خصلت اقیانوسی را برای شرق ایران مردود می‌دانند. آقائاتی (۱۳۸۳)، معتقد است که رسوبات تخریبی مانند فیلیش، شیل‌های سیلیسی که با محیط عمیق اقیانوسی سازگار نیست، دلیل بر نزدیک بودن محیط تشکیل افیولیت‌های مذکور به حاشیه قاره‌ها بوده و به احتمال زیاد افیولیت‌ها در کافت‌های قاره‌ای از نوع دریای سرخ ایجاد شده است و زمین‌درزهای شرق ایران و مکران نوعی جدایش‌های هم‌خانواده نئوتتیس هستند که در اوایل ژوراسیک (سنونین) باز شده و در شرق ایران در زمان ائوسن میانی بسته شده و در ناحیه مکران هنوز پدیده فرورانش و همگرایی صفحه‌ها ادامه دارد.

به نظر بربریان (۱۹۸۳)، گرانیته شاه‌کوه همراه با سنگ‌های دگرگونی ده‌سلم، وجود فرورانش، با شیب به سمت غرب را دست کم در ژوراسیک- کرتاسه پیشنهاد می‌کند و گسترش سنگ‌های آتشفشانی و توده‌های نفوذی پالئوژن در پهنه لوت نشانه‌ای از ادامه فرورانش نه‌بندان در پالئوژن است. کانسار مس- مولبدن پورفیری با توده گرانودیوریتی

سرخ کوه واقع در جنوب بیرجند و کانسار مس پورفیری مرتبط با توده گرانودیوریتی گزو (کرتاسه بالایی)، را شاید بتوان در ارتباط با فرورانش به زیر صفحه لوت دانست (شهاب پور، ۱۳۸۰).

فاز پیرنن: رخداد پیرنن (ائوسن - الیگوسن) با پیشروی گسترده دریا و شکل گیری خشکی های وسیع همراه بوده است. و از مهم ترین پیامدهای آن ماگمازایی به صورت روانه های خروجی و یا توده های نفوذی همراه با کانی زایی است. کانی زایی از پیامدهای مهم رخداد پیرنن است. مؤمن زاده (۱۳۶۰) معتقد است این کانی زایی بخشی از یک فاز فلز زایی همزاد است که از اواخر کرتاسه آغاز و در الیگوسن به پایان رسیده و ذخایر مس، آهن، سرب، روی، باریت، سلسیت، آلونیت، بنتونیت، کائولینیت و فسفات این فاز در خور توجه است. وجود کانسارهای مس، سرب، روی و آنتیموان در سنگ های آتشفشانی و نیمه عمیق بخش شمالی لوت سبب شده تا لطفی (۱۳۶۴) فاز پیرنن را یک عصر فلز زایی در ناحیه شمالی لوت بداند. جونگ و همکاران (۱۹۸۳)، جایگزینی سنگ های آذرین و هم چنین تشکیل کانسارهای مس، سرب، روی رگه ای را در ارتباط با حاکم بودن شرایط زمین ساختی کششی، ضمن کوهزایی پیرنه دانسته اند. ولی بربریان (۱۹۸۱) جایگزینی توده های نفوذی در این منطقه را در ارتباط با فرورانش صفحه عربستان به زیر ایران می داند. شهاب پور (۱۹۹۹) شکستگی های عمیق زمین شناسی را در جایگزینی توده های آذرین و تشکیل کانسار در این منطقه مطرح نموده است، لیکن فرورانش یک صفحه اقیانوسی وسیع و یا موضعی را جهت فراهم نمودن مواد مذاب، مردود نمی شناسد.

فاز آتیکن: رخداد آتیکن (میوسن پسین - پلیوسن) در بلوک لوت نیز مانند بیشتر نقاط ایران پیامدهایی نظیر چین خوردگی، دگرشکلی و ماگماتیسیم دارد. به طور کلی در ایران، بیشتر کانی سازی مس - مولیبدن پورفیری همراه با اسکارن های فلزی و سیلیکاتی و کانسارهای سرب - روی، باریت، طلا، آرسینک، آنتیموان و جیوه وابسته به ماگمازایی رخداد آتیکن هستند (آقانباتی، ۱۳۸۳).

فاز پاسادین: رخداد پاسادین (اواخر پلیوسن)، مهم ترین رخداد در زمین ساختی سراسری و چهره ساز ایران است که ماهیت کوهزایی داشته و یک فاز فشاری محسوب می شود و منجر به سیمای ریخت زمین ساختی امروزی ایران شده است. رخداد پاسادین، پایان حرکات زمین ساختی ایران نیست و فلات ایران همچنان تحت تأثیر نیروهای زمین ساختی قرار دارد. عملکرد چین خوردگی رخدادهای زمین ساختی جوان در بلوک لوت ضعیف بوده است و سازند لوت به سن پلیوسن تقریباً افقی می باشد (آقانباتی، ۱۳۸۳).

## ۲-۸- زمین شناسی بر گه ۱:۵۰۰۰۰

این محدوده از نظر ساختاری، در مرز پهنه‌ی لوت و افیولیت ملائز کمر بند خاور ایران واقع شده است. واحدهای زمین شناختی در منطقه به طور عمده شامل آمیزه افیولیتی، شیل و سنگ ماسه مربوط به اواخر کرتاسه-پالئوسن است که زیر اثر دگرگونی ناحیه‌ای در حد شیست سبز قرار گرفته و تبدیل به اسلیت و سنگ ماسه‌ی دگرگونه کوارتز آرنایتی شده است. دیگر نقاط منطقه شامل سنگ‌های آتشفشانی تراکی-آندزیتی، آندزیت و نیز سنگ‌های آذر آواری همچون توف، توف ریولیتی، ایگنمبریت و آگلومرا است که توسط سنگ‌های نیمه عمیق با ترکیب حد واسط (کوارتز مونزو دیوریت و دیوریت) به سن  $۳۹ \pm ۰,۷$  میلیون سال (اواخر ائوسن) در جنوب خاوری منطقه و با ترکیب داسیتی به سن  $۳۱ \pm ۰,۵$  میلیون سال در شمال منطقه به صورت دایک یا استوک قطع شده‌اند. توده‌های نیمه عمیق و آتشفشانی منطقه از نوع کالکوالکالن با پتاسیم متوسط تا بالا، پرآلومینوس و از نوع کمر بند آتشفشانی همزمان تا پس از برخورد هستند.

عمده گسل‌های منطقه از نوع راستالغز چپ‌رو و راست‌رو هستند که نقش به‌سزایی در کنترل فعالیت‌های آتشفشانی و دگرسانی منطقه دارند و در یک پهنه‌ی برشی ترافشاری شکل گرفته‌اند و در اثر پیشروی، چندین نسل شکستگی وابسته در آنها تشکیل شده است، به طوری که در بسیاری موارد تشخیص نسل‌ها را مشکل ساخته‌اند. واحدهای آتشفشانی و قدیمی‌تر منطقه زیر اثر نفوذ توده‌های نیمه عمیق و محلول‌های هیدروترمالی حاصل از آن قرار گرفته و اندکی دگرسان شده‌اند. عمده دگرسانی در منطقه شامل دگرسانی لیستوینیتی، آرژیلیکی، سیلیسی و پروپلیتیکی است.

واحدهای چینه-زمین ساختی که در گستره‌ی نقشه رخنمون دارند، در محل برخورد دو اقلیم زمین ساختی کمر بند خاور ایران و لوت قرار دارند. واحدهای سنگ-چینه‌ای منطقه شامل سنگ‌هایی با سن مزوزوئیک تا عهد حاضر هستند. واحدهای سنگ چینه‌ای بر گه خوسف از قدیم به جدید عبارتند از:

آمیزه افیولیتی کرتاسه بالایی: (om, gb, hz) رخنمون‌های کوچک و غیر قابل تفکیک با عنوان آمیزه افیولیتی (om) معرفی شده که دربردارنده آمیزه‌ای از چند واحد سنگی توالی افیولیتی به طور عمده هارزبورژیت سرپانتینیته شده (hz)، گابرو (gb) و بازالت بالشی همراه با رسوبات ریزدانه آهکی به رنگ قرمز تا صورتی و شیل سیلیسی (رادبولردار) با همبری گسله است

نهشته‌های فلیش گون کرتاسه بالایی-پالئوسن: (Pec, KPefph, KPefsl) در جنوب خاوری نقشه‌ی خوسف، توالی رسوبی دگرگون شده دیده می‌شود که به نهشته فلیش گونه خاور ایران معروف می‌باشند. این واحد سنگ-چینه‌ای به

طور عمده، شامل تناوبی از شیل، سیلت سنگ و سنگ ماسه‌ی آرنایتی تا ساب لیت آرنایت دگرگون شده با میان لایه هایی از سنگ آهک متبلور است. این توالی در فرایند دگرگونی ناحیه‌ای تا رخساره شیست سبز قرار گرفته است و بر گوارگی اسلیتی (KPe fsl)، در بیشتر موارد فیلیتی (KPe fph) در آن پدیدار شده است. بر گوارها در این منطقه به طور عمده به موازات سطوح لایه‌بندی گسترش یافته‌اند و در راستای این بر گوارها و نیز در سطح این واحد رگه‌های سیلیسی فراوانی مشاهده می‌شود.

به سمت خاور، مرز پائین این واحد در خارج از محدوده‌ی مطالعاتی با فیولیت ملائزهای کرتاسه مشخص و گسلی و مرز بالایی آن نیز در بیشتر جاها گسلی است و در جنوب خاوری و نیز شمال خاوری نقشه در اطراف کلاته سنگ توک توسط واحد سنگ جوش (Pe c) به طور ناپیوسته پوشیده شده است لازم به ذکر است چندین دسته دایک موازی یا متقاطع با ترکیب حدواسط میکرو کوارتز دیوریت تا مونزودیوریت این واحد و واحدهای جوان تر از آن را قطع کرده است.

-توالی نهشته‌های دریایی پالئوسن-ائوسن: (Enl , Ecs , PeEf) در اطراف روستای تجک بر روی واحد سنگ جوش متوسط تا ضخیم لایه (Pe c) با پیشروی دریا، پس از یک وقفه رسوب گذاری توالی نهشته‌های دریایی شامل سنگ جوش، سنگ ماسه، سیلت، مارن مربوط به واحد (PeEf) و آهک‌های نومولیت دار (Enl) به طور عمده در محیط کم ژرفای دریایی برجای گذاشته شده‌اند.

دوران سنوزوئیک یکی از مهمترین و پرتکاپوترین دوران زمین شناسی در گستره‌ی نقشه خوسف است. رخنمون‌های سنگی مربوط به این برهه‌ی زمانی از گسترش قابل ملاحظه‌ای در محدوده‌ی نقشه برخوردار است و شامل سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب بازیک تا اسیدی به همراه وابسته‌های آتشفشانی-رسوبی آن و نیز سنگ‌های نیمه عمیق حدواسط به صورت دایک و گنبد هستند. که در شمال، مرکز و جنوب نقشه رخنمون دارند.

واحد آذرآواری شامل توف، توف ریولیتی، برش توف Etag , Ert بر روی گدازه‌های منطقه، واحدهای آذرآواری، با اندکی وقفه‌ی زمانی قرار می‌گیرند. ستبرای این مجموعه به ۲۵ متر می‌رسد. این مجموعه‌ی آذرآواری شامل توف اسیدی ریولیتی تا ریوداسیتی، اینگمیریت قرمز روشن تا تیره و در برخی قسمت‌ها همراه با تناوبی از آگلومرا و یا برش توف است که بخش وسیعی از جنوب منطقه را در برمی‌گیرد.

واحدهای آتشفشانی-رسوبی ائوسن-اولیگوسن (Otan , Oban , Oagt , Oant , EOt) بر روی گدازه و سنگ‌های آتشفشانی ائوسن منطقه، واحدهای آذرآواری ائوسن-اولیگوسن (EOt)، با اندکی وقفه‌ی زمانی قرار می‌گیرند. ستبرای این مجموعه به ۳۰۰ تا ۳۵۰ متر می‌رسد. این مجموعه‌ی آذرآواری شامل توف اسیدی ریولیتی تا ریوداسیتی و نیز توف

بلوری-سنگی (Otan) همراه با گدازه آندزیت-بازالتی (Oban)، آگلومرا، برش توف و در برخی قسمت‌ها همراه با تناوبی از اینگمبیریت قرمز روشن تا تیره (Oagt) و نیز گدازه آندزیت-بازالتی همراه با توف به رنگ سبز تیره (Oant) است که بخش وسیعی از شمال منطقه را در برمی-گیرد.

نهشته‌های نئوژن: (Ngm , Ngscm , Ngsm , Ngcm , Ngc) در قسمت میانی نقشه، نهشته‌های نئوژن منطقه به طور دگرشیب ردیف رسوبی پالئوژن را می پوشاند و ستبرای آن در بخش رخنمون یافته به ۲۵۰ متر می رسد. نهشته‌های پلیوسن-کواترنر: (PIQC) این نهشته‌ها که از رس، مارن و سنگ جوش با سیمان کم و جورشدگی ضعیف تشکیل شده‌اند. ریختاری تپه ماهوری دارند و در بخش شمالی محدوده گسترده شده‌اند. قلوه‌های تشکیل دهنده آن بیشتر آهکی و ولکانیکی است. اجزاء تشکیل دهنده آن به طور متوسط قطری از ۵ تا ۱۰ سانتیمتر دارند، لایه های آنها شیب بسیار کمی در حد ۱۰ درجه دارد.

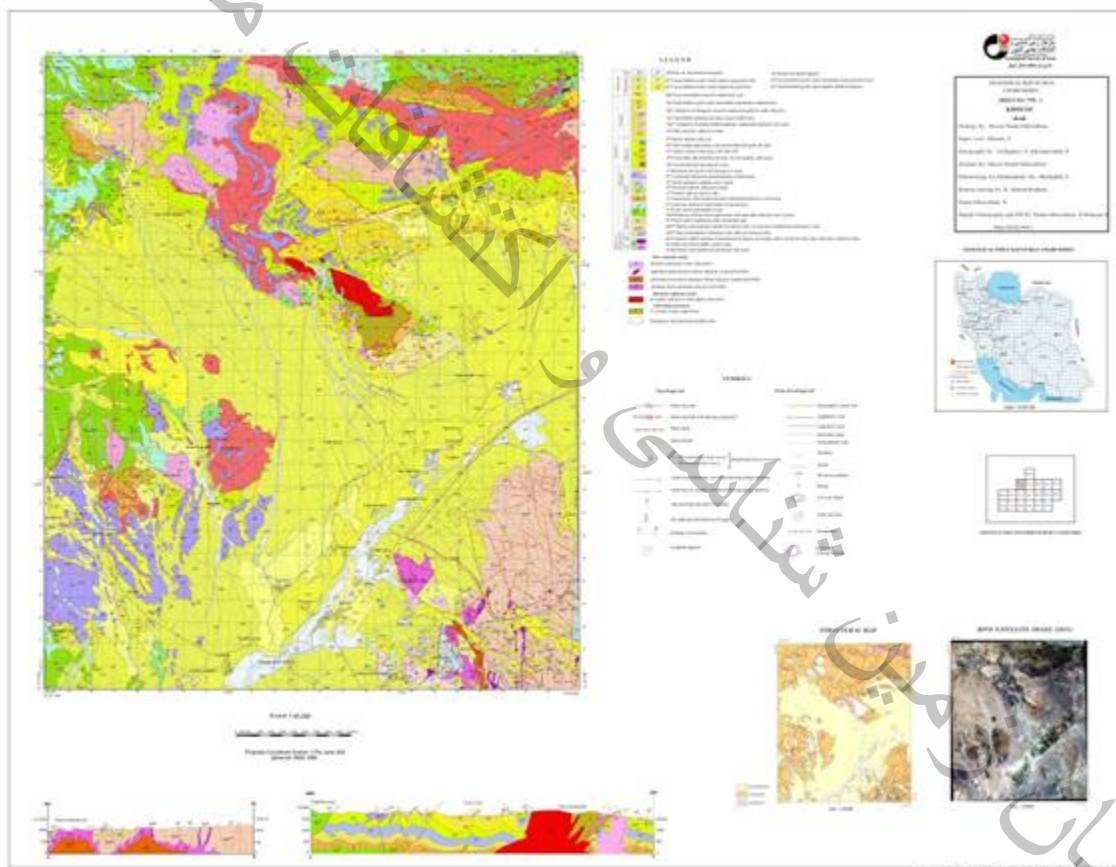
نهشته‌های پلیوسن-کواترنر: (PIQC) این نهشته‌ها که از رس، مارن و سنگ جوش با سیمان کم و جورشدگی ضعیف تشکیل شده‌اند. ریختاری تپه ماهوری دارند و در بخش شمالی محدوده گسترده شده‌اند. قلوه‌های تشکیل دهنده آن بیشتر آهکی و ولکانیکی است. اجزاء تشکیل دهنده آن به طور متوسط قطری از ۵ تا ۱۰ سانتیمتر دارند، لایه های آنها شیب بسیار کمی در حد ۱۰ درجه دارد.

نهشته‌های کواترنر: بخش زیادی از نهشته‌های کواترنر این دشت، خاستگاه آبرفتی دارد که با سنی متفاوت، ریخت شناسی متنوع و سنگ‌شناسی گوناگون، از نظر نوع و اندازه مصالح هم در دامنه کوه‌ها به ویژه دامنه‌های شمالی و جنوبی، هم در زمین‌های پست و بستر رودخانه‌ها گسترش یافته‌اند. تنوع در نهشته‌های آبرفتی، حاصل گذشت زمان و تغییرات آب و هوایی از یک سو و تأثیر حرکات زمین ساختی (بیشتر به گونه ی برپایی و تشکیل سطوح زمین ریخت شناسی) و فرآیندهای هوازدهی مکانیکی، از سوی دیگر است.

بخش زیادی از نهشته‌های کواترنر این دشت، خاستگاه آبرفتی دارد که با سنی متفاوت، ریخت‌شناسی متنوع و سنگ‌شناسی گوناگون، از نظر نوع و اندازه مصالح هم در دامنه کوه‌ها به ویژه دامنه‌های شمالی و جنوبی، هم در زمین‌های پست و بستر رودخانه‌ها گسترش یافته‌اند. تنوع در نهشته‌های آبرفتی، حاصل گذشت زمان و تغییرات آب و هوایی از یک سو و تأثیر حرکات زمین ساختی (بیشتر به گونه ی برپایی و تشکیل سطوح زمین ریخت شناسی) و فرآیندهای هوازدهی مکانیکی، از سوی دیگر است.

سنگ‌های نفوذی کم ژرفا تا ژرف منطقه: سنگ‌های نیمه عمیق و عمیق منطقه‌ی خوسف، به طور عمده به صورت دایک و در برخی موارد به صورت استوک و گنبد به داخل نهشته‌های فلیش گون، سنگ‌های آتشفشانی و آتشفشانی-

رسوبی منطقه که در بالا سنگ‌های نیمه عمیق و عمیق منطقه‌ی خوسف، به طور عمده به صورت دایک و در برخی موارد به صورت استوک و گنبد به داخل نهشته‌های فلیش‌گون، سنگ‌های آتشفشانی و آتشفشانی-رسوبی منطقه که در بالا توصیف آنها گذشت تزریق شده‌اند. این سنگ‌ها که بافت غالب آنها پورفیری با خمیره‌ی ریز دانه‌اند، در گستره‌ی کوارتز مونوزودیوریت، کوارتز دیوریت پورفیری، داسیت و گرانیت قرار می‌گیرند و به علت کم ژرفا بودن تاثیر چندانی در سنگ میزبان نداشته و در برخی موارد سبب دگرسانی آرژیلیکی در آنها شده‌اند. دگرسانی لیستونیتی (IV)، هماتیتی، لیمونیتی، آرژیلیتی و سیلیسی: از مهمترین فرآورده‌های دگرسانی در منطقه خوسف، می‌توان به دگرسانی لیستونیتی (IV)، هماتیتی، لیمونیتی، آرژیلیتی و سیلیسی اشاره کرد. که سایر سنگ‌های منطقه را زیر اثر خود قرار داده‌اند.



شکل ۲-۷- نقشه زمین شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ خوسف ۱

کشور

معدنی

کشفیات

## فصل سوم: مطالعات دفتری

سازمان زمین شناسی و

## ۳-۱- مقدمه

مطالعات دفتری شامل تفسیر تصاویر ماهواره‌ای، مطالعات ژئوفیزیک هوایی، نتایج مطالعات ژئوشیمی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و نیز جمع آوری 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.

مطالعات دفتری این پروژه در مهرماه ۱۴۰۰ آغاز شد. در ابتدا تمامی اطلاعات کلی مرتبط با منطقه، شامل نقشه‌های زمین‌شناسی یک به ۲۵۰ هزار و یکصد هزار، نقشه‌های توپوگرافی یک به ۲۵ هزار، آنومالیهای ژئوشیمیایی، آنومالیهای ژئوفیزیک هوایی، عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای گردآوری و سازماندهی شد. مطالعات دورسنجی در محدوده نقشه ۱:۵۰,۰۰۰ خوسف توسط احمدی روحانی (۱۴۰۱) انجام شده که خلاصه‌ای از آن گزارش در بخش ۳-۲ ارائه شده است. خلاصه‌ای از گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰,۰۰۰ بر گه خوسف (اشرف پور، ۱۳۸۲) نیز در بخش ۳-۳ آمده است. در این فصل نتایج تفسیر این داده‌ها و نحوه تلفیق آن‌ها بحث و در نهایت پتانسیل‌های موجود در بر گه مورد مطالعه برای عملیات صحرایی معرفی می‌شوند.

## ۳-۲- تفسیر تصاویر ماهواره‌ای

سنجش از دور دانش کسب اطلاعات فیزیکی و شیمیایی از پدیده‌های زمینی و جوی از طریق ویژگی‌های امواج الکترومغناطیسی بازتابی یا منتشر شده از آن‌ها و بدون تماس مستقیم با پدیده‌های مذکور می‌باشد. سیستمهای سنجش از دور ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌های منحصر بفردی چون تامین دید وسیع و یکپارچه از منطقه، استفاده از گستره طیف الکترومغناطیسی جهت ثبت خصوصیت پدیده‌ها، پوشش‌های تکرار شونده زمانی و مکانی و سرعت انتقال و تنوع اشکال داده‌ها و امکان بکارگیری سخت‌افزارها و نرم افزارهای تخصصی رایانه‌ای، هزینه پایین نسبت به سایر روشهای تحقیقات میدانی در سطح جهان کاربرد زیادی پیدا کرده است در مراحل مختلف اکتشاف بخصوص مرحله شناسایی، پردازش تصاویر ماهواره‌ای، اطلاعات مناسبی را در اختیار متخصصان این امر قرار می‌دهند. در واقع مطالعات دورسنجی یکی از روشهای شناسایی کم هزینه و دقیق می‌باشد که قبل از مطالعات ژئوشیمیایی و یا ژئوفیزیکی در منطقه اجرا می‌گردد.

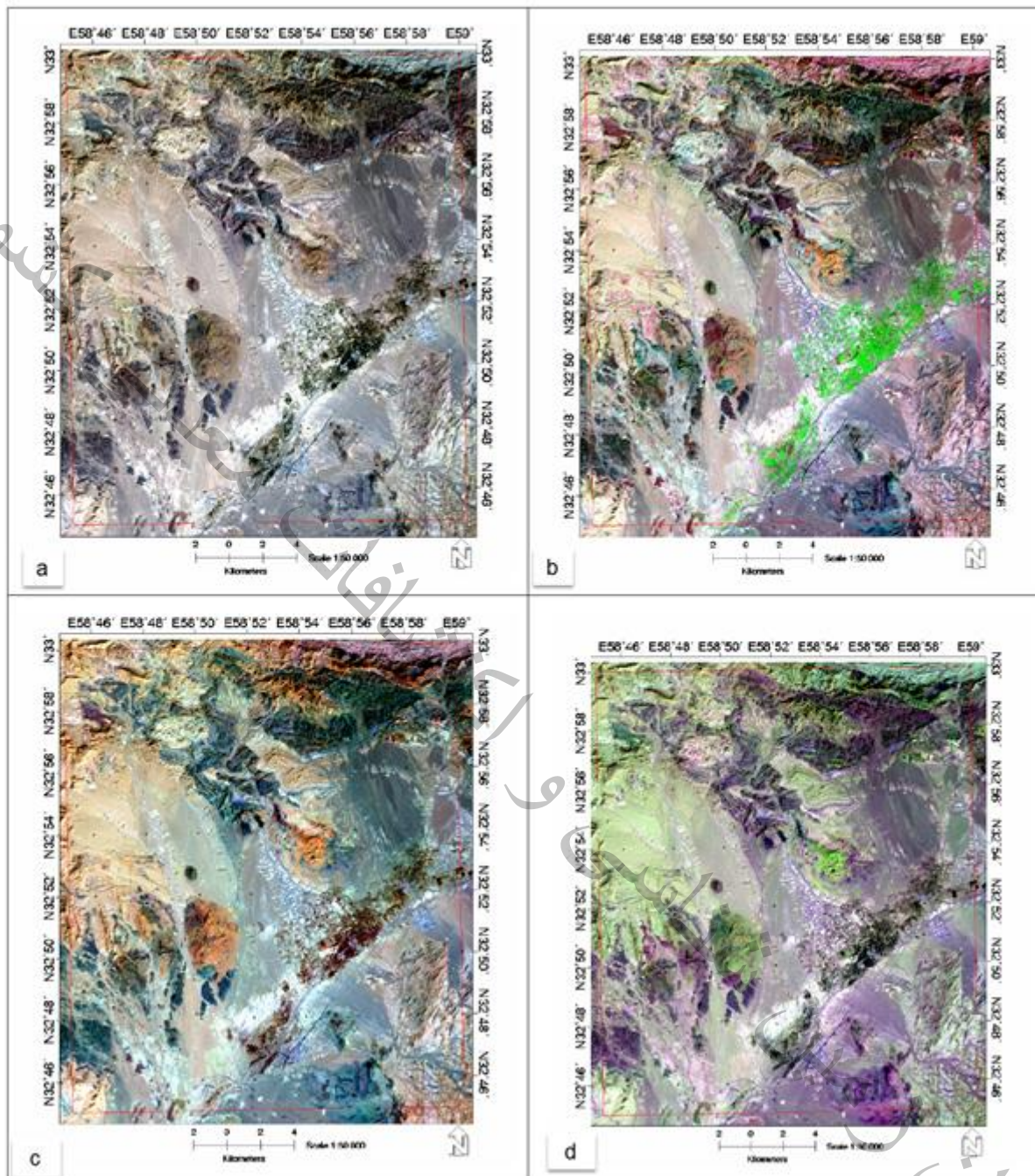
در پی جویی مواد معدنی، هدف از مطالعات دورسنجی و پردازش داده‌های مختلف، تفکیک واحدهای زمین‌شناسی جهت تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاسهای مشخص، بارزسازی خطواره‌ها و گسل‌ها و همچنین تعیین و تفکیک



انواع دگرسانی‌ها با کاربرد اکتشافی است. داده‌های مورد استفاده در این پروژه شامل داده‌های لندست ۸، ASTER، SPOT، IRS-PAN و داده‌های با تفکیک مکانی بالا (با تفکیک مکانی ۵۰ و ۳۰ سانتیمتر) بوده است. در پردازش‌های انجام شده از روش‌های مختلف دورسنجی از جمله ترکیب بانندی، نسبت بانندی، ترکیب نسبت بانندی، روش‌های آنالیز طیفی، بخصوص نقشه بردار زاویه طیفی (SAM)، کمک گرفته شده است. در پردازش داده‌های محدوده اکتشافی، از نرم افزارهای ENVI و ER-Mapper و GEOMATICA و ArcGIS استفاده شده است. بعد از انجام مراحل پیش پردازش و پردازش داده‌های ذکر شده، با مقایسه نتایج پردازش‌های مختلف، بهترین خروجی از لحاظ تفکیک دگرسانی و واحدهای سنگی، بصورت لایه اطلاعاتی رقومی تهیه گردید.

### ۳-۲-۱- پردازش داده‌های لندست ۸ محدوده اکتشافی:

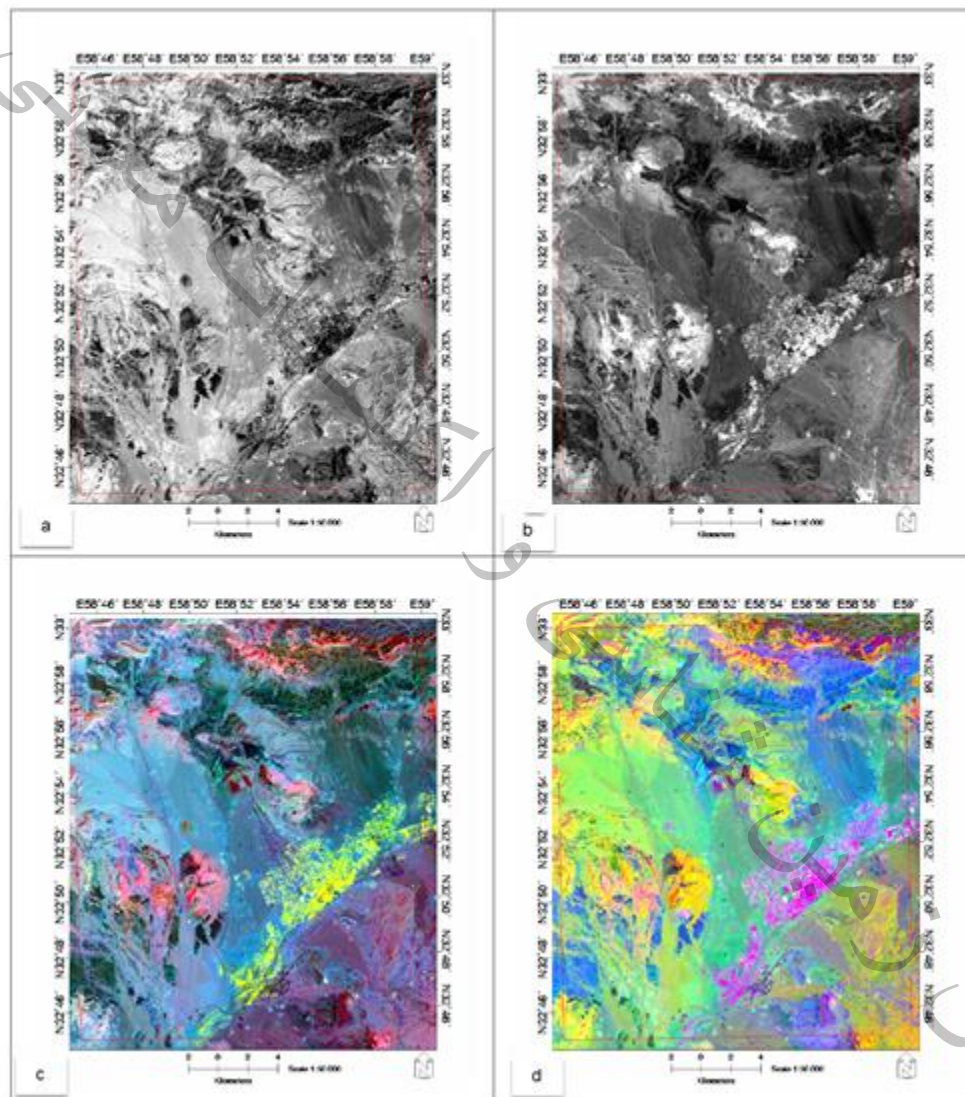
لندست ۸ (Landsat8) ماهواره آمریکایی دیده‌بانی زمین است که ۱۱ فوریه ۲۰۱۳ به فضا پرتاب شد. لندست ۸ هشتمین ماهواره از سری ماهواره‌های لندست و هفتمین ماهواره از این پروژه است که با موفقیت در مدار قرار گرفت. این ماهواره حاصل همکاری ناسا و سازمان زمین‌شناسی آمریکا است. در مرحله اول پردازش‌ها، برای تفکیک واحدهای سنگی و دگرسانی‌های محدوده ۱:۵۰,۰۰۰ خوسف ۱، از داده لندست ۸ استفاده شد. داده حاصله دارای تفکیک مکانی ۳۰ و ۱۵ متر بوده و می‌تواند با تلفیق داده، جهت تهیه عکس - نقشه در مقیاس‌های مختلف تا حدود ۱:۵۰,۰۰۰ مورد استفاده قرار گیرد. به منظور پردازش و به دست آوردن اطلاعات دقیق از منطقه، از ترکیبات بانندی و نسبت باندهای مختلف استفاده شد که نتایج ترکیب بانندی در شکل ۳-۱ و نسبت بانندی در شکل ۳-۲ آمده است.



شکل ۳-۱- پردازش داده‌های لندست ۸

(a) با استفاده از ترکیب باندهای 432 (RGB)، واحدهای موجود تا حدی تفکیک شده و سنگهای دگرگونی و آتشفشانی با رنگ آبی تیره‌تر متمایز شده‌اند؛ (b) تصویر حاصل از پردازش ترکیب باندهای 753 (RGB) که در آن کانهای رسی روشن‌تر از بقیه واحدها دیده می‌شود. علاوه بر این، پوشش گیاهی به رنگ سبز و سنگ‌های گرانیتوئیدی به رنگ صورتی تیره تا صورتی مایل به سفید تفکیک می‌شوند. در این ترکیب رنگی، معمولاً واحدهای حاوی  $FeO$ ,  $MnO$

به رنگ قهوه ای مایل به قرمز و بخش های دگرگونی (اسلیت و ماسه سنگ دگرگونی) به رنگ آبی متمایل به سورمه ای مشاهده می شوند؛ (c) در ترکیب بانندی 642 (RGB) سنگهای گرانیتوئیدی و سنگهای غنی از آهن به رنگ نارنجی تا قهوه ای، سنگهای دگرگونی به رنگ آبی تیره، واحدهای کربناته به رنگ نارنجی روشن و بخش های کائولینیتی به رنگ آبی تفکیک می شوند؛ (d) در ترکیب بانندی 472 (RGB) واحدهای حاوی اکسیدهای آهن تفکیک شده و به رنگ سبز مشاهده می شوند.



شکل ۳-۲- پردازش داده های لندست ۸ به روش نسبت بانندی

(a) پردازش با هدف بارزسازی اکسیدهای آهن، بخش های روشن بخش های غنی از اکسید آهن هستند؛ (b) در این پردازش کانیهای رسی به رنگ روشن نمایش داده شده است. (c) با استفاده از ترکیب نسبت بانندی انجام شده (آبرام)

بر روی تصاویر ASTER، مناطق با احتمال وجود آلتراسیون و کانیه‌های رسی به رنگ قرمز تا صورتی نمایش داده شده و اکسیدهای آهن به رنگ آبی و سبز مشاهده می‌شود. پوشش گیاهی نیز به رنگ زرد-سبز مشخص شده است. (d) در ترکیب نسبت بانندی فوق (آبرام)، نواحی غنی از کانیه‌های رسی قرمز، بخش‌های غنی از کانیه‌های رسی و آهن‌دار به رنگ زرد و نارنجی محدوده‌های غنی از آهن به رنگ سبز نمایش داده می‌شوند.

### ۳-۲-۲- پردازش داده‌های ASTER محدوده اکتشافی:

ASTER یکی از چند سنجنده ماهواره Terra می‌باشد که در سال ۱۹۹۹ به فضا پرتاب شد، سنجنده‌های ASTER انعکاس و انتشار حاصل از تابش امواج الکترو مغناطیس بر روی سطح زمین و اتمسفر را در ۱۴ کانال اندازه‌گیری می‌کنند و در سه گروه کانال دسته‌بندی می‌شوند: سه ثبت (باند) مربوط به محدوده تابش مرئی و نزدیک مادون قرمز (به طور اختصار<sup>۱</sup> VNIR با وضوح مکانی ۱۵ متر، ۶ ثبت (باند) مربوط به تابش امواج کوتاه مادون قرمز (به اختصار<sup>۲</sup> SWIR با وضوح فضایی حدود ۳۰ متر و ۵ باند مربوط به تابش مادون قرمز حرارتی (به اختصار<sup>۳</sup> TIR با وضوح فضایی ۹۰ متری باشد.

وضوح بالاتر طیفی ASTER به خصوص در ناحیه امواج کوتاه مادون قرمز امواج الکترو مغناطیس، این داده را یکی از بهترین داده‌ها برای شناخت کانیه‌ها و گروه کانیه‌های مثل رسها، کربناتها، سیلیس‌ها و اکسید آهن و دیگر سیلیکات‌ها ساخته است. داده‌های لندست با وجود تفکیک نسبتاً خوب واحدها، قادر به جداسازی دقیق انواع آلتراسیونها (همانند آلتراسیون‌های پروپلیتیک، آرژیلیک، فلیک و آلتراسیون سیلیسی و کربناته) نمی‌باشد و بیشتر به دلیل محدودیت بانندی، تنها آلتراسیون‌های رسی و نواحی دارای آلتراسیون‌های اکسیدهای آهن را مشخص می‌نماید. لذا در مرحله بعدی سعی بر این شد تا با استفاده از داده‌های ASTER و انجام مطالعات با جزئی و موضوعی، آلتراسیون‌های مختلف تفکیک شود.

به منظور شناخت زون‌های آلتراسیون در محدوده مورد مطالعه برخی متدهای دورسنجی شامل ترکیب بانندی، نسبت بانندی و آنالیز طیفی به روش نقشه‌بردار زاویه طیفی (Spectral Angel Mapper) بر روی داده ASTER محدوده اکتشافی انجام گرفت. برای داده‌هایی که پیش از سال ۲۰۰۲ میلادی تولید شده‌اند، تصحیح کروس‌تاک بر روی آنها با استفاده از نرم‌افزار cross talk correction انجام شد. سپس با استفاده از داده SPOT-5 زمین مرجع شده و بوسیله نقشه توپوگرافی چک گردید. محدوده مورد مطالعه از سین یادشده بریده و داده‌های VNIR-SWIR مربوط به داده

<sup>1</sup> VNIR= Visible Near Infra-Red

<sup>2</sup> SWIR= Short Wave Infra-Red

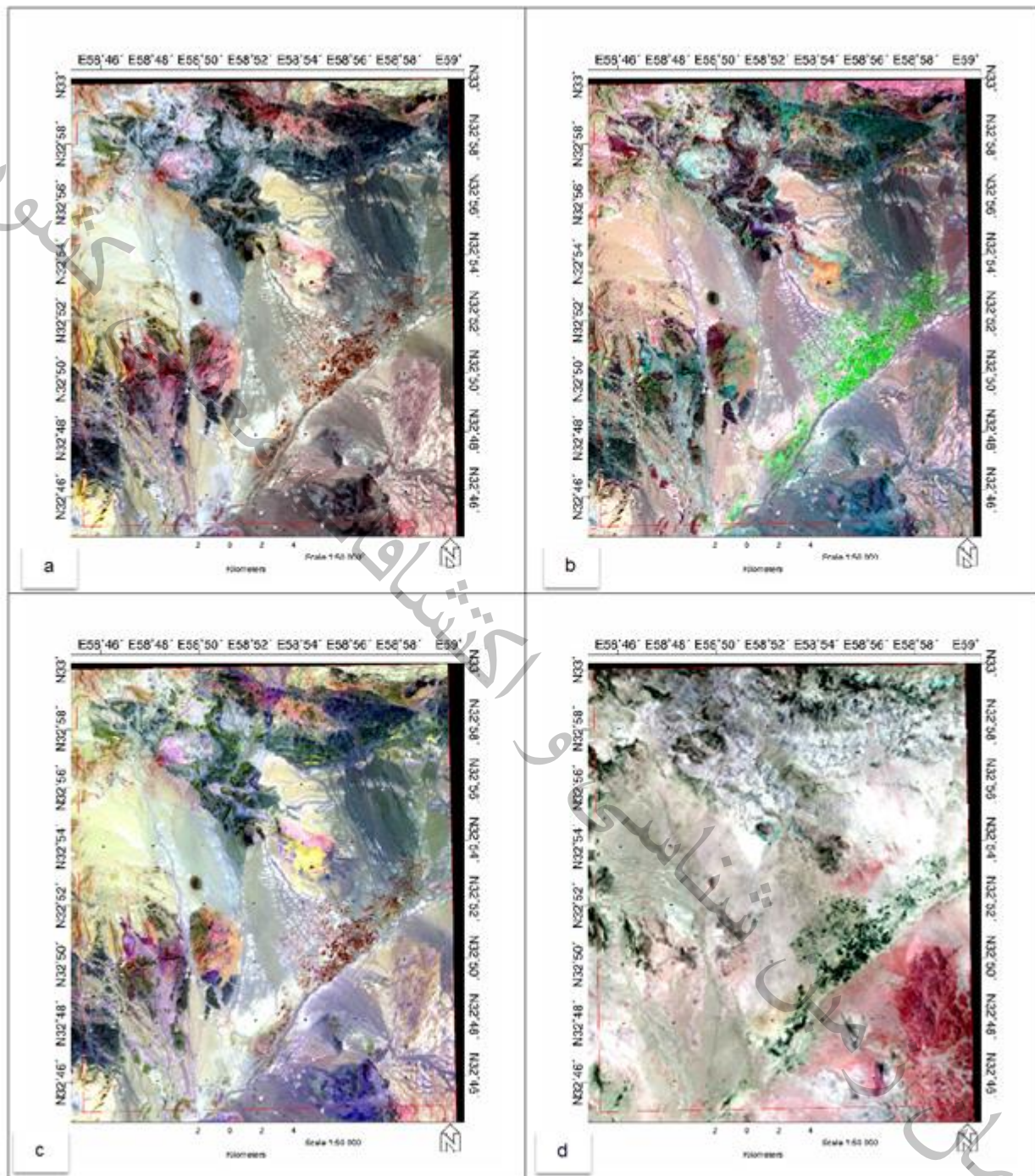
<sup>3</sup> TIR= Thermal Infra-Red



L1B با استفاده از تصحیح لاگ (Log Residual) از نظر رادیومتری نرمال شد تا اثرات مربوط به خطاهای سنجنده و فاکتورهای محیطی برداشته شود.

### ۳-۲-۳- پردازش داده‌های استر به روش ترکیب بانندی:

برای مشخص نمودن کانی‌ها و زون‌های دگرسانی در منطقه از روش ترکیب بانندی و ترکیب باندهای مشخص از داده آماده‌سازی شده ASTER استفاده گردید. نتایج پردازشهای انجام شده با روش ترکیب بانندی با داده ASTER در شکل ۳-۳ آمده است.



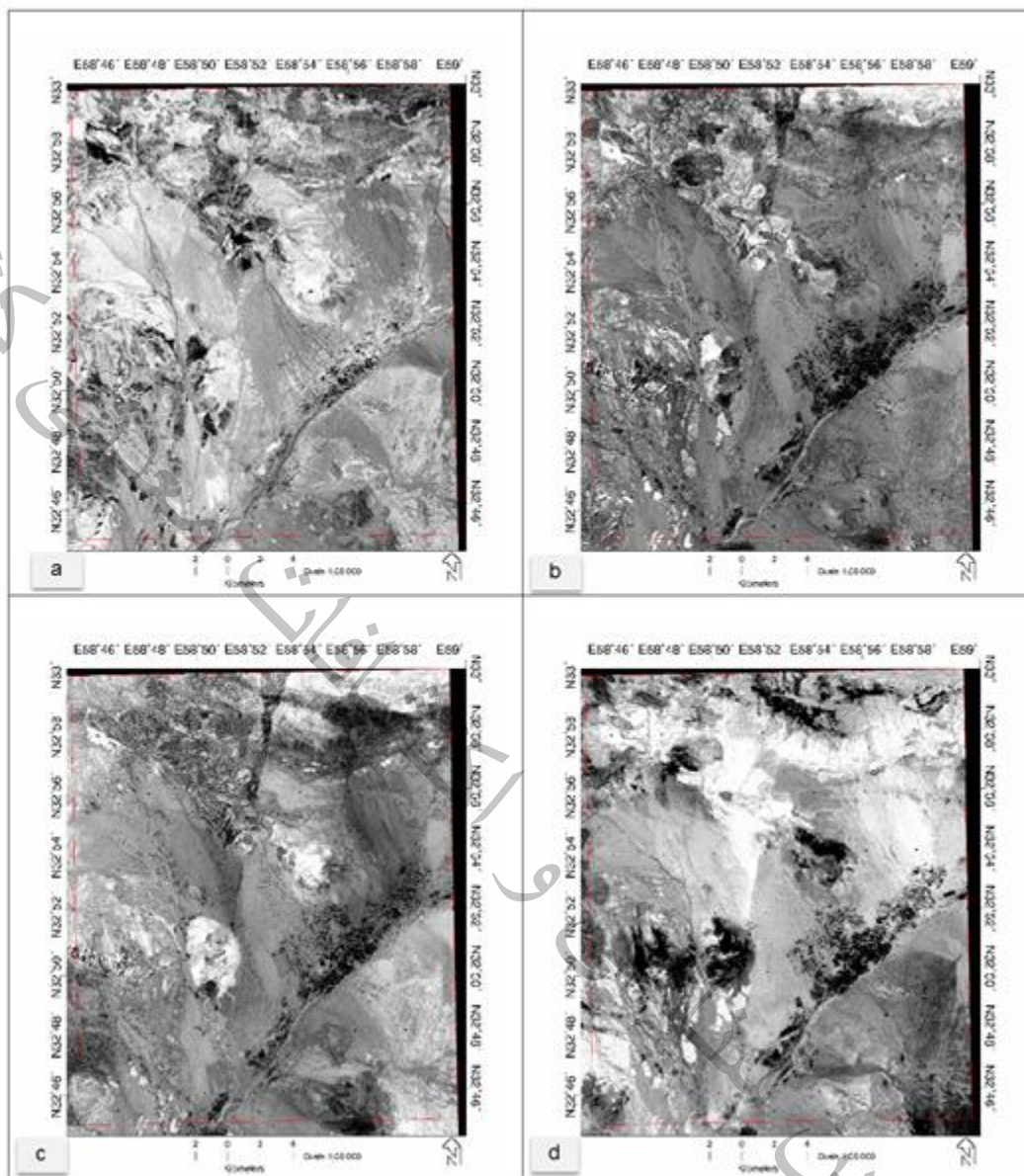
شکل ۳-۳- پردازش داده‌های ASTER با استفاده از ترکیب باندی

(a) تفکیک آلتراسیون‌های پروپلیتیک به رنگ سبز، آرژیلیک و فلیک به رنگ صورتی، و کربنات به رنگ زرد با استفاده از روش ترکیب باندی (RGB) 468؛ (b) تصویر حاصل از پردازش ترکیب باندی (RGB) 531 که در آن واحدهای زمین‌شناسی و لیتولوژیهای دارای ترکیبات آهن (قرمز تا قهوه ای) و پوشش گیاهی به رنگ سبز تفکیک

شده‌اند؛ (c) پردازش حاصل از نسبت باندی ۴۶۱ جهت بارزسازی بخشهای ولکانیکی (آندزیتی) به رنگ آبی تیره، آلتراسیون پروپلیتیک به رنگ سبز، فلیک به رنگ صورتی و کربنات به رنگ زرد؛ (d) پردازش ترکیب باندی ۱۳:۱۲:۱۰ جهت بارزسازی بخشهای با میزان سیلیس بالا (واحد‌های گرانیتی) به رنگ صورتی و بنفش کم رنگ نمایش داده شده است.

### ۳-۲-۴- پردازش داده‌های ASTER با هدف بارزسازی ترکیبات آهن:

بارزسازی کانیه‌های حاوی ترکیبات و اکسیدهای آهن با استفاده از روش نسبت باندی در محدوده خوسف انجام شد. در پردازشهای انجام شده چگونگی گسترش ترکیبات آهن فریک، آهن فرو، اکسیدهای فریک و سیلیکاتهای آهن به نمایش گذاشته شده است.



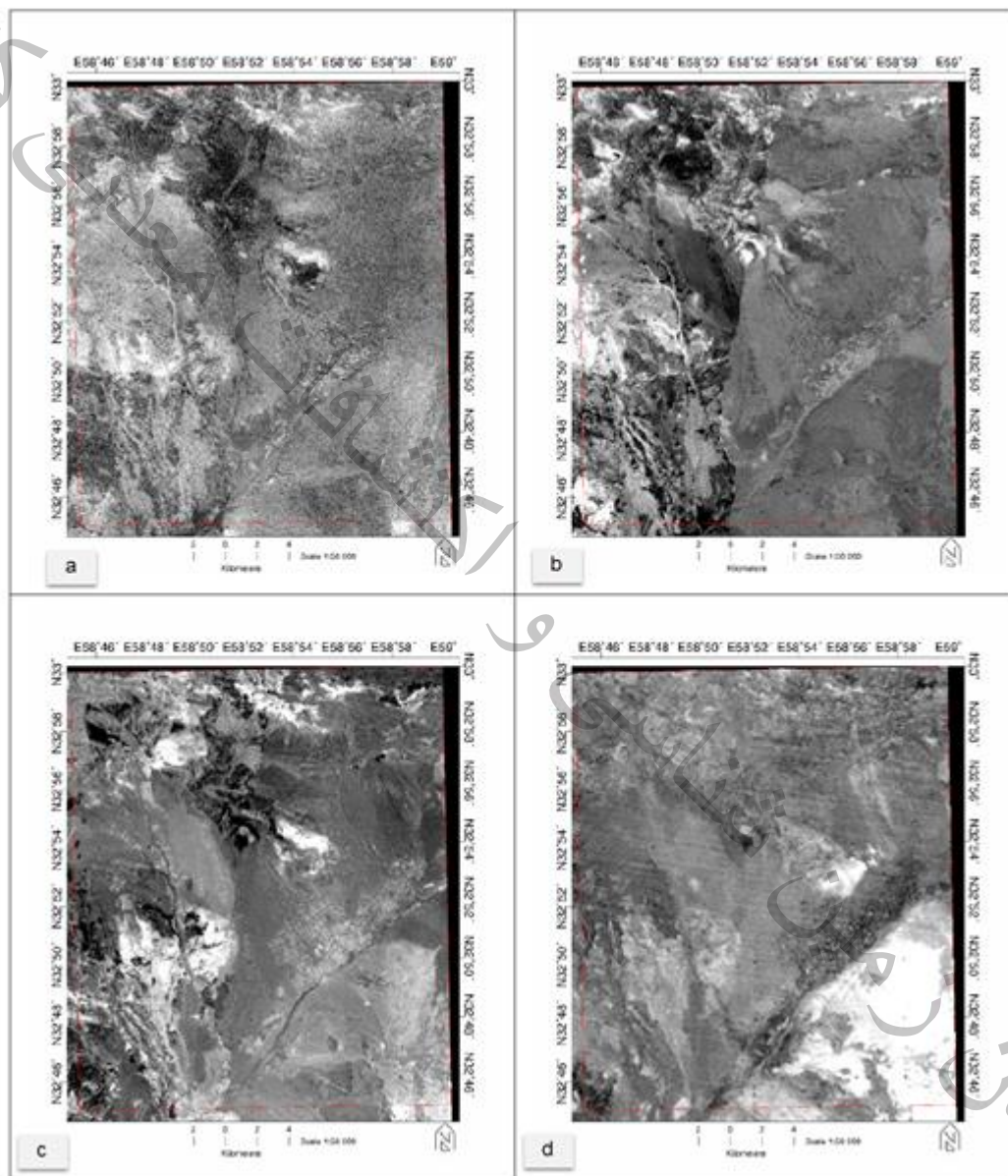
شکل ۳-۴- پردازش داده‌های ASTER با هدف بارزسازی ترکیبات آهن

(a) تفکیک محدوده‌های واجد کانیهای با عامل آهن فریک + $Fe_3$  Ferric iron، به رنگ روشن؛ (b) تفکیک محدوده‌های واجد کانیهای با عامل آهن فروس + $Fe_2$  Ferrous iron، به رنگ روشن؛ (c) تفکیک محدوده‌های واجد کانیهای دارای اکسید فریک Ferric Oxides به رنگ روشن؛ (d) تفکیک محدوده‌های واجد کانیهای دارای عامل سیلیکاتهای آهن با رنگ روشن.



## ۳-۲-۵- پردازش داده‌های ASTER جهت تهیه ایندکس‌های آلتراسیونی:

ایندکس‌های آلتراسیونی خود تابع نسبتی بشمار می‌روند. از ایندکس OHI، برای مشخص کردن کانی‌های دارای عامل هیدروکسیل (OH) و کانی‌های رسی استفاده می‌شود. از ایندکس CLI برای مشخص کردن نواحی دارای کانی کلسیت و برای شناسایی نواحی دارای واحدهای کربناته و دگرسانی کربناتی (اسکارن) استفاده می‌شود.



شکل ۳-۵- پردازش داده‌های ASTER با استفاده از ایندکس‌های آلتراسیونی

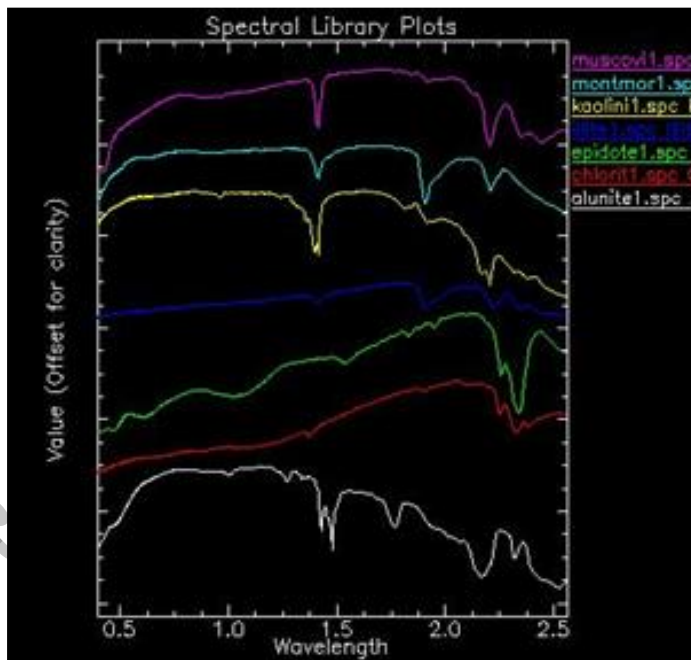
(a) تفکیک محدوده‌های با احتمال حضور آلتراسیون‌های آلونیتی (زون آرژیلیک پیشرفته و احتمال کانی‌سازی طلا).  
 (b) بارزسازی آلتراسیون و بخش‌های کربناته با بکارگیری ایندکس مشخص‌کننده کلسیت CLI (مناطق مستعد حضور

اسکارن یا کربنات در پروپلیتیک؛ (c) بارزسازی کانی‌های دارای هیدروکسیل (OH) کانیهای رسی؛ (d) بارزسازی نواحی با میزان سیلیس بالا؛ (c) بارزسازی نواحی غنی از سیلیس یا کانی کوارتز

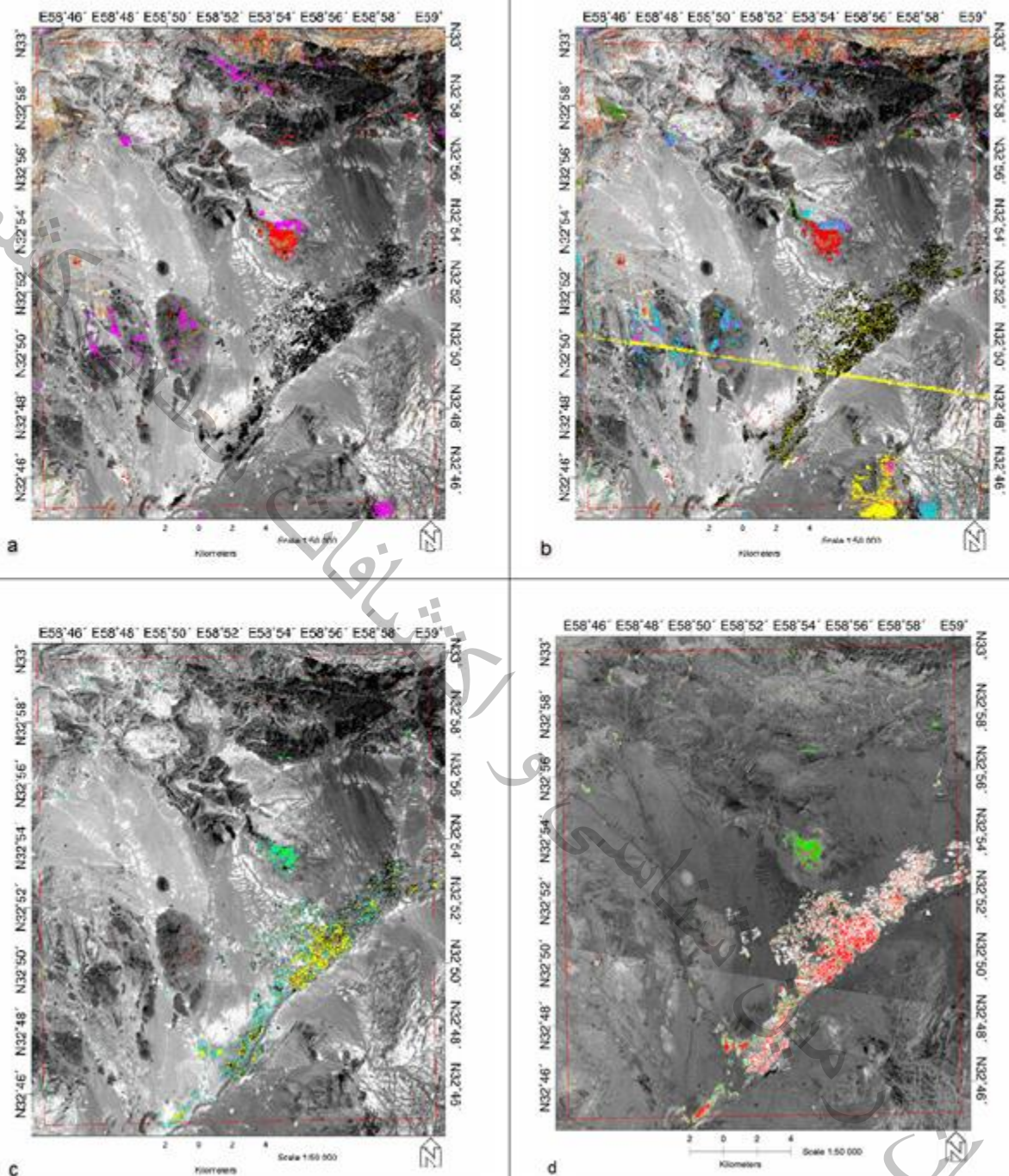
### ۳-۲-۶- پردازش داده‌های ASTER با استفاده از آنالیز طیفی:

نقشه برداری زاویه طیفی، یک روش رده بندی طیفی می‌باشد که در طی آن شباهت بین طیف مرجع با طیف پیکسل بوسیله محاسبه زاویه بین طیف‌ها تعیین می‌شود. مهمترین ویژگی در یک نمودار طیفی که به عنوان یک مشخصه شاخص در شناسایی مواد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد شدت، شکل و محل قرارگیری نقاط جذبی در نمودار است. پیک‌های جذبی طول موج‌هایی از طیف الکترومغناطیسی را نشان می‌دهند که در آنها، جسم انرژی تابشی را به جای انعکاس جذب می‌کند. عامل اصلی جذب در کانی‌ها وجود کاتیون‌ها، آنیون‌ها، ناخالصی‌ها و عناصر کمیاب و تأثیر میدان بلوری کانی است. این تحلیل‌ها با بررسی طیف مرجع مربوط به عارضه مورد نظر و طیف ثبت شده برای هر پیکسل در تصویر ماهواره‌ای بر اساس محاسبات ریاضی مربوط به روش آنالیز طیفی پیکسل‌های مورد نظر را انتخاب و بعنوان ماده مورد نظر پیشنهاد می‌دهد. در آنالیز طیفی محدوده خوسف ۱، نمودارهای طیفی کانیهای نظیر آلونیت، کائولینیت، همتیت، جاروسیت، گوتیت، کلریت، اپیدوت، ایلیت، مونت موریلونیت، سیرسیت، اسمکتیت و آنورتیت به عنوان داده مرجع استفاده شد که نتایج برخی آنها در شکل ۳-۶ آمده است.

در شکل ۵-۷ نتیجه حاصل از آنالیز طیفی برای کانیهای آهن دار (a)، دگرسانیهای همرا کانی سازی مس (b)، دگرسانیهای همرا کانی سازی طلا سولفیداسیون بالا شامل کانیهای آلونیت، پیروفیلیت و جاروسیت (c) و بارزسازی کانیهای گروه بنتونیت و اسمکتیت (d) آورده شده است.



شکل ۳-۶- نمودار طیفی کانی‌های انتخاب شده جهت بارزسازی آلتراسیون‌های مس و طلا در مرحله آنالیز طیفی از جمله: آلونیت، کائولینیت، سریسیت، ایلیت، مونت موریلونیت، کلریت و اپیدوت



شکل ۳-۷- نقشه حاصل از پردازش داده ASTER به روش تحلیل طیفی SAM

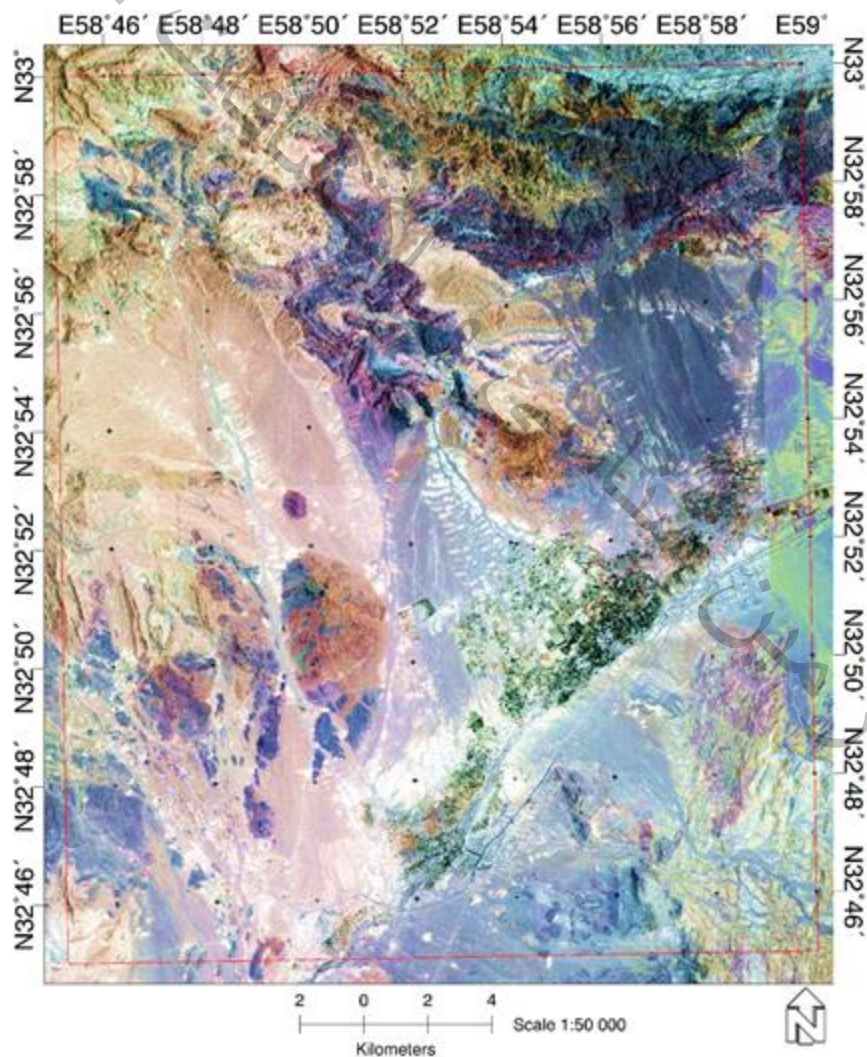
(a) کانیهای آهن دار (هماتیت به رنگ قرمز؛ گوئیت نارنجی؛ لیمونیت به رنگ زرد و ژاروسیت به رنگ بنفش).  
 (b) دگرسانیهای همرا کانی سازی مس (کلریت و اپیدوت به رنگ سبز؛ سریسیت به رنگ بنفش؛ کائولینیت به رنگ زرد؛ مونتموریلونیت و ایلیت به رنگ آبی)، (c) دگرسانیهای همرا کانی سازی طلا سولفیداسیون بالا شامل: کانیهای



آلونیت، پیروفیلیت و جاروسیت و (d) بارزسازی کانیه‌های گروه بنتونیت و اسمکتیت زرد پوشش گیاهی و بنتونیت زرد آورده شده است.

### ۳-۲-۷- پردازش داده‌های با تفکیک مکانی بالا در محدوده اکتشافی:

در محدوده خوسف ۱، از داده‌های دارای تفکیک مکانی ۵۰ سانتیمتر و ۳۰ سانتیمتر استفاده شده است و با توجه به پردازش‌های انجام شده به نظر می‌رسد یکی از بهترین داده‌ها برای تهیه نقشه تفکیک واحدهای زمین شناسی و برخی دگرسانی‌ها و تهیه نقشه بصورت بزرگ مقیاس در منطقه باشد همچنین تفکیک مکانی بالای این تصاویر کمک بزرگی در تصمیم‌گیری‌های نهایی جهت شناسایی آنومالی‌های محدوده (به روش مهندسی معکوس) و تلفیق با سایر داده‌ها و برنامه ریزی نهایی باشد. پلات حاصل از پردازش شکل آورده شده است.



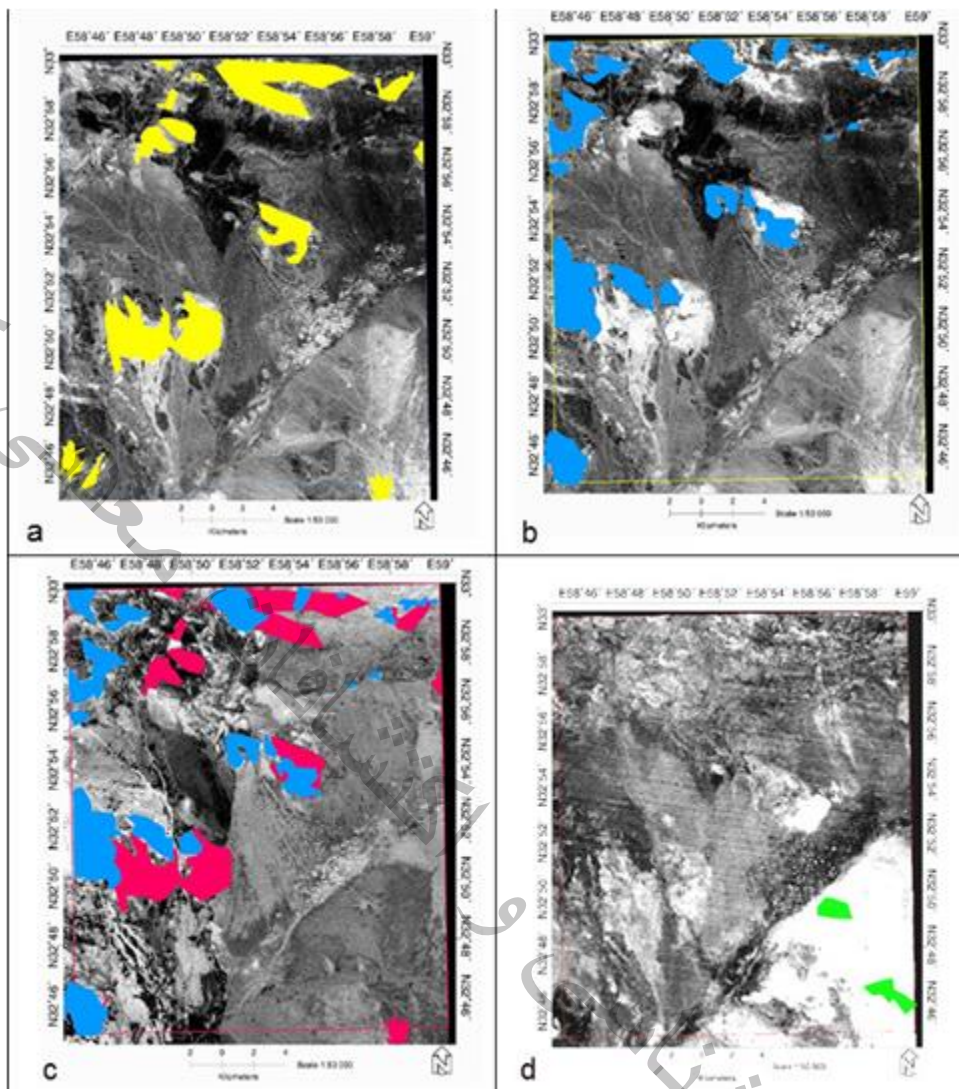
شکل ۳-۸- عکس- نقشه حاصل از پردازش داده با تفکیک مکانی بالا محدوده مورد مطالعه

## ۳-۲-۸- نتیجه گیری پردازش داده‌های ماهواره‌ای محدوده اکتشافی:

پردازش داده‌های Landsat 8 و ASTER با بکارگیری انواع تکنیکهای دورسنجی بخصوص روش آنالیز طیفی، نشان از احتمال حضور انواع دگرسانی در بخش‌های مختلف ورقه خوسف ۲ دارد. این دگرسانی‌ها می‌تواند حاصل فرآیندهای کانی سازی و تکتونیکي تاثیر گذاشته از مجموعه واحدهای آذرین برونزد یافته در چهارگوش ورقه ۱:۵۰,۰۰۰ خوسف ۲ باشد. در این ورقه، توده‌های نفوذی، سنگهای ولکانیکی، آذرآواری و کربناتی حضور دارند. بررسی و مطالعات دورسنجی ناحیه‌ای و منطقه‌ای نشانگر احتمال حضور زون‌های دگرسانی رسی (آرژیلیک)، سریستی (فیلیک) و پروپلیتیک در محدوده (بخصوص در شمال غرب ورقه) و همچنین حضور دگرسانی اکسید آهن و همچنین واحدهای کربناته در بخش‌های مختلف محدوده دارد. با توجه به دگرسانی‌های موجود، چند محدوده با اولویت در محدوده خوسف ۱، جهت مطالعات بیشتر انتخاب شد که در شکل‌های جدول ۱ و شکل ۳-۶ آمده است.

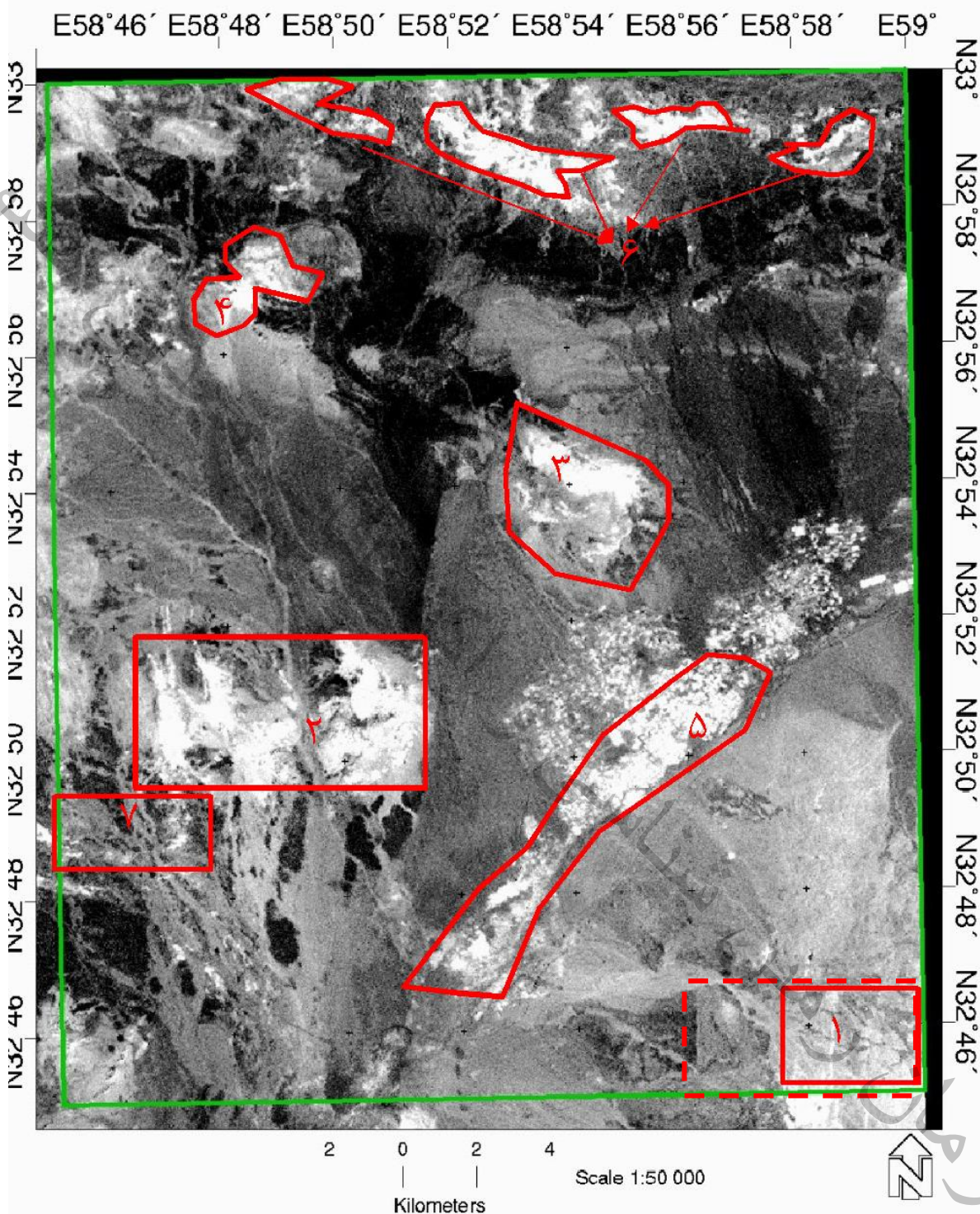
جدول ۳-۱- الویت‌های اکتشافی بر پایه مطالعات دورسنجی

الویت	موقعیت تقریبی محدوده	مختصات مرکز محدوده	مساحت تقریبی (km <sup>2</sup> )	آلتراسیون	نوع آنومالی
۱	جنوبشرق محدوده	58d56'53.14"E 32d49'25.6784"N	9	سیلیسی	سیلیس و احتمال حضور طلا در رگه‌های سیلیسی
۲	شمال فدشک (غرب چهارگوش خوسف ۱)	58d48'45.5970"E 32d50'18.1280"N	۵۱,۵	اکسید آهن (هماتیت)، کربنات و گچ، آرژیلیک و فیلیک	غیرفلزی، فلزی
۳	شمالغرب روستای سیوجان	58d54'13.7935"E 32d54'09.6093"N	۱۵	فیلیک و آرژیلیک	فلزی (مس)
۴	شمال غرب محدوده	58d48'48.8217"E 32d57'06.3393"N	۱۰,۲	فیلیک و آرژیلیک	خاک صنعتی و فلزی
۵	شمال شرق شهر خوسف	"E۱۷,۴۸۸۳'۵۵d۵۸ 32d50'14.4285"N	۱۱	آرژیلیک	کانیهای رسی (خاک رس)
۶	بوکی (شمال و شمال شرق محدوده)	"E۳۱,۲۶۹۰'۵۳d۵۸ 32d58'45.2851"N	۲۶	لیستونیت و کربنات + پروپلیتیک، فیلیک و آرژیلیک	نیکل کروم، مس- احتمال حضور طلا با لیستونیت ها
۷	غرب فدشک	58d45'37.9759"E 32d48'46.2611"N	km2۹,۷	کربنات و گچ سنگ ساختمانی	غیرفلزی



شکل ۳-۹- (a) پراکندگی احتمال حضور آلتراسیون‌های آرژیلیک-فیلیک و لیستونیتی در ارتباط با کانی‌سازی مس و طلا، (b) پراکندگی کربنات‌ها و احتمال حضور اسکارن، (c) نمایش بیشترین احتمال حضور اسکارن در کنتاکت توده‌ها و واحدهای کربناته، (d) احتمال حضور دگرسانی سیلیسی





شکل ۳-۱۰- اولویت‌های اکتشافی انتخاب شده جهت مطالعات بیشتر برپایه پردازش‌های انجام شده در محدوده نقشه ۱:۵۰,۰۰۰ خوسف ۱

- مس، طلا ۲- نیکل و کروم ۳- نیکل، طلا و گچ - خاک صنعتی ۵- کائولن و خاکهای رسی ۶- کروم، نیکل و مس  
و احتمال حضور طلای همراه با لیستونیت ۷- کربنات، گچ و سنگ تزئینی



## ۳-۳- نتایج ژئوشیمی ۱:۱۰۰۰۰۰

مهمترین مطالعات اکتشافی که در این محدوده صورت گرفته است اکتشافات ژئوشیمیایی صد هزار ورقه خوسف (اشرف پور، ۱۳۸۲) می باشد. این مطالعات منجر به شناسایی سه محدوده ی امید بخش شده است که آنومالی دو کوهه در اولویت اکتشافی اول آن بوده است که به شرح مختصر این آنومالی ها میپردازیم:

## ۳-۳-۱- شمال بوکی پایین:

این آنومالی به وسعت ۷ کیلومتر مربع در بر گه ۵:۵۰۰۰۰ خوسف واقع شده است. لیتولوژی میزبان آن شامل تناوب توف، ایگنمبریت و گدازه متوسط، تناوب توف، ایگنمبریت و گدازه اسیدی، پیروکسن آندزیت، آمفیبول آندزیت و اولیوین بازالت است. از نظر ژئوشیمیایی نسبت به عناصر As, Ag, Pb, Bi, Cd, Ba, Sr آنومالی نشان می دهد.

## ۳-۳-۲- شمال دو کوهه:

این آنومالی به وسعت ۱۵ کیلومتر مربع در بر گه های ۱:۵۰۰۰۰ خوسف و قریان واقع شده است. واحدهای لیتولوژی میزبان آن شامل اسلیت، فیلیت، داسیت، آندزیت داسیت، داسیتیک توف، ایگنمبریت و گنبد آتشفشانی داسیتی می باشد. این منطقه از نظر ژئوشیمیایی نسبت به عناصر Cu, Ti, Sr, Fe, Ag, Bi آنومالی نشان می دهد. بعضی از نمونه های کانی سنگین که از این منطقه برداشت شده اند حاوی ذرات طلا بوده اند. نمونه کانی سنگین KK-500 حاوی ۱۰ ذره طلا بوده است که اندازه یکی از این ذرات در حدود یک میلی متر بوده است. نمونه های KQ-147, KQ-140 نیز هر کدام حاوی یک ذره طلا بوده اند.

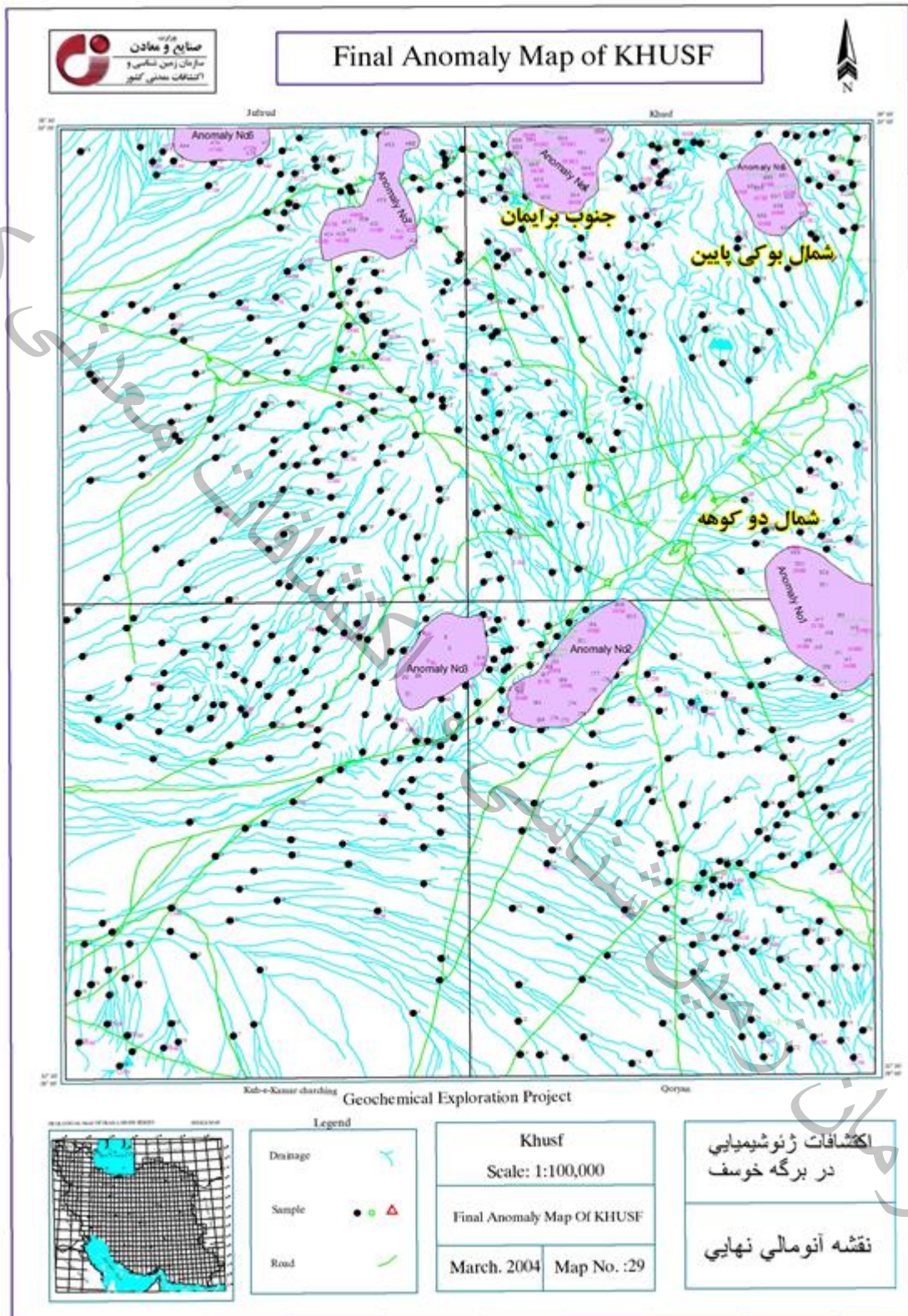
مشخصات نمونه هایی که در مطالعات صد هزار خوسف حاوی طلا بوده اند در جدول (۳-۲) زیر آمده اند.

جدول ۳-۲- مشخصات نمونه‌های حاوی کانی سنگین طلا در ورقه یکصد هزار خوسف (اشرف پور، ۱۳۸۲)

Sample No	Size ( $\mu$ )	Roundness & Shape	Lithology
KQ-140	177-250	Subangular & Lumpy	Phyllite, slate, dacite, andesitic Dacite, ignimberite, dacite tuff
KK-500	350-500	Subangular & Lumpy	.Marl, tuff, porphyric andesite, quartz, andesite pyroxene andesite, ignimberte
	250-350	Subrounded & Spongy	
	250-350	Subrounded & Lumpy	
	350-500	Subrounded & Lumpy	
	250-350	Subrounded & Lumpy	
	250-350	Subangular & Lumpy	
	250-350	Subangular & Lumpy	
	350-500	Subrounded & Lumpy	
KQ-147	177-250	Angular & Lumpy	Marl, tuff, porphyric andesite, quartz, andesite, pyroxene andesite, ignimberite

### ۳-۳-۳- جنوب برایمان:

این آنومالی به وسعت ۱۰ کیلومتر مربع در بر گه ۱:۵۰۰۰۰ خوسف واقع شده است. لیتولوژی میزبان آن شامل سنگ آهک، تناوب توف، ایگنمبریت و گدازه متوسط، ریولیت و ریوداسیت غالباً به شکل گنبد های آتشفشانی و رسوبات شبه فیلیش می باشد. از نظر ژئوشیمی نسبت به عناصر Au, Ag, Bi آنومالی نشان می دهد. نمونه کانی سنگین KK-603 که از این منطقه برداشت شده است حاوی یک ذره طلا بوده است.



شکل ۳- ۱۱- نقشه آنومالی نهایی یکصد هزار خوسف

**۳-۴- نتایج مطالعات ژئوشیمی ۱:۵۰۰۰۰**

با توجه به همزمانی انجام این گزارش با اکتشافات ژئوشیمی ۱:۵۰۰۰۰ نتایج این اکتشافات در گزارش جداگانه‌ای می‌آید.

**۳-۵- نتایج مطالعات ژئوشیمی ۱:۲۵۰۰۰ دو کوهه:**

علاوه بر آن در این آنومالی که بخش عمده آن در برگه خوسف دو و بخشی از آن در خوسف یک قرار دارد اکتشافات ژئوشیمی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ انجام شده است که پس از مشخص شدن مناطق دارای آنومالی در اکتشافات ژئوشیمیایی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ با متمرکز شدن بروی این مناطق و برداشت نمونه با چگالی بیشتر و کنترل آنها و با استفاده از نمونه برداری کانی سنگین و بطور کلی اکتشاف در مقیاس بزرگتر می‌توان به منشا آنومالی‌ها دست یافت. در این راستا پس از مشخص شدن نواحی دارای آنومالی در پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف در محل آنومالی‌های به دست آمده پروژه بررسی ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای دو کوهه ۱:۲۰۰۰۰ تعریف شد. و در سال ۱۳۸۴ این پروژه در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور توسط اشرف پور و همکاران انجام شد.

مطالعات در نواحی گوناگون و در طی پروژه‌های مختلف، جزء ۸۰- مش را به عنوان مناسب‌ترین اندازه دانه‌ها برای برداشت نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای معرفی می‌کنند. در ایران نیز طبق روال معمول در پروژه‌های مختلف ژئوشیمیایی، نمونه‌های ژئوشیمیایی با ابعاد ۸۰- مش برداشت می‌شود بنابراین در این پروژه نیز رسوبات جزء ۸۰- مش برداشت شد. بدین ترتیب در محل نمونه برداری ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم از جزء ۸۰- مش رسوب آبراهه‌ای برداشته شد، سپس مشخصات محل نمونه برداری و خود نمونه‌ها در برگه‌های توضیحات ثبت شدند. در مجموع ۱۹۹ نمونه ژئوشیمیایی برداشته شد.

**۳-۵-۱- نتیجه‌گیری حاصل از پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی یک بیست هزار دو کوهه:**

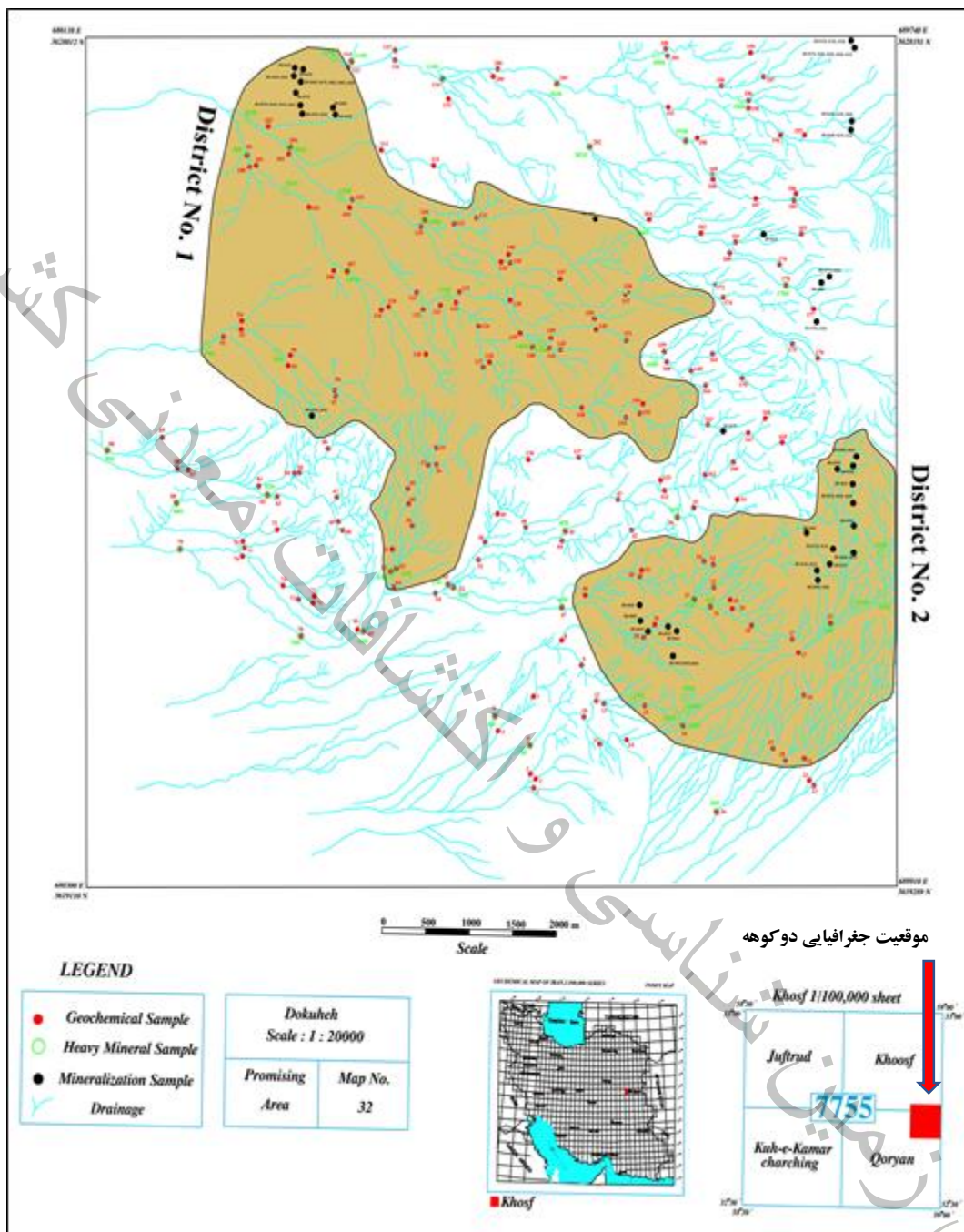
بر مبنای شواهد حاصل از مطالعات ژئوشیمیایی، نمونه‌های کانی سنگین، نمونه‌های سنگ و شواهد صحرایی پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی یک بیست هزار دو کوهه دو محدوده امیدبخش معرفی شده است. لیتولوژی محدوده اول که با شماره ۱ بر روی نقشه شکل (۳-۱۲) مشخص شده است شامل سنگ‌های آتشفشانی مانند داسیت، آندزیت، توف، داسیت آندزیتی، توف داسیتی، ایگنبریت، توف برش و آذراواری‌ها است که در کنتاکت با اسلیت و فیلیت قرار گرفته‌اند. تمام کانه‌زایی که در منطقه رخ داده است در ارتباط با واحدهای ولکانیک است و ارتباطی با واحدهای دگرگونه اسلیت و فیلیت ندارد. از نظر ژئوشیمیایی عناصر As, Ag, Zn, Sb, Pb, Mo, Cu, Bi, Au در این محدوده آنومالی نشان می‌دهند از نمونه‌های کانی سنگینی که از این محدوده برداشت شده است نمونه Kh-102 حاوی ۳۱ ذره

طلا، نمونه Kh-107 حاوی ۱۲ ذره طلا، نمونه Kh-103 حاوی یک ذره طلا، نمونه Kh-130 حاوی دو ذره طلا، نمونه Kh-141 حاوی یک ذره طلا، نمونه Kh-91 حاوی سه ذره طلا بوده‌اند. این منطقه نسبت به کانه‌های پاراژنز حاوی طلا نیز آنومالی نشان می‌دهد. از نمونه‌های ژئوشیمیایی برداشت شده نمونه Kh-98 حاوی ۱۶ppb، نمونه Kh-157 حاوی ۲۱ppb، نمونه Kh-107 حاوی ۱۴ppb، نمونه Kh-109 حاوی ۱۹ppb طلا بوده‌اند. از شواهد صحرایی می‌توان به وجود آلتراسیون‌های هماتیتی، لیمونیتی و سیلیسی اشاره کرد. وجود یک رگه به طول ۳۰۰ متر و ضخامت ۱ متر و نیز وجود مالاکیت در محدوده اطراف نمونه Kh-107 می‌تواند حاکی از اهمیت زیاد این محدوده باشد (اشرف پور و همکاران ۱۳۸۴).

محدوده دوم که با شماره ۲ بر روی نقشه شکل (۳-۱۲) مشخص شده است منطقه بسیار آلتره‌ای است که در اثر نفوذ توده‌های دیوریتی و داسیتی به داخل سنگ‌های ولکانیک حاصل شده است از نظر لیتولوژی این منطقه شامل دیوریت، داسیت، توف، آندزیت و برش‌های ولکانیک می‌باشد. آلتراسیون‌های سیلیسی، هماتیتی، لیمونیتی، کائولینیتی و کربناتی در این منطقه دیده می‌شود. از نظر ژئوشیمیایی عناصر Au, Zn در این محدوده آنومالی نشان می‌دهند. از نمونه‌های کانی‌سنگینی که از این محدوده برداشت شده است نمونه Kh-26 حاوی ۳ ذره طلا، نمونه Kh-16H2 حاوی ۱ ذره طلا، نمونه Kh-25H2 حاوی ۱ ذره طلا، نمونه Kh-31 حاوی ۱ ذره طلا بوده‌اند. از نمونه‌های ژئوشیمیایی برداشت شده نمونه Kh-18 حاوی ۱۲ppb طلا بوده است (اشرف پور و همکاران ۱۳۸۴).

لازم به ذکر است آنومالی دو کوه در شکل





شکل ۳-۱۲- محدوده حاصل از پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی یک بیست هزار دو کوهه

### ۳-۵-۲- تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰ زمین شناسی اقتصادی دو کوهه:

در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ شرکت کنکاش کانی توس به عنوان مشاور سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور در محدوده ی امید بخش معرفی شده ژئوشیمی ۱:۲۵۰۰۰ اقدام به تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰ زمین شناسی معدنی دو کوهه

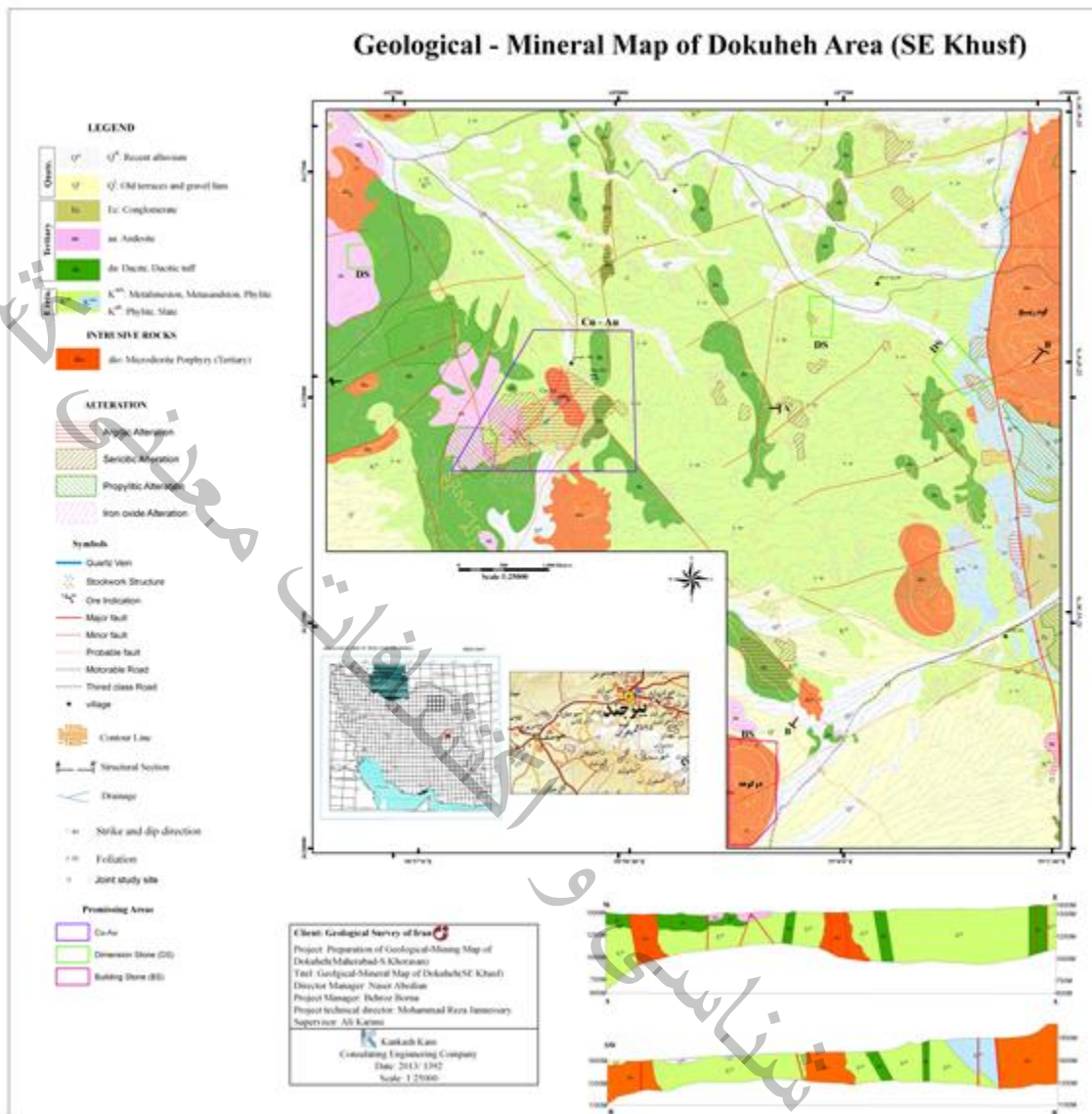
کرد. محدوده اکتشافی دو کوه به مساحت به مساحت ۵۲ کیلومترمربع در فاصله ۴۰ کیلومتری جنوب غرب بیرجند و ۱۰ کیلومتری جنوب شرق خوسف قرار دارد.

در این نقشه و گزارش بر اساس شواهد صحرایی و مطالعات پتروگرافی، واحدهای زمین‌شناسی منطقه مختلف و شامل سنگ‌های دگرگونی (فیلیت و اسلیت) و سنگ‌های ولکانیکی (داسیت، توف داسیتی، آندزیت و هورنبلند آندزیت) و سنگ‌های نفوذی (میکرودیوریت پورفیری) و سنگ‌های رسوبی (آهک، شیل، ماسه سنگ و کنگلومرا) است.

طبق شواهد صحرایی و مطالعات درزه‌ها، سه سیستم گسلش در منطقه با روند شمال شرق- جنوب غرب، شمالی- جنوبی و شمال غرب- جنوب شرق شناخته شده است.

طی پیمایش‌های صورت گرفته در مجموع تعداد ۱۳۸ نمونه برداشت شد که از این میان تعداد ۶۲ نمونه لیتوژئوشیمیایی جهت آنالیز به روش ICP-MS، ۲۵ نمونه برای آنالیز کانی‌شناسی و آلتراسیون به روش XRD، ۱۸ نمونه جهت تعیین اکسیدهای اصلی به روش XRF، ۲۵ نمونه مقطع نازک جهت مطالعات پتروگرافی و آلتراسیون و ۸ نمونه مقطع صیقلی جهت مطالعات مینرالوگرافی انتخاب و آنالیز گردید.

با انجام بررسی‌های صحرایی، نمونه‌برداری و آنالیز نمونه‌ها سه اندیس فلزی مس، طلا- آرسنیک و مس- طلا شناسایی شد. کانی‌سازی در این اندیس‌ها در رگه‌ها و استوک و روک‌های سیلیسی صورت گرفته است: طول رگه‌ها حداکثر ۷۰ متر و ضخامت آنها تا ۱/۵ متر است. شش نمونه عیار بالای ۱۰۰ ppb طلا داشته‌اند و ماکزیمم عیار طلا ۶۲۷ ppb بوده که از یک زون آلتره شده از سنگ‌های ساب ولکانیک برداشته شده است. کانی‌سازی مس بصورت مالاکیت و اکسید مس مشاهده شده است، حداکثر عیار مس در نمونه‌ها ۰/۹٪ است نمونه آن از رگه‌های سیلیسی برداشته شده است. حداکثر عیار آرسنیک ۲۲۳۷ ppm است که از رگه‌های سیلیسی برداشته شده است. لازم به ذکر است که این محدوده ی امید بخش در دو بر گه خوسف یک و دو قرار دارد. شکل نقشه تهیه شده را نشان می دهد.

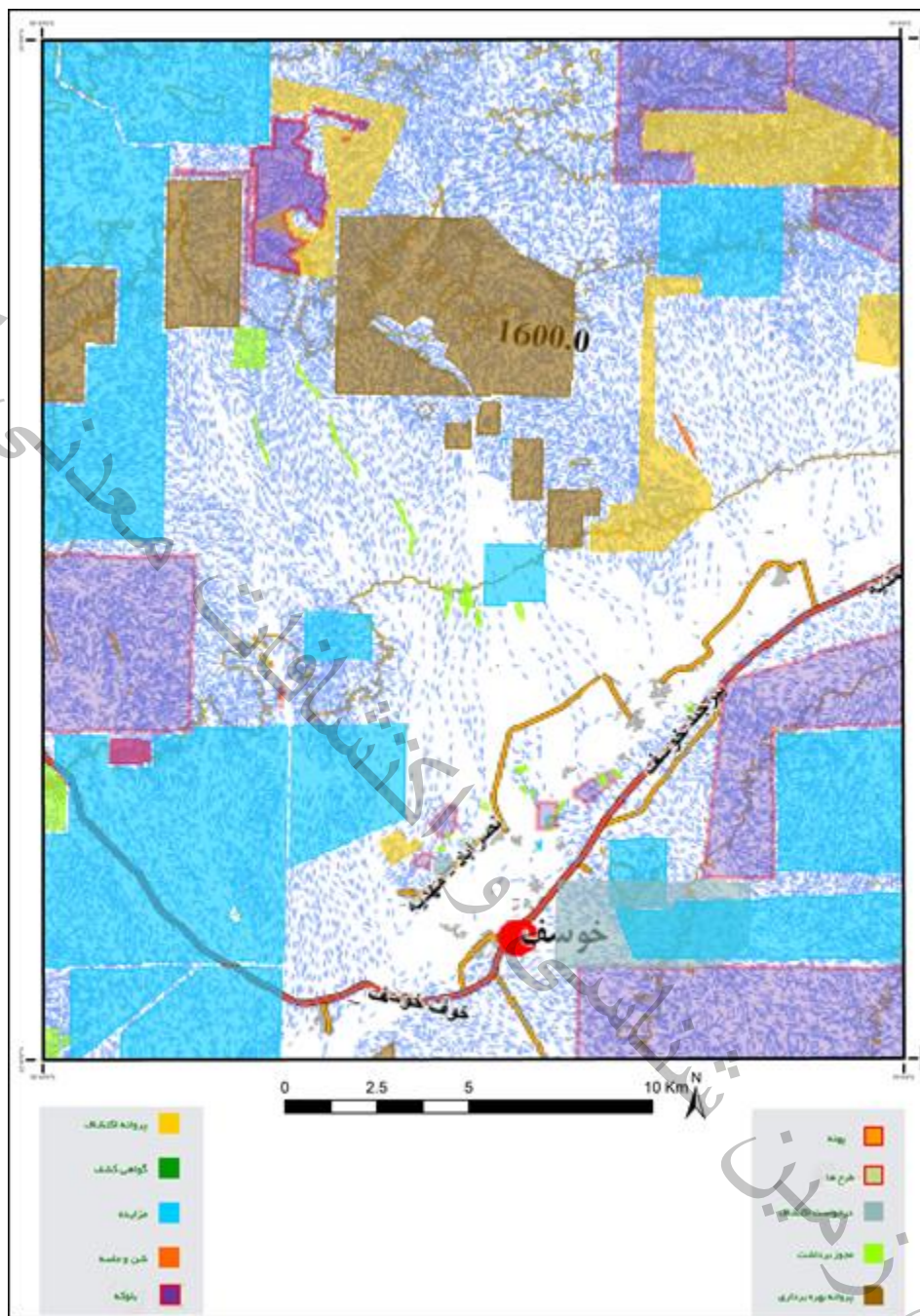


شکل ۳-۱۳- نقشه ۱:۲۵۰۰۰ زمین شناسی اقتصادی دو کوهه

### ۳-۶- وضعیت معادن فعال و متروکه

معادن داری پروانه بهره برداری و مجوز برداشت شامل خاک رس، شن و ماسه، دومعدن بنتونیت، یک معدن آهنک است که توضیحات آن در فصل چهارم می آید و هیچ معدن متروکه ای نیز در برکه وجود ندارد. فقط کارهای اکتشافی پراکنده برای سنگ ساختمانی در بخش اولترامافیک شده است که به نتیجه ای نرسیده است. سنگ لاشه در داسیت های منطقه بصورت پراکنده برداشت شده است. تصاویر پروانه ها و مجوز برداشت در تصویرهای زیر آمده است.

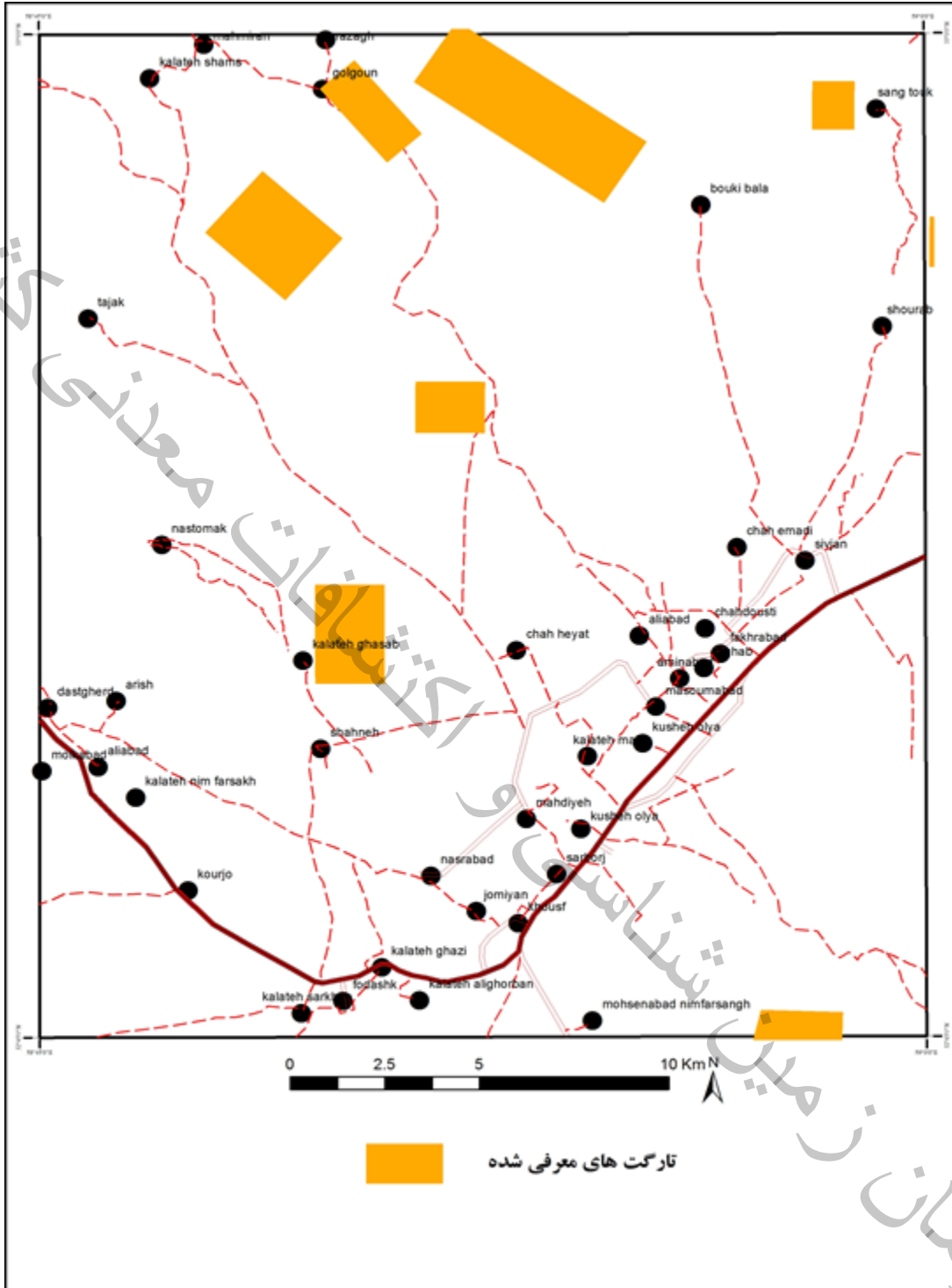




شکل ۳-۱۴- موقعیت پروانه بهره برداری و مجوز برداشت در محدوده مورد مطالعه

### ۳-۷- تفسیر و مدل سازی داده های ژئوفیزیک هوایی

آخرین گزارشی که در برگه خوسف تهیه شده است مربوط به تلفیق کلیه اطلاعات ژئوشیمی با داده های ژئوفیزیک هوایی است که پس از تهیه گزارش آنومالی ها توسط براتی و همکاران تحت عنوان گزارش ناهنجاری های بیرجند شاهرخت در سال ۱۴۰۰ چک شده است شکل زیر محدوده های امید بخش معرفی شده را نشان می دهد.



شکل ۳-۱۰- محدوده‌های امید بخش معرفی شده ژئوفیزیک در محدوده مورد مطالعه

## ۳-۸- مطالعات زون فردوس - خوسف

سال ۲۰۰۵ یک کار مشترکی بین شرکت پارس کانه کیش با مشاور خارجی (جون انگلز) و همکاری سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شد. که نتایج خوبی داشت و منجر به معرفی پورفیری ماهر آباد برای اولین بار شد

در مطالعات زون فردوس-خوسف بطور کلی ۸ نوع کانه زائی- آلتراسیون درزون جنوب خراسان وجود دارد. (۱) طلاومس پورفیری (۲) اپی ترمال سولفیدی- ضعیف (۳) اپی ترمال سولفیدی قوی (۴) اسکارن (۵) طلا- عناصر پایه- کربناتها (میزبان) (۶) مدلهای مزوترمال شامل نوع رگه های کوارتزی مرتبط با گسلها (۷) لیستونیت (۸) مس سوپرزن پس از بررسی ۶۹ نقطه مورد نظر و در مرحله بعد عملیات صحرائی، مطالعات تفصیلی تر در برخی نقاط مهمتر نقاط امید بخش بر حسب درجه اهمیت رتبه بندی و عبارتی درجه بندی شدند. بیشتر نواحی امیدبخش مس و طلائی پورفیری در بخش خوچیک و ماهرآباد، سیستم اپی ترمال با سولفیداسیون ضعیف در منطقه شیخ آباد، سیستم اپی ترمال با سولفیداسیون بالا در منطقه خنیک و طلا- عناصر پایه در کربناتها رادرهیرد میتوان معرفی نمود.

این مطالعات در برگه خوسف نتیجه خاصی نداشت که به شرح نتایج آن می پردازیم:

## ۳-۸-۱- (برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) بازدید نقطه KSO3:

مختصات جغرافیایی: بر حسب UTM (669125 E/ 3647435 N, Zone 40 S) مختصات جغرافیایی بر حسب طول و عرض جغرافیایی (N ۵۷' ۳۲° و E ۴۸' ۵۸°)

این نقطه در مدلسازی اولیه به سبب وجود رخنمونهایی از گدازه های توف و ایگنمبریت پالوژن و ساختارهایی با روند شمال باختری- جنوب خاوری در نقشه زمین شناسی یکصد هزارم خوسف و وجود ساختارهای حلقوی از دیدگاه دورسنجی بعنوان ناحیه امیدبخش معدنی برای طلا و مس پورفیری مشخص شد. اما نتایج حاصل از مشاهدات صحرائی اینگونه است. در این ناحیه در سکانس زیرین کنگلومرای قاعده ای و در سکانس فوقانی آندزیتها و گدازه های توفی وجود دارند. در قسمت های غربی، لنزهای نازکی از سنگ آهک در بالای واحدهای کنگلومرائی این ناحیه، آثار از دگرسانی ضعیف تا متوسط آرژیلیکی- سیلیسی- کربناته و لیمونیتی در امتداد شکستگی ها و گسل های منطقه دیده می شود. آثاری از رگه یا رگچه های کوارتز و کلسدونی و یا مقادیر قابل توجهی از لیمونیتی شدن در این ناحیه دیده نمی شود. به همین خاطر نمونه ای از این ناحیه جهت آنالیز برداشت نشد در عکس شماره KSO3، کنگلومرای قاعده در زیر و توفهای آندزیتی در سکانس فوقانی رخنمونها دیده می شود.



شکل ۳-۱۶- (برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) تصویری از نقطه KSO3

### ۳-۸-۲- (برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) بازدید - نقطه KSO4:

مختصات جغرافیایی: بر حسب UTM (672479 E/ 3636133 N, Zone 40 S) مختصات جغرافیایی بر حسب طول و عرض جغرافیایی (N ۵۷' ۳۲° و E ۵۰' ۵۸°)

این نقطه در مدلسازی اولیه به سبب وجود دگرسانی‌های آرژیلیکی و اکسید آهن از دیدگاه دورسنجی و وجود ساختارهایی با روند شمال خاوری- جنوب باختری و رخنمونهایی از لستونیت‌ها، پیروکسن آندزیت پالئوژن و فیلیش‌های دگرگون شده تریاس در نقشه یکصد هزارم خوسف بعنوان ناحیه امید بخش معدنی برای طلا و مس پورفیری در محدوده ای به وسعت یک کیلومتر مربع مشخص گردید. پس از بازدیدهای صحرائی از این ناحیه مشخص شد زون بزرگی از لیستونیت‌ها در امتداد گسله‌ها در واحدهای اولترابازیکی شدیداً تکتونیزه شده همراه بارز لیستونیت‌ها، حضور سیلیس کلسدونی همراه با آثاری از فیلیش و لایه‌های نازکی از چرت‌های رادیولاریتی در ناحیه وجود دارد.

ویژگی بارز لیستونیت‌ها، حضور سیلیس کلسدونی همراه با آثار کربنات‌ها و لیمونیتی شدن (% ۲۰-۵) می‌باشد. آثاری از واحدهای آندزیتی در ناحیه دیده نشد. در عکس شماره KSO4 لیستونیت‌های سیلیسی لیمونیتی شده مذکور در امتداد یک گسل مشاهده می‌شود. از این ناحیه ۲ نمونه (KSOO1, KSOO2) برداشت شد که پس از آنالیز، مقادیر ضعیفی از طلا را نشان دادند (۲-۳ ppb).



شکل ۳-۱۷: (برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) تصویر -نقطه KSO4

### ۳-۸-۳ - (برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) بازدید -نقطه KSO5:

مختصات جغرافیایی: برحسب UTM (666794 E/ 3635697 N , Zone 40 S) مختصات جغرافیایی برحسب طول و عرض جغرافیایی (N ۵۰' ۳۲° و E ۴۶' ۵۸°)

این نقطه در مدلسازی اولیه به سبب وجود ساختارهایی باروند شمال باختری- جنوب خاوری و وجود رخنمونهایی از داسیتهای پالئوژن، کنگلومراور سوبات فلیشی بعنوان ناحیه امیدبخش معدنی برای طلا و مس پورفیری با بعدا  $۱ * ۰/۷$  کیلومتر مشخص گردید. پس از بازدید صحرایی نتایج زیر بدست آمد. در سوبات فلیشی این ناحیه ۰ ماسه سنگ، سیلیت استون، ماد استون، گنبد های داسیتی پورفیری بیوتیت دار نفوذ کرده اند. بطور کلی سنگها سالم هستند (بعبارتی آثار دگرسانی در آنها دیده نمی شود) بنابراین عقیم از کانه زائی می باشد. فقط در کنتاکت بین فلیشها و داسیتهای در ۳ ناحیه لنزهایی از برشهای هیدروترمالی با پهنای حداکثر یک متر دیده می شود. در این برشی هیدروترمالی قطعاتی زاویه دار تا نیمه زاویه دار از آندزیت در ماتریکس از لیمونیت و کربنات قرار گرفته است. تنوع بافت در برشها از موئیک تا برشی چرخشی یادورانی متغیر است. در عکس شماره KSO5، تصویری از یک برش هیدروترمالی ارائه شده است که بسیار ضعیف تحت تأثیر دگرسانی ایلیت - کربناته قرار گرفت است. از این ناحیه فقط نمونه KSO03 برداشت شد که پس از آنالیز نتایج ضعیفی از مس و طلا رانشان داد.





شکل ۳-۱۸- (برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف) بازدید -نقطه KSO5

**۳-۹- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف**

از نظر زمین شناسی اقتصادی به پتانسیل های زیر اشاره شده است.

توده های کم اهمیت از گچ ممکن است در بالا ترین قسمت توالی های مارنی - توفی ائوسن دیده می شود. رخنمونهای دولومیت منحصر به شمال غرب منطقه هستند که در آنجا سازند شتری دیده می شود. برخاف گسترش فراوان سنگ آهکهای ماسه ای نومولیت داروناخالص، رخنمونهای کوچک سنگهای آهکی ریفی پالئوسن کیفیت بهتری را نشان می دهند. اثراتی از مالاکیت در دیواره و مرتبط با دایک های آندزیتی سیلیسی در غرب جاده خوسف - ماژان دیده شده است مقادیر کمی آلونیت ناخالص قبلاً از سنگهای آتشفشانی مشابه در نواحی مجاور گزارش شده است. از داسیت های دوکوهه و غیره می توان سنگهای تزئینی جهت نمای ساختمانی تهیه نمود. یک افق از اسمکتیت نسبتاً خالص (نوعی مونت مورینیت) در شرق و شمال غرب دهکده شور رود شناخته شده است و اثراتی از لانتانیم و دیگر عناصر نادر خاکی در سنگهای داسیتی نئوژن نیز گزارش شده است.

**۳-۱۰- نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰ خوسف**

آخرین نقشه تهیه شده در تیر ماه ۱۴۰۱ نقشه ۱:۵۰۰۰۰ زمین شناسی خوسف توسط دکتر نعیمی است که به اندیس مس در شمال بوکی و اندیس های سیلیس در جنوب شرق خوسف اشاره کرده است.

**۳-۱۱- وضعیت زیرساخت منطقه**

خوسف یکی از شهرهای استان خراسان جنوبی و مرکز شهرستان خوسف بوده و از مناطق کویری به حساب می آید. این شهر دارای ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا می باشد. از نظر وضعیت آبی، رودخانه شاهرود منطقه ی سر بیشه چشمه می گیرد اصلی ترین رودخانه منطقه است که بیش از عبور از شهر بیرجند می شود علاوه بر رودخانه های فصلی ارتفاعات جنوب بر گه ی خوسف شامل رودخانه ی بوکی، نیلگون، سیوجان، از رودخانه های اصلی کال شور ملحق می شوند. از لحاظ راهها دو جاده درجه ۲ از شهرستان خوسف منشعب می شود یکی به سمت قلعه زری و جاده دیگر به سمت خور می رود به طور کل راههای دسترسی زیادی در منطقه وجود دارد. با توجه به این که اکثر محدوده های معدنی در حاشیه ی جاده ها قرار دارند دسترسی به این نواحی سهل است. علاوه بر این شهرستان خوسف دارای شهرک صنعتی و مزرعه ی بزرگ تولید برق خورشیدی می باشد با توجه به این توضیحات زیر ساخت های منطقه کامل است.

### ۳-۱۲- نتایج تلفیق و پتانسیل یابی در برکه

با توجه به اطلاعات قبلی تنها محدوده امید بخش فلزی در برکه محدوده چاه موسی (شمال دوکوهه) می باشد که البته در مطالعات انجام گرفته در فاز ۱:۵۰۰۰۰ محدوده های امید بخش فلزی دیگر شامل مس، کروم، نیکل و آهن هماتی نیز معرفی می شود.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



کشور

معرفی

آفات

## فصل چهارم

مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی و پی‌جویی

سازمان زمین‌شناسی و

## ۴-۱- مقدمه

پی جویی از نقطه نظر علمی شامل کلیه عملیاتی است که سبب می شود یک آنومالی که در مرحله شناسایی مشخص گردیده، در این مرحله به عنوان یک اندیس شناخته بشود یا نشود. عملیات پی جویی معمولاً در وسعت چند صد کیلومتر مربع و مقیاسهای ۱:۵۰۰۰۰، ۱:۲۵۰۰۰ صورت می پذیرد حال آنکه عملیات شناسایی عموماً در مقیاسهای ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ مورد توجه است. در این گزارش مقیاس کار ۱:۵۰۰۰۰ و گستره مورد مطالعه چهار گوش ۱:۵۰۰۰۰ خوسف با مساحتی بالغ بر ۶۲۰ کیلومتر مربع، بوده است. بنابراین بکار بردن اصطلاح شناسایی و پی جویی با توجه به ماهیت انجام کار؛ نمونه برداری چکشی از زونهای دگرسانی و کانی سازی شده، دور از واقع نیست. همانطور که در فصل قبل بحث شد از جمله داده هایی که در این مطالعه از آنها بعنوان ملاکها و معیارهای عملیاتی بهره جسته ایم عبارتند از:

- گزارشات ژئوشیمی
- گزارش ژئوفیزیکی هوایی
- کاداستر معادن
- تمامی گزارشات جمع آوری شده

## ۴-۲- طراحی عملیات صحرائی

پی جویی و طراحی شبکه نمونه برداری در پرگه ۱:۵۰۰۰۰ خوسف هم به صورت هوشمند و هم به صورت سیستماتیک انجام گرفت به این معنی که تمرکز پی جویی در آنومالی های نهایی معرفی شده آخرین گزارش تلفیق بود و در مناطق دیگر بیشتر از جنبه های غیر فلزی با توجه به تصاویر ماهواره ای و با فواصل بیشتر با توجه به محدودیت ها و استانداردهای پروژه بود.

۴-۳- شرح عملیات صحرائی

عملیات صحرائی در سه مرحله انجام شده است که شرح نمونه‌های برداشت شده و توضیحات آن در زیر می‌آید.

۴-۴- نمونه برداری مرحله اول:

نمونه برداری مرحله اول از تاریخ ۲۱ مهر ۱۴۰۰ شروع شد که به مدت ۲۰ روز بود و ۳۲ نمونه طبق جدول ۱-۴ برداشت شد و آنالیزهای درخواستی مشخص گردید. توضیحات نمونه‌های برداشت شده در جدول ۲-۴ آمده است.

اکتشافات سیستماتیک مواد معدنی و تهیه لایه زمین شناسی اقتصادی خراسان جنوبی					
نام برگه	KHOSL	نام کارشناس	H.A	تاریخ برداشت	۱۴۰۰/۰۷/۲۷
نزدیکترین آبادی		موقعیت نقطه	۷: ۳۳+۱۶۵	شماره برداشت	KHOSI-5AG
مشاهدات صحرائی					
نوع برداشت	ICP+AA				
کتابه یا برچسب فرآوری	کلیه لیونیت‌ها را با امپورت و برچسب‌های مخصوص - الکترونیک				
کتابه های همراه					
نوع / لایه	لیونیت ج.				
شدت و وسعت	۳۰ X ۲۰ متر - با تراکم متوسط				
زونبندی	۲۰۳۳				
سنگ درونگیر	لیونیت				
شماره عکس	نمای دور	نمای نزدیک	نمونه دستی	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	

شکل ۴-۱- ثبت نمونه‌های برداشت شده در محدوده مورد مطالعه

جدول ۴-۱- نمونه‌های برداشت شده مرحله اول و آنالیزهای پیشنهادی

ROW	Sample	X	Y	Au	Icp	AA	XRF	XRD	Thin	Polish
1	KHOS1-1X	674831	3642321				*	*		
2	KHOS1-2G	674883	3642041	*	*					
3	KHOS1-3G	675844	3642525	*	*					
4	KHOS1-4G	675633	3642800	*	*					
5	KHOS1-5G	665086	3633827	*	*					
6	KHOS1-5T	665086	3633827						*	
7	KHOS1-6G	665230	3633754				*	*		
8	KHOS1-7G	684431	3627991	*	*					
9	KHOS1-8G	684579	3627829	*	*					
10	KHOS1-9G	684272	3629155	*	*					
11	KHOS1-10G	684115	3628438	*	*					
12	KHOS1-10X	684115	3628438					*		
13	KHOS1-11G	678521	3627739	*	*					
14	KHOS1-12G	682801	3627259	*	*					
15	KHOS1-13G	682743	3627109	*	*					
16	KHOS1-14G	682011	3626981	*	*					
17	KHOS1-15G	682133	3626739	*	*					
18	KHOS1-16G	683290	3625470	*	*					
19	KHOS1-17G	683027	3625745	*	*					
20	KHOS1-18G	682099	3626175	*	*					
21	KHOS1-19G	679642	3625588	*	*					
22	KHOS1-20G	679729	3625899	*	*					
23	KHOS1-21G	679588	3626306	*	*					
24	KHOS1-22G	669776	3630643	*	*					
25	KHOS1-23G	668991	3632355		*		*			
26	KHOS1-24G	669233	3633273	*	*					
27	KHOS1-25G	668473	3634500	*	*					
28	KHOS1-26XR	668312	3634551		*		*	*		
29	KHOS1-27XR	667931	3634402		*		*	*		
30	KHOS1-28G	678083	3639936	*	*					
31	KHOS1-29G	678116	3639862	*	*					
32	KHOS1-30G	678070	3639836	*	*					

جدول ۴-۲- شرح صحرائی نمونه‌های برداشت شده مرحله اول

ROW	Sample	توضیحات
1	KHOS1-1X	آلتراسیون آرژیلی حاصل داسیت آلتزه
2	KHOS1-2G	از توف‌های آلتزه آرژیلی اکسید آهنی کلریتی ضخامت دو متر
3	KHOS1-3G	داخل اولترامافیک سربانینی شده سیلیسی اکسید آهنی کلریتی
4	KHOS1-4G	داخل اولترامافیک سربانینی شده سیلیسی شدید اکسید آهنی کلریتی
5	KHOS1-5G	داسیت حاوی گارنت؟ حتمالا آپاتیت دار مناسب جهت عناصر نادر
6	KHOS1-5T	مقطع نازک از نمونه گارنت دار
7	KHOS1-6G	نمونه از گارنت ها و آبرفت‌های داخل آبراهه
8	KHOS1-7G	در سنگ آندزیتی روند رگه ای کربناتی اکسید آهنی
9	KHOS1-8G	در سنگ آندزیتی روند رگه ای سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
10	KHOS1-9G	در سنگ آندزیتی روند رگه ای سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
11	KHOS1-10G	داسیت‌های آلتزه سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
12	KHOS1-10X	داسیت‌های آلتزه سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
13	KHOS1-11G	نمونه آگات از داخل آندزیت ها بصورت رگچه ای
14	KHOS1-12G	در حاشیه شیل و فیلیت رگه سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
15	KHOS1-13G	در حاشیه شیل و فیلیت رگه شدیداً سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
16	KHOS1-14G	پچ رسی لیمونیتی گویتی داخل آندزیت ها
17	KHOS1-15G	آرژیلی اکسید آهنی در داخل داسیت ها و آندزیت
18	KHOS1-16G	رگه با ضخامت یک متری کلسیتی اکسید آهنی سیلیسی داخل داسیت
19	KHOS1-17G	سرباره روی گسل چاه موسی خیلی محدود
20	KHOS1-18G	از آلتراسیون وسیع آرژیلی اکسید آهنی کربناتی
21	KHOS1-19G	آلتراسیون حلقوی اکسید آهنی گچی و رسی نمونه از یک پچ کوچک با اثرات مالاکیت
22	KHOS1-20G	مالاکیت داخل آندزیت ها بصورت محدود نیاز به ترانسه دارد(فانی)
23	KHOS1-21G	زون گسله لیمونیتی گچی آرژیلی کربناتی اطراف بیرون زدگی آندزیتی
24	KHOS1-22G	از ولکانیک‌های برشی کربناتی آرژیلی لیمونیتی
25	KHOS1-23G	نمونه از گچ جهت چک عنصر لیتیم کوره قدیمی گچ در منطقه زیاد است
26	KHOS1-24G	رگه سیلیسی کربناتی لیسونیتی ضخامت ۳ متر طول ۵۰ متر حاوی فوکسیت
27	KHOS1-25G	داسیت‌های اکسید آهنی سیلیسی
28	KHOS1-26XR	نمونه بنتونیتی به عنوان خاک صنعتی
29	KHOS1-27XR	نمونه بنتونیتی به عنوان خاک صنعتی
30	KHOS1-28G	سیلیسی کربناتی فوکسیت دار
31	KHOS1-29G	رگه سیلیسی اکسید آهنی داخل زون گسله
32	KHOS1-30G	رگه سیلیسی اکسید آهنی داخل زون گسله

## ۴-۵- نمونه برداری مرحله دوم:

نمونه برداری مرحله دوم از تاریخ ۳ آذر ۱۴۰۰ شروع شد که به مدت ۱۵ روز بود و ۶۶ نمونه طبق جدول به منظورهای مختلف برداشت شد که در جدول ۴-۳ آمده است توضیحات نمونه‌های برداشت شده در جدول ۴-۴ آمده است.

جدول ۴-۳- نمونه‌های برداشت شده مرحله دوم و آنالیزهای پیشنهادی

ROW	Sample	X	Y	Au	ICP	ICP MS	XRF	XRD
1	KHOS1-31G	681084	3646655	1	1			
2	KHOS1-31X	681084	3646655				1	1
3	KHOS1-32G	681466	3646791	1	1			
4	KHOS1-33G	681560	3646867	1	1	1		
5	KHOS1-34G	680676	3651675	1	1			
6	KHOS1-35G	680613	3651616	1	1			
7	KHOS1-36G	674625	3642782	1	1			
8	KHOS1-37G	674590	3642670	1	1	1		
9	KHOS1-38G	674260	3642312	1	1			
10	KHOS1-39G	674679	3642119			1		
11	KHOS1-40GX	674532	3644645		1			1
12	KHOS1-41G	675996	3643057	1	1			
13	KHOS1-42G	675909	3642664	1	1			
14	KHOS1-43G	678609	3639865	1	1			
15	KHOS1-44G	678594	3640088			1		
16	KHOS1-45G	678852	3639999	1	1			
17	KHOS1-46G	677641	3640164			1		
18	KHOS1-47G	677824	3640447	1	1			
19	KHOS1-48G	676918	3640678			1		
20	KHOS1-49G	676847	3640809			1		
21	KHOS1-50G	676173	3642405	1	1			
22	KHOS1-51XD	676767	3642570				1	1
23	KHOS1-52G	672050	3633450	1	1			
24	KHOS1-53G	671852	3633641	1	1			
25	KHOS1-54G	671787	3634160	1	1			
26	KHOS1-55G	671639	3634079	1	1			
27	KHOS1-56G	670150	3635887			1		
28	KHOS1-57G	670144	3635871	1	1		1	
29	KHOS1-58G	669910	3636586			1		
30	KHOS1-59G	668367	3636886	1		1		
31	KHOS1-60G	668973	3636732	1	1			

ROW	Sample	X	Y	Au	ICP	ICP MS	XRF	XRD
32	KHOS1-61G	668941	3636727	1	1			
33	KHOS1-62G	671253	3651189	1	1			
34	KHOS1-63G	671435	3651580	1	1			
35	KHOS1-64G	671624	3651474	1	1			
36	KHOS1-65G	671813	3651425	1	1			
37	KHOS1-66G	672034	3651276	1	1			
38	KHOS1-67G	673389	3651170	1	1			
39	KHOS1-68GX	670596	3645416		1		1	1
40	KHOS1-69X	670423	3646860				1	1
41	KHOS1-70GX	670117	3647066	1	1		1	
42	KHOS1-71G	670230	3647399	1	1			
43	KHOS1-72X	670446	3646934				1	1
44	KHOS1-73G	670811	3646987	1	1			
45	KHOS1-74G	670499	3649258	1	1			
46	KHOS1-75G	670422	3650170	1	1			
47	KHOS1-76G	670894	3651687	1	1			
48	KHOS1-77G	670826	3652643	1	1			
49	KHOS1-78GX	670934	3652749		1		1	
50	KHOS1-79GX	670835	3650660			1	1	1
51	KHOS1-80X	671722	3650102				1	1
52	KHOS1-81GX	674173	3650323	1	1		1	
53	KHOS1-82X	675359	3649169				1	1
54	KHOS1-83G	666883	3646427			1		
55	KHOS1-84G	666846	3646415	1	1			
56	KHOS1-85X	665402	3650413				1	1
57	KHOS1-86G	673186	3634264	1		1		
58	KHOS1-87G	672986	3635352	1	1			
59	KHOS1-88G	672419	3636325	1		1		
60	KHOS1-89G	672290	3637005	1		1		
61	KHOS1-90G	668087	3636428			1		
62	KHOS1-91G	667412	3638500	1		1		
63	KHOS1-92G	667347	3635965			1		
64	KHOS1-93G	666920	3636421			1		
65	KHOS1-94G	667769	3633808			1		
66	KHOS1-95G	668198	3631498	1		1		



جدول ۴-۴- شرح صحرایی نمونه‌های برداشت شده مرحله دوم

ROW	Sample	توضیحات
1	KHOS1-31G	لیسونیتی حاوی کانی سبز رنگ (فوکسیت یا گارنیریت) آرژیلی اکسید آهنی کربناتی
2	KHOS1-31X	لیسونیتی حاوی کانی سبز رنگ (فوکسیت یا گارنیریت) آرژیلی اکسید آهنی کربناتی
3	KHOS1-32G	لیسونیتی به شدت اکسید آهنی کربناتی و سیلیسی
4	KHOS1-33G	توده داسیتی
5	KHOS1-34G	زون ۵۰ در ۲۰۰ متر سیلیسی کربناتی و اکسید آهنی
6	KHOS1-35G	لیسونیتی اکسید آهنی کربناتی و سیلیسی
7	KHOS1-36G	زون گسله منطقه لیسونیتی- اکسید آهنی سیلیسی و کربناتی در ابعاد ۱٫۵ متر در ۱۰۰ متر
8	KHOS1-37G	داسیت همراه با رگچه‌های کربناتی
9	KHOS1-38G	لیسونیتی به شدت اکسید آهنی کربناتی و سیلیسی
10	KHOS1-39G	توده داسیتی جهت چک عناصر نادر
11	KHOS1-40GX	توف‌های بنتونیتی
12	KHOS1-41G	لیسونیتی حاوی کانی سبز رنگ (فوکسیت یا گارنیریت) اکسید آهنی کربناتی و سیلیسی
13	KHOS1-42G	لیسونیتی اکسید آهنی کربناتی و سیلیسی کم
14	KHOS1-43G	لیسونیتی حاوی کانی سبز رنگ (فوکسیت یا گارنیریت) اکسید آهنی کربناتی و سیلیسی
15	KHOS1-44G	داسیت نئوژن
16	KHOS1-45G	زون گسله کنتاکت داسیت و لیسونیت
17	KHOS1-46G	توده داسیتی جهت چک عناصر نادر
18	KHOS1-47G	لیسونیتی
19	KHOS1-48G	داسیت نئوژن
20	KHOS1-49G	داسیت نئوژن
21	KHOS1-50G	روند ۵۰ در ۵ متر سیلیسی برشی و اکسید آهنی
22	KHOS1-51XD	توده پلاژیو گرانیت
23	KHOS1-52G	رگه سیلیسی کربناتی داخل آندزیت ها به ضخامت یک متر و طول حدود ۱۵۰ متر
24	KHOS1-53G	رگه سیلیسی کربناتی داخل آندزیت ها
25	KHOS1-54G	پچ ۲۰ در ۳۰ متری به شدت اکسید آهنی سیلیسی و استوک ورکی

ROW	Sample	توضیحات
26	KHOS1-55G	بیرون زدگی وسیع لیسونیتی
27	KHOS1-56G	از داسیت ها و ریو داسیت های حاشیه زون لیسونیتی
28	KHOS1-57G	رگچه نیم متر هماتیته در طول ۵ متر
29	KHOS1-58G	داسیت های نئوژن
30	KHOS1-59G	روند خطی شمال غرب جنوب غرب ۲ در ۵۰ متر کربناتی اکسید آهنی و سیلیس کم
31	KHOS1-60G	رگه کربناتی برشی سیلیسی اکسید آهنی ضخامت متوسط دو متر طول بیش از ۱۰۰ متر
32	KHOS1-61G	پچ ۵ در ۱۰ متری هماتیته - گوتیتی شدید و سیلیسی
33	KHOS1-62G	رگچه سیلیسی کلسیتی به عنوان پلمینگ سیستم
34	KHOS1-63G	زون گسله اکسید آهنی آرژیلی
35	KHOS1-64G	زون گسله اکسید آهنی آرژیلی کمی سیلیسی
36	KHOS1-65G	آرژیلی اکسید آهنی سیلیسی
37	KHOS1-66G	پچ سیلیسی اکسید آهنی کربناتی حاشیه زون آلتراسیون
38	KHOS1-67G	در امتداد زون گسله - سیلیسی اکسید آهنی و برشی
39	KHOS1-68GX	توف های آلترو حاوی کانی های رسی
40	KHOS1-69X	زون آلتراسیون وسیع حلقوی
41	KHOS1-70GX	از بخش های سیلیسی و کمی لیمونیتی داخل زون التره
42	KHOS1-71G	داسیت های التره جهت چک زمینه
43	KHOS1-72X	آلتراسیون سیلیسی آرژیلی
44	KHOS1-73G	رگه سیلیسی شدید کمی هماتیته ۵۰ در ۱,۵ متر
45	KHOS1-74G	حاشیه آهک های نومولیت دار سیلیسی فایده شدید
46	KHOS1-75G	زون گسله اکسید آهنی ضعیف
47	KHOS1-76G	سیلیسی برش اکسید آهنی متوسط
48	KHOS1-77G	زون گسله روند شرقی - غربی سیلیسی برشی اکسید آهنی متوسط ضخامت ۱,۵ متر در طول ۲۰ متر
49	KHOS1-78GX	کنتاکت آهک و مارن به شدت هماتیته ضخامت یک متر طول ۱۰ متر و به شدت سیلیسی
50	KHOS1-79GX	زون التراسیون سیلیسی آرژیلی

ROW	Sample	توضیحات
51	KHOS1-80X	سیلیسی و کانی های رسی
52	KHOS1-81GX	سیلیسی آرژیلی اکسید آهنی
53	KHOS1-82X	بتونیتی حاوی گچ و کلسیت
54	KHOS1-83G	توف سیلیسی حاوی رگچه های کلسیتی
55	KHOS1-84G	رگچه های سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
56	KHOS1-85X	پچ آندزیتی آلتره
57	KHOS1-86G	سیلیسی کربناتی برشی
58	KHOS1-87G	لیسونیتی
59	KHOS1-88G	لیسونیتی ضخامت ۵ متر طول مناسب
60	KHOS1-89G	لیسونیتی سیلیسی و کربناتی
61	KHOS1-90G	داسیت های نتوژن
62	KHOS1-91G	لیسونیتی حاوی کانی سبز رنگ (فوکسیت یا گارنیریت) اکسید آهنی کربناتی
63	KHOS1-92G	داسیت
64	KHOS1-93G	داسیت
65	KHOS1-94G	داسیت
66	KHOS1-95G	برشی سیلیسی کربناتی ضخامت از ۲۰ سانتی متر تا دو متر روند شمالی - جنوبی

#### ۴-۶- نمونه برداری مرحله سوم:

نمونه برداری مرحله سوم از تاریخ ۲۵ دی ۱۴۰۰ شروع شد که به مدت ۱۵ روز بود و ۳۶ نمونه طبق جدول به منظورهای مختلف برداشت شد که در جدول ۴-۵ آمده است توضیحات نمونه های برداشت شده در جدول ۴-۶ آمده است.

جدول ۴-۵- نمونه‌های برداشت شده مرحله سوم و آنالیزهای پیشنهادی

ROW	Sample	X	Y	Au	ICP	ICP MS	XRF	XRD	Thin	Polish
1	KHOS1-96G	667243	3628336			1				
2	KHOS1-97G	667010	3628855			1				
3	KHOS1-98G	665897	3626253			1				
4	KHOS1-99G	671119	3639517	1	1					
5	KHOS1-100G	668486	3646836	1	1					
6	KHOS1-101G	667639	3647250	1	1					
7	KHOS1-102G	669006	3652378	1	1					
8	KHOS1-103G	679509	3646827	1	1					
9	KHOS1-104X	679518	3646644				1	1		
10	KHOS1-105G	679105	3642042	1	1					
11	KHOS1-106G	686776	3652499	1	1					
12	KHOS1-107G	686902	3652263	1	1					
13	KHOS1-108G	686066	3651608	1	1					
14	KHOS1-109G	685990	3651603	1	1					
15	KHOS1-110G	685715	3651559	1	1					
16	KHOS1-111G	684795	3651137	1	1					
17	KHOS1-112G	683906	3648846	1	1			1		
18	KHOS1-113X	678703	3644172				1	1		
19	KHOS1-114X	679291	3642693				1	1		
20	KHOS1-115G	677731	3641594	1	1					
21	KHOS1-116G	677908	3641534	1	1					
22	KHOS1-117G	677908	3641534	1	1					
23	KHOS1-118G	677781	3641752	1	1					
24	KHOS1-119G	678154	3642514	1	1					
25	KHOS1-120X	675954	3647884				1	1		
26	KHOS1-121G	677480	3648553			1				
27	KHOS1-122GX	685821	3651899				1	1		
28	KHOS1-123G	685673	3651996	1	1					
29	KHOS1-124X	685980	3651764				1	1		
30	KHOS1-125G	680452	3652149	1	1					
31	KHOS1-126GX	680349	3652096	1	1		1			
32	KHOS1-127G	680207	3652028	1	1					
33	KHOS1-128G	680148	3652053	1	1					
34	KHOS1-129G	681883	3652774	1	1					
35	KHOS1-130G	683350	3625839	1	1					
36	KHOS1-122TP	685821	3651899						1	1

جدول ۴-۶- شرح صحرایی نمونه‌های برداشت شده مرحله سوم

ROW	Sample	توضیحات
1	KHOS1-96G	داسیت‌های التره
2	KHOS1-97G	داسیت‌های التره
3	KHOS1-98G	داسیت‌های التره
4	KHOS1-99G	لیسونیت سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
5	KHOS1-100G	زون گسله سیلیسی برشی هماتی به ابعاد ۳ در ۱ متر
6	KHOS1-101G	رگه کربناتی سیلیسی داخل توف ها نزدیک معدن بنتونیت
7	KHOS1-102G	نمونه از کربنات‌های سیلیسی هماتی در کنتاكت آهك و ماسه سنگ برداشت شد بالادست مناسب سنگ ساختمانی
8	KHOS1-103G	داخل ولکانیک ها رگچه‌های ۳ تا ۲۰ سانتی متری سیلیس آمورف و اکسید آهنی
9	KHOS1-104X	بنتونیتی ۵۰ در ۲ متر بیرون زدگی
10	KHOS1-105G	سیلیسی اکسید آهنی زون گسله داخل آگلومرا
11	KHOS1-106G	سیلیسی هماتی گوتیتی در زمینه اولترامافیک
12	KHOS1-107G	باند لیسونیتی ضخامت حدود ۵ متر از بخش‌های سیلیسی نمونه برداشت شد
13	KHOS1-108G	رگچه چند سانتی متری مالاکیت دارکلریتی سیلیسی
14	KHOS1-109G	پچ اکسید آهنی سیلیسی در زمینه اولترامافیک مناسب مسیو سولفاید در صورت عیار
15	KHOS1-110G	زون گسله از بخش‌های سیلیسی اکسید آهنی شدید کنتاكت اولترامافیک و داسیت
16	KHOS1-111G	داسیت‌های برشی زون گسله برشی اکسید آهنی
17	KHOS1-112G	زون التره کائولینی اکسید آهنی
18	KHOS1-113X	خاک صنعتی بنتونیتی
19	KHOS1-114X	خاک صنعتی بنتونیتی ابعاد مناسب
20	KHOS1-115G	کنتاكت پلاژیوگرانیت و لیسونیت پچ سیلیسی اکسید آهنی
21	KHOS1-116G	کنتاكت پلاژیوگرانیت و لیسونیت روند کربناتی سیلیسی اکسید آهنی
22	KHOS1-117G	از محل نمونه قبلی از بخش‌های سبز رنگ مشکوک برای نیکل
23	KHOS1-118G	از بخش‌های سیلیسی و اکسید آهنی بصورت پچ ۳ در ۵ متر از داخل توده پلاژیوگرانیت
24	KHOS1-119G	از کنتاكت شمالی توده با سنگ‌های رسوبی اکسید آهنی برشی کمی سیلیسی

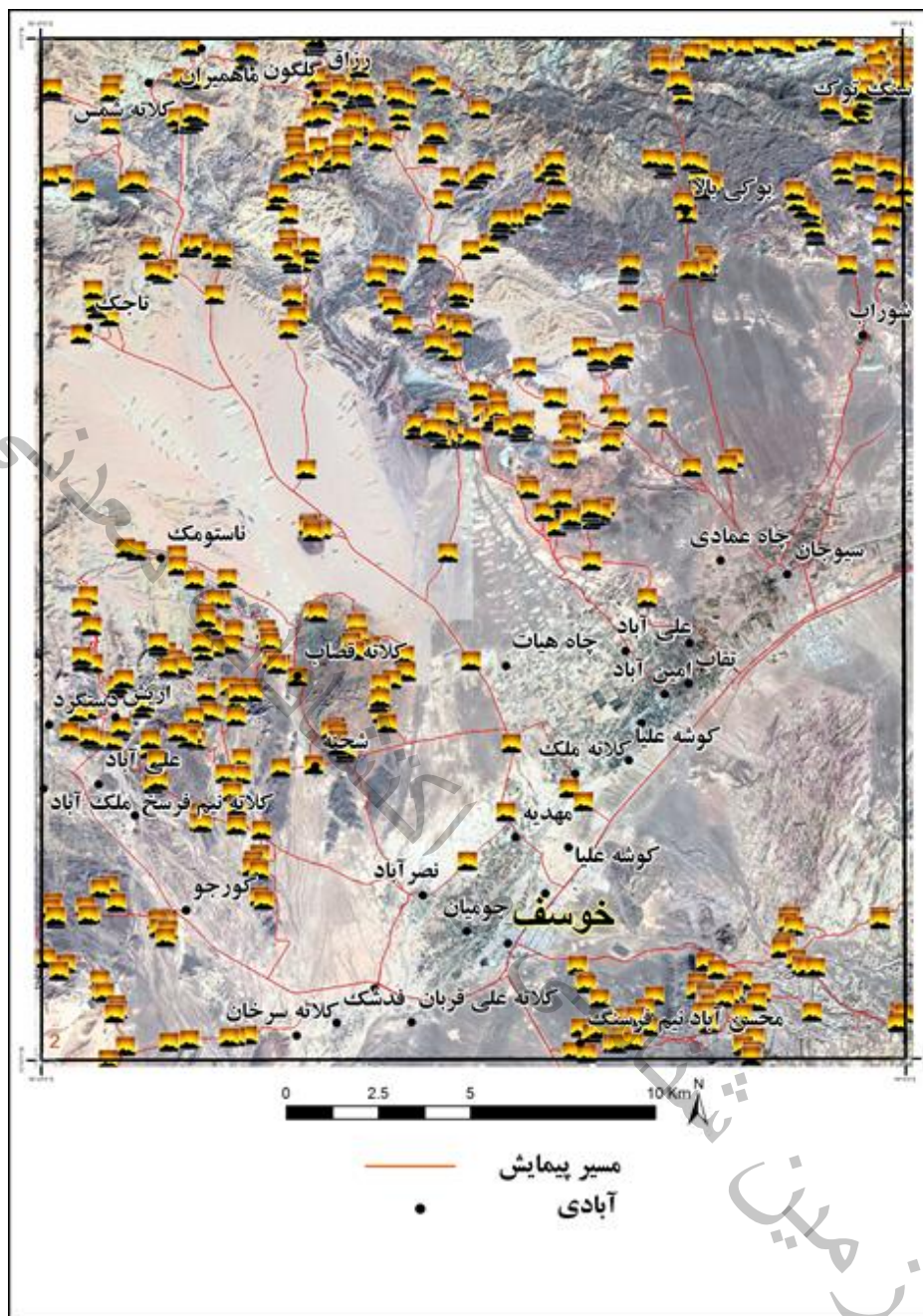
ROW	Sample	توضیحات
25	KHOS1-120X	بتونیت و خاک صنعتی
26	KHOS1-121G	داسیت منطبق بر آنومالی ژئوفیزیک
27	KHOS1-122GX	جهت آنالیز کرومیت و عناصر همراه داخل سرپانتین های التره در ان محل سینه کار اکتشافی هم وجود دارد
28	KHOS1-123G	لیسونیتی سیلیسی کربناتی
29	KHOS1-124X	منیزیت گل کلمی داخل سرپانتین ها
30	KHOS1-125G	نمونه سیلیسی اکسید آهنی گویتی از رگه حاشیه لیسونیت و اولترا مافیک بصورت حلقوی در آنومالی ژئوفیزیک هوایی
31	KHOS1-126GX	نمونه به شدت همایتی به عنوان اندیس آهن
32	KHOS1-127G	نمونه سیلیسی اکسید آهنی (رگه اپی ترمالی؟)
33	KHOS1-128G	نمونه سیلیسی اکسید آهنی (رگه اپی ترمالی؟)
34	KHOS1-129G	شبه نمونه های قبلی نا برجا
35	KHOS1-130G	از رگچه های کربناتی اکسید آهنی داخل داسیت اطراف چاه موسی به عنوان پلمینگ سیستم
36	KHOS1-122TP	نمونه کرومیت دار

#### ۴-۷- اهداف نمونه برداری

هدف اصلی نمونه برداری شناسایی پتانسیل های فلزی و غیر فلزی بر گه خوسف می باشد. نتایج بررسی های صحرائی نشان می دهد که بر گه خوسف پتانسیل کانی سازی مس و طلا در جنوب شرقی بر گه (چشمه موسی)، پتانسیل کرومیت، نیکل، کبالت و منیزیت شمال شرق محدوده (سنگ توک و کلاته میراسماعیل) و پتانسیل نیکل نیز در کلاته قصاب و پتانسیل مس و نیکل در شمال غرب کلاته قصاب دارد. از لحاظ پتانسیل های غیر فلزی نیز پتانسیل بتونیت و خاک های صنعتی، گچ خاکی، شن و ماسه، رس، آگات و آنورتوزیت سنگ لاشه و سنگ ساختمانی دگر پتانسیل های منطقه است. در مورد نتایج حاصل از آنالیز ها در فصل بعد توضیح کامل آورده می شود.

#### ۴-۸- نقشه مسیرهای پیمایش

با توجه به روندهای ساختاری، زمین شناسی، پردازش داده های ماهواره ای و گزارشات قبلی شامل اکتشافات ژئوشیمی و ژئوفیزیکی مسیرها طبق نقشه زیر مورد پیمایش قرار گرفت. مسیرهای پیمایش در شکل ۴-۲ آمده است.

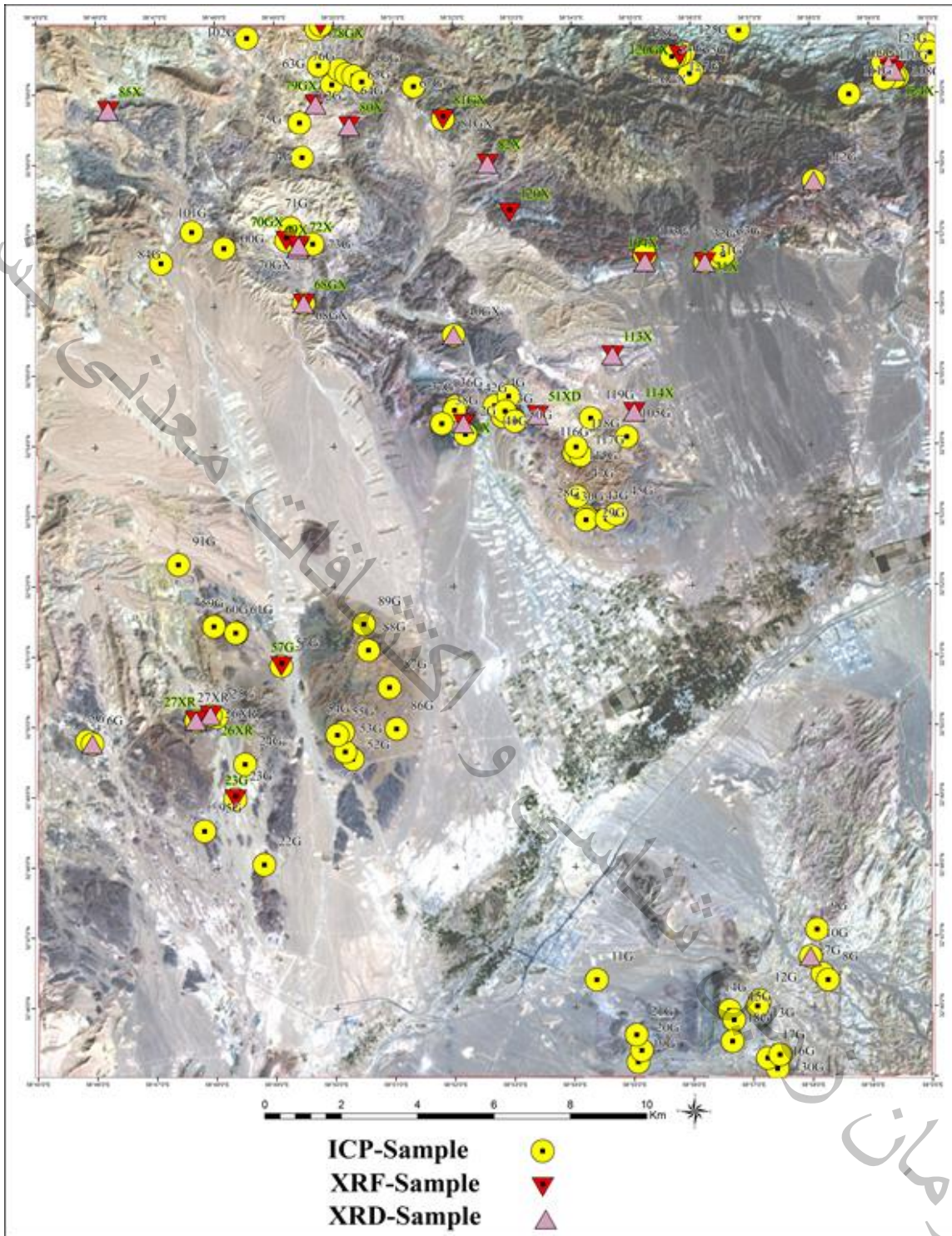


شکل ۴-۲- مسیرهای پیمایش و نقاط برداشت

#### ۹-۴- نقشه نمونه برداری

با توجه به پیمایش‌های انجام شده و اهداف نمونه‌برداری ۱۳۴ نمونه از محدوده مطالعاتی برداشت گردید. از ۱۳۴ نمونه برداشت شده ۷۷ نمونه برای آنالیز طلا و ۹۱ نمونه ICP و ۲۵ نمونه از دایک‌های داسیتی برای ICPMS و ۲۲ نمونه XRD و ۲۵ نمونه XRF و نهایت یک نمونه مقطع نازک و صیقلی بوده است. در شکل زیر نقشه نمونه‌برداری ارائه شده است.





شکل ۴-۳- نقشه توزیع نمونه برداری



کشور

معدنی

اكتشافات

فصل پنجم:

نتایج اکتشافات سیستماتیک

شناسی و

زمین

سازمان

## ۵-۱- مقدمه

در این فصل به پردازش داده‌ها و معرفی محدوده‌های امید بخش فلزی و پتانسیل غیرفلزی و نتایج اکتشاف در دو بخش فلزی و غیرفلزی می‌پردازیم. آنالیزها در دو آزمایشگاه زرا (نمونه‌های مرحله اول و دوم) برای طلا و ۳۴ عنصر دیگر آنالیز شد. نمونه‌های مرحله سوم در آزمایشگاه سازمان و برای طلا و ۳۷ عنصر و اکسید دیگر آنالیز شد. همانطور که ذکر شد مطالعاتی که تا به حال (قبل از اکتشافات ۱:۵۰۰۰۰) در این برکه انجام شده منجر به معرفی یک محدوده ی امید بخش چشمه موسی (بخشی از آنومالی دو کوهه) شده است و سایر مطالعات هیچ گونه پتانسیل فلزی برای این برکه معرفی نکرده است.

## ۵-۲- تهیه بانک اطلاعاتی نمونه‌ها

همانطور که ذکر شد نمونه‌ها با اهداف مختلف و در دو آزمایشگاه متفاوت انجام شده است. که عناصر و حد حساسیت هر آزمایشگاه در جداول ۵-۱ و ۵-۲ آورده می‌شود. لازم به ذکر است پس از تبدیل و پردازش‌های لازم فایل یکپارچه جهت پردازش آماده شد و پردازش‌های لازم انجام گرفت. نهایت پس از پردازش‌های اولیه و بررسی داده‌ها این برکه با توجه به آنالیزهای موجود برای عناصر مس، طلا، مولیبدن، نیکل، کبالت و کرم پتانسیل دارد که به صورت خاص پردازش‌ها برای این عناصر انجام شد. لازم به ذکر است که لیسونیت‌ها می‌توانند پتانسیل جیوه هم داشته باشند که با توجه به انجام گزارش اکتشاف ژئوشیمی و مطالعات کانی سنگین در آن گزارش به عنصر جیوه پرداخته می‌شود.

جدول ۵-۱- حد حساسیت و عناصر آنالیز شده در آزمایشگاه زرا آزما

Element	Ag	Al	As	Ba	Be	Ca	Cd	Ce
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL	0.50	100	0.5	5	1.0	100	0.10	1
Element	Co	Cr	Cu	Fe	K	La	Li	Mg
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL	1	1	1	100	100	1	1	100
Element	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL	5	0.50	100	1	10	1	50	0.50
Element	Sc	Sr	Th	Ti	U	V	Y	Yb
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
DL	0.5	2	5.0	10	5.0	1	0.5	0.2
Element	Zn	Zr						
Unit	ppm	ppm						
DL	1	5						

جدول ۵-۲- حد حساسیت و عناصر آنالیز شده در آزمایشگاه سازمان

Elements	Ag(ppm)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ba(ppm)	Be (ppm)	CaO (%)	Ce(ppm)	Co(ppm)	Cr (ppm)
LOQ	3	100ppm	5	0.5	100ppm	5	5	10
Elements	Cu(ppm)	Dy(ppm)	Er(ppm)	Eu(ppm)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Ga(ppm)	Gd(ppm)	K <sub>2</sub> O (%)
LOQ	5	5	2	2	100ppm	5	5	100ppm
Elements	La(ppm)	Li(ppm)	MgO (%)	Mn (ppm)	Na <sub>2</sub> O (%)	Nb(ppm)	Nd(ppm)	Ni(ppm)
LOQ	5	10	100ppm	5.0	100ppm	5	10	10
Elements	P (ppm)	Pb (ppm)	Sc(ppm)	Sm(ppm)	Sr(ppm)	Te(ppm)	Th(ppm)	Ti(ppm)
LOQ	20	20	2	5	3	5	20	50
Elements	U(ppm)	V (ppm)	Y(ppm)	Yb (ppm)	Zn(ppm)			
LOQ	20	5	5	5	10			

### ۵-۳- پردازش داده‌ها

از آنجا که هدف اصلی شناسایی پتانسیل‌ها می‌باشد پردازش هدفمند انجام گرفته است به این معنی که با توجه به داده‌های موجود و مرتب‌سازی داده‌ها عناصر هدف در بخش فلزی شناسایی شدند و با توجه به حدود ژینزبرگ نقشه‌های سیبول مپ رسم گردید و نهایتاً با تلفیق نقشه‌های سیمبولی محدوده‌های امید بخش‌ها معرفی شدند. همانطور که ذکر شد مرتب‌سازی داده‌ها و مقایسه نتایج نشان داد که برگه از لحاظ پتانسیل فلزی برای عناصر طلا، مس،

مولیبدن، نیکل، کبالت و مس و تا حدودی کرومیت و اکسیدهای آهن می‌تواند پتانسیل داشته باشد بنابراین نقشه‌های این عناصر رسم شد.

جدول ۵-۳- حدود ژینزبرگ برای عناصر پتانسیل دار در این برگه

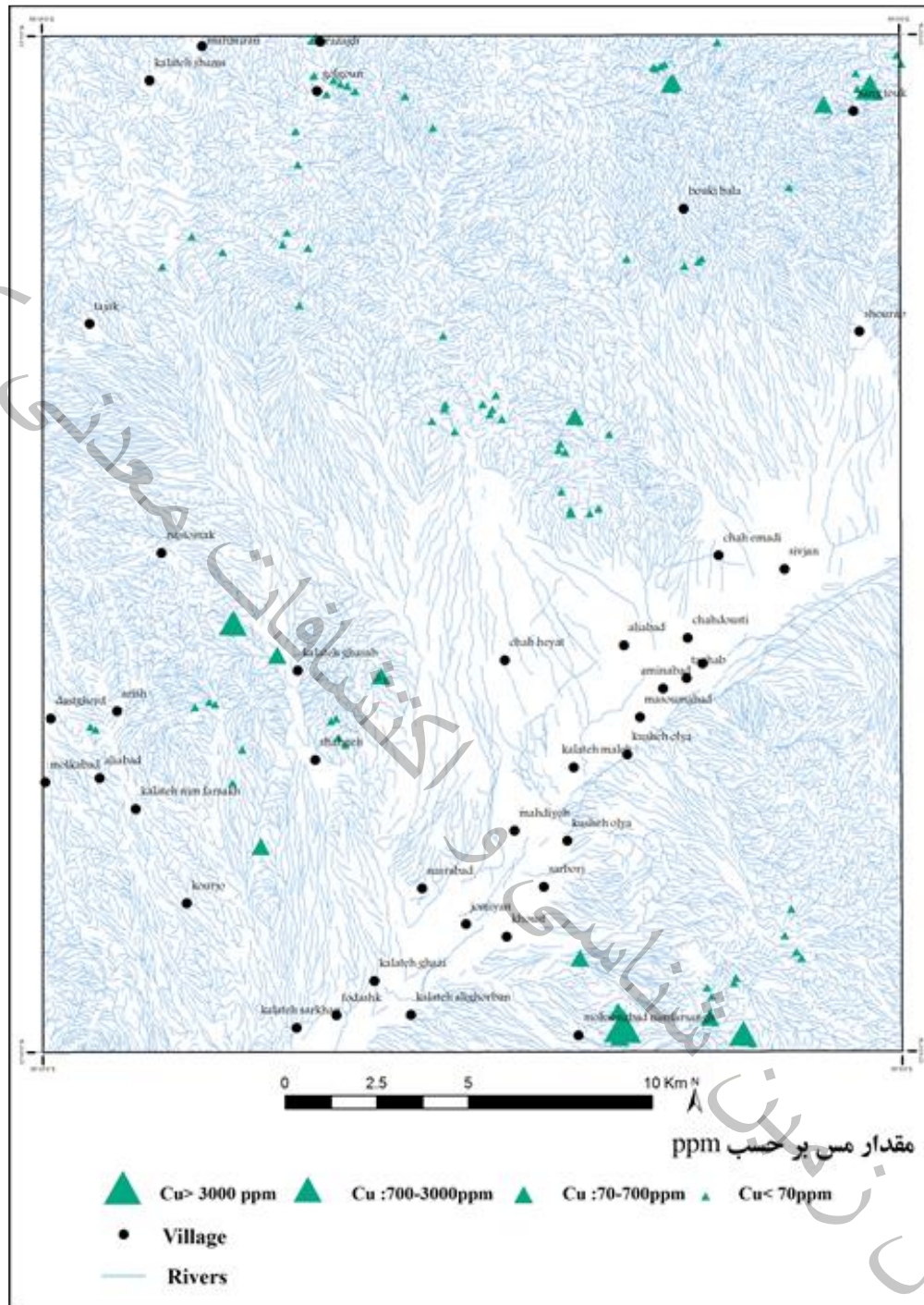
نام عنصر	عقیم	کانی سازی پراکنده	کانی سازی کانساری
Au(ppb)		10	50
Cu(ppm)	70	700	3000
Mo(ppm)	7	70	600
Co(ppm)	100	400	600
Cr(ppm)	400	1000	10000
Ni(ppm)	100	1000	3000

۵-۳-۱- مس:

از ۹۱ نمونه که برای آنالیز مس برداشت شد ۴ نمونه بر اساس حدود ژینزبرگ عیار بالای ۷۰۰ گرم بر تن داشتند که نتایج آن در جدول ۵-۴ می‌آید و نقشه مربوط به مس هم ۵-۱ در شکل آمده است.

جدول ۵-۴- نمونه‌های مس بالاتر از ۷۰۰ میلی گرم بر تن

شماره نمونه	x	y	Cu(ppm)
KHOS1-20G	679729	3625899	26895
KHOS1-17G	683027	3625745	2245
KHOS1-61G	668941	3636727	1602
KHOS1-108G	686066	3651608	1101



شکل ۵-۱- نقشه Symbol Map عنصر مس بر اساس حدود ژئینزبرگ

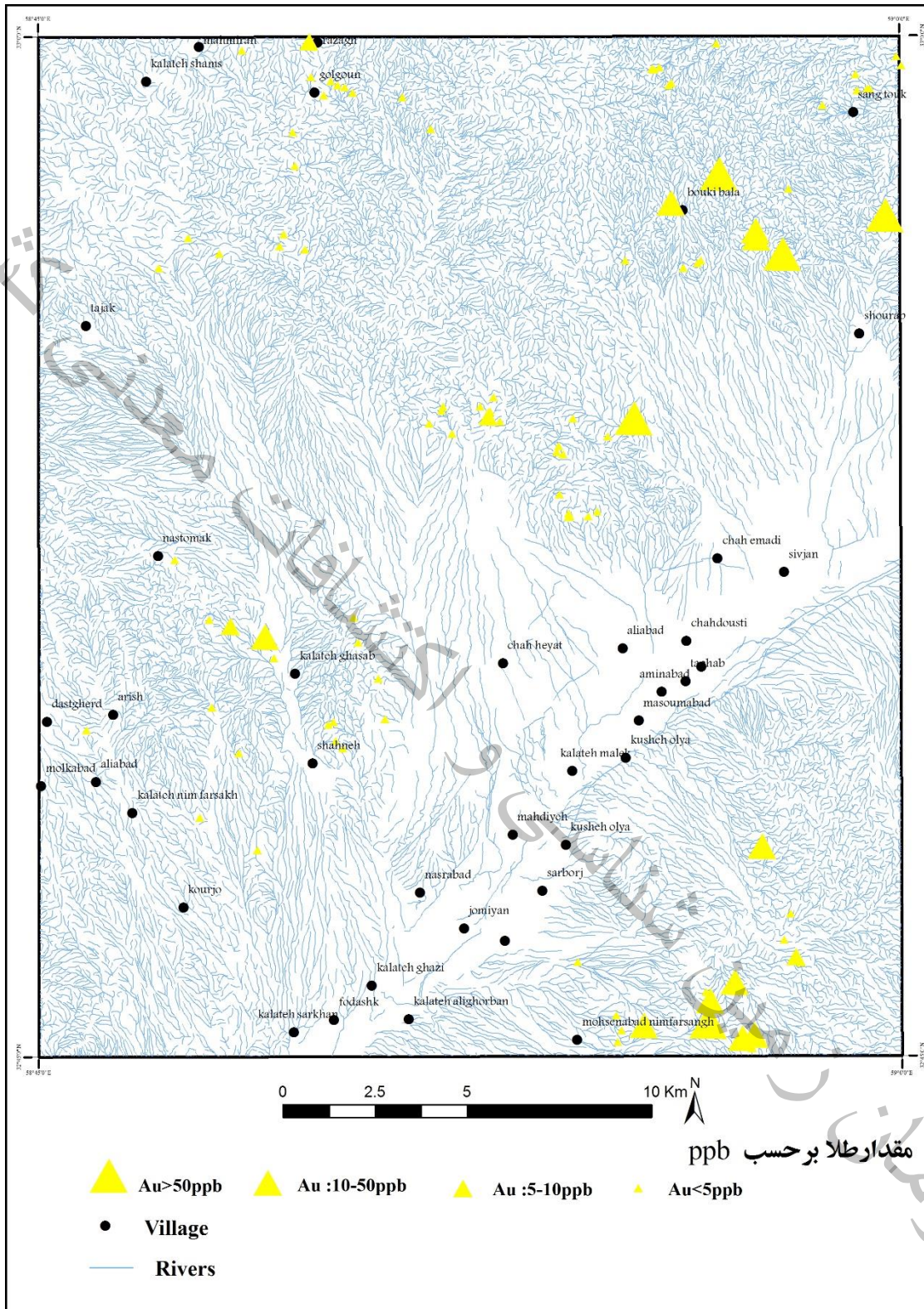
## ۵-۳-۲- طلا:

از ۷۷ نمونه که برای طلا برداشت شد ۵ نمونه عیار بالای ۱۰ میلی گرم بر تن داشتند که نتایج آن در جدول ۵-۶ می آید. در شکل ۵-۲ نقشه رسم شده از محل نمونه ها و سیبول مپ نمایش داده شده است همانطور که نقشه نشان می دهد یک منطقه برای طلا معرفی شده است.

جدول ۵-۵- نمونه های طلا بالاتر از ۵ میلی گرم بر تن

شماره نمونه	x	y	Au(ppb)
KHOS1-18G	682099	3626175	133
KHOS1-12G	682801	3627259	31
KHOS1-130G	683350	3625839	23
KHOS1-17G	683027	3625745	18
KHOS1-15G	682133	3626739	17
KHOS1-7G	684431	3627991	9
KHOS1-3G	675844	3642525	7
KHOS1-61G	668941	3636727	6
KHOS1-77G	670826	3652643	6





شکل ۵-۲- نقشه Symbol Map عنصر طلا (تلفیق با داده‌های ژئوشیمی) بر اساس حدود ژئوزبرگ

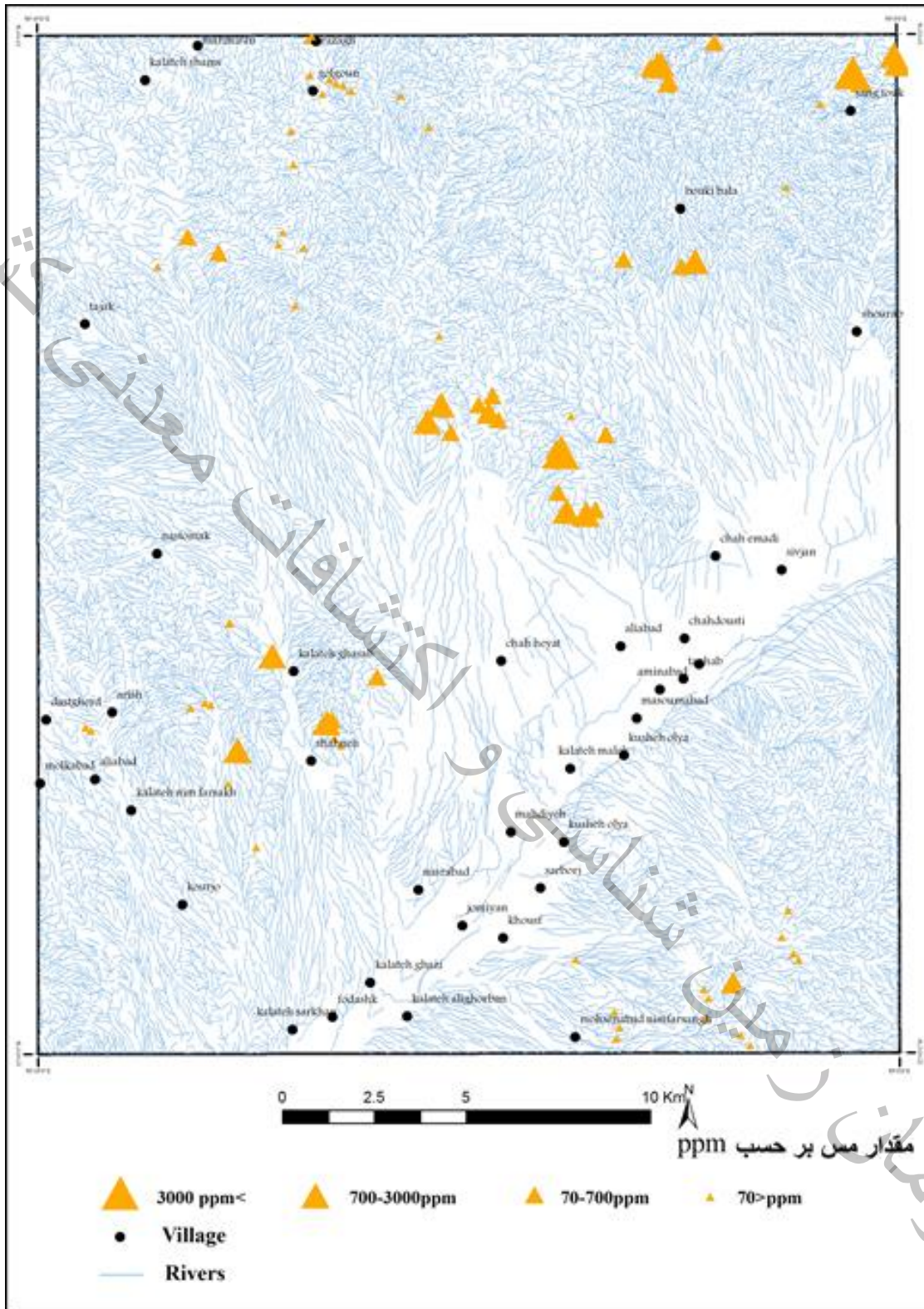
## ۵-۳-۳- نیکل:

از ۹۱ نمونه که برای آنالیز نیکل برداشت شد ۱۴ نمونه بر اساس حدود زینبرگ عیار بالای ۱۰۰۰ گرم بر تن داشتند که نتایج آن در جدول زیر می آید و نقشه مربوط به نیکل هم در شکل ۵-۳ آمده است.

جدول ۵-۶- نمونه‌های نیکل بالاتر از ۱۰۰۰ گرم بر تن

شماره نمونه	x	y	Ni(ppm)
KHOS1-123G	685673	3651996	3265
KHOS1-116G	677908	3641534	3012
KHOS1-57G	670144	3635871	2438
KHOS1-126GX	680349	3652096	2048
KHOS1-106G	686776	3652499	1818
KHOS1-43G	678609	3639865	1780
KHOS1-32G	681466	3646791	1376
KHOS1-38G	674260	3642312	1218
KHOS1-107G	686902	3652263	1207
KHOS1-28G	678083	3639936	1203
KHOS1-125G	680452	3652149	1192
KHOS1-55G	671639	3634079	1186
KHOS1-24G	669233	3633273	1075
KHOS1-36G	674625	3642782	1031





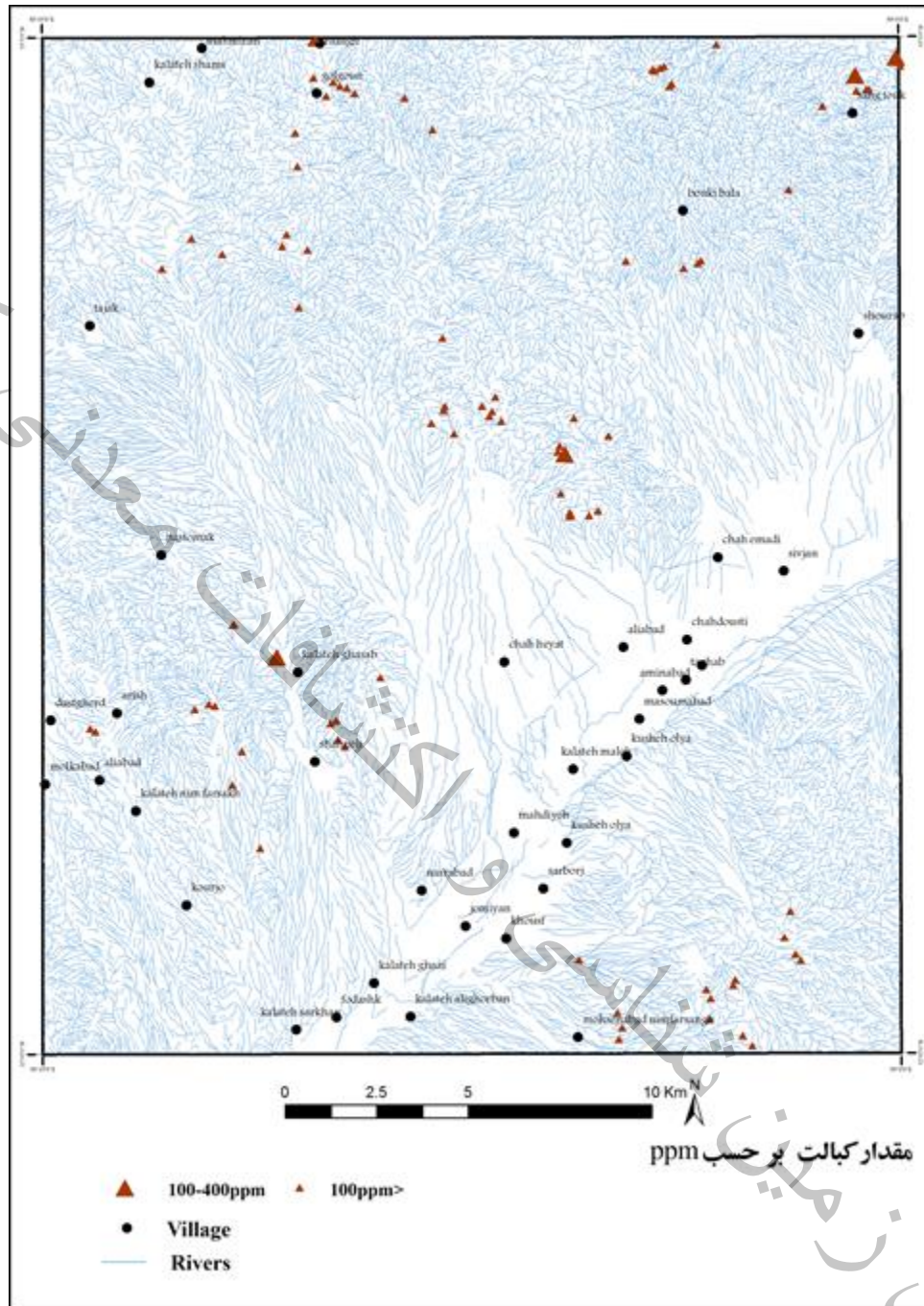
شکل ۵-۳- نقشه Symbol Map عنصر نیکل بر اساس حدود ژینر برگ

## ۵-۳-۴- کبالت:

از ۹۱ نمونه که برای آنالیز کبالت برداشت شد ۴ نمونه بر اساس حدود زینزبرگ عیار بالای ۱۰۰ گرم بر تن داشتند که نتایج آن در جدول زیر می آید و نقشه مربوط به کبالت هم در شکل ۵-۴ آمده است.

جدول ۵-۷- نمونه‌های کبالت بالاتر از ۱۰۰ گرم بر تن

شماره نمونه	x	y	Co(ppm)
KHOS1-123G	685673	3651996	146
KHOS1-116G	677908	3641534	133
KHOS1-57G	670144	3635871	118
KHOS1-106G	686776	3652499	115



شکل ۵-۴- نقشه Symbol Map عنصر کبالت بر اساس حدود ژینزبرگ

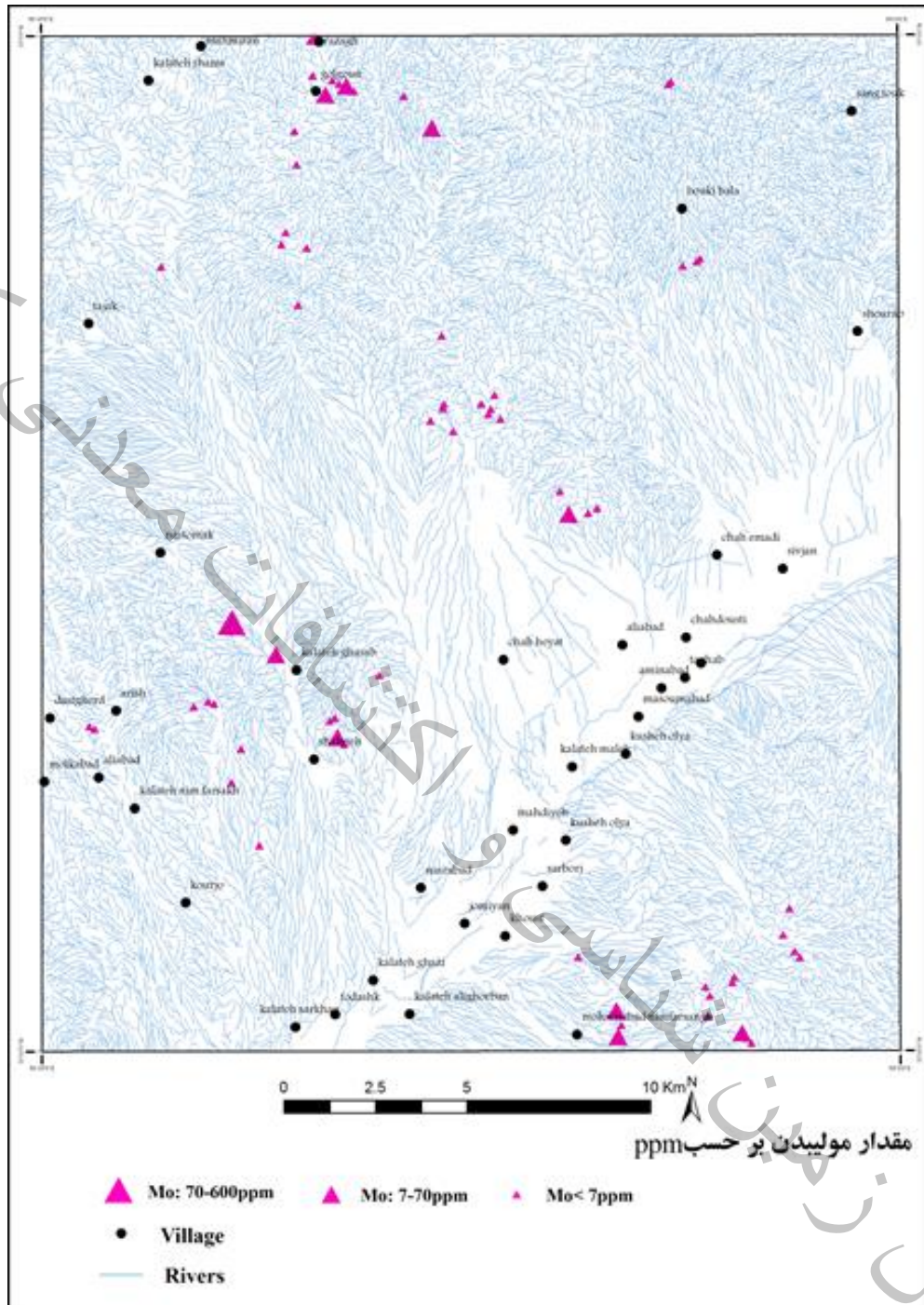
## ۵-۳-۵- مولیدن:

از ۹۱ نمونه که برای آنالیز مولیدن برداشت شد ۳ نمونه بر اساس حدود زینزبرگ عیار نزدیک به ۷۰ گرم بر تن داشتند که نتایج آن در جدول زیر می آید و نقشه مربوط به مولیدن هم در شکل ۵-۵ آمده است.

جدول ۵-۸- نمونه‌های مولیدن بالاتر از ۶۰ گرم بر تن

شماره نمونه	x	Mo(ppm)
KHOS1-61G	668941	77.7
KHOS1-19G	679642	67.4
KHOS1-57G	670144	67.3





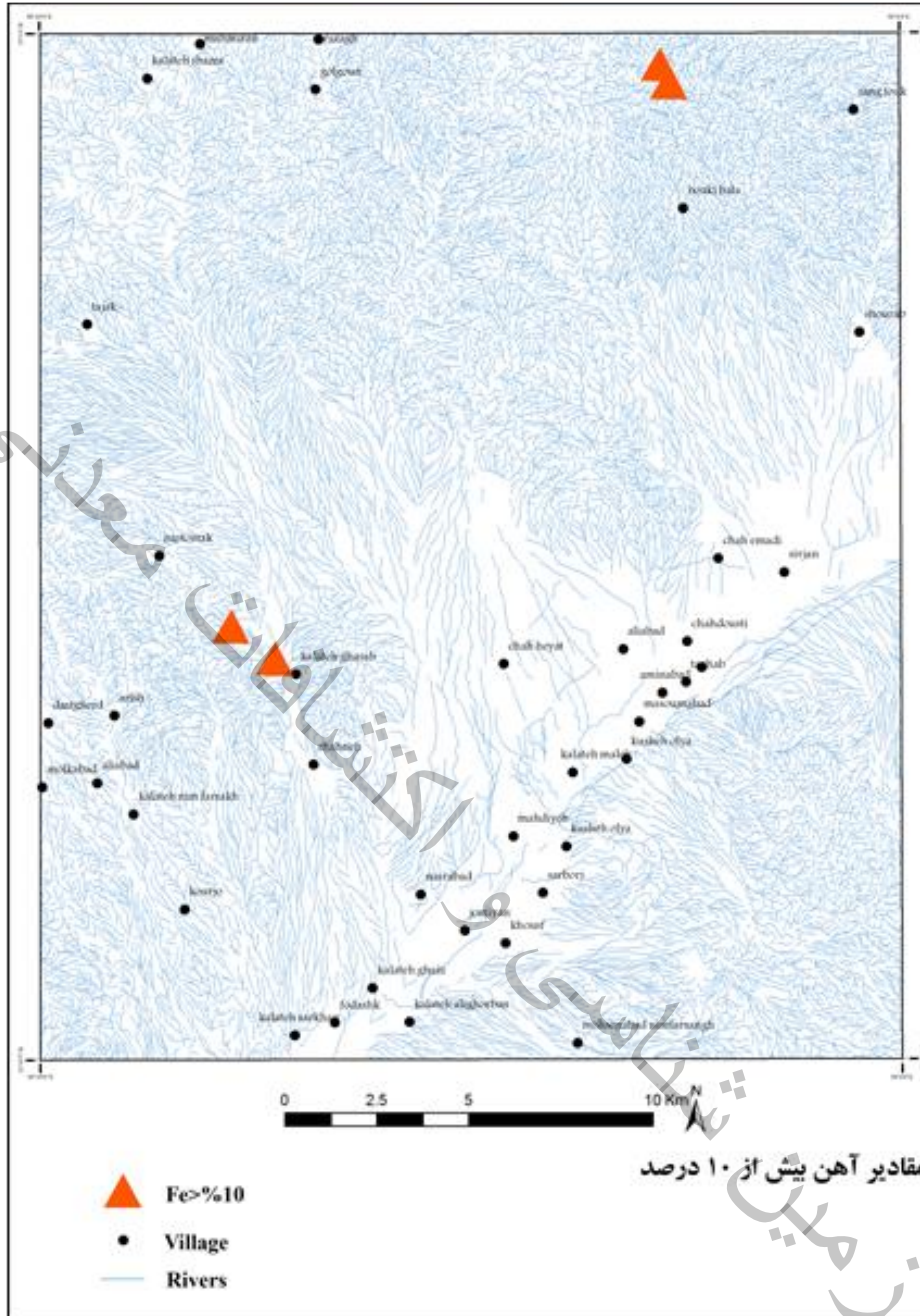
شکل ۵-۵- نقشه Symbol map عنصر مولیبدن بر اساس حدود ژینبرگ

## ۵-۳-۶- اکسید آهن (هماتیت)

از ۹۱ نمونه که برای آنالیز آهن برداشت شد ۴ بیش از ده درصد آهن داشتند که نتایج آن در جدول زیر می آید و نقشه مربوط به آهن هم در شکل ۵-۶ آمده است.

جدول ۵-۹- نمونه‌های آهن دار

شماره نمونه	x	y	fe	Fe2O3
KHOS1-57G	670144	3635871	>10%	35.6
KHOS1-35G	680613	3651616	>10%	
KHOS1-61G	668941	3636727	>10%	
KHOS1-126GX	680349	3652096		41.5

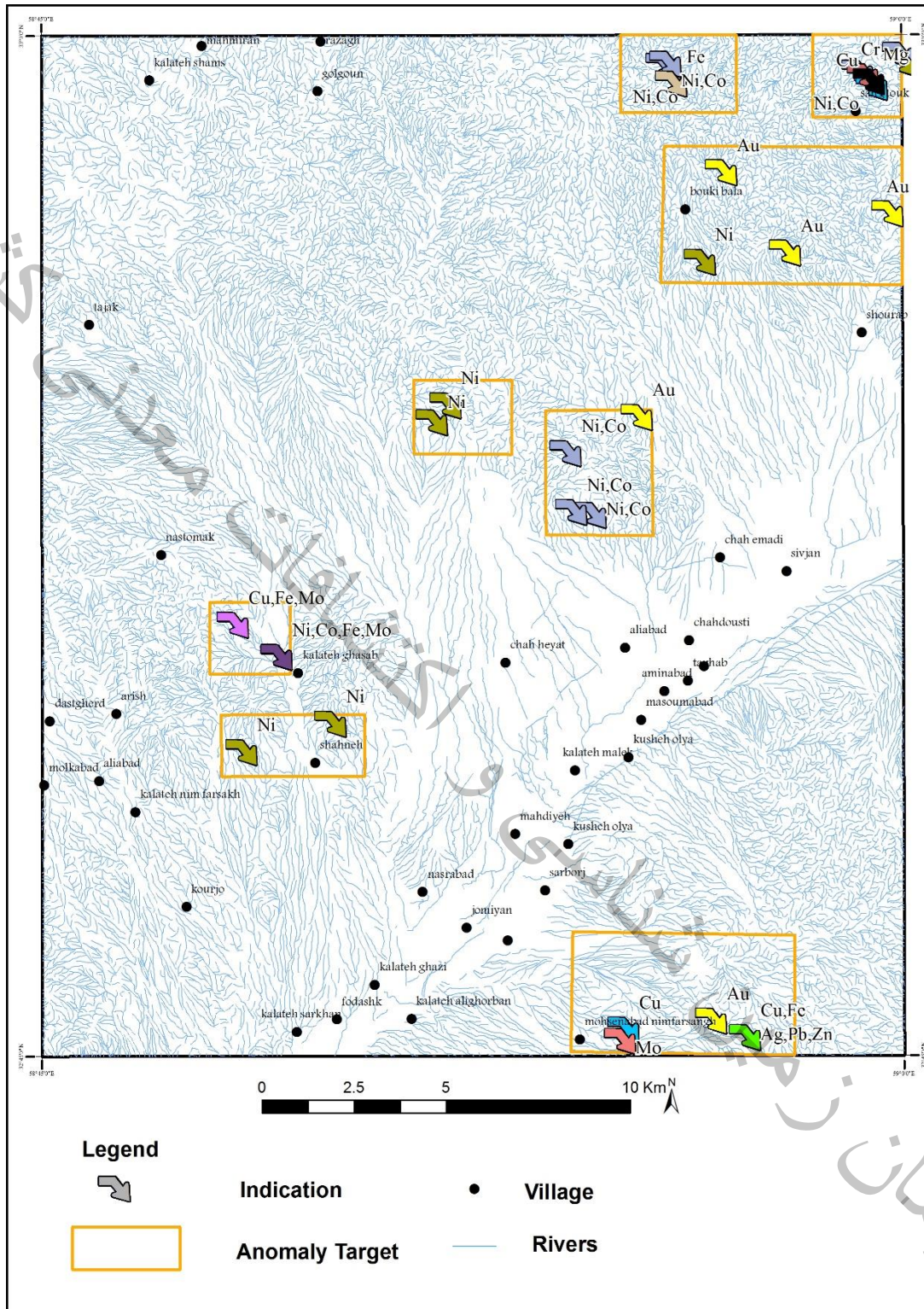


شکل ۵-۶- نقشه Symbol Map عنصر آهن

همانطور که نتایج نشان می دهد و براساس حدود ژینزبرگ هشت محدوده ی امید بخش فلزی که عموماً برای نیکل و کبالت و فلزات پاراژنز در لیسونیت ها شامل جیوه و طلا می باشد معرفی شد که در نقشه شکل ۵-۷ نشان داده شده است و در ادامه به شرح آنها می پردازیم.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



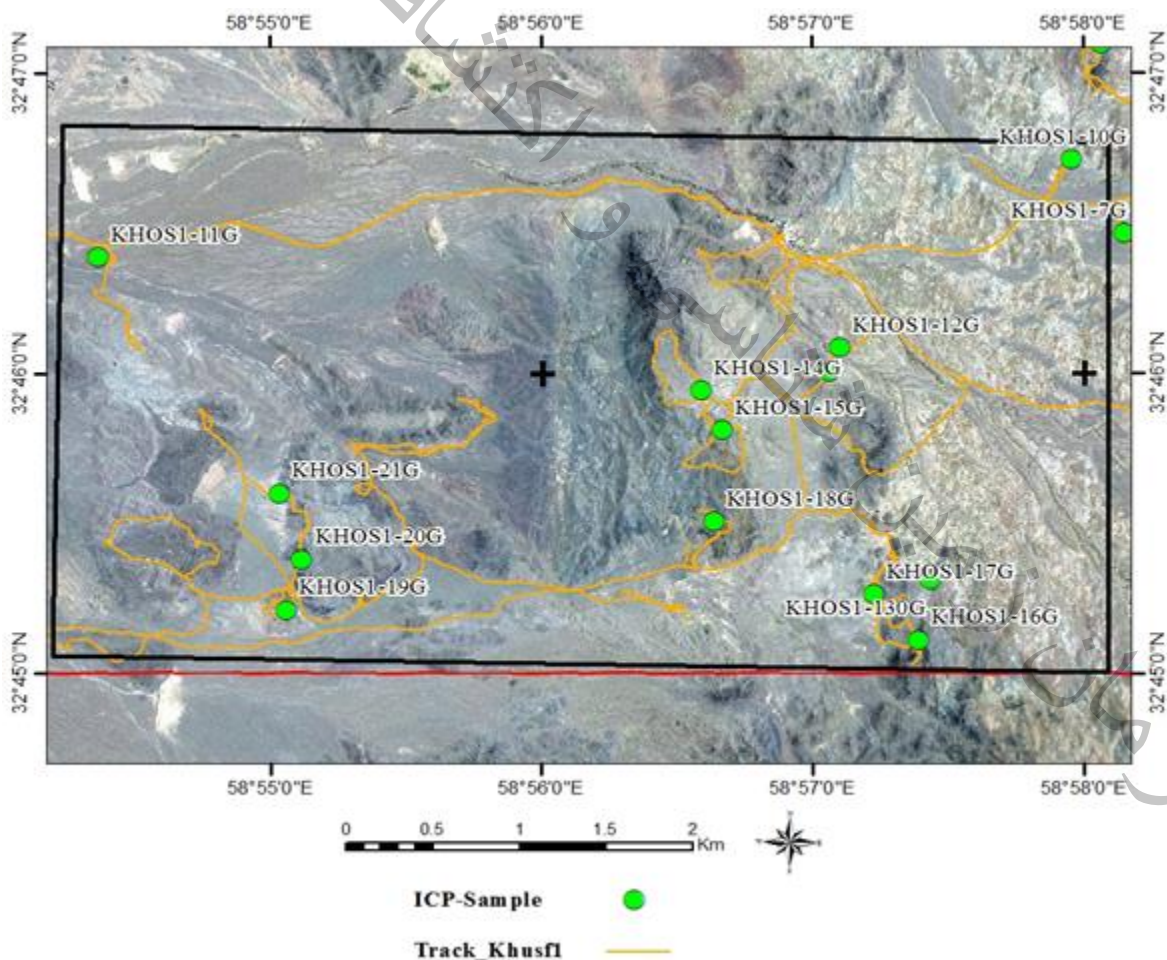


شکل ۵-۷- نقشه محدوده‌های امید بخش فلزی

## ۵-۴- معرفی پتانسیل های فلزی

## ۵-۴-۱- محدوده ی امید بخش چاه موسی-علی آباد:

این محدوده ی امید بخش در جنوب شرق نقشه خوسف ۱ با مساحت ۱۸ کیلومتر مربع شامل واحدهای دگرگونی اسلیت و فیلیت هستند که رگه های سیلیسی روی آن ها مشاهده می شود و همچنین واحد آتشفشانی با ترکیب پیروکسن آندزیت تا آندزیت و تراکی آندزیت و توف های اسیدی با ترکیب داسیت تا ریوداسیت و همچنین یک سری واحدهای سنگی که ترکیب کوارتز دیوریت تا مونزودیوریتی دارند و در بخش های حاشیه ای به آندزیت و تراکی آندزیت تبدیل شده اند و به صورت دایک و گنبد در داخل اسلیت، فیلیت، سنگ ماسه ی دگرگون شده، سنگ های آتشفشانی و آذرآواری منطقه تزریق شده اند. از این محدوده یازده نمونه برداشت شده است که چند نمونه نسبت به طلا و مس غنی شدگی نشان می دهد پراکندگی نمونه ها، شرح نمونه ها، نتایج آنالیز و نقاط آنومال در شکل ها و جداول زیر می آید.



شکل ۵-۸- نقاط برداشت محدوده ی امید بخش چاه موسی-علی آباد

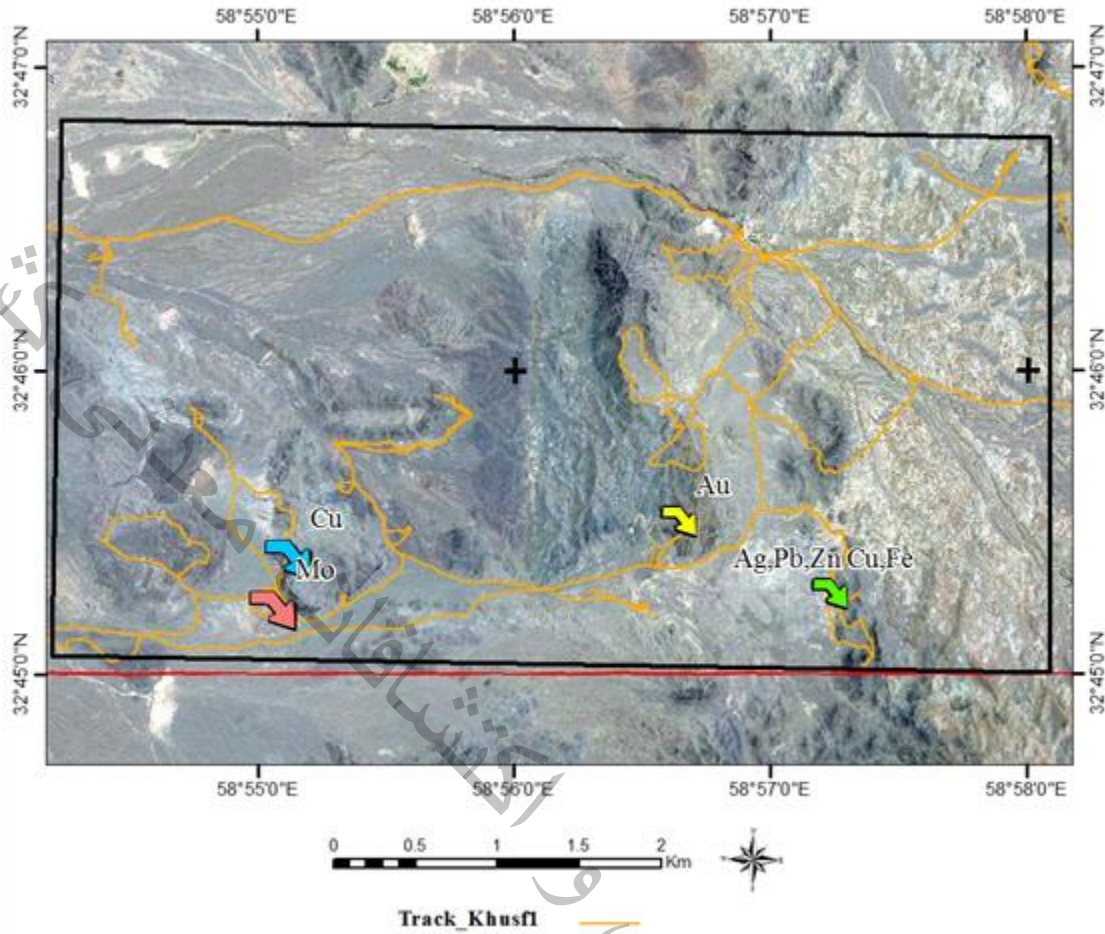


جدول ۵-۱۰- شرح نمونه‌های برداشت شده محدودده ی امید بخش چاه موسی-علی آباد

شماره نمونه	x	y	توضیحات
KHOS1-10G	684115	3628438	داسیت‌های آلترو سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
KHOS1-12G	682801	3627259	در حاشیه شیل و فیلیت رگه سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
KHOS1-13G	682743	3627109	در حاشیه شیل و فیلیت رگه شدیداً سیلیسی کربناتی اکسید آهنی
KHOS1-14G	682011	3626981	پچ رسی لیمونیتی گوتیتی داخل آندزیت ها
KHOS1-15G	682133	3626739	آرژیلی اکسید آهنی در داخل داسیت ها و آندزیت
KHOS1-16G	683290	3625470	رگه با ضخامت یک متری کلسیتی اکسید آهنی سیلیسی داخل داسیت
KHOS1-17G	683027	3625745	سرباره روی گسل چاه موسی خیلی محدود
KHOS1-18G	682099	3626175	از آلتراسیون وسیع آرژیلی اکسید آهنی کربناتی
KHOS1-19G	679642	3625588	آلتراسیون حلقوی اکسید آهنی گچی و رسی نمونه از یک پچ کوچک با اثرات ملاکیت
KHOS1-20G	679729	3625899	ملاکیت داخل آندزیت ها بصورت محدود نیاز به ترانشه دارد(فانی)
KHOS1-21G	679588	3626306	زون گسله لیمونیتی گچی آرژیلی کربناتی اطراف بیرون زدگی آندزیتی
KHOS1-130G	683350	3625839	

جدول ۵-۱۱- نتایج آنالیز در محدوده محدودده ی امید بخش چاه موسی-علی آباد

شماره نمونه	x	y	Au	Cu	As	Ag	Pb	Zn	Fe	Co
KHOS1-10G	684115	3628438	5	20	2.1	0.51	11	79	29555	8
KHOS1-12G	682801	3627259	31	10	101	0.57	4	50	30444	54
KHOS1-13G	682743	3627109	5	13	101	<0.5	4	65	40723	82
KHOS1-14G	682011	3626981	5	9	2.4	0.67	4	49	19507	8
KHOS1-15G	682133	3626739	17	29	23.2	<0.5	31	57	34672	11
KHOS1-16G	683290	3625470	5	33	18.7	<0.5	42	94	29079	12
KHOS1-17G	683027	3625745	18	2245	101	38.8	0	26346	100000	18
KHOS1-18G	682099	3626175	133	142	2.4	<0.5	271	243	40022	7
KHOS1-19G	679642	3625588	5	170	62.9	0.62	34	24	78778	5
KHOS1-20G	679729	3625899	5	26895	2.3	0.56	16	56	58345	16
KHOS1-21G	679588	3626306	5	248	39.4	0.62	9	79	57406	32
KHOS1-130G	683350	3625839	23	0	0	0	0		0	0



شکل ۵-۹- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش چاه موسی - علی آباد

یک نمونه از آلتراسیون سیلیسی آرژیلی منطقه جهت شناسایی کانی‌های رسی برداشت شد که آلتراسیون کائولینی نشان می دهد.

جدول ۵-۱۲- نتایج آنالیز XRD در محدوده ی امید بخش چاه موسی

توضیحات	نتایج	γ	x	شماره نمونه
داسیت‌های آلتره سیلیسی کربناتی اکسید آهنی	کوارتز- کائولینیت- کلسیت	3628438	684115	KHOS1-10X

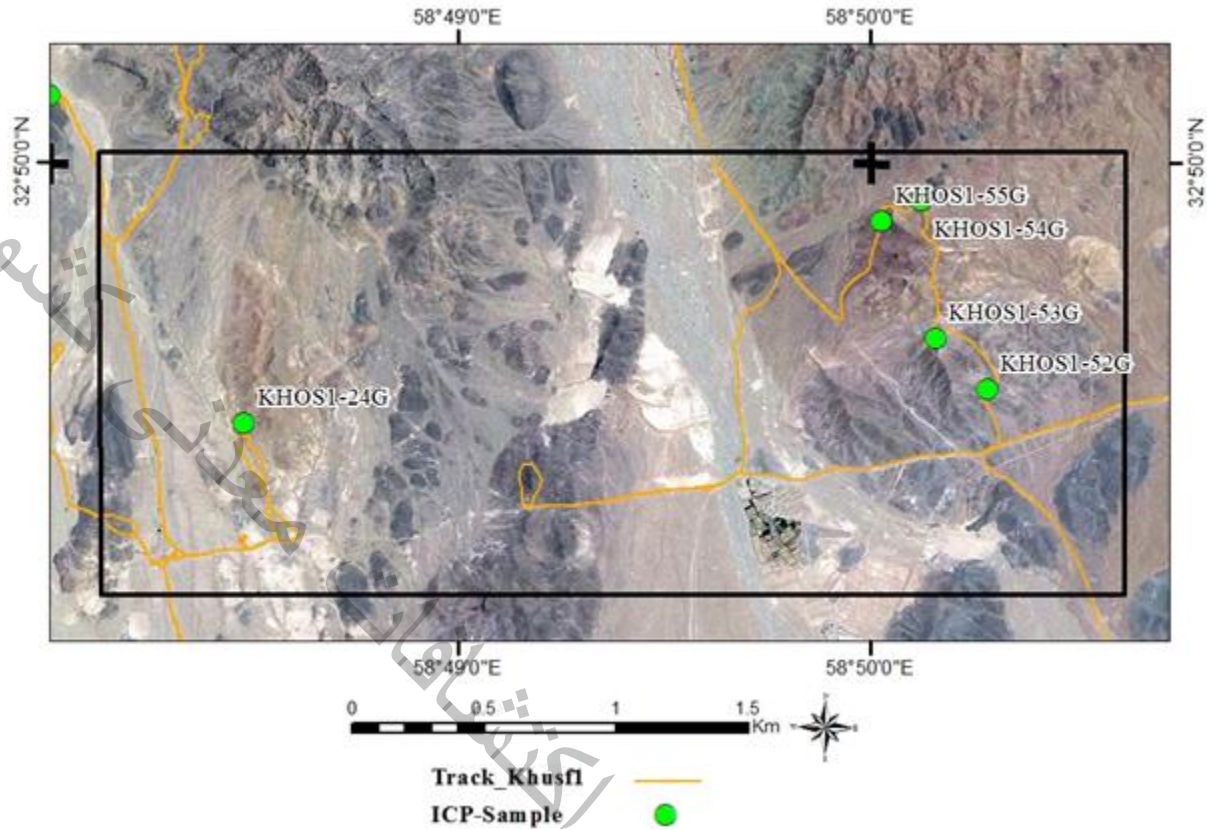


شکل ۵-۱۰- اثرات مس داخل اندزیت (سمت راست) و واریزه‌های اسلگ (سمت چپ)

#### ۵-۴-۲- محدوده ی امید بخش جنوب کلاته قصاب:

این تارکت با مساحت حدود ۶,۵ کیلومتر از نظر زمین شناسی شامل واحدهای آذرآواری ائوسن-اولیگوسن (Eot) و مجموعه ی آذرآواری شامل توف اسیدی ریولیتی تا ریوداسیتی و نیز توف بلوری-سنگی Otan، همراه با گدازه آندزیت-بازالتی (baO) که هر دو اندیس نیکل در محدوده‌ی این محدوده ی امید بخش روی این واحدها قرار گرفته‌اند و همچنین سری واحدهای سنگی (da) که ترکیب داسیتی تا آندزیتی-داسیت دارند و در بخش‌های حاشیه ای به آندزیت و تراکی آندزیت تبدیل شده‌اند و به صورت دایک و گنبد در داخل سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری منطقه تزریق شده‌اند. از این محدوده پنج نمونه برداشت شده است که دو نمونه نسبت به نیکل غنی شدگی نشان می‌دهد پراکندگی نمونه‌ها، شرح نمونه‌ها، نتایج آنالیز و نقاط آنومال در شکل‌ها و جداول زیر می‌آید.

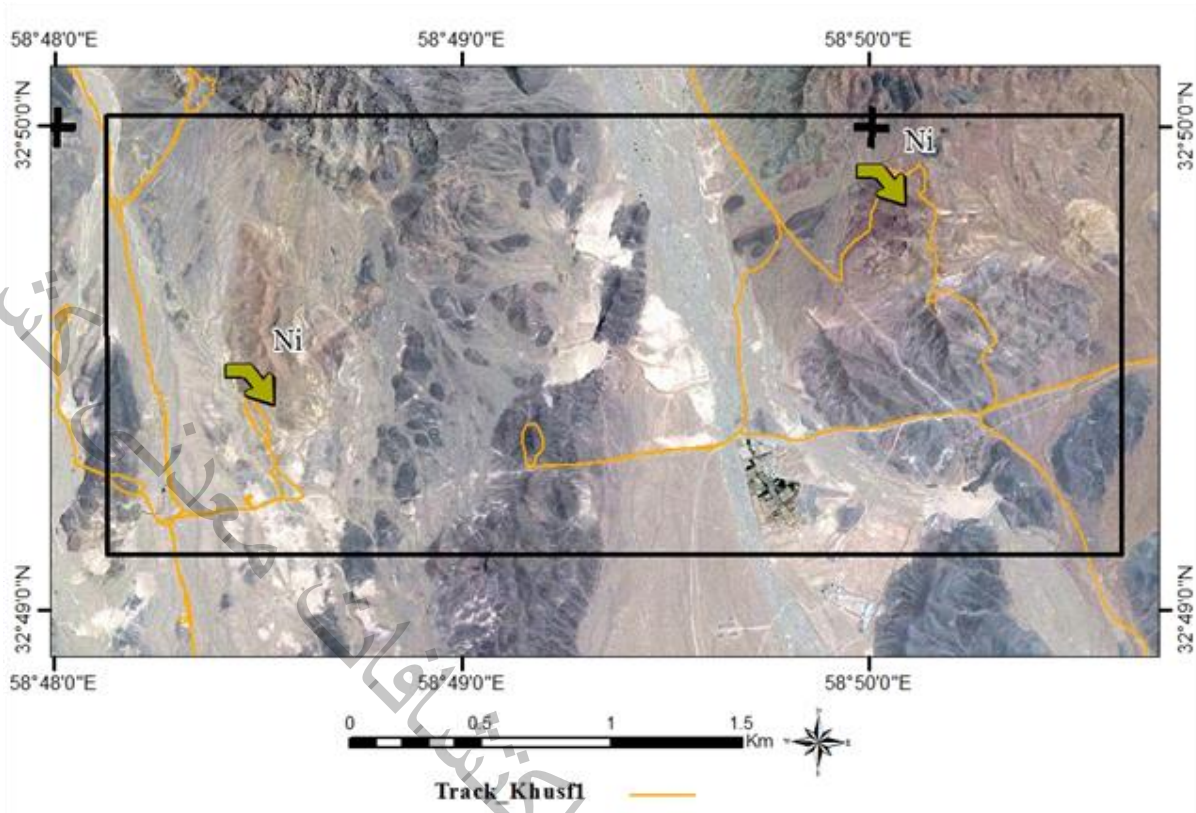




شکل ۵-۱۱- محل برداشت و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش جنوب کلاته قصاب

جدول ۵-۱۳- نتایج آنالیز به روش ICP در محدوده محدوده ی امید بخش جنوب کلاته قصاب

شماره نمونه	x	y	Au	Ni	Cu	As_	Co	Fe
KHOS1-24G	669233	3633273	5	1075	16	5.7	60	37763
KHOS1-52G	672050	3633450	5	37	24	7.1	13	17638
KHOS1-53G	671852	3633641	5	50	16	0	15	23703
KHOS1-54G	671787	3634160	5	112	39	10.6	15	74957
KHOS1-55G	671639	3634079	5	1186	53	28.6	64	43583



شکل ۵-۱۲- اندیس‌های معدنی جنوب کلاته قصاب

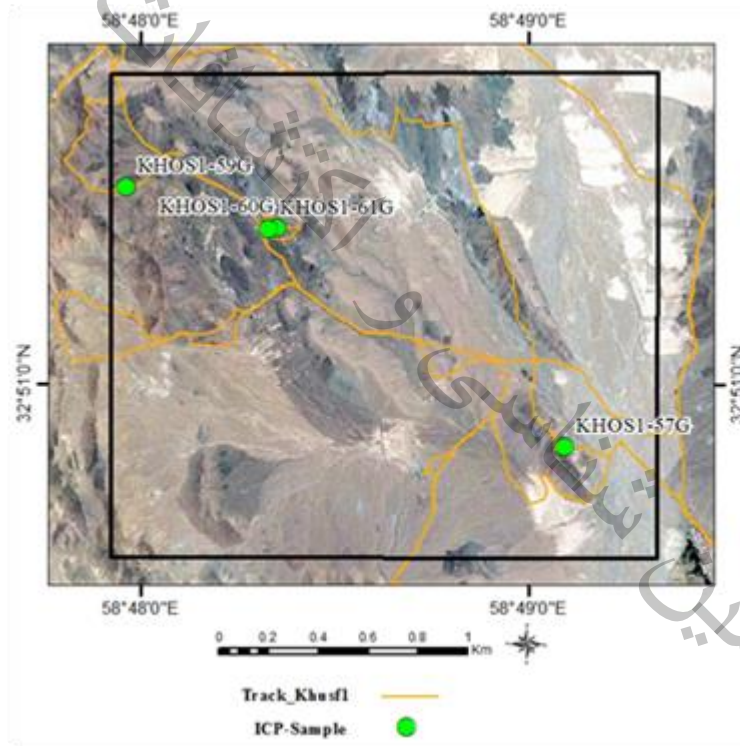


شکل ۵-۱۳- تصاویری از زونلیسونیته نیکل دار معدنی جنوب کلاته قصاب



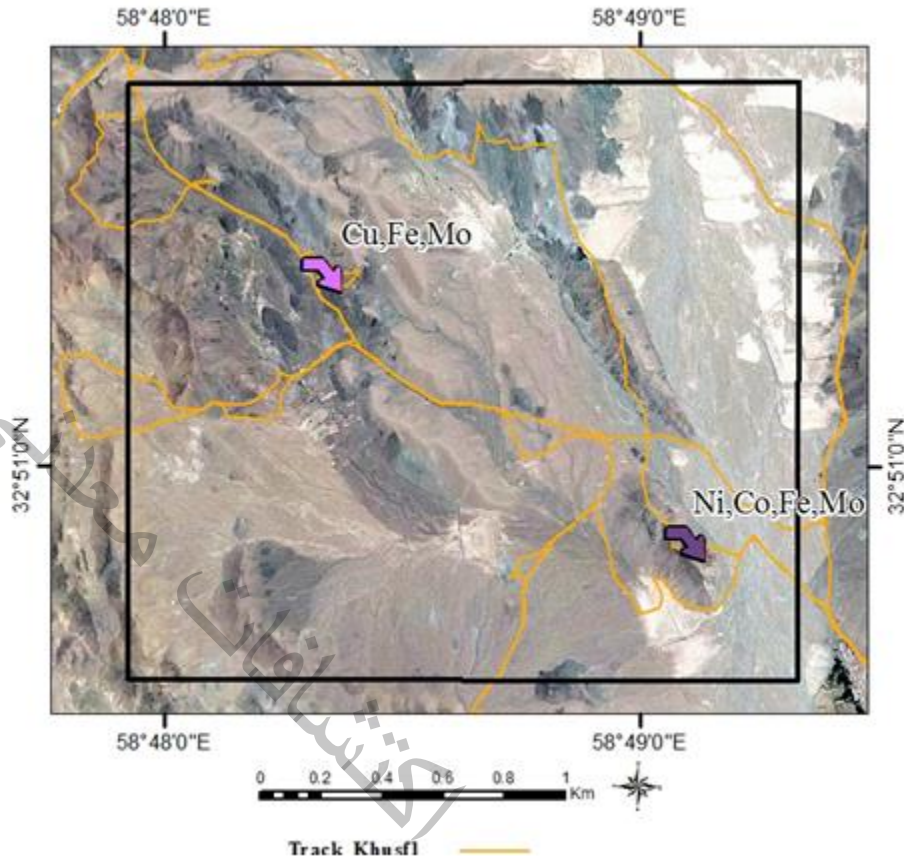
### ۵-۴-۳- محدوده ی امید بخش شمال غرب کلاته قصاب:

این محدوده ی امید بخش با مساحت ۴,۲ کیلومتر از نظر زمین شناسی شامل واحد آذر آواری توف بلوری (Otan)، واحد افیولیتی Om، آهک های نومولیت دار Enl، واحد qdi که ترکیب کوارتز دیوریت تا مونزودیوریتی دارند و در بخش های حاشیه ای به آندزیت و تراکی آندزیت تبدیل شده اند و به صورت دایک و گنبد در داخل اسلیت، فیلیت، سنگ ماسه ی دگرگون شده، سنگ های آتشفشانی و آذر آواری منطقه تزریق شده اند واحدهای لیستوینیتی IV می شوند. اندیس مس و روی بر روی واحدهای توفی و اندیس کبالت و نیکل روی واحد افیولیتی قرار گرفته است. از این محدوده پنج نمونه برداشت شده است که دو نمونه نسبت به نیکل غنی شدگی نشان می دهد پراکندگی نمونه ها، شرح نمونه ها، نتایج آنالیز و نقاط آنومال در شکل ها و جداول زیر می آید.



شکل ۵-۱۴- محل برداشت و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش شمال غرب کلاته قصاب





شکل ۵-۱۵- اندیس‌های معدنی محدوده امید بخش شمال غرب کلاته قصاب

جدول ۵-۱۴- نتایج آنالیز به روش ICP در محدوده محدوده امید بخش غرب کلاته قصاب

Element	x	y	Au	Ni	Cu	As <sub>-</sub>	Co	Fe
KHOS1-57G	670144	3635871	5	2438	70	0	118	>10%
KHOS1-59G	668367	3636886	5					
KHOS1-60G	668973	3636732	5	38	102	45.2	26	51766
KHOS1-61G	668941	3636727	6	8	1602	37.7	54	



شکل ۵-۱۶- پیچ اکسید آهنی (هماتیت و گوتیت)

#### ۵-۴-۵ - محدوده ی امید بخش شمال تقاب:

این محدوده ی امید بخش با مساحت ۹,۸ کیلومتر از نظر زمین شناسی شامل واحد لیستونیت ۱۷، واحد گرانیتی ۸۲، واحد هارزبورژیت ۸۳، واحد آذر آواری الیگوسن شامل تناوبی از ایگنمبریت های قرمز ۰ agt، اندیس های نیکل و کبالت روی لیستونیت ها در این محدوده ی امید بخش قرار گرفته اند. از این محدوده دوازده نمونه برداشت شده است که سه نمونه نسبت به نیکل و کبالت غنی شدگی نشان می دهد و یک نمونه از داده های ژئوشیمی (محمدی، اکبری) که نسبت به طلا غنی شدگی نشان می دهد. پراکنندگی نمونه ها، شرح نمونه ها، نتایج آنالیز و نقاط آنومال در شکل ها و جداول زیر می آید. از بخش بتونیتی هم دو نمونه جهت کانی شناسی برداشت شد که نمونه ۱۱۴ از بتونیت و مطالعات

جهت مطالعات و اکتشاف بنتونیت پیشنهاد می شود و نمونه ۵۱ از توده پلاژیوگرانیت برداشت شد که فلدسپات سدیک آن حدود ۵ درصد است.

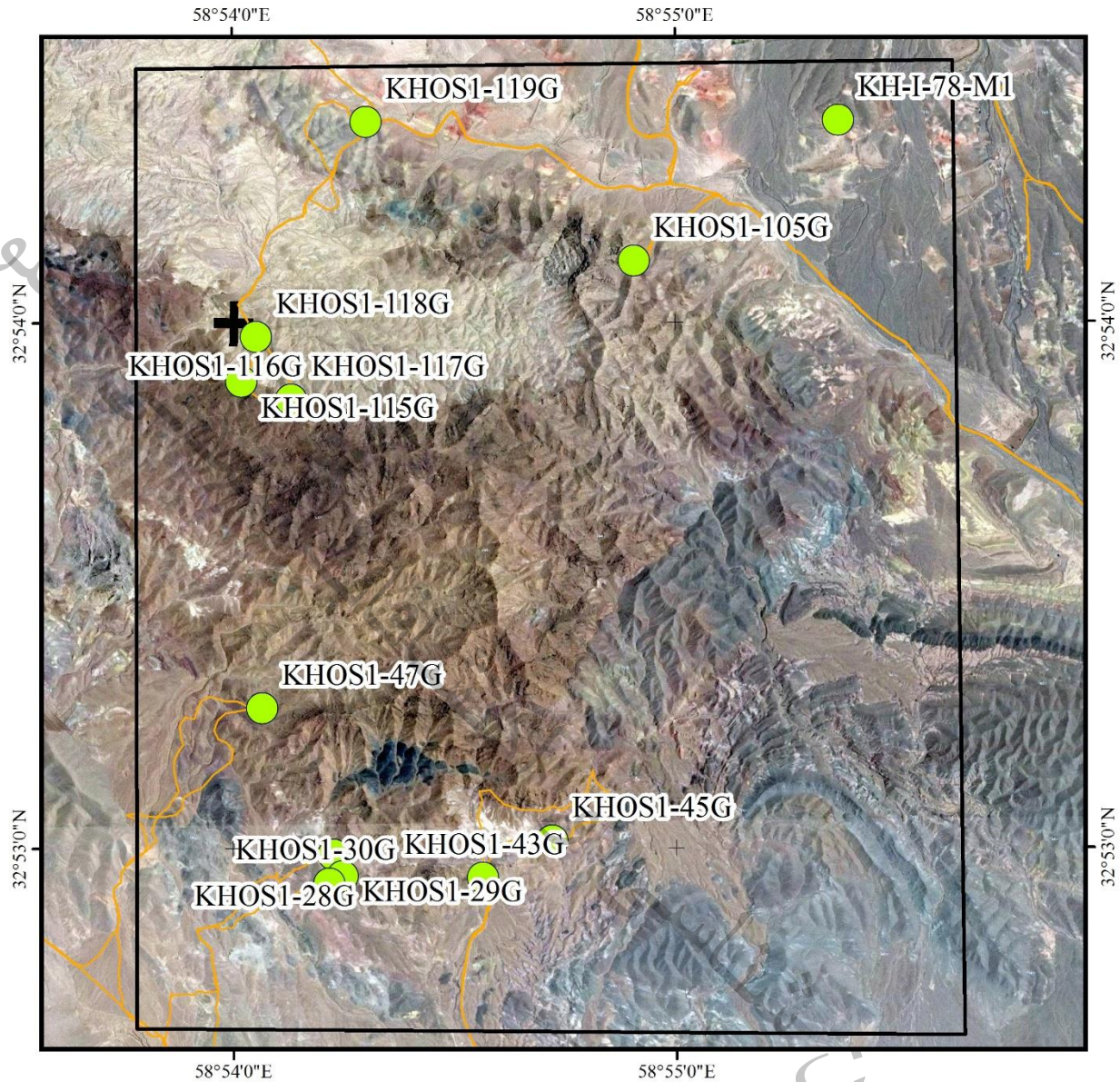
جدول ۵-۱۵- نتایج آنالیز طلا به روش ICP در محدوده محدوده ی امید بخش شمال تقاب

	x	y	Au	Ni	Cu	Co	Fe
KHOS1-28G	678083	3639936	5	1203	19	99	67315
KHOS1-29G	678116	3639862	5	202	18	9	20161
KHOS1-30G	678070	3639836	5	606	28	31	65457
KHOS1-43G	678609	3639865	5	1780	20	88	53514
KHOS1-45G	678852	3639999	5	223	54	16	34702
KHOS1-47G	677824	3640447	5	907	61	40	63088
KHOS1-105G	679105	3642042	5	163	12	11	29544
KHOS1-115G	677731	3641594	5	919	12.3	64.7	21236
KHOS1-116G	677908	3641534	5	3012	29.4	133	93333
KHOS1-118G	677781	3641752	5	97	31.4	7.7	8378
KHOS1-119G	678154	3642514	5	74	200	19.1	22221
KH-I-78-M4	679817	3642549	1103				

جدول ۵-۱۶- نتایج مطالعات به روش XRD در محدوده محدوده ی امید بخش شمال تقاب

sample	x	y	result	descriptio
KHOS1-114X	679291	3642693	فلدسپار+مونتوریلونیت+کریستوبالیت	بنتونیتی ابعاد مناسب
KHOS1-51XD	676767	3642570	کوارتز الیت	توده پلاژیوگرانیت

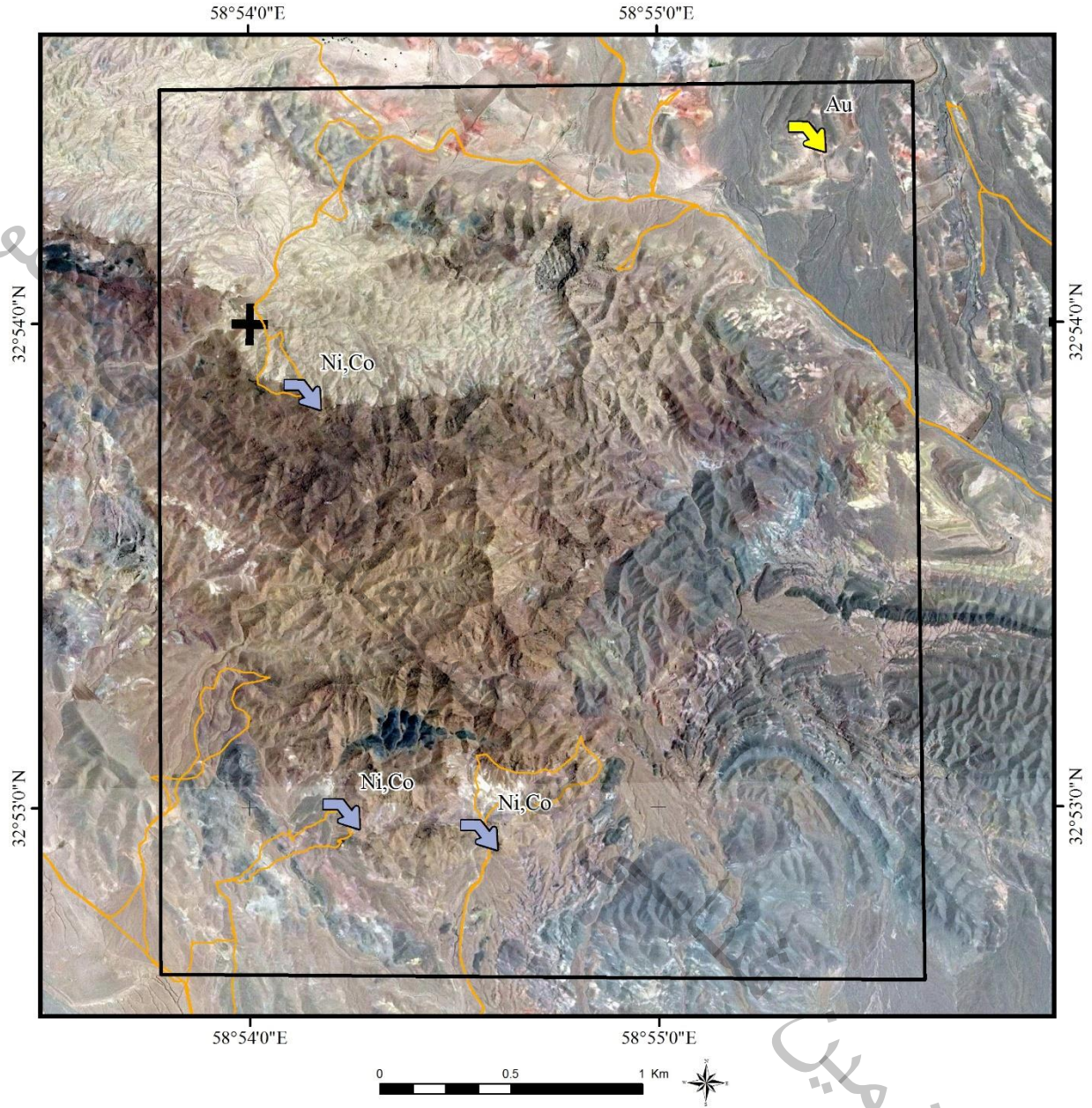




● ICP-Sample  
— Track-Khusf1

شکل ۵-۱۷- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده امید بخش شمال تقاب





— Track-Khusfl

شکل ۵-۱۸- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش شمال تقاب





شکل ۵-۱۹- تصاویری از زون لیسونیتی



شکل ۵-۲۰- کنتاکت گرانیت و لیسونیت



## ۵-۴-۵- محدوده ی امید بخش امامزاده:

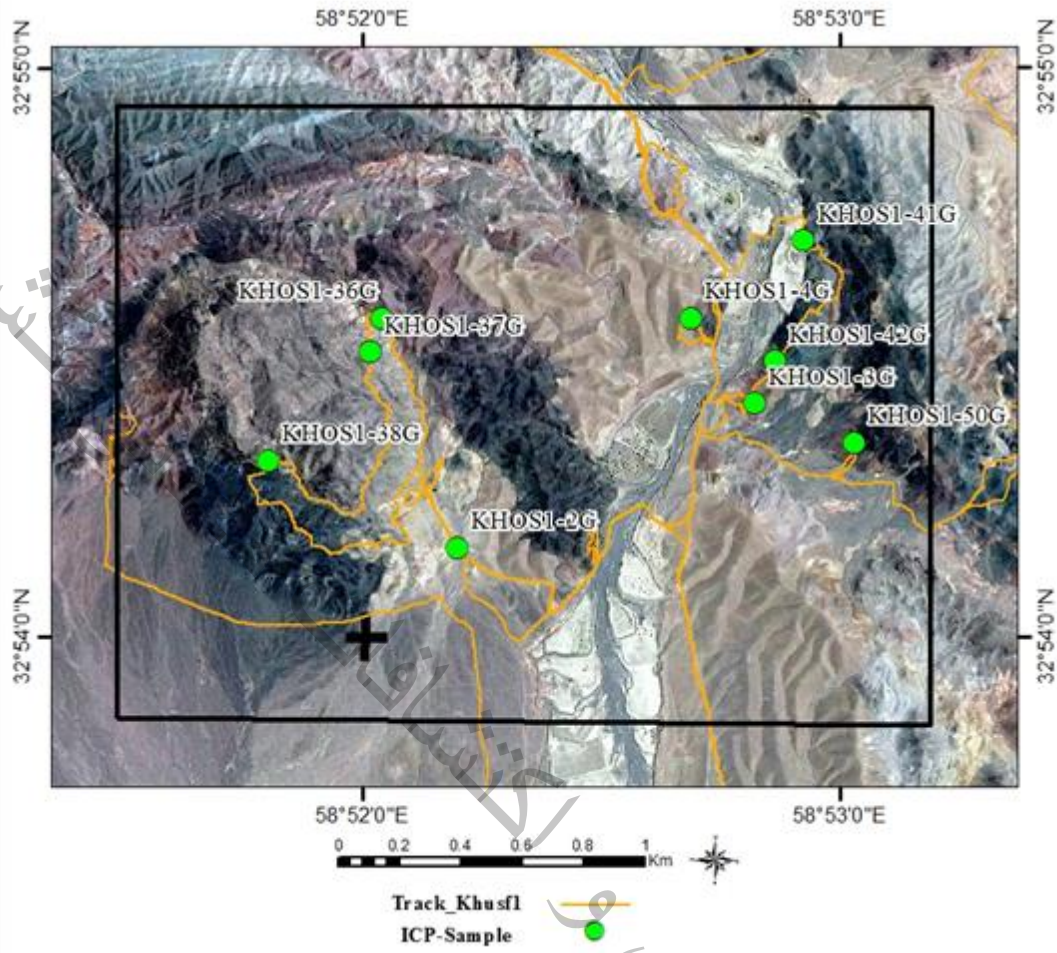
این محدوده ی امید بخش با مساحت ۵,۳ کیلومتر از نظر زمین شناسی شامل واحد داسیتی da، واحد افیولیتی om، واحدهای آذرآواری ائوسن-اولیگوسن Eot و مجموعه ی آذرآواری شامل توف اسیدی ریولیتی تا ریوداسیتی و نیز توف بلوری-سنگی Otan، همراه با گدازه آندزیت-بازالتی Oba می باشد. از این محدوده نه نمونه جهت آنالیز برداشت شده است که دو نمونه نسبت به نیکل غنی شدگی نشان می دهد پراکندگی نمونه ها، شرح نمونه ها، نتایج آنالیز و نقاط آنومال در شکل ها و جداول زیر می آید. از زون آلتراسیون یک نمونه جهت مطالعات کانی شناسی برداشت شد که نتیجه آن در جدول ۵-۱۹ آمده است.

جدول ۵-۱۷- نتایج آنالیز طلا به روش ICP در محدوده محدوده ی امید بخش امامزاده

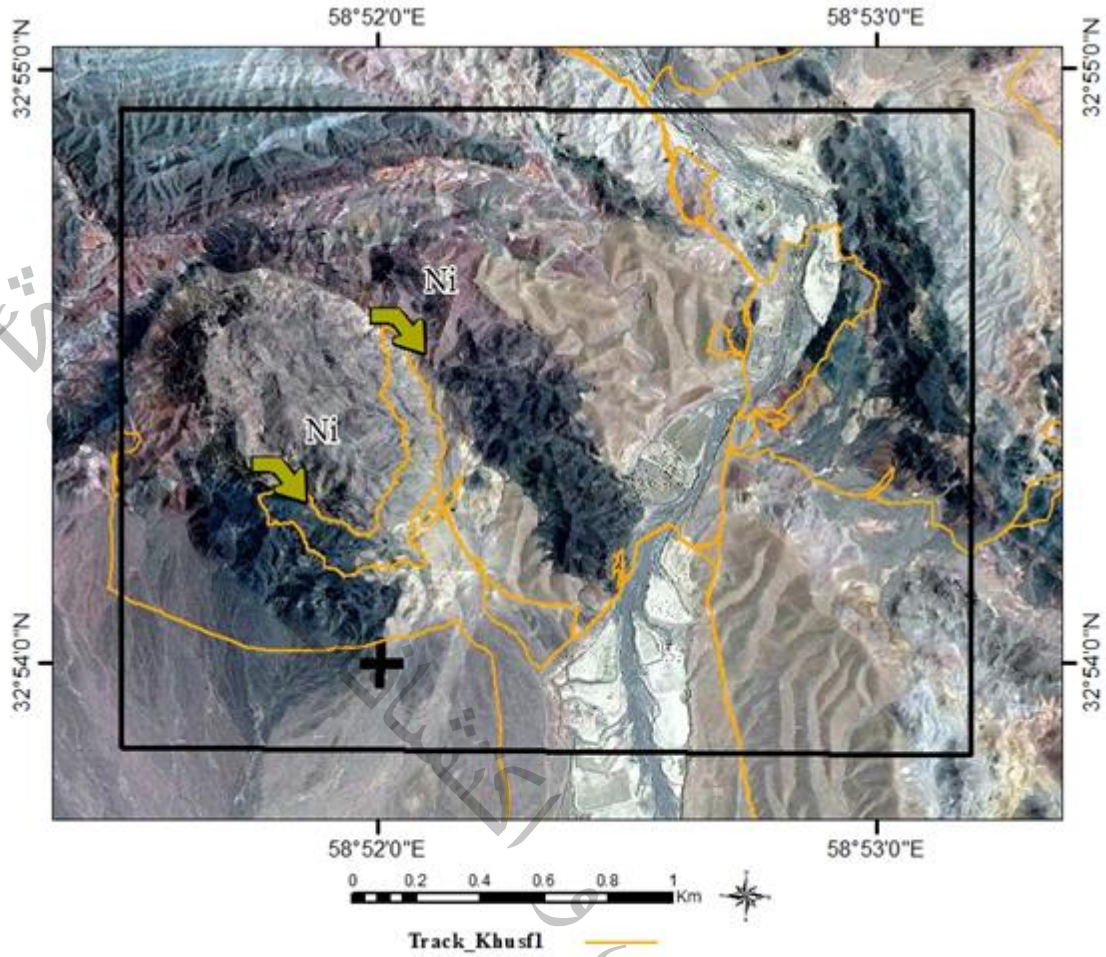
row	stage	Element	x	y	Au	Ni	Cu	As_	Co	Fe
1	1	KHOS1-2G	674883	3642041	5	305	28	41.2	29	30642
2	1	KHOS1-3G	675844	3642525	7	971	10	62.6	64	42347
3	1	KHOS1-4G	675633	3642800	5	860	14	2.4	56	32885
35	2	KHOS1-36G	674625	3642782	5	1031	66	38.4	58	32228
36	2	KHOS1-37G	674590	3642670	5	20	20	6.2	5	15183
37	2	KHOS1-38G	674260	3642312	5	1218	6	35.7	66	49245
39	2	KHOS1-41G	675996	3643057	5	900	14	23.2	54	30411
40	2	KHOS1-42G	675909	3642664	5	945	29	46.3	57	31566
44	2	KHOS1-50G	676173	3642405	5	794	22	46	43	29817

جدول ۵-۱۸- نتایج مطالعات به روش XRD در محدوده محدوده ی امید بخش امامزاده

sample	x	y	result	descriptio
KHOS1-1X	674831	3642321	کوارتز البیت کائولینیت-اسمکتیت	آلتراسیون آرژیلی حاصل داسیت آلتره



شکل ۵-۲۱- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش امامزاده



شکل ۵-۲۲- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش امامزاده



شکل ۵-۲۳- تصاویری از نمونه‌های لیسونیتی نیکل دار محدوده ی امید بخش امامزاده (سمت راست) و زون التره (سمت چپ)





شکل ۵-۲۴- تصویری از سینه کار رهاشده و خرد شده سنگ ساختمانی در زون اولترامافیک

#### ۵-۴-۶- محدوده ی امید بخش بوکی:

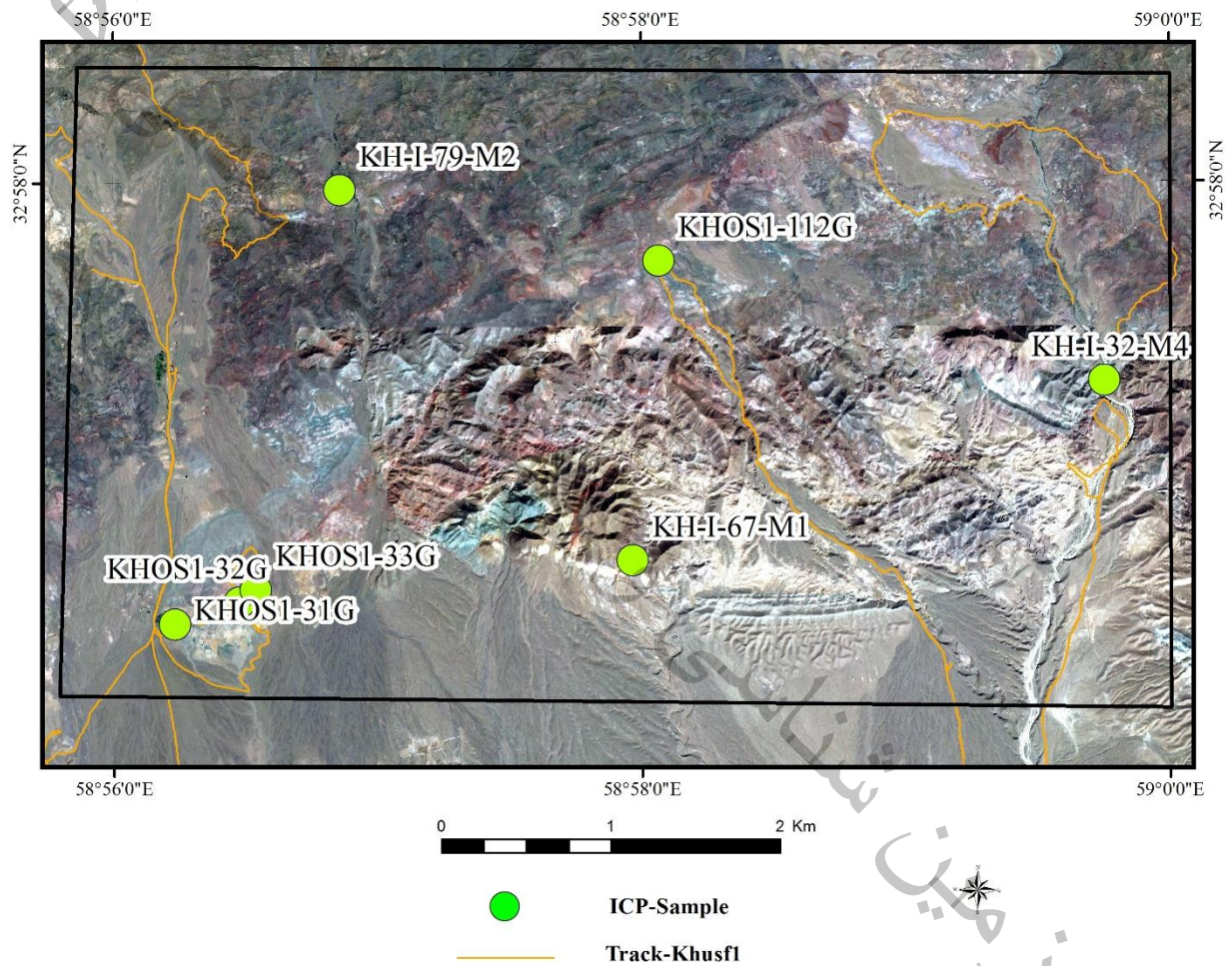
این محدوده ی امید بخش با مساحت ۲۴ کیلومتر شامل واحدهای افیولیتی، om، واحد آذر آواری ائوسن الیگوسن Eot، واحد لیستونیتی IV و واحدهای رسوبی و مجموعه ی آذر آواری شامل توف اسیدی ریولیتی تا ریوداسیتی و نیز توف بلوری-سنگی Otan، واحد آذر آواری الیگوسن شامل تناوبی از ایگنمبریت های قرمز O agt می باشد در این محدوده ی امید بخش اندیس های نیکل روی واحدهای افیولیتی و لیستونیتی قرار گرفته اند. از این محدوده سه نمونه جهت آنالیز برداشت شده است که یک نمونه نسبت به نیکل غنی شدگی نشان می دهد و پنج نمونه از داده های ژئوشیمی در محدوده این محدوده ی امید بخش دیده می شود که سه نمونه نسبت به طلا غنی شدگی نشان می دهد (محمدی، اکبری) پراکندگی نمونه ها، شرح نمونه ها، نتایج آنالیز و نقاط آنومال در شکل ها و جداول زیر می آید. از زون لیسونیتی یک نمونه جهت مطالعات کانی شناسی برداشت شد که نتیجه آن در جدول ۵-۲۱ آمده است.

جدول ۵-۱۹- نتایج آنالیزه روش ICP در محدوده محدودده ی امید بخش بوکی (تلفیق با داده‌های ژئوشیمی)

Element	x	y	Au	Ni	Cu	As_	Co	Fe
KHOS1-31G	681084	3646655	5	315	59	37.6	38	23392
KHOS1-32G	681466	3646791	5	1376	7	20.3	77	50340
KHOS1-33G	681560	3646867	5	17	19	8.6	20	46725
KH-I-32-M4	686548	3648186	1330					
KH-I-79-M4	682014	3649231	999					
KH-I-67-M4	683780	3647077	69					
KH-I-339-M4	680352	3626046	40					
KH-I-55-M4	683039	3647698	35					
KH-I-35-M4	680729	3648410	30					
KH-I-363-M4	683482	3630972	30					
KH-I-55-M4	683066	3647505	30					
KH-I-315-M4	669897	3636444	25					

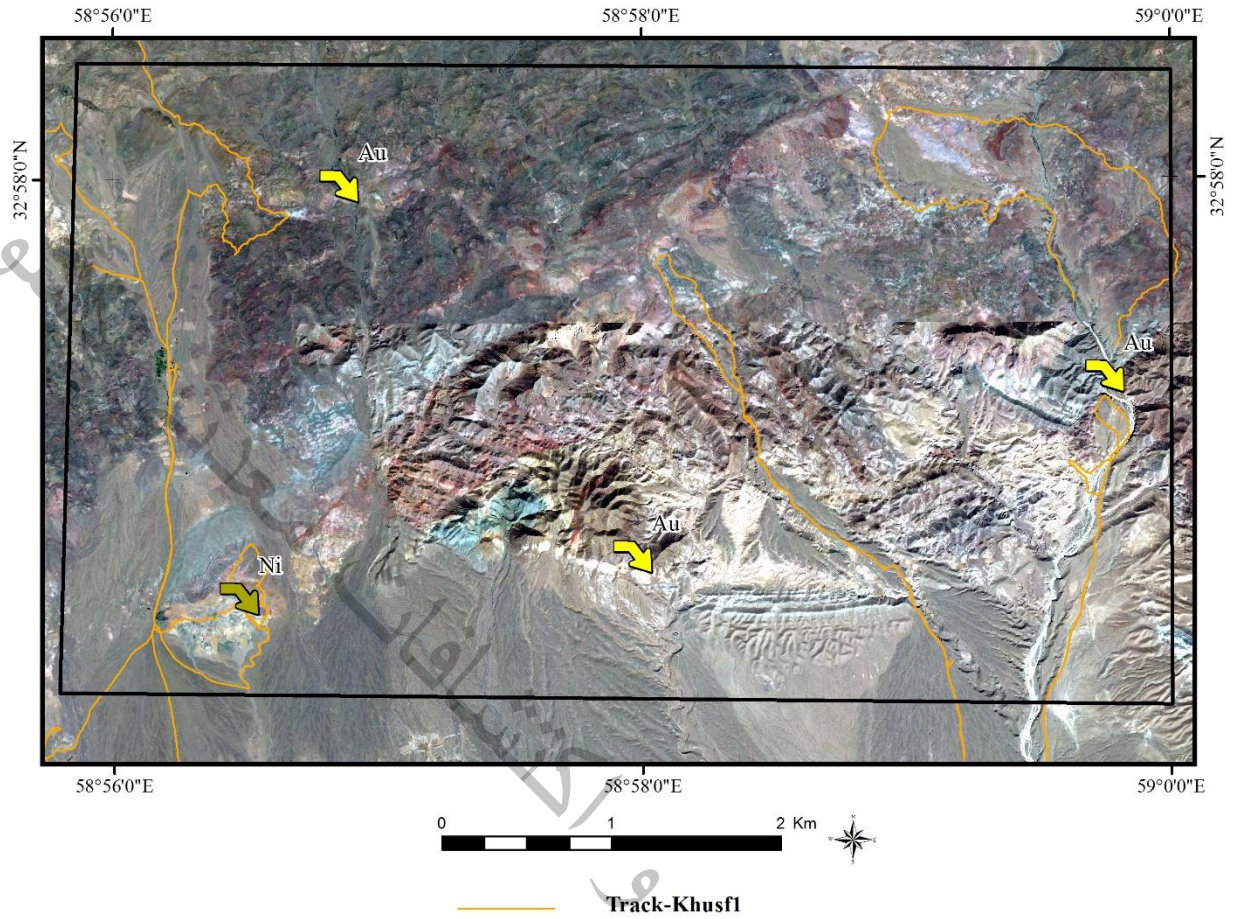
جدول ۵-۲۰- نتایج آنالیز نمونه های XRD در محدوده ی امید بخش بوکی

sample	x	y	Result XRD	descriptio
KHOS1-31X	681084	3646655	کوارتز الیت-مسکویت کائولینیت	لیسونیته حاوی کانی سبز رنگ (فوکسیت یا گارنیریت) آرژیلی اکسید آهنی کربناتی



شکل ۵-۲۵- محل برداشت نمونه های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش بوکی





شکل ۵-۲۶- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش بوکی



شکل ۵-۲۷- دور نمای زون لیسونیتی (سمت چپ) و لیسونیت سیلیسی نیکل دار سمت راست تصویر

## ۵-۴-۷- محدوده ی امید بخش سنگ توک- کلاته فللی:

این محدوده ی امید بخش با مساحت ۵,۴ کیلومتر در گوشه ی شمال شرق محدوده قرار گرفته است که از نظر زمین شناسی شامل واحدهای افیولیتی om واحد لیستونیتی lv، واحد qdi که ترکیب کوارتز دیوریت تا مونزودیوریتی دارند و در بخش های حاشیه ای به آندزیت و تراکی آندزیت تبدیل شده اند و به صورت دایک و گنبد در داخل اسلیت، فیلیت، سنگ ماسه ی دگرگون شده، سنگ های آتشفشانی و آذر آواری منطقه تزریق شده اند. و واحد گابرو تا دیوریت گابرو gb و مجموعه ای از سنگ های رسوبی ... Ngc, PeEf می باشد. اندیس های مس، کبالت، نیکل، کروم و منیزیت در این محدوده ی امید بخش قابل توجه هستند. از این محدوده هفت نمونه جهت آنالیز برداشت شده است که پنج نمونه نسبت به نیکل، کرم، مس و منیزیت غنی شدگی نشان می دهد پراکندگی نمونه ها، شرح نمونه ها، نتایج آنالیز و نقاط آنومال در شکل ها و جداول زیر می آید. از زون آلتراسیون دو نمونه جهت مطالعات کانی شناسی برداشت شد که نتیجه آن در جدول ۵-۲۳ آمده است.

نمونه Khosf1-122tp جهت مطالعات میکروسکوپی (کانی شناسی و مینرالوگرافی) برداشت شد که نام سنگ سرپانتین تشخیص داده شد و کانی فلزی آن به مقدار فراوان کرومیت بوده است.

جدول ۵-۲۱- نتایج آنالیز نمونه ها در محدوده ی امید بخش سنگ توک

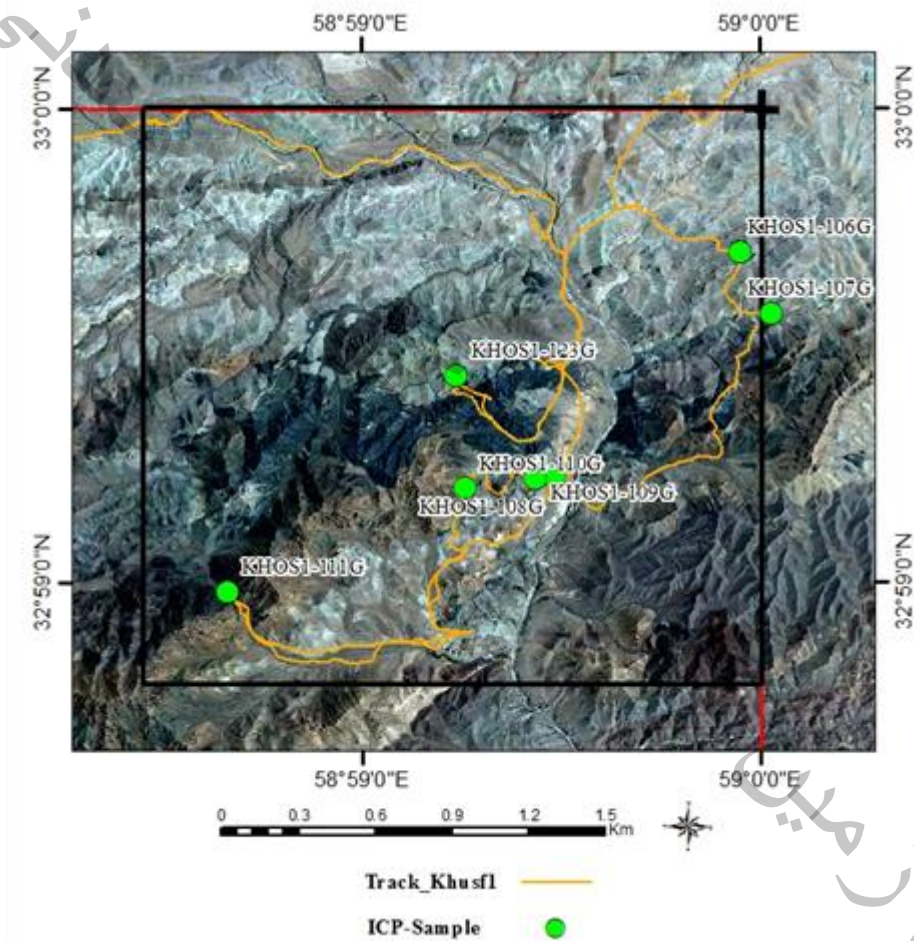
Sample	X	Y	Ni	Cu	Cr	Co	Fe
KHOS1-106G	686776	3652499	1818	8.3	1872	115.0	13.6
KHOS1-107G	686902	3652263	1207	11.2	932	67.1	6.1
KHOS1-108G	686066	3651608	57	1101	153	29.4	9.8
KHOS1-109G	685990	3651603	41	199.1	86	24.0	14.4
KHOS1-110G	685715	3651559	51	49.1	42	45.0	>20
KHOS1-111G	684795	3651137	47	189.1	114	20.8	17.3
KHOS1-123G	685673	3651996	3265	7.4	1244	146.9	4.8

جدول ۵-۲۲- نتایج نمونه های XRD محدوده ی امید بخش سنگ توک

sample	x	y	result	descriptio
KHOS1-122GX	6858	3651	کرومیت-	جهت آنالیز کرومیت و عناصر همراه داخل سرپانتین های التره در آن محل سینه کار اکتشافی هم وجود دارد
	21	899	سرپانتین-انسایتیت	
KHOS1-124X	6859	3651	فورستریت-	منیزیت گل کلمی داخل سرپانتین ها
	80	764	لیزارتیت	

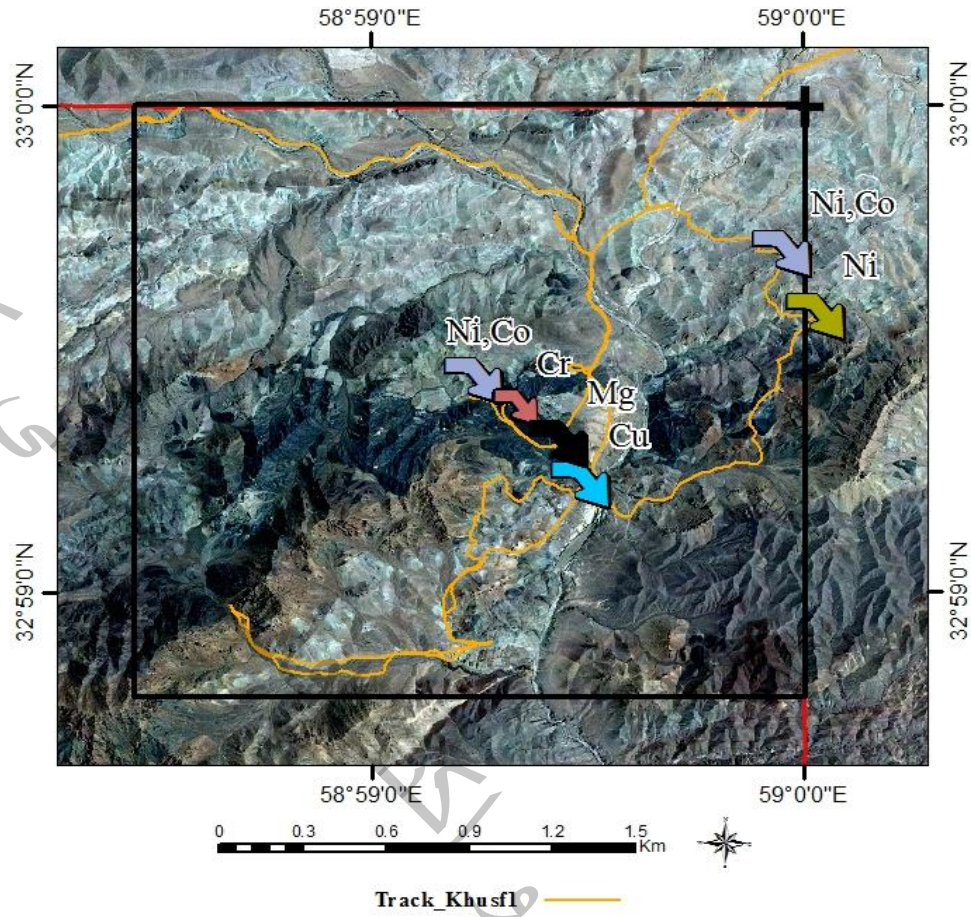
جدول ۵-۲۳- نتایج نمونه‌های XRF محدوده ی امید بخش سنگ توک

Element	x	y	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
unit			%	%	%	%	%	%	%	%	%
KHOS1-122GX	685821	3651899	29.309	2.7	9.334	22.9	0.13	0.304	18.674	0.189	0.106
KHOS1-124X	685980	3651764	34.124	0.113	6.813	40.17	0.102	<.1	0.213	0.236	.n.d



شکل ۵-۲۸- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش سنگ توک





شکل ۵-۲۹- اندیس‌های فلزی محدوده ی امید بخش سنگ توک



شکل ۵-۳۰- نمایی از محدوده ی امید بخش سنگ توک (سنگهای اولترا بازیک)



شکل ۵-۳۱- نمایی از بیرون زدگی منیزیت (سمت راست) و سینه کار کرومیت (سمت چپ) در محدوده ی امید بخش سنگ توک



شکل ۵-۳۲- نمایی از نمونه‌های لیسونیتی نیکل دار در محدوده ی امید بخش سنگ توک

#### ۵-۴-۸- محدوده ی امید بخش کلاته میر اسماعیل:

این محدوده ی امید بخش با مساحت ۶,۶ کیلومتر در شمال محدوده قرار دارد که از نظر زمین شناسی شامل واحدهای افیولیتی om واحد لیستونیتی lv، واحد توفی Otan، مجموعه ای از سنگ‌های رسوبی Ec, PeEf ... می باشد. اندیس‌های آهن و نیکل و کبالت در این محدوده ی امید بخش قرار دارند. از این محدوده هفت نمونه جهت آنالیز برداشت شده است که سه نمونه نسبت به نیکل، کبالت و آهن غنی شدگی نشان می دهد پراکندگی نمونه‌ها، شرح نمونه ها، نتایج آنالیز و نقاط آنومال در شکل‌ها و جداول زیر می آید. از زون آلتراسیون یک نمونه جهت مطالعات اکسیدهای اصلی برداشت شد که نتیجه آن در جدول ۵-۲۶ آمده است.

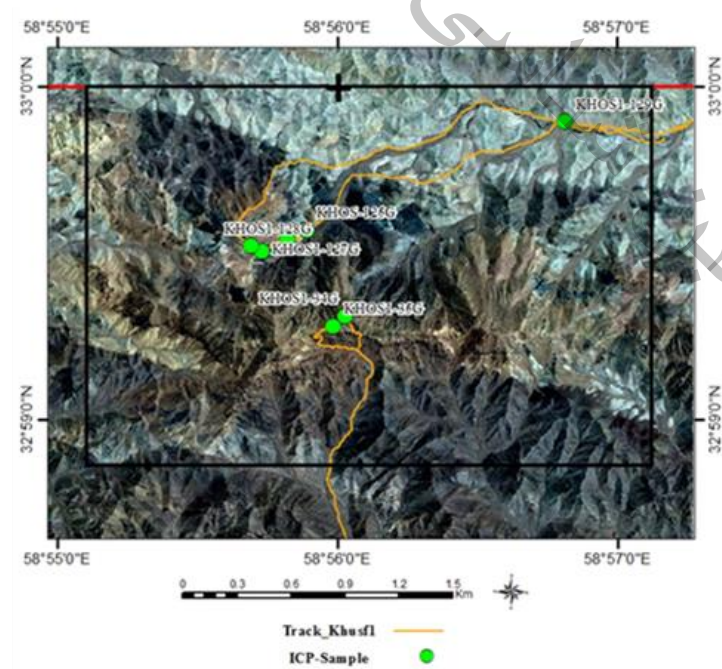


جدول ۵-۲۴- نتایج نمونه‌های ICP محدوده ی امید بخش کلاته میراسماعیل

Element	x	y	Ni	Cu	Cr	As	Co	Fe
unit			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
KHOS1-34G	680676	3651675	121	88	34	>100	30	7.4
KHOS1-35G	680613	3651616	176	133	337	>100	37	>10%
KHOS-125G	680452	3652149	1192.2	29.5273	306.157		92	15.616
KHOS1-126GX	680349	3652096	2048.4	36.668	7225.01		100	>20
KHOS1-127G	680207	3652028	889.92	5.57927	1046.35		33	9.7044
KHOS1-128G	680148	3652053	496.72	6.11894	1583.82		29	13.377
KHOS1-129G	681883	3652774	822.8	16.3275	1019.35		40	8.74818

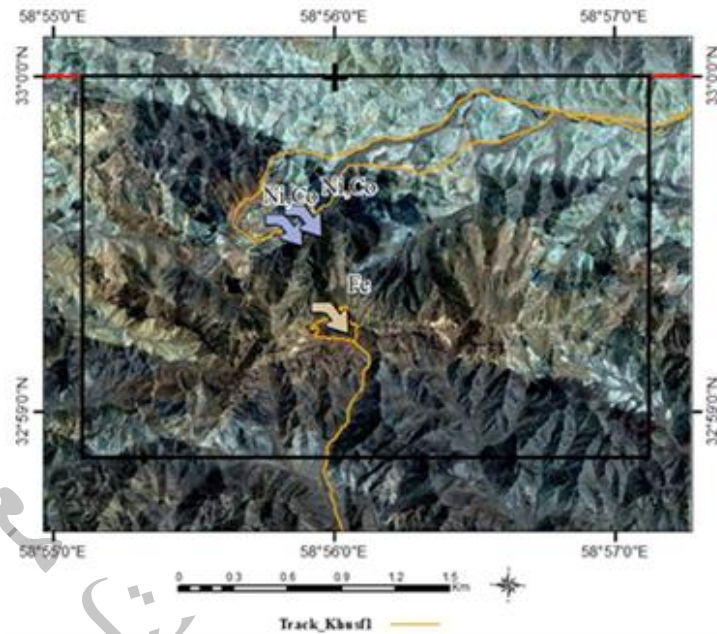
جدول ۵-۲۵- نتایج نمونه‌های XRF محدوده ی امید بخش کلاته میراسماعیل

Element	x	y	DESCRIPTION	Si O2	Al2 O3	Ca O	Fe2 O3	Mg O	NiO	Na 2O	SO 3
unit				%	%	%	%	%	%	%	%
KHOS1-126GX	680349	3652096	نمونه به شدت هماتیته به عنوان اندیس آهن	42		1.87	41.534	1.642	0.228	<.1	0.127



شکل ۵-۳۳- محل برداشت نمونه‌های آنالیز و مسیر پیمایش در محدوده ی امید بخش کلاته میراسماعیل





شکل ۵-۳۴- اندیس‌های معدنی محدوده ی امید بخش کلاته میر اسماعیل



شکل ۵-۳۵- زون سیلیسی اکسید آهنی در محدوده ی امید بخش کلاته میر اسماعیل

### ۵-۵- نمونه برداری از دایک‌های و داسیت‌های نئوژن به منظور عناصر نادر خاکی:

با توجه به نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوسف که احتمال وجود لانتانیم را در این دایک‌ها پیشنهاد داده بود ۲۵ نمونه از دایک‌های نئوژن برداشت شد و جهت آنالیز ICP MS ارسال شد که جدول نتایج برای عنصر لانتیم بر حسب گرم بر تن در زیر می‌آید که غنی‌شدگی کانی‌سازی نشان ندادند.

جدول ۵-۲۶- نتایج نمونه‌های ICP MS

Sample	X	Y	La	Sample	X	Y	La
KHOS1-33G	681560	3646867	17	KHOS1-83G	666883	3646427	18
KHOS1-37G	674590	3642670	12	KHOS1-86G	673186	3634264	5
KHOS1-39G	674679	3642119	12	KHOS1-88G	672419	3636325	2
KHOS1-44G	678594	3640088	10	KHOS1-89G	672290	3637005	2
KHOS1-46G	677641	3640164	25	KHOS1-90G	668087	3636428	11
KHOS1-48G	676918	3640678	19	KHOS1-91G	667412	3638500	10
KHOS1-49G	676847	3640809	20	KHOS1-92G	667347	3635965	10
KHOS1-56G	670150	3635887	10	KHOS1-93G	666920	3636421	11
KHOS1-58G	669910	3636586	10	KHOS1-94G	667769	3633808	13
KHOS1-59G	668367	3636886	6	KHOS1-95G	668198	3631498	8
KHOS1-79GX	670835	3650660	20				



شکل ۵-۳۶- گارنت های حاصل از فرسایش داسیت‌های خوسف ۱ بصورت پلاستی

### ۵-۶- پتانسیل‌های غیر فلزی

#### ۵-۶-۱- بنتونیت:

از آنجا که یکی از پتانسیل‌های عمده غیر فلزی منطقه بنتونیت است به شرح آن به عنوان اولویت اول غیر فلزی منطقه می‌پردازیم. بنتونیت یکی از مواد طبیعی است که علاوه بر کاربردهای زیاد دیگر به عنوان صابون، بخصوص برای افرادی که دچار چربی شدید موی سر هستند می‌تواند استفاده شود استفاده از مواد طبیعی به خصوص صابون بنتونیتی

می تواند به یک فرصت اشتغالزایی هم تبدیل شود به نظر می رسد که جای یک موسسه تحقیقاتی بنتونیت و کاربردهای آن در کشور خالی باشد

خاستگاه و زمان تشکیل بنتونیت، مهمترین عامل در تنوع ترکیب انواع آن می باشد. کانی شناسی بنتونیت، در شناسایی ویژگی های این ماده و در نتیجه در انتخاب آن برای کاربردهای مختلف، اهمیت بسیار بالایی دارد. کانی های رسی به لحاظ ساختار کانی شناسی در گروه فیلسیلیکات ها (سیلیکات های ورقه ای) جا می گیرند. به لحاظ شیمیایی نیز طیف وسیعی از عناصر در این ساختار ویژه حضور می یابند. مهمترین انواع کانی های خانواده اسمکتیت که تشکیل دهنده اصلی بنتونیت هستند، شامل مونت موریونیت، بیدلایت، نانترونیت، هکتوریت و ساپونیت می باشد و با توجه به رایج بودن ترکیبات حدواسط در پژوهش های علمی به صورت سری های مونت موریونیت-بیدلایت، بیدلایت-نانترونیت و... مطرح و بررسی می شوند. در برگه خوسف حداقل در پنج ناحیه که عمدتاً روند شرقی-غربی دارند بنتونیت قابل مشاهده است. از این بیرون زدگی ها هفت نمونه XRF و هشت نمونه جهت مطالعات XRD برداشت شد که نتایج آنالیزها در جدول ۵-۲۸ و ۵-۲۹ می آید. اندیس های بنتونیت در نقشه مشخص شدند و در شکل ۵-۳۷ اندیس ها و در اشکال ۵-۳۸ عکس های صحرایی آن ها نمایش داده شده اند.

جدول ۵-۲۷- نتایج مطالعات XRD و شرح صحرایی نمونه ها

sample	x	y	نتایج XRD	شرح صحرایی نمونه
KHOS1-26XR	668312	3634551	کوارتز پتاسیم فلدسپار	نمونه بنتونیتی به عنوان خاک صنعتی
KHOS1-27XR	667931	3634402	اسمکتیت- البیت	نمونه بنتونیتی به عنوان خاک صنعتی
KHOS1-40GX	674532	3644645	اسمکتیت البیت	توف های بنتونیتی
KHOS1-82X	675359	3649169	کوارتز البیت اسمکتیت	بنتونیتی حاوی گچ و کلسیت
KHOS1-104X	679518	3646644	کریستوبالیت- کوارتز- فلدسپار+ مونتموریلونیت	بنتونیتی ۵۰ در ۲ متر بیرون زدگی
KHOS1-113X	678703	3644172	دولومیت+ مونتموریلونیت- کریستوبالیت	خاک صنعتی بنتونیتی
KHOS1-114X	679291	3642693	فلدسپار+ مونتموریلونیت+ کریستوبالیت	خاک صنعتی بنتونیتی ابعاد مناسب

جدول ۵-۲۸- نتایج مطالعات XRF نمونه‌ها

sample	x	y	SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SO3	TiO2	LOI
unit				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
KHOS1-26XR	668312	3634551	72	12.3	2.6	1.7	3.4	0.7	<	0.4	<	<	0.3	6.9
KHOS1-27XR	667931	3634402	64	13.1	2.9	2.4	1.6	2.2	<	2.3	0.1	2.3	0.3	9.0
KHOS1-82X	675359	3649169	60	15.1	4.8	3.5	1.0	1.9	0.1	4.8	0.1	1.3	0.5	7.2
KHOS1-104X	679518	3646644	65		1.0	2.7	0.7	3.8	<.1	3.0	0.1	0.5	0.4	
KHOS1-85X	665402	3650413	64	14.7	2.1	2.3	0.7	3.1	<	3.2	<	0.2	0.3	9.4
KHOS1-113X	678703	3644172	53		7.1	1.7	0.3	5.8	0.2	2.4	<.1	0.8	0.2	
KHOS1-114X	679291	3642693	65		1.1	1.8	1.2	3.7	<.1	2.2	<.1	0.9	0.2	
KHOS1-120X	675954	3647884	50		10	4.337	0.5	3.18	<.1	4.317	0.23	0.7	0.98	10

جدول ۵-۲۹- مختصات اندیس‌های بتونیت

ردیف	نوع اندیس	شماره نقشه	نام نقشه	X	Y
1	بتونیت	7755_1	خوسف	667931	3634402
2	بتونیت	7755_1	خوسف	675359	3649169
3	بتونیت	7755_1	خوسف	679518	3646644
4	بتونیت	7755_1	خوسف	678703	3644172
5	بتونیت	7755_1	خوسف	679291	3642693
6	بتونیت	7755_1	خوسف	675954	3647884
7	بتونیت	7755_1	خوسف	674532	3644645
8	بتونیت	7755_1	خوسف	668312	3634551
9	بتونیت	7755_1	خوسف	667593	3647279
10	بتونیت	7755_1	خوسف	679528	3642042





شکل ۵-۳۷- (a) نمایی از روند زون بنتونیتی (b) زون بنتونیت (c) نمونه برداری از بنتونیت (d) بنتونیت در نمای نزدیک (e) آگات و بنتونیت (f) بنتونیت



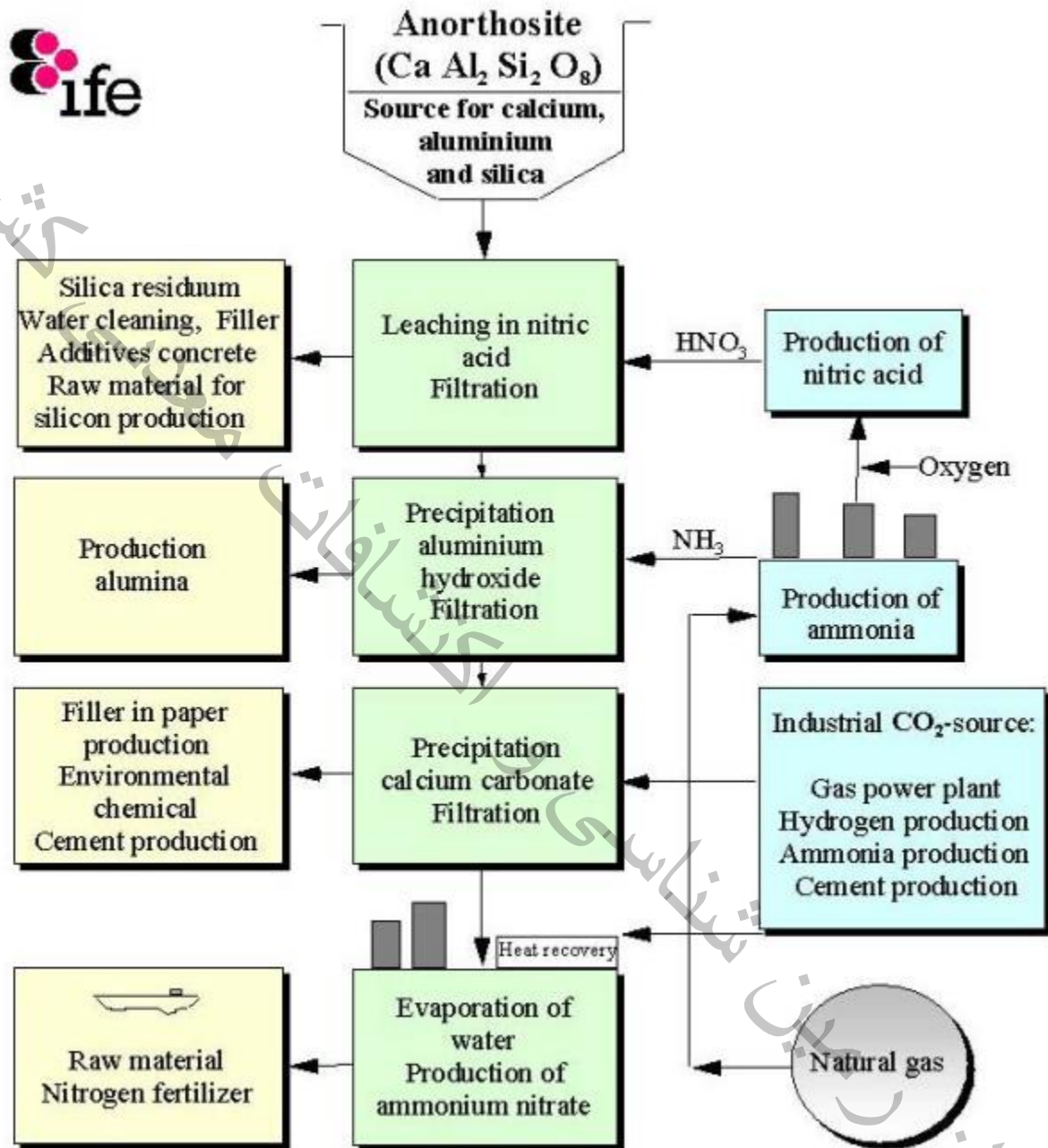
## ۵-۶-۲- آنورتیت:

با فرمول شیمیایی  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  از واژه آنورتوز اخذ شده است. یک نمونه از آلتراسیون‌های برداشت شده در مطالعات کانی‌شناسی آنورتیت گزارش شده که با توجه به کمیاب بودن و کاربردهای صنعتی آن لازم است مطالعات تکمیلی برای اثبات و سایر ویژگی‌های آن انجام شود. تحقیقات نشان می‌دهد که ذخایر مهمی از این خاک صنعتی در نروژ وجود دارد.

محتوای بالای آلومینیوم حدود  $Al_2O_3 31\%$ ، این پدیده را برای کاربردهای مختلف صنعتی، به ویژه به عنوان یک ماده خام جایگزین برای صنعت آلومینیوم جالب کرده است. با در نظر گرفتن این هدف، بررسی‌های زمین‌شناسی و مطالعات فرآوری در زمان‌های مختلف در طول قرن گذشته انجام شده است در حال حاضر، یک فرآیند تصفیه شده با استفاده از محتویات سیلیکون و کلسیم آنورتوزیت، علاقه صنعت به این آنورتوزیت‌های محلول در اسید را چند برابر کرده است. شکل ۵-۳۹ فلوچارت فرآوری آنورتیت را نشان می‌دهد.

آنورتوزیت یک سنگ تقریباً تک‌مینرالی (کانی) و فلدسپاتی با کاربردهای صنعتی بسیار متنوع است (جدول ۵-۲۹). بهره‌برداری از آنورتوزیت برای محصولات کانی‌های صنعتی در حال رشد است و پتانسیلی برای تولیدات آلومینیوم در آینده است به همین دلیل آنورتوزیت‌ها بسیار مورد توجه هستند.

در درجه اول میزان آلومینیوم بالا آنورتوزیت را برای انواع مصارف صنعتی جذاب می‌کند. میزان آلومینیوم را می‌توان در موارد مختلف فرایندها مورد استفاده قرار داد. مهمتر از همه، آنورتوزیت را می‌توان با اسیدهای معدنی به منظور تسهیل آزادسازی آلومینیوم شستشو داد. به طور همزمان، کلسیم آزاد می‌شود، و بنابراین برای سایر کاربردهای بالقوه در دسترس است.



شکل ۵-۳۸- یک شرکت نروژی در زمینه ی تکنولوژی انرژی یکسری محصولات جدید برپایه CO<sub>2</sub> از آنورتوزیت Sogn تولید کرده است

جدول ۵-۳۰- معیارهای مهم برای آنورتوزیت مورد استفاده در کاربردهای مختلف

Use	Acid solubility	Al	Fe	Ca	LOI	Other criteria	Quantity needed
Al production	high	high	low				large
Al + Si + Ca (CO <sub>2</sub> -free gas power process)	high	high	low				large
Water cleaning	high	high	low			not quartz	medium
Si + Al production (electrolysis)		high	low			high Si, low P, B and K	large
Refractory		high	low	high	low	not quartz	small
Ceramics			low		low	low melting point	medium
Mineral wool		high		high		low Si	medium
Aggregates						whiteness, mechanical qualities	medium/ large
Dimension stone						fracturing, block size, colour	small



شکل ۵-۳۹- نمونه گرفته شده به عنوان آنورتیت

جدول ۵-۳۱- نتیجه مطالعات XRD نمونه ۶۸

sample	x	y	نتایج XRD	شرح صحرائی نمونه
KHOS1-68GX	67059 6	364541 6	آنورتیت ایلیت اسمکتیت- کوارتز- کائولینیت	توف‌های آلتره حاوی کانی‌های رسی

جدول ۵-۳۲- نتیجه مطالعات XRF

sample	x	y	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	LO
unit			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
KHOS1-68GX	670596	3645416	62	18.6	3.7	2.0	0.6	1.7	<	4.1	0.1	0.4	0.7	6.5

### ۵-۶-۳- سیلیس:

واژه سیلیس با ترکیب شیمیایی SiO<sub>2</sub> و با ساختمان کریستالوگرافی اکتائدری فراوانترین کانی در پوسته جامد زمین است. این ترکیب شیمیایی به صورت مختلف با کاتیونهای مختلف پیوند حاصل نموده و ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی گوناگون از خود نشان می‌دهد. ولی آنچه در اینجا مورد نظر است سیلیسی است که ساختمان آن اکتائدری یا آمورف است و با هیچ کاتیونی پیوند حاصل نموده باشد. چنین سیلیسی میتواند کوارتز، تریدیمیت، کریستوبالیت، کلسدوئن و یا وپال باشد. کوارتز یا بعنوان کانی اصلی سنگها یا بعنوان کانیها همراه در بسیاری سنگهای آذرین دگرگونی و رسوبی یافت میشود. اندازه دانه های کوارتز برحسب بافت سنگ متغیر است. گاهی در سنگهای پگماتیسی طول بلورهای کوارتز به بیش از یک متر می رسد و گاهی به سبب ریز بودن در سنگهای ریولیتی به آسانی قابل تشخیص نیست.

در طبیعت سیلیس به فراوانی یافت و گاهی ذخایر آن به درجه خلوص ۹۹٪ درصد می‌رسد که این درجه خلوص در مقابل با کل ذخایر سیلیس کمیاب است. منابع سیلیس به شیوه‌های گوناگون دسته بندی می‌شوند که یکی از آنها دسته‌بندی بر پایه خاستگاه و چگونگی پیدایش آنهاست. بدین ترتیب می‌توان از ذخایر سیلیس رسوبی، ذخایر آذرین، ذخایر دگرگونی، ذخایر پگماتیسی، ذخایر هیدروترمال، ذخایر سیلیسی با خاستگاه دگرسانی و ذخایر پلاستی نام برد. سیلیس معمولاً در صنایع مختلف از جمله صنایع شیشه سازی، در تهیه ملات بتون، ماسه در آجرهای ماسه آهکی، صنایع نسوز و دیرگذاها کاربرد دارد.

از سلیس در ساینده‌های کوره‌های ذوب آهن در صنایع پیزوالکتریک، باتریهای الکتریکی، در ساعت سازی، سلولهای خورشیدی، ابزارهای شیمیایی، کک سازی همچنین لعاب سازی در کوره های پخت محصولات سرامیکی استفاده اختصاصی و ظریف می شود.

از آنجایی که بیشتر جنوب منطقه، شامل اسلیت و فیلیت است از نظر اقتصادی به ویژه عناصر فلزی نشانه‌ی حائز اهمیتی مشاهده نشد ولیکن در بیشتر فیلیت‌های منطقه نشانه‌هایی از سلیس شیری رنگ به صورت گسترده دیده می شود که بر روی نقشه مشخص شده است حتی این سلیس ها به صورت پلاسری قابل استفاده هستند.



شکل ۵-۴۰- پج‌های سلیس داخل واحد شیل



شکل ۵-۴۱- نمایی از وسعت سلیس در منطقه





شکل ۵-۴۲- فروانی پچ‌های سیلیسی دگرگون شده در منطقه مورد مطالعه

جدول ۵-۳۳- جدول مختصات تعدادی از اندیس‌های سیلیس

ردیف	نوع اندیس	شماره نقشه	نام نقشه	X	Y
1	سیلیس	7755_1	خوسف	683636	3626470
2	سیلیس	7755_1	خوسف	686314	3625798
3	سیلیس	7755_1	خوسف	685384	3626772
4	سیلیس	7755_1	خوسف	685986	3627254
5	سیلیس	7755_1	خوسف	682291	3641433

#### ۵-۶-۴- آگات:

آگات که در زبان فارسی عقیق نامیده می‌شود، یکی از سنگ‌های نیمه قیمتی فراوان ایران است. آگات یا عقیق معمولی از پوسته‌های پی در پی (طبقات منظم) کلسدوئن درست شده که بدلیل همراه داشتن اکسیدهای فلزی، به رنگ‌های گوناگون درآمده است. این قشرهای پیدر پی کلسدوئن یا بگونه‌ی افقی قرار گرفته‌اند و یا گرد یک محور روئیده‌اند و ریش از بیرون به درون است آگات‌ها در حفره‌های سنگ‌ها بوجود می‌آیند در مرکز بسیاری از آگات‌ها بلورهای کوارتز و یا آمیتست دیده می‌شود.

آگات (عقیق)، دارای فرمول شیمیایی  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  بوده، وجه تسمیه آن از نام رودخانه Achate در جنوب سیسیل در ایتالیا گرفته شده و در زبان عربی، به آن "ذوالوان" می‌گویند. سیستم تبلور آن بی شکل، آگرگات آن ژله‌ای، خوشه‌ای

دانه‌ای، جریان‌ی، کلیه ای و... و رنگ آن متفاوت است. سختی ۵/۵ تا ۵/۶، وزن مخصوص ۹/۱ تا ۲/۲، سطح شکست آن صدفی، جلای شیشه‌ای است. در اثر حرارت آب تبلور خود را از دست داده، در اسید فلورئیدریک حل می‌شود. ژنز: آگات بیشتر در چشمه‌های آب گرم و آب فشانها و در سنگهای آذرین دارای خلل و فرج رسوب میکند (سنگهای ریولیت و تراکیت) در شرایط آگروژن و محیط‌های اشباع از سیلیس و در حضور مقادیر متناهی از آب و نیز در اثر تبدیل به ژله و یا کلوئید شدن سیلیس سنگهای آذرین و دور شدن از محل و ترسیب در محل‌های مناسب نیز تشکیل می‌گردد. قابلیت رنگ پذیری داشته و در صورت استقرار استرکچرهای دندریتی در متن آن (معمولا از جنس منگنز) ارزش بیشتری می‌یابد.

همراه بودن این کانی با کانیهای نظیر لیمونیت، گوتیت، سیدریت و... مویذ تشکیل کانی در سیالات با درجه حرارت کم است.

موارد مصرف

عمده ترین مصرف این کانی در تهیه انگشتر با تراش معمولاً دامله بوده و از ذرات ریزتر آن در تهیه گردن بند و... استفاده می‌شود.

آگات سفید در تهیه جواهرات بدلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نوع دیگری از آگات که شامل ذرات کلسدرنی با هارمونی مناسب باشد، دارای تلالو بیشتر بوده، ارزش اقتصادی افزونتری دارد.

از موارد مصرف دیگر آن در آسیاب‌های گلوله‌ای است که به دلیل فقدان آهن در متن سنگ، از ایجاد آلودگی در مواد معدنی همچون کائولینیت، بنتونیت و... در هنگام آسیاب کردن ممانعت می‌نماید. انواع کانی‌های این گروه که دارای ترکیب شیمیایی یکسان می‌باشند، تفاوت رنگ آنها صرفاً معلول وردی کاتیون‌های مختلف به شبکه یونی سنگ است.

این سنگ از دیرباز بعنوان یک سنگ مقدس در اکثر ادیان معرفی گردیده است. در شرع مقدس اسلام همراه داشتن آن در هنگام عبادت و در سایر اوقات باعث آرامش روح و روان انسان و ایجاد زمینه‌های عرفانی میگردد. در طب قدیم اعتقاد بر آن بوده که قرار دادن آن بروی قسمت‌های مختلف بدن اثرات موثرتری در از بین بردن امراض داشته است. در برخی شاخه‌های روان شناسی این باور وجود دارد که لمس آن توسط دو دست باعث افزایش تمرکز روانی و رفع اضطراب می‌گردد. در شکل ۴۴-۵ تصاویری از آگات‌های منطقه نشان داده شده است همچنین در جدول ۵-۳۳ مختصات اندیس‌های آگات آمده است.





شکل ۵-۴۳- تصاویری از رگچه‌های آگات منطقه

جدول ۵-۳۴- مختصات اندیس‌های آگات

ردیف	نوع اندیس	شماره نقشه	نام نقشه	X	Y
1	آگات	7755_1	خوسف	684385	3648128
2	آگات	7755_1	خوسف	672661	3646396
3	آگات	7755_1	خوسف	678521	3627739
4	آگات	7755_1	خوسف	679509	3646827

## ۵-۶-۵- رس:

رس معمولی یا خاک رس خاکی ریز دانه که از کانی‌های رسی و ایلیتی و کلریتی کمی کائولن و اسمکیت تشکیل شده است.

عمده‌ترین مصرف خاک رس فرآوری آجرهای رسی و سفال و بهره‌وری از این خاک‌ها بعنوان یکی از موارد اولیه سیمان است. در برگه خوسف پتانسیل‌های مهمی از خاک رس وجود دارد که در شکل‌های زیر نشان داده شده است. مهمترین زون آن بین آبادی نصرآباد تا باغ ملک است. مختصات تعدادی از اندیس‌های خاک رس در جدول ۵-۳۴ آمده است.



شکل ۵-۴۴- تصاویری کوره‌های اجر پزی نصرآباد





شکل ۵-۴۵- تصاویری خاک رس و کوره آجر پزی



شکل ۵-۴۶- تصاویری رس باغ ملک



جدول ۵-۳۵- مختصات اندیس‌های رس

ردیف	نوع اندیس	شماره نقشه	نام نقشه	X	Y
1	رس	7755_1	خوسف	675392	3630644
2	رس	7755_1	خوسف	675370	3631535
3	رس	7755_1	خوسف	674944	3630988
4	رس	7755_1	خوسف	675833	3631969
5	رس	7755_1	خوسف	676273	3632255
6	رس	7755_1	خوسف	678365	3632264
7	رس	7755_1	خوسف	677899	3631377
8	رس	7755_1	خوسف	686310	3647706
9	رس	7755_1	خوسف	676271	3631507

#### ۵-۶-۶- خاک صنعتی (کائولن و کائولینیت) و فلدسپات:

کائولن در کانی شناسی، نام گروهی از کانی‌های رسی است که با ساخت بلورین دو لایه‌ای مشخص می‌باشند و در آن لایه سیلیس-اکسیژن بگونه ای متناوب با یک لایه الومینیوم هیدروکسید پیوند دارد و ترکیب شیمیایی نزدیک به  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$  دارد. کانی‌های کائولن دربرگیرنده ی کائولینیت، ناکریت، دیکیت و آنوکسیت است. گرچه کانی‌های اندلیت، آلفان از نقطه نظر ساختمانی با آنچه گفته آمد ناهمسانی دارند، لیکن آنها را نیز تا حدی باید در این گروه آورد این کانی‌ها از دگرسانی فلدسپات‌های قلیایی و میکاها بدست می‌آیند.

از کائولن در صنایع گوناگون استفاده می شود و مصرف آن بسبب ویژگی‌هایش روزبروز رو با افزایش است، اهم مصارف کائولن چنین است.

در کاغذ سازی، در صنایع لاستیک سازی، روکش سیم هاو کابل ها، در صنایع پلی وینیل کلراید، در صنعت رنگ‌سازی، در صنایع چینی سازی، در داروسازی برای پانسمان معده، در قالب سازی، در پارچه بافی، در مواد شوینده، در مواد آرایشی، در فرآوری انواع فیلتر و صافی، در فرآوری انواع خمیرها، در فرآوری انواع حشره کش‌ها، در صنایع کودسازی، در گچ سازی و سرانجام در سایر صنایع (غذائی، صنایع پلیمر، صنایع سیمان، کاتالیزورهای دندانسازی، صنعت کائوچو، صنایع الکتریک، پالایش نفت).

این محدوده دارای خاک‌های صنعتی درجه دو است که نیاز به تحقیقات اکتشافی و کاربردی دارد از نمونه‌های گرفته شده با توجه به آنالیزها XRF و XRD برای خاک صنعتی می‌تواند مفید باشند.

جدول ۵-۳۶- نتایج آنالیز XRF برای نمونه‌های خاک صنعتی

Element	x	y	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI
unit			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
KHOS1-1X	674831	3642321	66.6	16.2	2.7	2.4	2.1	0.8	2.1	0.1	<	0.4	6.7
KHOS1-51XD	676767	3642570	76.5	14.2	0.9	0.2	1.0	0.1	5.9	0.1	<	0.1	1.0
KHOS1-69X	670423	3646860	75.1	14.2	0.7	1.1	2.9	0.2	3.3	0.1	<	<	2.4
KHOS1-70GX	670117	3647066	74.8	14.3	0.7	1.4	3.0	0.2	2.6	0.1	<	<	2.9
KHOS1-72X	670446	3646934	74.5	14.0	0.7	1.6	2.9	0.2	4.0	0.1	0.1	<	1.9
KHOS1-79GX	670835	3650660	73.0	14.0	2.2	1.1	2.1	0.4	1.5	0.1	<	0.1	5.6
KHOS1-85X	665402	3650413	64.2	14.7	2.1	2.3	0.7	3.1	3.2	<	0.2	0.3	9.4

جدول ۵-۳۷- نتایج آنالیز XRD برای نمونه‌های خاک صنعتی

sample	x	y	نتایج XRD	مشاهدات صحرائی
KHOS1-1X	674831	3642321	کوارتز الیبت کائولینیت-اسمکتیت	آلتراسیون آرژیلی حاصل داسیت آلتزه
KHOS1-51XD	676767	3642570	کوارتز الیبت	توده پلاژیو گرانیت
KHOS1-69X	670423	3646860	کوارتز الیبت	زون آلتراسیون وسیع حلقوی
KHOS1-72X	670446	3646934	کوارتز الیبت	آلتراسیون سیلیسی آرژیلی
KHOS1-79GX	670835	3650660	کوارتز الیبت کائولینیت	زون التراسیون سیلیسی آرژیلی
KHOS1-85X	665402	3650413	اسمکتیت-کوارتز-الیبت	پچ آندزیتی آلتزه



شکل ۵-۴۷- تصویری از زون آلتره جنوب شرق آبادی گلگون



شکل ۵-۴۸- تصاویر از زون‌های آلتره مناسب خاک صنعتی

جدول ۵-۳۸- مختصات اندیس‌های خاک صنعتی

ردیف	نوع اندیس	شماره نقشه	نام نقشه	X	Y
1	خاک صنعتی	7755_1	خوسف	684115	3628438
2	خاک صنعتی	7755_1	خوسف	681084	3646655
3	خاک صنعتی	7755_1	خوسف	674831	3642321
4	خاک صنعتی	7755_1	خوسف	676767	3642570
5	خاک صنعتی	7755_1	خوسف	670423	3646860
6	خاک صنعتی	7755_1	خوسف	670117	3647066
7	خاک صنعتی	7755_1	خوسف	670835	3650660

۵-۶-۷- گچ خاکی:

گچ‌های منطقه عموماً گچ‌های خاکی است که در دو منطقه تراکم زیادی دارند. در یک منطقه کوره‌های گچ‌پزی زیادی در منطقه در مختصات ۳۶۳۲۶۴۵-۶۶۹۳۹۰ وجود دارد که در تصویر ۵-۵۰ و ۵-۵۱ نشان داده شده‌است. نتیجه آنالیز XRF در جدول ۵-۳۷ و مختصات اندیس‌های گچ در جدول ۵-۳۸ آمده‌است.



شکل ۵-۴۹- بیرون زدگی گچ خاکی



شکل ۵-۵۰- کوره‌های گچ‌پزی قدیمی در منطقه ارشک

جدول ۵-۳۹- نتیجه نمونه XRF

شماره نمونه	x	y	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	LOI	Sr
unit			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
KHOS1- 23G	668991	363235 5	11.6 0	3.00	33.0 9	0.50	0.2 2	0.64	0.43	40.7 1	0.07	9.4 3	0.3 1

جدول ۵-۴۰- مختصات اندیس‌های گچ خاکی

ردیف	نوع اندیس	شماره نقشه	نام نقشه	X	Y
1	گچ خاکی	7755_1	خوسف	667315	3628553
2	گچ خاکی	7755_1	خوسف	669218	3632827
3	گچ خاکی	7755_1	خوسف	679588	3626306
4	گچ خاکی	7755_1	خوسف	668991	3632355

### ۵-۶-۸- شن و ماسه:

شن و ماسه مصالح سنگی است که تقریباً از هر نوع سنگ می‌تواند تشکیل شده باشد در برگه خوسف یکی از پتانسیل‌ها شن و ماسه آبرفتی است که شن و ماسه خوسف و بیرجند را تامین می‌کند و معادن شن و ماسه جزو معادن فعال هستند. در شکل ۵-۵۲ تصاویری از کارخانه‌های شن شویی و پتانسیل‌های شن و ماسه را نشان می‌دهند. در جدول ۵-۳۸ مختصات شن و ماسه‌ها در برگه خوسف را آورده شده است.





شکل ۵-۵۱- تصویری از کارخانه‌های شن شوی و پتانسیل‌های شن و ماسه در جاده تيجک

جدول ۵-۴۱- مختصات اندیس‌های شن و ماسه

ردیف	نوع اندیس	شماره نقشه	نام نقشه	X	Y
1	شن و ماسه	7755_1	خوسف	670847	3641173
2	شن و ماسه	7755_1	خوسف	676578	3633756
3	شن و ماسه	7755_1	خوسف	666209	3625335
4	شن و ماسه	7755_1	خوسف	675427	3636003
5	شن و ماسه	7755_1	خوسف	668287	3645877
6	شن و ماسه	7755_1	خوسف	674741	3638943
7	شن و ماسه	7755_1	خوسف	681235	3642069

## ۵-۶-۹- سنگ ساختمانی و لاشه:

در محدوده ورقه خوسف در برخی از قسمت‌ها که توده‌های ساب و لکانیک داسیتی رخنمون دارند مردم منطقه از آنها برای ساخت و بناهای ساختمانی به عنوان سنگ لاشه استفاده می‌کنند. در بخش شمال غرب و جنوب غرب و غرب آهک‌ها پتانسیل سنگ ساختمانی را دارند که باید مطالعات کاملی انجام شود. در شکل ۵-۵۳ تصاویری از آهک‌ها که پتانسیل سنگ ساختمانی دارند و در شکل ۵-۵۴ تصاویری از برداشت سنگ لاشه نشان داده شده است. در جدول ۵-۳۹ نیز مختصات اندیس‌های سنگ ساختمانی و سنگ لاشه آمده است.



شکل ۵-۵۲- نمایی از آهک‌های مناسب سنگ ساختمانی



شکل ۵-۵۳- نمایی از سنگ‌های لاشه منطقه

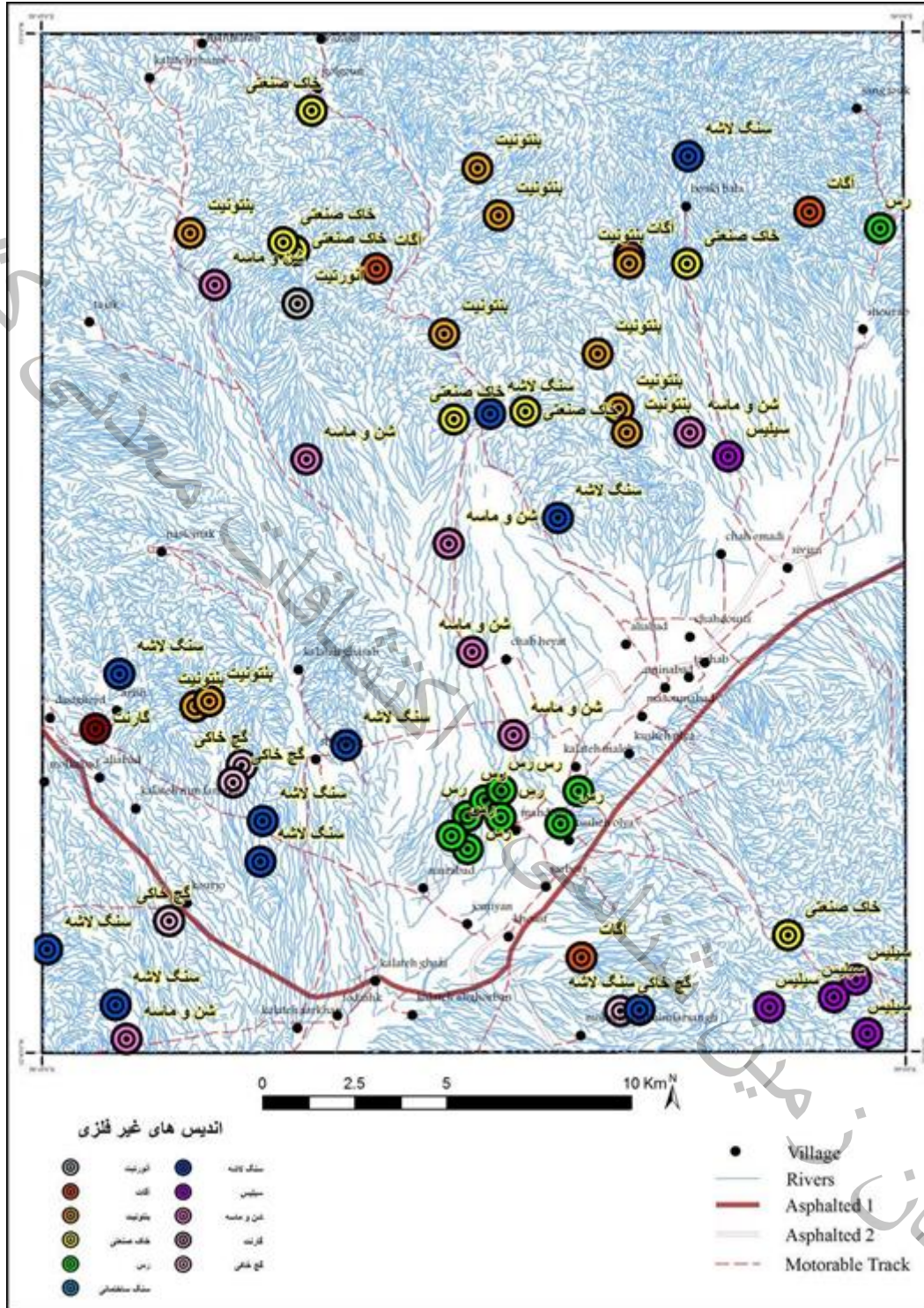


جدول ۵-۴۲- جدول مختصات اندیس‌های سنگ لاشه

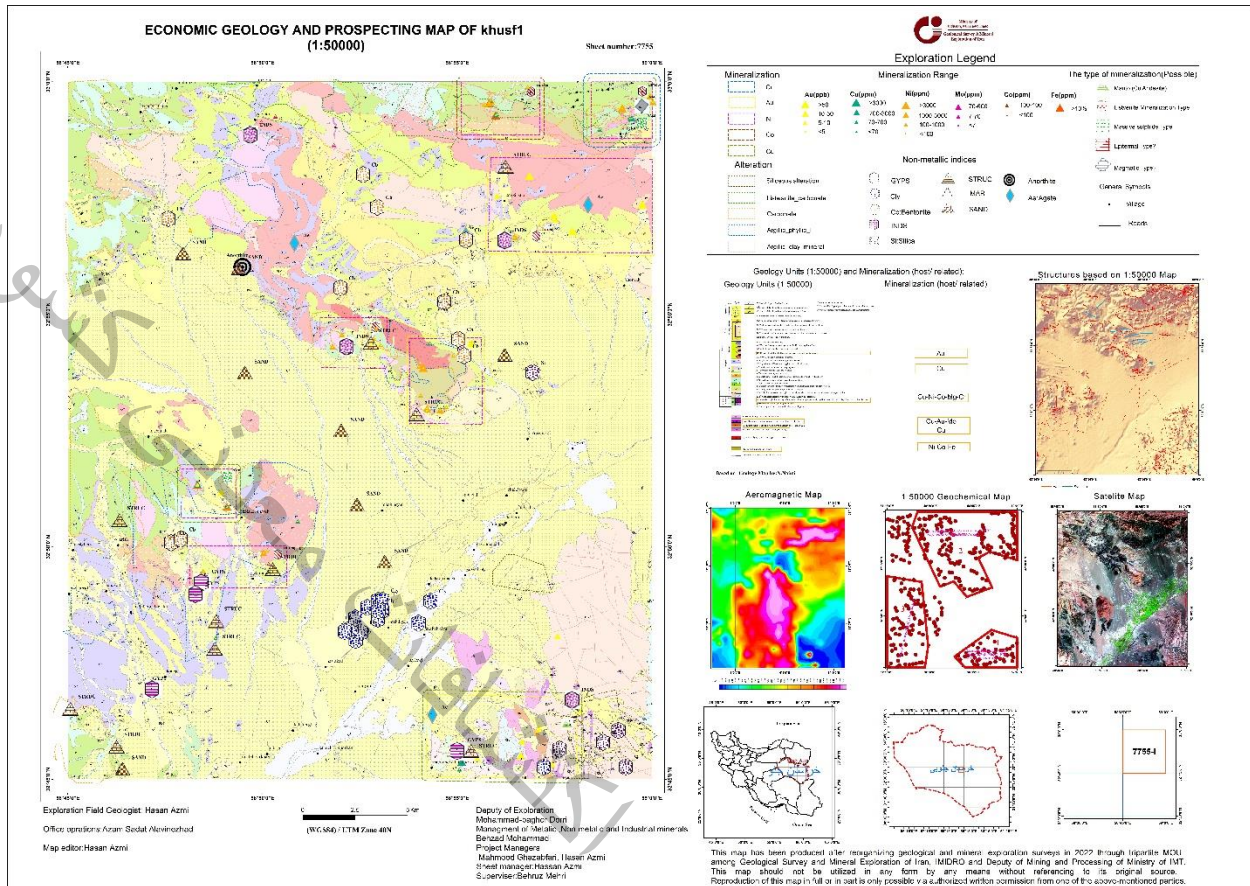
ردیف	نوع اندیس	شماره نقشه	نام نقشه	X	Y
1	سنگ ساختمانی	7755_1	خوسف	664019	3622733
2	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	664019	3627733
3	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	665863	3635262
4	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	680118	3626341
5	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	669766	3630214
6	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	669809	3631315
7	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	677690	3639687
8	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	681072	3649587
9	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	672038	3633419
10	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	675810	3642489
11	سنگ لاشه	7755_1	خوسف	665897	3626253

#### ۵-۷- اندیس‌های غیر فلزی

با توجه به توضیحات بخش غیر فلزی نقشه پراکندگی اندیس‌های غیر فلزی در شکل ۵-۵۴ آورده شده است. عمده ترین پتانسیل‌ها مربوط به شن و ماسه، رس، بنتونیت و سنگ لاشه است.



شکل ۵-۵۴- نقشه توزیع اندیس های غیر فلزی



شکل ۵-۵۵- نقشه پتانسیل‌های معدنی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰

### ۵-۸- مطالعه فنی و اقتصادی در برکه

از آنجا که فقط در این مرحله بحث فرصت سنجی مطرح است به خصوص این که محدوده‌های امید بخش برای مرحله اکتشاف ۱:۲۵۰۰۰ معرفی شده‌اند به زیرساخت‌ها به طور خیلی کلی در جدول زیر اشاره می‌شود.



جدول ۵-۴۳- جدول موقعیت زون‌های کانه‌زایی نسبت به موقعیت زیرساخت‌های منطقه

زون کانه‌زایی	نوع زیرساخت	فاصله زون از زیرساخت
شمال غرب کلاته قصاب	جاده آسفالته و خاکی- کمبود آب	نزدیک به شهرک صنعتی خوسف و زیر ساخت‌های مناسب
جنوب غرب کلاته قصاب	جاده آسفالته و خاکی- کمبود آب	نزدیک به شهرک صنعتی خوسف و زیر ساخت‌های مناسب
کال حاج علی اکبر (امامزاده)	جاده آسفالته و خاکی- آب مناسب	زدیک تقاب و زیر ساخت‌های مناسب
شمال تقاب	جاده آسفالته و خاکی- کمبود آب	زدیک تقاب و زیر ساخت‌های مناسب
بوکی	جاده آسفالته و خاکی- کمبود آب	نزدیک سیوجان و زیر ساخت‌های مناسب
کلاته میراسماعیل	جاده آسفالته و خاکی- راه مال رو- آب فراوان	عدم راه دسترسی مناسب و دور از زیر ساخت‌ها
محدوده ی امید بخش سنگ توک	عدم راه دسترسی مناسب و دور از زیر ساخت‌ها آب فراوان	عدم راه دسترسی مناسب و دور از زیر ساخت‌ها
چاه موسی- علی آباد	عدم راه دسترسی مناسب و دور از زیر ساخت‌ها	نزدیک شهر خوسف

جدول ۵-۴۴- مشخصات محدوده‌های امید بخش و ژئومتری مشاهده شده

زون کانه‌زایی	مساحت محدوده ی امید بخش ( کیلومتر مربع )	نوع ماده معدنی و تیپ‌های احتمالی	ژئومتری زون یا رگه مشاهده شده	عیار متوسط ماده معدنی در زون
شمال غرب کلاته قصاب	4	Ni-Cu (massive sulfide)	پیچ	-
جنوب کلاته قصاب	7	Ni (Lisvenite)	رگه ای	-
کال حاج علی اکبر (امامزاده)	5	Ni (Lisvenite)	کنتاکت داسیت و سنگ‌های اولترامافیک	-
شمال تقاب	8	Ni (Lisvenite)-Au	رگه ای	-
بوکی	2	Ni (Lisvenite)-Au	رگه ای	-
کلاته میراسماعیل	7	Ni-Co (Lisvenite)	رگه ای	-
محدوده ی امید بخش سنگ توک	5	Cr-Ni-Cu (Lisvenite+magmatic+ massive sulfid)	پیچ	-
چاه موسی- علی آباد	20	Cu-Au (porphyry? +manto)	پیچ	-

جدول ۵-۴۵- ژئومتری زون‌های دگرسانی

شدت دگرسانی	نوع دگرسانی	مساحت ( کیلومتر مربع )	زون دگرسانی
دگرسانی غالب و گسترده در بخش غربی (شمال فدشک)	فیلیک، آرژیلیک و هماتی	۵۱,۵ کیلومتر مربع	۱
گسترده در شمال و شمال شرق محدوده	لیستونیتی - کربناته + فیلیک و آرژیلیک	۲۵ کیلومتر مربع	۲
شدت بالا مناسب برای کانیهای رسی	آرژیلیک	۱۱ کیلومتر مربع	۳
رگه‌های سیلیسی در میان واحد دگرگونی همراه با کانی سازی طلا و مس در جنوب شرق محدوده	سیلیسی	۹ کیلومتر مربع	۴

با توجه به مقیاس کار و نمونه‌برداری‌های انجام شده و نتایج این برگه در محدوده‌ی امید بخش چاه موسی نیاز به کار اکتشاف سیستماتیک برای مس و طلا دارد و سایر محدوده‌های امید بخش فلزی نیز برای نیکل و عناصر پرازنز آن در لیسونیت‌ها (کبالت، جیوه، طلا و ...) نیاز به اکتشاف در مرحله پی جویی را دارد.

در بخش غیر فلزی علاوه بر تکمیل اکتشاف برای کانی‌های صنعتی (کانی‌های بنتونیت، آنورتوزیت) با توجه به وسعت کانی‌سازی مطالعات و تست‌های کاربردی توصیه می‌شود.

کشور

معدنی

زنگنه

فصل ششم:

جمع بندی و پیشنهادات

شناسی و

زمین

سازمان

## ۶-۱- نتیجه گیری

هدف پروژه تهیه نقشه زمین شناسی اقتصادی با توجه به شرایط پروژه و داده‌های موجود و نمونه برداری‌های جدید است که با توجه به همزمانی لایه زمین شناسی، ژئوشیمی و این گزارش که تهیه لایه زمین شناسی اقتصادی بوده و به طور مستقل انجام شده اند پیشنهاد می شود یک گزارش تلفیقی هم تهیه شود. علی ایحال با توجه به این که کارهای اکتشافی قبلی کار اکتشافی سیتما تیک ۱:۵۰۰۰۰ افق‌های روشنتری را به خصوص برای اکتشاف نیکل و خاکهای صنعتی در این بر گه مشخص نمود.

همانطور که در گزارش ذکر شد این پروژه به طور کلی در یک پهنه به مساحت حدود ۱۵۰۰۰ کیلومتر مربع که شامل ۲۰ بر گه ۱:۵۰۰۰۰ می باشد، انجام گرفته است که بر گه خوسف یکی از بر گه‌های ۲۰ گانه می باشد. ابتدا با توجه به گزارشات قبلی و نتایج تلفیقی اطلاعات ژئوفیزیک هوایی و ژئوشیمی و زمین شناسی مسیرهای نمونه برداری انتخاب شد و نمونه برداریها انجام گرفت که شرح کامل آن در فصل چهارم آمده است و به خلاصه ای از نتایج در زیر اشاره می شود.

در بر گه خوسف به طور کلی دوتیپ ماده معدنی مورد انتظار است که مهمترین آن در محدوده ی امید بخش چاه موسی جنوب شرق بر گه که با توجه به مطالعات قبلی و اخیر و نوع آلتراسیون و کانی سازی و محیط سنگی شامل سنگهای داسیتی و ولکانیک ها احتمال کانی سازی هیدروترمالی است البته بخش عمده این محدوده ی امید بخش در بر گه خوسف دو قرار می گیرد.

در شمال نقشه در بخش‌های مختلف در لیسونیت ها احتمال حضور نیکل می باشد که تیپ‌های لیسونیتی است و نهایت در سایر بخش‌های لیسونستی شامل سنگ توک احتمال کرومیت و در منطقه شمال غرب کلاته قصاب احتمال تیپ مس نیکل ماسیو سولفاید می باشد.

## ۶-۲- نتایج نهایی شامل:

در بر گه خوسف به طور کلی دوتیپ ماده معدنی مورد انتظار است که مهمترین آن در محدوده ی امید بخش چاه موسی جنوب شرق بر گه که با توجه به مطالعات قبلی و اخیر و نوع آلتراسیون و کانی سازی و محیط سنگی شامل سنگهای داسیتی و ولکانیک ها احتمال کانی سازی پورفیری است البته بخش عمده این محدوده ی امید بخش در بر گه خوسف دو قرار می گیرد.

در شمال نقشه در بخش های مختلف در لیسونیت ها احتمال حضور نیکل می باشد که تیپ های لیسونیتی است و نهایت در سایر بخش های لیسونستی شامل سنگ توک احتمال کرومیت و در منطقه شمال غرب کلاته قصاب احتمال تیپ مس نیکل ماسیو سولفاید می باشد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



جدول ۶-۱- محدوده‌های کانه‌زایی با ذکر موقعیت، مساحت و عیار

توضیحات	ژئومتری زون یا رگه مشاهده شده	نوع ماده معدنی و تیپ‌های احتمالی	مساحت محدوده‌ی امید بخش ( کیلومتر مربع )	زون کانه‌زایی
-	پج	Ni-Cu (massive sulfide)	4	شمال غرب کلاته قصاب
-	رگه‌ای	Ni (Lisvenite)	7	جنوب کلاته قصاب
-	کنتاکت داسیت و سنگ‌های اولترامافیک	Ni (Lisvenite)	5	کال حاج علی اکبر (امامزاده)
-	رگه‌ای	Ni (Lisvenite)-Au	10	شمال تقاب
-	رگه‌ای	Ni (Lisvenite)-Au	24	بوکی
-	رگه‌ای	Ni-Co (Lisvenite)	7	کلاته میراسماعیل
-	پج	Cr-Ni-Cu (Lisvenite+magmatic+massive sulfid)	5	محدوده‌ی امید بخش سنگ توک
-	پج	Cu-Au (porphyry? +manto)	20	چاه موسی - علی آباد
در بیش از ده موقعیت	بصورت روندهای خطی	بنتونیت	حدود ۳۰ کیلومتر مربع	بنتونیت
در یک موقعیت	بصورت روندهای خطی	آنورتیت	۲	آنورتیت
در بیش از ۵ موقعیت	بصورت پراکنده داخل آندیت‌ها	آگات	۵	آگات
آلتراسیون	بصورت توده‌ای	خاک صنعتی	۱۰	خاک صنعتی
در آبادی نصر آباد تا باغ ملک	بصورت توده در حاشیه رودخانه اصلی	رس	۳۰	رس
جنوب غرب و شمال غرب برگه	در دو نقطه آهکی به شکل توده‌ای	سنگ ساختمانی		سنگ ساختمانی
در نقاط مختلف برگه	داسیت‌های برگه	سنگ لاشه	۱۰	سنگ لاشه
جنوب شرق خوسف	داخل فلیش‌ها	دگرگونی	۱۰	سیلیس
در جنوب تجک	در مسیر رودخانه تجک به نصر آباد	آبرفتی و رودخانه‌ای	۵۰	شن و ماسه
در بیش از سه موقعیت		تبخیری	۱۰	گیچ‌خاکی

جدول ۶-۲- محدوده‌های دگرسانی با ذکر موقعیت، مساحت و شدت

شدت دگرسانی	نوع دگرسانی	مساحت ( کیلومتر مربع )	زون دگرسانی
دگرسانی غالب و گسترده در بخش غربی (شمال فدشک)	فیلیک، آرژیلیک و هماتی	۵۱,۵ کیلومتر مربع	۱
گسترده در شمال و شمال شرق محدوده	لیستونیتی - کربناته + فیلیک و آرژیلیک	۲۵ کیلومتر مربع	۲
شدت بالا مناسب برای کانیهای رسی	آرژیلیک	۱۱ کیلومتر مربع	۳
رگه‌های سیلیسی در میان واحد دگرگونی همراه با کانی سازی طلا و مس در جنوب شرق محدوده	سیلیسی	۹ کیلومتر مربع	۴

### ۶-۳- پیشنهادات

اکتشافات سیستماتیک مواد معدنی در مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ در برکه خوسف (خوسف ۱-۷۷۵۵) در طرح تحول خراسان جنوبی منجر به شناسایی پتانسیلهای فلزی و غیرفلزی متعددی در این برکه شد که به ترتیب اولویت اکتشافی به شرح ذیل فهرست شده است:

#### پتانسیلهای فلزی برکه

##### اولویت اول:

- محدوده‌ی امید بخش مس طلای چاه موسی
- محدوده‌ی امید بخش طلا-نیکل بوکی
- محدوده‌ی امید بخش شمال غرب کلاته قصاب

##### اولویت دوم:

- محدوده‌ی امید بخش کلاته میر اسماعیل
- محدوده‌ی امید بخش سنگ توک
- محدوده‌ی امید بخش شمال تقاب

محدوده‌ی امید بخش کال حاج علی اکبر  
محدوده‌ی امید بخش جنوب کلاته قصاب

### شرح خدمات پیشنهادی

با توجه به مساحت محدودهای امید بخش و اهمیت آنها برای محدوده‌های چاه موسی و بوکی شرح خدمات زیر پیشنهاد می‌شود.

-تهیه نقشه زمین شناسی-معدنی ۱:۱۰۰۰۰

-پی جویی چکشی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰

-طراحی ترانسه‌های اکتشافی

-حفر ترانسه اکتشافی و برداشت آنها

-انجام عملیات ژئوفیزیکی به روش الکتریکی IP,RS و مغناطیس سنجی

-تلفیق نتایج و تهیه گزارش

-در صورت مثبت بودن نتایج شرح خدمات مرحله ی تفصیلی ارایه می‌گردد.

برای سایر تارگت‌های فلزی نیز با توجه به مساحت کم آنها شرح خدمات زیر در مرحله پی جویی و اکتشاف

عمومی به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

-تهیه نقشه زمین شناسی-معدنی ۱:۵۰۰۰

-پی جویی چکشی در مقیاس ۱:۵۰۰۰

-طراحی ترانسه‌های اکتشافی

-حفر ترانسه اکتشافی و برداشت آنها

-انجام عملیات ژئوفیزیکی به روش الکتریکی IP,RS

-تلفیق نتایج و تهیه گزارش

در صورت مثبت بودن نتایج شرح خدمات مرحله ی تفصیلی ارایه می‌گردد.

### پتانسیل‌های غیرفلزی برکه

پتانسیل‌های غیر فلزی توسط بخش خصوصی در حال اکتشاف یا بهره برداری هستند به هر حال توصیه می‌شود یک

کار تحقیقاتی حاکمیتی برای بتونیت و به ویژه آنورتیت جهت تستهای صنعتی و کاربردی انجام شود.

**پیوست:**

تمامی اشکال، نقشه‌های خروجی، تصاویر و جداول آنالیز در لوح فشرده ضمیمه گزارش آورده شده است.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

## منابع:

شرکت فرانسوی (BRGM 1978)، اکتشافات ژئوشیمیایی آبراهه‌ای و نمونه‌برداری به روش BLEG انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

وحدتی دانشمند و خلقی (۱۳۶۸)، گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

وحدتی دانشمند و خلقی (۱۳۸۰)، نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ بیرجند. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

اشرف پور و همکاران (۱۳۸۲)، اکتشافات ژئوشیمیایی در برکه ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوسف. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

گروه ژئوفیزیک هوایی سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۸۳)، اکتشافات ژئوفیزیک هوایی تفصیلی در مناطق بیرجند، خوسف، بصیران، مختاران و قلعه‌زری در استان خراسان جنوبی به سه روش مغناطیس‌سنجی، الکترومغناطیس و رادیومتری. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

مدیریت ژئومتیکس سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۸۳)، بررسی‌های اکتشافات سیستماتیک ناحیه‌ای و شناسایی نواحی امیدبخش معدنی در زون فردوس - خوسف با استفاده از پردازش، تلفیق و مدلسازی اطلاعات زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوایی، ماهواره‌ای، ژئوشیمیایی و نشانه‌های معدنی در محیط GIS. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

اشرف پور و همکاران (۱۳۸۴)، اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در ورقه ۱:۲۰,۰۰۰ دوکوهه. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

ایتوک ایران (۱۳۸۶)، پروژه بررسی معادن متروکه اولویت‌دار در سطح استان خراسان جنوبی به کافرمایی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

مهندسین مشاور پارسی کان کاو (۱۳۸۹)، پروژه شناسایی کانسارهای پورفیری مس و اپی ترمال طلا و مس در محور خوسف - بصیران (خراسان جنوبی) به کارفرمایی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

شرکت مهندسی کنکاش کانی توس (۱۳۹۲)، تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی اقتصادی ۱:۲۵,۰۰۰ دوکوهه خوسف به کارفرمایی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.



صفری و همکاران (۱۳۹۶)، متالوژنی و تیپ‌های کانساری استان خراسان جنوبی) معرفی ذخایر، کانسارها و پتانسیل‌های معدنی استان خراسان جنوبی، انتشارات اداره کل زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی شمال شرق کشور.

مدیریت ژئومتکیس سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۹۶)، مدلسازی اکتشافی پهنه خراسان جنوبی (بیرجند - شاهرخت):

مجموعه مطالعات ژئوفیزیک هوایی، زمین‌شناسی اقتصادی و تلفیق و مدلسازی، انتشارات از سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

براتی و همکاران (۱۴۰۰)، گزارش شرح ناهنجاری‌های محدوده امید بخش‌های اکتشافی پهنه بیرجند - شاهرخت، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

نعیمی و همکاران (۱۴۰۱)، نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰,۰۰۰ خوسف (خوسف ۱)، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.