

کشور

معدنی

کتابخانه

۲

شناسی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نگاهی به داده‌های زمین‌شناسی و اکتشافی

استان همدان

مجموعه مطالعات زمین‌شناسی، زمین‌شناسی اقتصادی، ژئوشیمی،

دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

مدیر پروژه

محمد صادقی

مدیر فنی پروژه:

سعید جباری

مجری پروژه:

شهیندخت ابوالمعالی

"گزارش حاضر طبق کد ۱۴۰۲/۰۸ گ ۳۲۵۳-۶۱۰۰-۱۴۰۰ از شورای ارزیابی انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مجوز انتشار گرفته است."

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تهیه کنندگان

زمین شناسی

هانیه میرشاهوندی

زمین شناسی اقتصادی

لیدا صادقی

ژئوشیمی

مهدی ذبیحی

سنجش از دور

علی حسینمردی

ژئوفیزیک

مژگان علوی

تلفیق و مدل سازی

زهرا اکبری

ویرایش و صفحه آرایی

پرستو جلالی مدد

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تشکر و قدردانی

با سپاس از لطف بی‌کران پروردگار و همچنین سپاس از تلاش کلیه همکاران و کارشناسان در به ثمر رسیدن این گزارش که با مشورت و راهنمایی‌های بی‌دریغ آنها اتمام این گزارش میسر شد، از تمامی همکاران عزیز که در انجام این پروژه ما یاری نمودند از جمله آقای دکتر شهیدی معاون وزیر و ریاست محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور؛ آقای دکتر صادقی مدیریت محترم ژئومتیکس و سایر همکاران که در این پروژه با همکاری بی‌دریغ و راهنمایی‌های ارزشمندشان ما را یاری نمودند، کمال تشکر و سپاس را داریم. در پایان از کلیه همکاران محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور که هر کدام به نوعی در به ثمر رسیدن این پروژه و گزارش نقش داشته و تسهیل‌کننده امور بوده‌اند، همچنین از زحمات و رهنمودهای علمی تمامی کارشناسان محترم و همکاران کمال تشکر و قدردانی می‌نماییم.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست مطالب

پیشگفتار ا

فصل اول - کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۱
۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه و راههای دسترسی ۱
۳-۱- جغرافیای طبیعی ۱
۴-۱- جغرافیای انسانی ۴

فصل دوم - زمین شناسی عمومی و ساختمانی

- ۱-۲- مقدمه ۹
۲-۲- زمینشناسی پهنه سندرچ سیرجان ۹
۳-۲- پالئوزوئیک ۱۲
۴-۲- مزوزوئیک ۱۴
۱-۴-۲- تریاس و ژوراسیک ۱۴
۲-۴-۲- ژوراسیک ۱۷
۳-۴-۲- کرتاسه ۱۹
۵-۲- سنوزوئیک ۲۰
۱-۵-۲- پالئوسن ۲۳
۲-۵-۲- ائوسن ۲۳
۳-۵-۲- الیگومیوسن ۲۶
۴-۵-۲- پلیوسن ۲۸
۶-۲- کواترنری ۲۸
۷-۲- پهنه‌های ساختاری استان همدان ۳۱
۱-۷-۲- ایران مرکزی ۳۱
۲-۷-۲- سندرچ سیرجان ۳۲
۳-۷-۲- سنگ‌های آتشفشانی-نفوذی ارومیه دختر ۳۳
۴-۷-۲- زیر پهنه زاگرس خرد شده ۳۴
۸-۲- گسل‌ها و چین‌ها ۳۷
۹-۲- سنگ‌های آذرین استان همدان ۴۲
۱۰-۲- سنگ‌های دگرگونی استان همدان ۴۶

فصل سوم - زمین شناسی اقتصادی و متالورژی

- ۱-۳- مقدمه ۵۱
۲-۳- متالورژی و تکامل تکتونیکی ۵۱
۳-۳- پتانسیل‌های معدنی فلزی ۵۲
۱-۳-۳- مس - طلا ۵۲
۱-۳-۳-۱- کانسار داشکسن (ساری گونای) ۵۳
۲-۳-۳-۱- نشانه معدنی طلای الوند همدان ۵۶
۳-۳-۱-۳- کانسار پلی متال مس - آهن عشوند ۵۶
۴-۳-۱-۳- کانسار مس قلعه علیمرادخان ۶۰
۵-۳-۱-۳- نشانه معدنی مس ولی محمد ۶۰

۶۰	..... ۳-۳-۲- سرب و روی
۶۰	..... ۳-۳-۲-۱- کانسار سرب و روی آهنگران
۶۱	..... ۳-۳-۲- کانسار سرب شیرآباد همدان
۶۶	..... ۳-۳-۳- آهن
۶۶	..... ۳-۳-۱- کانسار سنگ آهن باباعلی
۶۶	..... ۳-۳-۲- کانسار آهن همه کسی
۶۷	..... ۳-۳-۳- کانسار آهن چنار علیا
۶۹	..... ۳-۴- معادن غیر فلزی
۶۹	..... ۳-۴-۱- سیلیس
۶۹	..... ۳-۴-۱-۱- کانسار سیلیس گلوشجرد
۶۹	..... ۳-۴-۱-۲- کانسار سیلیس دهنو
۶۹	..... ۳-۴-۱-۳- کانسار سیلیس پیرغیب
۶۹	..... ۳-۴-۱-۴- کانسار سیلیس اشاق قلعه
۷۰	..... ۳-۴-۱-۵- کانسار سیلیس گنجه
۷۰	..... ۳-۴-۱-۶- کانسار سیلیس گنجا
۷۰	..... ۳-۴-۱-۷- کانسار سیلیس گلدره
۷۱	..... ۳-۴-۱-۸- کانسار سیلیس بش آغاچ
۷۱	..... ۳-۴-۱-۹- کانسار سیلیس عباسآباد
۷۱	..... ۳-۴-۱-۱۰- کانسار سیلیس قوره چینه
۷۲	..... ۳-۴-۱-۱۱- کانسار سیلیس امام زاده خاتون
۷۲	..... ۳-۴-۱-۱۲- کانسار سیلیس ملیان
۷۴	..... ۳-۴-۲- سنگ آهک
۷۴	..... ۳-۴-۲-۱- معدن آهک سلطان آباد
۷۴	..... ۳-۴-۲-۲- معدن سنگ آهک قلعه خنج (آهک صنعتی)
۷۵	..... ۳-۴-۲-۳- کانسار سنگ آهک بوربور
۷۵	..... ۳-۴-۲-۴- سنگ آهک طمچی
۷۵	..... ۳-۴-۲-۵- کانسار سنگ آهک کریماته ابودردا
۷۶	..... ۳-۴-۲-۶- کانسار سنگ آهک گلین
۷۶	..... ۳-۴-۲-۷- کانسار مرمریت صورتی رنگ چپقلو
۷۷	..... ۳-۴-۲-۸- کانسار تراورتن کرم - لیموئی - گردوئی دینگله کهریز
۷۸	..... ۳-۴-۳- دولومیت (کانسنگ منیزیم) - نهاوند
۷۸	..... ۳-۴-۴- لیمونیت - زمانآباد
۸۱	..... ۳-۴-۵- کانسار فلدسپار امیرالامرا

فصل چهارم- مطالعات ژئوشیمیایی

۸۹	..... ۴-۱- مقدمه
۸۹	..... ۴-۲- داده های ماهواره ای
۹۰	..... ۴-۲-۱- تصاویر سنجنده ASTER
۹۲	..... ۴-۲-۲- تصاویر ماهواره Sentinel2A
۹۳	..... ۴-۳- روش کار
۹۴	..... ۴-۳-۱- پیش پردازش

- ۱۰۳-۴-۳-۱- بارسازی ۱۰۳
- ۱۰۳-۴-۳-۲- نسبت باندی ۱۰۳
- ۱۰۴-۴-۳-۳- آنالیز مؤلفه‌های اصلی ۱۰۴
- ۱۰۶-۴-۳-۳- استخراج اطلاعات ۱۰۶
- ۱۲۵-۴-۳-۵- تصویر-نقشه خطواره ها و ساختارهای خطی ۱۲۵
- ۱۲۷-۴-۴- تفسیر و نتایج پردازش نهایی تصاویر ۱۲۷

فصل پنجم- مطالعات ژئوشیمیایی

- ۱۳۳-۵-۱- مقدمه ۱۳۳
- ۱۳۳-۵-۲- آماده سازی، پردازش و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی ۱۳۳
- ۱۳۷-۵-۳- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی ۱۳۷
- ۱۳۷-۵-۳-۱- مطالعات کانی سنگین ۱۳۷
- ۱۳۸-۵-۴- پردازش داده‌های سنسورد ۱۳۸
- ۱۳۹-۵-۵- بررسی آماری تک متغیره ۱۳۹
- ۱۳۹-۵-۶- محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده‌ها ۱۳۹
- ۱۳۹-۵-۶-۱- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ نهاوند (۵۶۵۸) ۱۳۹
- ۱۴۳-۵-۶-۲- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ توپسرکان (۵۶۵۹) ۱۴۳
- ۱۴۶-۵-۶-۳- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ملایر (۵۷۵۸) ۱۴۶
- ۱۴۹-۵-۶-۴- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ کوهین (۵۶۶۰) ۱۴۹
- ۱۵۲-۵-۶-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ همدان (۵۷۵۹) ۱۵۲
- ۱۵۵-۵-۶-۶- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ کبودر آهنگ (۵۷۶۰) ۱۵۵
- ۱۵۸-۵-۶-۷- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ رازان (۵۸۶۰) ۱۵۸
- ۱۶۱-۵-۷- جدایش ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی براساس میانه و انحراف معیار $X + nS$ ۱۶۱
- ۱۶۲-۵-۸- ترسیم نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی ۱۶۲

فصل ششم- ژئوفیزیک هوایی

- ۱۸۵-۶-۱- مقدمه ۱۸۵
- ۱۸۵-۶-۲- مراحل تفسیر داده های مغناطیس سنجی ۱۸۵
- ۱۸۷-۶-۲-۱- شدت کل میدان مغناطیسی ۱۸۷
- ۱۸۷-۶-۲-۲- روش برگردان به قطب ۱۸۷
- ۱۸۷-۶-۲-۳- روش مشتق قائم ۱۸۷
- ۱۸۸-۶-۲-۴- روش سیگنال تحلیلی ۱۸۸
- ۱۸۸-۶-۲-۵- روش ادامه فراسو ۱۸۸
- ۱۸۸-۶-۳- تفسیر کیفی و بررسی بی‌هنجاریهای مغناطیسی ۱۸۸
- ۱۸۹-۶-۳-۱- بی‌هنجاری شماره ۱ ۱۸۹
- ۱۸۹-۶-۳-۲- بی‌هنجاری شماره ۲ ۱۸۹
- ۱۸۹-۶-۳-۳- بی‌هنجاری شماره ۳ ۱۸۹
- ۱۹۰-۶-۳-۴- بی‌هنجاری شماره ۴ ۱۹۰
- ۱۹۰-۶-۳-۵- بی‌هنجاری شماره ۵ ۱۹۰
- ۱۹۰-۶-۳-۶- بی‌هنجاری شماره ۶ ۱۹۰
- ۱۹۰-۶-۳-۷- بی‌هنجاری شماره ۷ ۱۹۰
- ۱۹۱-۶-۴- روش تیلت-عمق (Tilt-Depth) ۱۹۱

۵-۶- بررسی خطواره های مغناطیسی منطقه ۱۹۲

۶-۶- نتیجه گیری ۱۹۲

فصل هفتم- تلفیق و مدل سازی

۱-۷- نتیجه گیری و معرفی مناطق امیدبخش ۲۰۱

منابع فارسی ۲۰۷

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست اشکال

فصل اول - کلیات

- شکل ۱-۱- نقشه موقعیت راه‌های اصلی استان همدان ۷
- شکل ۲-۱- نقشه مدل ارتفاعی رقومی استان همدان ۸

فصل دوم- زمین شناسی عمومی و ساختمانی

- شکل ۱-۲- نقشه ایندکس برگه‌های زمین‌شناسی در دو مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰ ۱۰
- شکل ۲-۲- نقشه تفکیک سنی واحدهای سنگ‌شناسی ۱۱
- شکل ۳-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی پالئوزوئیک در استان همدان ۱۳
- شکل ۴-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی مزوزوئیک در استان همدان ۱۵
- شکل ۵-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی تریاس-ژوراسیک در استان همدان ۱۶
- شکل ۶-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی ژوراسیک در استان همدان ۱۸
- شکل ۷-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی کرتاسه در استان همدان ۲۱
- شکل ۸-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی سنوزوئیک در استان همدان ۲۲
- شکل ۹-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی پالئوسن در استان همدان ۲۴
- شکل ۱۰-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی آئوسن در استان همدان ۲۵
- شکل ۱۱-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی الیگومیوسن در استان همدان ۲۷
- شکل ۱۲-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی پلیوسن در استان همدان ۲۹
- شکل ۱۳-۲- برونزد واحدهای سنگ‌شناسی کواترنری در استان همدان ۳۰
- شکل ۱۴-۲- نقشه پهنه‌های ساختاری در استان همدان ۳۶
- شکل ۱۵-۲- نقشه پراکندگی گسل‌ها در استان همدان ۴۱
- شکل ۱۶-۲- نقشه رخنمون سنگ‌های آذرین در استان همدان ۴۴
- شکل ۱۷-۲- نقشه رخنمون توده نفوذی گرانیت الوند ۴۵
- شکل ۱۸-۲- نقشه رخنمون سنگ‌های دگرگونی در استان همدان ۵۰

فصل سوم- زمین شناسی اقتصادی و متالورژی

- شکل ۱-۳ الف- نمای کلی از کوه ساریگونای دید به سوی شمال ، ب- رگه های گوتیتی ۵۴
- شکل ۲-۳ تبدیل فلدسپار، بیوتیت و پلازیوکلاز به سریسیت (دگرسانی فیلیک و آرژیلیک که با لیمونتی شدن نیز همراه است). ۵۴
- شکل ۳-۳- نمایی از نحوه پراکندگی کانسارهای طلای-اپی ترمال ۵۵
- شکل ۳-۴- نمایی از اسکارن عشوند که ارتباط ماده معدنی به سنگ همبر (مرمریت) در سمت راست و همچنین توده گرانیتی قابل مشاهده است (دید به سمت باختر) ۵۷
- شکل ۳-۵- نمایی از کانی زایی مس به صورت مالاکیت در کانسار عشوند (دید به سمت باختر) ۵۸
- شکل ۳-۶- نمایی دیگر از کانی زایی مس در کانسار عشوند ۵۸

- شکل ۳-۷- نمایی از نحوه پراکندگی کانسارهای مس- آهن اسکارن ۵۹
- شکل ۳-۸- نمایی منطقه معدنی آهنگران ۶۱
- شکل ۳-۹ - چاهک اکتشافی شماره ۱ معدن سرب شیرآباد (دید به سمت شمال) ۶۲
- شکل ۳-۱۰- چاهک اکتشافی شماره ۲ معدن سرب شیرآباد دید به سمت خاور ۶۳
- شکل ۳-۱۱- نمایی از نحوه پراکندگی کانسارهای سرب و روی ۶۴
- شکل ۳-۱۲- نمایی از نحوه پراکندگی نشانه های معدنی سرب و روی ۶۵
- شکل ۳-۱۳- نمایی از نحوه پراکندگی کانسارهای آهن رسوبی ۶۸
- شکل ۳-۱۴- نمایی از نحوه پراکندگی کانسارهای سیلیس ایبی ترمال ۷۳
- شکل ۳-۱۵- نمایی از نحوه پراکندگی کانسارهای سنگ آهک ۷۹
- شکل ۳-۱۶- معدن متروکه لیمونیت زمانآباد و موقعیت تونلهای استخراجی آن (دید به سمت جنوب) ۸۰
- شکل ۳-۱۷- حضور ماده معدنی در داخل گارنت شیست های واحد Sch^g ۸۰
- شکل ۳-۱۸- نقشه زمین شناسی ملایر که موقعیت محدوده فلدسپات امیرالامرا و محدوده گرانیته شریفآباد و طجر سامن در آن مشخص شده است. ۸۱
- شکل ۳-۱۹- نمایی از نحوه پراکندگی کانسارهای فلدسپار ۸۳

فصل چهارم- مطالعات ژئوشیمیایی

- شکل ۴-۱- مقایسه خصوصیات باندهای سنجنده ASTER و باندهای سنجنده OLI ۹۱
- شکل ۴-۲- نمایش ۱۸ صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی 3,2,1 در محیط RGB. ایندکس صحنه های اطلاعاتی (کادرهای قرمز رنگ) سنجنده ASTER در استان همدان (کادر سبز رنگ) در تصویر مشخص شده است. ۹۷
- شکل ۴-۳- موزائیک ۱۸ صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی 4,6,8 در محیط RGB استان همدان ۹۸
- شکل ۴-۴- نمایش ۶ صحنه اطلاعاتی ماهواره Sentinel2A همراه با نمایش ایندکس صحنه های اطلاعاتی (کادر قرمز) در استان همدان (مرز استان با رنگ سبز مشخص شده است). ۹۹
- شکل ۴-۵- موزائیک ۶ صحنه اطلاعاتی ماهواره Sentinel2A استان همدان با ترکیب باندی (RGB) 11,5,3 ۱۰۰
- شکل ۴-۶- نمایش ۲ صحنه اطلاعاتی ماهواره Landsat8 ترکیب باندی 6,5,4 محیط RGB در استان همدان (مرز استان با لایه وکتوری مشکی رنگ). کادرهای قرمز ایندکس صحنه های اطلاعاتی ماهواره Landsat8 را نشان می دهند. ۱۰۱
- شکل ۴-۷- تصویر موزائیک شده ۲ صحنه اطلاعاتی ماهواره Landsat8 ترکیب باندی 6,5,4 محیط RGB استان همدان ۱۰۲
- شکل ۴-۸- نمودار منحنی طیفی کانیها براساس کتابخانه طیفی ۱۰۵
- شکل ۴-۹- تصویر سنجنده ASTER و ترکیب باندی 4,6,8 در محیط RGB در ورقه یکصد هزارم نیاوند، زون دگرسانی آرژیلیک به رنگ صورتی روشن و زون پروپیلیتیک به رنگ سبز دیده می شود. در این تصویر بخشهای کربناته دارای بازتاب رنگی زرد می باشند. ۱۰۷
- شکل ۴-۱۰- بازسازی صحنه های اطلاعاتی موزائیک شده سنجنده ASTER (RGB: 4,6,8) ، استان همدان، زون آرژیلیک به رنگ صورتی روشن و زون پروپیلیتیک به رنگ سبز تیره و واحدهای کربناته دارای بازتاب رنگی زرد هستند. ۱۰۸

شکل ۴-۱۱- تصویر ترکیب رنگی بسط عدم همبستگی RGB: 468 سنجنده ASTER استان همدان. در تصویر ترکیب رنگی بسط عدم همبستگی باندهای 468 سنجنده ASTER مناطق دگرسانی آرژلیک به رنگ صورتی، مناطق پروپلیتیک به رنگ زرد، پوشش گیاهی به رنگ قرمز و تشکیلات کربناته به رنگ سبز مشاهده می‌شوند. ۱۰۹

شکل ۴-۱۲- شکل بالائی تصویر سنجنده OLI ماهواره Landsat8 ترکیب باندی (RGB:7,5,2) در شرق ورقه یکصدهزارم ملایر و شکل پائین همین موقعیت را در نقشه زمین شناسی ورقه یکصدهزارم ملایر نشان می‌دهد. در تصویر بالا پوشش گیاهی بازتاب سبز رنگ و اکسیدهای آهن بازتاب قرمز رنگ دارند و بر اساس نقشه زمین شناسی در واحدهای شیل و ماسه سنگی کرتاسه واقع شده اند. ۱۱۰

شکل ۴-۱۳- تصویر سنجنده OLI ماهواره Landsat8 ترکیب باندی (RGB:6,5,4) استان همدان ۱۱۱

شکل ۴-۱۴- تصویر ماهواره Sentinel2A و استفاده از ترکیب 11,5,3 در محیط RGB برگه یکصدهزارم تویسرکان. کادراهی قرمز رنگ مناطق دگرسانی اکسید آهن و آرژلیک را نشان می‌دهد. در این ترکیب باندی دگرسانیهای مذکور بازتاب زرد تا سفید رنگ دارند. ۱۱۲

شکل ۴-۱۵- شکل پائین تصویر ماهواره Sentinel2A و ترکیب باندی 4,2,1 در محیط RGB واقع در ورقه یکصدهزارم همدان. مناطق دگرسان شده دارای اکسید آهن به رنگ زرد تا سفید دیده می‌شوند که با کادراهی زرد رنگ تفکیک شده اند. شکل بالا موقعیت مناطق مشابه را در نقشه زمین شناسی یکصد هزارم همدان نشان می‌دهد. ۱۱۳

شکل ۴-۱۶- تصویر ماهواره Sentinel2A و ترکیب باندی 11,5,3 در محیط RGB استان همدان. کادراهی زرد رنگ تمرکز اکسیدهای آهن (بازتاب قرمز رنگ) در واحدهای گدازه ای بازالتی و آندزیتی واقع در شمال شرق ورقه یکصدهزارم زمین شناسی قروه را نشان می‌دهد. ۱۱۴

شکل ۴-۱۷- شکل پائین تصویر ماهواره Sentinel2A و نسبت باندی 4/2 در برگه یکصدهزارم قروه واقع در شمال غرب استان همدان مشاهده میشود. در این تصویر مناطق دگرسانی اکسید آهن با پیکسل های سفید رنگ مشاهده میشوند. در شکل بالا نیز در همین مکان تصویر ماهواره Sentinel2A و ترکیب باندی 11,5,3 در محیط RGB مشاهده میشود که اکسیدهای آهن بازتاب قرمز رنگ دارند. ۱۱۶

شکل ۴-۱۸- شکل بالایی تصویر ماهواره Sentinel2A و نسبت باندی (12/8)+(3/4) در برگه یکصدهزارم رزن واقع در شمال خاوری استان همدان مشاهده میشود. در این تصویر مناطق دگرسانی اکسید آهن با پیکسل های سفید رنگ مشاهده میشوند. در شکل پائین نیز در همین مکان تصویر ماهواره Sentinel2A و ترکیب باندی 4,3,2 در محیط RGB مشاهده میشود. ۱۱۷

شکل ۴-۱۹- بخشی از صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی 4,6,8 در محیط RGB در ورقه یکصدهزارم همدان در مرکز استان همدان (تصویر بالا) و نمایش پراکندگی دگرسانی آرژلیک (کانی کائولینیت) با استفاده از روش PCA (پیکسل های سفید تصویر پائین). جهت تفکیک این کانی از PC4(1,3,5,7) استفاده شد. در جدول فوق نیز مقادیر مولفه های اصلی جهت مقایسه نمایش داده شده است. ۱۱۹

شکل ۴-۲۰- بخشی از صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی 4,6,8 در محیط RGB در ورقه یکصدهزارم تویسرکان (تصویر بالا) و نمایش پراکندگی کانی کلریت که با پیکسل های روشن نمایش داده شده است (تصویر پائین) با استفاده از روش Match Filtering در نرم افزار ENVI. ۱۲۱

شکل ۴-۲۱- بخشی از صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی 4,6,8 در محیط RGB در ورقه یکصدهزارم ملایر (تصویر سمت چپ) و نمایش پراکندگی کانی کائولینیت که با پیکسل های روشن نمایش داده شده است (تصویر سمت راست) با استفاده از روش Matched Filtering در نرم افزار ENVI. ۱۲۲

شکل ۴-۲۲- نقشه نگاشت کانیهای شاخص دگرسانی در استان همدان ۱۲۳

شکل ۴-۲۳- نقشه نگاشت زون های دگرسانی در استان همدان ۱۲۴

شکل ۴-۲۴- نقشه خطواره ها و ساختارهای حلقوی در استان همدان ۱۲۶

شکل ۴-۲۵- نقشه نگاشت نقاط احتمالی مستعد و امیدبخش معدنی بر اساس داده های دورسنجی در استان همدان ۱۲۸

فصل پنجم - مطالعات ژئوشیمیایی

- شکل ۵-۱- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان همدان ۱۳۶
- شکل ۵-۲- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co ۱۴۱
- شکل ۵-۳- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn ۱۴۲
- شکل ۵-۴- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Co, Cu, Ni ۱۴۴
- شکل ۵-۵- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Pb, Sn, Ti, Zn ۱۴۵
- شکل ۵-۶- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Ba, Co, Cr ۱۴۷
- شکل ۵-۷- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Mn, Pb, Zn ۱۴۸
- شکل ۵-۸- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Ba, Co, Cr ۱۵۰
- شکل ۵-۹- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn ۱۵۱
- شکل ۵-۱۰- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Ba, Co, Cr ۱۵۳
- شکل ۵-۱۱- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn ۱۵۴
- شکل ۵-۱۲- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Au, Ba, Co ۱۵۶
- شکل ۵-۱۳- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn ۱۵۷
- شکل ۵-۱۴- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Co, Cr ۱۵۹
- ادامه شکل ۵-۱۴- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Mo, Pb, Zn ۱۶۰
- شکل ۵-۱۵- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان همدان ۱۶۴
- شکل ۵-۱۶- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک در استان همدان ۱۶۵
- شکل ۵-۱۷- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر طلا در استان همدان ۱۶۶
- شکل ۵-۱۸- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر باریم در استان همدان ۱۶۷
- شکل ۵-۱۹- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر بیسموت در استان همدان ۱۶۸
- شکل ۵-۲۰- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کبالت در استان همدان ۱۶۹
- شکل ۵-۲۲- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مس در استان همدان ۱۷۱
- شکل ۵-۲۳- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آهن در استان همدان ۱۷۲
- شکل ۵-۲۴- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر جیوه در استان همدان ۱۷۳
- شکل ۵-۲۵- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر منگنز در استان همدان ۱۷۴
- شکل ۵-۲۶- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن در استان همدان ۱۷۵
- شکل ۵-۲۷- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل در استان همدان ۱۷۶
- شکل ۵-۲۸- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب در استان همدان ۱۷۷
- شکل ۵-۲۹- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان در استان همدان ۱۷۸
- شکل ۵-۳۰- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر قلع در استان همدان ۱۷۹

شکل ۵-۳۱- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تیتانیم در استان همدان..... ۱۸۰

شکل ۵-۳۲- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی در استان همدان ۱۸۱

شکل ۵-۳۳- توزیع کانی سنگین گروه مس ۱۸۲

شکل ۵-۳۴- توزیع کانی سنگین گروه سرب و روی ۱۸۳

شکل ۵-۳۵- توزیع کانی سنگین گروه طلا و نقره ۱۸۴

فصل هشتم- ژئوفیزیک هوایی

شکل ۶-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی ۱۹۳

شکل ۶-۲- نقشه برگردان به قطب شدت کل میدان مغناطیسی ۱۹۴

شکل ۶-۳- نقشه مشتق اول قائم ۱۹۵

شکل ۶-۴- نقشه سیگنال تحلیلی ۱۹۶

شکل ۶-۵- نقشه ادامه فراسو(۳۰۰۰ متر) ۱۹۷

شکل ۶-۶- نقشه زاویه تیلت و مرز واحدهای مغناطیسی ۱۹۸

شکل ۶-۷- نقشه زاویه تیلت و عمق توده‌های مغناطیسی ۱۹۹

شکل ۶-۸- نقشه تفسیری مغناطیس سنجی هوابرد ۲۰۰

فصل هفتم- تلفیق و مدل‌سازی

شکل ۷-۱- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ اسکارن ۲۰۴

شکل ۷-۲- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ اپی ترمال ۲۰۵

شکل ۷-۳- نقشه پتانسیل کانه زائی آهن- منگنز رسوبی- برون‌دمی ۲۰۶

سازمان زمین‌شناسی و
گسترش اکتشافات معدنی کشور

فهرست جداول

فصل سوم- زمین شناسی اقتصادی و متالورژی

- جدول ۱-۳ لیست محدوده های معدنی فلزی و غیر فلزی استان همدان با توجه به تیپ کانه زایی ۸۴
- جدول ۱-۴- خصوصیات سنجنده OLI&TIRS ۹۰
- جدول ۲-۴- خصوصیات باندهای سنجنده ASTER ۹۱
- جدول ۳-۴- خصوصیات تصاویر ماهواره Sentinel2A ۹۲
- جدول ۴-۴- داده های ماهواره ای استفاده شده ۹۳
- جدول ۴-۵- شماره تصویر ۶ صحنه اطلاعاتی پوششی ماهواره Sentinel2A در استان همدان ۹۵
- جدول ۴-۶- مشخصات ۱۸ صحنه اطلاعاتی پوششی سنجنده ASTER در استان همدان ۹۶
- جدول ۴-۷- نسبت های باندی رایج در پردازش تصاویر ASTER و Sentinel2 ۱۱۵
- جدول ۴-۸- مشخصات محدوده های پیشنهادی نقاط امیدبخش معدنی در استان همدان (سیستم مختصات UTM ، زون ۳۹) ۱۲۹

فصل پنجم- مطالعات ژئوشیمیایی

- جدول ۱-۵- مشخصات برگه های داده های ژئوشیمیایی در پهنه اکتشافی ۱۳۵
- جدول ۲-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه نهاوند ۱۴۰
- جدول ۳-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه توپسرکان ۱۴۳
- جدول ۴-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه ملایر ۱۴۶
- جدول ۵-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه کوهین ۱۴۹
- جدول ۶-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه همدان ۱۵۲
- جدول ۷-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه کبودر آهنگ ۱۵۵
- جدول ۸-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه رازان ۱۵۸

سازمان زمین شناسی و معادن کشور

پیشگفتار

افزایش جمعیت و نیاز به مواد معدنی زیاد از یک سو، رشد تکنولوژی و فن‌آوری‌های نوین نظیر ژئوفیزیک هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) و همچنین رشد دانستی‌های علوم زمین و استفاده‌های متعدد از مواد معدنی از سوی دیگر باعث شده تا اهمیت اکتشاف این مواد در زندگی بشر روز به روز بیشتر شود. در این میان ارزش و بکارگیری اطلاعات زمین‌شناسی در تمامی گرایش‌های علوم زمین بدلیل نقش اساسی آن مهم بوده و سالیان زیادی است که این اطلاعات تولید می‌شوند، اما عدم آگاهی از وجود برخی مطالعات صورت گرفته در سازمان زمین‌شناسی و یا سایر موسسات و دانشگاه‌ها و همچنین پراکندگی و آماده نبودن برخی از اطلاعات، باعث شده است که دفتر ژئوماتیکس سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور در راستای انجام وظایف حاکمیتی خود تصمیم به ارائه و پردازش داده‌ها در قالب استانی (به تفکیک لایه‌های اطلاعاتی) بنماید. لایه‌های اطلاعاتی استفاده شده در این گزارش، برای استفاده کلیه کاربران مرتبط با علوم زمین به صورت نسخه چاپی و به صورت رقومی منتشر و در دسترس عموم قرار می‌گیرد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

کشور

فصل اول

کلیات

و

سازمان زمین شناسی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۱-۱- مقدمه

سازمان زمین شناسی همواره به عنوان متولی پیجویی و اکتشاف مواد معدنی کشور مطرح بوده و دفتر ژئومتیکیس نیز در راستای وظیفه اصلی خود، پروژه بررسی استان های مختلف کشور از دیدگاه زمین شناسی و اکتشاف را در دستور کار خود قرار داده است. در این پروژه تحقیقاتی که بر روی استان همدان متمرکز گردیده، اطلاعات نسبتاً جامعی از زمین شناسی و ساختارها، محدوده های پرتانسیل معدنی و اندیس ها و معادن فلزی و غیرفلزی، این استان ارائه شده است.

استان همدان به دلیل قرارگیری در یک محدوده بارور از نظر زایش مواد معدنی یکی از استان های مهم در تأمین منابع معدنی فلزی مانند طلا، آهن، مس، سرب و روی و منابع غیرفلزی از جمله آهک، سیلیس، خاک های صنعتی نظیر فلدسپار و سنگ های ساختمانی گرانیتی و تراوتن می باشد.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه و راه های دسترسی

استان همدان با مساحت ۱۹ هزار و ۱۷۲ کیومترمربع، ۲/۱ درصد از کل مساحت کشور را در بر می گیرد. این استان بین مدارهای ۵۹ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۴۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. از نظر وسعت این استان ۱/۲ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده و بیست و سومین استان کشور محسوب می شود. استان همدان از شمال به استان های زنجان و قزوین، از جنوب به استان لرستان، از شرق به استان مرکزی و از غرب به استان کرمانشاه و قسمتی از استان کردستان محدود است. مرکز این استان شهر همدان می باشد. تصویر (۱-۱) معرف راه های دسترسی به مناطق مختلف این استان می باشد.

۱-۳- جغرافیای طبیعی

استان همدان از استان های کوهستانی، مرتفع، سرد و بادخیز کشور محسوب می شود. ناهمواری ها در استان همدان به شکل های مختلف ایجاد شده است که عامل مهم این تغییر شکل ناهمواری ها، وجود آب های روان است که در استان همدان جاری هستند، به طوری که این آب ها در برخی مناطق مرتفع با تخریب ارتفاعات و انباشتن آبرفت ها در مناطق پست سبب کاهش ارتفاع کوه ها، ایجاد دشت ها و دره های زیادی شده اند. در برخی مناطق نیز، شدت عمل آب های روان به حدی بوده است که شکل ناهمواری ها به کل عوض کرده و باعث معکوس شدن شکل ناهمواری ها شده است، به طوری که کوه را به دره تبدیل کرده و دره عمیق دوره های

گذشته، را به صورت کوه درآورده است. بلندترین نقطه استان همدان، قله الوند با ارتفاع ۳۵۷۴ متر و پست‌ترین مکان این استان اراضی عم‌آباد در کنار رود قره‌چای در بخش شرا و پیشخوار است.

ارتفاعات استان

ارتفاعات شمالی: در قسمت شمال شرقی استان و در شهرستان رزن قرار دارد و به سلسله جبال خرقان ناخته می‌شوند و مرز بین استان همدان و استان قزوین را تشکیل می‌دهند. جنس کوه‌های این بخش، از سنگ‌های آذرین بیرونی و سنگ‌های آهکی تشکیل شده است.

ارتفاعات میانی: شامل سلسله کوه‌های الوند است که به موازات ارتفاعات شمالی، از مرزهای غربی و از کوه چهل چشمه کردستان شروع شده و در شرق استان به بلندی‌های راسوند در استان مرکزی متصل می‌شود. قله الوند با ارتفاع ۳۵۷۴ متر از سطح دریا در این سلسله کوه قرار دارد و مهم‌ترین کوه استان همدان است که در شهر همدان واقع شده است. این کوه به عنوان بزرگ‌ترین پدیده خرابی از دوران چهارم زمین‌شناسی به‌شمار می‌آید. این رشته کوه که جزو پیشکوه‌های داخلی زاگرس است در شمال غرب به کوه خدابنده‌لو سنج و کوه چهل چشمه کردستان و از جنوب شرق به ارتفاعات راسوند و کوه وفس اراک متصل می‌شود. جنس ارتفاعات الوند گرانیتی بوده و دارای کوه‌های صخره‌ای و سنگی است.

ارتفاعات جنوبی: این ارتفاعات که به کوه‌های گرو یا گرین نامیده می‌شوند مانند ارتفاعات شمالی و میانی استان، جهت شمال غربی - جنوب شرقی دارند و بخشی از سلسله کوه‌های زاگرس محسوب می‌شوند. این کوه‌ها به صورت دیواره‌ای مرز بین استان‌های همدان و لرستان را تشکیل می‌دهند و جنس آنها، از سنگ‌های آهکی است. مرتفع‌ترین قله این سلسله کوه‌ها به نام کوه ولاش به ارتفاع ۳۶۳۹ متر، حد فاصل استان‌های همدان و لرستان است.

کوه‌های پراکنده: در حد فاصل ارتفاعات شمالی، میانی و جنوب شرقی استان، کوه‌هایی به طور پراکنده قرار گرفته‌اند که از جمله آنها می‌توان به چنگ الماس، قلی‌آباد و قره داغ را در شهرستان کبودرآهنگ، لشکر در، کوه سفید، کوه سرده و کوه گرمه در شهرستان ملایر، کمر زرد در شمال نهاوند، گلپان در جنوب تویسرکان و خان‌گرمز را در غرب تویسرکان را نام برد.

دشت‌های استان

دشت‌های استان در دو نوع دشت‌های تراکمی و دشت‌های فرسایشی یا دشت‌های کاوشی دسته‌بندی می‌شوند. دشت‌های تراکمی در اثر انباشت آبرفت‌ها در مناطق پست به وجود آمده‌اند و دشت‌های فرسایشی نیز در اثر تخریب و جا به جایی مواد سازنده کوه‌ها و ارتفاعات به وجود آمده‌اند. در کوهستان الوند، دشت‌های کوچکی



وجود دارد، که سطح آن‌ها از چمن زار پوشیده شده و چشمه‌های زیادی در آن‌ها جاری است و با توجه به اینکه از سطوح مسطحی برخوردارند، به صورت محل استراحت و اتراق کوهنوردان درآمده‌اند. از این دشت‌های کوچک می‌توان به میدان میشان، تخت نادر، چمن شاه نظر و تخت رستم اشاره کرد.

رودهای استان

رودهای استان همدان که از چشمه‌سارها و کوه‌های استان تغذیه می‌شوند، معمولاً در فصل تابستان با افزایش دمای هوا، به جز رود گاماسیاب و سیمینه‌رود، سایر رودها خشک یا به پائین‌ترین سطح آب‌دهی خود می‌رسند. مهم‌ترین رودهای استان همدان عبارتند از: رود قره‌چای، رود تلوار، رود سیمینه‌رود، رود خاکو، رود دره مرادیگ، رود عباس‌آباد، رود گردنه اسدآباد، رود همه‌کسی و رود ارزانفود.

آب و هوای استان

آب و هوای استان همدان به طور کلی متأثر از توده‌های هوایی مدیترانه‌ای است که از باختر وارد کشور می‌شوند. موقعیت منطقه و ارتفاع زیاد آن سبب می‌شود که توده‌های هوایی مرطوب و باران‌زایی که به ویژه از سوی غرب وارد کشور می‌شوند، قسمت زیادی از رطوبت خود را در منطقه از دست بدهند. بدیهی است که بارش‌های کوهستانی در سطح منطقه به لحاظ موقعیت مکانی و توپوگرافیکی آن، جایگاه ویژه‌ای دارد. استان همدان با ۱۴۳ روز یخبندان در سال یکی از سردترین استان‌های کشور است که سردترین ماه‌های سال در آن بهمن، اسفند و گاهی فروردین است. در ناحیه شمال شرقی و شرق ارتفاعات الوند در میان کوه الوند و کوه گرین اراضی پست و دشت‌های هموار استان قرار دارد. دشت‌های وسیع شمال و شمال شرقی استان در مسیر بادهای شدید هستند و توده‌های هوا به راحتی این نواحی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. استقرار این دشت‌ها در مجاورت نواحی مرتفع و کوهستانی باعث وزش بادهای شدیدی در سطح استان می‌شود، متوسط سرعت باد در استان همدان ۴ متر در ثانیه گزارش شده است. از دیگر عوامل موثر در شرایط جوی این استان می‌توان به دوری از دریا و وزش باد در سطح استان اشاره کرد که تقریباً در تمام ماه‌های سال ادامه دارد. بادهای شمال و شمال غربی که بیشتر در فصل بهار و زمستان جریان پیدا می‌کنند، غالباً مرطوب و باران‌زا هستند. بادهای غربی - شرقی بیشتر در فصل پائیز می‌وزند. بادهای محلی از دیگر بادهای این استان هستند که بر اثر اختلاف فشار بین ارتفاعات و دشت‌ها پدید می‌آیند.

به استناد گزارش‌های ایستگاه‌های سینوپتیک همدان - نوزده، حداکثر مطلق درجه حرارت هوا در این استان ۳۶/۸، و حداقل مطلق آن ۲۹/۶- و متوسط حرارت آن ۹/۶ درجه سانتی‌گراد است.

گرم‌ترین ماه‌های سال با حداکثر دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تیر و مرداد است و سردترین ماه‌های سال، با میانگین ۲۵/۴- درجه سانتی‌گراد دی و بهمن است. به استناد همین گزارش، میزان سالانه بارندگی بیش از ۳۰۰ میلی‌متر است که در ماه‌های مختلف سال متغیر است؛ به طوری که در فروردین حداکثر ۹۵ میلی‌متر، در اردیبهشت ۸۲ میلی‌متر، در خرداد ۸۱ میلی‌متر و در بقیه ماه‌ها نیز به تناسب فصل متغیر است.

۱-۴- جغرافیای انسانی

بر اساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۸ استان همدان شامل شامل ۱۰ شهرستان، ۲۵ بخش، ۳۰ شهر، ۷۳ دهستان و ۱۲۱۰ روستا است.

همچنین بر اساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در آبان ماه ۱۳۹۵ جمعیت استان برابر ۱۷۳۸۲۳۴ نفر (معادل ۲/۲۴ درصد از کل جمعیت کل کشور) بوده در حالی که در سال ۱۳۹۰، جمعیت استان برابر ۱۷۵۸۲۶۸ نفر بوده است. در این سال بعد خانوار ۵/۳ نفر، نسبت جنسی ۱۰۱، ۴۰/۲ درصد از جمعیت مرد، ۴۹/۸ درصد از جمعیت زن و میزان شهرنشینی ۵۹/۲ درصد بوده است. تراکم نسبی ۸۸ نفر در کیلومتر مربع استان همدان را در ردیف یکی از پرتراکم‌ترین استان‌های کشور قرار داده است. به ترتیب شهرستان‌های همدان، نهاوند و بهار با تراکم‌های نسبی جمعیت ۲۱۰، ۱۱۸ و ۹۲ نفر در کیلومتر مربع پرتراکم‌ترین شهرستان‌های استان را تشکیل می‌دهند. برخورداری استان همدان از آب و هوای معتدل، زمین‌های هموار و حاصل‌خیز، کوهپایه‌ها، بهداشت و درمان از عوامل تراکم جمعیت بالاست. در همه جای استان، جمعیت به‌طور یکنواخت پراکنده نشده است. پرتراکم‌ترین شهرستان استان، همدان با ۱۵۶ نفر و کم‌تراکم‌ترین شهرستان استان، فامنین با ۳۲ نفر در کیلومتر مربع بوده است. از دلایل تراکم زیاد جمعیت در شهرستان همدان می‌توان به مرکزیت اداری و سیاسی استان، مهاجرپذیر بودن این شهرستان، مرکز خدمات رسانی، برخورداری از مراکز علمی و دانشگاهی، شرایط اشتغال بهتر، درآمد بیشتر و غیره اشاره نمود. مهاجرت از روستا به شهر در زمره مهم‌ترین مسائل اجتماعی و اقتصادی استان به‌شمار می‌آید. بیکاری و نبود فرصت‌های شغلی، درآمد کم در بعضی نقاط روستایی، نداشتن زمین کشاورزی، کمبود امکانات و مشکلات زندگی در روستا، وابستگی فAMILIARY در شهر و غیره باعث شده تا روستائیان به شهرهای استان یا به خارج از استان مهاجرت کنند. البته نرخ موالید در استان بالاست، ولی به دلیل عدم توسعه اقتصادی، استان دچار مهاجرفرستی شده است، لذا استان همدان



یک استان مهاجرپرست است. به جز شهرستان همدان که رشد جمعیت مثبت داشته در بقیه شهرستان‌های استان بین سال‌های ۸۵ - ۱۳۷۵ رشد جمعیت منفی بوده است.

زبان ارتباطی مردم استان همدان فارسی است و زبان مرکز استان نیز فارسی با گویش همدانی می‌باشد. فارسی‌زبانان بیشتر ساکن مرکز استان هستند. در استان همدان زبان‌ها و گویش‌های گوناگونی رایج است که فارسی، ترکی، لری و کردی مهم‌ترین آن‌ها به‌شمار می‌روند. اقلیت‌ها به زبان ارمنی و عبری صحبت می‌کنند. ترک‌ها به‌طور عمده در شمال و نواحی شرقی در بخش شرا استان و در شهرستان‌های رزن، کبودرآهنگ، درگزین، بهار و فامنین، شهرستان و روستاهای شمال اسدآباد و بخش ازندریان و جوکار شهرستان ملایر، سکونت دارند. لرها در شهرستان‌های جنوبی استان، از قبیل نهاوند، ملایر، تویسرکان سکونت دارند. لرها و لک‌های استان همدان به دو گروه لری ثلاثی و لکی صحبت می‌کنند. کردها هم عمدتاً در شهرستان اسدآباد زندگی می‌کنند.

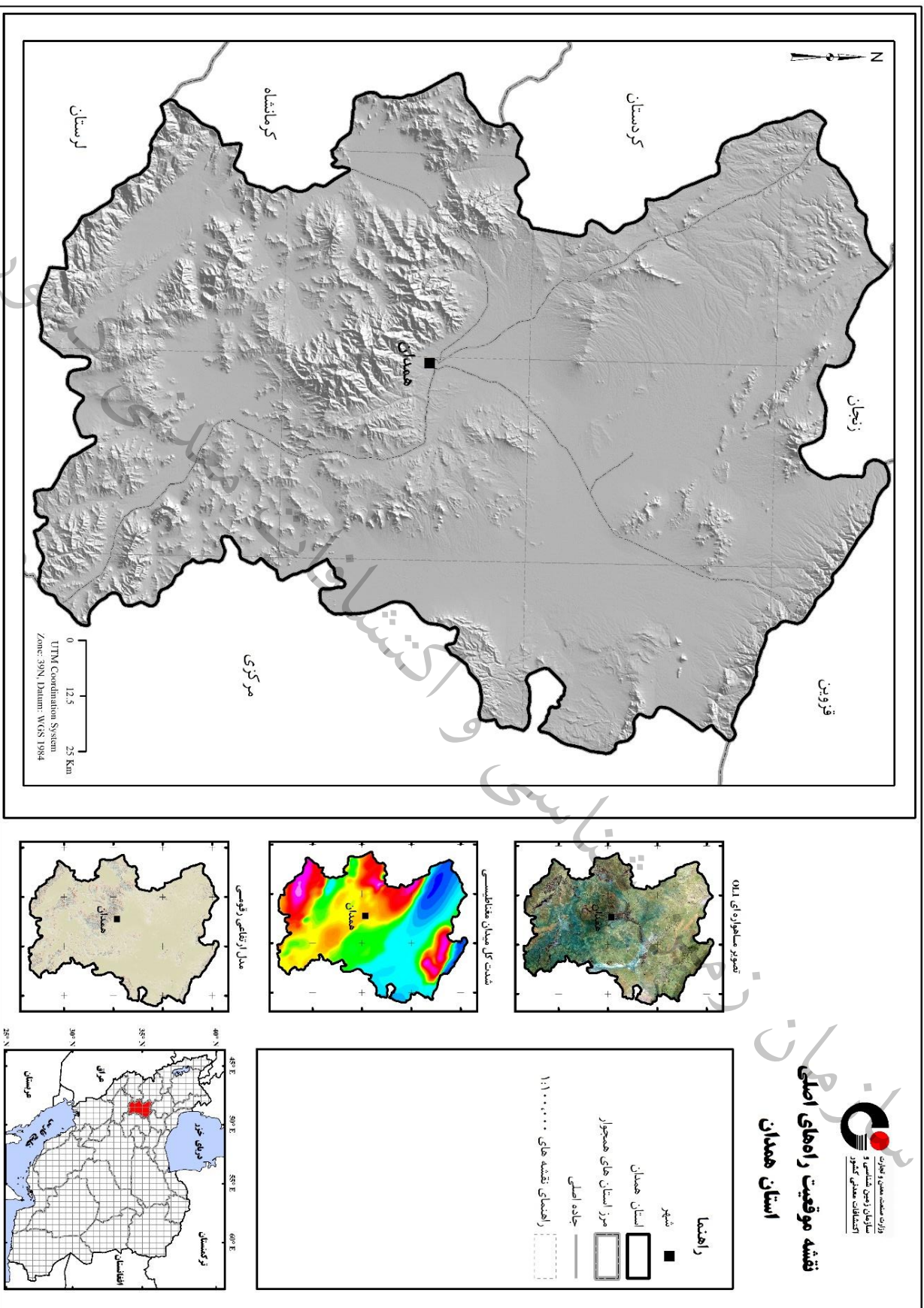
بیشتر ساکنان استان، مسلمان و پیرو مذهب شیعه‌اند. در بعضی مناطق، مذهب اهل سنت و یارسان نیز وجود دارد، در ضمن اقلیت‌های مذهبی مانند، مسیحی، یهودی نیز، به تعداد بسیار اندکی، ساکن هستند.

استان همدان به دلیل موقعیت ویژه جغرافیایی، کیفیت مناسب آب و هوا، خاک مناسب و وجود نیروی خلاق و فعال، دارای قابلیت‌های تولیدی فراوان در زمینه محصولات کشاورزی بوده و به گونه‌ای که می‌تواند علاوه بر تأمین نیازهای داخلی استان بخشی از نیازهای سایر مناطق را در زمینه محصولات کشاورزی بر طرف نماید به‌طوری‌که استان همدان در تولید گردو، سیب و سیب زمینی رتبه اول کشور را دارد و در تولید انگور رتبه سوم و در تولید کشمش رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. استان همدان همچنین رتبه سوم تولید گیاهان دارویی، رتبه چهارم تولید شلیل و قارچ خوراکی، رتبه پنجم تولید آلو و هلو، رتبه ششم آلبالو و رتبه هشتم سیب و زعفران را در کشور دارا است. همچنین در تولید گندم هم استان همدان دارای رتبه سوم است. این استان در تولید محصولات کشاورزی در میان ۱۰ استان برتر کشور قرار دارد و در بین استان‌های مجاور و همسایه خود رتبه اول را دارد. به لحاظ سطح زیر کشت محصولات باغی شهرستان ملایر با دارا بودن ۲۸ درصد مساحت باغات و ۳۸ درصد تولیدات باغبانی رتبه نخست، شهرستان نهاوند با دارا بودن ۱۸ درصد مساحت باغات و ۱۹ درصد تولیدات باغی رتبه دوم و شهرستان همدان نیز با دارا بودن ۱۳ درصد مساحت باغات و ۱۲ درصد تولیدات باغی رتبه سوم را در استان دارا است.

فعالیت‌های دامداری نقش قابل توجهی در اقتصاد استان و کشور ایفا می‌نماید. این استان از لحاظ تولیدات دامی در رتبه ۹ و از لحاظ تولید گوشت قرمز در رتبه ۱۱ کشوری قرار دارد. دامپروری به شیوه سنتی ۷۰

درصد (روستایی و عشایری) و به شیوه نوین، ۳۰ درصد را به خود اختصاص داده است. امور دام و طیور شامل؛ گاو‌داری‌ها، پرواربندی‌ها، پرورش مرغ و طیور، زنبور عسل و پرورش ماهی است. استان همدان در پرورش ماهی به ویژه قزل‌آلا در کشور جایگاه ویژه‌ای دارد.

کشور
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی



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

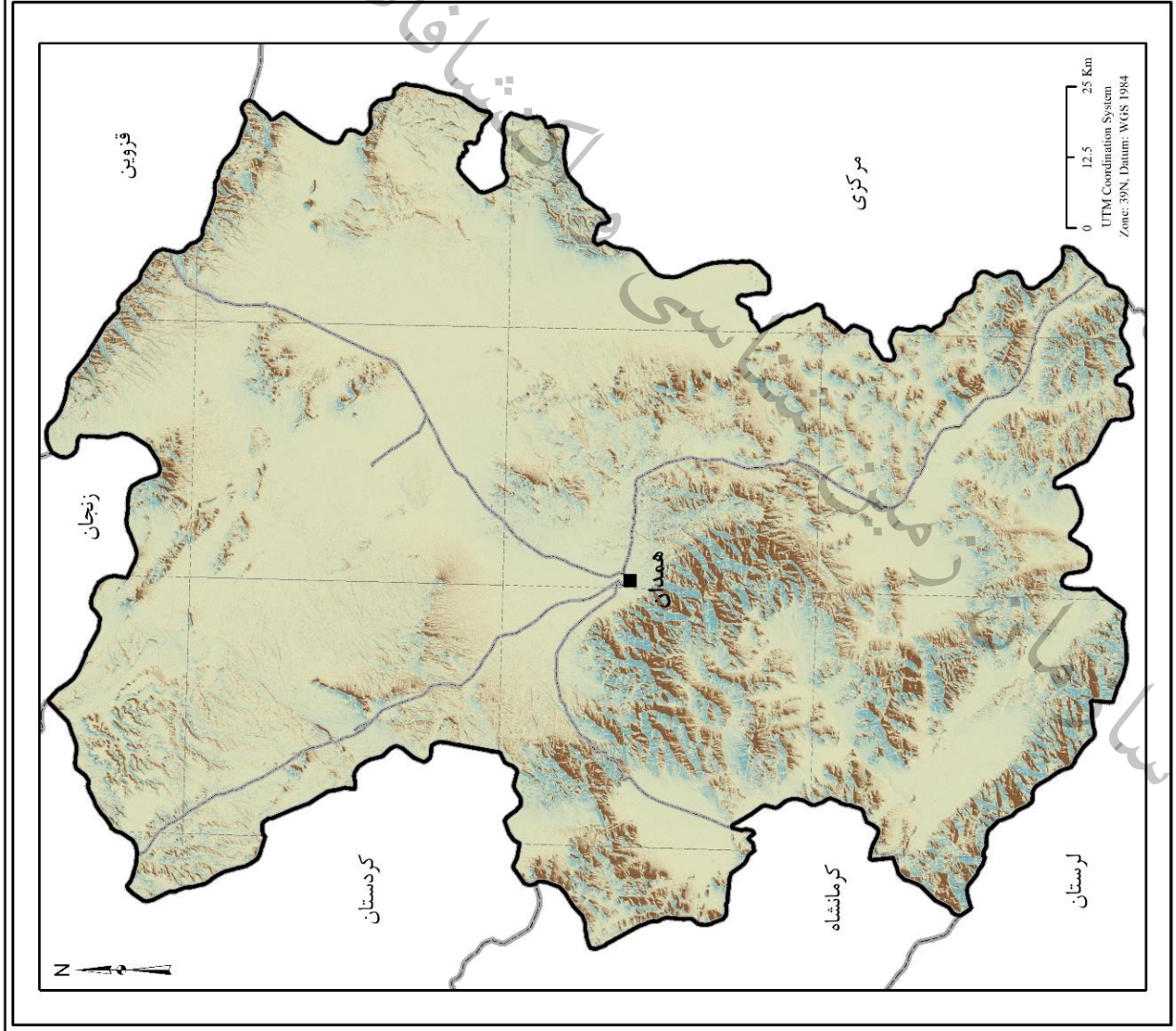
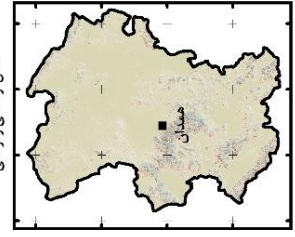
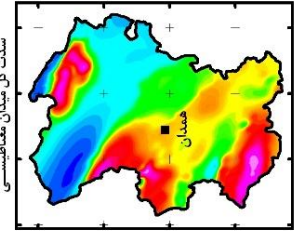
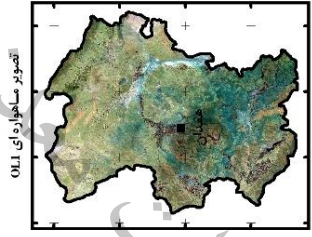
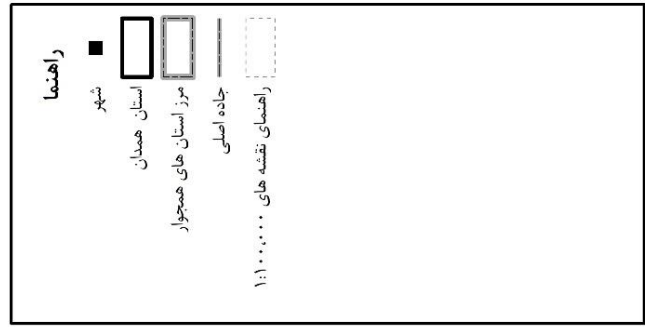
**نقشه موقعیت راههای اصلی
 استان همدان**

شکل ۱-۱- نقشه موقعیت راههای اصلی استان همدان



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

نقشه مدل ارتفاعی رقومی استان همدان



شکل ۱-۲- نقشه مدل ارتفاعی رقومی استان همدان

کشور

معدنی

اكتشافات

فصل دوم

زمین شناسی عمومی و ساختمانی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۲-۱- مقدمه

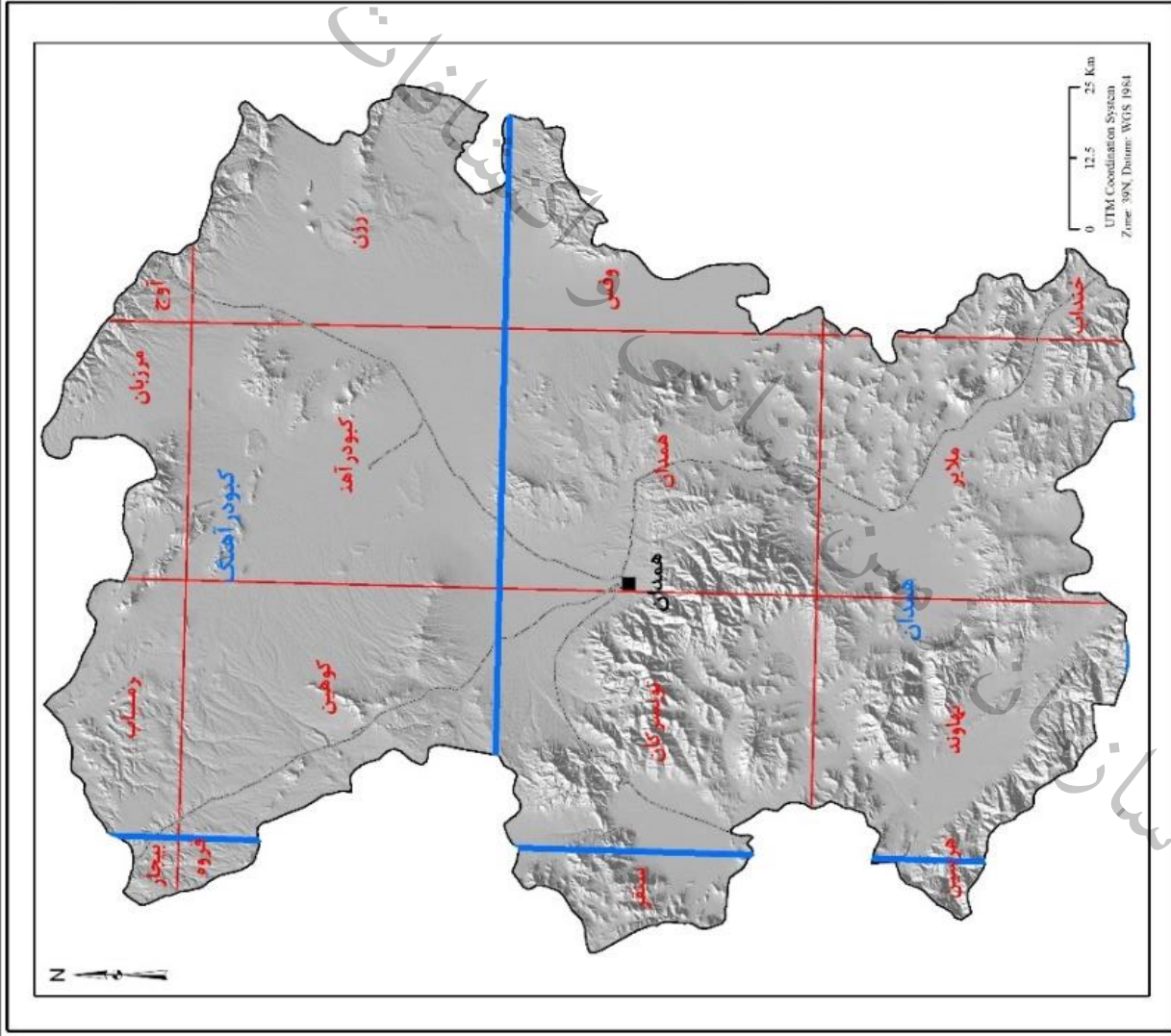
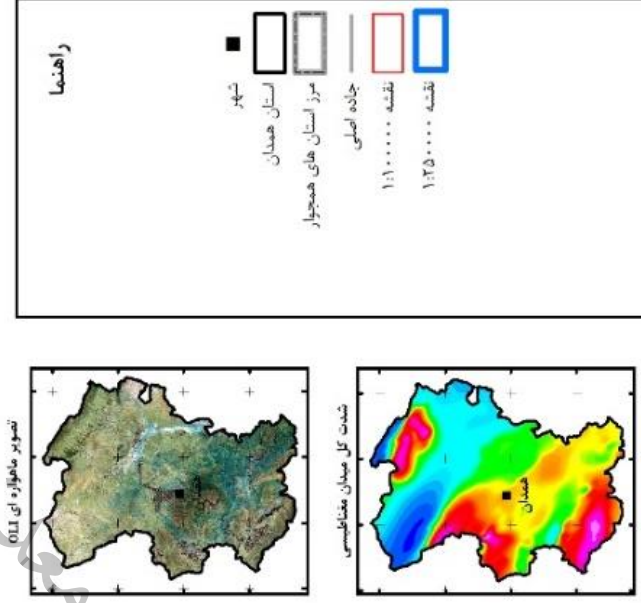
در این فصل از گزارش به شرح اجمالی زمین‌شناسی عمومی و ساختمانی استان همدان پرداخته شده و طی بررسی انجام شده مشاهده می‌گردد که واحدهای سنگ‌شناسی دوران‌های مختلف زمین‌شناسی از پالئوزوئیک تاکنون در این بلوک رخنمون یافته است که خود شامل سنگ‌های رسوبی، دگرگونی و آذرین است. تمامی واحدهایی که در سطح استان بیرون زدگی دارند براساس شاخصه سنی به سه گروه بزرگ شامل پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک تفکیک و در ادامه تشریح خواهند شد. لازم به ذکر است به علت گستردگی واحدهای سنگی دگرگونه در سراسر استان، همانند سنگ‌های آذرین، در بخشی جداگانه به تشریح این سنگ‌ها پرداخته شده است.

۲-۲- زمین‌شناسی پهنه سنندج سیرجان

گستره استان همدان برگه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی همدان، کبودرآهنگ، سنندج و کرمانشاه را شامل می‌شود که تمامی نقشه‌های مذکور، تهیه شده و در حال حاضر به صورت کاغذی و رقومی موجود است. همچنین برگه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ به نام‌های هرسین، نهاوند، ملایر، خنداب، سنقر، تویسرکان، همدان، وفس، قروه، کوهین، کبودرآهنگ، رازان، بیجار، گرماب، مرزبان و آوج سطح این استان را پوشش می‌دهند. موقعیت برگه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ که سطح استان را پوشش می‌دهند در شکل ۱-۲ نمایش داده شده است. در نگاهی کلی رخنمون دوران‌های مختلف زمین‌شناسی را می‌توان در این استان دید که با روند تقریبی شمال غربی - جنوب شرقی عمدتاً سنگ‌های دگرگونه و گرانیتوئیدهای نفوذی پهنه سنندج سیرجان را در بر می‌گیرند. قدیمی‌ترین سنگ‌های رخنمون یافته در محدوده استان متعلق به سنگ‌آهک‌های فسیل‌دار و دولومیت‌های ضخیم لایه کربونیفر-پرمین است که جنوب غرب استان برونزد دارند. سنگ‌های آذرین و دگرگونی از دوران پالئوزوئیک تا سنوزوئیک در کل استان و عمدتاً در بخش جنوبی و در جهت شمال غرب-جنوب شرق کشیده شده‌اند. سنگ‌های رسوبی در رنج سنی متفاوت سراسر استان را می‌پوشانند. شکل ۲-۲ به تفکیک سن، واحدهای زمین‌شناسی استان را نشان می‌دهد.

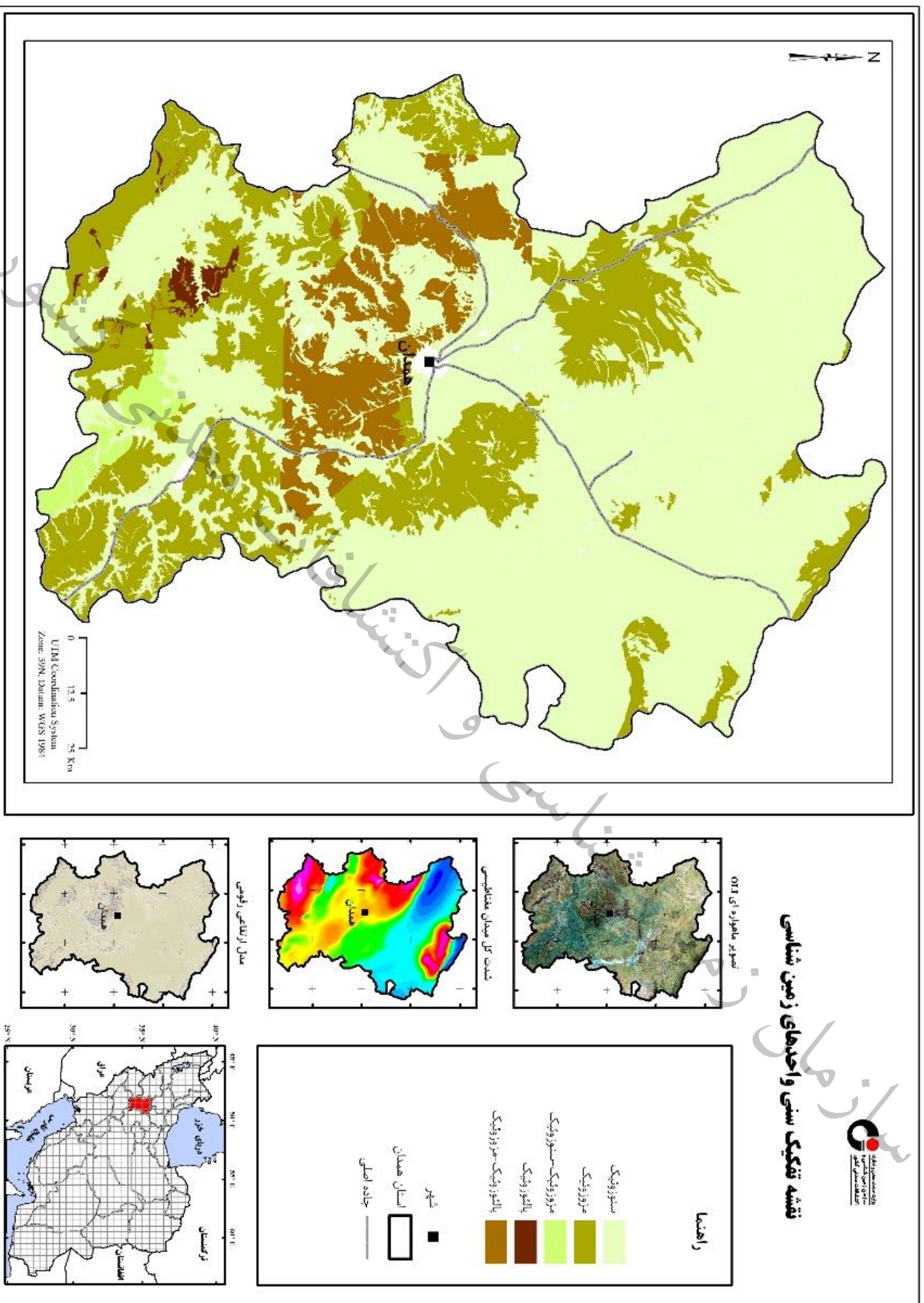


نقشه راهنمای بلوک های ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰



شکل ۲-۱- نقشه ایندکس بر گه های زمین شناسی در دو مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰۰

نقشه تفکیک سنی واحدهای زمین شناسی



شکل ۲-۲- نقشه تفکیک سنی واحدهای سنگ شناسی

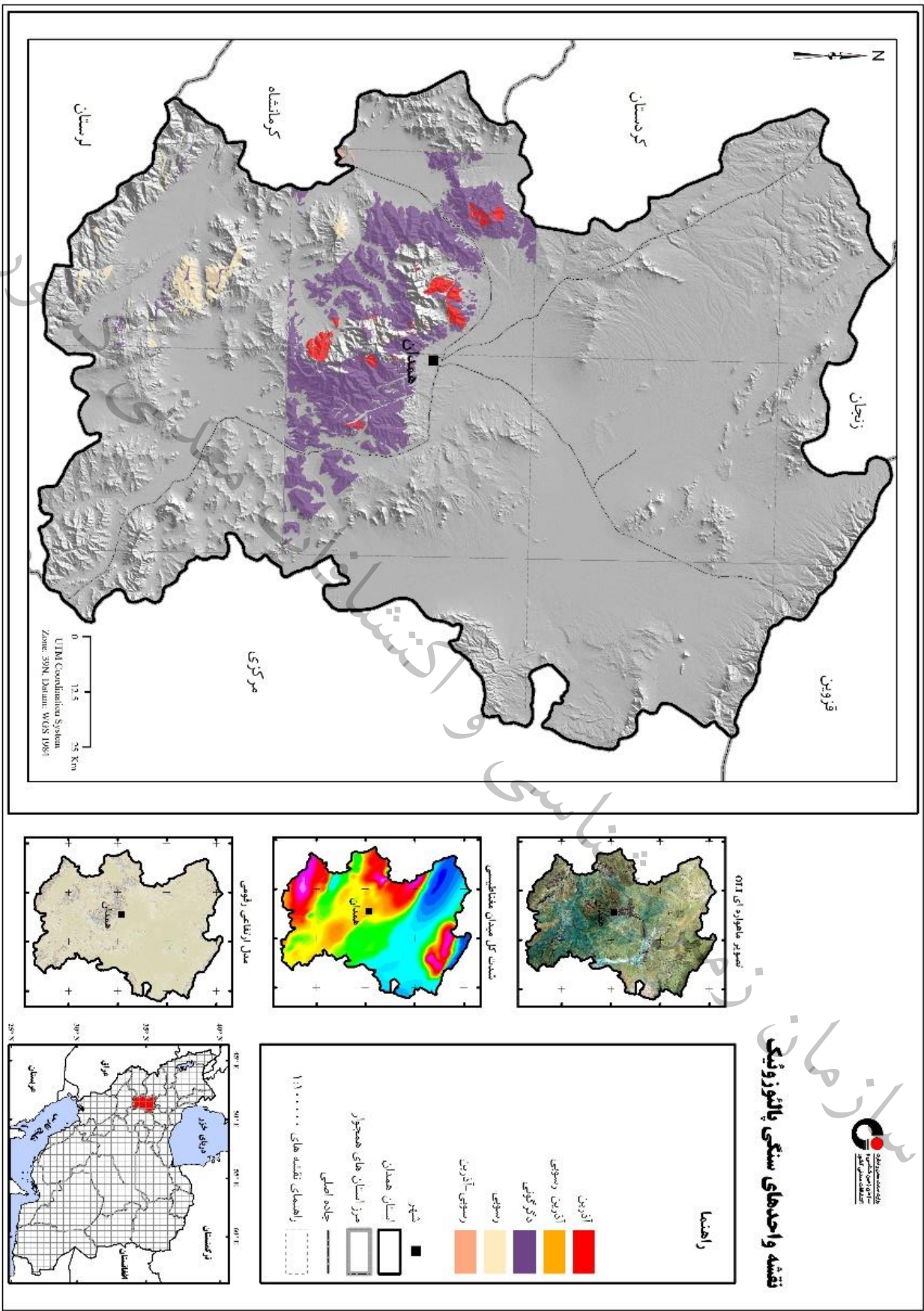
۲-۳- پالئوزوئیک

واحدهای سنگی مربوط به دوران پالئوزوئیک عمدتاً در نیمه جنوبی استان گسترش دارند. بخش عمده این واحدهای سنگی را دگرگونه‌های کمپلکس چنارشیخ و آلمابلاغ و شیست و اسلیت‌های همدان و میگماتیت‌های منطقه سیمین-سرابی تشکیل می‌دهند که برونزد میگماتیت‌ها در محدوده برگه یکصد هزار توپسرکان چندان قابل توجه نیست.

کهن‌ترین واحد رسوبی استان همدان شامل ردیفی از سنگ‌آهک نازک لایه همراه با میان لایه‌هایی از سنگ ماسه قهوه‌ای و بخش دیگری از آن به صورت سنگ ماسه درشت دانه و سنگ‌آهک آواری همراه با مرجان، کرینوئید و خرده‌هایی از صدف گاستروپود است که در محدوده برگه یکصد هزار نهاوند برونزد دارد. در برشی نزدیک آبادی عشوند این واحد با همبری گسلسی در مجاورت سری اسلیت‌های سیاه و توده ولکانیک و سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه کرتاسه پیشین قرار گرفته است (شکل ۲-۳).

رسوبات پرمین شامل سنگ‌آهک‌های بازبورین شده به صورت بیواسپاریت، به رنگ خاکستری تیره تا سیاه رنگ می‌شود که دارای آثار فسیل کرینوئید، فوزولین و مرجان هستند. همانطور که گفته شد این واحد بیشتر از سنگ‌آهک بلوری شده تشکیل شده که بدون در نظر گرفتن جایگاه چینه‌ای آن دارای ویژگی‌های سنگ‌شناسی گوناگونی است. در بسیاری از بخش‌ها، دارای سطوح تورق می‌باشد که به صورت نوارهایی برنگ سفید و سیاه و به ضخامت یک تا چند سانتی متر است و با باندهای چرت سیاه رنگ نیز همراه می‌باشند. در برش کوه آردوشان رخنمون‌هایی از این ردیف دیده می‌شود که بیشتر از دولومیت و سنگ‌آهک دولومیتی به رنگ نخودی تشکیل یافته و با وجود نامشخص بودن مرز پائین و بالائی آن به نظر می‌رسد که بیش از ۲۰۰ متر برونزد داشته باشد. در برش سیاه‌دره، واحد کربناتی وابسته به این ردیف از سنگ‌آهک‌های سیاه رنگ با آثار فراوانی از گاستروپودها با قطر حداکثر ۱۰ سانتی متر دیده می‌شود.

در بخش جنوب و جنوب شرقی آبادی برجک برونزد پراکنده‌ای از سنگ‌های آهکی مرمری شده به رنگ خاکستری روشن تا سفید توده‌ای و بسیار ضخیم لایه، سپس لایه‌های سنگ‌آهک مرمری شده خاکستری روشن و تیره با لایه بندی قابل تورق به سن پرمین-تریاس دیده می‌شود. این واحد مرمری شده به صورت یک بلوک پوشینه بر روی سری تخریبی آذرین دگرگون نشده و سنگ‌های آذرین دگرگون شده با سن کرتاسه قرار گرفته است.



نقشه واحدهای سنگی پالئوزوئیک

شکل ۳-۲- بروز واحد های سنگ شناسی پالئوزوئیک در استان همدان

۲-۴- مزوزوئیک

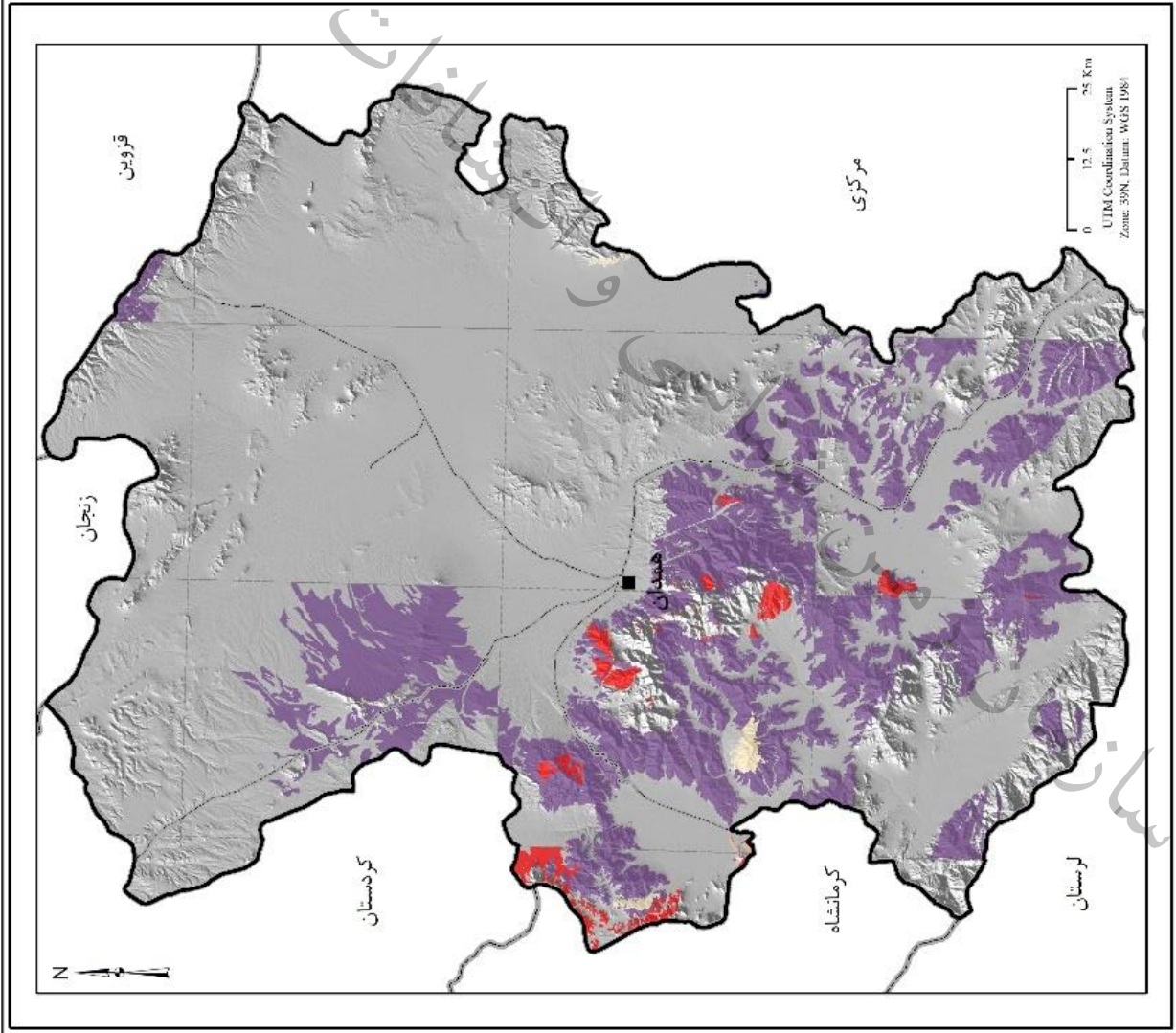
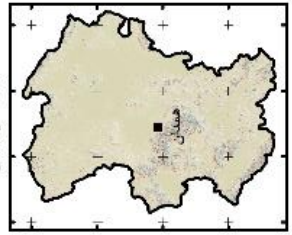
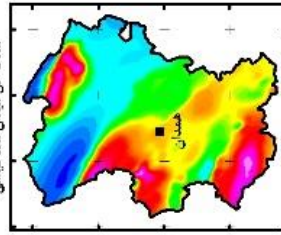
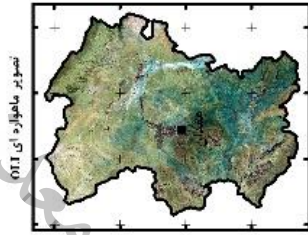
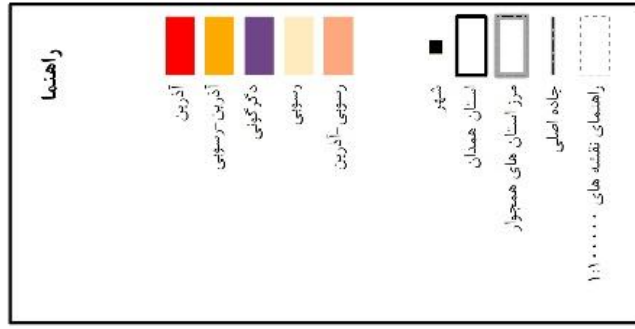
با توجه به برونزد واحدهای سنگی دوران مزوزوئیک در محدوده استان همدان (شکل ۲-۴)، سهم سنگ‌های دگرگونه بیش از واحدهای رسوبی و آذرین است. در ادامه، واحدهای سنگی رسوبی رخنمون یافته در محدوده استان، در سه دوره زمین‌شناسی تریاس-ژوراسیک، ژوراسیک و کرتاسه بررسی خواهد شد.

۲-۴-۱- تریاس و ژوراسیک

سنگ نهشته‌های رسوبی در محدوده سنی تریاس-ژوراسیک چندان رخنمون قابل توجهی ندارد. از این مجموعه می‌توان به واحدهایی در محدوده برکه‌های وفس، تويسرکان و سنقر اشاره کرد. مجموعه سنگ‌های رسوبی-ولکانیکی تریاس ژوراسیک در بخش شرقی ورقه سنقر، در حوالی روستاهای چنار شیخ، آجین، کمک و قمشانه گسترش دارد و از سنگ‌های رسوبی-ولکانیکی دگرگون تشکیل گردیده که به نظر می‌رسد در بخش‌های زیرین عمدتاً ولکانیکی و در قسمت‌های بالایی بیشتر رسوبی باشند. سنگ‌های ولکانیکی این ردیف اغلب شیست سبز و آمفیبول شیست است. سنگ‌های رسوبی این مجموعه شامل آهک‌های دگرگونه به رنگ خاکستری روشن و گاهی نخودی رنگ، شیست، فیلیت و کمی ماسه‌سنگ دگرگونه می‌باشد که دگرگونی ناحیه‌ای در رخساره شیست سبز را تحمل کرده و به لحاظ اختلاف ضخامت در نقاط مختلف و مقاومت‌های متفاوت سنگ‌ها، ریز چین‌های ناهماهنگ در این واحد فراوان مشاهده می‌شود (شکل ۲-۵).



نقشه واحدهای سنگی تریاس-ژوراسیک



شکل ۲-۵- پروژد واحدهای سنگ‌شناسی تریاس-ژوراسیک در استان همدان



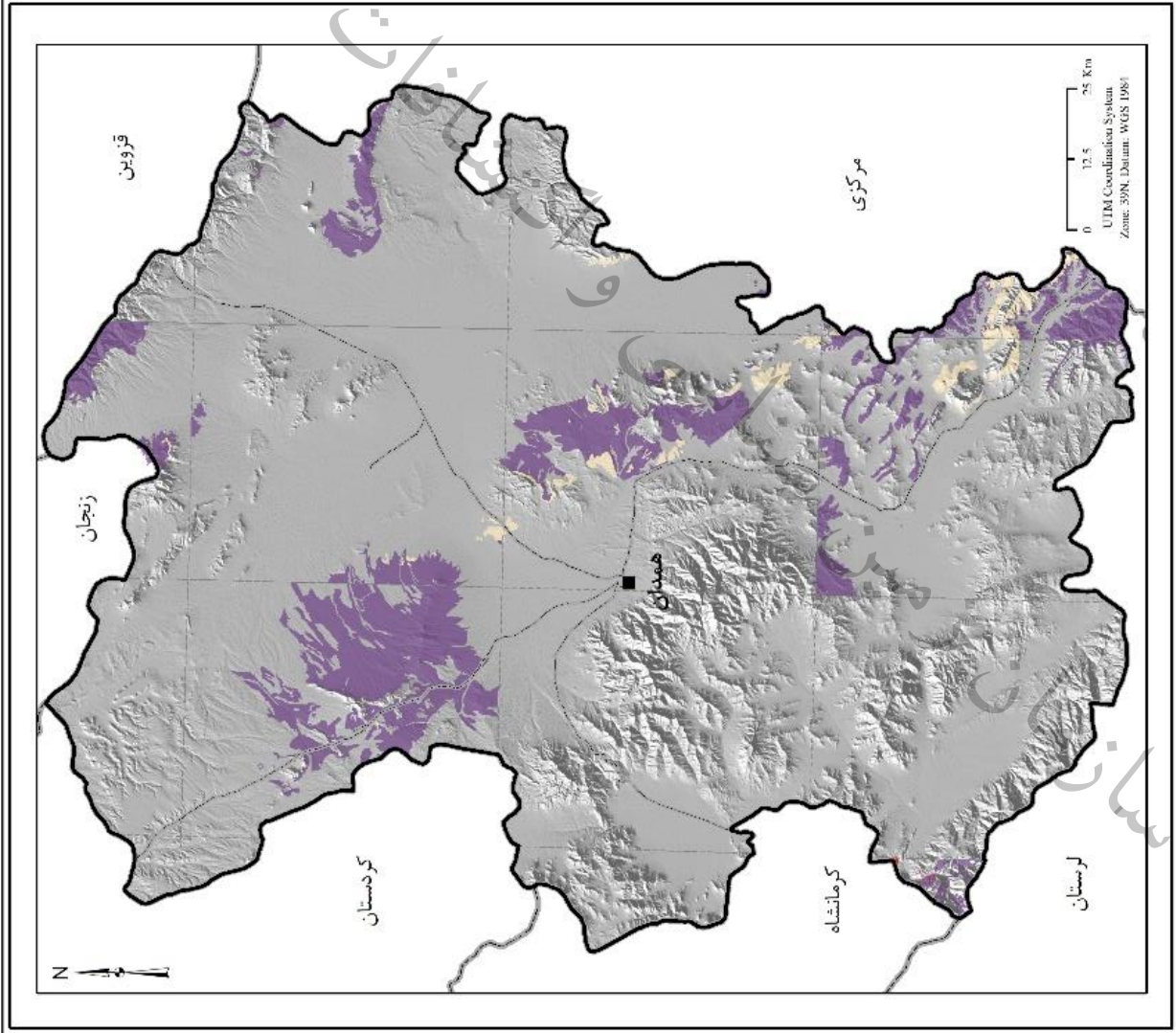
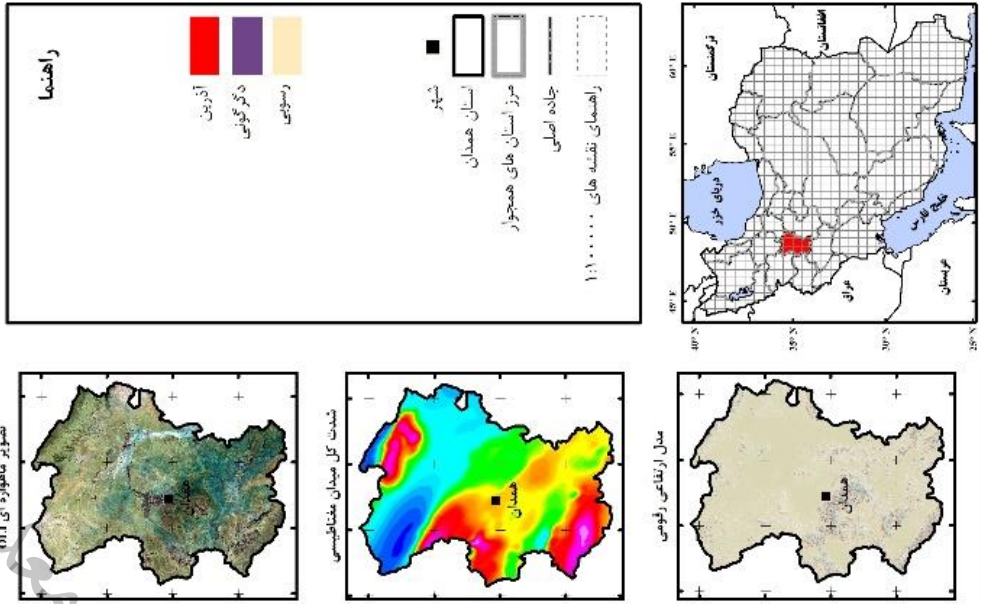
۲-۴-۲- ژوراسیک

برونزدهای گسترده از سنگ‌های تخریبی دانه ریز دگرگونه در برکه همدان رخنمون دارند که بیشترین حجم آنها را اسلیت و فیلیت و کمتر را، شیست پدید آورده است. از دیدگاه سنگ شناختی آنها ردیفی از نهشته‌های تخریبی دانه‌ریز هستند که تناوبی از ماسه‌سنگ و شیل‌های ماسه‌ای، رسی، کربناتی، سبز، خاکستری، آبی و سبز تیره دارند. همراه با دگرگونی خفیف که در مجاورت نهشته‌های دگرگونه‌ای که دست کم دو فاز دگرگونی را تحمل کرده‌اند.

در جنوب برکه کبودرآهنگ ردیف‌هایی از سنگ‌آهک کریستالیزه خاکستری تیره متوسط تا ضخیم لایه با میان‌لایه کنگلومرا و افق‌های ماسه سنگ رخنمون دارند. در بخش غربی برکه خنداب ماسه‌سنگ‌های خاکستری تیره که اندکی دگرگونه شده‌اند همراه با میان‌لایه ماسه‌سنگ کوارتزیتی صورتی کمرنگ مشاهده می‌شود. عمده لیتولوژی برونزد یافته در برکه ملایر شامل ماسه‌سنگ دگرگونه، سنگ آهک خاکستری تا قهوه‌ای تیره است (شکل ۲-۶).



نقشه واحدهای سنگی ژوراسیک



شکل ۲-۶- پروژد واحدهای سنگ شناسی ژوراسیک در استان همدان



۲-۴-۳- کرتاسه

سنگ‌های کرتاسه برگه ملایر عمدتاً در شرق آن برونزد دارند. از نگاه ریخت شناسی بلندترین ارتفاعات ناحیه را تشکیل داده و ستیغ ساز هستند. این توالی به ترتیب از پایی به بالا شامل ماسه‌سنگ کوارتزی هوازده سیه براق، سنگ‌آهک مارنی حاوی میکا، سنگ‌آهک چهره ساز و در نهایت دولومیت ماسه‌ای قهوه‌ای تیره می‌باشد. سنگ‌های کرتاسه پیشین در محدوده برگه همدان بیشتر در نیمه شرقی و شمالی ورقه رخنمون دارند. از دیدگاه ریخت شناختی ارتفاعات را تشکیل داده، ستیغ سازند و شامل ماسه‌سنگ صورتی، آبی، سنگ‌آهک‌های ستبر لایه توده‌ای اوربیتولین‌دار چهره‌ساز، ماسه‌سنگ توفی سبز با میان لایه‌هائی از کنگلومرا با سیمان ماسه‌ای آهکی، سنگ‌آهک دولومیتی و دولومیت زرد رنگ است.

سنگ‌های کرتاسه برونزد یافته در ورقه رزن با رنگ تیره در نزدیکی روستای بای خان و شمال روستای عین آباد گسترش دارد و در برگیرنده سنگ‌آهک‌های بیومیکریتی با ورقگی شدید حاصل از سازوکار نیروهای تکتونیکی است. ترکیب سنگ شناسی شامل سنگ‌آهک‌های تیره رنگ بیومیکریتی-بیومیکریتی ماسه‌ای و به طور بخشی سنگ‌آهک‌های تجدید تبلور یافته، گدازه‌های تیره-خاکستری تیره و سبزرنگ آندزیتی که درون آهک‌های ستبر کرتاسه جای گرفته‌اند و مارن‌های سفید متمایل به سبز همراه با میان لایه‌های سنگ‌آهک بیومیکریتی است.

سنگ‌های کرتاسه پیشین در چهارگوش برگه یکصد هزار کبودرآهنگ شامل توالی از کنگلومرا تا ماسه‌سنگ دانه درشت و اندکی دگرگونه به رنگ ارغوانی تیره تا قهوه‌ای، سنگ‌آهک و سنگ‌آهک مارنی خاکستری رنگ و با چین خوردگی ملایم، سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه تا توده‌ای اربیتولین‌دار به رنگ خاکستری تیره تا روشن است. توالی کرتاسه پسین در کوه قره‌لر با ستبرای حدود ۷۰۰-۵۰۰ متر دیده می‌شود. بخش‌های آغازین رخنمون از شیل‌های مدادی خاکستری تا سبز تیره در سطح تازه تشکیل شده که به تدریج به تناوب شیل‌های مدادی با میان لایه‌های نازک تا متوسط لایه سنگ‌آهک ماسه‌ای تبدیل می‌شود. شیل‌های این واحد در بردارنده آمونیت‌های فرسوده است.

به طور کلی در برگه نهاوند سنگ‌های کرتاسه دارای رخساره متفاوتی هستند که تنها در یکی از رخنمون‌های آن (در نزدیکی مرز جنوب غربی) سنگ‌های وابسته به کرتاسه بالا وجود دارد. در بسیاری از رخنمون‌ها سنگ‌های کرتاسه پیشین به صورت تکتونیکی با سنگ‌های آذرآواری دارای ترکیبی بیشتر اسیدی، همراه است.

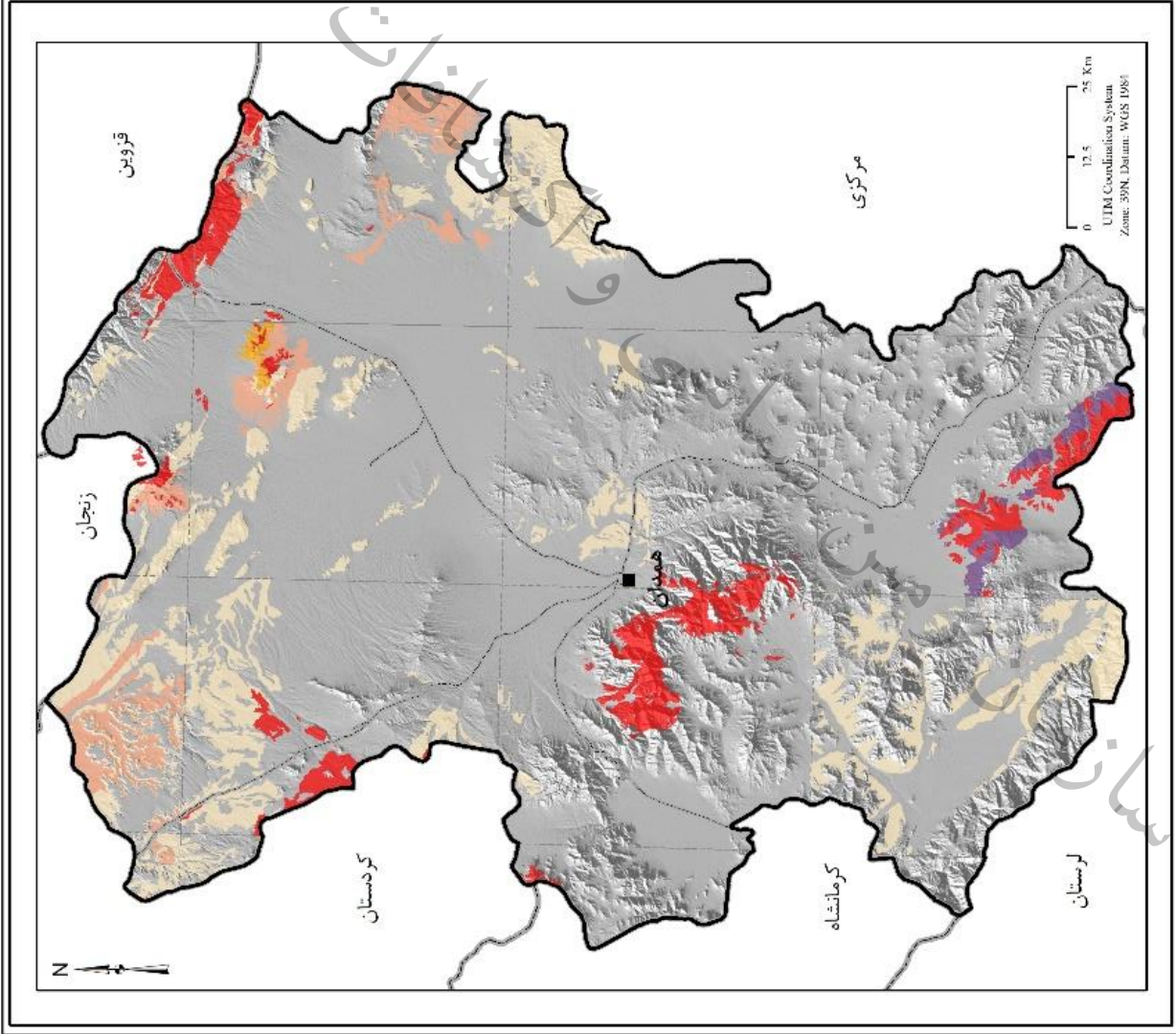
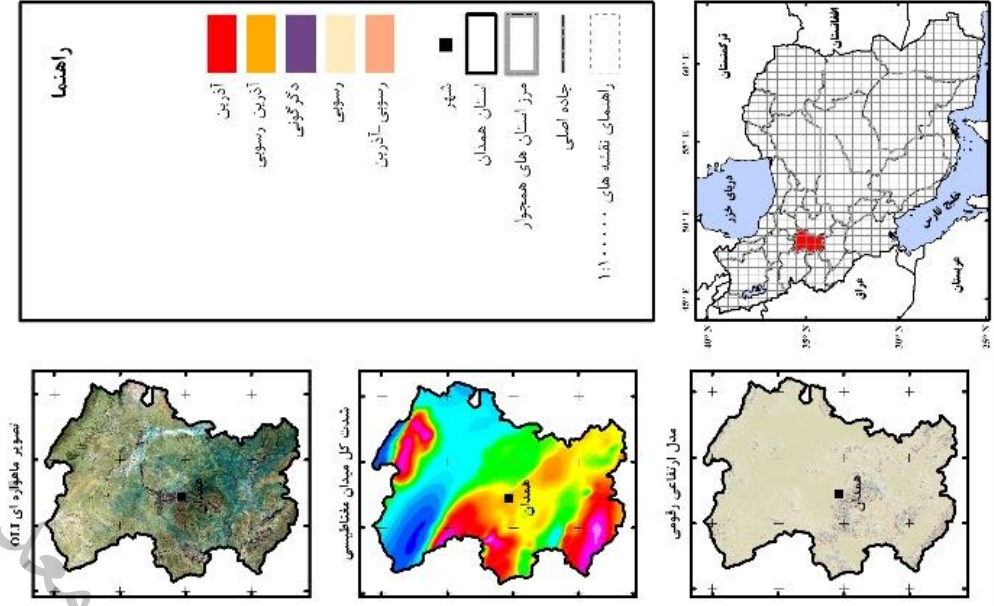
نهبشته‌های کرتاسه میانی-بالایی در ناحیه سنقر دارای رخساره شبه فلیش است که دگرگونی خفیفی را از نوع دیناموتماتر فیسیم تحمل کرده‌اند و این خود شاید در اثر عملکرد فاز کوهزایی لارامین باشد. این نهبشته‌ها در

جنوب سنقر رخنمون داشته و از نظر ریخت‌شناسی دارای ارتفاعات ملایمی است که به دلیل سهولت فرسایش پذیری رسوبات فلیش گونه را بوجود آورده است. لیتولوژی این نهشته‌ها مجموعه‌ای است از: شیل، شیل مارنی، فیلیت، آهک‌های نازک لایه دگرگونه، سیلت سنگ، سنگ‌های آتشفشانی، اسپیلیت، لایه‌های آهکی آبی روشن و افق‌های آهکی پلاژیک قرمز رنگ با رگه‌های فراوان کلسیتی، بلوکهای مختلف آهکی و رادیولاریتی نیز در حوضه فلیش گونه مذکور فرو افتاده‌اند (شکل ۲-۷).

۲-۵- سنوزوئیک

دوران سنوزوئیک در استان همدان که در بردارنده واحدهای سنگی به سن پالئوژن، نئوژن و کواترنری است، در بخش‌های متعدد این استان برونزد دارد. در این بخش از گزارش به شرح سنگ نهشته‌های دوره پالئوژن شامل دور پالئوسن، ائوسن و الیگوسن و دوره نئوژن دربردارنده دور میوسن و پلیوسن، پرداخته می‌شود و رسوبات جوان و عهد حاضر مربوط به دوره کواترنری در بخشی جداگانه بررسی می‌شود. همانطور که در شکل ۲-۸ مشاهده می‌کنید مجموعه سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی در این دوران رخنمون دارند. سنگ‌های دگرگون شده و همچنین سنگ‌های آذرین که بیشترین رخنمون آن در برکه ملایر به چشم می‌خورد به تفصیل در بخش سنگ‌های دگرگونی و آذرین تشریح شده است.

نقشه واحدهای سنگی سنوزوئیک



شکل ۸-۲- پروژند واحدهای سنگ‌شناسی سنوزوئیک در استان همدان



۲-۵-۱- پالتوسن

گسترش واحدهای رسوبی به سن پالتوسن در این استان محدود به برونزد اندک طبقات ماسه‌سنگ کوارتزیتی تیره رنگ با نشان Ks در نقشه زمین‌شناسی است که در شرق برگه یکصد هزار ملایر رخنمون دارند (شکل ۲-۹).

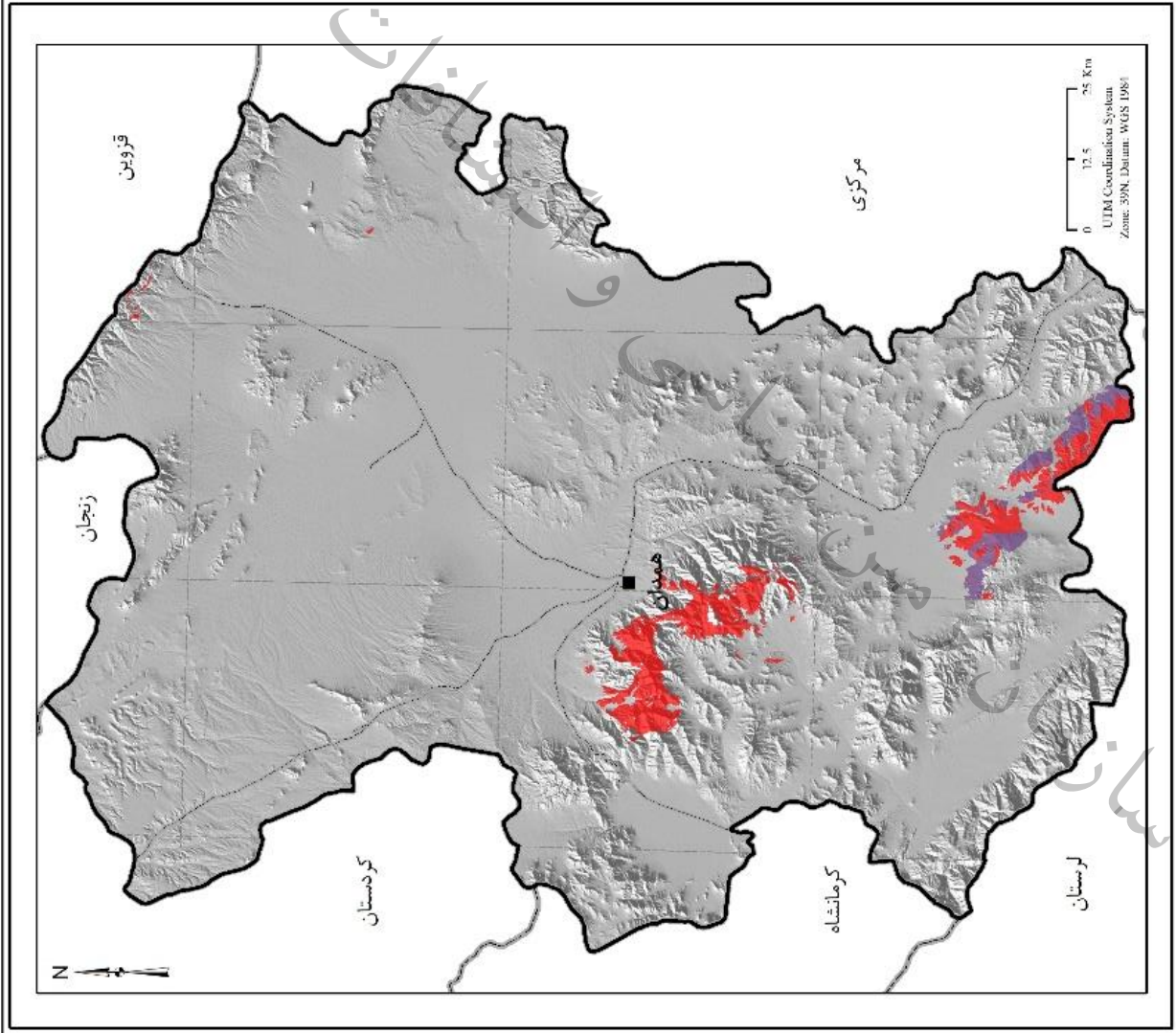
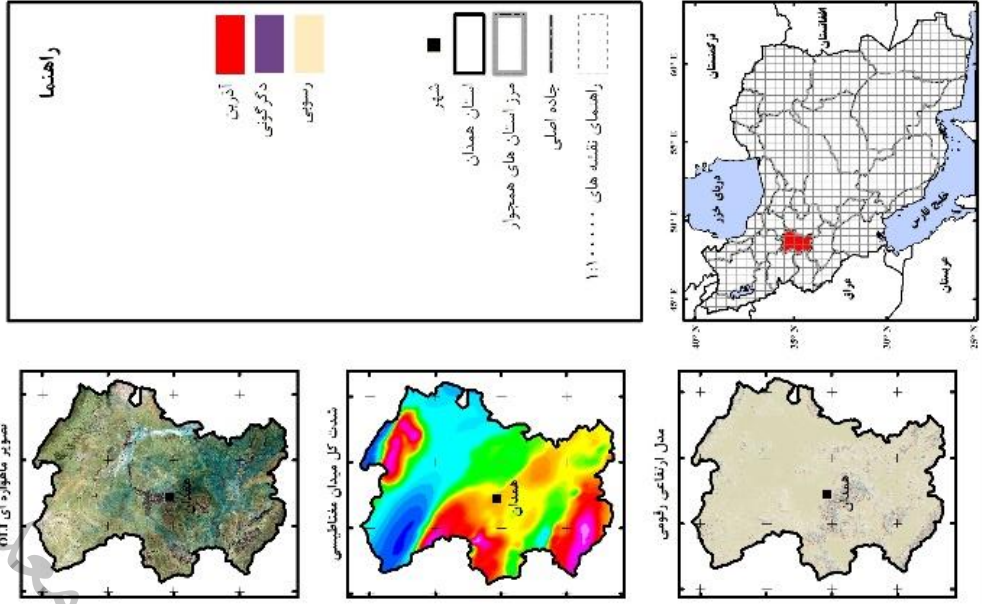
۲-۵-۲- ائوسن

واحدهای ائوسن گسترده در ورقه رزن ستبرای شایان توجه دارند و ردیف آنها در برگ‌گیرنده گدازه، مواد آذرآواری، توف، توفیت، و سنگ‌های رسوبی شامل ماسه‌سنگ‌های کنگلومرای قرمز تا کرم رنگ به ستبرای ۲۰ متر، سنگ آهک‌های تیره رنگ بیومیکرواسپاریتی با تورق شدید در بخش زیرین و سنگ آهک‌های زرد رنگ بیومیکرواسپاریتی فاقد تورق در بخش بالایی، توف داسیتی سبزرنگ با میان لایه‌هایی از آهک بیواسپاریتی نومولیت دار و مارن‌های سبزرنگ، سنگ آهک‌های بیومیکریتی تا بیومیکرواسپاریتی خاکستری رنگ با فسیل فراوان، ماسه‌سنگ قرمز، مارن زیتونی، گدازه‌ها و توف‌های آندزیتی و لایه‌های ایگنمبریتی و به‌طور عمده گدازه‌ها و توف‌های شیشه‌ای و توف شیشه‌ای بلورین است.

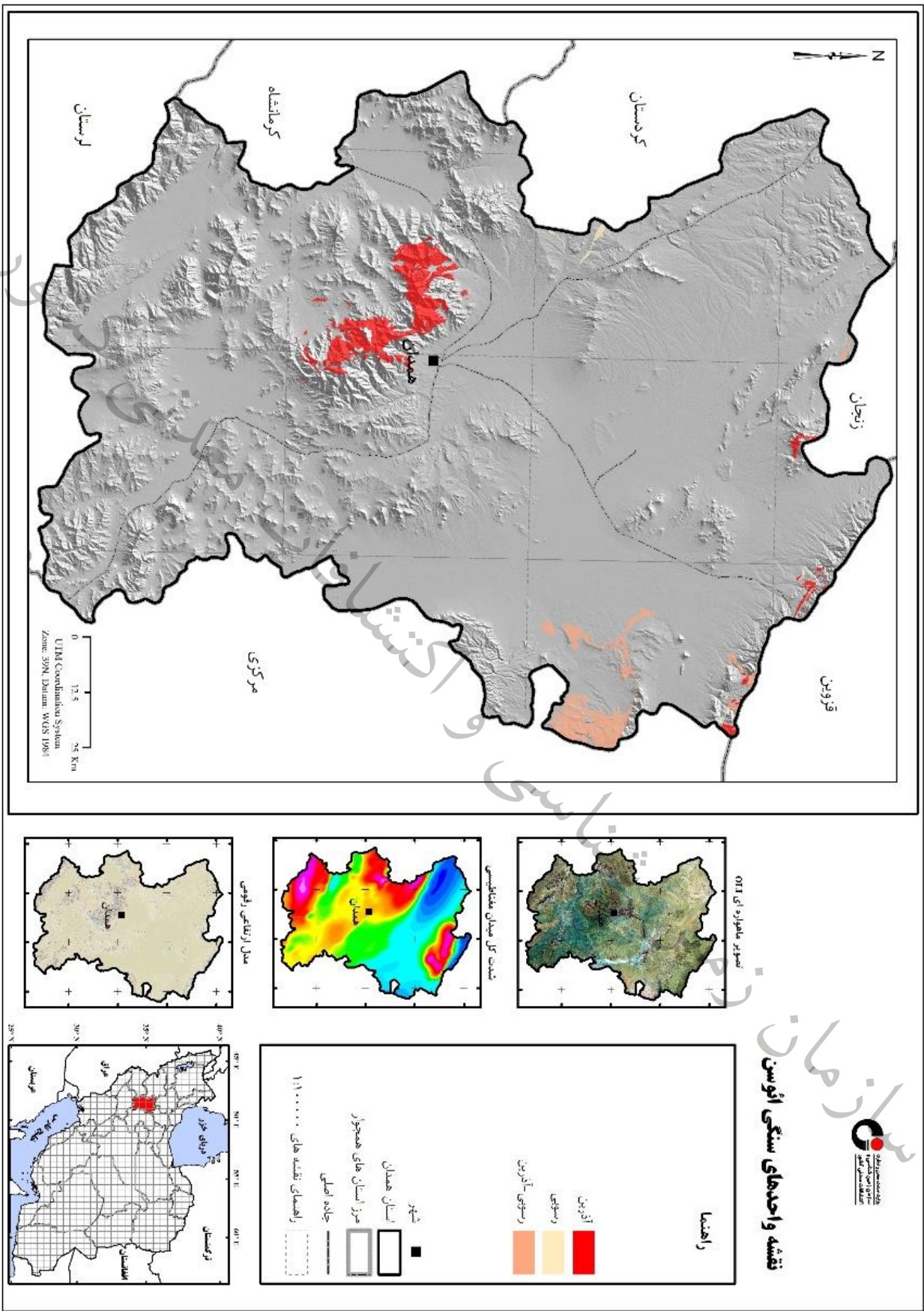
ردیفی از شیل، ماسه‌سنگ، سنگ‌آهک و توف نیز در جنوب شرق برگه گرماب برونزد دارد. به‌طور کلی واحدهای سنگی ائوسن در برگه کوهین فقط به باریکه‌ای از طبقات کنگلومرای قاعده‌ای (واحد EC)، سنگ‌آهک ماسه‌ای و سنگ‌آهک نومولیت‌دار در جنوب برگه محدود می‌شود. واحد EC به تدریج به لایه‌های سنگ آهک آواری خاکستری رنگ، سنگ‌آهک‌های ماسه‌ای و حتی میکروسنگ‌جوشی تبدیل می‌گردد. ستبرای این واحد بیش از ۱۵-۲۰ متر نیست و در بیشتر نقاط با خاک‌های کشاورزی از دید پنهان مانده است (شکل ۲-۱۰).



نقشه واحدهای سنگی پالئوسن



شکل ۲-۹- پروژند واحدهای سنگ شناسی پالئوسن در استان همدان



شکل ۳-۱-۰- پروژد واحدهای سنگ‌شناسی اونس در استان همدان

۲-۵-۳- الیگومیوسن

سنگ‌های آذرآواری به سن الیگومیوسن با ترکیب کلی توف، ماسه‌سنگ، لایه‌های رنگین، کنگلومرا و ماسه‌سنگ با میان لایه توف، در استان همدان و در جنوب برگه‌های گرماب و مرزبان و شمال شرق کبودرآهنگ رخنمون قابل توجهی یافته‌اند.

عمده لیتولوژی سنگ‌های رسوبی رخنمون یافته شامل مارن، مارن ماسه‌ای به رنگ قرمز آخرائی و ارغوانی، مارن سبز تا خاکستری روشن و گچ‌دار، مارن ماسه‌ای، سیلتستون همراه با میان لایه‌های نازک از سنگ‌آهک مارنی کرم تا سبز روشن، کنگلومرای چند سازه‌ای، سنگ‌آهک زیستی تخریبی، سنگ‌آهک ریفی، سنگ‌آهک مارنی ماسه‌ای کرم تا زرد و کنگلومرائی به رنگ زرد متمایل به کرم با جورشدگی ضعیف، گردشدگی متوسط و قلوه‌های با جنس گوناگون است.

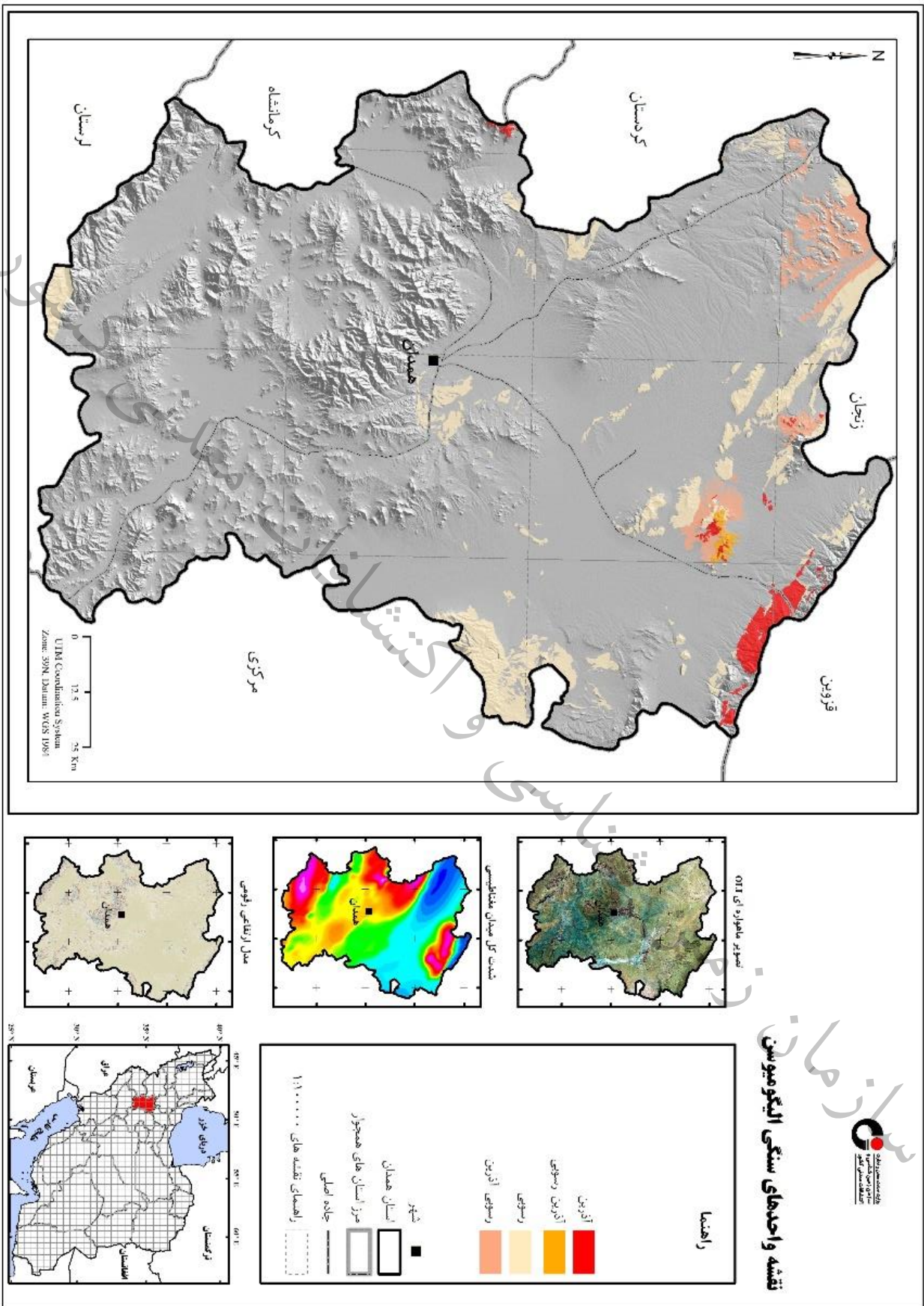
نهشته‌های وابسته به الیگومیوسن در برگه رزن به‌طور عمده در بخش‌های جنوبی ورقه گسترش دارند و به گونه ناهمساز بر روی سنگ‌های آتشفشانی ائوسن و سنگ‌های رسوبی کرتاسه جای گرفته‌اند. این نهشته‌ها روی هم رفته ویژگی محیط‌های کم ژرفای دریایی کولابی و قاره‌ای را دارند و شامل کنگلومرا، ماسه‌سنگ قرمز، مارن قرمز و زیتونی و گاه میان لایه‌های آهکی و سنگ‌آهک‌های بیومیکریتی-بیومیکرواسپاریتی تا بیومیکریت ماسه‌ای با رنگ کرم تا خاکستری است.

رسوبات الیگومیوسن در برگه کبودرآهنگ شامل کنگلومرای قرمز تا ارغوانی با سیمان آهکی، مارن سبز روشن و سنگ‌آهک تا ماسه‌سنگ آهکی، سنگ‌آهک‌های متوسط تا ضخیم لایه به رنگ خاکستری روشن تا سفید همراه با فسیل‌های مرجان و خارپوست و خرده‌های صدف، ماسه‌سنگ آهکی-توفی خاکستری، مارن به رنگ سبز زیتونی و ماسه‌سنگ‌های توفی و توفیت است.

رخنمون‌های مربوط به الیگوسن میوسن در محدوده برگه کوهین، رخساره مارنی، سنگ‌آهک مارنی، سنگ‌آهک ریفی-گچی همراه با فسیل مرجان دارد.

در نواحی شمال برگه توپسرکان ردیفی از سنگ‌های آهک کنگلومراتیک-بیوکلاستیک و سرشار از فسیل‌های نومولیتی، کنگلومرا تا میکروکنگلومراهای آهکی-توفی، ماسه‌سنگ آهکی با میان‌لایه‌هایی از سنگ‌آهک تخریبی کرم رنگ دیده می‌شود که در بخش‌های پایانی با تناوبی از سنگ‌آهک ماسه‌ای، کنگلومرا و ماسه‌سنگ خاکستری با شیب ملایمی به سوی جنوب شرقی رخنمون یافته است، در حالیکه در نواحی شمال غربی ناحیه کنگلومرا و ماسه‌سنگ دانه درشت با شیب لایه ای حدود ۴۰ درجه به سوی شمال غرب پدید آمده است.

در جنوب برگه نه‌اوند سنگ‌های کربناتی بیومیکریت با آثار میکروفسیل‌های فراوان با ضخامت بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ مشاهده می‌شود (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱- بروزد واحدهای سنگ‌شناسی الیکومپوسن در استان همدان

۲-۵-۴- پلیوسن

در پلیوسن و به تقریب همزمان با تشکیل سنگ‌های آتشفشانی، در شمال ورقه کوهین و مناطق پیرامون آن (تا جنوب سندنجان)، حوضه بسته‌ای به وجود آمده است که محل تشکیل نهشته‌های آواری بوده است. نهشته‌های دریاچه ای پلیوسن در ورقه کوهین با دو رخساره‌های سنگ‌های آواری درشت و ریزدانه تفکیک و به ترتیب به صورت واحدهای PI^c و PIQ^m شامل نهشته‌های کنگلومرای سرخ-ارغوانی، رس و سیلت سنگ ماسه‌ای ریزدانه معرفی شده‌اند.

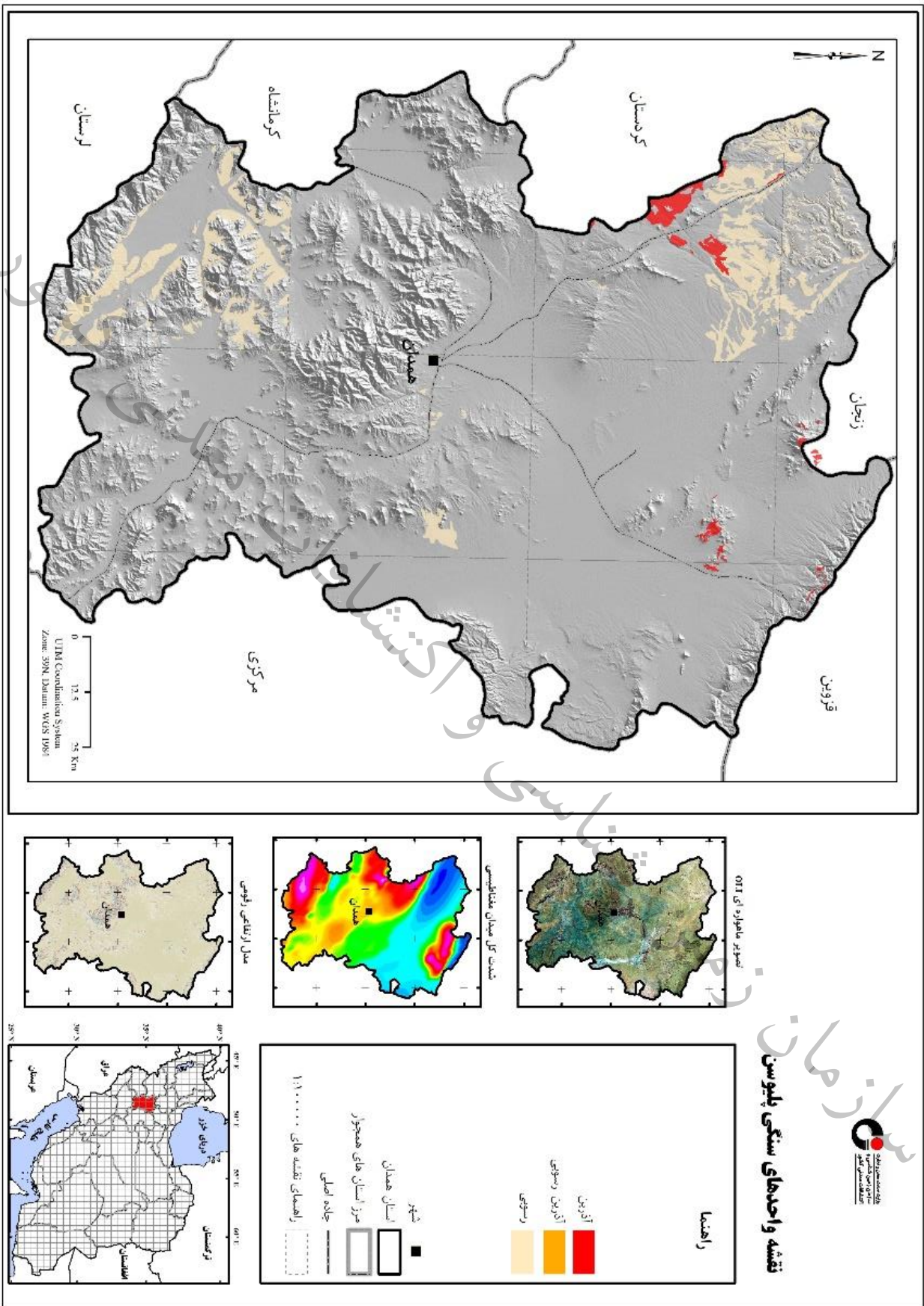
بخش گسترده‌ای از نهشته‌های جوان به سن پلیوسن تا کواترنری در برکه نهاوند شامل تناوبی از نهشته‌های کنگلومرای سخت نشده با میان لایه‌های مارن رسی برنگ هوزاده کرم و صورتی و در بعضی نقاط کاملاً رسی به رنگ صورتی یا قرمز کم رنگ است. عناصر سازنده این کنگلومراها را بیشتر ذرات گرد شده یا نیمه گرد شده تشکیل می‌دهند که در پرتگاه‌های بیش از ۳۰ متر در میانه دشت نهاوند دیده می‌شوند. شیب لایه‌های آن بسیار کم است و حداکثر به حدود ۲۵ درجه می‌رسد.

در جنوب برکه گرماب شاهد رخنمون گسترده‌ای از سنگ نهشته‌ای آهکی آب شیرین به رنگ سفید و همچنین کنگلومرای پلی ژنتیک سخت نشده با سیمان شدگی ضعیف هستیم (شکل ۲-۱۲).

۲-۶- کواترنری

آبرفت‌های دوران چهارم رخنمون یافته در سطح استان همدان از تنوع و گستردگی قابل ملاحظه در منطقه برخوردارند و همان گونه در شکل ۲-۱۳ نمایش داده شده است این آبرفت‌ها با ترکیب پادگانه آبرفتی، مخروط افکنه، سنگ‌های تراورتنی، نهشته‌های کنگلومرای، پهنه سیلتی و رسوبات واریزه است. خاستگاه پیدایش این آبرفت، سیلاب‌های نیرومندی بوده که در فاز رسوبگذاری کواترنری، در کوهپایه‌ها روان می‌گردیده است. در بخش‌هایی از استان در محدوده گستره کوهین و قروه، برونزدهایی از سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب کلی بازالتی تا آذرآواری دیده می‌شود.

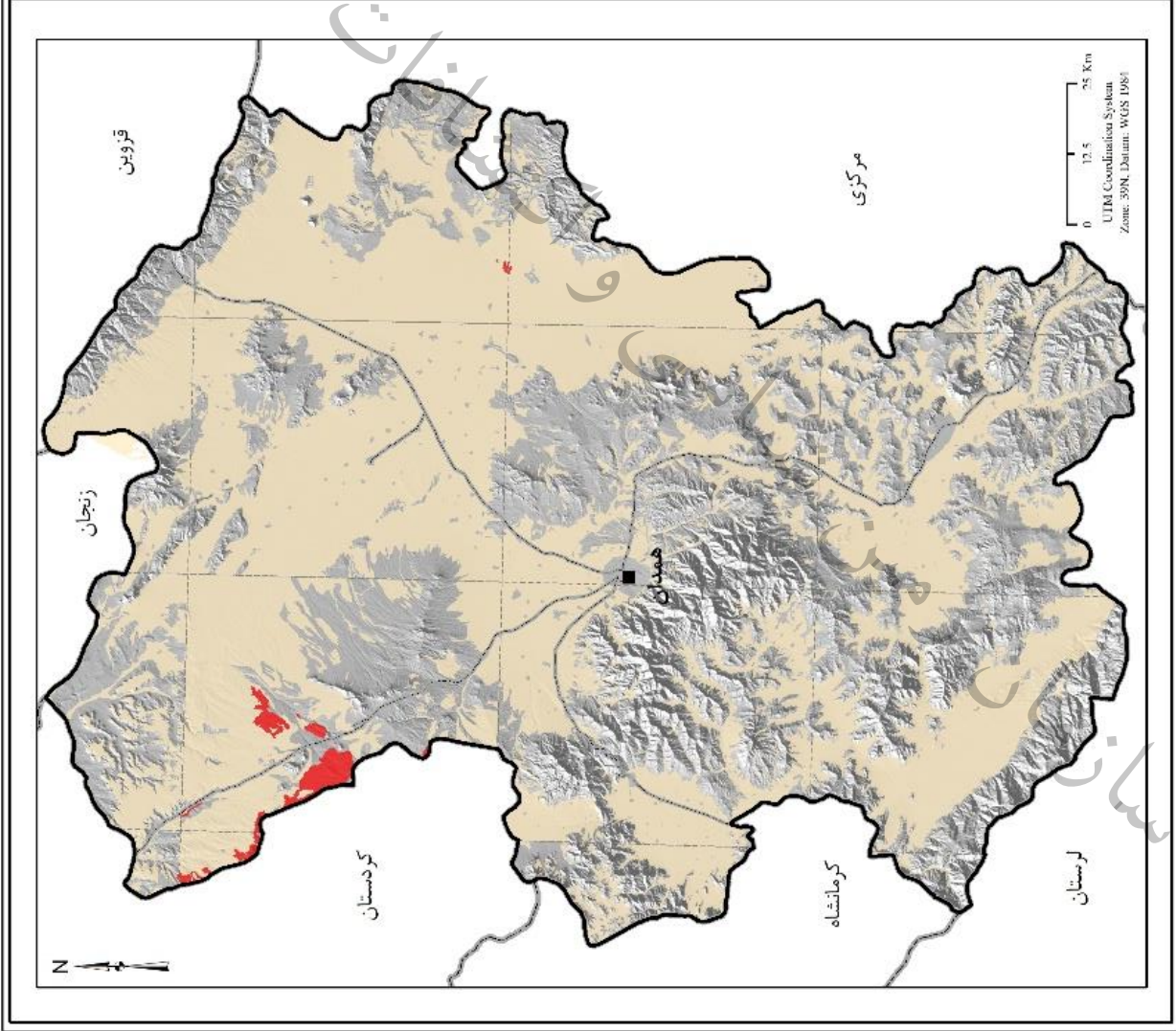
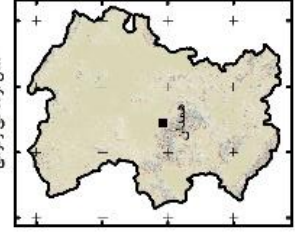
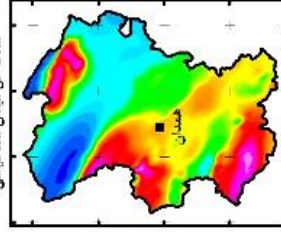
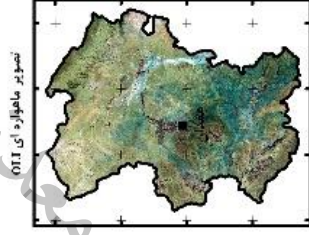
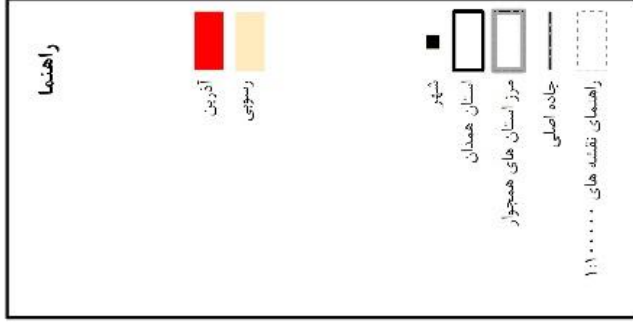
رسوبات عهد حاضر در گستره برکه یکصد هزار همدان شامل نهشته‌هایی در دامنه کوه‌ها و به گونه پادگانه‌های آبرفتی بلند و مخروط افکنه می‌باشد و از کنگلومرای با سیمان سست، دانه بندی نامنظم و قلوه‌های به ابعاد گوناگون پدید آمده است. خاستگاه آنها سیلاب‌هایی می‌باشد که در دوره‌های رسوبگذاری کواترنری ایجاد می‌شده است. نهشته‌های آبرفتی و پادگانه‌ای مسطح دشت را تشکیل می‌دهد که گسترش آن قابل توجه و از قلوه‌های ریز شن و ماسه همراه رس تشکیل شده است، به گونه‌ای فراگیر زمین‌های زراعتی را شامل می‌شود.



نقشه واحدهای سنگی پلیوسن

شکل ۲-۱۲- بروز و واحدهای سنگ شناسی پلیوسن در استان همدان

نقشه واحدهای سنگی کواترنری



شکل ۲-۱۳ - پروژند واحدهای سنگ شناسی کواترنری در استان همدان



در ورقه کبودرآهنگ عمدتاً رسوبات جوان شامل پادگانه‌های آبرفتی قدیمی، مخروط افکنه‌های قدیمی و جوان و پادگانه‌های آبرفتی است.

در ورقه کوهین افزون بر سنگ‌های آتشفشانی کواترنری، نهشته‌های رسوبی با خاستگاه آبرفتی رخنمون دارند که بر پایه تفاوت‌های رخساره‌ای و ریختاری تفکیک شده‌اند: نهشته‌های آبرفتی، سنگ‌های تراورتنی، سنگ‌های بازالتی با دگرسانی اندک و گدازه‌های میانه تا بازیک با ترکیب آندزیت و بازالتی.

واحدهای کواترنر رخنمون یافته در برگه تویسرکان رنج گسترده‌ای از رسوبات را در برمی‌گیرد از جمله نهشته‌های کنگلومرایی سست، پهنه‌های آبرفتی-کوهپایه‌ای، پهنه‌های آبرفتی جوان در برگیرنده شن، ریگ، ماسه و سیلت، پهنه‌های آبرفتی بسیار جوان و مسطحی شامل دانه‌های تخریبی شن، ماسه، سیلت و رس، قطعات واریزه‌ای درشت و ریز، پهنه سیلتی-رسی و در نهایت جوانترین انباشته‌های آبرفتی در بستر رودخانه‌های دائمی و فصلی.

بخش گسترده‌ای از نهشته‌های جوان در برگه نهاوند شامل تناوبی از نهشته‌های کنگلومرایی سخت شده میان لایه‌های مارن رسی به رنگ هوزاده کرم و صورتی و در بعضی نقاط کاملاً رسی به رنگ صورتی یا قرمز کم رنگ است. عناصر سازنده این کنگلومراها را بیشتر ذرات گرد شده یا نیمه گرد شده تشکیل می‌دهند که در پرتگاه‌های بیش از ۳۰ متر در میانه دشت نهاوند دیده می‌شوند.

۲-۷- پهنه‌های ساختاری استان همدان

تأثیر فرآیندهای مختلف زمین‌شناختی، باعث تأثیرات و پیامدهای متفاوتی می‌شود که امکان تفکیک و تقسیم‌بندی نواحی مختلف را به پهنه‌هایی با ویژگی‌های شاخص، مهیا می‌سازد. در شکل ۲-۱۴ پهنه‌های ساختاری استان همدان نشان داده شده است. این بلوک دارای ویژگی‌های ساختاری و زمین‌شناسی متنوعی است، به طوری که در راستای شمال غربی-جنوب شرقی می‌توان در گستره بلوک، عمدتاً چهار پهنه ساختاری شامل پهنه ایران مرکزی، پهنه دگرگونی سندرچ-سیرجان، سنگ‌های آذرین ترشیری وابسته به کمربند ماگمایی ارومیه‌دختر و زیر پهنه زاگرس خرد شده را مشاهده کرد. در زیر به اختصار به شرح ویژگی‌های هر یک از پهنه‌های ساختاری یاد شده می‌پردازیم.

۲-۷-۱- ایران مرکزی

کهن‌ترین سنگ‌های یافت شده بر روی بلوک ایران، در این پهنه جای دارد، بنابراین از نظر تنوع سنگ‌شناسی قابل مقایسه با پهنه‌های دیگر زمین‌ساختی ایران نیست. پهنه ایران مرکزی تنها پهنه‌ای است که پی‌سنگ

بلورین ایران در آن رخنمون یافته است. کامل‌ترین ردیف‌های سنگی پرکامبرین-کامبرین در این پهنه وجود دارد و ردیف‌های رسوبی پالئوزوئیک و مزوزوئیک جای گرفته بر روی این پی‌سنگ قابل مقایسه با سایر پهنه‌های زمین‌ساختی ایران مرکزی است. گسترده‌ترین و ضخیم‌ترین ردیف‌های رسوبی سنوزوئیک در این پهنه شکل گرفته که نتیجه شکل‌گیری پوسته ایران در پایان آخرین فاز کوهزایی آلپی در میوسن است. واحدهای تکتونیکی ایران مرکزی از پروسه‌هایی که قبلاً در ژوراسیک آغاز شدند یعنی فرورانش و برخورد نهایی ورقه‌های عربی-آفریقایی با ورقه ایران، منشأ گرفته‌اند. تأثیر مهم برخورد این ورقه‌ها با پی‌آمد وسیع دیرینه زیست‌جغرافیایی و اقیانوس‌شناختی، بسته شدن تیتیس در طی میوسن بود (Reuter, 2007). از نظر ساختاری و تنوع آن‌ها، پهنه ایران مرکزی دارای گوناگونی بی‌شماری است و از این نگاه است که به چند زیرپهنه تقسیم شده است. این زیرپهنه‌ها از شرق به غرب شامل بلوک لوت، حوضه طبس، زیرپهنه پشت‌بادام و زیرپهنه یزد می‌باشند. سه جزء هسته‌های خرد قاره‌ای داخلی (قبلاً توسط اشتوکلین، ۱۹۶۸ بلوک لوت نامیده می‌شد) یعنی بلوک‌های یزد، طبس و لوت، توسط زون‌های درزه از هم جدا شده‌اند و نسبت به موقعیت اولیه خود باز آرایشی شده‌اند (Babazadeh, 2004).

۲-۷-۲- سنندج سیرجان

پهنه دگرگونی سنندج-سیرجان، به صورت یک نوار ماگمایی دگرگونی با روند شمال غربی-جنوب شرقی به طول بیش از ۱۵۰۰ کیلومتر و عرض بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتر بین کمربند چین خورده و گسلیده زاگرس در قسمت جنوب غربی و نوار ولکانو پلوتونیکی ارومیه‌دختر در شمال شرق امتداد داشته و ادامه آن در عراق و ترکیه نیز قابل پیگیری می‌باشد. از نظر تکتونیکی، پهنه سنندج سیرجان، به عنوان بخشی از کوهزاد زاگرس از جدا شدن قاره ای و برخورد دوباره بین سکوی قاره‌ای عربی و ایران تکوین یافته است. این پدیده، که قسمتی از کوهزاد تیتیس را شامل می‌شود، بین اوراسیا و قسمت‌های مختلف گندوانا اتفاق افتاده است (شنگور ۱۹۸۴). محجل (۱۹۹۷)، پهنه سنندج سیرجان را، با توجه به ویژگی‌های ساختاری و واحدهای سنگ چینه‌ای آن، به چندین زیر پهنه با راستای شمال غربی-جنوب شرقی تقسیم نموده است که از جنوب غربی به سمت شمال شرقی عبارتند از: ۱- زیرپهنه با دگرشکلی پیچیده ۲- زیرپهنه حاشیه‌ای ۳- زیرپهنه رادیولاریتی ۴- زیرپهنه افیولیتی ۵- زیرپهنه بیستون.

بسیاری از محققین، محیط اولیه تشکیل پهنه سنندج سیرجان را کافت درون قاره‌ای و حوضه‌های اولاکوزن و اولاکوزئوسنکلینال دانسته‌اند (اشتوکلین ۱۹۶۸، نبوی ۱۳۵۵، بربریان و کینگ ۱۹۸۱ و سبزه‌ای ۱۹۷۴ و



۱۳۷۵) که بعداً تکامل و گسترش آن باعث ظهور اقیانوس نئوتتیس شده است. پیدایش ماگماتیسم آلکالن در پرکامبرین پسین و پالئوزوئیک در بسیاری از نقاط ایران، همگی مبین بازشدگی و تشکیل کافت در این دوران است. به نظر می‌رسد که در زمان اردوویسین فوقانی، شکافت بین دو ورقه ایران و توران وجود داشته و در پهنه سندنچ سیرجان نیز همین عامل باعث شکافتن شده باشد (سبزه‌ای، ۱۹۷۴). بر اساس محجل و همکاران (۲۰۰۳)، باز و بسته شدن تتیس حاصل فاز کششی-تراکمی است که از اواخر پالئوزوئیک تا دوران سنوزوئیک ادامه داشته است. تأثیر این فاز به صورت دگرگونی ناحیه‌ای، فرورانش، ماگماتیسم کالک آلکالن و برخورد صفحه عربی و ایران در اواخر کرتاسه و اوایل ترشیری و پیامد آن، ایجاد پهنه‌های برشی همراه با بالا آمدگی ناحیه‌ای در میوسن نمود یافته است. جای گرفتن سازندهای قدیمی پرکامبرین در زیر رسوبات ائوسن و الیگومیوسن نشانه وجود یک برجستگی قدیمی از زمان پرکامبرین تا حداقل کرتاسه (به دلیل وجود شیل، اسلیت و فیلیت‌های کرتاسه) بوده و مؤید این ادعاست که در طی فاصله زمانی یاد شده احتمالاً رسوبگذاری صورت نگرفته است.

۲-۷-۳- سنگ‌های آتشفشانی-نفوذی ارومیه دختر

این پهنه که بخش‌هایی از استان همدان را با روند شمال غربی-جنوب شرقی زیر پوشش دارد، بخشی از کمان ماگمایی ارومیه‌دختر است و با داشتن فعالیت آتشفشانی شدید در ترشیری متمایز می‌شود. افزون بر آن، پلوتونیسیم ترشیری نیز در آن اهمیت زیادی دارد. این کمان در حاشیه جنوب غرب ایران مرکزی قرار دارد و به صورت نواری طویل، در امتداد و به موازات پهنه سندنچ سیرجان و زاگرس واقع است و این پهنه کمان ولکانو پلوتونیک ترشیری غرب ایران را تشکیل می‌دهد و از شمال به ترکیه و قفقاز می‌رسد (معین وزیری، ۱۳۷۷).

درازای این پهنه حدود ۱۵۰۰ و پهنای آن ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر است که از غرب دریاچه ارومیه آغاز می‌شود و در یک راستای شمال غربی-جنوب شرقی تا گسل میناب، در شمال بندرعباس ادامه می‌یابد. پهنه ارومیه دختر دارای روند شمال غربی-جنوب شرقی است و یکی از گسسته‌ترین و طویل‌ترین مناطق ساختاری ایران زمین می‌باشد. این پهنه علاوه بر تغییر شکل برشی، تحت تأثیر فشردگی نیز قرار گرفته است. نوگل سادات (۱۳۶۴ و ۱۹۷۸) بر این باور است که در کمان ماگمایی ارومیه دختر، وابستگی هندسی عناصر ساختاری گوناگون، منطبق بر ساز و کار برشی راستگرد با پهنای ۱۰۰ کیلومتر است، در این گونه نواحی، گسل‌ها بیشتر از نوع فشرده و منحنی شکل بوده و اغلب با بازشدگی همراه هستند. در نتیجه، حتی در مراحل فشردگی، شکستگی‌ها باز و خروج ماگما امکان پذیر است. فعالیت آتشفشانی این نوار از کرتاسه زیرین با گدازه‌های

اسیدی شروع شده و در ائوسن به اوج خود می‌رسد. در ائوسن فوران‌های اولیه کالک‌آلکان و زیر دریایی بوده، سپس انواع سنگ‌های آتشفشانی مانند آندزیت، ریولیت، لاتیت، ریوداسیت، توف و ایگنیریت، که به طور متناوب کالک‌آلکان و آلکان می‌شوند، با حجم‌های مختلف و بدون نظم و ترتیب خاصی در سطح رخنمون دارند (نوگل سادات ۱۳۶۴). در ائوسن بالایی ترکیب گدازه‌ها بیشتر به طرف آلکان و پرآلکان میل می‌کنند و باز هم نظم و ترتیب خاصی در آن دیده نمی‌شود و در الیگومیوسن گاه ویژگی‌های زیردریایی و گاه قاره‌ای دیده می‌شود، که دارای تنوع کمتری نسبت به فوران‌های ائوسن بوده و عمدتاً شامل آندزیت و ریوداسیت است. این کمان بدلیل پتانسیل معدنی بسیار بالا و داشتن ذخایری در حد کلاس جهانی از گذشته مورد توجه صاحب نظران و مسئولین امر در زمینه اکتشاف بوده است.

۲-۷-۴- زیر پهنه زاگرس خرد شده

زاگرس را از دیدگاه‌های مختلفی می‌توان تقسیم‌بندی کرد. از دیدگاه زمین‌ریخت‌شناسی زاگرس را می‌توان در راستای طولش به دو زیرپهنه زاگرس مرتفع و زاگرس چین‌خورده تقسیم کرد. مرز این زون‌ها گسل است. در اولین تقسیم‌ساختاری ایران توسط اشتوکلین (۱۹۶۸) زاگرس به عنوان کمربندی که در لبه (گوه) شمال شرقی ورق عربستان ایجاد شده است، تعیین شد و شامل دو قلمرو اصلی است که زون سنندج-سیرجان را از جلگه شط العرب (حوضه پیش‌بوم) جدا می‌کند: زون راندگی زاگرس در شمال شرق و کمربند چین‌خورده زاگرس در جنوب غرب.

اغلب نویسندگان (به غیر از علوی، ۱۹۹۴) کوهزایی زاگرس را به دو بخش عمده تقسیم کردند:

۱) زون خارجی زاگرس که شامل کمربند چین‌خورده ساده (کمربند چین-رانده زاگرس) و زاگرس مرتفع (زون خرد شده) است.

۲) زون داخلی که شامل کمان ماگمایی سنندج-سیرجان و ارومیه‌دختر است (عمرانی، ۲۰۰۸).

زاگرس مرتفع را به نام زون راندگی‌ها، زاگرس رانده، زاگرس داخلی و زون خردشده یا فلسی شده نیز می‌نامند. زاگرس مرتفع نوار طویل و نسبتاً باریکی است به عرض ۶۵-۱۰ کیلومتر که در فاصله بین زمین‌درز یا گسل اصلی و گسل زاگرس مرتفع قرار گرفته است. زاگرس مرتفع بیشترین تغییر شکل‌ها را متحمل شده است و در شمال غرب آن لایه‌های به شدت چین و گسل خورده (فلسی شده) را می‌توان مشاهده کرد. ریخت‌شناسی برجسته و افزایش ضخامت پوسته در این قسمت ناشی از عملکرد راندگی‌هاست (مطیعی، ۱۳۷۴). چین‌ها به سمت جنوب غربی به تدریج بازتر می‌شوند. در این زون، گسل‌های رانده متعدد با شیب عمومی به سمت شمال شرق، سبب رانده شدن واحدهای سنگی به سمت جنوب غرب شده‌اند.



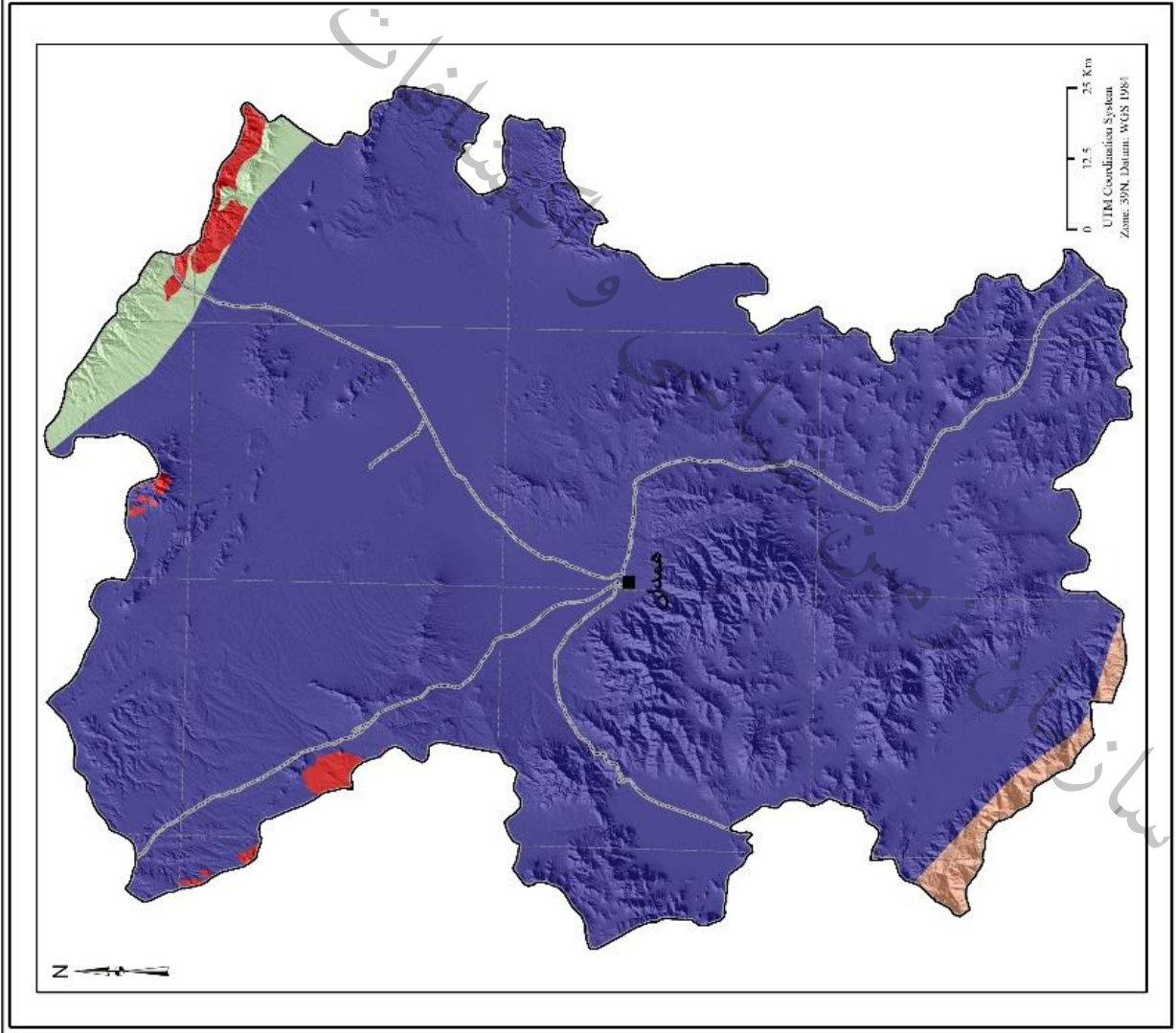
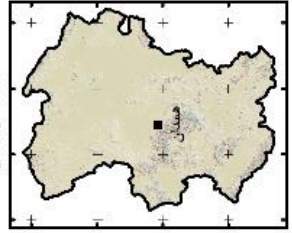
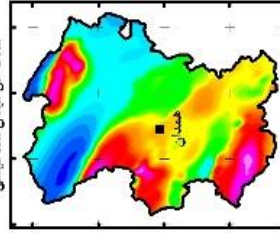
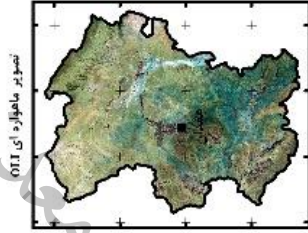
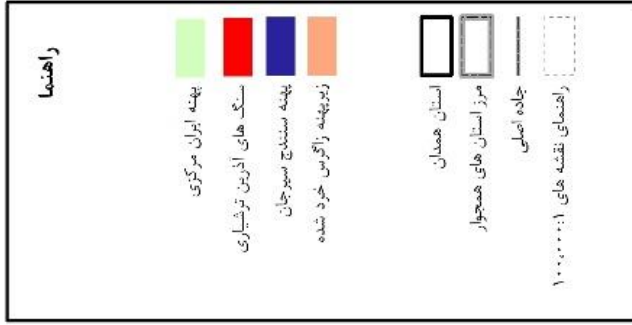
از نظر علوی (۲۰۰۷) زاگرس مرتفع در جنوب غربی کمان ماگمایی ارومیه-دختر قرار گرفته و شامل دو زون سنندج-سیرجان و زون تراستی زاگرس است. این زون هسته کوهزایی را تشکیل می‌دهد و شامل سیستم‌های تراستی است که رنج سنی کرتاسه-پسین تا عهد حاضر را تشکیل می‌دهند.

رخنمون‌هایی از پوسته اقیانوسی (افیولیت‌ها) در شمال زمین‌درز حاصل از برخورد بین ورقه‌های عربی و ایران را می‌توان حد شمالی راندگی‌های این زون در نظر گرفت. تغییر شکل‌ها و رخدادهای زمین‌ساختی در بخش‌های مختلف این زیرپهنه همزمان نیست ولی به‌طور کلی قدیمی‌تر از تغییر شکل‌های زاگرس چین‌خورده است. در زاگرس مرتفع اثری از فعالیت‌های ماگمایی و دگرگونی مشاهده نمی‌شود.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



نقشه پهنه های ساختاری استان همدان



شکل ۲-۱۴ - نقشه پهنه های ساختاری در استان همدان



۲-۸- گسل‌ها و چین‌ها

گسل‌ها نوعی ساختار خطی همراه جابجایی هستند که بر تحولات زمین ساختی و همچنین تکوین حوضه‌های ساختاری-رسوبی اثر درخور توجه دارند. گسل‌ها با شکستگی‌هایی که در پوسته زمین ایجاد می‌کنند فضای مناسبی جهت حرکت ماگما و محلول‌های گرمایی فراهم می‌نمایند. بسیاری از عناصر معدنی همراه محلول‌های گرمایی در همین شکستگی‌ها جای گیر می‌شوند. لذا یکی از داده‌های کلیدی جهت اکتشاف مواد معدنی همین گسل‌ها می‌باشند.

با توجه به گسترش محدوده وسیعی از استان همدان در پهنه ساختاری سنندج-سیرجان شاهد گسل‌ها و شکستگی‌های فراوانی هستیم که می‌شود روند کلی شمال غرب-جنوب شرق را برای آنها متصور شد (شکل ۱۵-۲). در ادامه به شرح گسل‌های مهم استان همدان پرداخته می‌شود.

نظر به گسترش ورقه یکصد هزار ملایر در پهنه فشارشی سنندج-سیرجان، چنین انتظار می‌رود که گسل‌های سرتاسری و راندگی‌های بزرگی را به توان در روی زمین مشاهده کرد ولی به لحاظ گستردگی اسلیت‌ها و فیلیت‌های ژوراسیک که هم تحت تأثیر عواملی مانند فشار، حرارت و ... قرار گرفته‌اند و از سویی دیگر خود به صورت شکل پذیر عمل می‌کنند، گسل‌های این واحد به خوبی مشخص نمی‌باشد. گسل‌هایی که در برگه یکصد هزار ملایر قابل نامگذاری می‌باشند عبارتند از:

گسل راندگی زاگرس: طول کمی از این گسل در محدوده ورقه ملایر واقع می‌شود، در محل روستای چقابل در منتهی الیه جنوب غربی ورقه در سطح این گسل سنگ‌های دگرگونه تریاس متعلق به پهنه سنندج - سیرجان بر روی رسوبات شبه فلیش میوسن مربوط به زاگرس رانده شده است شیب این گسل به سمت شمال شرق است.

گسل راندگی الوان گمر: سنگ‌های ولکانیکی و سنگ‌آهک‌های دگرگونی تریاس در نواحی روستاهای الوان کمربالا و زاغه-انوچ به صورت یک سفره رورانده (نپ) بر روی اسلیت‌های ژوراسیک رانده شده‌اند، گسل‌های کوچکی نیز در ناحیه مشاهده می‌شود.

از ساختمان‌های زمین‌شناسی می‌توان به ناودیس کوچکی در نهشته‌های کرتاسه در شرق شهر ملایر اشاره کرد محور این ناودیس تقریباً شرقی-غربی است. ناودیس‌های کوچک دیگری نیز در سطح ورقه مشاهده می‌شود.

وضعیت ساختمانی برگه یکصد هزار همدان به علت داشتن تکتونیک پویا از پیچیدگی ویژه‌ای برخوردار است و ارتباط واحدهای رسوبی به طور معمول گسله است. گسل‌های سراسری و راندگی‌های بزرگی در آن قابل مشاهده است که درازای آنها به چندین ده کیلومتر می‌رسد. ولی به علت این که نهشته‌های اسلیتی و فیلیتی

به صورت شکل پذیر عمل می‌کنند، گسل‌های رخ داده به خوبی مشخص نیستند. بیشتر گسل‌ها شیب لغز با مؤلفه راستالغز به طول چندین کیلومترند. بیشترین جهت یافتگی به صورت همیوگ در دو جهت N45 و N345 هستند و راستای گسل‌های اصلی شمال غربی- جنوب شرقی و شیب آنها به طور معمول به سوی شمال شرق است. مهمترین گسل‌های این ناحیه عبارتند از :

گسل کشین- سیمین: این گسل با روند کلی شمال غربی- جنوب شرقی و به درازای ۱۵ کیلومتر، تا روستای سیمین، مرز میان دگرگونی ناحیه ای و مجاورتی است. شیب گسل NE 70 و سازوکار آن معکوس می‌باشد. **گسل یلفان- ارزان فود- نینجه:** این گسل به موازات گسل کشین از سد اکباتان تا روستای نینجه با راستای NW-SE امتداد دارد، طول آن حدود ۳۰ کیلومتر بوده و مرز غربی پگماتیت‌های منگاو یا آندالوزیت شپست ها را کنترل می‌کند. شیب گسل NE 67 و ساز و کار آن معکوس است. این گسل در اطراف خود ریز گسل‌هایی را پدید آورده که در مقطع میکروسکوپی جابجایی کانیهای صفحه‌ای و هماتیزاسیون در سطحشان قابل توجه هستند.

گسل تفریجان منگاو- کندلان: این گسل در حوالی علی آباد از گسل یلفان- ارزان فود- نینجه جدا شده و تا کندلان ادامه پیدا می‌کند و سرانجام از منطقه خارج می‌شود، روند آن NW-SE است ولی در حوالی منگاو تغییر روند می‌دهد و راستای آن تقریباً شمالی جنوبی می‌گردد. درازای آن ۳۵ کیلومتر و ساز و کار آن معکوس با مؤلفه راستالغز و شیب حدود NE 59° است.

گسل انجلاس- ورکانه: شیب این گسل به سمت شمال شرقی و دارای مولفه شیب لغز معکوس است. **گسل سیاه کمر- علوی:** این گسل با راستای NW-SE و همروند با گسل‌های پیشین از سیاه کمر تا علوی ادامه یافته و سرانجام از ناحیه خارج می‌گردد، یکی از گسل‌های مهم و دراز منطقه می‌باشد، زیرا سنگ‌های نادگرگونه را در مجاورت سنگ‌های دگرگونه دارای دو خطواره قرار داده و مرز میان ژوراسیک و نهشته‌های دگرگونی ناحیه‌ای را کنترل می‌کند. شیب گسل حدود NE 55° و ساز و کار آن راندگی است.

گسل‌های دیگری نیز در منطقه هستند که نامی برای آنها نمی‌توان متصور شد ولی در تکوین ساختارهای دگرشکلی همانند گسل‌های بزرگ موثرند، آن چنان که اکثر گسل‌ها از نوع معکوس با شیب به سمت شمال شرق بوده و مؤلفه امتداد لغز نیز دارند.

به دلیل کوتاه شدگی زون‌ها در جنوب شرقی همدان، پیدایش قریب به اتفاق گسل‌ها را شاید بتوان در ارتباط با توده نفوذی الوند دانست.

از ساختهای چین خوردگی مهم می‌توان به ناودیس بزرگ سرخ آباد اشاره کرد که در شرق همدان در بین واحدهای چین‌های زمان الیگومیوسن رخ داده است. راستای محوری آن NW-SE بوده و پلانچ‌دار است و



همبری یال جنوبی با نهشته‌های کربناته کرتاسه به صورت ناپیوستگی زاویه‌دار و شیب لایه‌های آن اندک (۲۰-۱۰ درجه) است. این واحد در گوشه شمال شرقی ورقه نیز ساخت ناودیسی دارد.

گسل‌ها در محدوده برگه یکصد هزار رزن بیشتر از نوع گسل‌های طولی هستند و در راستای شمال باختر- جنوب شرق جریان دارند و بیشتر آنها در شمال ورقه گردآمده و یک زون گسله را بوجود آورده‌اند. گسل‌های عمده شامل موارد زیر هستند:

گسل ازناو-مرغ آباد: درازایی برابر ۳۰ کیلومتر دارد. شیب و نوع گسل، معکوس و عملکرد آن چپ گرد است.

گسل مقصودآباد - رزن: این گسل در نهشته‌های کواترنری دیده می‌شود و از گسل‌های جوان منطقه به شمار می‌آید.

گسل عمرآباد - خیابک: امتداد لغز چپ گرد است.

گسل کرفس - سوزن: نوع امتداد لغز چپ گرد است.

گسل شمال گوزل دره: این گسل از نوع معکوس است.

زون گسلی شمالی: بیشتر این گسل‌ها از نوع معکوس هستند.

گسل احمدآباد - کاروانسرا: این گسل از نوع معکوس است.

چین‌های این ورقه از نوع چین‌های وابسته به گسل هستند و همه آنها در نزدیکی گسل از ناو-مرغ آباد دیده می‌شوند. از جمله می‌توان به ناودیس کوسعلی و تاقدیس بارزان، ناودیس قمشانه و تاقدیس ینگجه و تاقدیس آقچه قلعه اشاره کرد.

در برگه کبودرآهنگ با توجه به پوشش شدید منطقه توسط ته نشست‌های کواترنر و نبود تأثیر فازهای تغییر شکلی شدید پس از رسوبات کواترنر، بیشتر ساختمان‌های موجود در منطقه، از جمله گسل‌ها، پوشیده‌اند و تنها شماری ناچیز از ساختمان‌های گسلیده در سطح زمین دیده می‌شوند. روند گسل‌های دیده شده در محدوده گستره، W,NW-E,SE است که هم راستا با روند محور چین خوردگی‌های موجود در منطقه است. از ساختمان‌های چین خوردگی مهم منطقه می‌توان به ناودیس بزرگ قره بلاغ اشاره کرد که در شمال شرقی ورقه کبودرآهنگ در میان واحدهای چین‌های الیگومیوسن دیده می‌شود.

گسل‌های برگه یکصد هزار کوهین از نظر اهمیت به دو گروه تقسیم می‌شوند. گسل‌های راندگی و سپس گسل‌های راستالغز و عادی. شیب گسل‌های راندگی بسیار کم (کمتر از ۲۰ درجه) است. بیشترین شیب اندازه گیری شده ۲۰ درجه و کمترین آن حدود ۵ درجه است. مهمترین و بزرگترین چین منطقه، ناودیسی است بنام ناودیس پیرلوک در جنوب باختر ورقه. روند محور چین شرقی-غربی است. جوان ترین سنگ‌های هسته

چین افزون بر نهشته‌های کواترنری، سنگ‌های بازالتی کواترنری است که بخش‌هایی از مناطق شمالی چین را پوشانده و نشان می‌دهد که سری ائوسن-اولیگوسن در طی میوسن دوباره دگرریخت شده‌اند.

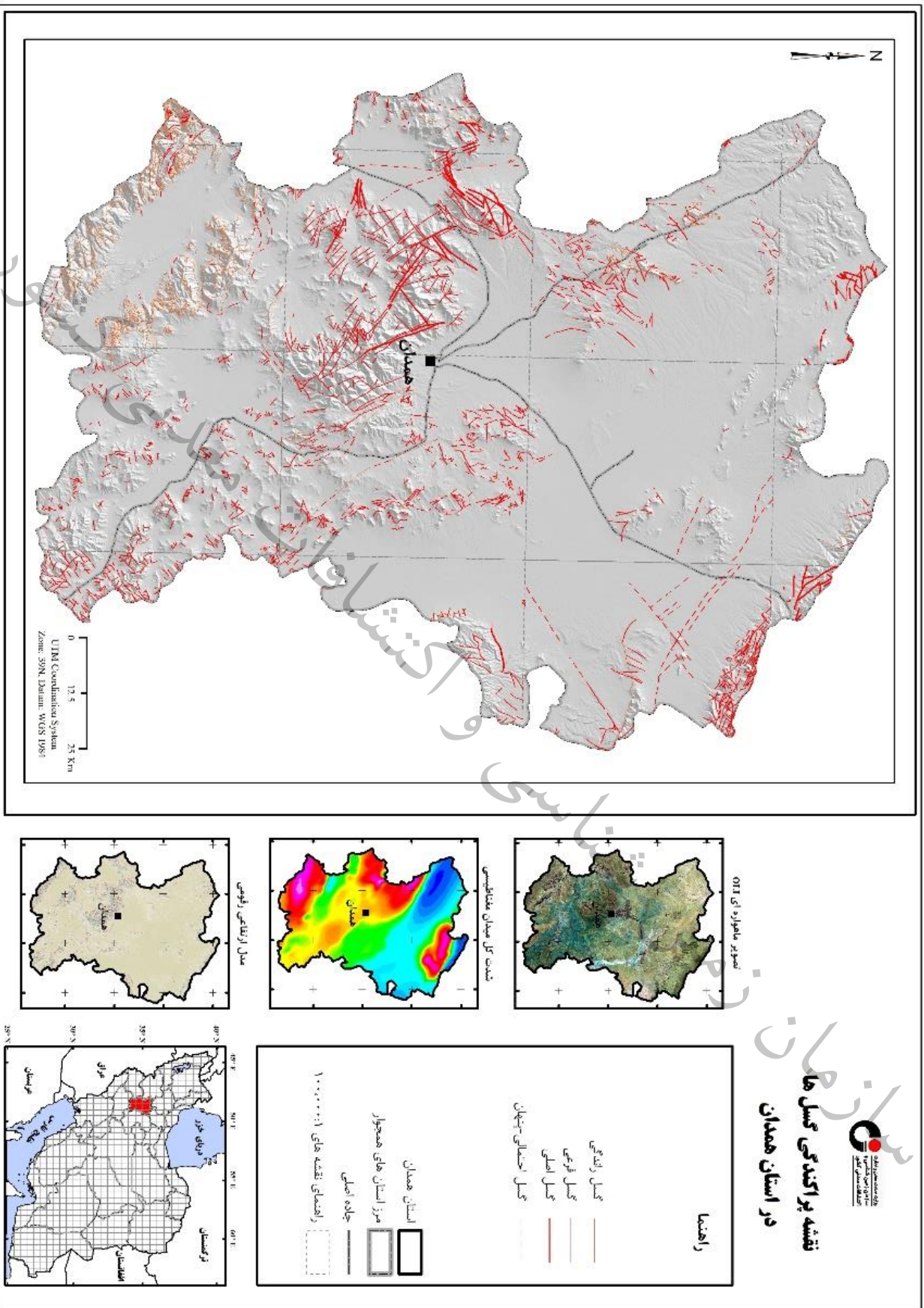
به دلیل وضعیت تکتونیکی ویژه و نفوذ توده‌های پلوتونیک پرشمار و دگرشکلی‌های پیچیده ساختمان‌های زمین‌شناختی در محدوده برکه یکصدهزار توپسرکان، ارتباط واحدهای رسوبی بیشتر گسله است. نفوذ توده‌های الوند و آلمابولاغ و شکل پذیر بودن بسیاری از نهشته‌های موجود در منطقه به ویژه شیست‌ها، فیلیت‌ها و میکاشیست‌ها سبب شده است تا ساز و کار گسل‌های موجود در ورقه به خوبی قابل تشخیص نباشند. به طور کلی گسل‌های سراسری و راندگی‌های بزرگ در این ورقه شناخته نشده است. بیشترین روند گسل‌ها در راستای NE-SW و NW-SE است. از ساختمان‌های زمین‌شناسی قابل ذکر می‌توان به ناودیس کوه خان گورمز و همچنین ساختمان دیاپیرگونه‌ای که در کوه آلمابولاغ دیده می‌شود، اشاره نمود.

برکه نهانند اساساً از ورقه‌های متعدد رورانده که به صورت سفره‌هایی در آمده‌اند، تشکیل شده است. این ورقه‌های رو رانده نقش تعیین کننده‌ای را در پراکندگی واحدهای سنگی موجود در منطقه ایفا کرده اند. تمامی منطقه از ورقه‌های رو رانده تشکیل شده که بعضی از آنها کوچک و به صورت منفرد، برخی دیگر بزرگ و احتمالاً اجزائی از یک مجموعه دوپلکس هستند.

در گستره ورقه بیجار گسل‌های متعددی وجود دارند که از جمله آنها می‌توان به حضور چندین گسل موازی با امتداد شمال شرقی-جنوب غربی در نزدیکی شهرستان بیجار اشاره نمود. مهم‌ترین این گسل‌ها، گسل بیجار با عملکرد چپگرد است که با امتداد چندین گسل به نسبت کوچک در محل کنونی شهر بیجار تلاقی دارد. از دیگر عوامل ساختمانی منطقه ناودیس‌هایی هستند که یکی در شمال شرق روستای بابا فقیه، در میان واحد کنگلومرای الیگوسن و دیگری در جنوب شهر بیجار، در میان واحد سنگ آهک میوسن مشخص شده‌اند.

گستره یکصدهزار هرسین از صفحات بی‌شمار رانده‌ای تشکیل یافته است که از ساختمان‌های بارز موجود می‌توان بازمانده‌های تکتونیکی و پنجره‌های تکتونیکی را نام برد که در سفره‌های (نپ) گوناگون به زیبایی خودنمایی می‌کنند. به جز ساختمان‌های گسله می‌توان از چین‌ها نام برد که به صورت چین‌های برگشته ناشی از گسلش در شمال صحنه و چین‌های برگشته در جنوب غربی نقشه و چین‌های باز سنگ‌های آهکی متعلق به زمان میوسن در شمال شرقی هرسین نام برد.

گسلش در جنوب غربی ورقه سنقر شدت بیشتری داشته، سفره‌های رورانده متعددی نیز مشاهده می‌شود، همچنین تعداد زیادی از گسل‌ها از نوع تراستی و یا معکوس بزرگ زاویه است. گسل‌های نرمال و امتداد لغز خیلی کم دیده می‌شوند و اغلب گسل‌ها و شکستگی‌های کوچک منطقه را تشکیل می‌دهند.



**نقشه پراکندگی کسل ها
در استان همپان**



شکل ۲-۱۵ - نقشه پراکندگی کسل ها در استان همپان

۲-۹- سنگ‌های آذرین استان همدان

همان‌طور که در شکل ۲-۲۰ نشان داده شده است به جز شرق استان، در بیشتر بخش‌های استان توده‌هایی از سنگ‌های ولکانیکی، پلوتونیک و یا آذرآواری قابل مشاهده است. در نیمه شمالی استان همدان برونزد سنگ‌های آذرین عمدتاً در رنج سنی سنوزوئیک و در نیمه جنوبی در محدوده مزوزوئیک و اوایل سنوزوئیک قرار می‌گیرد (شکل ۲-۱۶). در ادامه به شرح واحدهای آذرین رخنمون یافته در سطح استان همدان به تفکیک هر چهار گوش یکصد هزار پرداخته می‌شود.

در گستره برکه یکصد هزار ملایر توده‌های متعددی نفوذ کرده‌اند تمامی آنها در بخش جنوبی ورقه و در میان نهشته‌های متعلق به تریاس و ژوراسیک واقع شده‌اند. روند عمومی این توده‌ها شمال غرب-جنوب شرق است. رخنمون توده بزرگ گراندیوریتی ناحیه از ورقه ملایر از روستای حسین آباد ناظم شروع شده و به سمت جنوب شرق در ورقه‌های بروجرد، شازند، ورچه و الیگودرز برونزد دارد. از نگاه ریخت‌شناسی این سنگ‌های آذرین درونی معمولاً از ارتفاع نسبتاً کوتاهی برخوردارند و بعضاً در اثر فرسایش دگرسانی شدن به صورت زمین‌های کشاورزی و دشت در آمده‌اند. در اثر نفوذ این توده‌ها در سنگ‌های میزبان در محل همبندی آنها انواع سنگ‌های دگرگونی مجاورتی نظیر شیست لکه دار، هورنفلس و اسکارن تشکیل شده است. دایک‌های نفوذی فراوانی با ترکیب‌های مختلف و در نقاط مختلف ورقه مشاهده می‌گردند که روند عمومی و اصلی آنها شمال غرب - جنوب شرقی است.

در غرب روستای خمیگان در محدوده برکه رزن واحدی شامل توده نفوذی میکرومونزدیوریتی رخنمون دارد که واحدهایی به سن الیگومیوسن را قطع کرده است. بافت سنگ‌های این واحد میکروگرانولار پورفیری است و در ترکیب کانی شناختی آنها بلورهای پلاژیوکلاز از نوع الیگوکلاز-آلبیت، کلینوپیروکسن، آمفیبول و به مقدار کم آلکالی فلدسپار دیده می‌شود.

در شمال شرقی برکه کبودرآهنگ، میان روستاهای نینج و غلامعلی، توده نفوذی مونزدیوریتی که ترکیب آن در بعضی قسمت‌ها به میکرومونزدیوریت و کوارتز مونزدیوریت تبدیل می‌شود رخنمون دارد. آپوفیزهایی از این توده در واحدهای پیرامون آن نیز دیده می‌شود. در ترکیب کانی شناختی آنها بلورهای پلاژیوکلاز از نوع الیگوکلاز-آلبیت-کلینوپیروکسن-آمفیبول و به مقدار کم آلکالی فلدسپار دیده می‌شود. کانیهای فرعی، شامل آپاتیت، لوکوکسن، اکسید آهن، اسفن و کانیهای اوپاک هستند و کانیهای ثانوی را سریسیت، اپیدوت، پرهنیت، کوارتز، کلریت و کانیهای رسی تشکیل می‌دهند.



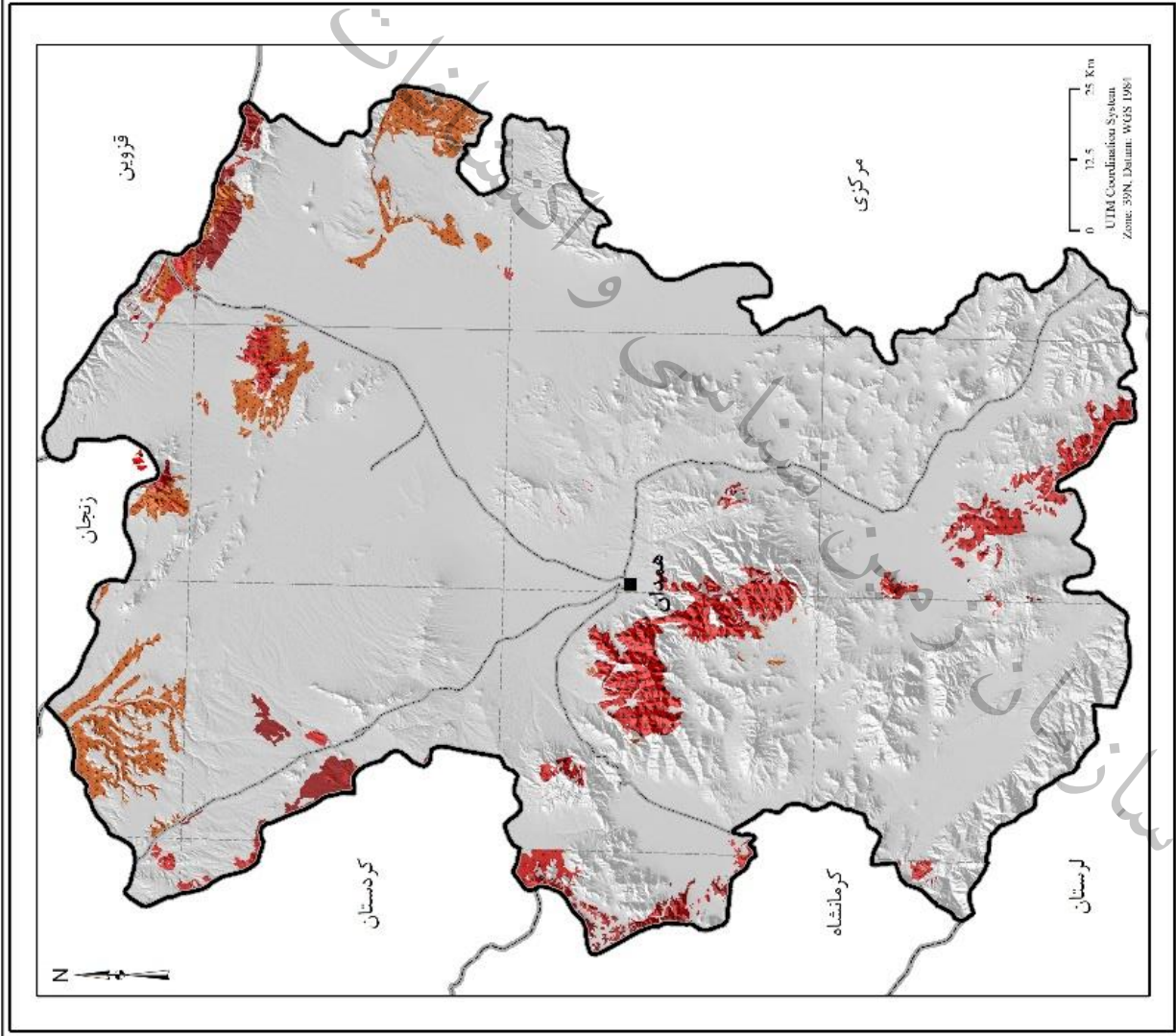
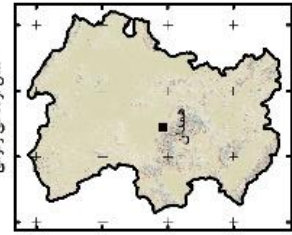
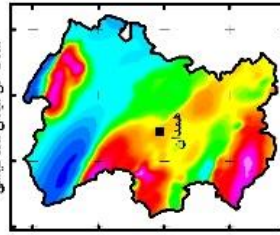
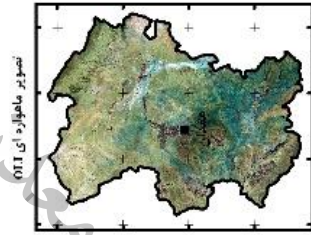
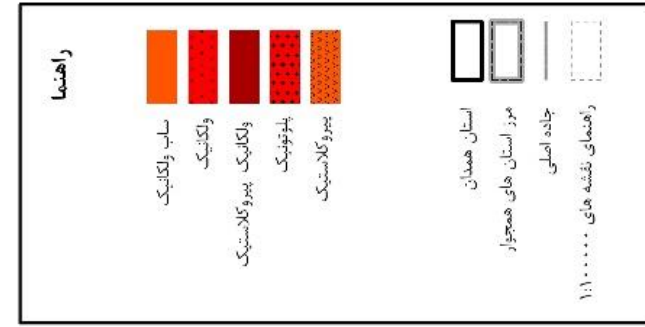
کهنسال‌ترین واحد آتشفشانی در ورقه کوهین را می‌توان در پیرامون روستاهای بهارلو-داشکسن مشاهده کرد. در این محدوده، گدازه‌ها بیشتر ترکیب آندزیتی دارند و بافت آنها پورفیری است. در لابلاهی سنگ‌های آندزیت پورفیری می‌توان لایه‌های از پیروکسن آندزیت را نیز مشاهده نمود. در بخش غربی ورقه کوهین مجموعه‌ای از نهشته‌ها و سنگ‌های آذرآواری با رنگ کرم رخنمون دارد که همبری آنها با سنگ‌های کهن‌تر پوشیده است. گسترش واحدهای آذرآواری از شرق به قباقل تپه و بابا شیداله و از جنوب به گنداب بالا محدود می‌شود. در برخی نقاط افق‌های از لاهار نیز در داخل و یا بر روی واحدهای آذرآواری وجود دارد.

از ویژگی‌های آشکار در محدوده ورق تویسرکان برونزد توده‌های نفوذی گابرویی و گرانیتوئیدی است که به صورت سنگ‌های آذرین بازیک و اسیدی در کوه آلمابولاغ و کوهستان الوند با رخساره‌های گوناگون نمایان شده و مجموعه متنوعی از سنگ‌های گابرویی، گابرو-دیوریتی، سینیتی، گرانیتی-گرانودیوریتی، گرانیت‌های پنوماتولیتیکی هولولوکوکرات و ... پدید آورده است. گرانیت الوند که در محدوده برکه تویسرکان رخنمون گسترده‌ای یافته است دارای بافت پرفیری بسیار مشخص می‌باشد، به طوری که بلورهای میکروکلین پرتیت در آن گاهی به درازای ده سانتی متر می‌رسد. از دیدگاه سنگ‌شناختی، این سنگ‌ها گرانیت و گرانودیوریت، مونزوگرانیت و سینوگرانیت هستند. در درون این توده گرانیتی و بیشتر در حاشیه‌های آن بخش‌هایی دیده می‌شود که ترکیب آنها تونالیتی و کوارتز دیوریتی است (شکل ۲-۱۷).

توده متادیوریت-گابرویی آلمابولاغ در سه نقطه برونزد دارد ولی از دیدگاه گسترش بسیار کوچکتر از توده الوند است. در کوه آلمابولاغ رخنمون‌هایی از سنگ‌های بیشتر متاکوارتز سینیتی دیده می‌شود که دارای ترکیب سنگ‌شناختی کوارتز سینیت، گرانودیوریت و کمی میکروکوارتز مونزوسینیت است. این سنگ‌ها توپوگرافی ملایمی دارند و در بیشتر جاها توسط واریزه‌ها پوشیده شده‌اند. گاهی نیز به مقدار کم توسط گرانیت‌های آکالن رگه‌ای قطع شده‌اند.

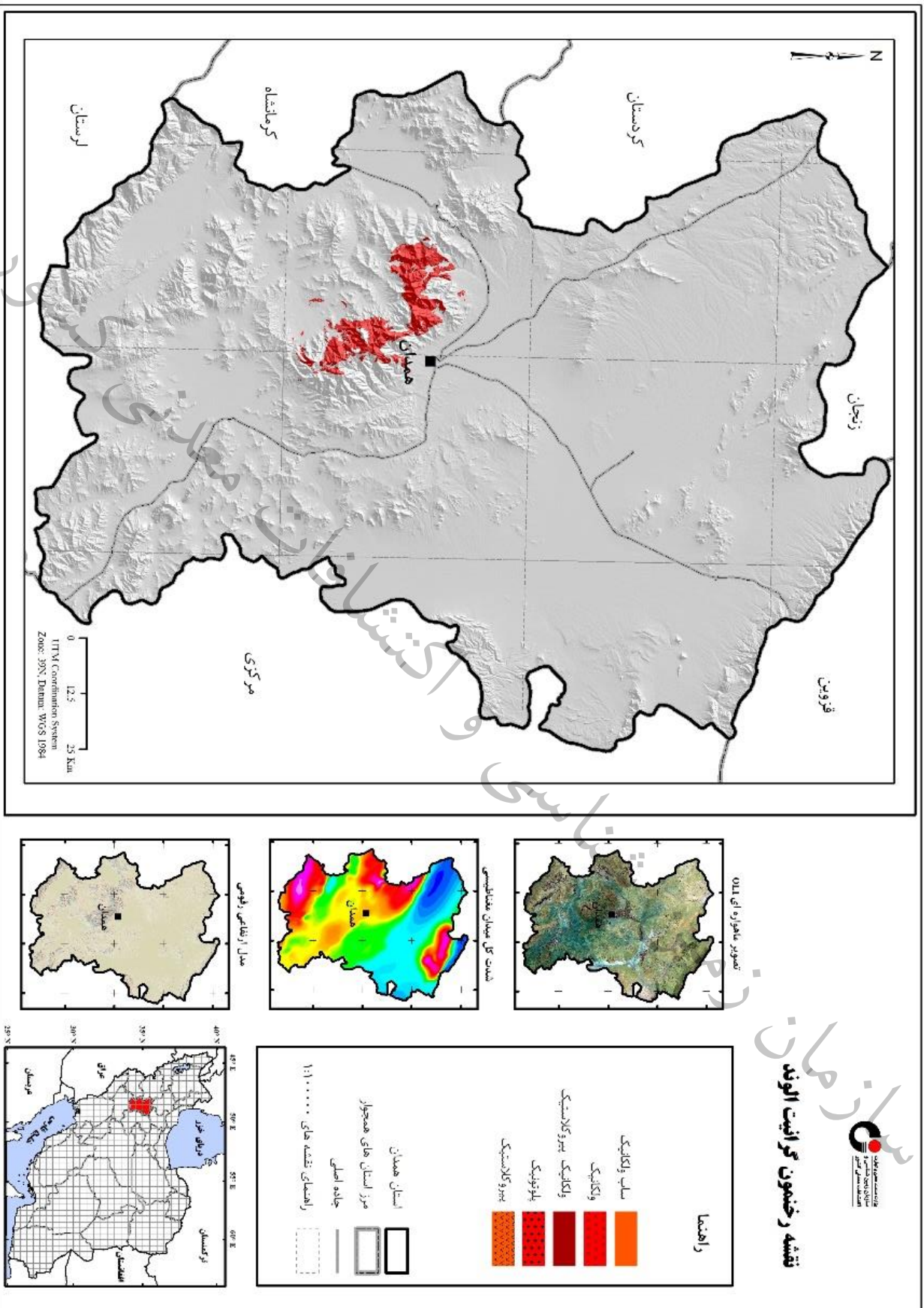


نقشه پراکندگی سنگ های آذرین در استان همدان



شکل ۲-۱۶ - نقشه رخنمون سنگ های آذرین در استان همدان

نقشه رخمون گرانبه الوند



شکل ۲-۱۷- نقشه رخمون توده نفوذی گرانبه الوند

سنگ‌های آذرین نفوذی در منطقه همدان در سطح گستره‌ای نمایان گردیده‌اند. از این مجموعه دو توده بسیار کوچک در بخش شرقی برکه نهاوند در نزدیکی آبادی آورزمان با ترکیب بیشتر گرانیت و گرانودیوریت می‌توان ملاحظه کرد که ادامه آن در جنوب بخش سامن به صورت گرانیت با ترکیب قلیائی رخنمون دارد. نمونه‌های همین توده در فاصله یک کیلومتری آن به شدت تجزیه شده‌اند. نمونه دیگری از این توده به صورت کوارتز دیوریت نیز مشاهده شده است. سن این توده‌ها، که بروش پرتو سنجی (پتاسیم- آرگون) اندازه‌گیری شده، حدود ۸۰-۷۰ میلیون سال برآورده شده است که مشخص کننده کرتاسه پسین است.

در بخش جنوب شرقی و شمال نهاوند، برونزد گسترده‌ای از سنگ‌های آذرین به صورت گدازه و توف کمی دگرگون شده همراه با میان لایه‌هایی از مرمرهای نازک لایه و برکه‌وار یا لامیناسیون‌های بسیار مشخص است. بخش بالائی این واحد از اسلیت به رنگ خاکستری تیره تا سیاه رنگ تشکیل شده است این مجموعه بنام مجموعه نهاوند معرفی گردیده است. تیله و همکاران (۱۹۶۸) این مجموعه را همانند رخساره آب باریک که در جنوب غربی گلپایگان قرار دارد می‌دانسته‌اند. (سن پرکامبرین).

سنگ‌های نفوذی در محدوده برکه یکصد هزار بیجار به صورت توده‌های کوچک در جنوب حسن آباد و شمال فتح آباد در میان سنگ‌های کرتاسه برونزد دارند. این سنگ‌ها روی نقشه زمین‌شناسی با نشانه md معرفی شده‌اند. این سنگ‌ها به طور محلی زیر تأثیر عوامل تکتونیکی دارای شکستگی‌های موازی هستند، ضمن اینکه عوامل ایجاد دگرگونی، کمی نمای گنایسی در نمونه دستی به این سنگ‌ها داده است، به طوری که جهت یافتگی خفیفی در کانیه‌ها مشاهده می‌شود. وجود رگه و رگچه‌های فراوانی از اکسید آهن به رنگ قرمز و قهوه‌ای از دیگر خصوصیات ظاهری سنگ‌های این واحد است.

توده‌های نفوذی در وره سنقر شامل توده دیوریت-گابرو در ناحیه عزیز آباد-پیر سراب، توده سینیتی در نزدیکی روستای ده آسیاب-دنیور، توده نفوذی خرس روه (خارسر) و نفوذی‌های داسیتی است. توده‌های مذکور نهشته‌های رسوبی کرتاسه فوقانی را قطع کرده‌اند. از آنجا که در کنگلومرای پالئوسن-ائوسن قله‌های سنگ‌های نفوذی دیده نمی‌شود لذا به نظر می‌رسد که متعلق به بعد از ائوسن میانی باشد.

۲-۱۰- سنگ‌های دگرگونی استان همدان

بخش بیشتر استان همدان در قسمت شمال غربی ایالت زمین‌ساختی-رسوبی سنندج سیرجان واقع شده است که در یک روند شمال غرب-جنوب شرق بلندی‌های پیرامون شهر همدان را تشکیل می‌دهد. بخش سنندج سیرجان استان همدان عمدتاً متشکل از سنگ‌های دگرگونی به دو سن پالئوزوئیک تا اوایل مزوزوئیک و مزوزوئیک هستند. اگر چه پدیده دگرگونی حاصل تکتونیک برخوردی و مسائل فرورانش دانسته



شده ولی به نظر می‌رسد که عامل دگرگون شدن سنگ‌ها بیشتر توده‌های نفوذی گرم‌اند که ضمن جای‌گیری به درون سنگ‌های رسوبی و ایجاد دگر شکلی، برای دگرگونی ناحیه‌ای و مجاورتی حرارت لازم را تأمین کرده باشد. برای مثال می‌توان به توده‌های نفوذی بازیک ژوراسیک و پلوتون‌های اسیدی کرتاسه (گرانیت الوند) اشاره کرد که در سنگ‌های ژوراسیک و کرتاسه پیرامون شهرستان همدان تزریق شده و قله‌های بلندی همچون آلمابولاغ و الوند را به وجود آورده‌اند. در این بخش، عمده‌ترین واحدهای دگرگونی رخنمون یافته در سطح استان همدان به تفکیک چهارگوش یکصد هزار تشریح خواهند شد.

بخشی وسیع از ورقه تویسرکان را سنگ‌های شیستی خاکستری-نقره‌ای تا خاکستری رنگ می‌پوشاند. این واحد سنگی به طور معمول تحت عنوان شیست‌های همدان شناخته شده از ضخامت و گسترش زیادی برخوردارند و رخنمون‌های آن در ورقه‌های سنقر، همدان، ملایر، نهاوند، قروه، کوهین و ... نیز دیده شده است. در این سنگ‌ها، دست کم، دوفولیاسیون و لیناسیون بخوبی قابل تشخیص است و لیتولوژی کنونی آنها را به طور عمده شیست با میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های دگرگونی و گدازه‌های دگرگونه اسیدی و بازیک می‌سازد. سنگ خاستگاه اولیه واحد یاد شده بیشتر شیل و ماسه‌سنگ (پلیتی) است و عدسی‌های سنگ آهکی و مواد حاصل از فوران‌های آتشفشانی نیز در میان آنها تشکیل شده است. رخساره دگرگونی این سنگ‌ها در حد شیست سبز است. بیشتر به صورت کلریت-مسکویت شیست کربنات دار یا کوارتز-سریسیت شیست در قسمت‌های پلیتیک و شیست سبز در بخش‌های آذرینی دیده می‌شود.

مجموعه دگرگونی چنار شیخ در محدوده برکه تویسرکان رخنمون دارد. رخنمون‌های این مجموعه در کوه‌های آلمابولاغ، خال برف، چقچقه، گودین و ... دیده می‌شود و حجمی قابل توجهی از آن را سنگ‌های آهکی-دولومیتی به رنگ خاکستری روشن و تیره با ساخت نواری و بافت دانه شکری پدید آورده است. مجموعه یاد شده که بر روی نقشه با نشان TR^{im} نشان داده شده است از تنوع ترکیب سنگ شناختی برخوردار است و شامل توالی نامنظمی از سنگ‌های آهکی با تبلور دوباره، مرمر و مرمر دولومیتی شده، سنگ‌های آتشفشانی دگرگونه بازیک و اسیدی، شیست، فیلیت، آمفیبول شیست، گروناشیست و کمی ماسه‌سنگ دگرگونه است. دگرگونه‌های چندفازه پیرامون کوهستان الوند رخداد‌های پرشمار دگرگونه ناحیه‌ای، دگرشکلی‌های چندباره و دگرگونه‌های پرشمار حرارتی را ثبت نموده‌اند و با پدیدار شدن سنگ‌های شیستی-میکاشیستی به صورت شیست‌های گرونادار، گرونا-آندالوزیت‌دار، گرونا-آندالوزیت-استروتیت‌دار، آندالوزیت استروتیت‌دار، شیست لکه‌ای با پارائز سیلیمانیت-بیوتیت-کوارتز، شیست لکه‌ای کردیریت‌دار، کردیریت شیست هورنفلسی شده، کردیریت-آندالوزیت شیست هورنفلسی شده، کردیریت-سیلیمانیت شیست هورنفلسی شده و زون کردیریت و آلکالی فلدسپار (میگماتیت) همراه است. لازم به یادآوری است در قسمت‌هایی از کوهستان الوند بویژه در

شرق ورقه توپسرکان گستره‌هایی بزرگ از هورنفلس‌ها، شیست‌های لکه‌دار و اسلیت‌ها تحت تأثیر نوعی دگرگونی برشی قرار گرفته و یک شیستوزیته دینامیکی جدید در آنها پدیدار شده است. این رخدادها چنین می‌نماید که پی آمد جنبش پهنه‌های برشی با روند شمال غربی - جنوب شرقی باشد و نمود آنها روی این نقشه به فرم گسل‌های به نسبت دراز دیده می‌شود که هورنفلس‌ها و شیست‌های لکه‌دار و توده گرانیته و ... را متأثر کرده است.

در بخش شرقی ورقه کوهین سنگ‌های دگرگونی درجه پائین از نوع فیلیت و شیست همراه با سنگ ماسه‌های دگرگونه برونزد دارند. رنگ این مجموعه سبز تیره متمایل به سیاه است، زمین‌ریخت‌شناسی تپه ماهوری دارد و به دلیل سرشت سنگ شناختی خیلی زود دچار فرآیندهای هوازدگی می‌شود و به همین دلیل بخش قابل توجهی از رخنمون آن در زیر خاک‌های برجا (رگولیت) از دیدرس پنهان مانده است. سن مجموعه دگرگونی کوهین به تریاس-ژوراسیک نسبت داده شده است.

سنگ‌های ژوراسیک زیرین و میانی که به فیلیت‌ها و اسلیت‌های ملایر و همدان شهرت یافته‌اند بیشترین رخنمون‌های سنگی ورقه ملایر را به خود اختصاص داده است. این واحد سنگی که تپه‌ها و ارتفاعات کوتاهی را در ناحیه می‌سازد عمدتاً از فیلیت، اسلیت، شیست و ماسه‌سنگ دگرگونه تشکیل شده است. رنگ عمومی واحد مذکور خاکستری تیره تا سیاه است مطالعات میکروسکوپی نشان می‌دهد که این فیلیت‌ها و اسلیت‌ها از کوارتز، کانیه‌های گروه فیلسیلیکات‌ها (به ویژه کلریت) و فلدسپات تشکیل شده‌اند. همچنین در محدوده برکه فوق سنگ‌هایی به سن آپتین تا پالئوسن رخنمون دارند که ترکیب عمده آنها شیست لکه‌دار، هورنفلس میکاردار و فلدسپات‌دار و همچنین اسکارن است.

مجموعه‌های دگرگونی برکه همدان در عمل فرآورده دگرشکلی و دگرگونی سنگ‌های اولیه پلیتیک هستند. حاصل فرآیندهای دگرگونی بر روی این سنگ‌های پلیتیک پدیدار شدن اسلیت‌ها، اسلیت‌های لکه‌دار، شیست‌های لکه‌دار، هورنفلس‌ها و انواع گوناگون شیست‌های استرولیت‌دار، کیانیت اندالوزیت‌دار و ... است. به طور خلاصه می‌توان گفت سنگ‌های اولیه دگرگونه‌های منطقه همدان، در عمل، سنگ‌های پلیتی‌اند که مقدار بسیار کمی سنگ‌های کربناته و سنگ‌های بازیک در درون آنها به صورت میان لایه وجود داشته است. در مورد سن این وقایع دگرگونی هنوز ابهاماتی وجود دارد ولی احتمالاً دو دگرگونی همبری و ناحیه‌ای در زمانی پیش از ژوراسیک پیشین رخ داده‌اند این احتمال نیز وجود دارد که دگرگونی‌های قهقرائی در زمانی پیش از ژوراسیک رخ داده باشند.

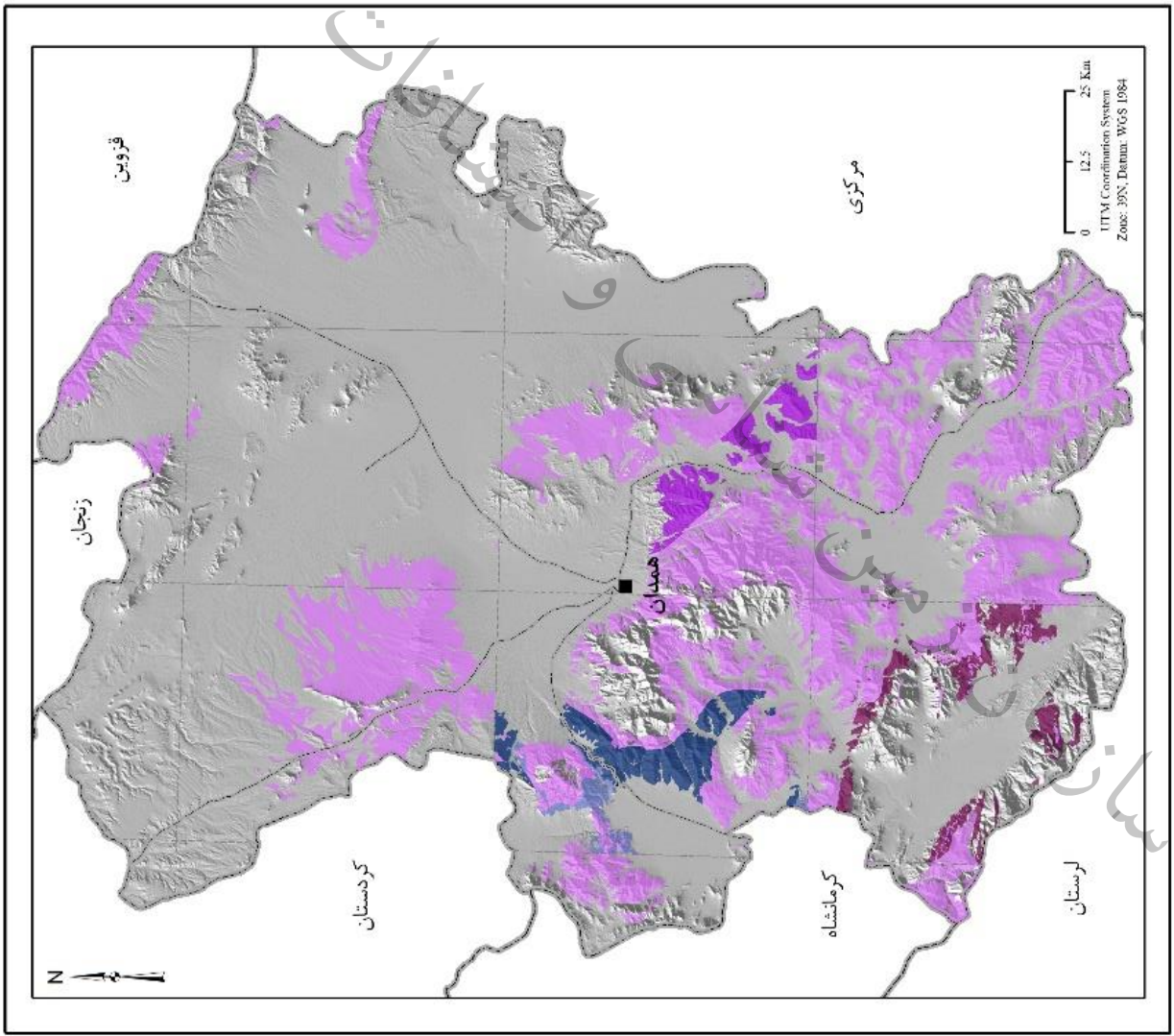
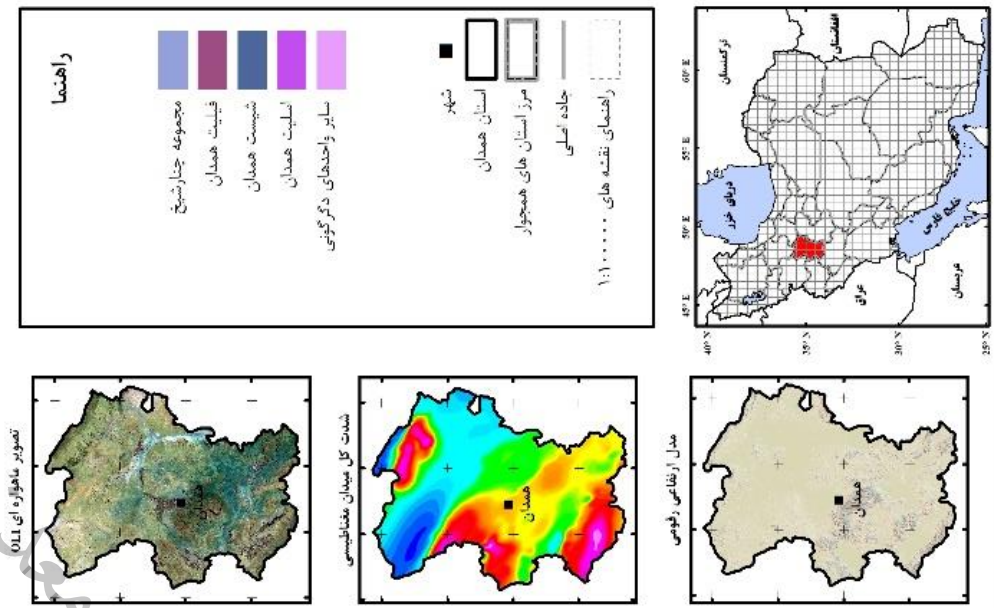
تپه‌های شمال و غرب شهر کنگاور واقع در برکه هرسین شامل سنگ‌های دگرگون شده‌ای است که با سنگ‌آهک و گدازه‌های آتشفشانی زیر دریایی به طور متناوب قرار دارند و در مجموع دگرگونی ضعیفی را



تحمل کرده‌اند. این مجموعه سنگ‌های دگرگون شده که به آنها نام واحد سنقر- کنگاور اطلاق شده است، به طور جانبی به مجموعه دگرگونی همدان (فیلیت‌های همدان) می‌پیوندد و از میزان گدازه‌های آتشفشانی آن به سمت همدان کاسته می‌شود. از دیدگاه محیط رسوبی تکتونیکی، این مجموعه دگرگون شده در مرحله شکافتن و باز شدن پوسته قاره‌ای گندوانا تشکیل یافته است. مجموعه افیولیتی واقع در برکه هرسین شامل سنگ‌های الترابازیک (پریدوتیت، هارزبورژیت، دونیت و سرپانتینیت)، سنگ‌های بازیک (دیاباز)، بازالت‌هایی با ساختمان بالشی و مجموعه‌ای از سنگ‌های آتشفشانی که از نظر شیمیایی حد واسط تا اسید هستند می‌باشد. علاوه بر آن، واحدهای رادیولاریتی که از جمله اجزاء رسوبی مجموعه افیولیتی محسوب شده‌اند در این مجموعه به چشم می‌خورند. کلیه سطوح تماس در میان مجموعه افیولیتی گسله می‌باشد و گاه در داخل این مجموعه ورقه‌هایی نابرجا از سنگ‌های آهکی سری رسوبی بیستون نیز دیده می‌شود. سن تشکیل اجزاء این مجموعه به خوبی مشخص نیست ولی زمان شکل‌گیری آمیزه افیولیتی را می‌توان به کرتاسه پایانی (مایسترشتین) نسبت داد.

با توجه به شواهد موجود و سنگ‌هایی که در برکه نهاوند دگرگون شده‌اند به نظر می‌رسد که مرحله پایانی پدیده دگرگونی با نفوذ توده گرانیات الوند که بخش‌هایی از آن در ورقه رخنمون دارند تکمیل شده باشد (سنی در حدود هفتاد تا هشتاد میلیون سال) و با توجه به اینکه در برکه مورد بررسی برونزدهای چندانی از سنگ‌های ترشیری وجود ندارد و در بخش‌هایی هم که ظاهر گردیده‌اند غیر دگرگونه هستند. بنابراین آشکار است که رخدادهای دگرگون، پیش از سنوزوئیک صورت گرفته است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که کهن‌ترین سنگ‌های دگرگونی در ورقه نهاوند منتسب به پرموتریاس هستند که در آنها سنگ‌های کربناتی به صورت مرمر ظاهر شده‌اند. جوان‌ترین آنها نیز سنگ‌های کرتاسه پائین است که به صورت اسلیت، فیلیت و شیست همراه با سنگ‌های آذرین دگرگون شده است برونزد دارد که بخش گسترده‌ای از سنگ‌های دگرگونی این ناحیه را تشکیل داده‌اند. با توجه به موارد یاد شده می‌توان گفت که تقریباً تمامی سنگ‌های دگرگونی این برکه خاستگاه رسوبی داشته و دامنه سنی آنها همان طوری که ذکر گردید از زمان پرمین-تریاس تا کرتاسه پائین می‌باشد و فازهای گوناگونی را پشت سر گذاشته است. در شکل ۲-۱۸ واحدها و مجموعه‌های دگرگونی رخنمون یافته در سطح استان به تفکیک نمایش داده شده‌اند.

نقشه پراکنده‌گی سنگ‌های دگرگونی در استان همدان



شکل ۲-۱۸ - نقشه رخنمون سنگ‌های دگرگونی در استان همدان

کشور

معدنی

اقتصادیات

فصل سوم

زمین شناسی اقتصادی

و متالوژنی

سازمان زمین شناسی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۳-۱- مقدمه

هدف اصلی بررسی متالوژنی یک منطقه اکتشافی، انجام تقسیم‌بندی‌های متالوژنیکی منطقه بر اساس زون‌های ساختاری و پراکندگی انواع مختلف تیپ‌های کانساری است. این کار منجر به شناخت بهتر واحدهای متالوژنیک منطقه و مناطق کانه‌دار می‌گردد که هر یک از آنها به وسیله مجموعه‌ای از ویژگی‌های زمین‌شناسی، ساختاری، ژئوشیمیایی و ژنز مشخص می‌شوند. هدف دیگر بررسی متالوژنیکی منطقه، نمایش ارتباط بین فرآیندهای زمین‌شناسی و کانه‌زایی در زمان و مکان است.

۳-۲- متالوژنی و تکامل تکتونیکی

بزرگترین محصول تکوین چرخه ابرقاره پانگه آ در ایران، تشکیل اقیانوس تپیس (پالئوتپیس و نئوتپیس) بین گندوانا و اوراسیا است که بسته‌شدن و برخورد‌های آن، کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیا را ایجاد نموده است. (Alavi-2004) سرزمین ایران در بخش میانی این کوهزاد (آلپ - هیمالیا) واقع است. بخش عمده کانه‌زایی موجود در ایران به تکوین اقیانوس نئوتپیس (کوهزاد زاگرس، ۱۹۹۴، Alavi)، بین صفحه عربی و اوراسیا مرتبط می‌شود. تشکیل و تکوین نئوتپیس از پرمین میانی تا عهد حاضر در رژیم‌های مختلف باعث تأثیر بر روی میکرو قاره ایران به ویژه حاشیه باختری آن شده است. این فرگشت تا عهد حاضر طی تکوین خود در هر مرحله (بازشدگی، فرورانش، برخورد و پس برخورد) منجر به تغییراتی در رژیم حاکم بر پوسته ایران زمین (میکرو قاره ایران مرکزی) شده و نمود آن به صورت پهنه‌های ساختاری متفاوت از قبیل پهنه دگرگونی - ماگمایی سنندج - سیرجان، کمان ماگمایی سنوزوئیک (شمال ارومیه - دختر، البرز - آذربایجان و خاور ایران) از باختر به خاور شده است. علاوه بر آن حاشیه شمالی صفحه عربی که فرورانش به سمت آن رخ نداده است، به صورت واحدهای رسوبی چین‌خورده و تراستی، پهنه ساختاری زاگرس را تشکیل می‌دهد که در حال حاضر به موازات پهنه سنندج - سیرجان و چسبیده به آن (به دلیل بسته بودن نئوتپیس) قرار دارد و توسط کمربند افیولیتی (بقایای نئوتپیس) فراخوانده شده (خوی - نیریز) از پهنه سنندج - سیرجان جدا می‌شود (تراست اصلی زاگرس). ویژگی‌های زمین‌شناسی و تاریخچه رخدادهای زمین‌ساختی در هر یک از زون‌های ساختاری خود منجر به تشکیل مواد معدنی گوناگون در این زون‌ها شده است، به طوری که هر زون توان معدنی خود را می‌باشد. از این رو قرارگیری مکانی استان‌ها و نحوه پوشش آنها توسط زون‌های ساختاری به عنوان اصلی‌ترین عامل در تشکیل یا عدم تشکیل ذخایر معدنی و نیز نوع ذخایر تشکیل شده در آنها می‌باشد. بنابراین بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی و ساختاری یک استان منجر به شناخت پتانسیل‌ها و قابلیت‌های معدنی طبیعی آن منطقه از کشور خواهد گردید. استان همدان بر اساس تقسیم‌بندی زمین‌شناسی - ساختاری ایران (سهن‌دی،

۱۳۸۵) گستره‌ای است که عمدتاً تحت پوشش سنگ‌های دگرگون شده و گرانیتوئیدهای نفوذی سنندج - سیرجان قرار دارد. زون ایران مرکزی حاشیه شمال شرق و زیر زون بیستون حاشیه جنوب غرب استان را پوشانده است. سنگ‌های آذرین ترشیری در نواحی شمالی استان رخنمون یافته است. بخش بیشتر استان همدان متعلق به قسمت شمال باختری ایالت زمین‌ساختی - رسوبی موسوم به سنندج - سیرجان است که در یک روند شمال غرب - جنوب شرق بلندی‌های پیرامون شهر همدان را تشکیل می‌دهد. این واحد بین دو واحد شمال شرق (ایران مرکزی) و زاگرس (جنوب غربی استان) قرار گرفته است. از نظر ساختاری این واحد را قسمتی از منطقه سنندج - سیرجان میدانند که دره نه‌اوند آن را از زاگرس جدا نموده است. وجود سنگ‌های گوناگون رسوبی، دگرگونی و آذرین موجب پیچیدگی زمین‌شناسی این ناحیه شده است. قسمت شمال خاوری استان همدان نواحی دشت‌گونه است که به طور عمده با نهشته‌های آبرفتی جوان پوشیده شده است. رخنمون‌های سنگی این بخش از نوع سنگ‌های کربناتی - ولکانیکی کرتاسه پائین، خصوصاً سنگ‌های آهک اولیگوسن - میوسن (سازند قم) هستند که در یک روند شمال غرب - جنوب شرق در جنوب شهرستان رزن برونزد دارند. مرز بین زون سنندج - سیرجان و دشت رزن چندان روشن نیست و به همین لحاظ جایگاه این دشت (رزن) پرسش‌آمیز است ولی در یک نگاه سراسری به نظر می‌رسد که ناحیه مورد نظر بخشی از کمان ماگمایی ارومیه - بزمان باشد که با نهشته‌های آبرفتی پوشیده شده است. منطقه جنوب غربی استان قسمتی از زاگرس مرتفع می‌باشد که در این منطقه به کوهستان گری معروف است. این رشته کوه از اواخر دوره تریاس و طی حرکات کوهزایی پس از این دوره دچار چین‌خوردگی‌های شدید به همراه گسل شده است. جنس غالب آن آهک بوده و مارن، ماسه‌سنگ و کنگلومرا از دیگر اجزاء این رشته کوه می‌باشند.

۳-۳- پتانسیل‌های معدنی فلزی

منظور از مواد معدنی در استان وجود شواهد و آثار معدنی در واحدهای سنگی استان صرف‌نظر از اقتصادی بودن آن می‌باشد که برای تبدیل شدن آن به معدن بایستی اطلاعات اکتشافی آن کامل گردد. در حال حاضر ۲۶۴ معدن فلزی و غیرفلزی در استان همدان فعال است که به دلیل مشکلات پیش‌رو از جمله تحریم‌ها و عدم توجه خاص مسئولان به این بخش احتمال تعطیلی ۵۰ درصد این واحدهای تولیدی وجود دارد.

۳-۳-۱- مس - طلا

همانگونه که اشاره شد زون سنندج - سیرجان نوعی کافت درون قاره‌ای است که تکاپوهای ماگمایی‌زایی و پدیده‌های دگرگونی، عوامل موثر در ایجاد نهشته‌های معدنی هستند از این رو توان معدنی در خور توجه دارد



و جدا از نهشته‌های معدنی شاخه شده دستیابی به کانسارهای معدنی جدید دور از انتظار نیست. از نظر توزیع کانسارها و نشانه‌های معدنی طلا این زون را می‌توان به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم کرد. کمربند سنندج - سیرجان شمالی که از گلپایگان تا ماکو ادامه دارد از نظر پراکندگی کانسارهای طلا نسبت به کمربند سنندج - سیرجان جنوبی غنی‌تر بوده و محدوده‌هایی نظیر گلپایگان - همدان شامل کانسارها و نشانه‌های معدنی موته، آستانه، الوند، کند، انجدان محلات با کانه‌زایی طلا (قروه شامل کانسار داشکسن با کانی‌زایی طلا و آنتیموان ج) سقز - نقده شامل کانسارهای کرویان و باریکا (آلوت) و طلای واقع در باختر جلدیان و خرابه نقده (د) سقز - نقده شامل نشانه‌های معدنی سولادوکل، تودان، خانگل، چالدران. کانی‌زایی طلا در نواحی یاد شده در ارتباط با پهنه‌های برشی، ماگماتیسیم (رخنمون دار و نیمه عمیق)، مجموعه افیولیتی و به صورت پلاسری می‌باشد که کانسارهای طلای داشکسن و کانسارهای مرتبط با پهنه‌های برشی از مهمترین کانی‌زایی در زون سنندج - سیرجان به شمار می‌روند.

۳-۱-۱-۳-۱- کانسار داشکسن (ساری گونای)

پروژه ی طلا-آنتیموان ساری گونای (داشکسن سابق) حدوداً در ۶۰ کیلومتری شمال غرب همدان و در گوشه ی جنوب شرق استان کردستان در شمال غرب ایران قرار دارد. سنگ میزبان این ذخیره میکرودیوریت، ریولیت پورفیری ترشیاری (نتوژن) است و نظر ژنز اپی ترمال میباشد. شامل یک مجموعه آتشفشانی نفوذی داسیت-آندزیت پورفیری (میو-پلیوسن) است که در نهشته‌های آواری ژوراسیک جایگزین شده و واحد آهکی سازند قم با زمان الیگومیوسن را نیز تحت تاثیر قرار داده است. مراکز فعالیت‌های این مجموعه آتشفشانی-نفوذی اسیدی-متوسط به صورت دو گنبد مرتفع یکی در کوه آق داغ و دیگری در کوه ساریگونی تظاهر نموده است. رگه‌های آنتیموان به ضخامت چند سانتیمتر تا حداکثر ۰,۵ متر در طول چند متر تا ۲۵۰ متر در امتداد شکستگی‌های با روند شمال شرق- جنوب غرب در حدفاصل بین دو توده گنبدی شکل مذکور سنگ‌های آتشفشانی داسیت تا آندزیت پورفیری و توف‌های مربوطه را قطع نموده و اغلب دارای شیب زیاد (۷۵ تا ۸۵ درجه) می‌باشند. در ۱۲ رگه کوچک و بزرگ رخنمون یافته که در گذشته از آن‌ها به صورت حفرات و ترائشه‌هایی در امتداد رگه برداشت می‌شده است. آنتیموان به صورت بلورهای شعاعی استیبینیت همراه با ارسنیک، جیوه و طلا در گانگ سیلیس بوده و بیشترین تمرکز آن در رگه‌های شماره ۱۲ و ۵ می‌باشد. نمونه‌گیری از رگه‌ها میزان طلا را از چند گرم در تن تا بیش از ۲۶۲ گرم در تن (در بخش میانی رگه‌ها) نشان می‌دهد، ولی در بررسی‌های اخیر هدف کانی‌سازی طلا در رگه‌ها نبوده، بلکه براساس مطالعات ژئوشیمیایی دو زون آنومالی طلا، یکی در کوه ساریگونی و دیگری در کوه آق داغ شناسایی شده که در کوه

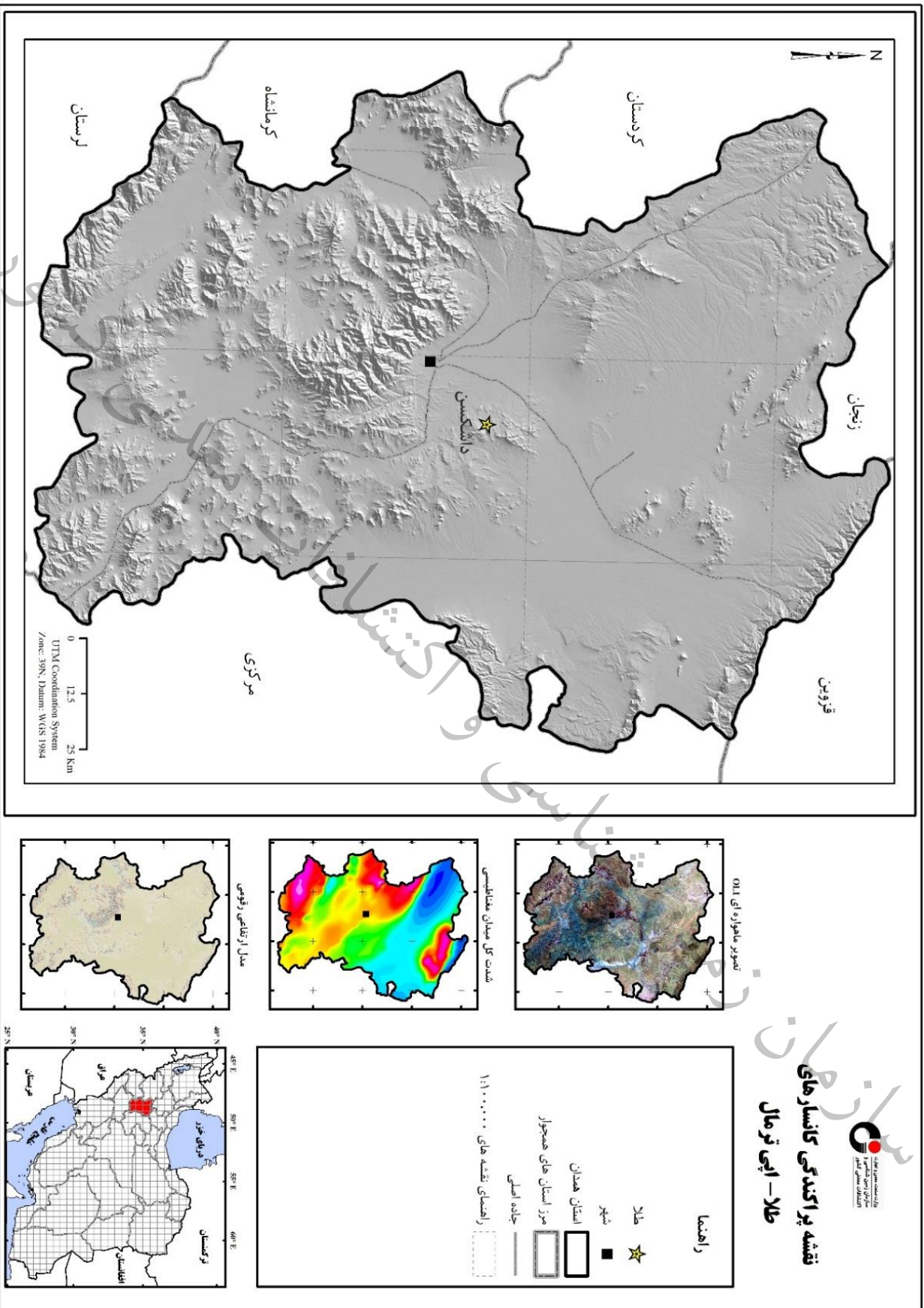
ساریگونی گسترش محدوده آنومالی ۱۵۰۰*۶۰۰ متر و در کوه آق داغ دارای گسترش ۶۰۰*۶۰۰ متر است. زون کانی‌سازی در ساریگونی دارای همان روند شمال‌شرق- جنوب‌غرب به صورت یک زون شبکه رگچه‌ای- سیلیسی و برشی در داسیت پورفیری‌هاست، در حالیکه زون کانی‌سازی آق داغ داسیت پورفیری روشن سیلیسی و آرژیلیتی شده است که فاقد رگچه‌های نازک سیلیسی بوده و کانی‌های فرومنیزین آن کاملاً تجزیه شده است کانی‌زایی طلا همراه با پیریت‌های ریز دانه تیره تا خاکستری بوده و همراهی رآلگار و اریپیمان و سیلیس شدن متوسط تا شدید با آن وجود دارد. دگرسانی شدید ایلیتی و فنریتی (سریسیت غنی از سیلیس و آهن) نیز معمولاً به خوبی در پهنه‌ی کانی‌زایی توسعه یافته است. طلا در ابعاد میکرون تا ۱۵۰ میکرون، بیشتر به همراه کوارتز و در مقادیر کمتر (به ابعاد 10)، در داخل کانی‌های پیریت اکسید شده مشاهده شده است.



شکل ۳-۱ الف- نمای کلی از کوه ساریگونی دید به سوی شمال ، ب- رگه‌های گوتیتی



شکل ۳-۲ تبدیل فلدسپار، بیوتیت و پلازیوکلاز به سریسیت (دگرسانی فیلیک و آرژیلیک که با لیمونتی شدن نیز همراه است).



نقشه پراکنده گی کانسرهای طلا- اپی ترمال

شکل ۳-۳- نمایی از نحوه پراکنده گی کانسرهای طلا- اپی ترمال

۳-۱-۳-۲- نشانه معدنی طلای الوند همدان

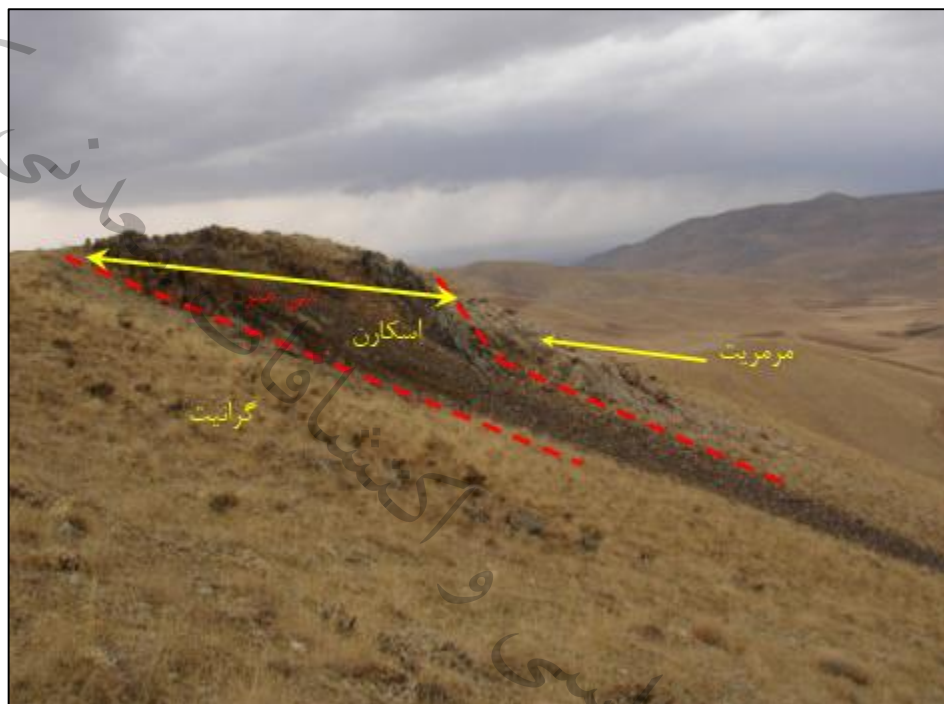
ناحیه اکتشافی در بین طول‌های جغرافیایی $38^{\circ}22'38''$ تا $48^{\circ}34'06''$ تا خاوری و عرض‌های جغرافیایی $34^{\circ}48'08''$ تا $34^{\circ}40'03''$ شمالی در جنوب شهر همدان واقع شده است. رخنمون‌های سنگی در محدوده مورد مطالعه به صورت آذرین (گرانیت مونوزوگرانیت) و دگرگون (شیست و هورنفلس) می‌باشند. بر اساس مطالعات انجام گرفته، پروتولیت سنگ‌های دگرگونی منطقه پلیت‌ها می‌باشند که از نظر زمانی متعلق به قدیم‌تر از کرتاسه (به احتمال ژوراسیک) بوده و در اثر دگرگونی ناحیه‌ای در زمان ژوراسیک فوقانی - کرتاسه تحتانی شایست‌های فوق نیز در زمان کرتاسه فوقانی - پالئوسن در اثر حرارت ناشی از تزریق توده نفوذی گرانیتی و در کنتانت آن به هورنفلس تبدیل شده‌اند. کریمی (۱۳۶۹-۷۰) در طی مطالعات کانی‌های سنگین که در سطح استان همدان انجام شده، نمونه‌های طلا را از طریق مطالعات میکروسکوپی مورد شناسایی قرار داده است. در فاز پنوماتولیتی در سنگ‌های با ترکیب آل‌بیتیت - گریزن با درجه حرارت تشکیل بالا تا متوسط همراه با کانی‌های مولیبدنیت، آرسنوپیریت، بیسموتینیت و کالکوپیریت و در فاز هیدروترمال در رگه‌های کوارتزی با درجه حرارت تشکیل متوسط تا بعضاً پایین همراه با کانی‌های کالکوپیریت، بیسموتینیت، پیریت و مس خالص مشاهده شده است (مقصودی).

۳-۱-۳-۳- کانسار پلی متال مس - آهن عشوند

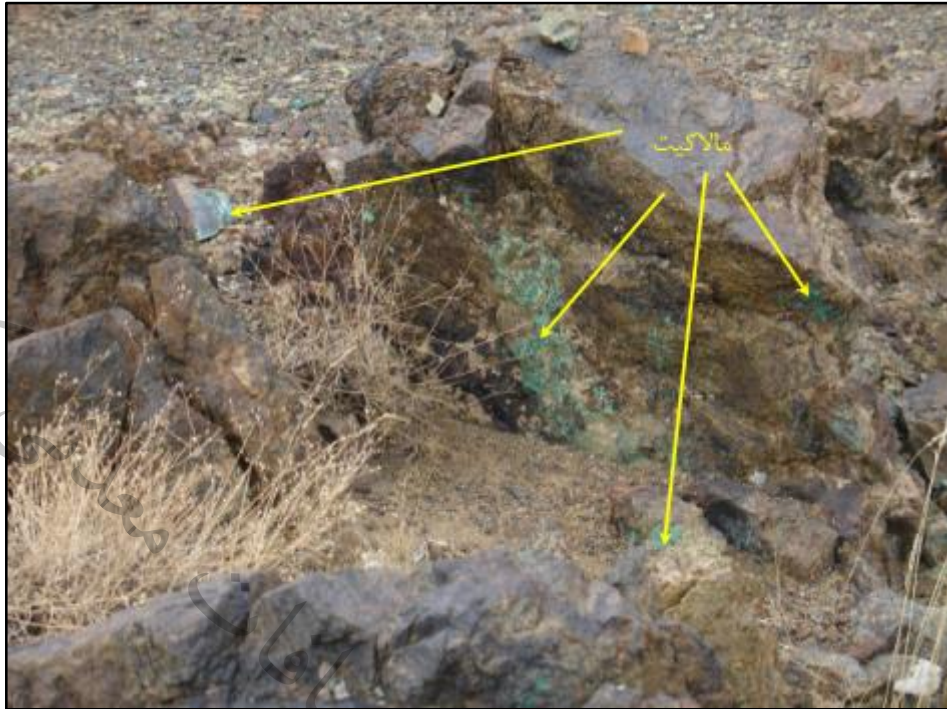
کانسار آهن- مس عشوند نه‌اوند در ۹ کیلومتری شرق شهر نه‌اوند و یک کیلومتری شمال شرقی روستای عشوند در استان همدان قرار دارد. بر اساس مطالعات کانی‌شناسی فرآیند مشخص شد که کانسنگ آهن - مس نه‌اوند حاوی مگنتیت، هماتیت، کوارتز و کلسیت بوده و درصد سایر کانی‌ها ناچیز می‌باشد. عناصر مهم از دیدگاه فرآیند کانه‌زایی که به روش اقتصادی قابل بازیابی خواهند بود آهن و مس بوده و عیار آن‌ها به ترتیب $76/35$ و $6/1$ درصد بوده است. بر اساس نتایج غربالگری فرآیند فلوشیتی با ترکیب سنگ شکنی - آسیا تا اندازه مناسب برای تولید کنسانتره رافر - جدایش مغناطیسی رافر- آسیای مجدد تا درجه آزادی مناسب آهن- جدایش مغناطیسی کلینر - لیچینگ همزنی باطله رافر و باطله کلینر جدایش مغناطیسی برای فرآوری کانسنگ فوق مناسب تشخیص داده شد. بر اساس این فلوشیت دانه‌بندی مناسب خردایش برای رافر 355 - میکرون و برای کلینر 75 میکرون پیشنهاد شد. در این شرایط و طبق فلوشیت پیشنهادی حدود $5/66$ درصد آهن با عیار 64 درصد آهن و عیار مس $4/0$ درصد قابل بازیابی است. از طرفی 81 درصد مس نیز در این شرایط قابل حل می‌باشد. میزان مصرف خالص اسید توسط گانگ در این شرایط 75 کیلوگرم بر تن کانسنگ خواهد بود. با توجه به اینکه نتایج به دست آمده از آزمایش‌های فرآوری امیدوارکننده می‌باشد پیشنهاد می‌شود



کارهای اکتشافی تفصیلی و تعیین توزیع عیار در کانسار و مدل سازی آن انجام شده و پس از آن نمونه‌ای تکنولوژیکی طبق برنامه‌ریزی سالانه تهیه گردد. سپس فلوشیت پیشنهادی در مقیاس پایلوت تست شود. در نهایت با ارائه فلوشیت نهایی و طراحی مدار مطالعات فنی و اقتصادی انجام گردد.



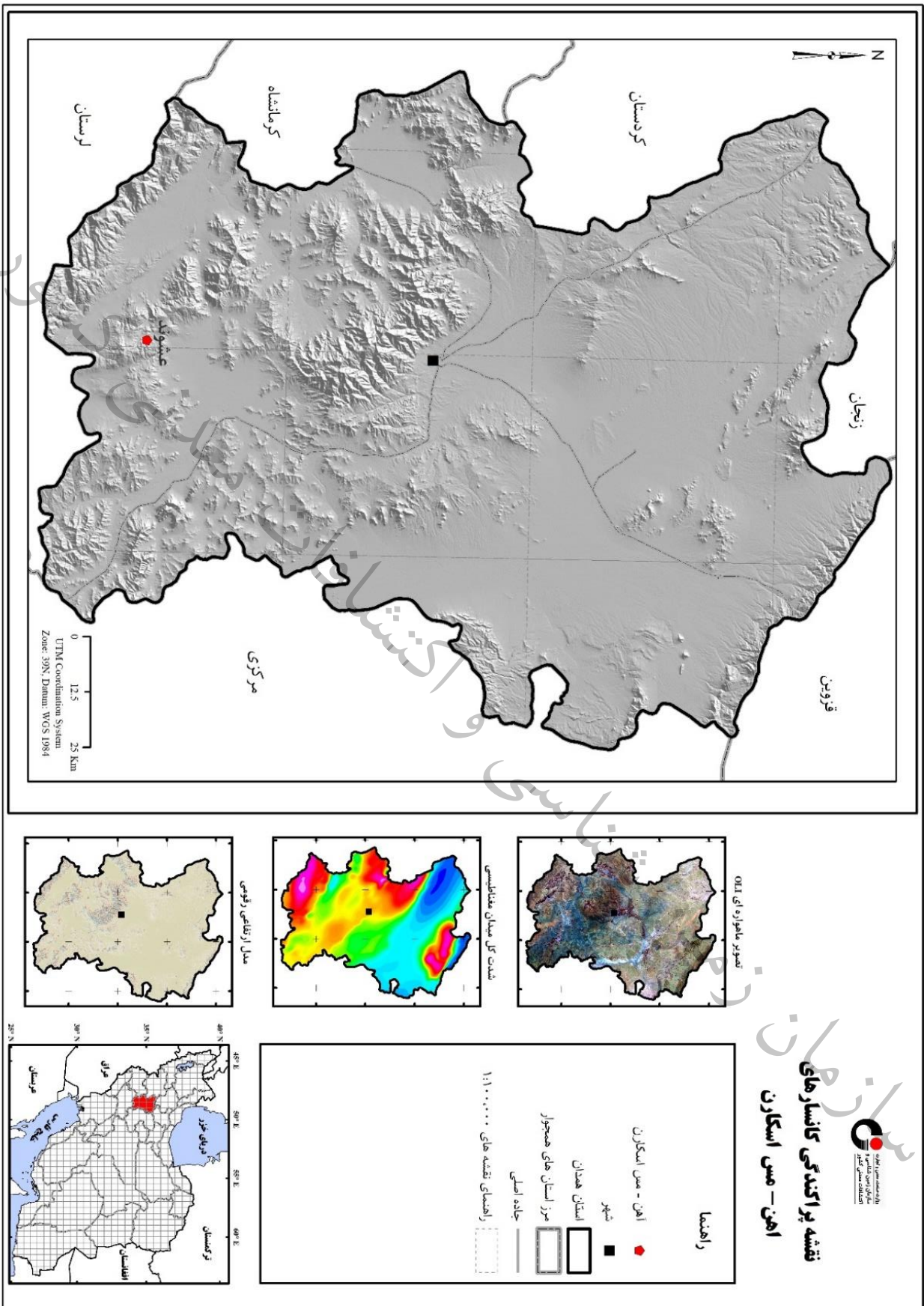
شکل ۳-۴ - نمایی از اسکارن عشوند که ارتباط ماده معدنی به سنگ همبر (مرمریت) در سمت راست و همچنین توده گرانیتی قابل مشاهده است (دید به سمت باختر)



شکل ۳-۵- نمایی از کانی زایی مس به صورت ملاکیت در کانسار عشوند (دید به سمت باختر)



شکل ۳-۶- نمایی دیگر از کانی زایی مس در کانسار عشوند



نقشه پراکندگی کانسارهای اهن - مس اسکارن

شکل ۳-۷- نمایشی از نحوه پراکندگی کانسارهای مس - آهن اسکارن

۳-۳-۱-۴- کانسار مس قلعه علیمرادخان

کانسار مس قلعه علیمرادخان در فاصله ۳ کیلومتری شمال خاوری روستای قلعه علیمراد خان (از توابع شهر سامن) در قسمت باختری نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ملایر واقع گردیده و به لحاظ ساختاری بخشی از زون سنندج - سیرجان محسوب می‌شود، به طوری که قسمت عمده محدوده از یک توده نفوذی و دگرگونی‌های مرتبط با آن پوشیده شده است. رخنمون زون کانی سازی اصلی حدود ۷۰ متر طول و حدود ۱۰ متر عرض داشته و از طرف کمر پایین به گرانیتهای و از طرف کمر بالا به مرمر تبدیل می‌شود. تعامل بین واحدهای سنگی و این توده‌های نفوذی عامل اصلی کانی‌زایی مس در منطقه هستند. ترکیب سنگ‌شناسی توده نفوذی رخنمون یافته در منطقه، شامل گرانودیوریت، گرانیت، کوارتز مونزونیت و دیوریت است. واحدهای اسکارن در محدوده کانسار دارای رخنمون‌های پراکنده هستند. از لحاظ ژئوشیمیایی توده‌های نفوذی دارای ویژگی‌های کالکوالکالین هستند و مجموع آلکالی‌ها بین ۶ تا ۱۰ درصد در تغییر است. ترکیب کانی‌شناسی اسکارن شامل کانی‌های گارنت، اکتینولیت، پیروکسن، اپیدوت و کوارتز است. کانی‌سازی قوی از مس در منطقه وجود دارد که به صورت هیپوزن و سوپرژن مشاهده می‌شود. مهم‌ترین کانی‌های هیپوزن شامل کالکوپیریت، مگنتیت و پیریت است و کانی‌سازی سوپرژن قوی‌ای به صورت مالاکیت، آزوریت، گوتیت، بورنیت، کالکوسیت و لیمونیت وجود دارد. به طور کلی کانی‌سازی مس در منطقه مورد مطالعه، در بخش‌های مجاور با مرز توده‌های گرانودیوریتی و یا بخش‌هایی از سقف توده که لایه‌های نازکی از واحد‌های آهکی بر روی آن قرار گرفته‌اند، به صورت اسکارن مس‌دار صورت گرفته است.

۳-۳-۱-۵- نشانه معدنی مس ولی محمد

در ماسه سنگ‌های ژوراسیک و شیل‌های موجود در این روستا آثار مس‌زایی در رگه‌های کوارتزی گزارش شده است. آنومالی ولی محمد در ۴۰ کیلومتری شمال باختری همدان، روستای واقع شده است.

۳-۳-۲- سرب و روی

۳-۳-۲-۱- کانسار سرب و روی آهنگران

معدن آهنگران در قسمت غربی کشور ایران و جنوب شرقی استان همدان و در ۲۳ کیلومتری شرق شهرستان ملایر واقع گردیده است و مساحت تقریبی معدن ۲۹/۲۵ کیلومتر مربع در مختصات جغرافیایی " ۵۸°۵۹'۴۸ طول خاوری " ۳۴°۱۰'۱۱ عرض شمالی می‌باشد. این کانسار در نهشته‌های کربناته - آواری کرتاسه زیرین (آپتین - سنومانین) تشکیل شده است که ساختار اصلی آن یک ناودیس به شکل متقارن است و به دلیل



عملکرد شدید تکتونیک در آن تاقدیس‌ها و ناودیس‌های کوچکتری همراه با گسلش فراوان نیز به وجود آمده‌اند. این کانسار از نوع چینه‌سان (استراتیفرم) و همزادی (سین ژنتیک) می‌باشد. ماده معدنی در بیشتر موارد در این کانسار در دولایه اصلی رخنمون دارد ولی در برخی نقاط لایه‌های بیشتری از ماده معدنی به چشم می‌خورد که اثر عملکرد شدید تکتونیک در منطقه است و تکرار لایه‌های اصلی، مربوط به رورانگی یا گسله‌ها می‌باشد. استخراج آهن در معدن به روش روباز و پله کانی است. ارتفاع پله‌ها در حدود ۱۵ متر می‌باشد. عیار سنگ آهن حدود ۴۰ درصد آهن خالص می‌باشد. سنگ آهن باطله برداری ندارد اما استخراج سنگ آهن به روش کلاسیک شامل حفاری و آتشیاری انجام می‌گیرد.



شکل ۳-۸- نمای منطقه معدنی آهنگران

۳-۲-۲- کانسار سرب شیرآباد همدان

محدوده اکتشافی سرب شیرآباد در ۳۰ کیلومتری شرق شهرستان همدان واقع شده است. از لحاظ تقسیمات زمین شناسی، محدوده اکتشافی در زون ساختاری سندج - سیرجان قرار گرفته است. رخنمون‌های سنگی موجود در محدوده مورد مطالعه را سنگ‌های آتشفشانی، ماسه سنگ و سنگ‌های کربناته با سن کرتاسه تشکیل می‌دهند، که این نهشته‌ها عمدتاً دارای ترکیب آهک، مارن، ماسه سنگ و میان لایه‌هایی از سنگ‌های ولکانیکی با ترکیب آندزیتی و بازالت می‌باشند. و در بخش پائینی سکانس کرتاسه کنگلومرا و ماسه سنگ دیده می‌شود. در این کانسار نهشته‌های سرب به صورت رگه‌ای می‌باشد و بافت پرکننده فضای خالی در آنها دیده می‌شود که این رگه‌ها توسط سیالات هیدروترمال تشکیل شده‌اند. کنترل کننده‌های کانه‌زایی را می‌توان عامل درز و شکاف و گسل‌ها عنوان کرد. در این کانسار کانی‌های اصلی سرب، گالن و سرروزیت (به مقدار خیلی کم)

می‌باشد. از دیگر کانی‌هایی که همراه کانه گالن دیده می‌شود می‌توان به اسفالریت (به مقدار بسیار کم)، لیمونیت، گوتیت، هماتیت، لپیدوکروزیت، کوارتز و کلسیت اشاره کرد. در این منطقه هفت ترانشه زده شده و رگه‌ها توسط این ترانشه‌ها دنبال شده است. طول بعضی از این رگه‌ها به ۳۰۰ متر و عرض آن‌ها به ۵ متر هم می‌رسد و امتداد همه رگه‌ها NE-SW می‌باشد وجود نهشته‌های کرتاسه زیرین در محدوده، پتانسیل مناسبی را برای اکتشاف ذخایر سرب و روی ایجاد کرده است. در این محور، سنگ‌های کربناته کرتاسه زیرین که به صورت دگرشیب بر روی شیل‌های ژوراسیک قرار گرفته‌اند، خاستگاه اصلی کانه‌زایی سرب هستند. در محدوده اکتشافی، یک سری حفاری‌های قبلی جهت استخراج سرب شامل تونل‌های کوچک و نیز تراشه‌های موازی با امتداد رگه‌های معدنی وجود دارد. همچنین آثاری از معدنکاری باستانی به صورت چاهک و چاه دیده می‌شود. در این کانسار، سنگ میزبان کانه‌زایی سنگ‌های کربناته با سن کرتاسه می‌باشند. نهشته‌های مربوط به کرتاسه معمولاً دارای درجه دگرگونی کم هستند. این نهشته‌ها عمدتاً دارای ترکیب آهک، مارن، دولومیت و گاهی دارای میان لایه‌های از سنگ‌های ولکانیکی با ترکیب آندزیتی و توف می‌باشد. رخنمون مواد معدنی عمدتاً در داخل واحدهای کرتاسه با ترکیب آهک و مارن و ماسه سنگ قرار دارد.



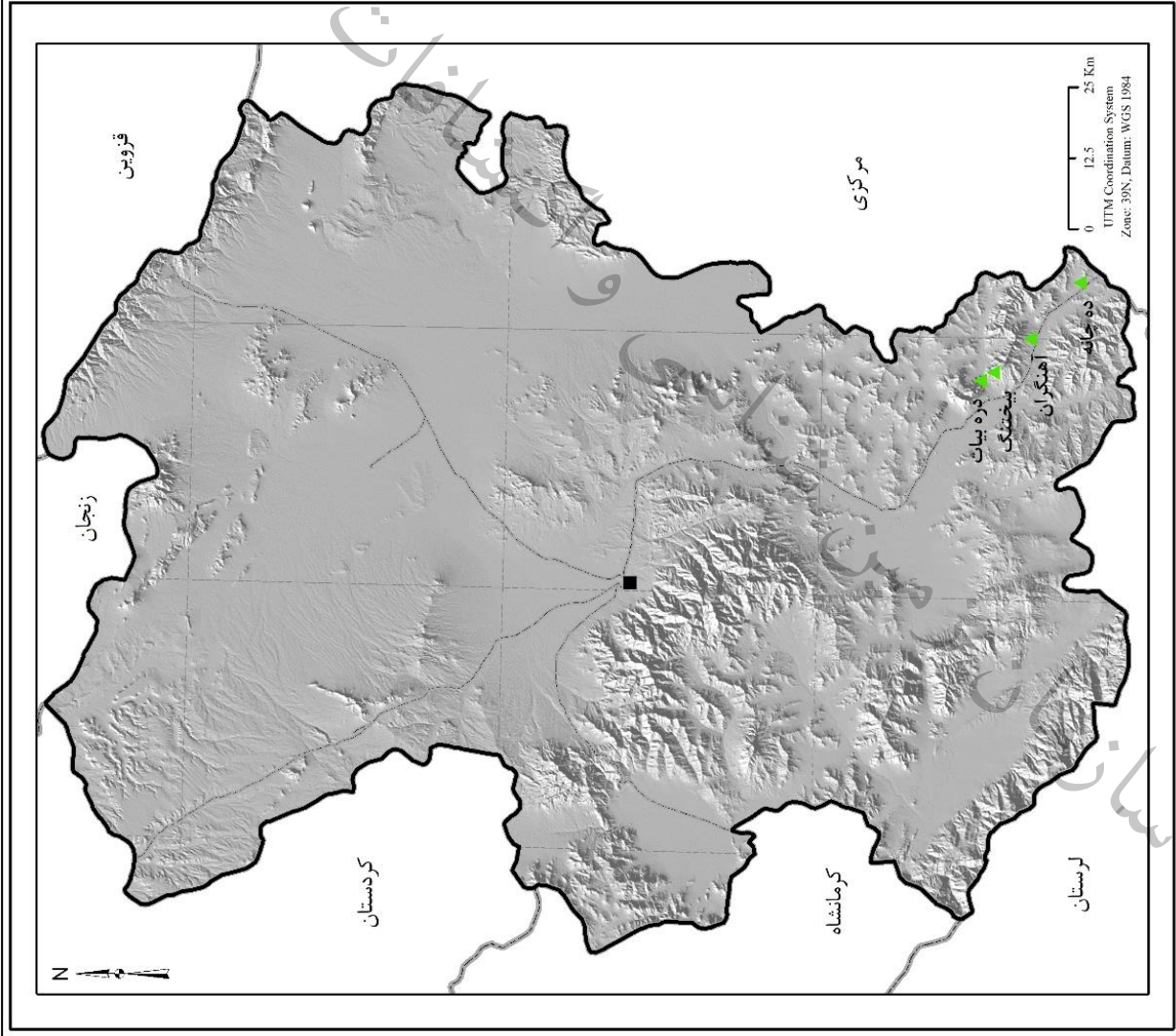
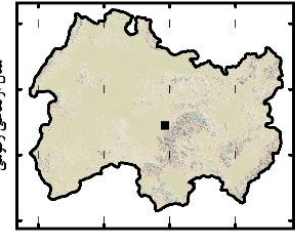
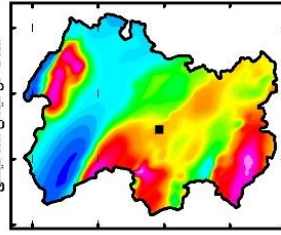
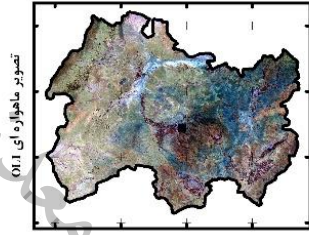
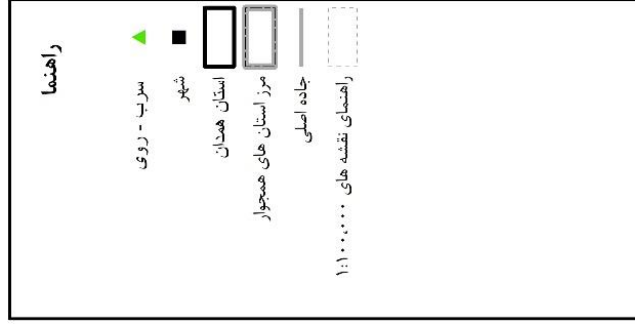
شکل ۳-۹ - چاهک اکتشافی شماره ۱ معدن سرب شیرآباد (دید به سمت شمال)



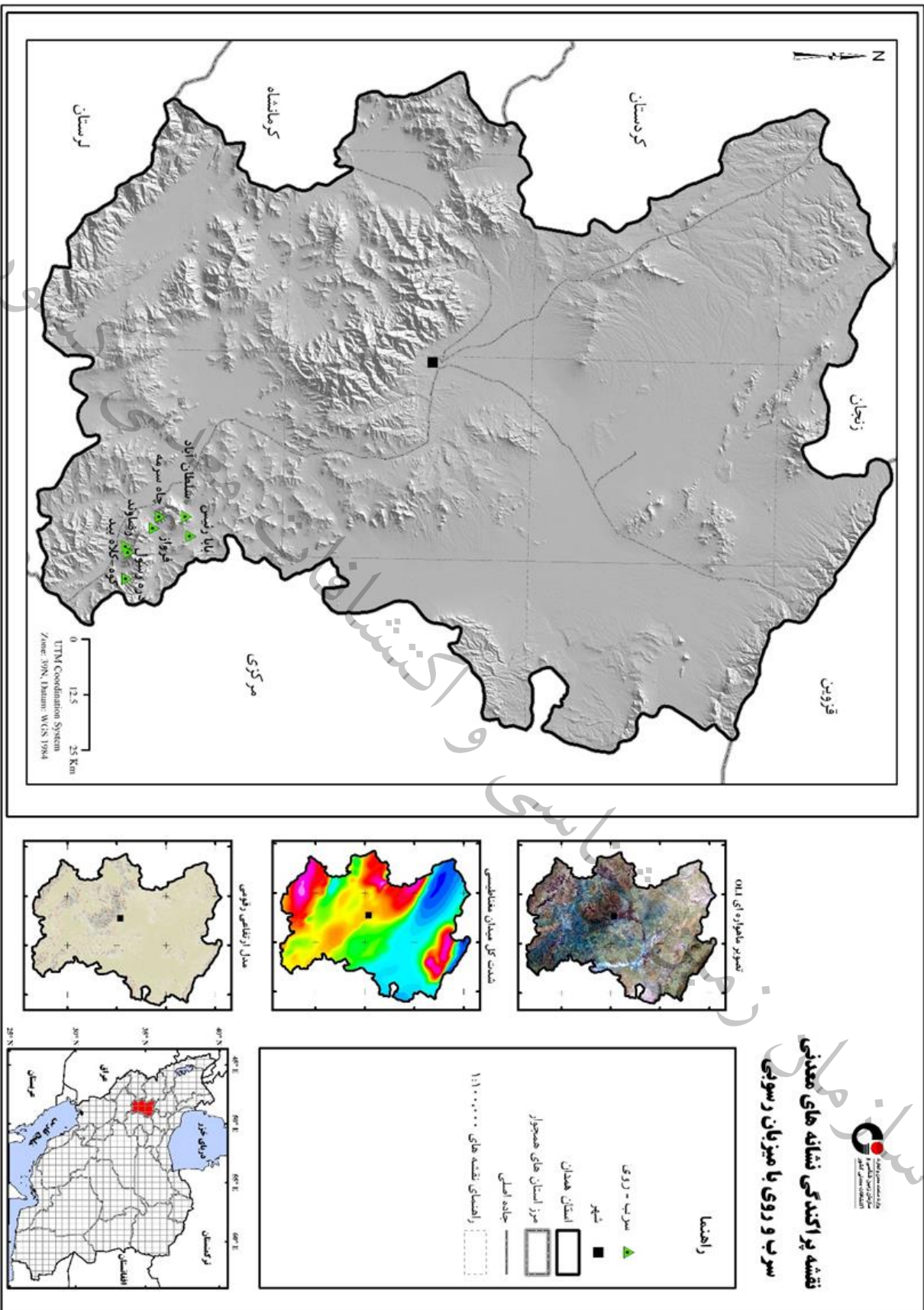
شکل ۳-۱۰- چاهک اکتشافی شماره ۲ معدن سرب شیرآباد دید به سمت خاور



نقشه پراکنده گی کانسارهای سرب و روی با میزبان رسوبی



شکل ۱۱-۳ - نمایی از نحوه پراکنده گی کانسارهای سرب و روی



نقشه پراکنده‌گی نشانه های معدنی سرب و روی با میزبان رسوبی

شکل ۳-۱۲- نمایی از نحوه پراکنده‌گی نشانه های معدنی سرب و روی

۳-۳-۳- آهن

۳-۳-۳-۱- کانسار سنگ آهن باباعلی

محدوده کانسار بابا علی در فاصله حدود ۳۵ کیلومتری شمال باختر همدان و ۳ کیلومتری باختر روستای بابا علی در دامنه شمالی ارتفاعات آلماقولاغ با ارتفاع ۳۰۰۰ متر قرار گرفته است. محدوده آهن-دار بابا علی دارای مختصات جغرافیایی " ۳۴'۰۵" ۵۶° طول خاوری و " ۳۲°۰۹'۴۸" عرض شمالی است. در این ناحیه معدنی کانی‌سازی آهن به طور پراکنده (کانسار آهن باباعلی) در ناحیه شمال غرب همدان و در زون ساختاری سنندج - سیرجان قرار دارد. این کانسار که به طریقه روباز استخراج می‌گردد، متشکل از دو عدسی شمالی و جنوبی است. سنگ‌های درونگیر آهن در عدسی شمالی سنگ‌های آذرین با ترکیب دیوریت تا گرانودیوریت می‌باشند. پاراژنز ذخیره در این کانسار عمدتاً شامل مگنتیت، پیریت و هماتیت به همراه مقادیر اندکی کانی‌های مس نظیر کالکوپیریت، بورنیت و مالاکیت است. کانی‌های گانگ که ذخیره را همراهی می‌نماید شامل اپیدوت، اکتینولیت، کلریت، کوارتز، فلدسپار و کلسیت می‌باشند. از مشاهدات صحرایی، همچون تمرکز توده معدنی در بخش مرکزی توده نفوذی، قرارگیری ماده معدنی در پهنه برشی شکل پذیر موجود در محدوده مورد مطالعه و همچنین مشاهدات میکروسکوپی مانند افزایش میزان آهن همراه با افزایش میزان دگرسانی با نزدیک شدن به توده معدنی، می‌توان چنین استنباط نمود که تزریق توده نفوذی موجب مهاجرت آهن موجود در سنگ‌های آتشفشانی - رسوبی دگرگون پیرامون و تمرکز آن در امتداد پهنه برشی گردیده است.

۳-۳-۳-۲- کانسار آهن همه کسی

انباشته‌های آهن مورد بررسی در انباشته‌های همه کسی همدان تقریباً در مرز استان همدان، باختران و کردستان و در فاصله‌هایی اندک نسبت به یکدیگر جای گرفته‌اند. مناطق یاد شده بوسیله جاده‌های خاکی، پیوند نسبتاً خوبی با یکدیگر دارند. این کانسارها شامل کانسار آهن چغارعلیا، کانسار آهن بابا علی، کانسار آهن تکیه بالا، انباشته‌های آهن همه‌کسی همدان درون یک سری سنگ‌های دگرگونه فراهم آمده‌اند. این سری سنگ‌های دگرگونه که از بخش باختری جاده همدان - اسدآباد تا پیرامون قروه و سنقر آثارشان دیده می‌شود عبارتند از: مرمر و همچنین میکاشیست و هورنفلس که از سنگ‌های رسی پدید آمده‌اند. بیشتر این سنگ‌ها متاریولیت و متایگنمریت (meta - Ignimbrite) و متابازیک (meta- basics) و آمفیبولیت می‌باشد که در این ناحیه فرآورده دگرگونی سنگ‌های بازیک و متوسط ولکانیک‌اند. انباشته‌های آهن همه‌کسی همدان که در پیوند با توده‌های نفوذی است (در کانسار آهن چنار عباس خان توده نفوذی دیده نمی‌شود ولی با توجه به شواهد زمین‌شناختی احتمال دارد توده‌ای نفوذی در ژرفا وجود داشته باشد) و بیشتر شامل کانی منیتیت



است. وجود برونزدهای سنگهای نفوذی در فواصل نسبتاً کم با این کانسارها و گسترش زیاد سنگ می توان پنداشت که کانسنگهای یاد شده در بالا از ترکیب مواد برخاسته از ماگما و بدام افتادن آنها در سنگهای آهک فراگیر پدید آمده است که کانسارهای اسکارن نامیده شده اند.

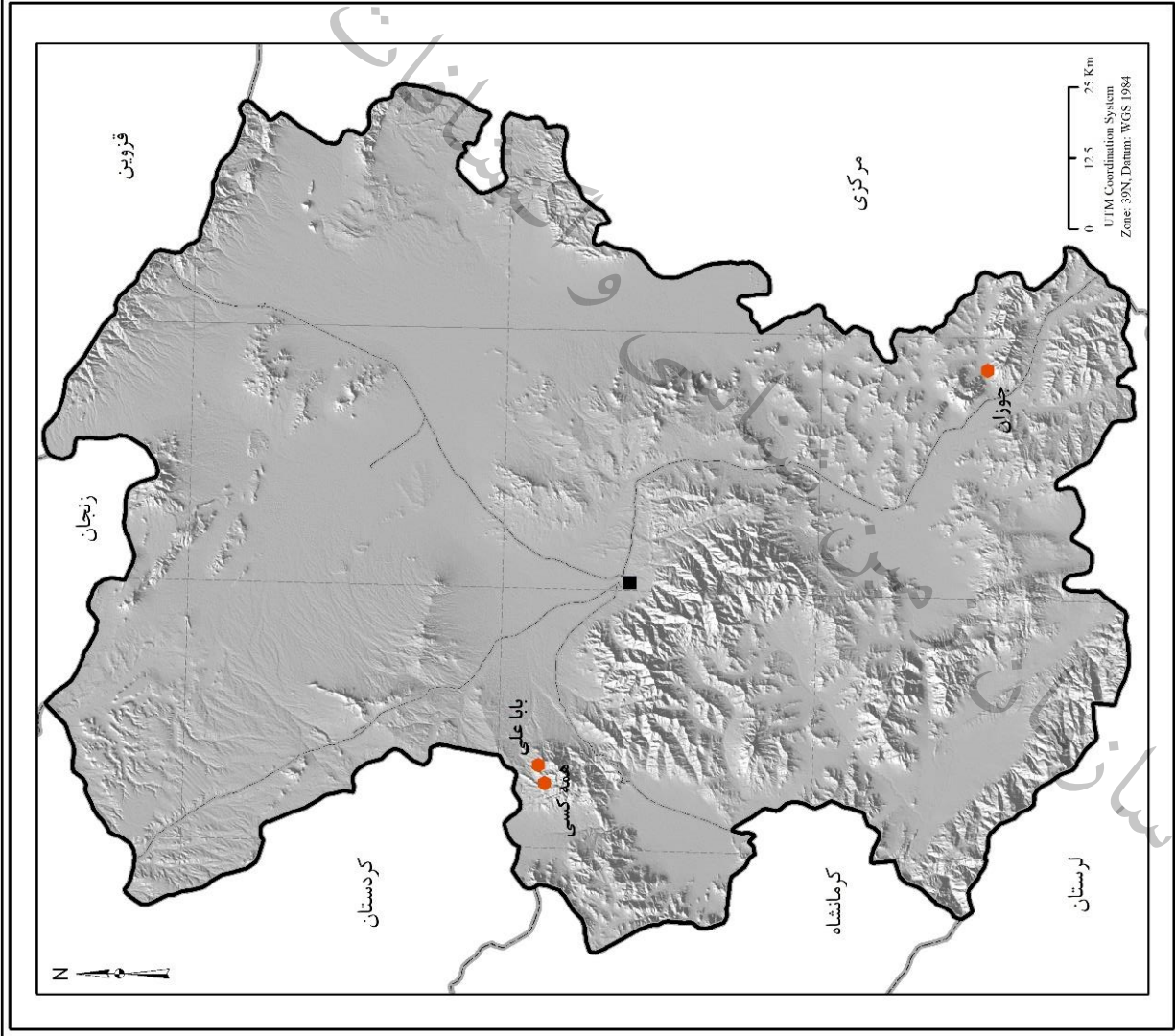
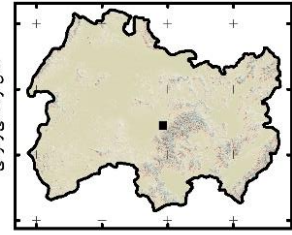
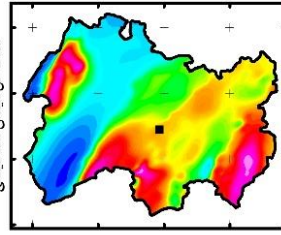
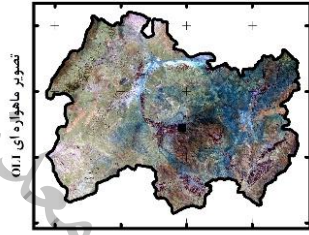
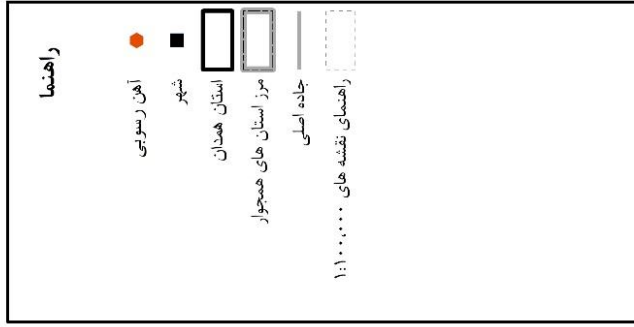
۳-۳-۳-۳- کانسار آهن چنار علیا

کانسار آهن چنار علیا در ۳ کیلومتری جنوب خاور روستای چنارعلیا و در ارتفاعات واحد mt^c قرار گرفته است. جهت دسترسی به منطقه مورد مطالعه از جاده اسدآباد به سنقر پس از طی حدود ۳۰ کیلومتر در جاده آسفالته اسدآباد به سنقر در دو راهی آقاجان بلاغی سمت راست پس از طی مسافت ۶ کیلومتر به روستای چنارعلیا رسیده و سپس به سمت جنوب خاور روستا به منطقه معدنی می رسیم. از لحاظ زمین شناسی محدوده مورد مطالعه در زون سنندج - سیرجان و در درون واحد mt^c به سن ابتدای تریاس فوقانی واقع شده است. ماده معدنی به صورت مگنتیت و هماتیت در رگه های به طول حدود ۳۰۰ متر و عرض کلی ۱۵۰ متر مشاهده می شود. جنس واحد mt^c به سن ابتدای تریاس فوقانی واقع شده است. ماده معدنی به صورت مگنتیت و هماتیت در رگه های به طول حدود ۳۰۰ متر و عرض کلی ۱۵۰ متر مشاهده می شود.



نقشه پراکنده‌گی کانسارهای آهن رسوبی

آهن رسوبی



شکل ۳-۱۳ - نمایی از نحوه پراکنده‌گی کانسارهای آهن رسوبی



۳-۴- معادن غیر فلزی

این گروه شامل بنتونیت، دولومیت، فلدسپار، گچ، خاک صنعتی، میکا، پرلیت، فسفات، سلیس و سنگ‌های زینتی می‌باشد.

۳-۴-۱- سلیس

۳-۴-۱-۱- کانسار سلیس گلوشرود

این محدوده معدنی در فاصله ۵۵ کیلومتری جنوب شرقی همدان و در فاصله ۲۵ کیلومتری ملایر واقع است. این محدوده شامل سنگ‌های شیستی - فیلیتی با رنگ خاکستری تیره می‌باشد که درزه و شکاف فراوان داشته و در بعضی لایه‌ها چرخش نیز دیده می‌شود. ذخیره اولیه معدن ۱۲۵۰۰ تن و ذخیره باقی مانده ۲۱۰۰ تن برآورد می‌شود.

۳-۴-۱-۲- کانسار سلیس دهنو

این محدوده معدنی در فاصله ۴۵ کیلومتری جاده ملایر - همدان در محل روستای الغوت واقع شده است. این محدوده در قسمت شمالی زون سنندج - سیرجان واقع شده و از نظر لیتولوژی واحدهای تشکیل دهنده منطقه عبارتند از: شیست‌های دگرگونه با رخساره شیست سبز و پاراژنز کانی‌های گارنت، آندالوزیت شیست که دارای شیستوزیته با امتداد تقریبی شمال غرب - جنوب شرق هستند و رگه‌های سلیس به صورت عدسی در امتداد شیستوزیته تشکیل شده‌اند.

۳-۴-۱-۳- کانسار سلیس پیرغیب

معدن پیرغیب در فاصله ۷۸ کیلومتری جنوب غربی همدان و در ناحیه ۲۸ کیلومتری شهرستان تویسرکان واقع شده است. راه ارتباطی همدان - جوکار - تویسرکان که بعد طی مسافت یک کیلومتر به ابتدای محدوده می‌رسیم.

۳-۴-۱-۴- کانسار سلیس آشاق قلعه

این معدن در ۳۸ کیلومتری جنوب شرق همدان واقع گردیده و می‌توان از جاده آسفالت همدان - ملایر به مسافت ۳۵ کیلومتر و در ادامه مسیر جاده شوسه روستای طاسبندی به سمت روستای آشاق قلعه به معدن دسترسی پیدا نمود. این منطقه بخشی از زون سنندج - سیرجان است که فعلیت‌های متعدد کوه‌زایی،

دگرگونی و ماگماتیسم را پشت سر گذاشته، لیتولوژی منطقه شامل سنگ‌های دگرگونی نظیر شیست و اسلیت است و سن تشکیلات طبق نقشه زمین‌شناسی به ژوراسیک بر می‌گردد. از جمله رخنمون‌های موجود سنگ‌های آهکی می‌باشد که در سطح هوازده شده و رنگ آنها کرم روشن می‌باشد. سیلیس‌ها به صورت عدسی و رگه‌ای می‌باشند و آلودگی‌های اکسید آهن به چشم می‌خورد. میزان ذخیره کشف شده ۱۶۰۰ تن می‌باشد.

۳-۴-۱-۵- کانسار سیلیس گنجه

این معدن در ۲۹ کیلومتری جنوب‌شرقی ملایر و از جاده ملایر - اراک پس از طی مسافت ۲۵ کیلومتری از طریق روستای سیاه چقا و طی ۴ کیلومتر جاده خاکی به محدوده معدن می‌رسیم. محدوده معدن در زون سنندج - سیرجان واقع و لیتولوژی آن شامل شیست و اسلیت می‌باشد. رخنمون‌های متعدد و موضعی سنگ‌های آذرین به چشم می‌خورد. شکل کانسار عدسی و رگه‌ای بوده که رگه‌ها و عدسی‌ها دارای آلودگی اکسید آهن هستند که سن شیست‌ها را به ژوراسیک نسبت می‌دهند.

۳-۴-۱-۶- کانسار سیلیس گنجان

معدن فوق در ۲۳ کیلومتر شمال شرق شهرستان ملایر واقع شده است که راه دسترسی به معدن از مسیر جاده همدان - ملایر به مسافت ۴۵ کیلومتر به معدن به سمت شهر جوکار و سپس طی ۲۰ کیلومتر به محدوده معدن می‌رسیم. به لحاظ پترولوژی شامل شیست‌های ژوراسیک می‌باشد که ماده معدنی مورد مطالعه به صورت رگه‌ای و عدسی شکل در داخل آن قرار گرفته است. از دیگر تشکیلات موجود در منطقه می‌توان به آهک‌های تخریبی اشاره کرد. برونزدهای سیلیس به صورت همروند با شیستوزیته سنگ‌های دگرگونی قرار گرفته است، ابعاد رگه‌های سیلیس متفاوت بوده و شامل آمیختگی از ناخالصی‌ای اکسید آهن همراه با شیست‌های منطقه می‌باشد.

۳-۴-۱-۷- کانسار سیلیس گلدره

محدوده معدن در شمال شهرستان ملایر و جنوب شرق شهرستان همدان واقع است که مسافت آن تا مرکز استان ۵۵ کیلومتر و راه ارتباطی آن از طریق جاده آسفالته همدان - ملایر می‌باشد. شیست‌های دگرگونه مربوط به ژوراسیک قدیمی‌ترین واحد بوده و رسوبات آهکی کرتاسه هم‌شیب بر روی آن قرار دارد، لیتولوژی



عمده این ناحیه را فیلیت و میکاشیست تشکیل داده است، ماده معدنی سیلیس شامل رگه‌ها و عدسی‌های کوچک و متوسط بوده که در مناطق کم‌ارتفاع و دشت درون سنگ‌های همبر تمرکز و تجمع یافته است.

۳-۴-۱-۸- کانسار سیلیس بش آغاچ

محدوده مورد نظر در فاصله ۴۵ کیلومتری شهرستان همدان در مسیر جاده آسفالته ملایر قرار گرفته است. محدوده معدن به طور کلی از فیلیت شیست تشکیل و از نظر سنی به ژوراسیک نسبت داده می‌شود، ارتفاعات دارای روندی تقریباً شرقی - غربی بوده و در بخش شمالی و جنوبی به دشت‌های آبرفتی منتهی می‌گردد. رگه‌های سیلیس با ابعاد مختلف درون شیست‌های مذکور و به صورت پراکنده قرار گرفته‌اند. ناحیه مذکور جزئی از زون سنندج - سیرجان می‌باشد. در هنگام بازدید ذخیره قابل توجهی موجود نبوده و می‌توان به مقدار ۵۰۰ تن سیلیس درجه ۲ پراکنده در منطقه اشاره نمود.

۳-۴-۱-۹- کانسار سیلیس عباس آباد

معدن مذکور در ۳۰ کیلومتری غرب ملایر از طریق راه ملایر - آوزمان قبل از روستای آوزمان که در بین روستاهای مهدی‌آباد در شمال‌شرق، سلطان‌آباد و انوج در جنوب شرق قلعه علی مراد در غرب قرار دارد. محدوده معدن بخش کوچکی از زون سنندج - سیرجان است و لیتولوژی منطقه شامل سنگ‌های دگرگونی از قبیل میکاشیست، فیلیت در شمال و آهک‌های کریستالیزه در بخش جنوبی می‌باشد و از نظر سنی طبق نقشه زمین‌شناسی همدان سن آهک‌ها به پرژوراسیک و سنگ‌های دگرگونه به ژوراسیک نسبت داده است.

۳-۴-۱-۱۰- کانسار سیلیس قوره چینه

محدوده فوق در فاصله ۸۰ کیلومتری شمال، شمال غرب شهرستان همدان واقع گردیده است که به منظور دسترسی به محدوده پس از طی مسافت ۴۶ کیلومتر در مسیر جاده آسفالته همدان-گل تپه و رسیدن به سهراهی سوباشی با انحراف به سمت شرق و با استفاده از جاده کبودرآهنگ و عبور از روستای کندتپه و جزوان به ضلع شمالی محدوده معدن دسترسی پیدا می‌کنیم. به طور کلی گستره اصلی سنگ‌های منطقه شامل شیست و اسلیت‌های دگرگون شده ژوراسیک که در بین آنها آهک‌های متبلور رخنمون دارند می‌باشد. از آنجائی که در این ناحیه هیچگونه آثاری از فعالیت‌های ماگماتیک و دگرگونی مجاورتی دیده نمی‌شود و با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده بر روی لیتولوژی منطقه و سنگ‌های همبر با ماده معدنی سیلیس، منشاء

ماده معدنی مذکور رسوبی تشخیص داده می‌شود که در بعضی نقاط تحت تاثیر عوامل زمین‌ساختی و متامورفیسم واقع و به کوارتزیت تبدیل شده است.

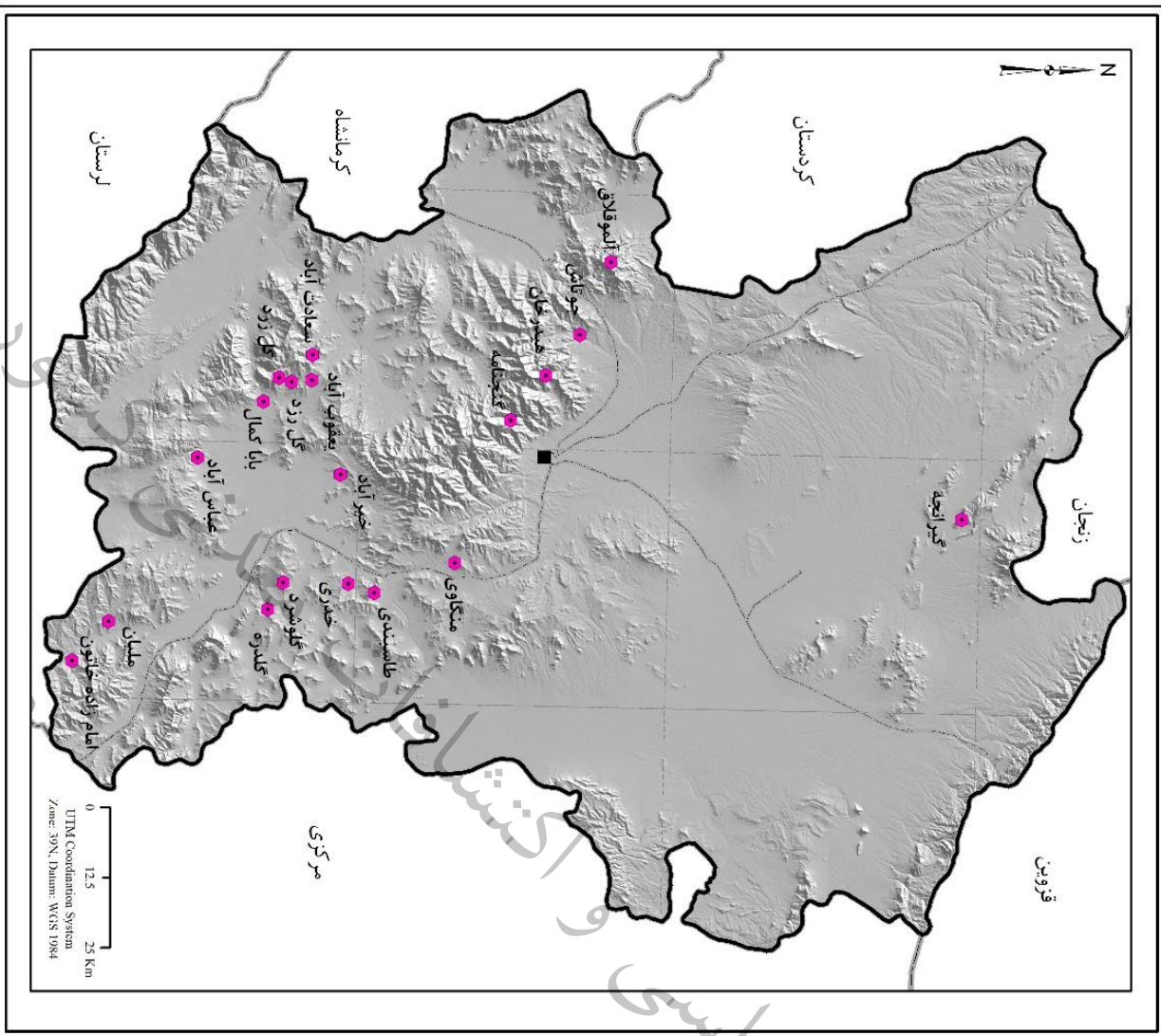
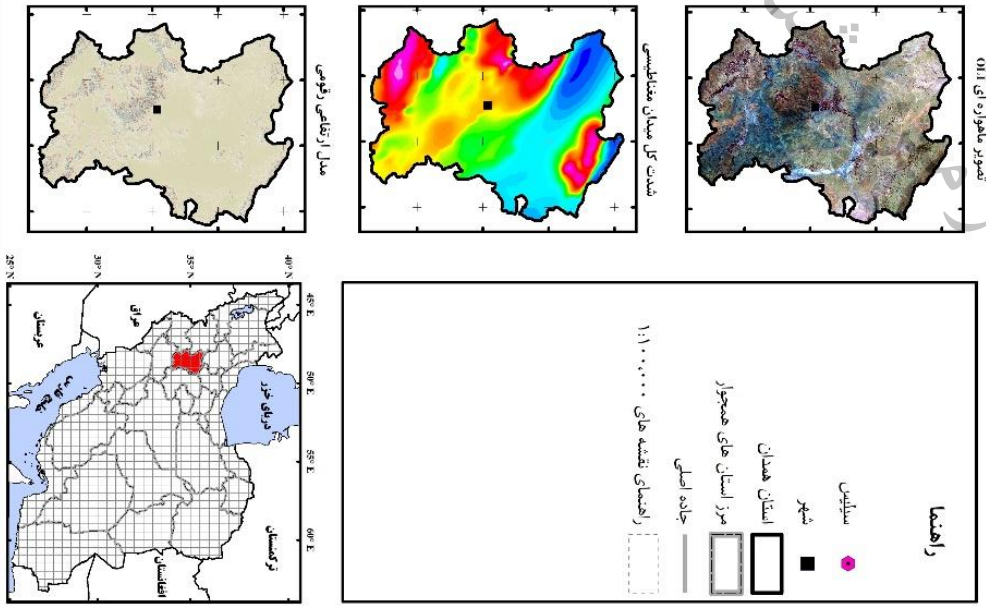
۳-۴-۱-۱۱- کانسار سیلیس امام زاده خاتون

این کانسار در ۳۰ کیلومتری جنوب - جنوب شرقی ملایر در مسیر روستای مرویل و ۳ کیلومتری جاده قشلاق محمدی قرار گرفته است. این محدوده معدنی بخشی از زون سنندج - سیرجان می‌باشد. لیتولوژی این منطقه فیلیت شیستهای ژوراسیک می‌باشد و امتداد آنها در نقاط مختلف متفاوت می‌باشد. رسوبات مذکور حداقل تحت تاثیر فاز تکتونیکی قرار گرفته‌اند که در نتیجه آن ساختمان‌های پلانژ داری ایجاد گردیده است. ماده معدنی در اثر مناطق در جهت شیستوزیته قرار داشته و در بخش غربی منطقه پراکندگی دارد که البته همگی برداشت شده‌اند و مقدار کمی از ماده معدنی باقیمانده است که عیار آن پایین می‌باشد. میزان ذخیره ۲۰۰۰ تن سیلیس درجه ۲ و ۳ می‌باشد.

۳-۴-۱-۱۲- کانسار سیلیس ملیان

این کانسار در ۲۵ کیلومتری جنوب ملایر، در مسیر راه ارتباطی ملایر - اراک، شامل ۱۰ کیلومتر از جاده مذکور و طی مسیر از طریق راه روستای مرویل و پی‌هان که به شرق محدوده می‌رسیم. محدوده بخشی از زون دگرگونی سنندج - سیرجان می‌باشد. لیتولوژی عمده معدن را سری سنگ‌های دگرگون شده از نوع فیلیت شیست مربوط به دوران ژوراسیک تشکیل می‌دهد. متعاقب فازهای تکتونیکی کیمیرین پسین، دگرگون و در اثر تنشهای تکتونیکی بعدی نیز چین‌خوردگی یافته‌اند و متعاقباً در بخش‌های غربی و جنوبی، توده‌های آذرین در آنها تزریق گردیده است. ذخیره موجود در معدن ۸۰۰ تن سیلیس درجه ۱ و ۲ ذکر شده است.

نقشه پراکنده گی کانسارهای سیلیس - ایی ترمال



شکل ۳-۱۴- نمایش از نحوه پراکنده گی کانسارهای سیلیس ایی ترمال

۳-۴-۲- سنگ آهک

۳-۴-۲-۱- معدن آهک سلطان آباد

این معدن در ۶/۹ کیلومتری شرق شهرستان ملایر و در فاصله ۹۸ کیلومتری از مرکز استان شده، راه دسترسی به معدن از طریق جاده، آسفالت همدان - ملایر و سپس با گذار از روستای ازناو طی حدود ۱/۸ کیلومتر جاده شوسه می‌باشد. محدوده سینه کار در دامنه کوه سردکوه واقع و به لحاظ اینکه در دامنه برفگیر این کوه قرار گرفته امکان فعالیت معدنی در طول سال به هفت ماه محدود می‌شود. از نظر زمین‌شناسی، طبقات رسوبی و آلوویوم، منطقه را پوشانیده و رسوبات به کراتاسه نسبت داده می‌شود. طبقات رسوبی ماسه‌سنگ‌های آهکی می‌باشند که رنگ آنها قهوه‌ای روشن تا طوسی تیره بوده و بافت آنها دانه ریز می‌باشند. محدوده متن شامل آهک‌های خاکستری تا خاکستری تیره مربوط به دوره کراتاسه می‌باشد و لایه‌های ماسه‌سنگی مشاهده می‌شود. بر اساس عوامل تکتونیکی و کوهزایی شکستگی‌های فراوانی در منطقه وجود دارد که اکثریت آنها بر اثر تبلور مجدد از کلسیت پر شده‌اند. میزان ذخیره این معدن براساس دفترچه مشخصات تهیه شده ۵۰۰۰۰۰ تن برآورد شده است.

۳-۴-۲-۲- معدن سنگ آهک قلعه خنج (آهک صنعتی)

معدن در ۷۵ کیلومتری شمال شرق همدان و در ۳/۲ کیلومتری روستای قلعه خنج (قلعه جوق) بخش نهاوند واقع می‌باشد و راه دسترسی به معدن از طریق جاده آسفالت همدان - رزن به طول ۲۵ کیلومتر و سپس به سمت جاده آسفالت قرخلر - جیخون آباد که پس از طی مسافت ۳۰ کیلومتر، جاده شوسه به سمت روستاهای احمدآباد - هیزج و قلعه خنج پیش می‌رود و سپس با طی مسافت ۲/۳ کیلومتر به معدن می‌رسد. نوع ماده معدنی سنگ‌آهک صنعتی می‌باشد. این منطقه دارای لایه‌بندی موازی و بدون شیب بوده و طبق بررسی‌های به‌عمل آمده از لایه‌بندی‌های متعدد تشکیل شده که می‌توان به‌طور عمده به دو لایه قابل تفکیک مشخص نمود و علت آن تغییر فسیل‌های موجود در دولایه می‌باشد ولی مرز لایه‌بندی مشخصی ندارد. از نظر سنی این سنگ‌ها جزء سازند قم بوده که می‌توان آنها را به دوره الیگومیوسن نسبت داد و از نظر لیتولوژی سنگ‌های تشکیل دهنده عمدتاً بیومتریکی می‌باشند. میزان ذخیره را با توجه به مساحت محدوده معدن و ارتفاع آن با استفاده از خطوط تراز می‌توان ۱۲۰۰۰۰ تن برآورد نمود.



۳-۴-۲-۳- کانسار سنگ آهک بوربور

معدن فوق در فاصله ۲ کیلومتری غرب روستای بوربور واقع و فاصله آن از شهرستان همدان ۵۲ کیلومتر و راه دسترسی به معدن از طریق جاده آسفالته همدان - ملایر به مسافت ۴۳ کیلومتر جاده شوسه در حال آسفالت به سمت روستای بوربور می باشد. منطقه را شیست‌های آندالوزیتی مربوط به ژوراسیک تشکیل می دهد که آهک تراورتنی به طور دگرشیب زاویه دار به ضخامت متوسط ۴ متر بر روی آن تشکیل شده و در طول مسیر رودخانه آشاق قلعه - بوربور به طول ۱ کیلومتر و عرض متوسط ۱۵۰ متر گسترش دارد که این رودخانه محدوده معدن را به دو قسمت تقسیم نموده که در قسمت شمالی آن و در کنار جاده آسفالته (به فاصله ۱۰۰ متر) می توان به ذخیرهء مربوطه دسترسی پیدا نمود. براساس مشخصات تهیه شده میزان ذخیره ۹۶۰۰۰۰ تن برآورد شده است.

۳-۴-۲-۴- سنگ آهک طمچی

معدن در جنوب شرق روستای طمچی و در جنوب روستای قلعه جوق واقع شده است، محدوده دو معدن قلعه جوق و طمچی تقریباً در کنار هم واقع شده اند. راه ارتباطی آن از طریق جاده آسفالتی همدان - ساوه در ۶۵ کیلومتر همدان و ۲۵ کیلومتر جاده روستایی به سمت جنوب می باشد که پس از عبور از روستای طمچی در جهت جنوب شرق در مسیر روستای قلعه جوق و به فاصله ۶ کیلومتر می توان به محدوده معدن دسترسی پیدا نمود. نوع ماده معدنی سنگ آهک صنعتی است که جزء معادن طبقه یک محسوب می شوند. طبق آنالیزهای انجام شده سنگ محدوده معدن دارای درصد بالایی از کربنات کلسیم می باشد که جهت تهیه پودر کربنات، آهک و پودر مل اهمیت دارد. میزان ذخیره بالغ بر ۱۰۰۰۰۰۰ تن برآورد شده است.

۳-۴-۲-۵- کانسار سنگ آهک کربناته ابودردا

معدن ابودردا در فاصله ۵/۱ کیلومتری غرب شمال غرب N83W روستای ابودردا و در فاصله ۵۰ کیلومتری جنوب شهرستان تویسرکان واقع و راه ارتباطی آن را از طریق جاده آسفالته تویسرکان به جوکار بطول ۲۰ کیلومتر تا روستای خیرآباد و سپس از خیرآباد به فاصله ۳۰ کیلومتر جاده خاکی درجه یک تا روستای ابودردا و پس از آن ۵ کیلومتر جاده خاکی درجه ۳ به سمت شمال غرب تا معدن می باشد. آب و هوای منطقه نسبتاً سرد و امکان ۸ تا ۹ ماه کار در سال وجود دارد. منطقه مورد مطالعه را کلا سنگ های شیستی دگرگونی دوره ژوراسیک پوشانده است که لایه های آهکی خاکستری تیره تر و گاه سفیدشیری به صورت عدسی هایی در میان لایه های شیستوزیته دیده می شوند محدوده معدن از یک سکانس آهکی خاکستری رنگ شامل می شود که

خود از چند لایه نازک با ضخامت حداکثر ۱ متر تشکیل و در بعضی جاها رنگ آنها به سیاه متمایل است، که در سایر جاها روشن‌تر می‌باشد درزه، شکاف و شکستگی فراوان وجود و همین شکستگی سبب خوردشدن لایه‌ها گشته است، چرخش کمی در لایه‌ها شیب لایه‌های آهکی در حدود ۲۱ درجه به سمت جنوب‌غرب و امتداد لایه‌ها N70W می‌باشد. میزان ذخیره با توجه به ابعاد برونزد لایه‌های آهکی و ضخامت مرئی آن که می‌تواند کل ضخامت محسوب شود حدوداً ۱۲۵۰۰ تن برآورد می‌گردد و با توجه به شیب لایه‌های آهکی ذخیره بیش از این میزان می‌باشد.

۳-۴-۲-۶- کانسار سنگ‌آهک گلیان

این معدن در فاصله ۱۷۵ کیلومتری از مرکز استان و در جنوب غرب آن واقع است، مسیر دستیابی به معدن از مرکز روستای گلیان می‌باشد. لیتولوژی عمده منطقه سنگ‌های محدوده معدن را تناوبی از سری سنگ‌های دگرگون شده، شیل، آهک و ریولیت تشکیل می‌دهد که به پرمو تریاس تعلق داشته و رخساره شیست سبز دگرگون و به شیست‌های سبز تا خاکستری دودی و کریستالیزاسیون آهک‌ها و ریولیت انجامیده است. رخنمون‌ها آنها در گستره محدوده بخوبی قابل تعقیب می‌باشد که امتداد و مقدار شیب آنها به شدت متغیر بوده و جابجایی عمده‌ای از نظر گسلش در محل دیده می‌شود که فراوانی آنها و عملکرد فازهای تکتونیکی، درزه‌های فراوان در سنگ‌های کربناته ایجاد نموده است. نوع ماده معدنی سنگ‌آهک کریستالیزه (چینی) می‌باشد. علاوه بر کانسارهایی فوق به سنگ‌آهک برفیان، شاوله، سعیدآباد، ایواک، کرد بلاق شرقی، راستگویان، بوقاچی، مرک خرابه، شیل شاهان شریج در این استان می‌توان اشاره کرد.

۳-۴-۲-۷- کانسار مرمریت صورتی رنگ چپقلو

محدوده اکتشافی در شمال استان همدان و شهرستان کبوترآهنگ و در قسمت غرب شهرستان رزن قرار می‌گیرد فاصله محدوده تا شهرستان همدان حدود ۱۳۱ کیلومتر می‌باشد و راه ارتباطی جهت دستیابی به محدوده عبارت است از راه آسفالت کبوترآهنگ به طرف روستای چپقلو و سپس از طریق راه خاکی می‌توان به محل سینه‌کار که در قسمت روستای چپقلو واقع شده رسید. این محدوده از نظر زمین‌شناسی در قسمت شمالی زون رزن و در حدفصل بین زون رزن و آبگرم قرار گرفته است در این زون (رزن)، رسوبات پالئوزوئیک و تریاس زیرین رخنمون ندارند و قدیمی‌ترین سنگ‌های این ناحیه اسلیت‌ها و شیست‌های دگرگون شده می‌باشند. اختلاف بارز رخساره این ناحیه با زون سنندج - سیرجان از فعالیت‌های زیاد ماگمایی و ولکانیکی در این زون است طبق گزارشات زمین‌شناسی فاز تکتونیکی پلیوسن و پلیستوسن مهمترین عامل تکتونیکی



در این زون می‌باشد و رخنمون اصلی ماده معدنی را سنگ‌های مرمریت صورتی، کرم و بعضاً لیمورنگ تشکیل می‌دهند. سنگ‌های صورتی دارای برجستگی بیشتری هستند. سنگ‌های مذکور به صورت دگرشیب روی مارن‌های قدیمی‌تر احتمالاً ائوسن قرار گرفته و از نظر سنی با توجه به فسیل‌های موجود در آنها مانند پکتین و جلبک‌های لیتوتامینیوم و لیتوفیلوم به الیگومیوسن تعلق دارند. سنگ‌های منطقه در اثر یک درزه‌های موازی و متقاطع قطع شده و به تبع آن میکرودرزه‌هایی در سنگ ایجاد شده است که همین عامل باعث شده قسمت‌های بالایی این سکناس قابلیت کوپ‌دهی نداشته باشد. نوع ماده معدنی در این معدن سنگ معدن صورتی رنگ است که در بعضی از قسمت‌ها تغییر رنگ پیدا نموده و کرم و حتی لیمویی رنگ می‌شود ولی ماده معدنی رنگ صورتی دارد. براساس سینه‌کارهای اکتشافی طول و عرض و ارتفاع کانسار میزان ذخیره معدن ۱۰۰۰۰۰ تن برآورد می‌گردد.

۴-۲-۸- کانسار تراورتن کرم - لیموئی - گردوئی دینگله کهریز

معادن مذکور در شمال غرب، شمال و شمال شرق روستای دینگله کهریز قرار دارند و راه ارتباطی آنها از طریق جاده اصلی همدان و پس از عبور از روستای دینگله کهریز در فاصله ۱/۵ کیلومتری شمال شرق ۱/۲ کیلومتری شمال و یک کیلومتری شمال غرب به ترتیب می‌توان به سینه کارهای تراورتن گردوئی - لیمویی و کرم دست یافت. تراورتن‌های مذکور به صورت تپه‌ماهورهایی با ارتفاع کم قسمت شمالی روستای مذکور را تشکیل داده و یکسری آبراهه با روند جنوبی آبهای قسمت‌های شمالی را به طرف رودخانه فصلی مشرف به جنوب روستای دینگله کهریز زهکشی می‌نماید. محدوده معدن قسمتی از زون سندنجد - سیرجان بوده که در قسمت شمالی توده گرانیتهی الوند با فاصله حدود ۳۰ کیلومتر از آن قرار گرفته‌اند. لیتولوژی معدن شامل یکسری سنگ‌های کربناته با رخساره آهک‌های کم‌عمق واز نوع Oelitic limestone است. سنگ‌های آهک‌های اوولیتی بیانگر منشاء کم عمق و ساحلی می‌باشد این سنگ‌ها مربوط به قسمت‌های کم عمق تشکیلات قم بوده و یا به عبارت دیگر می‌توان اذعان نمود که سواحل دریای قم در دوره الیگومیوسن به تشکیلات مذکور منتهی می‌شده است. این سازند به دلیل اینکه میان لایه‌هایی از مارن می‌باشد که ویژگی‌های رخساره‌های کم‌عمق است دارای لایه‌بندی با ضخامت کم بوده و به همین خاطر در منطقه دینگله کهریز جهت سنگ لاشه ساختمانی مورد مصرف قرار می‌گیرد. سازند مذکور به صورت دگرشیب که در بعضی نقاط شیب لایه‌ها از صفر درجه تا ۳۰ درجه متغیر است روی سنگ‌های شیستی و اسلیتی ژوراسیک قرار گرفته است و بر روی سازند مذکور در بعضی از نقاط مارن‌های الیگومیوسن فوقانی و در بعضی نقاط سنگ‌های تراورتن قرار گرفته‌اند. در منطقه دینگله کهریز سینه‌کارهای متعددی ایجاد شده که متاسفانه همه آنها در یک افق قرار گرفته‌اند و بیانگر

وضعیت کیفی معدن در نقاط عمیق‌تر نیست. با توجه به آنالیزهای قبلاً انجام شده میزان کربنات کلسیم تراورتن کرم و میزان آهن تراورتن گردوئی بیشتر می‌باشد. میزان ذخیره تراورتن گردوئی ۳۰۰۰۰۰ تن تراورتن لیموئی ۱۰۰۰۰۰ تن و میزان ذخیره تراورتن کرم ۸۲۰۰۰۰ تن می‌باشد.

۳-۴-۳- دولومیت (کانسنگ منیزیم) - نهاوند

معادن سنگ دولومیت (کانسنگ منیزیم) نهاوند که بیشتر در کوه‌های منطقه آردو شان نهاوند است، در نوع خود به دلیل مرغوبیت حرف اول را در جهان می‌زنند. میزان ذخایر اکتشاف شده سنگ معدنی دولومیت در استان همدان بیش از ۵۴ میلیون تن است. در حال حاضر روزانه بیش از ۱۰۰ تن سنگ دولومیت از معادن نهاوند استخراج و سپس دانه‌بندی شده و با کامیون به نقاط مختلف کشور و حتی خارج از کشور صادر می‌شود.

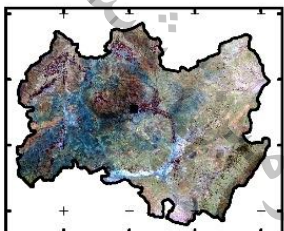
۳-۴-۴- لیمونیت - زمان آباد

این محدوده معدنی در ۴ کیلومتری شمال‌شرق روستای زمان آباد واقع شده است. قبلاً مطالعه بیش از ۴۰ کیلومتر مربع محدوده معرفی شده جهت اکتشاف آهن و لیمونیت، تنها محدوده امیدبخشی که به نظر می‌رسد جهت کار مناسب باشد همان محدوده معدن لیمونیت زمان آباد است. در این محدوده تعداد ۳ تونل اصلی وجود دارد که جهت استخراج ماده معدنی مورد استفاده قرار می‌گرفته است. ماده معدنی در واحد گارنت شیبست Sch^g به صورت لیمونیت تشکیل شده است از آنجا که این لیمونیت‌ها سطحی نبوده و تا عمق ادامه می‌یابند و در سطح گاه‌گاه قشر نازکی از هماتیت وجود دارد. لذا می‌توان تصور کرد که این ترتیب نشانگر منشاء هیدروترمالی این معدن بوده که نشانه‌ای به حضور ماده معدنی در عمق است. طول رخنمون رخنمون ماده معدنی در حدود ۷۵ متر است. حدود ۳۰ تن هماتیت و گوتیت در اطراف معدن و در نزدیک تونل‌های استخراجی دپو شده است که جهت استفاده در کارخانه سیمان مناسب می‌باشد.

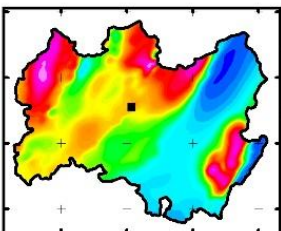
نقشه پراکنده گی کانسارهای سنگ آهک

سنگ آهک

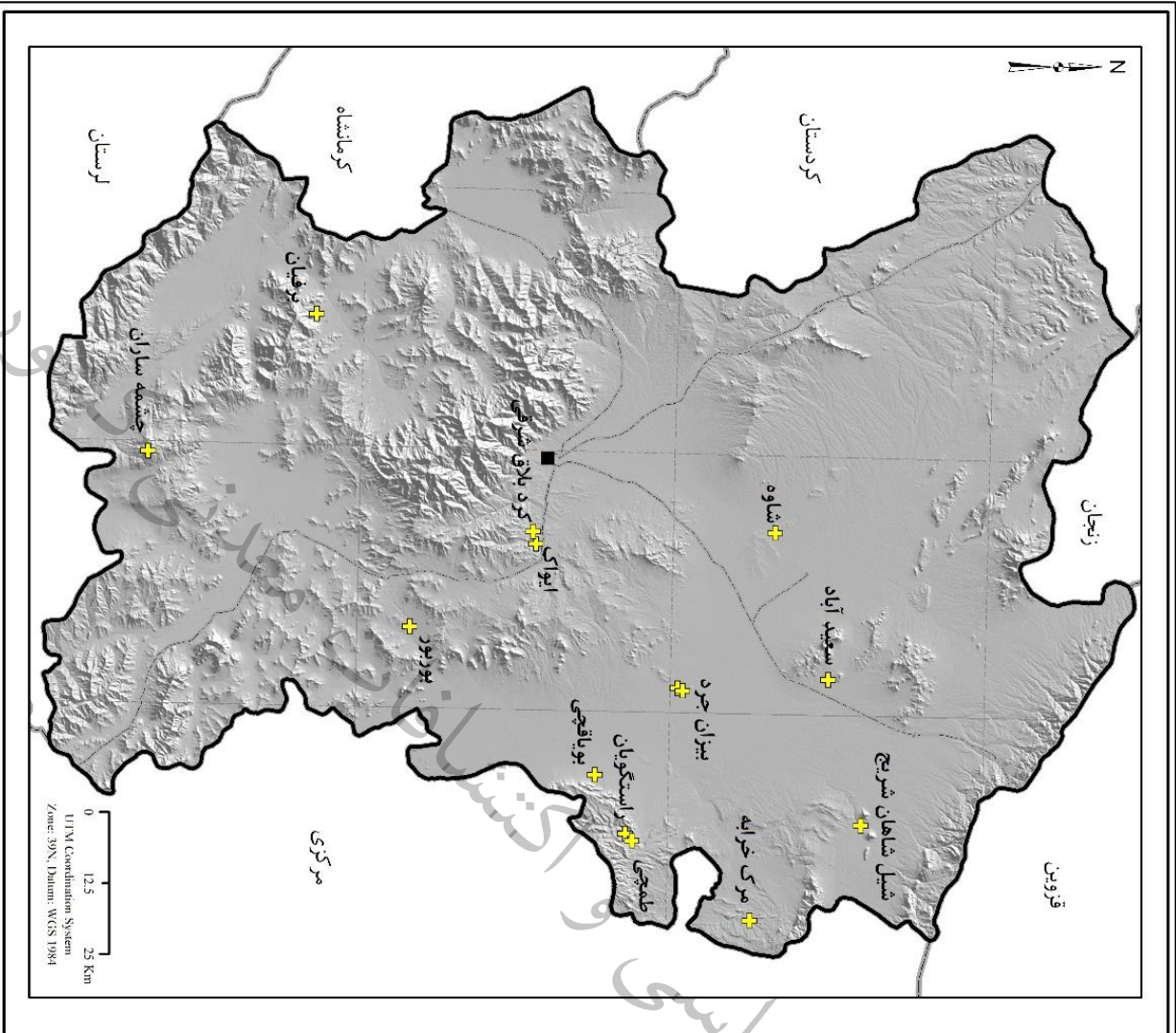
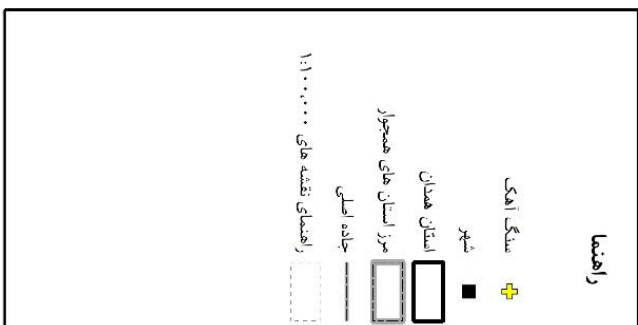
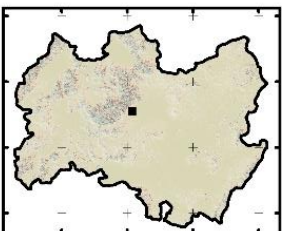
تصویر ماهواره ای OI1



نقشه کل میدان مقطعی



مدل ارتفاعی رقومی



شکل ۳-۱۵- نمای از نحوه پراکنده گی کانسارهای سنگ آهک



شکل ۳-۱۶- معدن متروکه لیمنیت زمان آباد و موقعیت تونل‌های استخراجی آن (دید به سمت جنوب)

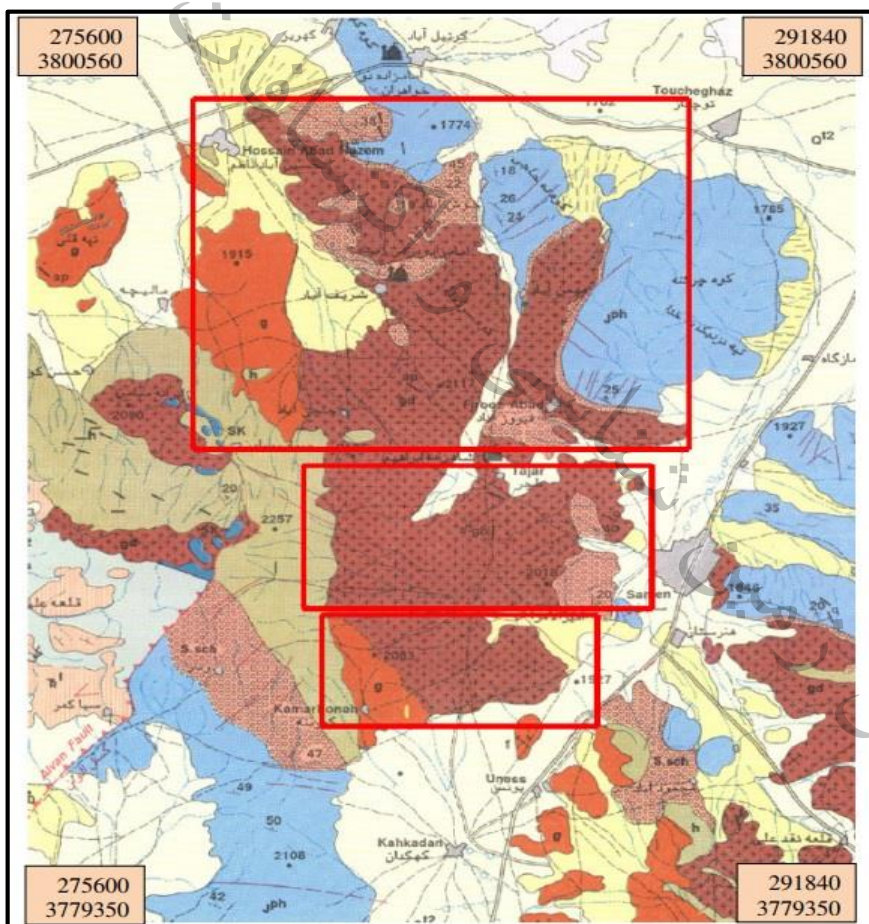


شکل ۳-۱۷- حضور ماده معدنی در داخل گارنت شیست های واحد Sch^۳



۳-۴-۵- کانسار فلدسپار امیرالامرا

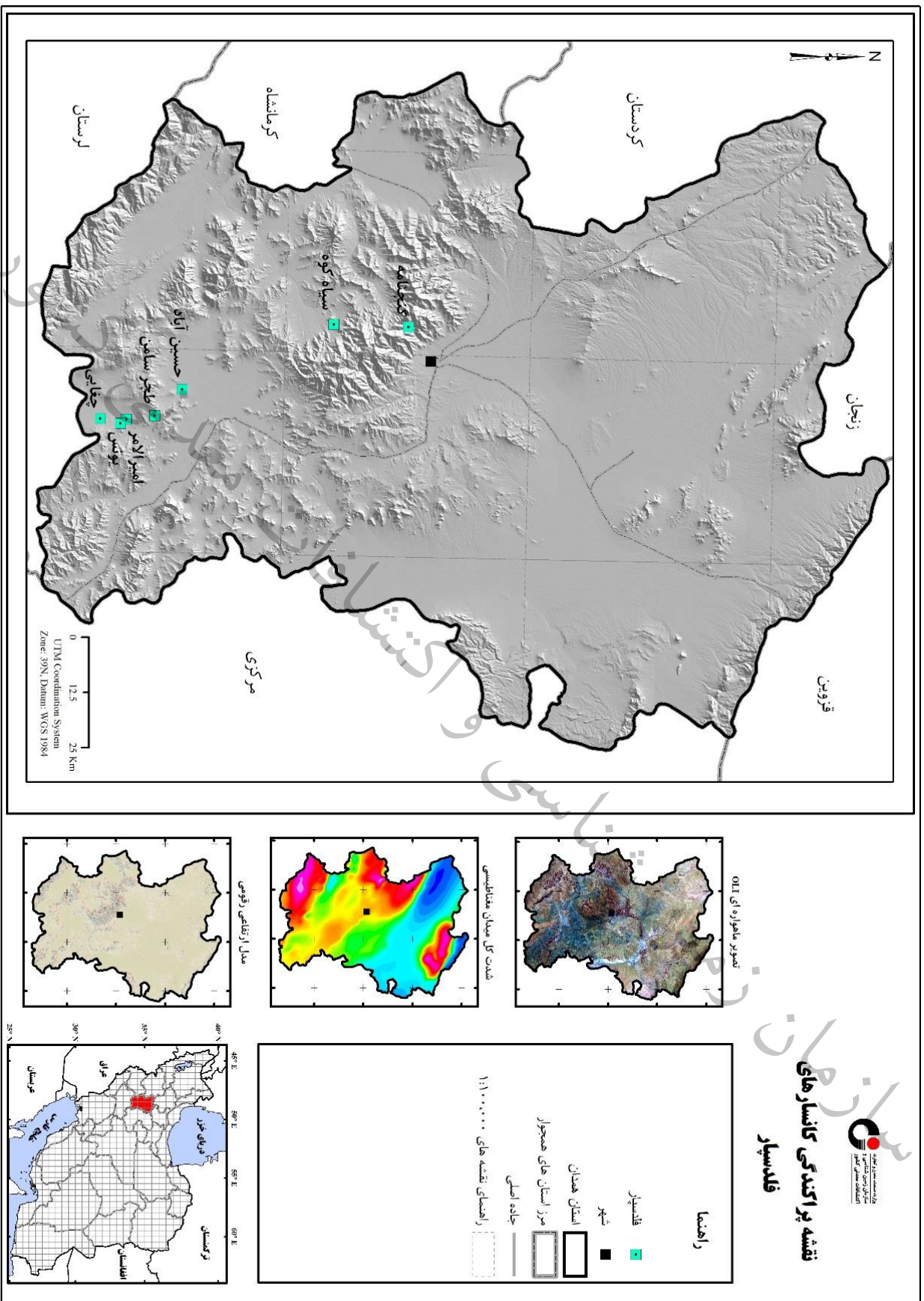
محدوده مورد مطالعه در ۳۰ کیلومتری جنوب باختری ملایر قرار دارد. نزدیک ترین آبادی به منطقه مورد مطالعه روستای امیرالامرا در قسمت شمال خاوری منطقه و بخش سامن در ۴ کیلومتری شمال خاور منطقه قرار دارد. بدلیل نزدیکی به روستای امیرالامرا امکان تامین نیروی انسانی مورد نیاز در معدن وجود دارد. از نظر زمین شناسی محدوده مورد مطالعه در درون واحد gd قرار گرفته و ماده معدنی فلدسپات درون پگماتیت های موجود در منطقه قرار دارد. به دلیل حضور فراوان کانی های مافیک مانند تورمالین در این محدوده امید چندانی به نتیجه گرفتن از این محدوده برای فلدسپات نمی باشد. این مطلب را از نتایج نمونه های برداشتی از این منطقه نیز به روشنی بیان می کند.



شکل ۳-۱۸- نقشه زمین شناسی ملایر که موقعیت محدوده فلدسپات امیرالامرا و محدوده گرانیات شریف آباد و طجر سامن در آن مشخص شده است.

۴-۳-۶- کانسار فلدسپار چغایی

کانسار فلدسپات چغایی در ۲۶ کیلومتری جنوب ملایر در بخش سامن واقع شده است. محدوده کانسار در نوار متامورف سنندج - سیرجان قرار گرفته و از لحاظ رسوبگذاری و ویژگی‌های ساختمانی همانند زون سنندج - سیرجان است. جهت و امتداد آن از امتداد کلی زاگرس تبعیت می‌کند. توده‌های نفوذی متعددی نظیر سامن، یونس و بروجرد در منطقه یافت می‌شوند که فیلیت‌های همدان را بریده‌اند. کانسار فلدسپات چغایی از تفریق ماگمایی توده نفوذی سامن - بروجرد به وجود آمده که به صورت پگماتیت شامل کانی‌های فلدسپات پتاسیک و سدیک و بعضا سیلیس و تورمالین می‌باشد. این گونه کانسارها در کنار بسیاری از توده‌های نفوذی اسیدی که هنگام تفریق تشکیل پگماتیت داده‌اند، دیده می‌شوند. استخراج در این کانسار به صورت روباز بوده که در دو سینه کار فعالیت به طور همزمان انجام می‌شود. بدین ترتیب که همواره در یک سینه کار آماده‌سازی و در سینه کار دیگر عملیات استخراجی صورت می‌گیرد. با توجه به میزان استخراجی که در طی دوره‌های بهره‌برداری تا کنون صورت گرفته است، میزان ذخیره قطعی این کانسار در حال حاضر ۵/۲ میلیون تن برآورد شده است که با در نظر گرفتن استخراج سالیانه ۷۵ هزار تن، عمر کانسار ۳۳ سال خواهد بود. کانسارهای فلدسپار گنجانمه، سیاه‌کوه، حسین‌آباد، در این منطقه قابل ذکر می‌باشد.



نقشه پراکنده گی کانسارهای فلدسپار

شکل ۳-۱۹- نمایشی از نحوه پراکنده گی کانسارهای فلدسپار

جدول ۳-۱ لیست محدوده‌های معدنی فلزی و غیر فلزی استان همدان با توجه به تیپ کانه زایی

نام	تیپ کانه‌زایی	ماده معدنی	نوع
داشکسن	اپی‌ترمال	طلا- مس - استیپنیت	معدن
عشوند	اسکارن	مس- آهن	معدن
باباعلی	رسوبی - ولکانیکی	آهن	معدن
همه کسی	رسوبی - ولکانیکی	آهن	معدن
آهنگران	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	معدن
بابارئیس	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	کانسار
قلعه علی مردان	اپی‌ترمال	مس	کانسار
شیرآباد	چینه‌سان - استراتی باند	سرب	کانسار
بیختنگ	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	کانسار
ده چانه	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	کانسار
دره - بیات	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	کانسار
ملایر	رسوبی - ولکانیکی	منگنز - فسفات - گوگرد	کانسار
طلای الوند	اپی‌ترمال	طلا	نشانه معدنی
ولی محمد	اپی‌ترمال	مس	نشانه معدنی
دره رسول	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	نشانه معدنی
فروز	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	نشانه معدنی
رضاوند	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	نشانه معدنی
کوه کلاه-پید	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	نشانه معدنی
سلطان آباد	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	نشانه معدنی
چاه سرمه	چینه‌سان - استراتی باند	سرب و روی	نشانه معدنی
جوزان	رسوبی - ولکانیکی	آهن	نشانه معدنی



نام	تیپ کانه‌زایی	ماده معدنی	نوع
آلمو قولاق	اپی ترمال	سیلیس	کانسار
چهار قل گنجانمه	اپی ترمال	سیلیس	کانسار
گل زرد	اپی ترمال	سیلیس	کانسار
حیدر قاضی خان	اپی ترمال	سیلیس	کانسار
ملیان	اپی ترمال	سیلیس	کانسار
پامیس سراجوق	اپی ترمال	سیلیس	کانسار
یعقوب آباد	اپی ترمال	سیلیس	کانسار
آبدر	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
علی آباد شمالی	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
آنجلوس	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
بابارئیس	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
بابا رود	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
بابا ماک	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
داویجان	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
چمیزان	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
گوشرد	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
قاسم آباد	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
قوره چینه	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
گل دره	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
قشلاق شاهسوند	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
خیر آباد	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
کشین	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
کوه ناز	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
نماز گاه	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
ناز خاتون	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
کند حالان	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
منگاوی	رسوبی	سیلیس	کانسار
خوش آباد	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
نام	تیپ کانه‌زایی	ماده معدنی	نوع
اردک لو	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
پیرمیشان	کوارتزیت	سیلیس	کانسار

سعدت آباد	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
سید شهاب	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
سیب‌دار	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
سراب سامان	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
سیمین آبرو	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
سیاه دره	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
تکمه داش ۱	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
تکمه داش ۴	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
ترخین آباد	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
وناو	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
ورکانه ۱	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
ورکانه ۲	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
وصله	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
گلو شگرد	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
دهنو	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
پیر غیب	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
آشاق قلعه	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
گنجه	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
گنجاب	کوارتزیت	سیلیس	کانسار
بابا کمال	رسوبی	سیلیس	کانسار
جوتاش	رسوبی	سیلیس	کانسار
خدری	رسوبی	سیلیس	کانسار
طاسبندی	رسوبی	سیلیس	کانسار
اردشان	رسوبی - شیمیایی	دولومیت	کانسار
آرمان	رسوبی - شیمیایی	دولومیت	کانسار
دره سرخه	رسوبی - شیمیایی	دولومیت	کانسار
قشلاق بابا	رسوبی - شیمیایی	دولومیت	کانسار
نام	تیپ کانه‌زایی	ماده معدنی	نوع
آب بیرک ۱-۲	رسوبی - شیمیایی	سنگ آهک صنعتی	کانسار
برفیان	رسوبی - شیمیایی	سنگ آهک صنعتی	کانسار
بایزنجرد	رسوبی - شیمیایی	سنگ آهک صنعتی	کانسار
بور بور	رسوبی - شیمیایی	سنگ آهک صنعتی	کانسار
بویاچی	رسوبی - شیمیایی	سنگ آهک صنعتی	کانسار
چشمه سرا	رسوبی - شیمیایی	سنگ آهک صنعتی	کانسار



کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	قهاوند
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	همه کسی قهاوند
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	لواک
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	سلطان آباد
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	کرد بلاق شرقی
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	مرک خرابه
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	راستگویان
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	سعید آباد
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	شاهه
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	طمچی
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	شیل شاهان شیرچ
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	قلعه خنج
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	ابوردا
کانسار	سنگ آهک صنعتی	رسوبی - شیمیایی	گلیان
کانسار	تراورتن	رسوبی - شیمیایی	سنگران کوه
کانسار	تراورتن	رسوبی - شیمیایی	سراب گل تپه
کانسار	تراورتن	رسوبی - شیمیایی	دینگل کاریز ۱
کانسار	تراورتن	رسوبی - شیمیایی	دینگل کاریز ۲
کانسار	تراورتن	رسوبی - شیمیایی	دینگل کاریز ۳

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

چشمات

فصل ہمارم

مطالعات دور سحی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۴-۱- مقدمه

سنجش از دور را می‌توان دریافت انرژی الکترومغناطیسی و ثبت آن توسط سنجنده ماهواره و سپس پردازش و تجزیه و تحلیل آن توسط ایستگاه‌های زمینی تعریف کرد. سنجنده ابتدا داده‌های خام را جمع‌آوری می‌نماید که در این مرحله قابلیت استفاده و استخراج اطلاعات را برای کاربران گرایش‌های مختلف علوم زمین ندارند، لذا به ایستگاه‌های زمینی ارسال می‌شوند تا مورد پردازش قرار بگیرند. در ایستگاه‌های مختلف زمینی داده‌های جمع‌آوری شده مورد پردازش قرار گرفته و اطلاعات مورد نیاز را تولید می‌کنند. سنجش از دور اپتیک در برگیرنده طیف مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی است. در این سیستم، تصویر بدست آمده از ماهواره حاصل تابش منعکس شده خورشید از سطح زمین و دریافت آن بوسیله سنجنده‌های نصب شده روی ماهواره است. از مهم‌ترین ویژگی‌های داده‌های سنجش از دور در زمین‌شناسی و اکتشاف، تفکیک زون‌های مختلف دگرسانی یا آلتراسیون است که نقش مهمی در پی جویی منابع و ذخایر معدنی دارند و البته هدف اصلی این مطالعات تفکیک زونهای دگرسانی و کانی‌های شاخص هر یک از این زون‌ها است. در این پروژه با استفاده از روشهای مختلف تحلیل طیفی کانی‌های مورد نظر تفکیک و شناسایی شد. ساختارهای تکتونیکی شامل خطواره‌ها و ساختارهای حلقوی در استان همدان شناسایی گردید. هدف از استخراج اطلاعات دورسنجی شناسایی و پیجویی مناطق احتمالی و مستعدکانی زایی و معدنی است که در قالب آنومالی‌های سنجش از دور معرفی می‌شوند تا در بازدیدهای صحرایی صحت و سقم آنها ارزیابی شود.

۴-۲- داده‌های ماهواره‌ای

بررسی‌های دورسنجی استان همدان بر اساس داده‌های ماهواره Sentinel-2A و OLI و ASTER L1T می‌باشد که در مورد هر یک از آنها توضیح مختصری داده می‌شود:

- تصاویر سنجنده OLI: ماهواره مربوط به این تصاویر لندست ۸ نام دارد که در سال ۲۰۱۳ میلادی به فضا پرتاب شد و مجهز به ۲ سنجنده OLI (مشاهدات زمینی) و TIRS (حرارتی) است. تصاویر این سنجنده در کل ۱۱ باند طیفی را تشکیل می‌دهد. از مهمترین ویژگی‌های این تصاویر امکان دانلود رایگان آنها در بازه‌های زمانی مختلف می‌باشد. تصاویر سنجنده OLI ماهواره Landsat8 استفاده شده این پروژه شامل ۲ صحنه اطلاعاتی ماهواره Landsat8 با مشخصات گذر و ردیف ۳۵-۱۶۶ و ۳۶-۱۶۶ می‌باشد که تقریباً مشابه تصاویر سنجنده ETM ماهواره Landsat7 هستند اما زمان تصویربرداری به روزتر (سال ۲۰۱۹ میلادی) و دارای باندهای متعددی می‌باشند که امکان پردازش و تفسیر دقیق تری را فراهم می‌آورد. ماهواره Landsat8 دارای ۱۱ باند طیفی در محدوده‌های مرئی، مادون قرمز کوتاه و حرارتی می‌باشد که باندهای مفید جهت تفسیرهای زمین

شناسی و اکتشافی در این سنجنده شامل باندهای ۱۰ و ۱۱ با قدرت تفکیک مکانی ۱۰۰ متر در محدوده حرارتی و باندهای ۲ تا ۷ در محدوده‌های مرئی تا کوتاه با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر می‌باشد (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱- خصوصیات سنجنده OLI&TIRS

	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

۴-۲-۱- تصاویر سنجنده ASTER

باندهای سنجنده ASTER با توجه به طول موج شامل سه محدوده طول موجی هستند. محدوده VNIR (محدوده امواج مرئی) که شامل باندهای ۱ و ۲ و ۳ می‌باشند. قدرت تفکیک این باندها ۱۵ متر و در محدوده طول موج ۰/۵ تا ۰/۸ میکرومتر قرار دارند. محدوده SWIR (محدوده امواج مادون قرمز با طول موج کوتاه) که باندهای ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ می‌باشد. قدرت تفکیک مکانی این باندها ۳۰ متر و در محدوده طول موج ۱/۶۵ تا ۲/۴۰ میکرومتر قرار دارند. محدوده TIR (محدوده امواج حرارتی) شامل باندهای ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ و ۱۴ می‌باشد. قدرت تفکیک این باندها ۹۰ متر است. این باندها در محدوده طول موج ۸/۶۵ تا ۱۱/۳۰ میکرومتر قرار دارند. رفتار طیفی کانیهای شاخص در اکتشافات زمین‌شناسی و معدنی در هر دسته از این باندها دارای ویژگی‌هایی از لحاظ بازتاب و جذب می‌باشد که سبب تشخیص آنها در تصاویر ماهواره‌ای می‌شود. از امتیازات مهم تصاویر سنجنده ASTER وجود قدرت تفکیک طیفی بالا در محدوده طول موج مادون قرمز می‌باشد که در تفکیک دگرسانی‌ها نقش به‌سزایی دارد. در سنجنده ASTER علاوه بر افزایش تعداد باندهای طیفی سنجنده پهنای باندها نیز کاهش یافته است که همین امر به تفکیک دقیق‌تر دگرسانی‌ها کمک می‌کند. داده‌های مذکور قدرت تفکیک دگرسانی‌های شاخص از قبیل پروپلیتیک-فیلیک-آرژیلیک و واحدهای سنگی و زمین‌شناسی که سیلیسی شده را دارا می‌باشد. در جدول ۴-۲ خصوصیات باندها و طول موج باندهای تصاویر سنجنده

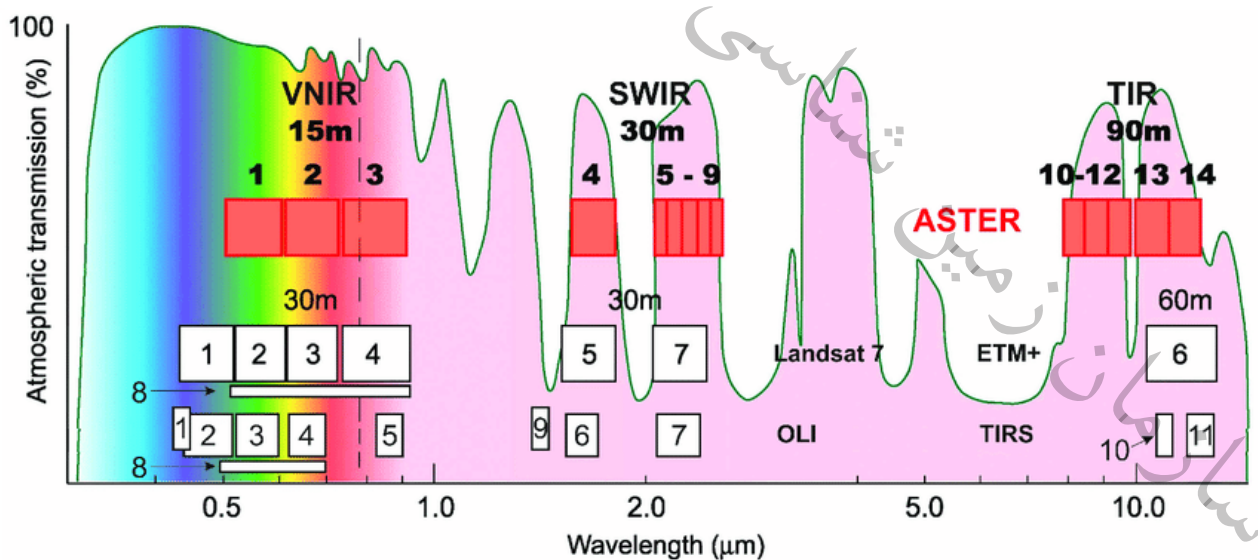


ASTER و در شکل ۴-۱ مقایسه این تصاویر با باندهای ماهواره Landsat8 مشاهده می‌گردد. در شکل ۴-۱ باندهای مربوط به سنجنده ASTER با رنگ قرمز متمایز شده و باندهای سنجنده OLI و Landsat7 با کادرهای سفید رنگ مشاهده می‌شود.

جدول ۴-۲- خصوصیات باندهای سنجنده ASTER

TABLE 1. BAND-WAVELENGTH-SPATIAL RESOLUTION.

sensor range	ASTER band no.	wavelength (μm)	spatial resolution
VNIR	1	0.520 - 0.600	15 m
	2	0.630 - 0.690	
	3n	0.760 - 0.860	
	3b	0.760 - 0.860	
SWIR	4	1.600 - 1.700	30 m
	5	2.145 - 2.185	
	6	2.185 - 2.225	
	7	2.235 - 2.285	
	8	2.295 - 2.365	
TIR	9	2.360 - 2.430	90 m
	10	8.125 - 8.475	
	11	8.475 - 8.825	
	12	8.925 - 9.275	
	13	10.25 - 10.95	
	14	10.95 - 11.65	



شکل ۴-۱- مقایسه خصوصیات باندهای سنجنده ASTER و باندهای سنجنده OLI

۴-۲-۲- تصاویر ماهواره Sentinel2A

این ماهواره از سال ۲۰۱۵ میلادی در مدار قرار گرفته و در حال تصویربرداری از زمین می‌باشد. مأموریت اصلی Sentinel2 شامل ارائه تصاویر چند طیفی با پوشش جهانی و دارای توان تفکیک مکانی و زمانی بالا می‌باشد. در این پروژه جهت تفکیک اکسیدهای آهن از این تصاویر استفاده شد. سنجنده تصویربرداری نصب شده MSI نام دارد که تصاویر را ارائه می‌دهد. این تصاویر دارای توان تفکیک مکانی متغیر ۱۰ تا ۶۰ متر و شامل ۱۳ باند در محدوده طیفی مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز موج کوتاه می‌باشند. صحنه‌های اطلاعاتی این ماهواره دارای عرض برداشت ۲۹۰ کیلومتر و توان تفکیک زمانی ۵ روز در استوا می‌باشد. در جدول ۴-۳ مشخصات تصاویر ماهواره Sentinel2 نمایش داده شده است.

جدول ۴-۳- خصوصیات تصاویر ماهواره Sentinel2A

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

در جدول ۴-۴ خلاصه‌ای از داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده و زمان اخذ داده‌ها مشاهده می‌شود.



ماهواره	سنجنده	تعدادباند	تفکیک مکانی (متر)	آرشیو داده
Sentine-2A	MSI	13	10,20,60	2019
Landsat 8	OLI	9	15,30	2019
TERRA	ASTER	14	15,30,90	2000-2006

جدول ۴-۴- داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده

پس از پردازش تصاویر مذکور در جدول‌های فوق ساختارهای تکتونیکی مانند خطواره‌ها، ساختارهای حلقوی و دگرسانی‌ها توسط تصاویر اخذ شده از سنجنده Aster, Landsat8 و Sentinel2A تکمیل و زونهای مختلف دگرسانی تفکیک گردید. در نهایت نتایج حاصل شده به صورت لایه‌های مختلف دورسنجی شامل شکستگی‌ها، دگرسانی‌ها و نواحی امیدبخش معدنی جهت استفاده در پی‌جویی‌های اکتشافی در پایان این گزارش ارائه گردید. بررسی‌های دورسنجی انجام گرفته در این مطالعات زمین‌شناسی را می‌توان در مراحل زیر خلاصه کرد:

- دانلود تصاویر ماهواره‌ای
 - پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای شامل تصحیحات رادیومتریک، تصحیحات هندسی و بارزسازی‌های اولیه
 - آنالیز تصاویر مربوط با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر
 - تفسیر نتایج حاصله و معرفی مناطق امید بخش معدنی
 - ارائه گزارش نهایی بررسی‌های دورسنجی
- اهداف تحقق یافته در بررسی‌های دورسنجی در این فاز مطالعاتی عبارتند از:
- تفکیک ساختارهای تکتونیکی منطقه شامل ساختارهای خطی با استفاده از تصاویر Sentinel-2A و تصاویر سنجنده OLI ماهواره Landsat8
 - شناخت مناطق دگرسانی و ارتباط این مناطق با کانی‌سازی مواد معدنی با استفاده از تصاویر سنجنده Aster ماهواره Terra و تصاویر Sentinel-2A

۴-۳- روش کار

بعد از دریافت داده‌ها، به منظور آماده‌سازی داده‌ها و عملیات پیش پردازش داده‌های ماهواره‌ای سنجنده‌های مذکور ابتدا فایل‌های معرف صحنه‌ها توسط نرم افزارهای ویژه پردازش (ENVI, Geomatica) خوانده شد و

سپس مراحل زیر انجام گرفت. روش کار از سه مرحله تشکیل شده است که عبارت است از پیش پردازش، پردازش و پس پردازش تصاویر ماهواره‌ای.

۴-۳-۱- پیش پردازش

پیش پردازش شامل عملیاتی است که لازم است قبل از آنالیز اصلی داده‌ها و استخراج اطلاعات صورت گیرد. ابتدا داده‌هایی که با استفاده از عملکرد امواج الکترومغناطیسی با پدیده‌های مختلف زمین توسط سنجنده ثبت شده در مرحله پیش‌پردازش تصاویر ماهواره مورد استفاده قرار می‌گیرد تا خطاهای احتمالی موجود در آنها برطرف و تصحیح گردد. خطاها در تصاویر ماهواره می‌توانند به صورت سیستماتیک و غیر سیستماتیک باشند. سیستماتیک جزو آن دسته از خطاهایی هستند که مرجع آن ماهواره و سنجنده بوده و می‌توان آن را پیش‌بینی و تصحیح نمود. در خطاهای غیرسیستماتیک، سنجنده و ماهواره نقش مهم و تاثیرگذار ندارند و عواملی دیگر مانند اتمسفر و حرکات کره زمین این خطاها را ایجاد میکنند. با استفاده از مدل‌های تجربی و فیزیکی می‌توان نسبت به تصحیح و برطرف سازی آنها در تصاویر ماهواره اقدام نمود. از لحاظ نوع خطا، آنها را می‌توان به دو دسته خطاهای رادیومتریک و هندسی طبقه‌بندی کرد.

-تصحیحات رادیومتریک: اتمسفر با توجه به اثرات جذب و پخش امواج الکترومغناطیسی به شکل قابل توجهی میتواند بر روی امواج محدوده مرئی و مادون قرمز بازتابی و حرارتی تاثیرگذار باشد. از سوی دیگر توپوگرافی زمین با توجه به شیب و جهت آن اثرات قابل توجهی را بر روی امواج الکترومغناطیسی ایجاد می‌نماید. مجموع اثراتی که توسط اتمسفر و زمین ایجاد می‌شود می‌تواند با استفاده از مدل‌های اتمسفری مطلق و نسبی تا حد زیادی تعدیل و نرمال سازی شده به گونه‌ای که بتوان اطلاعات طیفی دقیق و با مفهومی را از تصاویر ماهواره‌ای استخراج نمود. در مورد خطاهای اتمسفریک از آن جا که حذف کامل خطای رادیومتریک و ایجاد یک تصویر دقیق انعکاسی مستلزم در اختیار داشتن پارامترهای محیطی و جوی زیادی است و این اطلاعات در مورد تصاویر مورد استفاده در دسترس نبود لذا از روشهای تصحیح رادیومتریک مانند \log Residual استفاده شد. در این روش با کمک پارامترهای آماری مانند میانگین طیفی و هندسی تصویر خام به تصویر تصحیح شده تبدیل میگردد. کلیه تصاویر سنجنده ASTER در منطقه مورد مطالعه با این روش تصحیح شد.

-تصحیحات هندسی: تصاویر ماهواره‌ای شامل آن دسته از تصحیحاتی است که در ارتباط با سایز پیکسل، سیستم مختصات، زمین مرجع نمودن تصاویر ماهواره‌ای، نمونه برداری مجدد، اورتو کردن تصاویر ماهواره‌ای، رجیستر سازی و تعداد سطر ستون‌ها در تصویر می‌شود. خطاهای هندسی اغلب تحت تأثیر رابطه بین تصویربرداری ماهواره و شکل و توپوگرافی زمین ایجاد می‌شود. سیستم‌های مختلف مختصاتی در فرآیند پردازش داده‌های ماهواره از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. عدم وجود یک سیستم مختصات دقیق و



بهینه برای تصاویر ماهواره‌ای مانع از آن می‌شود که بتوان تصاویر ماهواره‌ای و محصولات تولید شده از آنها را با سایر داده‌های زمینی در سیستم اطلاعات زمینی با یکدیگر ترکیب نمود. از سوی دیگر سیستم‌های مختصات امکانی را فراهم می‌آورند که به توان تصاویر و داده‌های مختلف را با یکدیگر ترکیب نموده و به صورت چند سنجنده‌ای پردازش‌ها را مدیریت نمود. جهت ایجاد و برقراری ارتباط بین مختصات زمینی با تصاویر، از نقاط کنترل زمینی (GCP) و دارای مختصات مشخص استفاده می‌شود. به کمک نقاط کنترل زمینی می‌توان تصاویر خام را با استفاده از مختصات زمینی شناخته شده، مختصات دار نمود. مختصات زمینی را می‌توان از منابع مختلفی نظیر سیستم موقعیت یاب جهانی نظیر (GPS) و یا تصاویر تصحیح شده قبلی همان منطقه و نقشه‌های توپوگرافی بدست آورد. برای تصاویر تهیه شده برای این پروژه به دلیل تصحیحات هندسی سه بعدی انجام شده روی عناصر مداری ماهواره با دقت بالا نیازی به تصحیحات هندسی نبود.

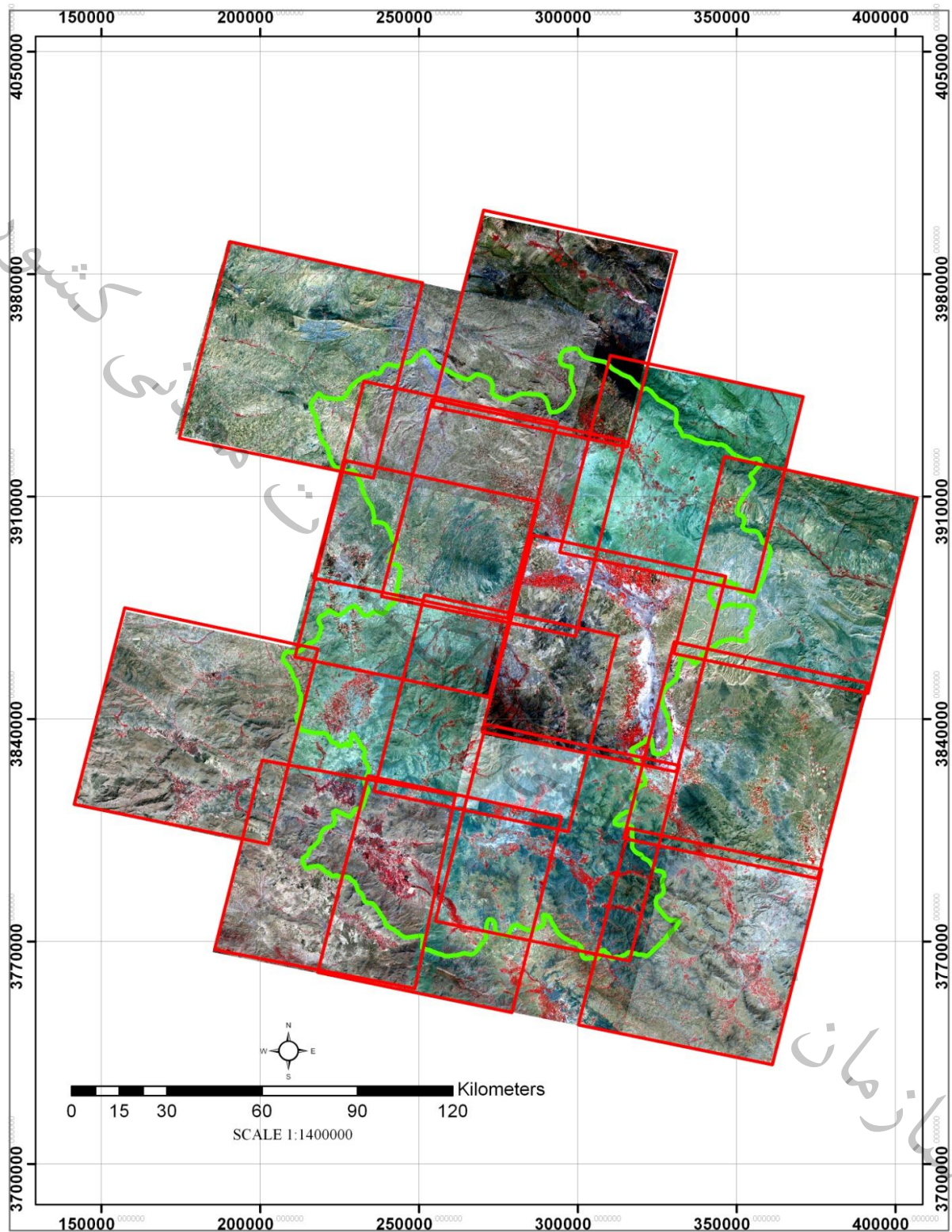
-موزائیک تصاویر : استان همدان از نظر پوشش تصاویر ماهواره در ۱۸ صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER و ۶ صحنه اطلاعاتی ماهواره Sentinel2A و ۲ صحنه اطلاعاتی سنجنده OLI ماهواره Landsat8 به شماره گذر ۱۶۶ و ردیف ۳۵ و دیگری به شماره گذر ۱۶۶ و ردیف ۳۵ قرار گرفته است. برای دستیابی به یک تصویر واحد در این مرحله موزائیک انواع تصاویر گردآوری شده در نرم افزار GeomaticaV2015 انجام شد. برای بدست آوردن تصویری یکسان از منطقه تعدادی نقاط مشترک در مناطق همپوشانی دو تصویر انتخاب شد. خط موزائیک با توجه به توپوگرافی منطقه و بهترین مسیر عبور این خط ترسیم شد تا اثر خط و اختلافات دو تصویر در دو طرف خط دیده نشود. در جداول زیر مشخصات صحنه‌های اطلاعاتی مختلف و تصویر آنها در استان همدان مشاهده می‌شود و در شکل‌های ۴-۲ تا ۴-۷ صحنه‌های مختلف تصاویر ماهواره‌ای و موزائیک آنها در استان همدان مشاهده می‌شود.

جدول ۴-۵- شماره تصویر ۶ صحنه اطلاعاتی پوششی ماهواره Sentinel2A در استان همدان

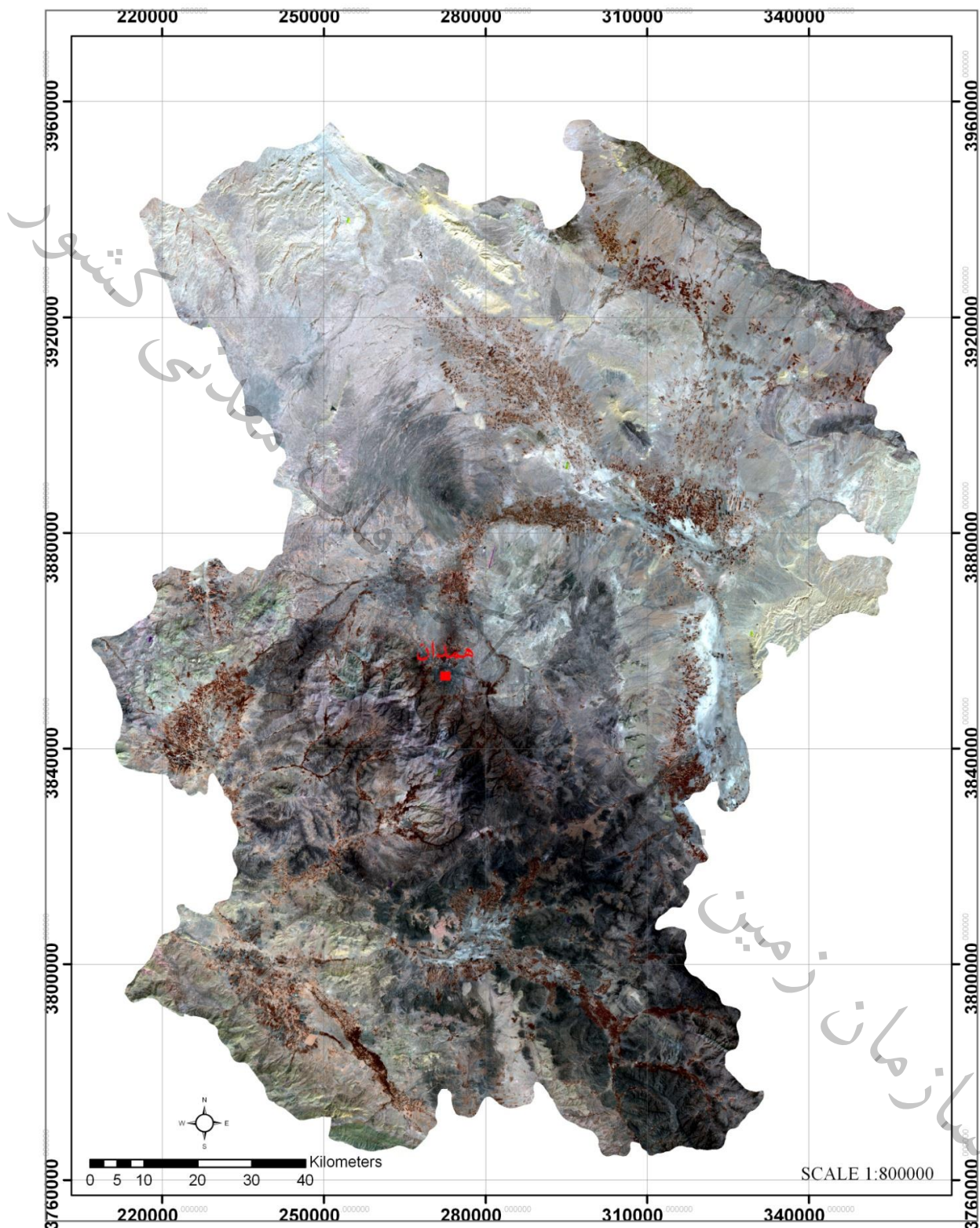
L1C_T39STT_A001648_20170630T073138
L1C_T39SUV_A001648_20170630T073138
L1C_T39STV_A001648_20170630T073138
L1C_T39SUU_A001648_20170630T073138
L1C_T39STU_A001648_20170630T073138
L1C_T39SUT_A001648_20170630T073138

جدول ۴-۶- مشخصات ۱۸ صحنه اطلاعاتی پوششی سنجنده ASTER در استان همدان

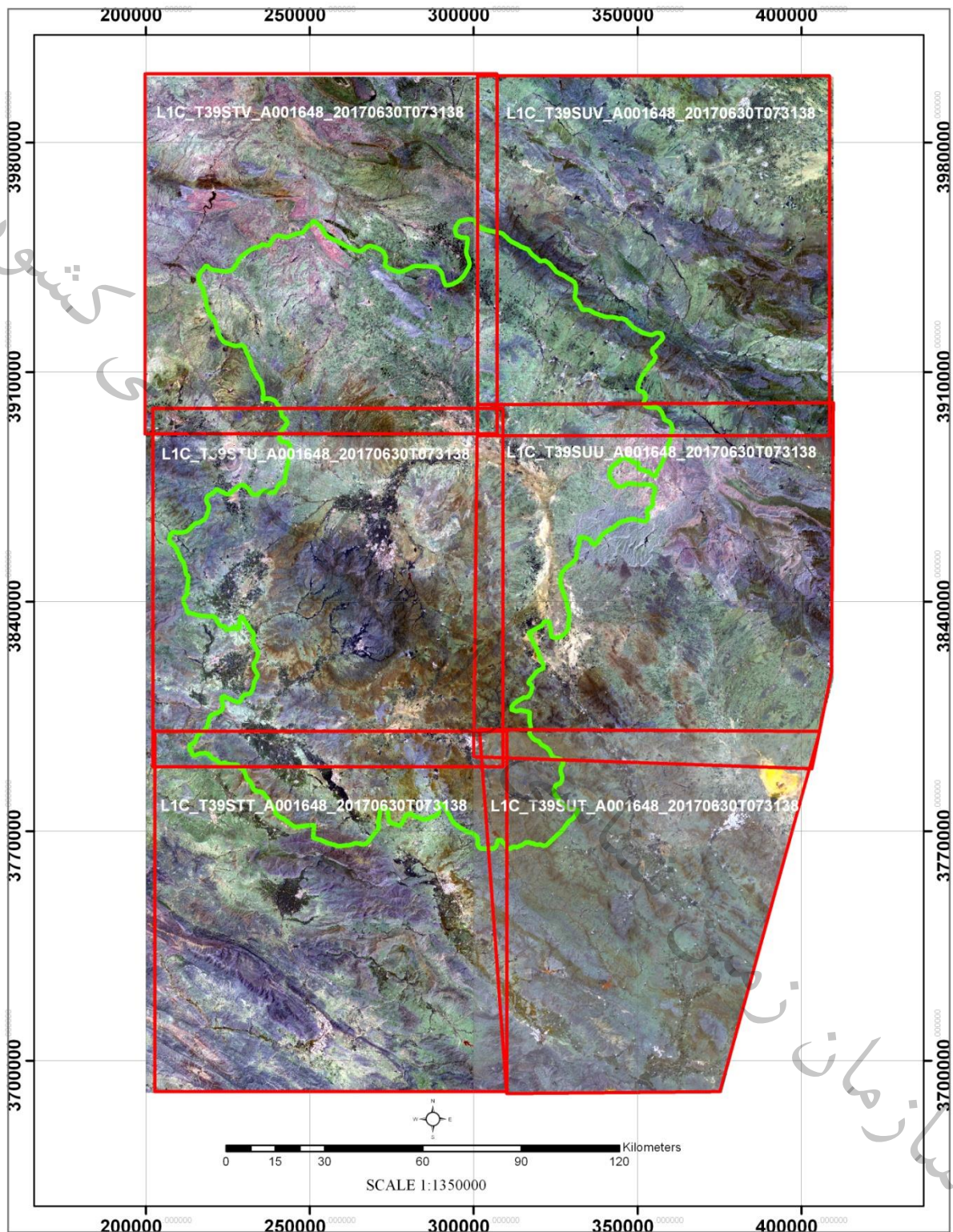
AST_L1T_00304142001074824_20150415165203_118631.hdf
AST_L1T_00307062002074006_20150423043538_75003.hdf
AST_L1T_00308202001074529_20150501195846_52751.hdf
AST_L1T_00308202001074538_20150501195853_39132.hdf
AST_L1T_00308232002074000_20150424134636_33141.hdf
AST_L1T_00309092005073059_20150511023639_47953.hdf
AST_L1T_00309092005073116_20150511023629_76243.hdf
AST_L1T_00309132004073737_20150506005421_47200.hdf
AST_L1T_00309132004073746_20150506005421_47199.hdf
AST_L1T_00309172002073335_20150425031413_45671.hdf
AST_L1T_00309172002073344_20150425031415_122280.hdf
AST_L1T_00309182003074338_20150430220357_2965.hdf
AST_L1T_00309182003074356_20150430220418_80250.hdf
AST_L1T_00309202004074337_20150506030435_40007.hdf
AST_L1T_00309242002073941_20150425074436_3725.hdf
AST_L1T_00309272003073750_20150501003623_68845.hdf
AST_L1T_00309272003073759_20150501003625_116201.hdf
AST_L1T_00309272003073807_20150501003625_116197.hdf
AST_L1T_00310252005074316_20150511164601_71053.hdf



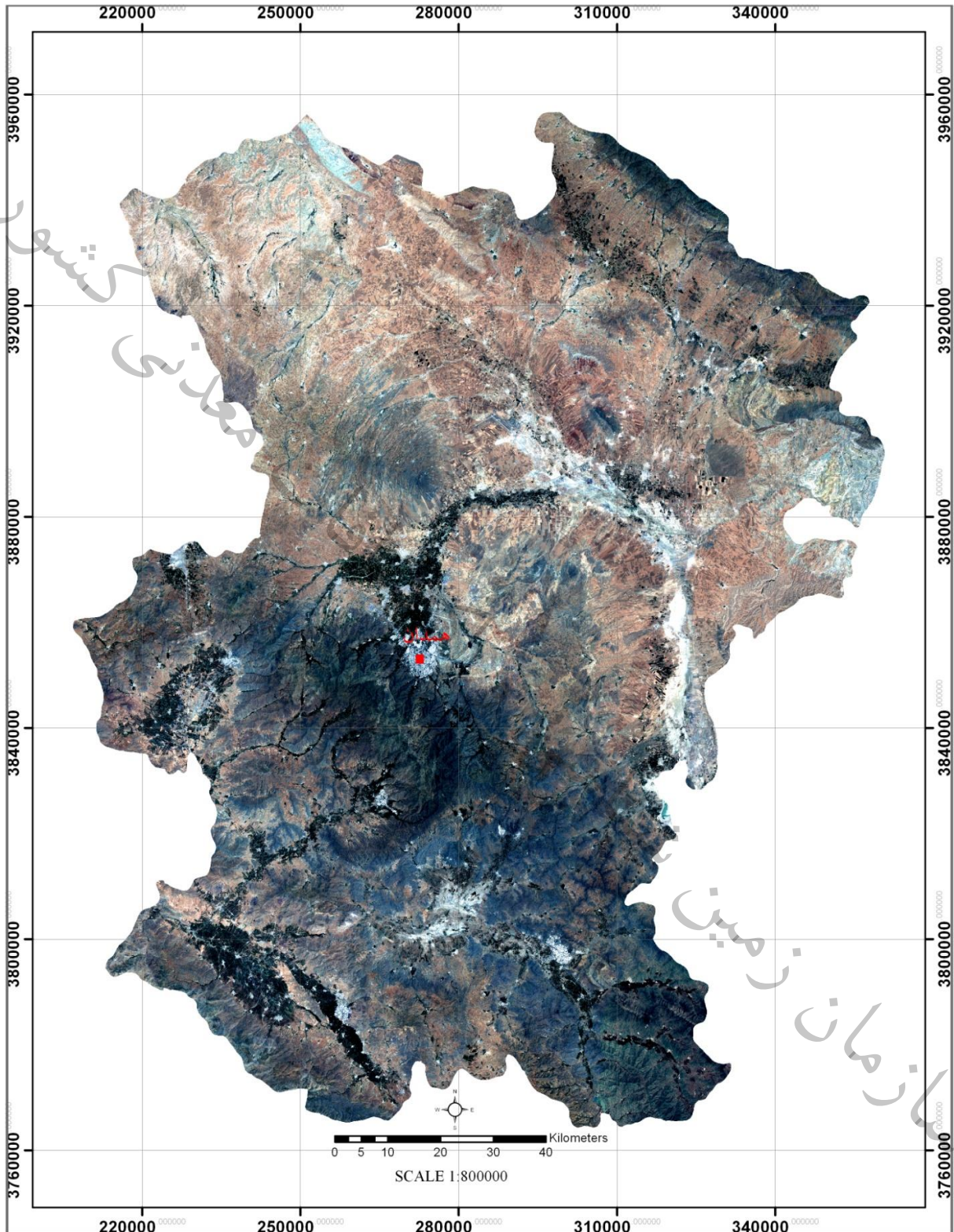
شکل ۴-۲- نمایش ۱۸ صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی ۱, ۲, ۳ در محیط RGB. ایندکس صحنه های اطلاعاتی (کادرهای قرمز رنگ) سنجنده ASTER در استان همدان (کادر سبز رنگ) در تصویر مشخص شده است.



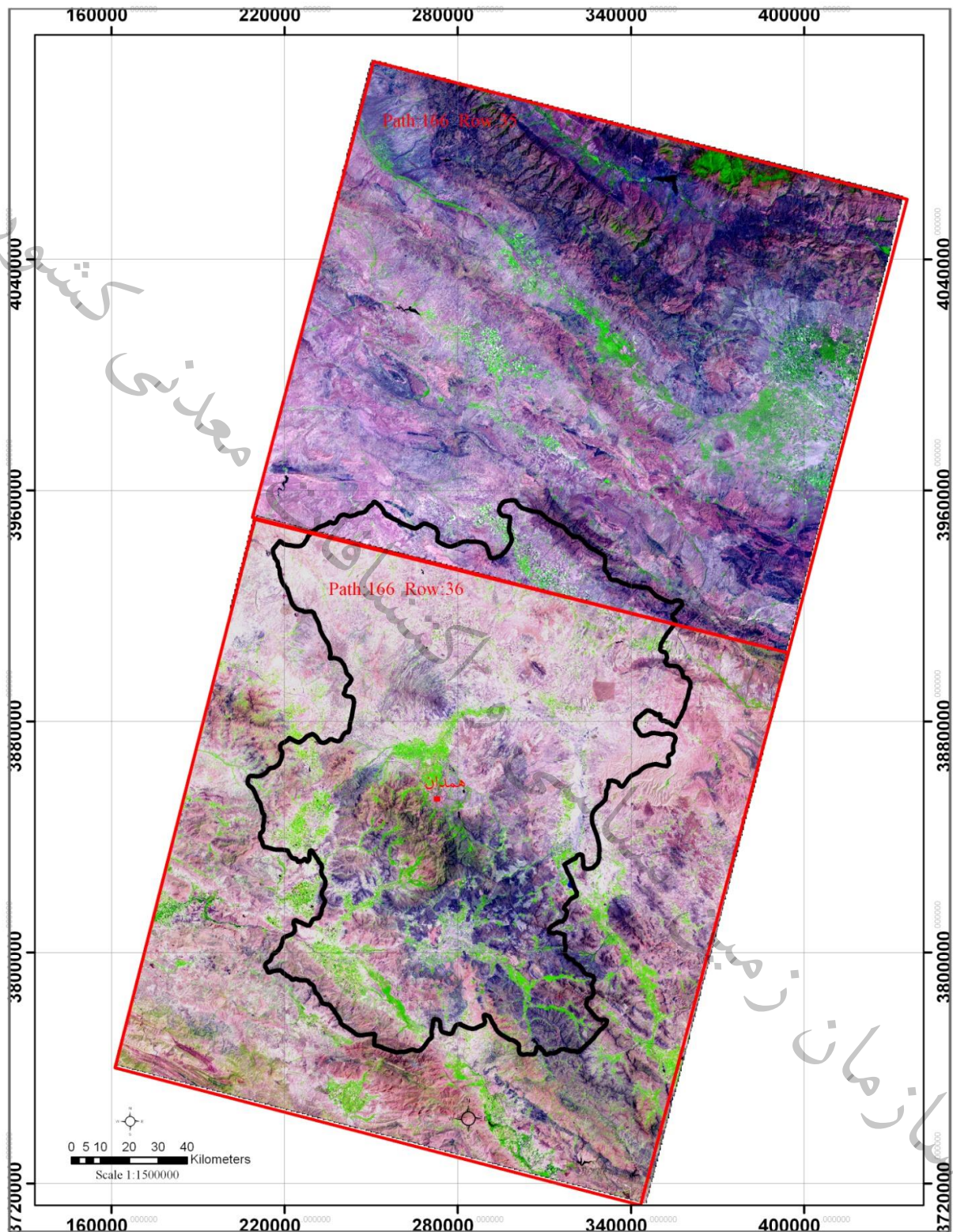
شکل ۴-۳- موزائیک ۱۸ صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی 4,6,8 در محیط RGB استان همدان



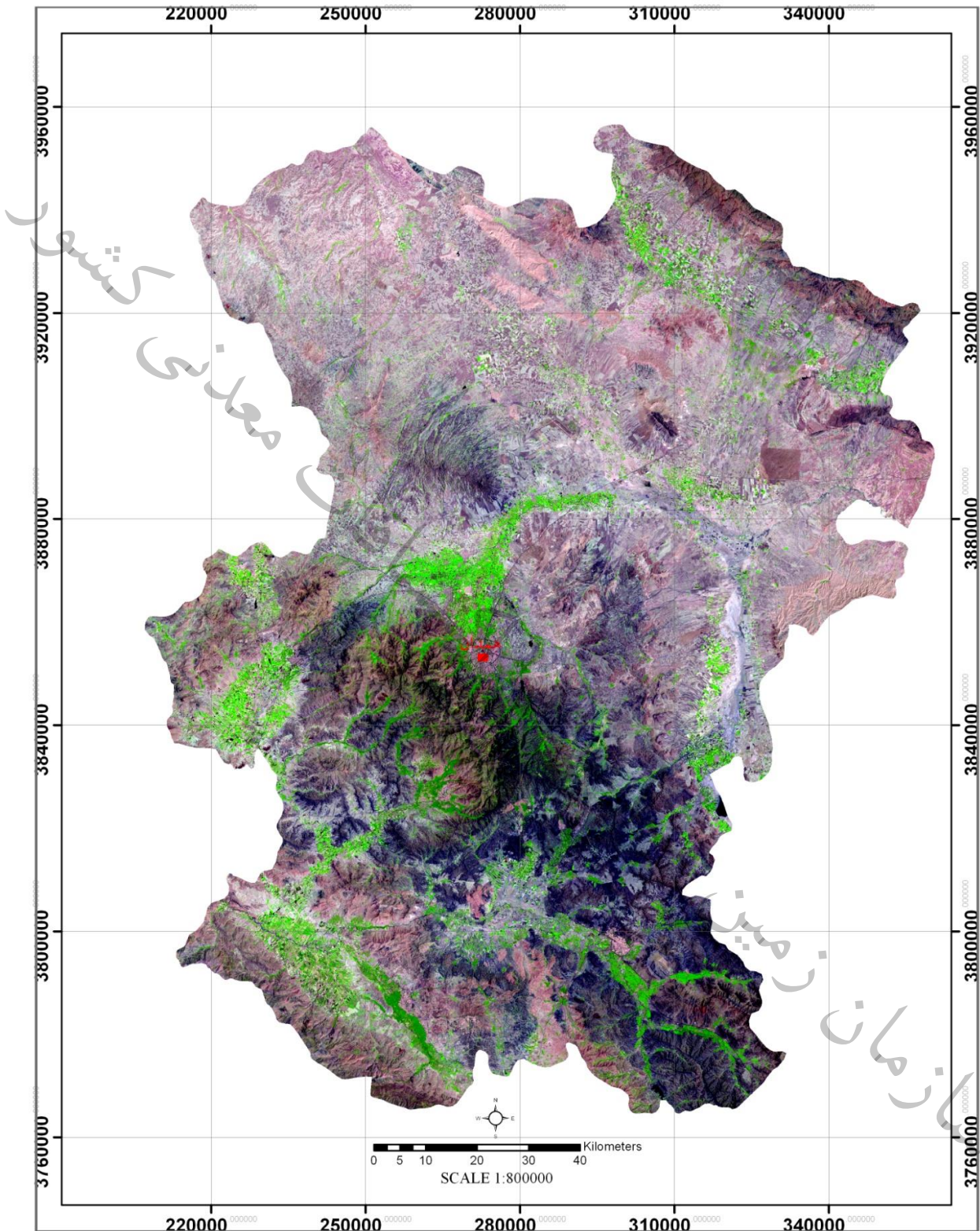
شکل ۴-۴- نمایش ۶ صحنه اطلاعاتی ماهواره Sentinel2A همراه با نمایش ایندکس صحنه های اطلاعاتی (کادرقمرز) در استان همدان(مرز استان با رنگ سبز مشخص شده است).



شکل ۴-۵- موزائیک ۶ صحنه اطلاعاتی ماهواره Sentinel2A استان همدان با ترکیب باندهای 11,5,3(RGB)



شکل ۴-۶- نمایش ۲ صحنه اطلاعاتی ماهواره Landsat8 ترکیب باندهی ۴,۵,۶ محیط RGB در استان همدان (مرز استان با لایه وکتوری مشکی رنگ). کادرهای قرمز ایندکس صحنه های اطلاعاتی ماهواره Landsat8 را نشان می دهند.



شکل ۴-۷- تصویرموزاییک شده ۲ صحنه اطلاعاتی ماهواره Landsat8 ترکیب باندهای 6,5,4 محیط RGB استان همدان



۴-۳-۲- پردازش

هدف از پردازش اطلاعات و داده های ماهواره ای، استخراج الگوریتم های خاص به منظور تفکیک و جداسازی انواع دگرسانی ها، واحدهای زمین شناسی و ساختارهای تکتونیکی می باشد. پردازش تصاویر ماهواره با روش های مختلفی صورت می گیرد. روشهای پردازش اطلاعات ماهواره ای به دو روش پردازش بصری و پردازش رقومی است. در پردازش بصری کاربر با توجه به ویژگی های تصویر عوارض مختلف را از تصویر استخراج می کند در حالی که در پردازش رقومی الگوریتم های مختلف در نرم افزار اعمال می شود تا ویژگی های مورد نظر استخراج شود.

۴-۳-۱- بارزسازی

بارزسازی با استفاده از ترکیب بازتاب های رنگی در طول موج ها و باندهای مختلف روشی بسیار موثر و کاربردی برای نمایش تصاویر ماهواره ای و کاربرد آنها است. استفاده از رنگها، اطلاعات بصری و مفهومی بیشتری از تصویر را در اختیار قرار می دهند. برای بدست آوردن این اطلاعات می توان از ترکیب رنگی (RGB) استفاده کرد، هر سه باند از شش باند مادون قرمز و حرارتی می توانند در سه رنگ آبی- قرمز- سبز ترکیب شوند و تصویر رنگی به وجود بیاورند، انتخاب این سه باند بسته به نوع کاربرد فرق دارد. ترکیب رنگی حقیقی^۱، که این ترکیب رنگی بسیار مشابه با آنچه بیننده به طور طبیعی می بیند می باشد، ولی اطلاعات زیادی به کاربر نمی دهد. در ترکیب رنگی کاذب^۲ (FCC) انواع دیگر ترکیبات باندی به صورت RGB نمایش داده می شود. اگر تصاویر رنگی کاذب به طور مناسب و صحیح تهیه شده و هیستوگرام باندهای استفاده شده تشابه ظاهری داشته باشند، تصویر حاصل شده قابلیت تفسیر بالایی خواهد داشت، (Gupta, 1991). هدف از انتخاب باندهای مناسب برای ساختن تصاویر رنگی، به حداقل رسانیدن داده های کم ارزش و استفاده حداکثر از اطلاعات مفید می باشد.

۴-۳-۲- نسبت باندی^۳

روش نسبت باندی از طریق تقسیم باند بازتاب به باند جذب مربوط به یک کانی، سبب بارزسازی کانی مورد نظر خواهد شد. در واقع این روش اختلاف بین درجات روشنایی را آشکار و مرزها را مشخص می کند. برای بارزسازی بهتر تفاوتها در تصاویر خاکستری رنگ حاصل از روش نسبت باندی به منظور برجسته سازی مرز بین واحدهای مختلف زمین شناسی، از تکنیک ترکیب باندی استفاده

¹ True Color Composite

² False color composite

³ Band Ratio

می‌شود. روشهای نسبت‌های بانندی و ترکیب‌های رنگی با وجود موفقیت آمیز بودن برای جدایش مناطق دگرسانی، به خاطر شباهت اثر طیفی پوشش گیاهی با بعضی کانیه‌های شاخص دگرسانی‌ها، اثر طیفی این گروه از کانسارها را کاهش می‌دهند.

۴-۳-۲-۳- آنالیز مؤلفه‌های اصلی^۱

PCA تکنیک آماری قدرتمندی است که می‌تواند برای فشرده سازی تصاویر و از بین بردن اثرات ناخواسته استفاده شود، (علوی پناه، ۱۳۸۲). کروستا و مور تکنیک مبتنی بر PCA را برای نقشه‌برداری اکسید آهن و سایر گروه‌های هیدروکسیل پیشنهاد کردند. در این روش رابطه بین پاسخ‌های طیفی کانیه‌های هدف و مقادیر عددی استخراج شده از ماتریس بردار ویژه برای محاسبه تصاویر مؤلفه‌های اصلی بکار گرفته می‌شود. با استفاده از این رابطه، قادر به تعیین مؤلفه‌هایی هستیم که حاوی اطلاعات طیفی خاص از کانیه‌های دارای اکسید آهن و مناطق کانی‌زایی مس هستند. چگونگی انتخاب باندهای مورد استفاده در بررسی هر نوع کانی‌زایی را می‌توان با توجه به نمودار طیفی مربوط به کانیه‌های مختلف تعیین کرد. سپس با بکارگیری PCA، ماتریس بردار ویژه این زیر مجموعه‌ها برای مشخص کردن مؤلفه اصلی که در بردارنده اطلاعات مربوط به کانی‌زایی مورد نظر باشد محاسبه می‌شود. شرط انتخاب مؤلفه اصلی مناسب این است که در ماتریس بردارهای ویژه، باندهای مربوط به جذب و بازتابش مربوط به کانی هدف به طور همزمان دارای بالاترین مقادیر بوده و در ضمن این مقادیر غیرهم علامت باشند.

۴-۳-۲-۴ آنالیز طیفی^۲

یکی از روشهای پیشرفته پردازش تصاویر ابر طیفی و همچنین داده‌های ASTER با استفاده از کتابخانه طیفی^۳ کانیه‌های مورد نظر می‌باشد. این روش بر اساس تحلیل کتابخانه طیفی کانیه‌ها برای نقشه‌برداری مواد معدنی است. کتابخانه طیفی مجموعه‌ای متشکل از پروفیل‌های طیفی مواد معدنی است که در شرایط آزمایشگاه با استفاده از اسپکترومترهای مادون قرمز جمع آوری شده است. اکثر طیف‌هایی که از تصاویر ماهواره‌ای بدست می‌آیند، به دلایل مختلف از قبیل جذب، انتقال و یا پراکنش ممکن است طیف خالص یک کانی نباشند و در نتیجه مقایسه آنها با طیف‌های مرجع، کاری مشکل و در بسیاری موارد ناممکن می‌باشد. یکی از راه‌های تشخیص و شناسایی طیف مواد مختلف، تطبیق آنها با کتابخانه طیفی مرجع باشد. کتابخانه طیفی مرجع

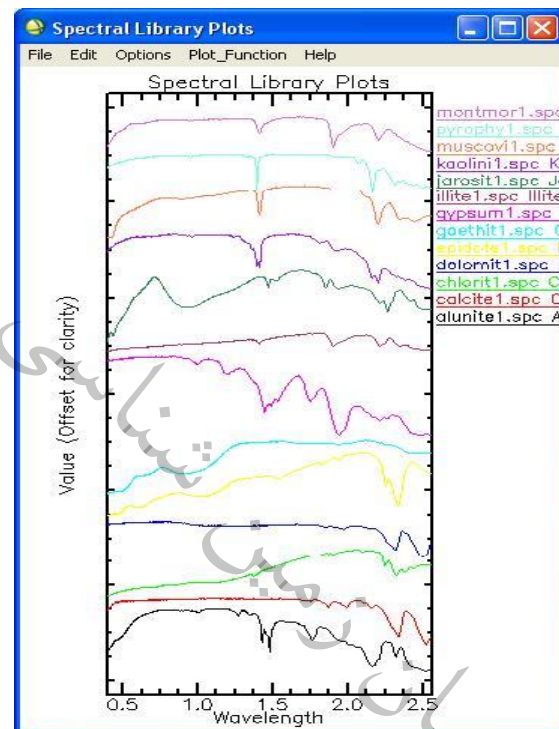
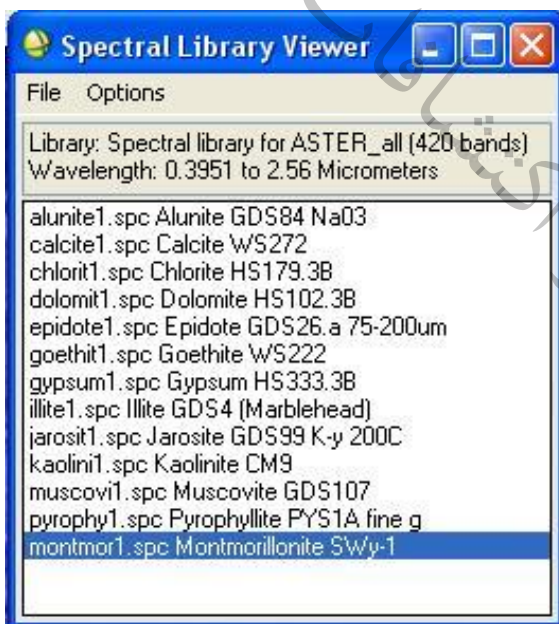
¹ Principal Component Analysis

² Spectral Analysis

³ Spectral Library



مجموعه‌ای از طیف‌های بازتابندگی مرجع اندازه‌گیری شده از مواد شناخته شده (کانی، گیاه و ...) می‌باشد که معمولاً در آزمایشگاه با اندازه‌گیری میدانی به دست می‌آیند. نرم افزار ENVI شامل کتابخانه طیفی مرجع برای طیف وسیعی از مواد شامل کانی‌ها، گیاهان و مواد ساخت بشر می‌باشد. کتابخانه‌ی طیفی مرجع می‌تواند راهنمای مناسبی برای شناسایی طیف‌های بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای باشد. در روش آنالیز طیفی ابتدا با توجه به تیپ کانی‌زایی مورد نظر، نمودار منحنی مشخصه‌ی طیفی کانیها انتخاب و بر اساس آنها شباهت پیکسل‌های تصویر ارزیابی می‌شود. بنابراین ابتدا منحنی مشخصه طیفی کانیها تعیین و سپس آنالیز بر اساس آنها صورت می‌گیرد. در شکل ۴-۸ لیست و منحنی مشخصه‌ی طیفی کانیهای مورد نظر آورده شده است. کار بعدی Resample کردن منحنی طیفی کانیهای مورد نظر بر اساس تصاویر ASTER است. با این روش امکان استفاده از منحنی‌ها به عنوان End Member در روش‌های Mapping یا نقشه نگاری فراهم می‌شود.



شکل ۴-۸- نمودار منحنی طیفی کانیها براساس کتابخانه طیفی

روش‌های آنالیز طیفی مختلفی برای شناسایی و تفکیک کانیهای شاخص زون‌های دگرسانی‌ها استفاده می‌شود. در این پروژه از روش Matched Filtering یا فیلترگذاری تطبیقی استفاده شد. روش Matched Filtering یا فیلترگذاری تطبیقی با استفاده از Endmember های تعریف شده توسط کاربر و مطابقت آن با Endmember حاصل از پیکسل‌های تصویر، پاسخ Endmember های معلوم را افزایش داده و مانع پاسخ زمینه می‌شود. در

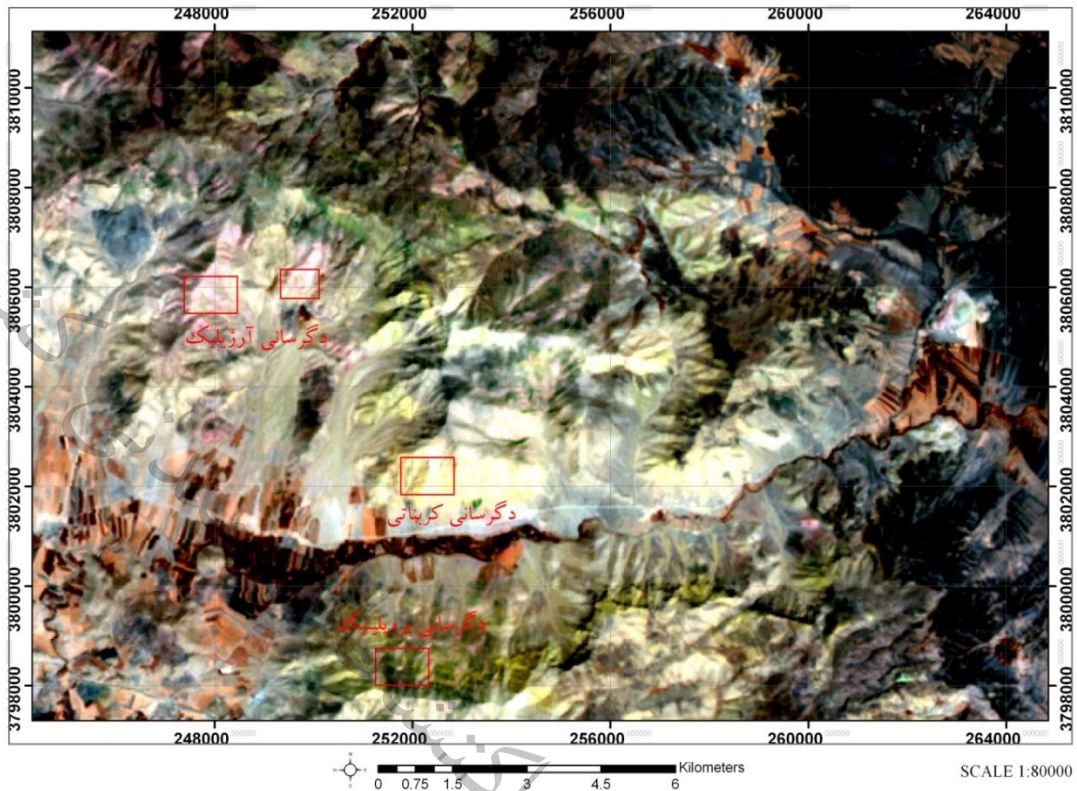
تصاویر حاصل از این الگوریتم مناطق روشن نشان دهنده انطباق بیشتر منحنی طیفی مرجع با منحنی طیفی تصویر بوده و این پیکسل‌ها مناطق هدف می‌باشند. این روش وسیله‌ای سریع برای شناسایی مواد خاص بر اساس تطبیق Endmember های منحنی بازتاب طیفی با تصویر می‌باشد.

۴-۳-۳- استخراج اطلاعات

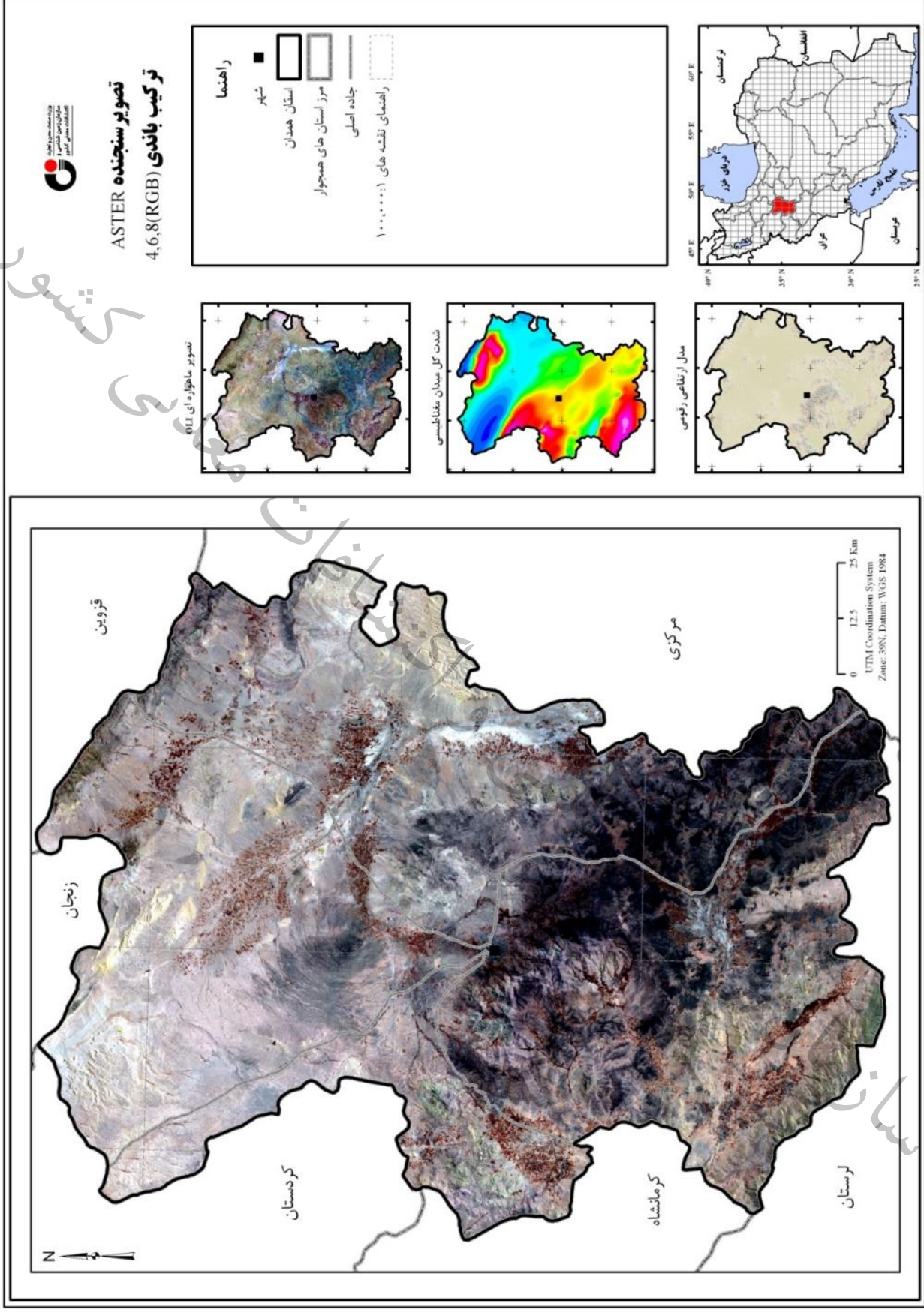
ایجاد ترکیب بانندی

روشهای تجربی نشان داده‌اند که در تصاویر ASTER، تصاویری با ترکیب‌های رنگی RGB:4,6,8 ، RGB:4,5,6 و RGB:3,2,1 برای شناسایی نواحی دگرسانی آرژیلیک، فیلیک، اکسید آهن و ترکیب رنگی RGB:14,12,10 در محدوده طیفی TIR برای تفکیک دگرسانی سیلیسی مناسب می‌باشند. مثلاً در ترکیب بانندی RGB:4,6,8 زون دگرسانی آرژیلیک پیشرفته به رنگ قرمز، زون آرژیلیک به رنگ صورتی روشن و زون پروپلیتیک به رنگ سبز تیره و واحدهای کربناته به رنگ زرد تا سبز روشن مشاهده می‌شوند. (شکل ۴-۹ و ۴-۱۰). مجموعه باندهای با همبستگی بالا معمولاً باعث ایجاد تصاویر ترکیب رنگی ملایم می‌شوند. با حذف همبستگی‌های بالا که معمولاً در تصاویر چند طیفی وجود دارد، می‌توان تصاویر ترکیب رنگی مفیدتری تهیه نمود. الگوریتم بسط عدم همبستگی^۱ با حذف این همبستگی‌های بالا در باندهای ترکیبی، تصاویر ترکیب رنگی ایجاد کرده که در شناسایی زون های دگرسانی بسیار مفید می‌باشند. در تصویر ترکیب رنگی بسط عدم همبستگی باندهای 4,6,8 سنجنده ASTER مناطق دگرسانی آرژیلیک به رنگ صورتی، مناطق پروپلیتیک به رنگ سبز و تشکیلات کربناته به رنگ زرد مشاهده می‌شوند (شکل ۴-۱۱). در سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ ترکیب بانندی RGB:7,5,2 جهت بارزسازی اکسیدهای آهن به رنگ قرمز و پوشش گیاهی به رنگ سبز انتخاب شده است و البته این ترکیب بانندی جهت بارزسازی عوارض زمین شناسی نیز مناسب است (شکل ۴-۱۲ و ۴-۱۳). در تصاویر مربوط به ماهواره Sentinel2A ترکیب بانندی RGB:11,6,2 مناطق دگرسان شده گرمابی اکسید آهن و آرژیلیک یا رسی به رنگ نارنجی تا زرد دیده می‌شوند (شکل ۴-۱۴ تا ۴-۱۶).

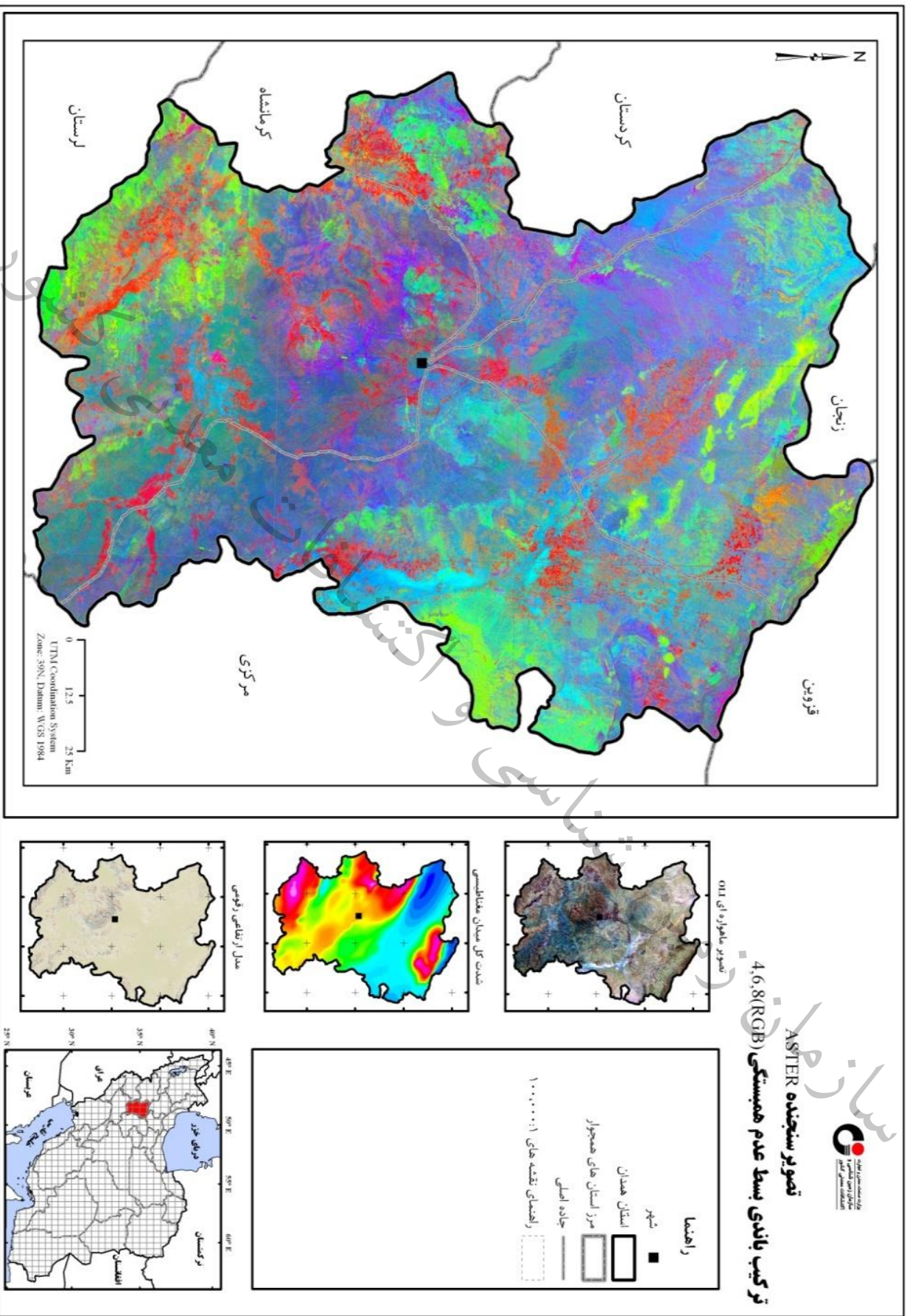
^۱ - Decorrelation Stretch



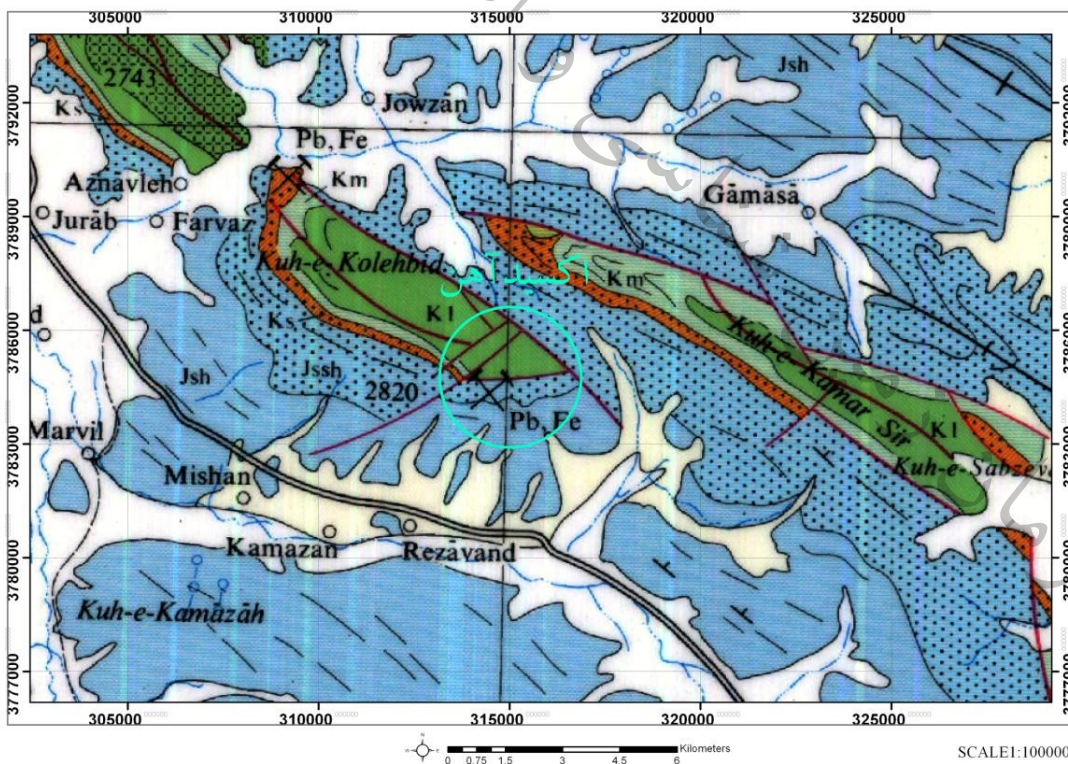
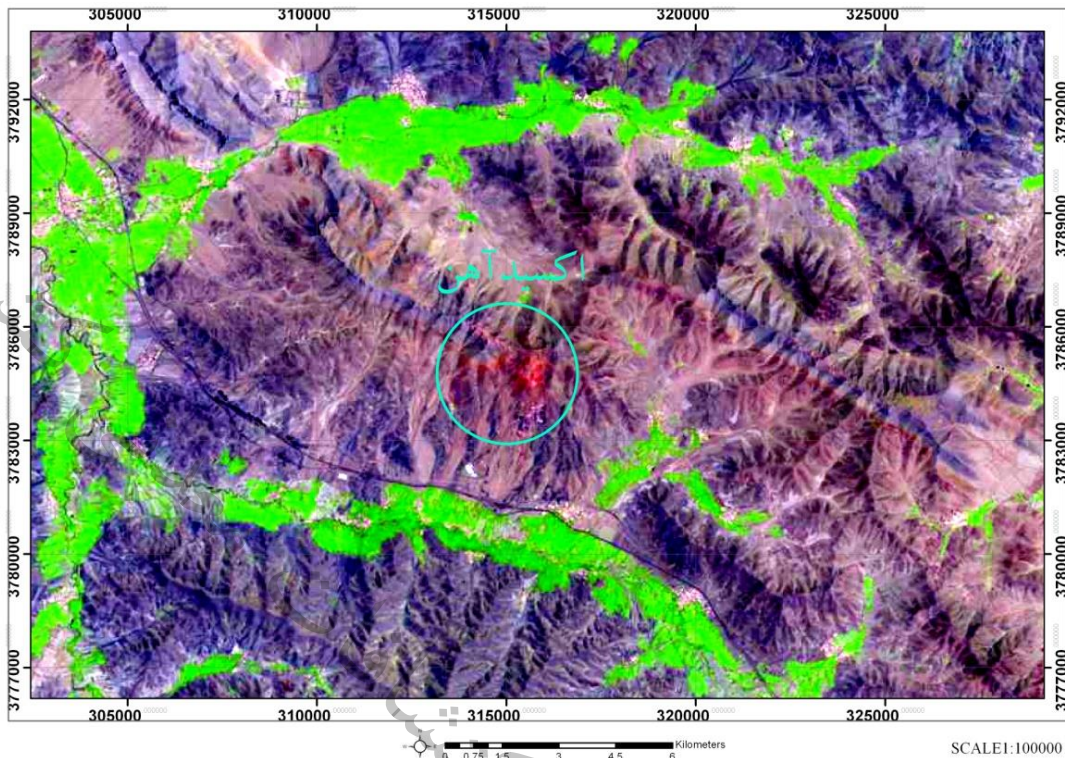
شکل ۴-۹- تصویر سنجنده ASTER و ترکیب باندهای 4,6,8 در محیط RGB در ورقه یکصد هزارم نهانند، زون دگرسانی آرژینیک به رنگ صورتی روشن و زون پروپیلیتیک به رنگ سبز دیده می شود. در این تصویر بخشهای کربناته دارای بازتاب رنگی زرد می باشند.



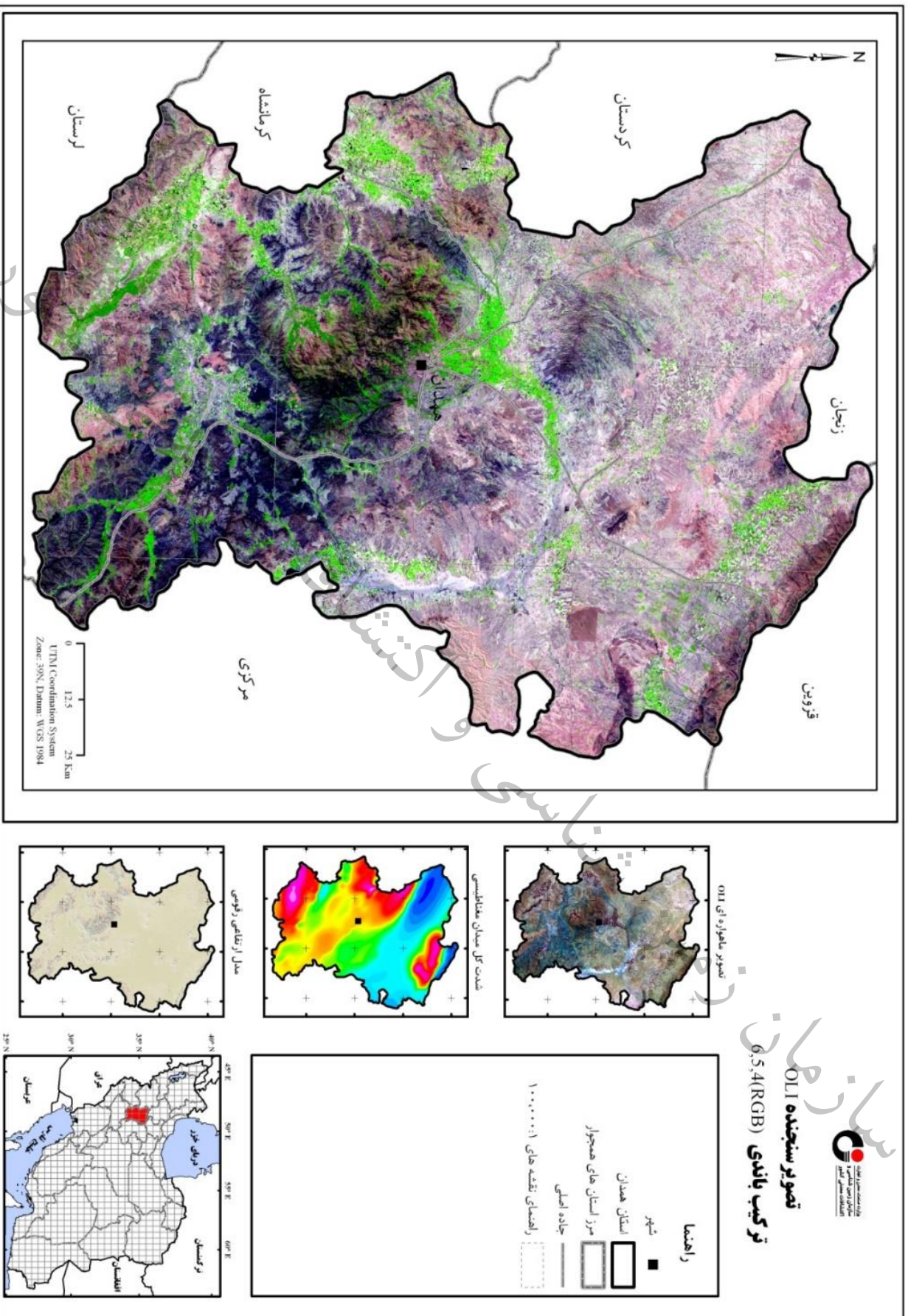
شکل ۴-۱- بارزسازی صحنه‌های اطلاعاتی موزائیک شده سنجنده ASTER (RGB: 4,6,8) ، استان همدان، زون آرژیک به رنگ صورتی روشن و زون پروپیلیتیک به رنگ سبز تیره و واحدهای کرپناته دارای بازتاب رنگ، زرد هستند.



شکل ۴-۱۱- تصویر ترکیب رنگی بسط عدم همبستگی، 468 RGB: سنجنده ASTER استان همدان. در تصویر ترکیب رنگی بسط عدم همبستگی باندهای 468 سنجنده ASTER مناطق دگرسانی آرزلیک به رنگ صورتی، مناطق پروپلیتیک به رنگ زرد، پوشش گیاهی به رنگ قرمز و تئتیکلات کربناته به رنگ سبز مشاهده می شوند.

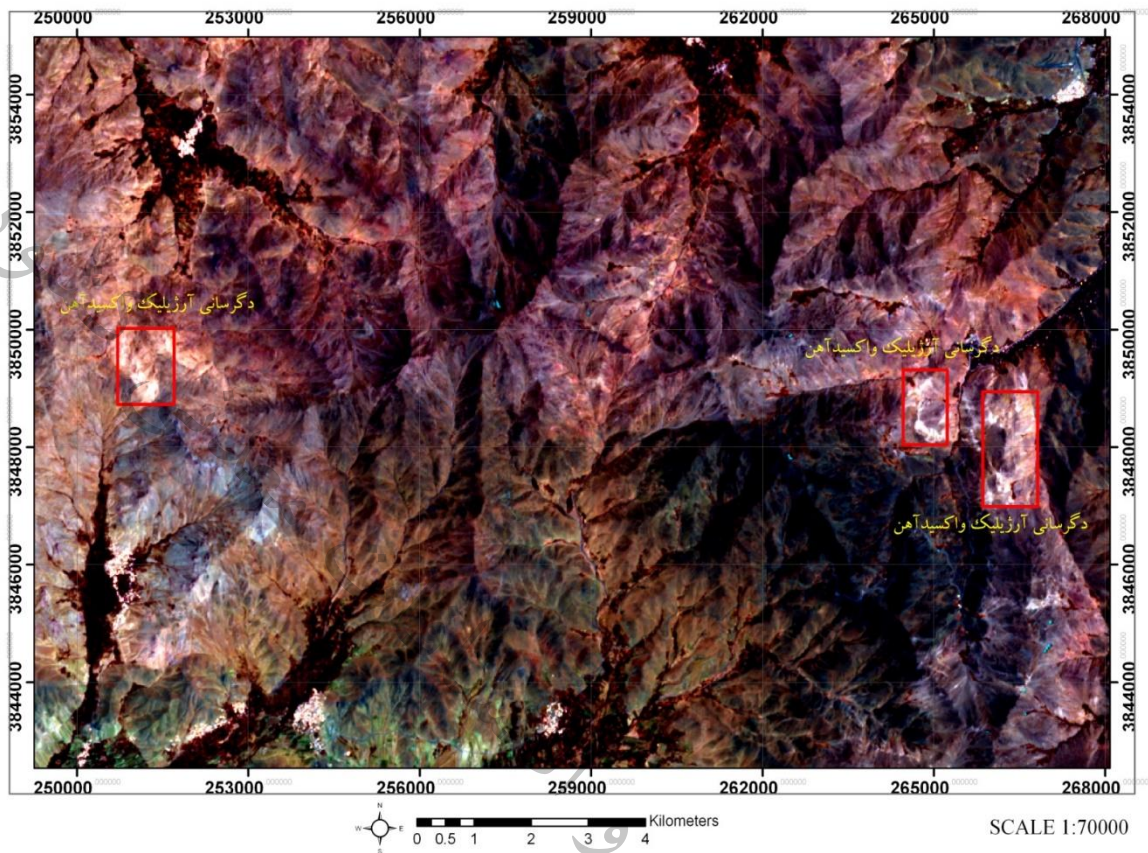


شکل ۴-۱۲- شکل بالائی تصویر سنجنده OLI ماهواره Landsat8 ترکیب باندی (RGB:7,5,2) در شرق ورقه یکصدهزارم ملایر و شکل پائین همین موقعیت را در نقشه زمین شناسی ورقه یکصدهزارم ملایر نشان می‌دهد. در تصویر بالا پوشش گیاهی بازتاب سبز رنگ و اکسیدهای آهن بازتاب قرمز رنگ دارند و بر اساس نقشه زمین شناسی در واحدهای شیل و ماسه سنگی کرتاسه واقع شده اند.

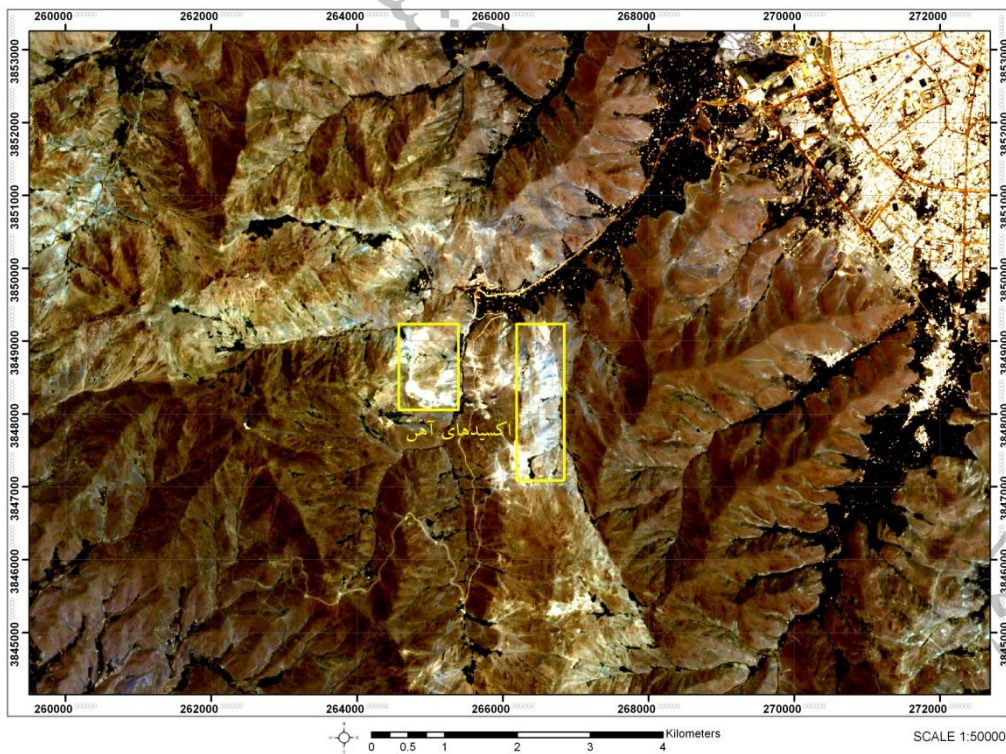
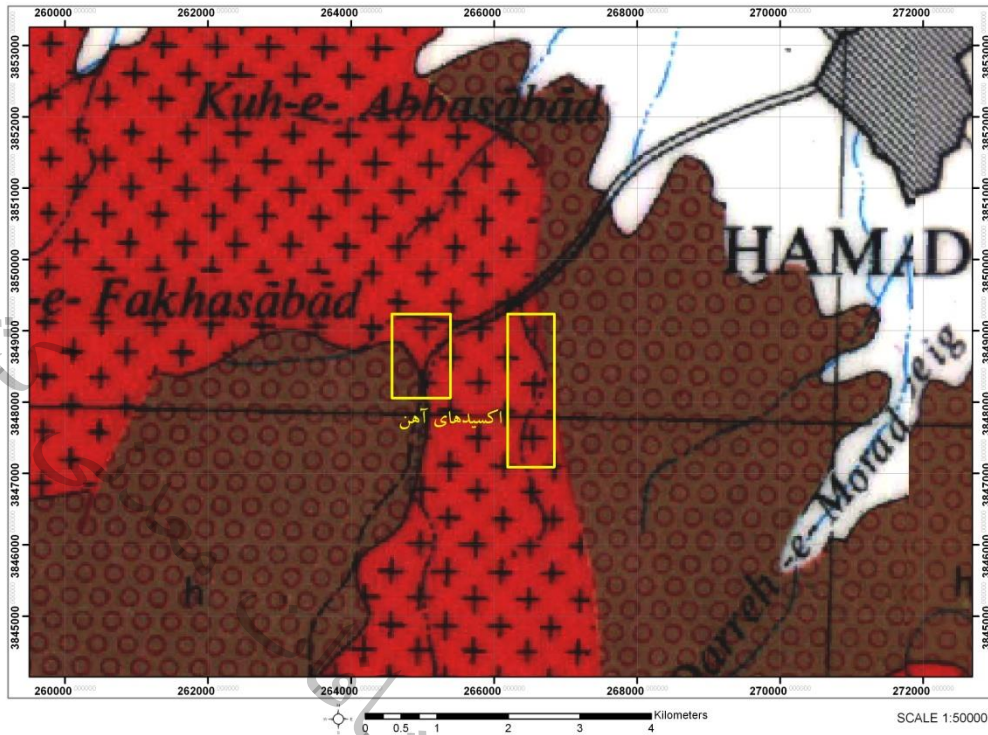


تصویر ماهواره ای OLI
تصویر سنجنده OLI
ترکیب باندهای (RGB:6,5,4)

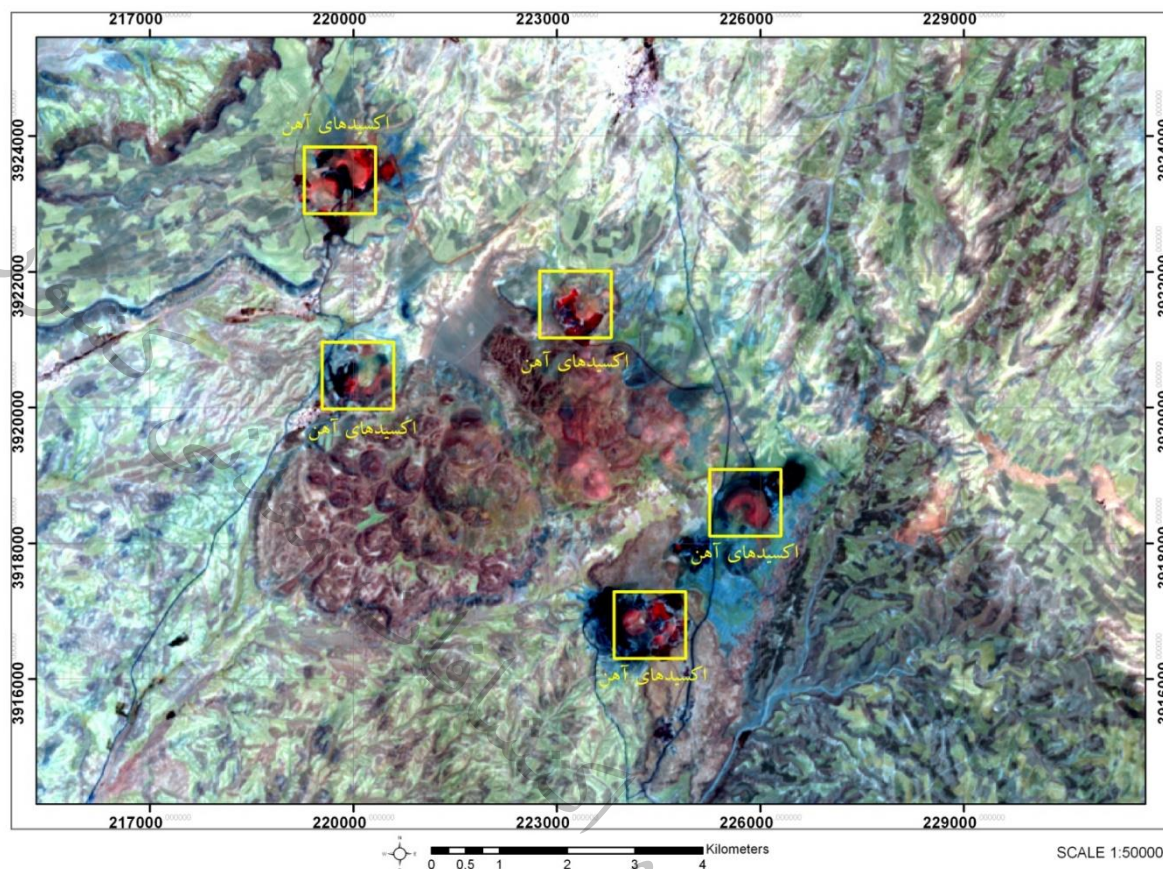
شکل ۳-۴- تصویر سنجنده OLI ماهواره Landsat8 ترکیب باندهای (RGB:6,5,4) استان همدان



شکل ۴-۱۴- تصویر ماهواره Sentinel2A و استفاده از ترکیب 11,5,3 در محیط RGB بر گره یکصدهزارم توپسرکان. کادریهای قرمز رنگ مناطق دگرسانی اکسید آهن و آرزلیک را نشان می‌دهد. در این ترکیب باندی دگرسانیهای مذکور بازتاب زرد تا سفید رنگ دارند.



شکل ۴-۱۵- شکل پائین تصویر ماهواره Sentinel2A و ترکیب باندی 1,2,4 در محیط RGB واقع در ورقه یکصد هزارم همدان. مناطق دگرسان شده دارای اکسید آهن به رنگ زرد تا سفید دیده می شوند که با کادراهای زرد رنگ تفکیک شده اند. شکل بالا موقعیت مناطق مشابه را در نقشه زمین شناسی یکصد هزارم همدان نشان می دهد.



شکل ۴-۱۶- تصویر ماهواره Sentinel2A و ترکیب بانندی 3,5,11 در محیط RGB استان همدان. کادرهای زرد رنگ تمرکز اکسیدهای آهن (بازتاب قرمز رنگ) در واحدهای گدازه ای بازالتی و آندزیتی واقع در شمال شرق ورقه یکصد هزارم زمین شناسی قروه را نشان می‌دهد.

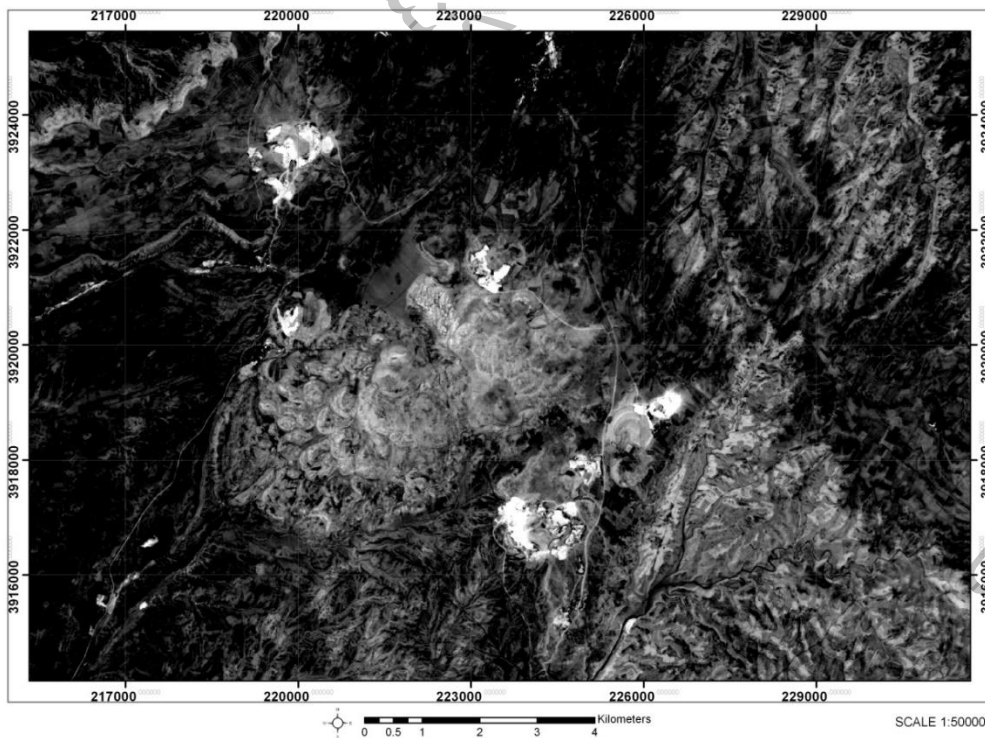
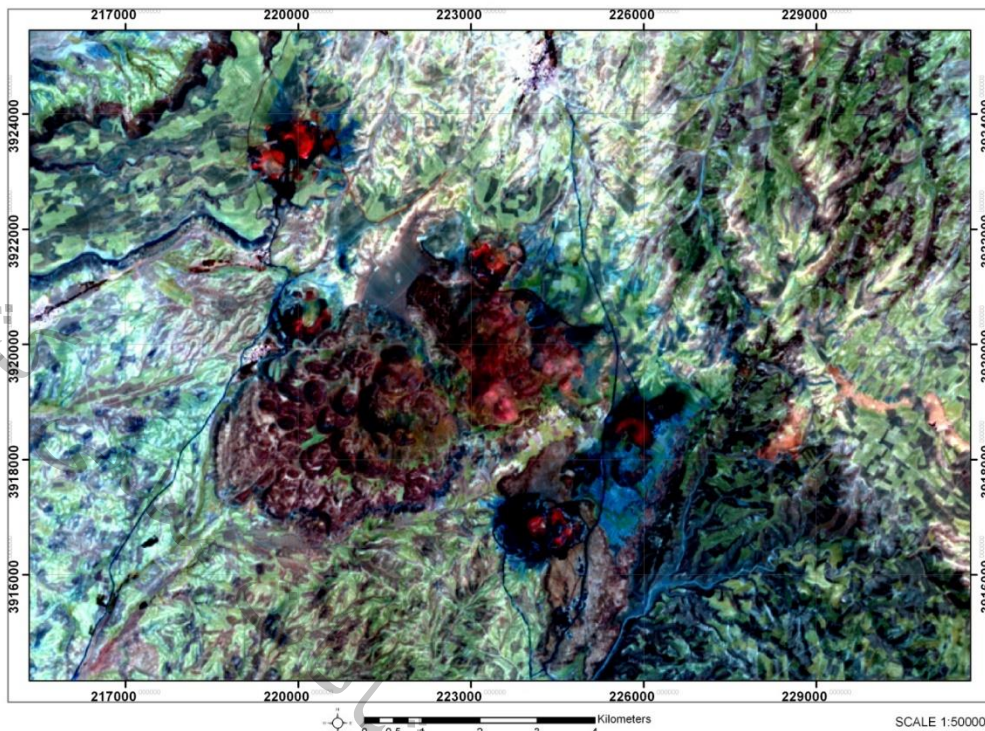
نسبت بانندی

از نمودار بازتاب طیفی کانیها برای تعیین باندهای حداقل و حداکثر انعکاس به منظور تعیین نسبت بانندی مناسب استفاده می‌گردد. برای تشخیص اکسیدهای آهن و کانیهای دگرسان رسی با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER و Sentinel2 مطابق جدول (۴-۷) نسبت‌های بانندی انتخاب شده است که پیکسل‌های روشن در تصاویر نشان دهنده وجود کانیهای شاخص این دگرسانی‌ها است (F.D van der Meer et al,2014). برای تشخیص اکسیدهای آهن در نرم افزار ENVI و در تصاویر ماهواره Sentinel-2 نسبت بانندی 4/2 اعمال شد، (شکل ۴-۱۷ و شکل ۴-۱۸). در روش نسبت بانندی مذکور مناطق دارای پیکسل‌های سفید مناطق رسی و اکسید آهن را نشان می‌دهند.

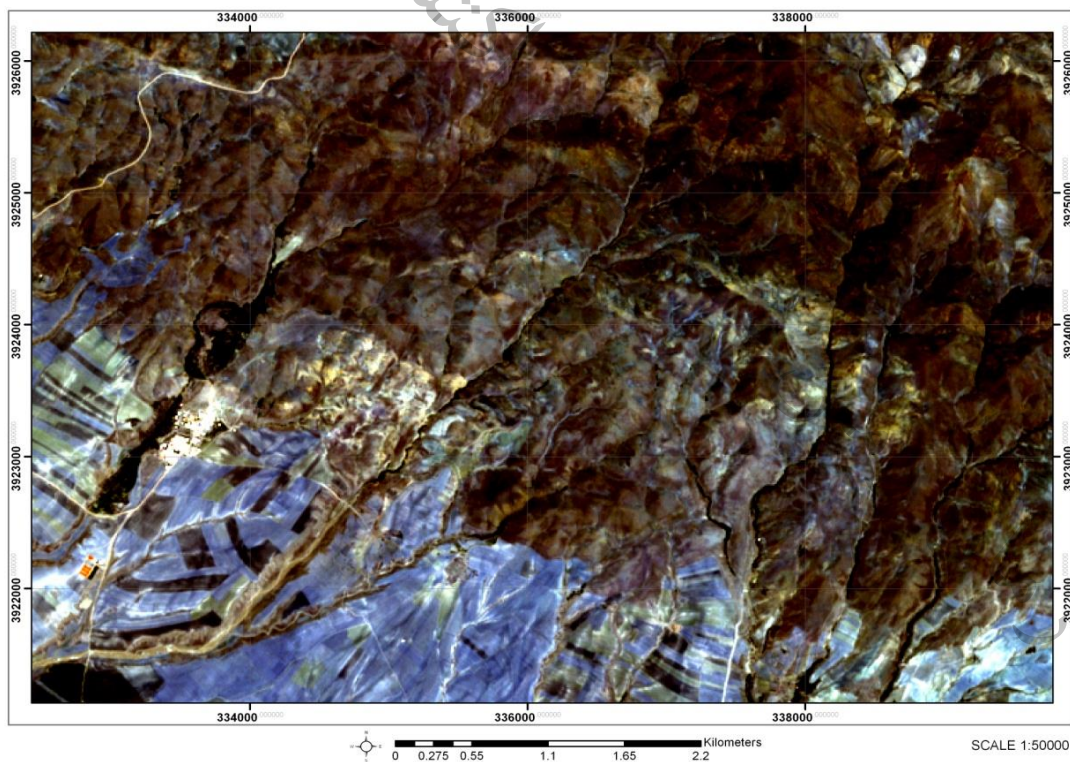
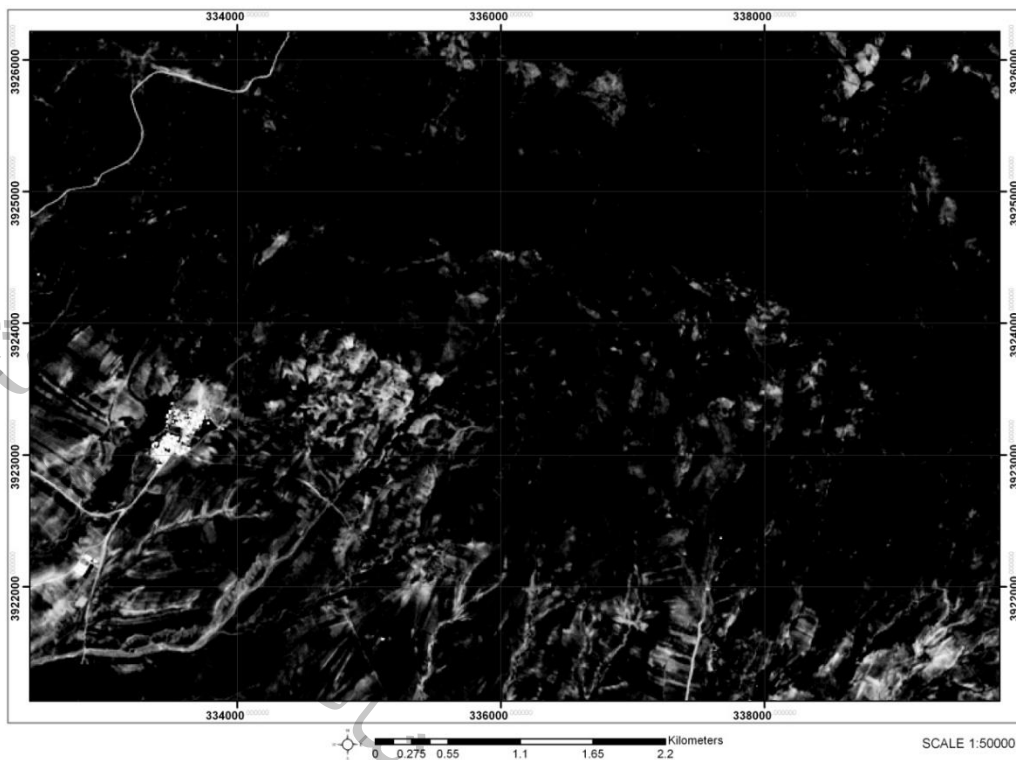


جدول ۴-۷- نسبت های بانندی رایج در پردازش تصاویر ASTER و Sentinel2

مرجع	توضیحات	استر	سینتینل	کانی
Rowan; CSIRO		۲/۱	۴/۳	آهن فریک Fe^{3+}
Rowan		۵/۳+۱/۲	۱۲/۸+۳/۴	آهن فرو Fe^{2+}
		۵/۴	۱۱/۱۲ ^a	لاتریت
		۵/۴	۱۱/۴	گوسن
CSIRO	دگرسانی اکسید آهن همراه با کانی زایی طلا- مس	۵/۴	۱۲/۱۱ ^a	فروسیلیکاتها (بیوتیت، آمفیبول، کلریت)
Rowan		(۷+۹)/۸	-	کربنات، کلریت، اپیدوت
Rowan; USGS		(۶+۸)/۷	-	دولومیت
Hewson	دگرسانی آرژیلیک پیشرفته	۵/۶	-	فنزیت
Hewson	دگرسانی آرژیلیک پیشرفته	۷/۶	-	مسکوویت
Hewson	دگرسانی آرژیلیک	۷/۵	-	کائولینیت
Rowan; CSIRO ; Hewson; USGS	دگرسانی فیلیک	(۵+۷)/۶	-	سر سیت، مسکوویت، ایلیت، اسمکتیت
Rowan; USGS		(۴+۶)/۵	-	آلونیت، کائولینیت، پیروفیلیت
Rowan	سنگ های غنی از کوارتز	۱۴/۱۲	-	سیلیکات (سنگ های غنی از کوارتز)
		۳/۲	۸/۴	پوشش گیاهی



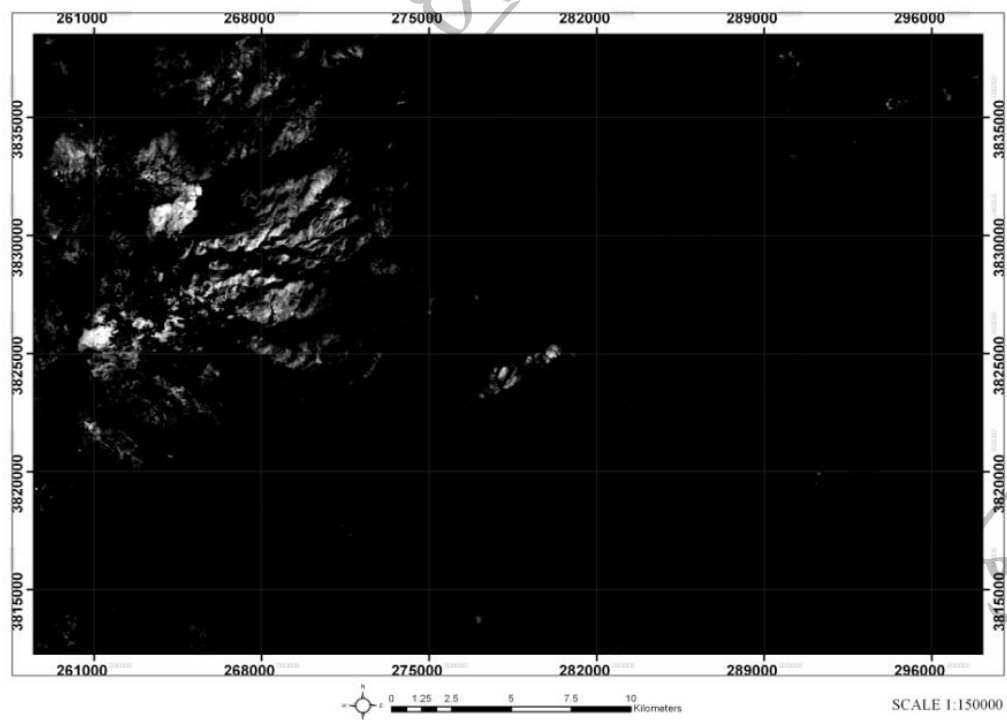
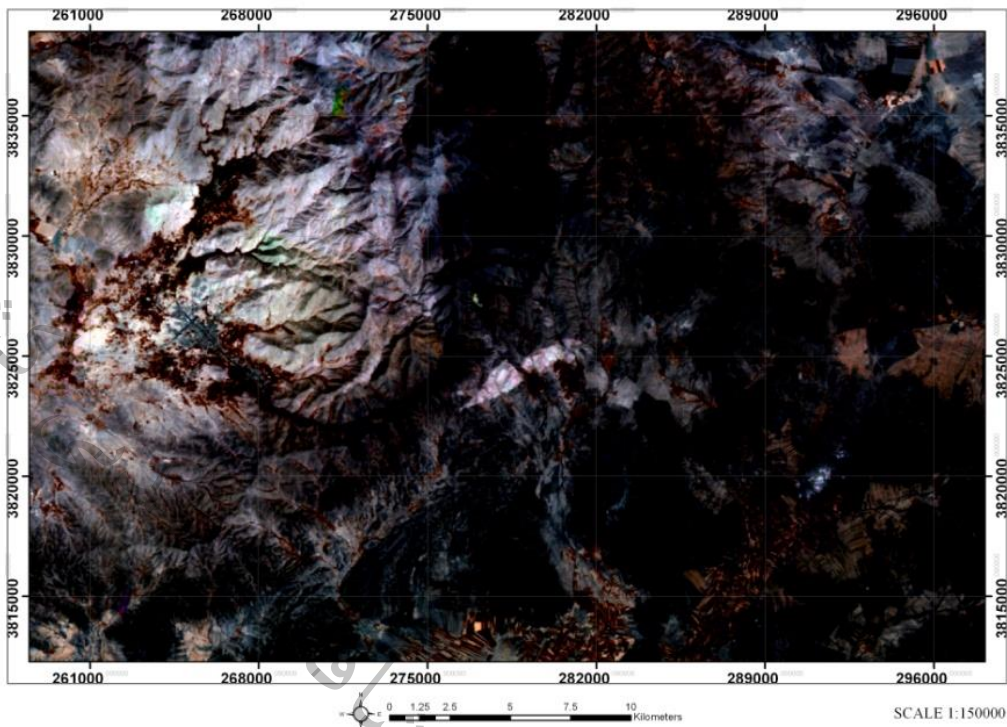
شکل ۴-۱۷- شکل پائین تصویر ماهواره Sentinel2A و نسبت باندهای 4/2 در برگه یکصد هزارم قروه واقع در شمال غرب استان همدان مشاهده میشود. در این تصویر مناطق دگرسانی اکسید آهن با پیکسل‌های سفید رنگ مشاهده می‌شوند. در شکل بالا نیز در همین مکان تصویر ماهواره Sentinel2A و ترکیب باندهای 11,5,3 در محیط RGB مشاهده میشود که اکسیدهای آهن بازتاب قرمز رنگ دارند.



شکل ۴-۱۸- شکل بالایی تصویر ماهواره Sentinel2A و نسبت بانندی $(12/8)+(3/4)$ در برکه یکصد هزارم رزن واقع در شمال خاوری استان همدان مشاهده میشود. در این تصویر مناطق دگرسانی اکسید آهن با پیکسل های سفید رنگ مشاهده می شوند. در شکل پائین نیز در همین مکان تصویر ماهواره Sentinel2A و ترکیب بانندی 4,3,2 در محیط RGB مشاهده میشود.

آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA)

از مهم‌ترین روش‌های بارزسازی و تحلیل طیفی پدیده‌های زمین‌شناسی استفاده از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی یا PCA (Principal Component Analysis) می‌باشد. بین باندهای مختلف تصاویر ماهواره معمولاً همبستگی بالایی وجود دارد که این مسأله باعث تکرار یک سری اطلاعات می‌شود. روش PCA روشی برای کاهش اطلاعات تکراری و یا پدیده‌های مزاحم مانند سایه، اثرات توپوگرافی و زاویه تابش خورشید است. در واقع این روش با کاهش انطباق بین داده‌های باندهای مختلف در فضای چند بعدی باعث بارز شدن پدیده‌ای ویژه می‌شود. در روش PCA اطلاعات باندهائی که همبستگی بالائی دارند، در یک باند با واریانس بالا متمرکز می‌شود. مؤلفه‌های اصلی بر اساس محاسبه انحراف از معیار، واریانس و کوواریانس بدست می‌آیند. PCA یک تبدیل خطی است که در آن محورهای مختصات فضای چند باندی به گونه‌ای دچار چرخش می‌شوند که اولین محور در راستای حداکثر واریانس و دومین محور عمود بر آن در راستای واریانس باقیمانده قرار می‌گیرد. در شکل شماره ۴-۹ روش تحلیل مولفه‌های اصلی در قسمتی از ورقه یکصد هزارم تویسرکان واقع در مرکز استان همدان مشاهده می‌شود. تصویر صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی 4,6,8 در محیط RGB (تصویر بالا) و نمایش پراکندگی دگرسانی آرژیلیک (کانی کائولینیت) با استفاده از روش PCA در نرم افزار ENVI (پیکسل‌های روشن تصویر پائین). جهت تفکیک این کانی از PC2(4,5,7) استفاده شد. در جدول نیز مقادیر مولفه‌های اصلی جهت مقایسه نمایش داده شده است. با توجه به نمودار طیفی کائولینیت مولفه‌ای که در آن بیشترین اختلاف مقادیر برداری بین باندهای ۵ و ۶ وجود دارد یعنی PC4 جهت برای بارزسازی این کانی استفاده شد.



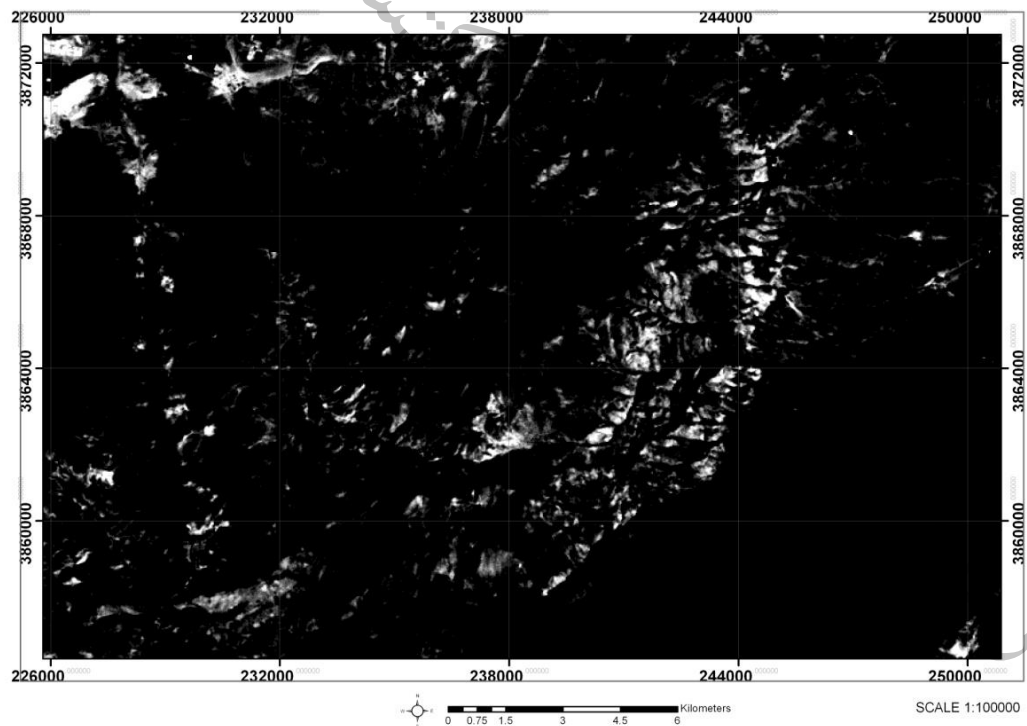
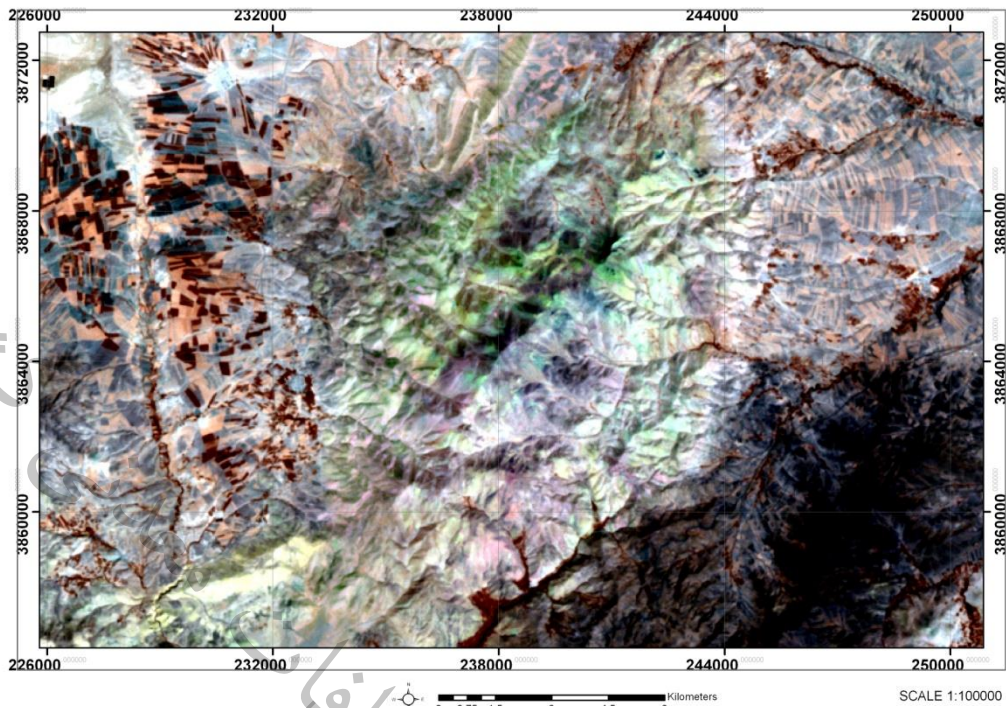
شکل ۴-۱۹- بخشی از صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندهای 4,6,8 در محیط RGB در ورقه یکصد هزارم همدان در مرکز استان همدان (تصویر بالا) و نمایش پراکندگی دگرسانی آرژیلیک (کانی کائولینیت) با استفاده از روش PCA (پیکسل‌های سفید تصویر پائین). جهت تفکیک این کانی از PC4(1,3,5,7) استفاده شد. در جدول فوق نیز مقادیر مولفه‌های اصلی جهت مقایسه نمایش داده شده است.

روش Matched Filtering

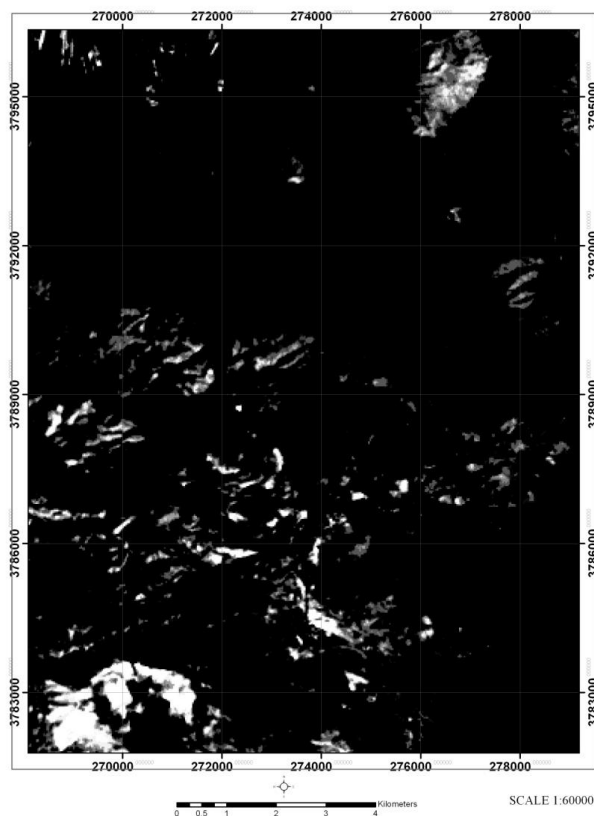
روش Matched Filtering یا فیلترگذاری تطبیقی با استفاده از Endmemberهای تعریف شده توسط کاربر و مطابقت آن با Endmember حاصل از پیکسل‌های تصویر، پاسخ Endmemberهای معلوم را افزایش داده و مانع پاسخ زمینه می‌شود. در تصاویر حاصل از این الگوریتم مناطق روشن نشان دهنده انطباق بیشتر منحنی طیفی مرجع با منحنی طیفی تصویر بوده و این پیکسل‌ها مناطق هدف می‌باشند. این روش وسیله‌ای سریع برای شناسایی مواد خاص بر اساس تطبیق Endmemberهای منحنی بازتاب طیفی با تصویر می‌باشد. این روش، یک روش آشکارسازی خطی بهینه برای تعیین محل اثر طیفی شناخته شده در حضور یک پس زمینه ناشناخته و ترکیبی است. یک MF استاندارد در برگیرنده یک عملگر خطی بهینه است و تلاش می‌کند تا یک تعادل مناسب بین دو پدیده برقرار کند که یکی آشکارسازی هدف و دیگری محو نمودن پس زمینه است. یک تصویر خروجی مطلوب حاصل از روش MF، یک ترکیب خطی از باندهای تصویری ورودی به همراه چندین ویژگی است:

- میانگین صفر
- حداقل واریانس
- پیکسل‌های امتیاز بندی شده براساس میزان سازگاری مناسب با هدف

این روش از آمارهای کوواریانس صحنه تصویر برای مدل کردن تغییرات طیفی پس زمینه استفاده می‌کند و در آن، طیف هدف شناخته شده، توسط ماتریس تعمیم یافته معکوس کوواریانس پس زمینه، تصویر می‌شود تا بردار تصویر کننده MF حاصل گردد. لذا با توجه به سریع و دقیق بودن روش MF و توجه به این نکته که در بسیاری از مطالعات خارجی و داخلی مشابه، با موفقیت از این روش استفاده شده و در مناطق مختلفی از ایران نیز مورد بررسی قرار گرفته است از این روش جهت شناسایی و استخراج کانی‌های شاخص زون‌های دگرسانی استفاده گردید که در شکل‌های ۴-۲۰ و ۴-۲۱ نمونه‌هایی از اعمال این روش روی تصاویر سنجنده ASETR مشاهده می‌شود.



شکل ۴-۲۰- بخشی از صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندهای 4,6,8 در محیط RGB در ورقه یکصد هزارم توپوگرافیک (تصویر بالا) و نمایش پراکندگی کانی کلریت که با پیکسل‌های روشن نمایش داده شده است (تصویر پایین) با استفاده از روش Match Filtering در نرم افزار ENVI.

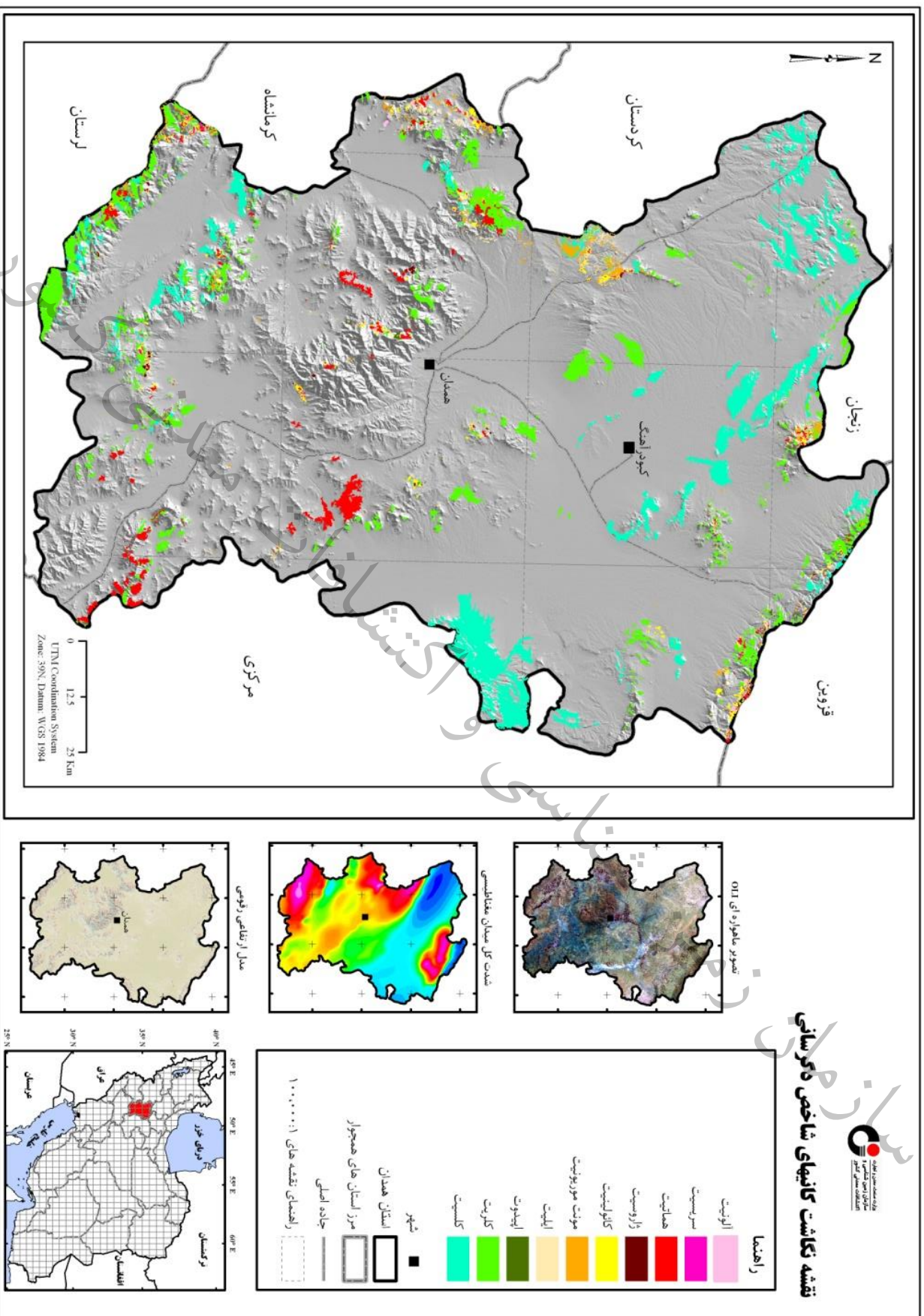


شکل ۴-۲۱- بخشی از صحنه اطلاعاتی سنجنده ASTER با ترکیب باندی 4,6,8 در محیط RGB در ورقه یکصد هزارم ملایر (تصویر سمت چپ) و نمایش پراکندگی کانی کائولینیت که با پیکسل‌های روشن نمایش داده شده است (تصویر سمت راست) با استفاده از روش Matched Filtering در نرم افزار ENVI

آنالیز طیفی

در این روش برای شناسایی زون‌های مختلف دگرسانی بیشتر از داده‌های سنجنده ASTER با توجه به توانایی‌های این سنجنده در تشخیص مناطق دگرسانی استفاده شده است. قدرت تفکیک بهتر و تنوع باندهای سنجنده ASTER در محدوده فرورسرخ طول موجهای کوتاه، امکان بررسی دقیق‌تر رفتار طیفی کانی‌های شاخص زونهای دگرسان شده را میسر ساخته است که از برتری‌های انکار ناپذیر آن بر سایر سنجنده‌های چند طیفی می‌باشد. روش‌های آنالیز طیفی متعددی در پردازش تصاویر ASTER در زمینه شناسایی مناطق دگرسانی وجود دارد که از مهم‌ترین آنها می‌توان به روش‌های فیلترگذاری تطبیقی (MF) و روش نقشه بردار زاویه طیفی (SAM) اشاره کرد که در این پروژه از روش (MF) که قبلاً در مورد آن توضیح داده شد، استفاده گردید. در ادامه اطلاعات استخراج شده حاصل از اعمال الگوریتم‌های مذکور در تصاویر ASTER شامل نقشه نگاشت کانیها و زون‌های شاخص دگرسانی آورده شده است (شکل‌های ۴-۲۲ و ۴-۲۳).

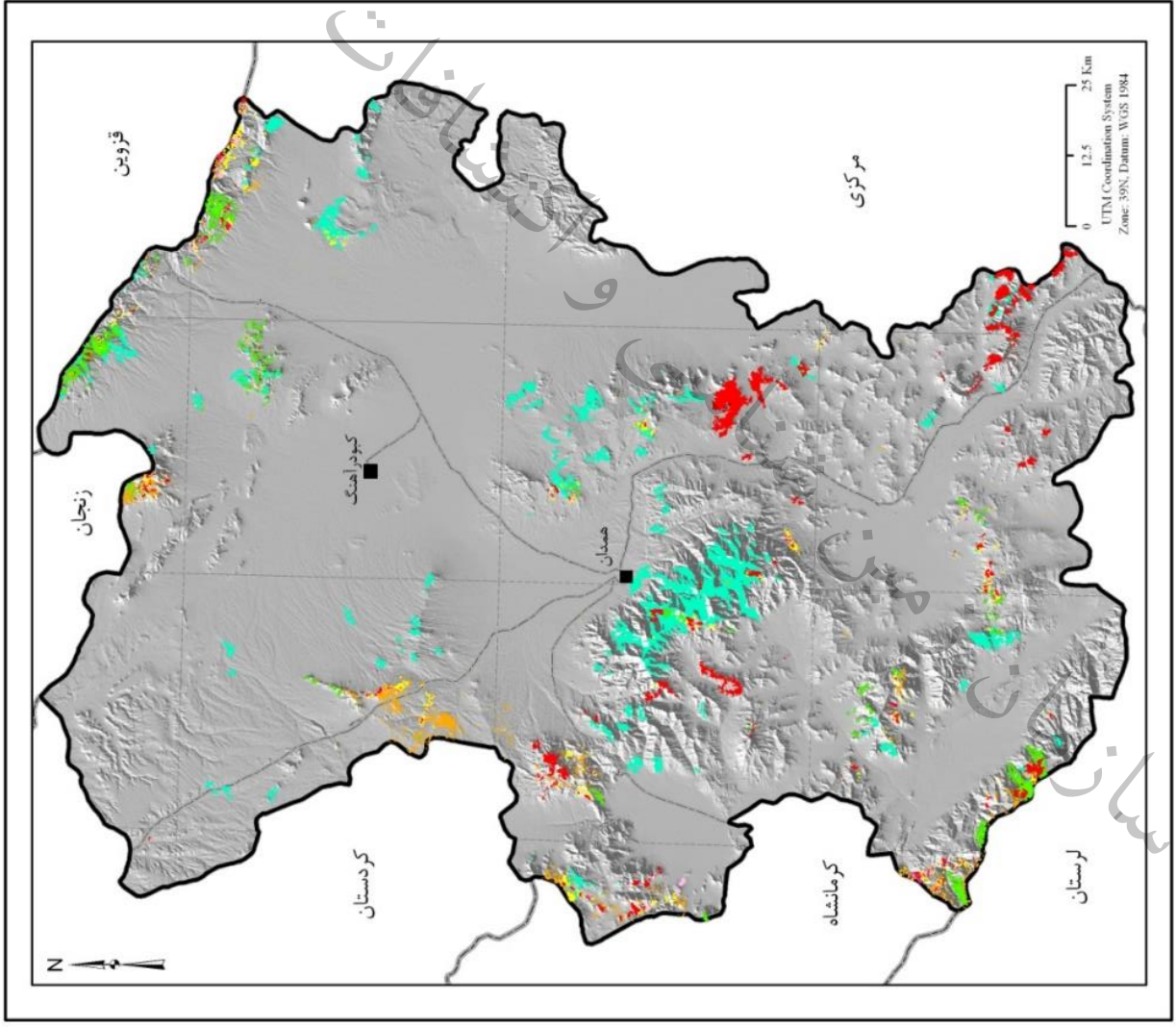
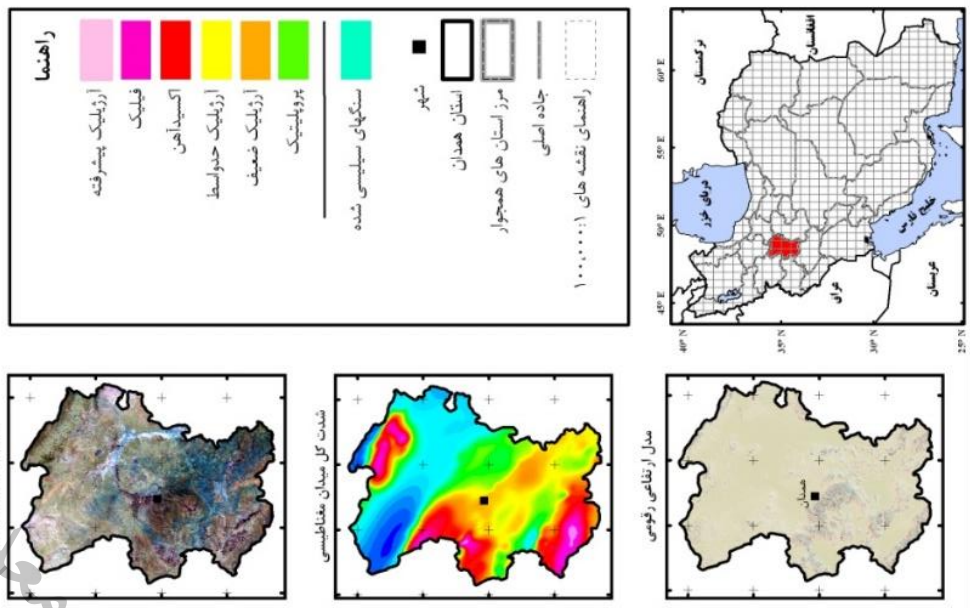
نقشه تکاشت کانیهای شاخص دگرسانی



شکل ۴-۲۲- نقشه تکاشت کانیهای شاخص دگرسانی در استان همدان



نقشه نگاشت زونهای دگرسانی



شکل ۴-۲۳- نقشه نگاشت زونهای دگرسانی در استان همدان



۴-۳-۵- تصویر-نقشه خطواره ها و ساختارهای خطی

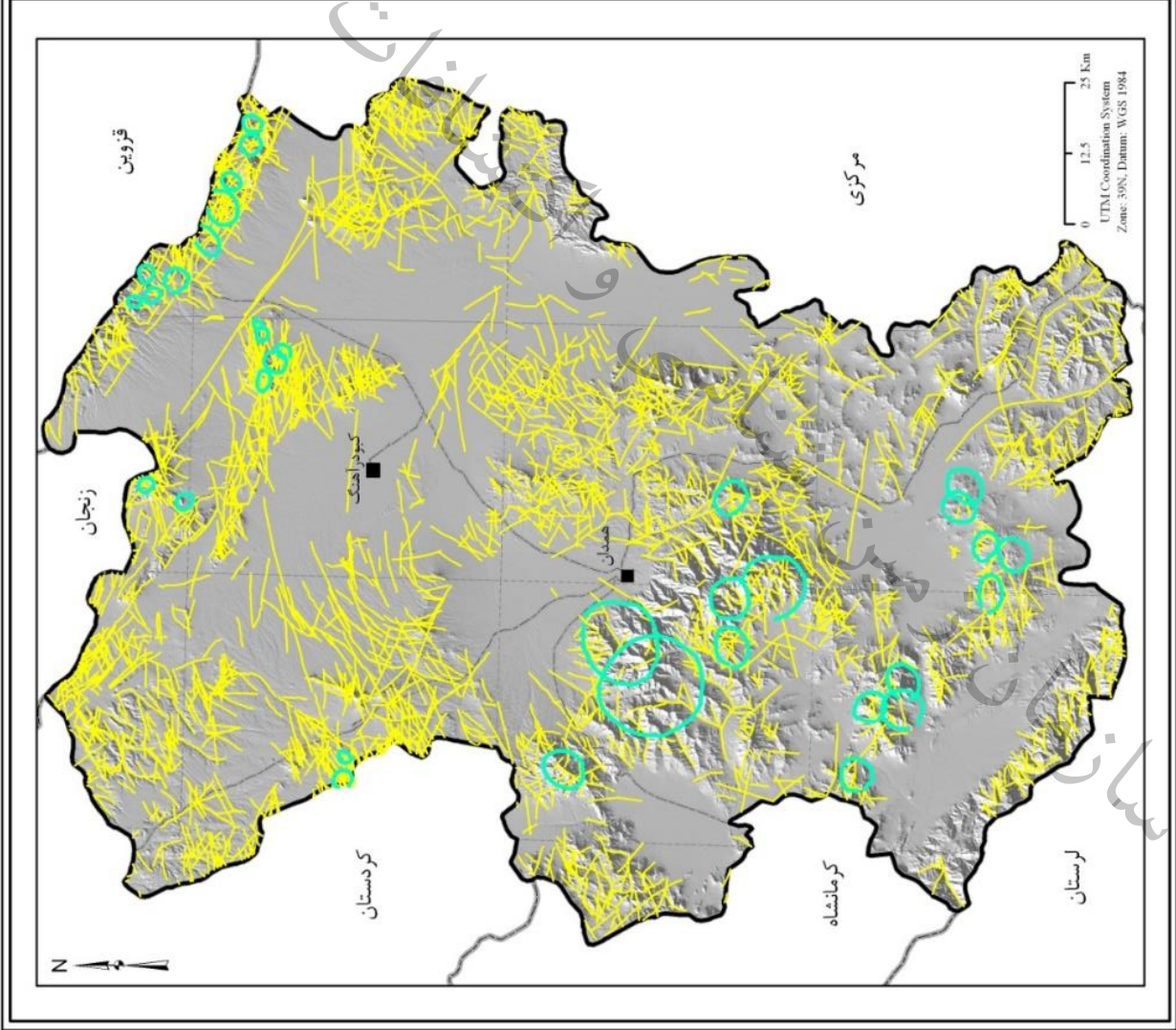
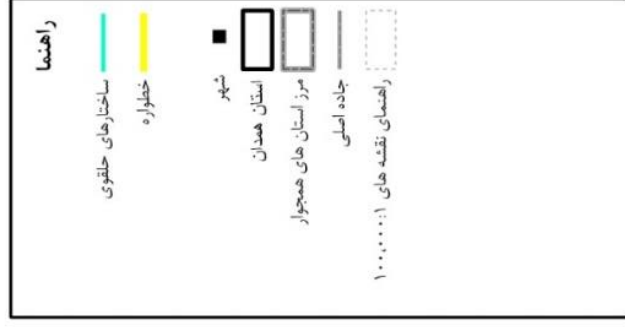
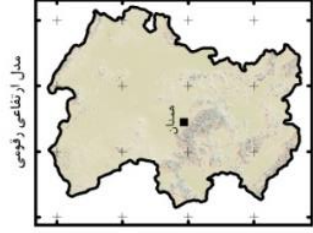
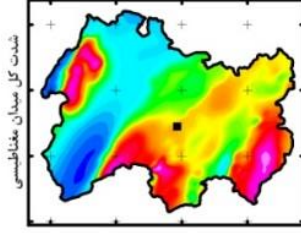
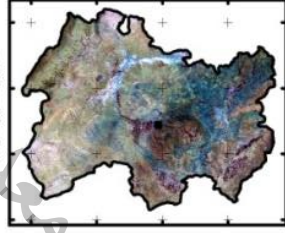
ایجاد ارزش‌های عددی جدید پیکسل بر اساس ارزش عددی پیکسل‌های مجاور برای تشکیل تصویر جدید فیلتر کردن نامیده می‌شود. عمل فیلتر به این صورت انجام می‌پذیرد که در یک پنجره متحرک، ماتریکس پیکسل به پیکسل روی تمامی قسمت‌های تصویر حرکت کرده و در هر مکان بر اساس ضرایب و فرمولی که برای آن ماتریکس تعریف شده است، محاسبات صورت می‌گیرد و ارزش عددی برای پنجره محاسبه می‌شود و در تصویر جدید اعمال می‌شود. برای عمل فیلتر کردن، معمولاً از فیلترهایی به اندازه 3×3 ، 5×5 ، 9×9 استفاده می‌شود.

برای تشخیص شکستگی‌ها در این مطالعه از تصاویر تک بانده و یا رنگی با اعمال فیلترهای مختلف استفاده گردید. با به کارگیری فیلترهای پایین‌گذر (Low pass) مانند فیلتر median با ماتریس 3×3 و 7×7 و با بکارگیری فیلترهای بالا گذر (High pass) مانند فیلتر آشکارسازی لبه‌ها (Edge sharpen) با ماتریس‌های مختلف از جمله 3×3 و 5×5 بر روی باندهای مختلف باعث بارز شدن لبه‌ها و شناسایی پدیده‌های خطی می‌شود. توجه به نشانه‌های زمین ریخت شناسی، تغییرات ناگهانی توپوگرافی، جابجایی رودخانه‌ها و واحدهای سنگی از عوامل مهم در تشخیص و تعیین شکستگی‌های منطقه می‌باشد. هدف اصلی این گزارش، تعیین نقاط امیدبخش معدنی و اکتشاف آنها می‌باشد، لذا در تحلیل‌های تکتونیکی خطواره‌ها تقسیم‌بندی و مطالعه شده‌اند. از آنجا که ساختارهای کوچک و محلی کمتر در کانه‌سازی نقش دارند روندهای اصلی و یکپارچه جدا شده‌اند. در این پروژه از فیلترهای بالاگذر یا High Pass جهت تفکیک خطواره استفاده شد. این فیلترها در نرم افزار Geomatica وجود دارند. در این نرم افزار از فیلتر Edge Sharpening Filter و سپس از فیلتر Laplacian Edge detector جهت تفکیک ستیغ کوه از خطواره استفاده شد. در نهایت استخراج خطواره‌ها و ساختارهای خطی به صورت بصری و دستی و با استفاده از نقشه‌های زمین شناسی $1:100000$ و $1:250000$ انجام گرفت (شکل ۴-۲۴).



نقشه نگاشت خطواره ها و ساختارهای حلقوی

تصویر ماهواره ای 011



شکل ۴-۲۴- نقشه خطواره‌ها و ساختارهای حلقوی در استان همدان

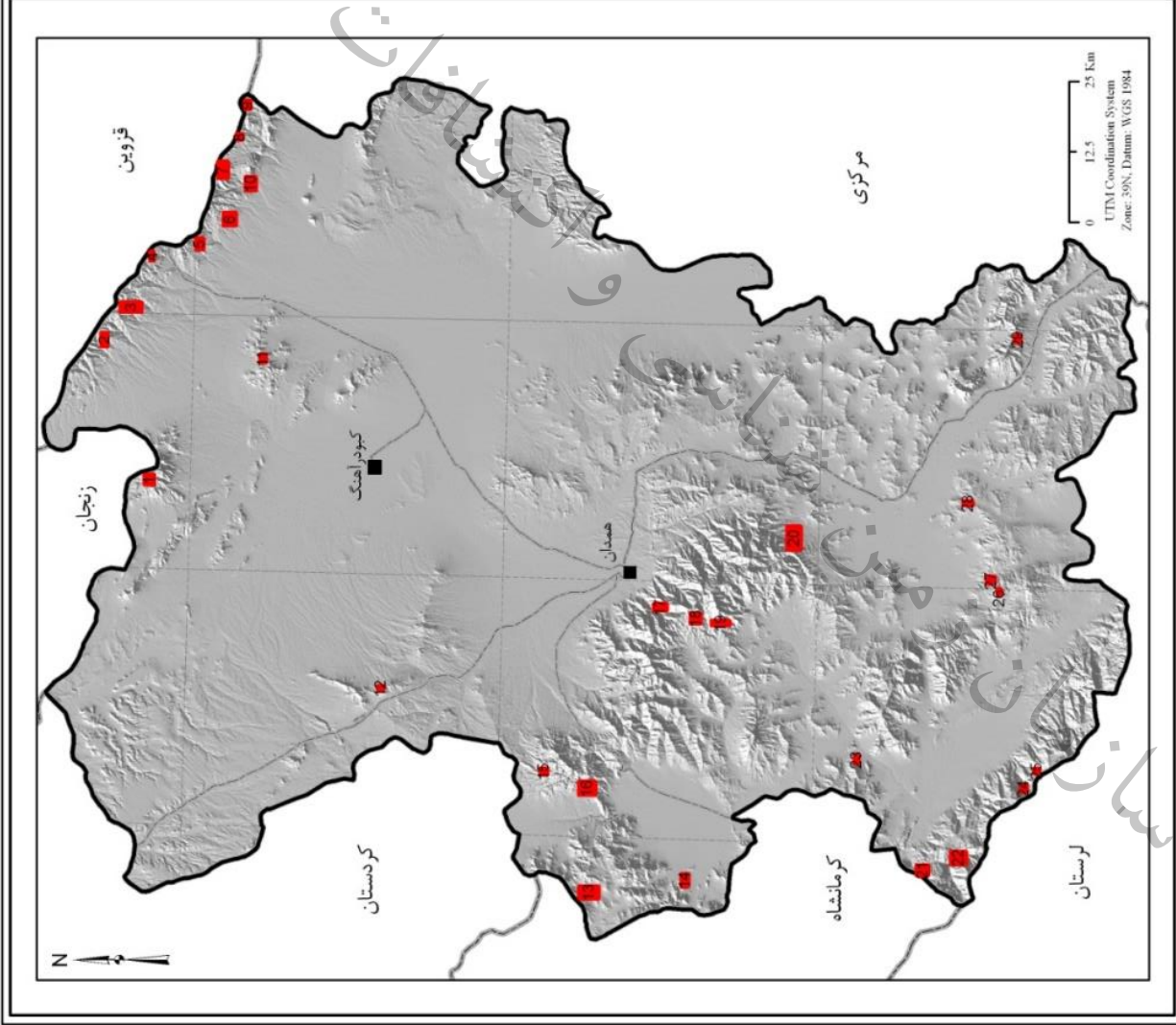
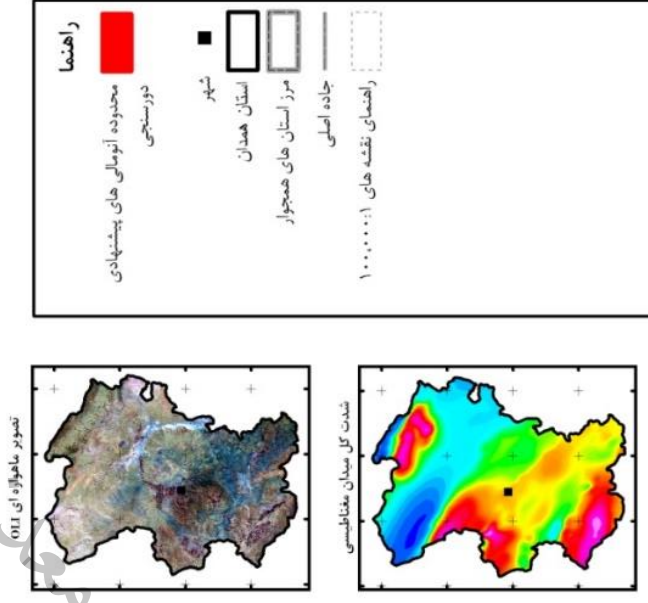


۴-۴- تفسیر و نتایج پردازش نهایی تصاویر

پس از استخراج کانیها و زونهای دگرسانی مختلف از داده‌های ASTER، Sentinel2A و OLI با استفاده از روشهای ترکیب باندی، نسبت باندی، آنالیز مولفه‌های اصلی و آنالیز طیفی، داده‌های استخراج شده با داده‌های زمین شناسی (شامل نقشه‌های زمین شناسی در مقیاس یکصد هزارم و دویست پنجاه هزارم، همینطور اندیس‌های معدنی و گزارشهای اکتشافی موجود در هر ورقه) تطبیق داده شد و مورد بررسی قرار گرفت تا در نهایت ۲۹ محدوده به عنوان نقاط امیدبخش معدنی احتمالی جهت پی‌جویی و کنترل‌های میدانی و صحرایی در استان همدان معرفی شوند (شکل شماره ۴-۲۵). گرچه این نقاط به عنوان نقاط امید بخش معدنی معرفی می‌شوند ولی این بدان معنا نیست که حتماً در این محدوده ذخایر قطعی مربوطه وجود دارد بلکه بعد از بازدیدهای صحرایی از محدوده‌های معرفی شده است که می‌توان درباره ارزش اقتصادی و معدنی محدوده‌های معرفی شده اظهار نظر کرد. یادآوری می‌گردد که دورسنجی تنها یک لایه از لایه‌های مختلف زمین شناسی در اکتشاف است که از طریق تصاویر ماهواره‌ای و روشهای مختلف پردازش تصاویر احتمال حضور ذخایر معدنی را در یک محدوده مشخص میکند و حتماً باید با داده‌های دیگر علم زمین شناسی و نتایج صحرایی تلفیق و مدل سازی شود تا به نتیجه قطعی رسید. در ادامه مختصات آنومالی‌ها بر اساس سیستم UTM به صورت جدول شماره ۴-۸ و در زون مختصاتی ۳۹ ارائه شده است.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نقشه محدوده های پیشنهادی دورسنجی



شکل ۴-۲۵- نقشه نگاشت نقاط احتمالی مستعد و امیدبخش معدنی بر اساس داده های دورسنجی در استان همدان



جدول ۴-۸- مشخصات محدوده های پیشنهادی نقاط امیدبخش معدنی در استان همدان (سیستم مختصات UTM، زون ۳۹)

توضیحات	نام ورقه یکصد هزارم زمین شناسی و محل آنومالی	زونهای دگرسانی شناسایی شده						مختصات مرکز محدوده		شماره محدوده
		سیلیسی شدن	اکسید آهن	پروپیلیتیک	فیلیک	آرژیلیک	آرژیلیک پیشرفته	طول	عرض	
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	مرزبان-شمال روستای بابانظر	*	*	*	*	*	-	289093E	3938127N	۱
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	مرزبان-شمال روستای ساری جلو	*	*	*	*	*	-	313418E	3945926N	۲
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	اوج-شمال روستای سورفجن	*	*	*	*	*	-	320091E	3942348N	۳
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	اوج-شمال روستای واهن ده	*	*	*	*	*	-	328913E	3937957N	۴
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NE-SW	رزن-شمال روستای لات	*	*	*	*	*	*	330968E	3929382N	۵
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	رزن-شمال روستای مزرعه	*	*	*	*	*	*	335107E	3923582N	۶
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	رزن-شمال شرق روستای مزرعه	*	*	*	*	*	*	343879E	3924777N	۷
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	رزن-شمال روستای کرفس	*	*	*	*	*	*	350174E	3922154N	۸
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	رزن-شمال روستای کرفس	*	*	*	*	*	-	355449E	3920842N	۹
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NE-SW	رزن-شمال روستای منوچهر	*	*	*	*	*	-	341635E	3920201N	۱۰

توضیحات	نام ورقه یکصد هزارم زمین شناسی و محل آنومالی	زونهای دگرسانی شناسایی شده						مختصات مرکز محدوده		شماره محدوده
		سیلیسی شدن	اکسید آهن	پروپیلیتیک	فیلیک	آرژیلیک	آرژیلیک پیشرفته	طول	عرض	
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NE SW	کیودرآهن-گ- شمال روستای دمق	*	*	*	-	*	-	310563E	3918028N	۱۱
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-N-S	کوهین جنوب شرق روستای گل تپه	-	*	*	*	*	-	251979E	3897174N	۱۲
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NE SW	سنقر-شمال روستای نادرآباد	*	*	*	*	*	-	215644E	3860169N	۱۳
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NW-SE	سنقر-جنوب روستای آجین	*	*	-	*	*	*	218174E	3843410N	۱۴
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NE SW	تویسرکان-شرق روستای پیرملو	*	*	*	*	*	-	330968E	3929382N	۱۵
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NE SW	تویسرکان-جنوب روستای پیرملو	*	*	*	*	*	-	233624E	3860645N	۱۶
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-N-S	تویسرکان-جنوب غرب شهر همدان	*	*	*	*	*	-	266194E	3847350N	۱۷
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NW-SE	تویسرکان-شرق روستای شهرستانه	*	*	*	*	*	*	263593E	3842358N	۱۸
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-N-S	تویسرکان-شمال روستای سرکان	*	*	*	*	*	-	263549E	3837874N	۱۹
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NE SW	همدان-شرق تویسرکان و شمال علی آباد	*	*	*	*	*	-	279870E	3825230N	۲۰



توضیحات	نام ورقه یکصد هزارم زمین شناسی ومحل آنومالی	زونهای دگرسانی شناسایی شده						مختصات مرکز محدوده		شماره محدوده
		سیلیسی شدن	اکسید آهن	پروپیلتیک	فلیک	آرژلیک	آرژلیک پیشرفته	طول	عرض	
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	هرسین- شمال روستای سیاه دره	*	*	*	*	*	-	219536E	3802064N	۲۱
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	هرسین- شمال روستای سیاه دره	*	*	*	*	*	-	321358E	3795858N	۲۲
ناحیه دگرسانی جزئی بامتداد NW-SE	نهاوند-غرب روستای مینان	*	*	*	*	*	-	239408E	3813466N	۲۳
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NE SW	نهاوند-غرب روستای ظفرآباد	*	*	*	*	*	-	234066E	3783989N	۲۴
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-NE SW	نهاوند-جنوب روستای ظفرآباد	*	*	*	*	*	-	237159E	3781515N	۲۵
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد-W E	نهاوند-شمال روستای اوشوند	*	*	*	*	*	-	269105E	3788490N	۲۶
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	ملا پر-شمال روستای سلطان آباد	*	*	*	*	*	-	271033E	3789715N	۲۷
ناحیه دگرسانی جزئی و بامتداد N-S	ملا پر-شمال روستای شریف آباد	*	*	*	*	*	-	284787E	3794361N	۲۸
ناحیه دگرسانی قابل توجه و زون بندی بامتداد NW-SE	ملا پر-شمال شرق میشان	*	*	*	*	*	-	314155E	3785014N	۲۹

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

فیات

فصل پنجم

مطالعات ژئوشیمیایی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۵-۱- مقدمه

همه مطالعاتی که با استفاده از روش‌های مختلف نمونه‌گیری صورت می‌گیرند نیاز به آمار و پردازش داده‌ها دارند که با توجه به نتایج مورد نظر، کارشناس می‌تواند از روش‌های ساده یا پیچیده آماری استفاده نماید. لذا اکتشافات ژئوشیمیایی که بر پایه نمونه‌برداری از جوامع سنگی، رسوبات آبراهه‌ای، خاک و آب می‌باشند نیازمند انجام پردازش‌های آماری هستند. با توجه به اینکه هیچ‌کدام از روش‌های اکتشافی کامل نبوده و با کاستی‌هایی همراه هستند، معمولاً از روش‌های اکتشافی مکمل نظیر مطالعات کانی سنگین، ژئوفیزیک و دورسنجی استفاده می‌شود تا معتبرترین مناطق جهت اکتشافات بعدی انتخاب گردند. نحوه پردازش داده‌ها به این صورت می‌باشد که نتایج آنالیز ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای به همراه مختصات محل برداشت نمونه‌ها در یک بانک اطلاعاتی ذخیره می‌گردد. بعد از این مرحله برای بخشی از داده‌ها که به صورت سنسورد گزارش شده بودند جایگزینی داده‌های سنسورد انجام می‌گیرد. سپس از این داده‌ها جهت محاسبه پارامترهای آماری، پردازش‌های آماری تک متغیره، تعیین مشاهدات خارج از ردیف، تعیین آنومالی‌ها، پردازش‌های آماری چند متغیره (ضرایب همبستگی، آنالیز خوشه‌ای، آنالیز فاکتوری) استفاده می‌شود.

۵-۲- آماده سازی، پردازش و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی

روش اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای متداول‌ترین شیوه اکتشافات ژئوشیمیایی مقدماتی است که برای اکتشافات مقیاس کوچک تا متوسط کاربرد دارد. این روش به طور وسیعی برای پی‌جویی‌های ناحیه‌ای و شناسایی مقدماتی نواحی امید بخش کانی‌سازی در مناطقی که دارای آبراهه هستند و وسعت حوضه آبریز زیاد باشد به کار می‌رود. از طرفی مشکلات جداکردن کانی‌ها (روش کانی‌های سنگین) و یا آب (روش هیدروژئوشیمیایی) را ندارد و قابل کاربرد در وضعیت‌های آب و هوایی متفاوت است. این روش در مناطق حاره‌ای و آب و هوایی نسبتاً سرد کاربرد بیشتری دارد. اگر چه وضعیت غیر بارانی ترجیح داده می‌شود، زیرا نمونه‌های رسوبات خشک غیر قابل استفاده است، ولی برای مناطق با بارندگی متوسط ایده‌آل است. در مناطق بیابانی و کویری این روش کاربرد کمتری دارد، زیرا باران در حد کافی نمی‌بارد که باعث ایجاد آبراهه و ته‌نشست رسوبات شود. روش اکتشافات ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای برای اکتشاف کانسارهای چند فلزی مانند کانسارهای حاوی عناصر Ni, Zn, Co, Sb, Cu, Pb بسیار خوب است، ولی با اندازه‌گیری عناصر دیگر مانند Ag, Bi, Mo, Hg می‌توان از آن به عنوان نشانه کانی‌زایی کانسارهای دیگر استفاده کرد. همچنین این روش برای مطالعات محیط زیستی به کار می‌رود که در این صورت معمولاً نمونه سطحی برداشت می‌شود.

رسوبات آبراهه‌ای در واقع یک نمونه ترکیبی از مواد فرسایش یافته از سنگ‌های بالادست حوضه آبریز است. بنابراین وجود ناهنجاری در این رسوبات از وجود یک منبع پرعیار در بالادست آن حکایت می‌کند. مثلاً در وضعیت‌های آب و هوایی مختلف آب‌های جوی باعث تجزیه کانی‌ها، به خصوص کانی‌های سولفیدی می‌شود و عناصر کمیاب همراه آنها را به فواصل دورتر منتقل می‌کند. این عناصر به منظور نشانه و راهنما برای پیدا کردن محل کانسارها به کار می‌رود. اگر چه پیدا کردن ناهنجاری در محل آبراهه‌ها خود نشان دهنده کانسار در محل نیست، بلکه با توجه به تحرک عناصر می‌توان منشأ اولیه این عناصر (توده کانساری) را با توجه به اطلاعات به دست آمده شناسایی کرد. همچنین نفوذ آب‌های زیرزمینی یا سیلاب‌های بارانی می‌تواند منشأ این عناصر باشد. در محل آبراهه به جایی که مقدار فلزات در بالاترین حد است، اصطلاحاً رواناب گویند. این نقطه محل ورود آب‌های زیرزمینی غنی از عناصر فلزی و یا ورود ذرات آواری حاوی کانی‌های فلزی به حوضه یک رودخانه یا آبراهه است. در مقابل نقطه‌ای که کمترین غلظت را نشان می‌دهد به آبراهه میانبر معروف است. پس از شناسایی محل این دو نقطه، مرحله بعدی شناسایی منبع اولیه نفوذ عناصر (توده کانساری) است. همچنین می‌توان ویژگی‌های زمین‌شناختی یا ژئوشیمیایی اولیه تشکیل دهنده رسوبات آبراهه‌ای را تعیین کرد. مثلاً اگر مقدار SO_2 به تنهایی در رسوبات زیاد باشد، نشان دهنده منشأ گرانیته سنگ‌های اولیه است. روشن است که مناطق در بردارنده پتانسیل احتمالی (هاله‌های ثانویه کانساری) در شرایطی بوجود می‌آیند که کانی‌سازی (هاله‌های اولیه)، در محیطی که رسوبات از آن منشأ گرفته‌اند، رخ داده باشد. بنابراین در اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای با نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای و کشف هاله‌های ثانویه می‌توان پدیده‌های کانی‌سازی را شناسایی نمود.

پهنه استان همدان شامل ۱۶ برگه یکصدهزار ژئوشیمیایی می‌باشد که از این تعداد، برگه‌های نه‌اوند، تویسرکان، کوهین، ملایر، همدان، کیودر آهنگ و رازان به‌طور کامل یا بخش اعظم آن در داخل استان قرار می‌گیرند. برگه‌های یکصدهزار هرسین، قروه، بیجار، گرماب، مرزبان، خنداب، وفس و آوج در مرز استانی بوده و تنها بخش کوچکی از آن در استان قرار گرفته است. لازم به ذکر است برگه یکصدهزار سنقر فاقد مطالعات ژئوشیمیایی می‌باشد.

در جدول ۵-۱ مشخصات نمونه‌های برداشت شده به تفکیک هر برگه آورده شده است. شکل ۵-۱ موقعیت مکانی نمونه‌های ژئوشیمیایی سیلت و کانی سنگین موجود در استان را نشان می‌دهد.

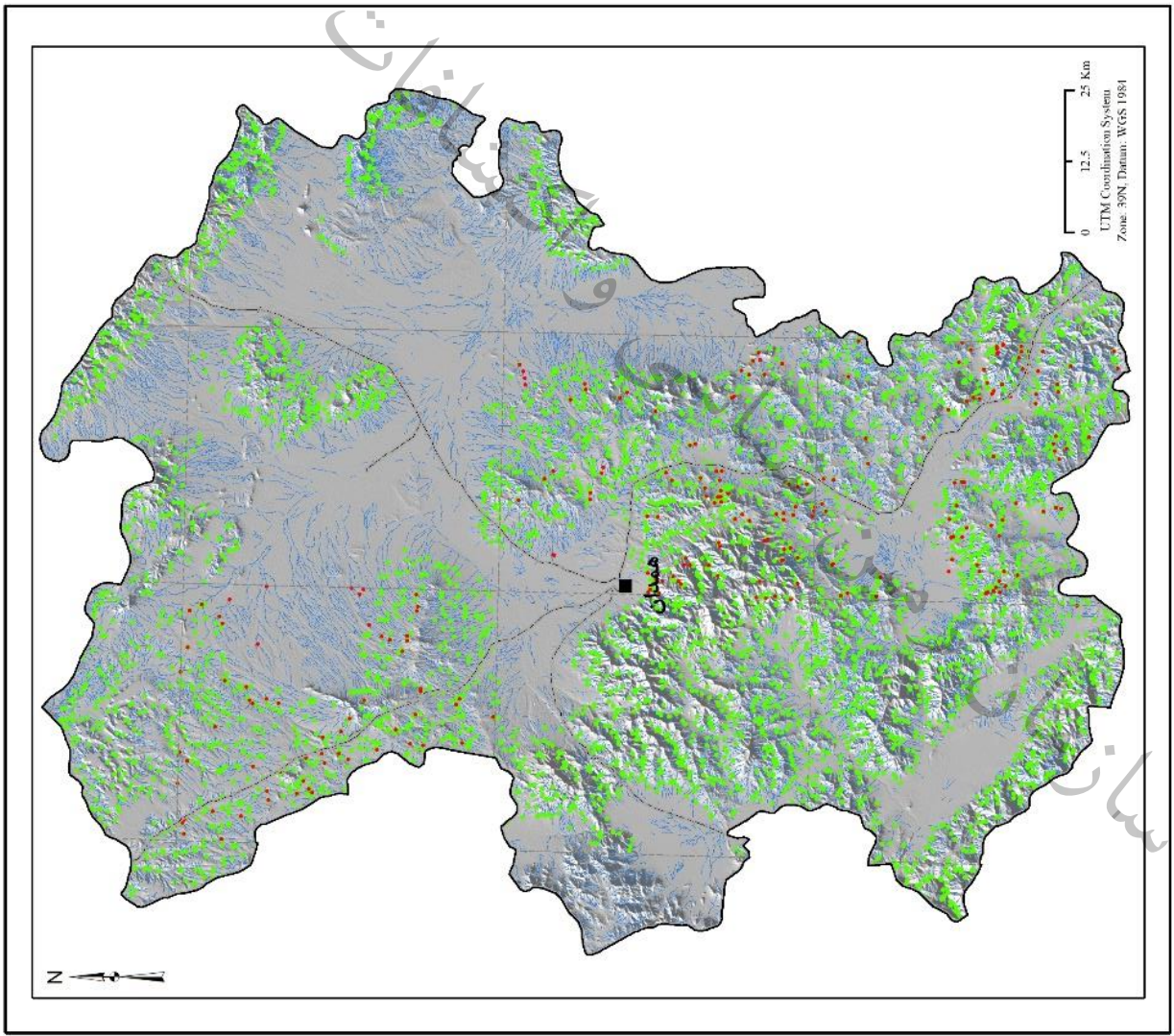
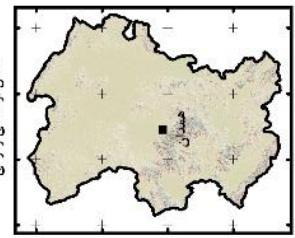
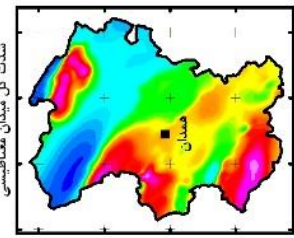
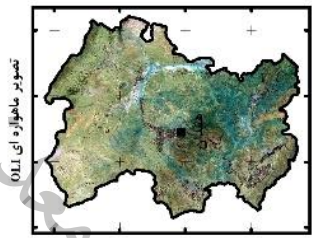
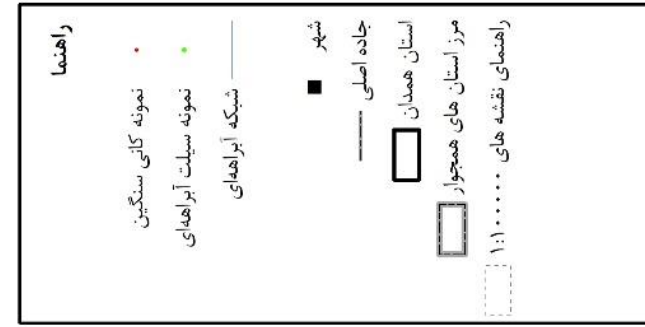


جدول ۵-۱- مشخصات برگه‌های داده‌های ژئوشیمیایی در پهنه اکتشافی

ردیف	نام برگه	شماره برگه	تعداد آنالیز عنصری	تعداد نمونه	تعداد نمونه در محدوده
۱	هرسین	۵۵۵۸	۲۲	۷۸۷	۵۱
۲	قروه	۵۵۶۰	۲۰	۷۲۴	۳۲
۳	بیجار	۵۵۶۱	۴۵	۲۲۷	۱۷
۴	نهایوند	۵۶۵۸	۴۳	۷۸۰	۶۱۵
۵	تویسرکان	۵۶۵۹	۱۴	۶۹۵	۶۰۱
۶	کوهین	۵۶۶۰	۴۳	۸۰۳	۴۷۸
۷	گرماپ	۵۶۶۱	۴۴	۶۳۳	۱۶۹
۸	ملایر	۵۷۵۸	۴۸	۸۰۰	۶۹۵
۹	همدان	۵۷۵۹	۴۶	۷۲۴	۷۲۴
۱۰	کیودر آهنگ	۵۷۶۰	۴۸	۲۵۵	۲۵۵
۱۱	مرزبان	۵۷۶۱	۴۵	۵۹۴	۱۲۵
۱۲	خنداب	۵۸۵۸	۲۹	۱۰۱۴	۱۵۵
۱۳	وفس	۵۸۵۹	۵۱	۲۸۳	۸۹
۱۴	رازان	۵۸۶۰	۴۵	۳۵۷	۱۹۱
۱۵	آوج	۵۸۶۱	۴۲	۶۸۷	۳۶



**نقشه پراکندگی نمونه‌های
ژئوشیمیایی سیلت و کانی سنگین**



شکل ۵-۱- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان همدان



۵-۳- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی

همه مطالعاتی که با استفاده از روش‌های مختلف نمونه‌گیری صورت می‌گیرند نیاز به آمار و پردازش داده‌ها دارند که با توجه به نتایج مورد نظر، کارشناس می‌تواند از روش‌های ساده یا پیچیده آماری استفاده نماید. لذا اکتشافات ژئوشیمیایی که بر پایه نمونه‌برداری از جوامع سنگی، رسوبات آبراهه‌ای، خاک و آب می‌باشند نیازمند انجام پردازش‌های آماری هستند. با توجه به اینکه هیچکدام از روش‌های اکتشافی کامل نبوده و با کاستی‌هایی همراه هستند، معمولاً از روش‌های اکتشافی مکمل نظیر مطالعات کانی سنگین، ژئوفیزیک و دورسنجی استفاده می‌شود تا معتبرترین مناطق جهت اکتشافات بعدی انتخاب گردند.

نحوه پردازش داده‌ها به این صورت می‌باشد که نتایج آنالیز ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه‌ای به همراه مختصات محل برداشت نمونه‌ها در یک بانک اطلاعاتی ذخیره می‌گردد. بعد از این مرحله برای بخشی از داده‌ها که به صورت سنسورد گزارش شده بودند جایگزینی داده‌های سنسورد انجام می‌گیرد. سپس از این داده‌ها جهت محاسبه پارامترهای آماری، پردازش‌های آماری تک متغیره، تعیین مشاهدات خارج از ردیف، تعیین آنومالی‌ها، پردازش‌های آماری چند متغیره (ضرایب همبستگی، آنالیز خوشه‌ای، آنالیز فاکتوری) می‌شود.

در پهنه استان همدان تعداد ۱۵ برگه دارای داده‌های ژئوشیمیایی بوده که به صورت جداگانه پردازش شده و مناطق آنومالی آن برای هر عنصر در هر برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ استخراج گردید ولی تنها مناطق آنومالی داخل پهنه اکتشافی مورد استفاده قرار گرفت و مناطق آنومالی خارج از محدوده پهنه حذف گردیدند.

۵-۳-۱- مطالعات کانی سنگین

مطالعات کانی‌سنگین شامل مجموعه‌های مرحله‌ای است که از میان آن‌ها می‌توان به نمونه‌برداری از آبرفت‌های با جورشدگی پایین، شستشو، تغلیظ، جدایش با محلول‌های سنگین، جدایش مغناطیسی و در نهایت مطالعه میکروسکوپی اجزاء باقی‌مانده اشاره کرد. آبرفت‌های منشاء گرفته از توده‌های سنگی بالادست در مواردی که خود تشکیل‌دهنده ذخیره پلاستیکی یک یا چند نوع کانی را نداده باشند می‌توانند به عنوان یک ابزار کلیدی اکتشافی همزمان و یا غیر همزمان با اکتشافات ژئوشیمیایی به کار روند.

با استفاده از این منطق اکتشافی در هر برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ علاوه بر نمونه‌های ژئوشیمی طراحی شده در منطقه تعدادی نمونه کانی‌سنگین نیز برداشت و پس از نمونه‌برداری و طی مراحل آماده‌سازی به آزمایشگاه مطالعات کانی‌سنگین ارسال می‌گردد. نتایج کیفی مطالعات میکروسکوپی نمونه‌های کانی‌سنگین با استفاده از فرمول خاصی و با استفاده از داده‌های موجود تبدیل به گرم در تن شده و جهت محاسبات آماده شده است.

از مجموع کانی‌های مختلف تشخیص داده شده و بر اساس اهمیت و اولویت‌بندی کانی‌های مورد استفاده تعداد ۱۰ گروه شامل گروه سرب و روی، گروه مس و مولیبدن، گروه طلا، نقره و آنتیموان، گروه قلع و تنگستن، گروه پیریت، گروه اکسید منگنز و اکسید آهن، گروه سینابر و آرسنیک، گروه کربنات، سولفات و فسفات، گروه کانی‌های سنگ ساز و گروه کانی‌های دگرگونی انتخاب شده است. نتایج به صورت نقشه‌های نمادین یا Symbole Map ترسیم گردید که در انتهای گزارش بخش ژئوشیمی نمایش داده شده است.

۵-۴- پردازش داده‌های سنسورد

داده‌هایی سنسورد هستند که تمرکز عناصر در برخی نمونه‌ها به صورت مقادیر "کوچکتر از" یا "بزرگتر" یک مقدار خاص گزارش شوند. حد سنسورد نتایج آنالیز، همان حد قابل ثبت روش آنالیز شیمیایی می‌باشد. داده‌های سنسورد زمانی ایجاد می‌شوند که روش‌های آنالیز به اندازه کافی جهت ثبت مقادیر کوچک یک عنصر حساس نیستند و یا اینکه روش آنالیز بسیار حساس است و قابلیت ثبت تمرکزهای بالای عناصر را ندارد. داده‌های سنسورد در پردازش‌های آماری چند متغیره مشکل ساز هستند چرا که روش‌های محاسباتی و آماری خاص، نیازمند یک مجموعه کامل و غیرسنسورد از داده‌ها می‌باشند. بنابراین ناگزیر هستیم جهت جایگزینی مقادیر سنسورد، آنها را مورد پردازش قرار دهیم.

در جایگزینی داده‌های سنسورد از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها روش "جایگزینی ساده" است. در این روش هنگامی که داده سنسورد به صورت کمتر از حد قابل ثبت گزارش می‌شود، $\frac{3}{4}$ حد قابل ثبت را جایگزین آن می‌کنند و برای داده‌هایی که بزرگتر از یک مقدار خاص گزارش می‌شوند $\frac{4}{3}$ (چهارسوم) یا $\frac{3}{2}$ (سه دوم) حد قابل ثبت را به جای آن قرار می‌دهند. روش جایگزینی ساده زمانی نتایج قابل قبولی جهت جایگزینی ارائه می‌کند که حداکثر ۱۰ درصد از داده‌ها سنسورد باشد.

گرایش داده‌های ژئوشیمیایی به پیروی از توزیع لاگ نرمال به خوبی شناخته شده است و بندرت یک توزیع نرمال از داده‌های ژئوشیمیایی در اختیار خواهیم داشت. بنابراین قبل از محاسبه ممکن است لازم باشد با اعمال تبدیلاتی جامعه غیرنرمال را به یک جامعه نرمال تبدیل کنیم. برای این منظور می‌توان از تبدیل لگاریتمی، تبدیل سه پارامتری، «تبدیل نمائی تعمیم یافته» و یا روش‌های موجود دیگر یاری جست. اما اغلب به علت سهولت عملیات از تبدیل لگاریتمی استفاده می‌شود. بنابراین، ابتدا داده‌های غیرنرمال را با استفاده از یکی از تبدیل‌ها به یک جامعه نرمال تبدیل می‌نمائیم، سپس روش ساده را در مورد این جامعه تبدیل یافته انجام داده و یک مقدار جایگزینی به دست می‌آوریم. پس از آن لازم است با استفاده از تبدیل معکوس، این مقدار جایگزینی را به مقدار اصلی آن در جامعه غیر نرمال (قبل از اعمال تبدیل) برگردانده شود.



۵-۵- بررسی آماری تک متغیره

در بررسی‌های ژئوشیمیایی به هر عنصر یا اکسید یا هر ترکیبی که آنالیز نمونه برای آن انجام می‌شود، متغیر گفته می‌شود. در مطالعات آماری تک متغیره پردازش روی مقادیر یک متغیر بدون در نظر گرفتن بقیه متغیرها صورت می‌گیرد. این مطالعات شامل محاسبه پارامترهای آماری، نرمال‌سازی، رسم نمودارها و پلات‌ها، تهیه جداول مقادیر $(X+nS)$ برای داده‌ها و جدایش مقادیر خارج از رده می‌باشد.

۵-۶- محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده‌ها

دستیابی به پارامترهای آماری اولین گزینه‌ای است که به عنوان مهمترین و جامع‌ترین اطلاعات آماری فرآوری داده پردازان قرار می‌گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده‌ها حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه‌ها و تشابه یا تمایز آن با یک توزیع نرمال را به نمایش می‌گذارد. آماره‌های میانگین، میانه و مد میزان و چگونگی تمایل به مرکز داده را نشان می‌دهند. آماره‌های انحراف معیار و واریانس معرف نحوه پراکندگی و پردازش داده‌ها از میانگین می‌باشند. پارامترهای چولگی و کشیدگی که به ترتیب میزان تقارن حول میانگین و تیزی منحنی توزیع را نشان می‌دهد. در صورت نزدیک شدن به مقادیر صفر برای چولگی و ۳ برای کشیدگی حاکی از نزدیکی توزیع داده‌ها به توزیع نرمال می‌باشد. کلیه داده‌های خام پس از فایل‌بندی مناسب توسط نرم افزار SPSS مورد بررسی آماری قرار گرفته است. برای هر یک از متغیرها هیستوگرام‌های داده‌های خام و نرمال‌ترسیم شده است. از آنجایی که پهنه مورد نظر تعداد ۱۵ برگه یکصدهزار ژئوشیمیایی را شامل می‌شود از این تعداد، برگه‌هایی که قسمت اعظم آن در پهنه فوق قرار گرفته، به شرح زیر توضیح داده شده است.

۵-۶-۱- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ نه‌اوند (۵۶۵۸)

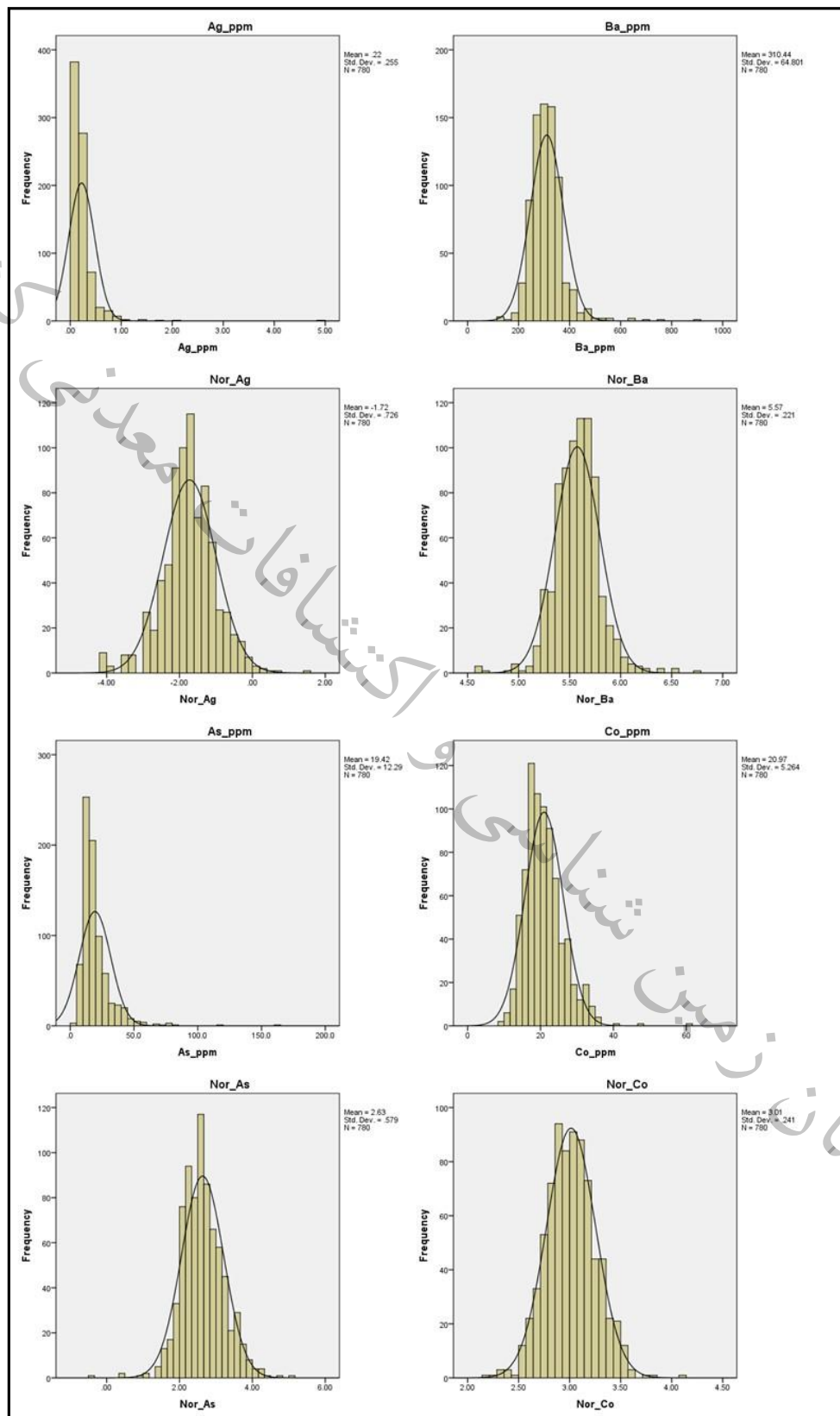
این برگه در بخش جنوبی استان واقع شده و شامل ۷۸۰ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۶۱۵ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۳ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۴۳ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است.
Ag, As, Ba, Co, Cu, Fe, Pb, Zn

جدول ۵-۲ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه نه‌اوند را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت

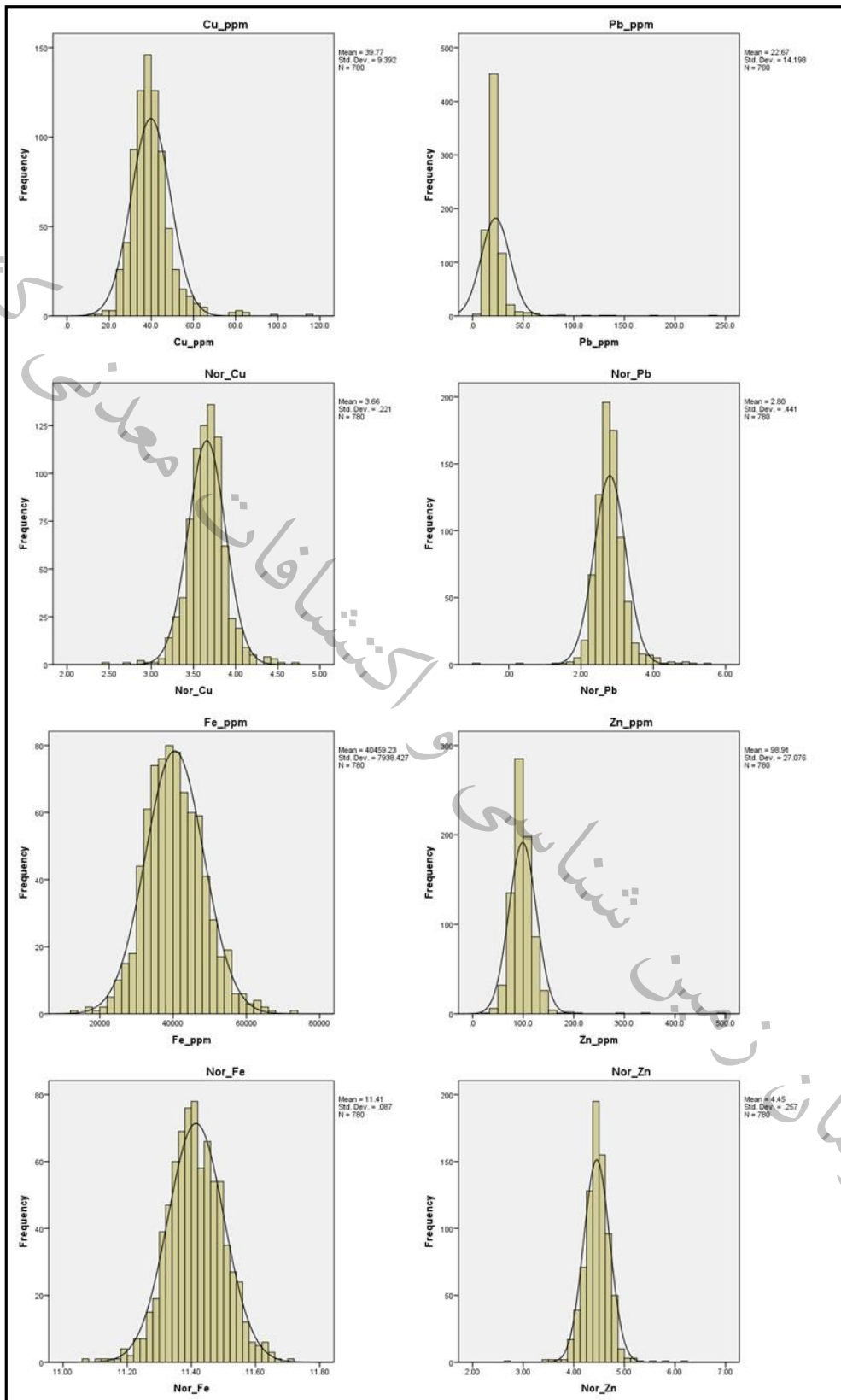
که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل‌های ۲-۵ و ۳-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است.

جدول ۲-۵- پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه نهند

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	780	0.224	0.170	0.255	9.234	145.882	0.008	4.850
Nor_Ag	780	-1.725	-1.715	0.726	-0.145	1.516	-4.017	1.581
As_ppm	780	19.417	16.100	12.290	4.103	32.446	3.500	164
Nor_As	780	2.632	2.588	0.579	0.145	1.638	-0.357	5.083
Ba_ppm	780	310	304	64.801	2.284	14.046	137	891
Nor_Ba	780	5.575	5.576	0.221	0.134	3.474	4.575	6.746
Co_ppm	780	21	20	5.264	1.237	4.586	8.600	60
Nor_Co	780	3.014	3.006	0.241	0.140	0.569	2.152	4.101
Cu_ppm	780	40	39	9.392	1.917	9.803	11	115
Nor_Cu	780	3.658	3.664	0.221	0.066	3.242	2.434	4.745
Fe_ppm	780	40459	40000	7938.427	0.301	0.556	13700	72500
Nor_Fe	780	11.414	11.413	0.087	-0.022	0.535	11.070	11.720
Pb_ppm	780	22.667	20.300	14.198	8.315	98	4.600	238
Nor_Pb	780	2.800	2.779	0.441	0.150	12	-0.916	5
Zn_ppm	780	98.909	96.300	27.076	5.472	66.828	25.600	490
Nor_Zn	780	4.453	4.458	0.257	-0.015	6.731	2.747	6.174



شکل ۵-۲- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co



شکل ۵-۳- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn



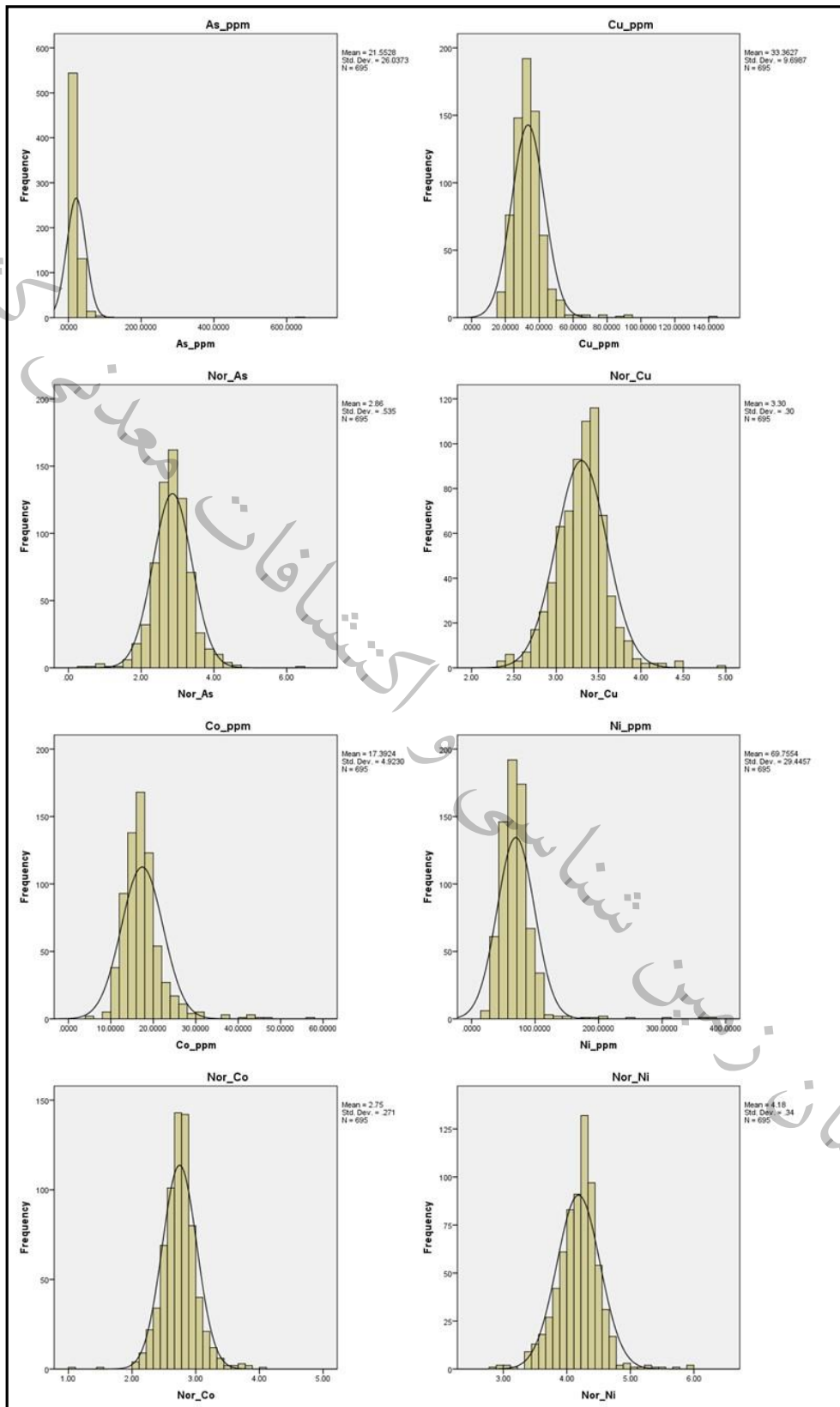
۵-۶-۲- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ توپسرکان (۵۶۵۹)

این برگه در بخش مرکزی استان واقع شده و دارای ۶۹۵ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۶۰۱ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۳ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۱۴ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. As, Co, Cu, Ni, Pb, Sn, Ti, Zn

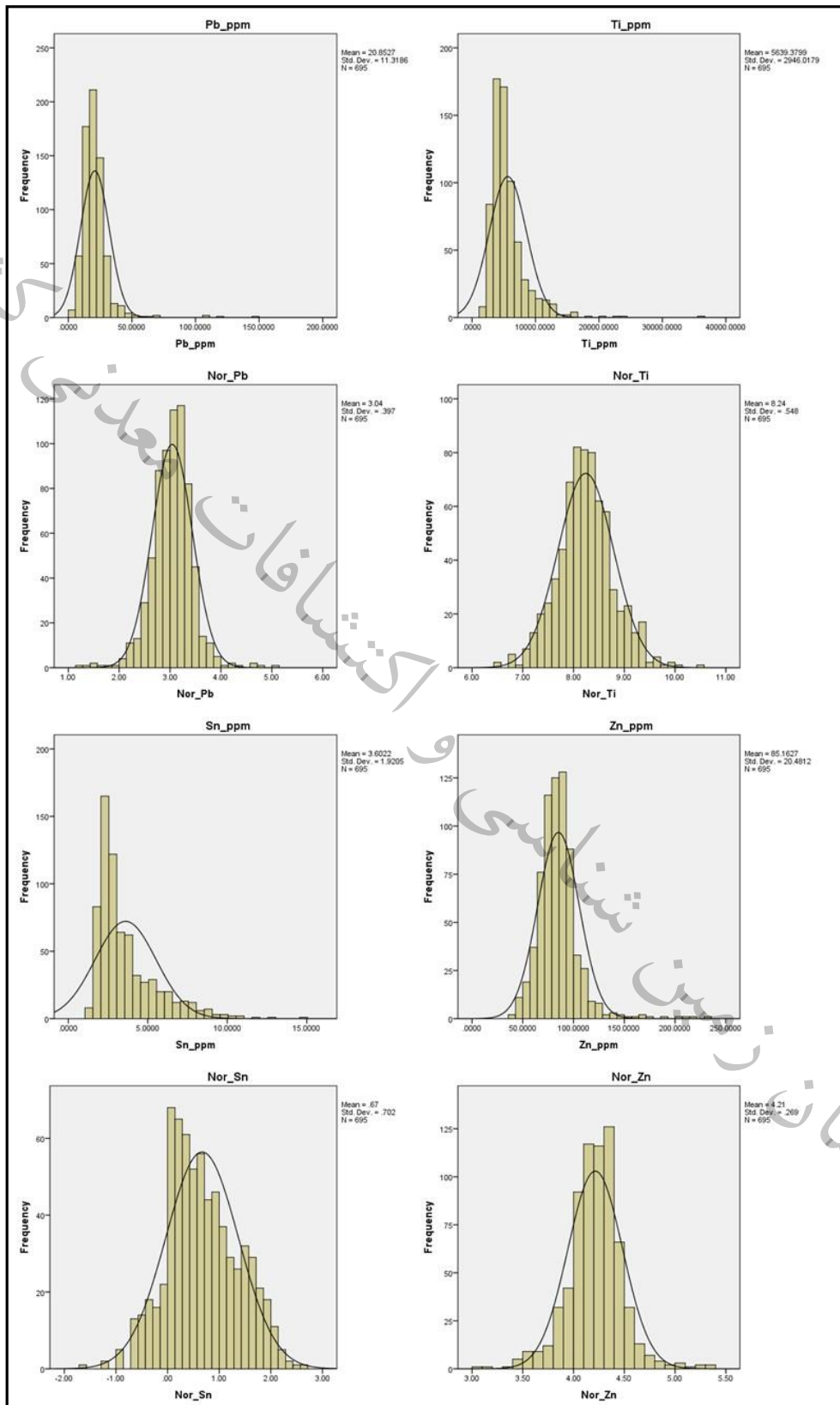
جدول ۳-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه توپسرکان را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل‌های ۴-۵ و ۵-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. نمونه‌برداری کانی سنگین در این برگه گزارش نشده است.

جدول ۳-۵- پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه توپسرکان

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
As_ppm	695	21.553	18.500	26.037	19.034	442	2.300	634
Nor_As	695	2.861	2.874	0.535	0.165	4.715	0.405	6.451
Co_ppm	695	17.392	16.800	4.923	2.581	13	4.000	57
Nor_Co	695	2.747	2.747	0.271	0.124	4.478	1.030	4.025
Cu_ppm	695	33	33	9.699	3.394	28	15	143
Nor_Cu	695	3.299	3.321	0.300	0.177	2.222	2.313	4.927
Ni_ppm	695	70	68	29.446	4.748	40.846	17.000	381
Nor_Ni	695	4.184	4.220	0.340	0.199	3.374	2.833	5.943
Pb_ppm	695	21	19	11.319	4.840	42	2	150
Nor_Pb	695	3.042	3.049	0.397	-0.014	3.538	1.281	5.023
Sn_ppm	695	4	3	1.920	1.742	3.607	1	15
Nor_Sn	695	0.668	0.588	0.702	0.138	-0.337	-1.609	2.610
Ti_ppm	695	5639	4930	2946	3.397	23	1909	36600
Nor_Ti	695	8.241	8.224	0.548	0.165	1	6.564	10
Zn_ppm	695	85	83	20	2.220	11	37	231
Nor_Zn	695	4.21	4.20	0.269	0.021	2.578	3.077	5.375



شکل ۴-۵- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Co, Cu, Ni



شکل ۵-۵- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Pb, Sn, Ti, Zn

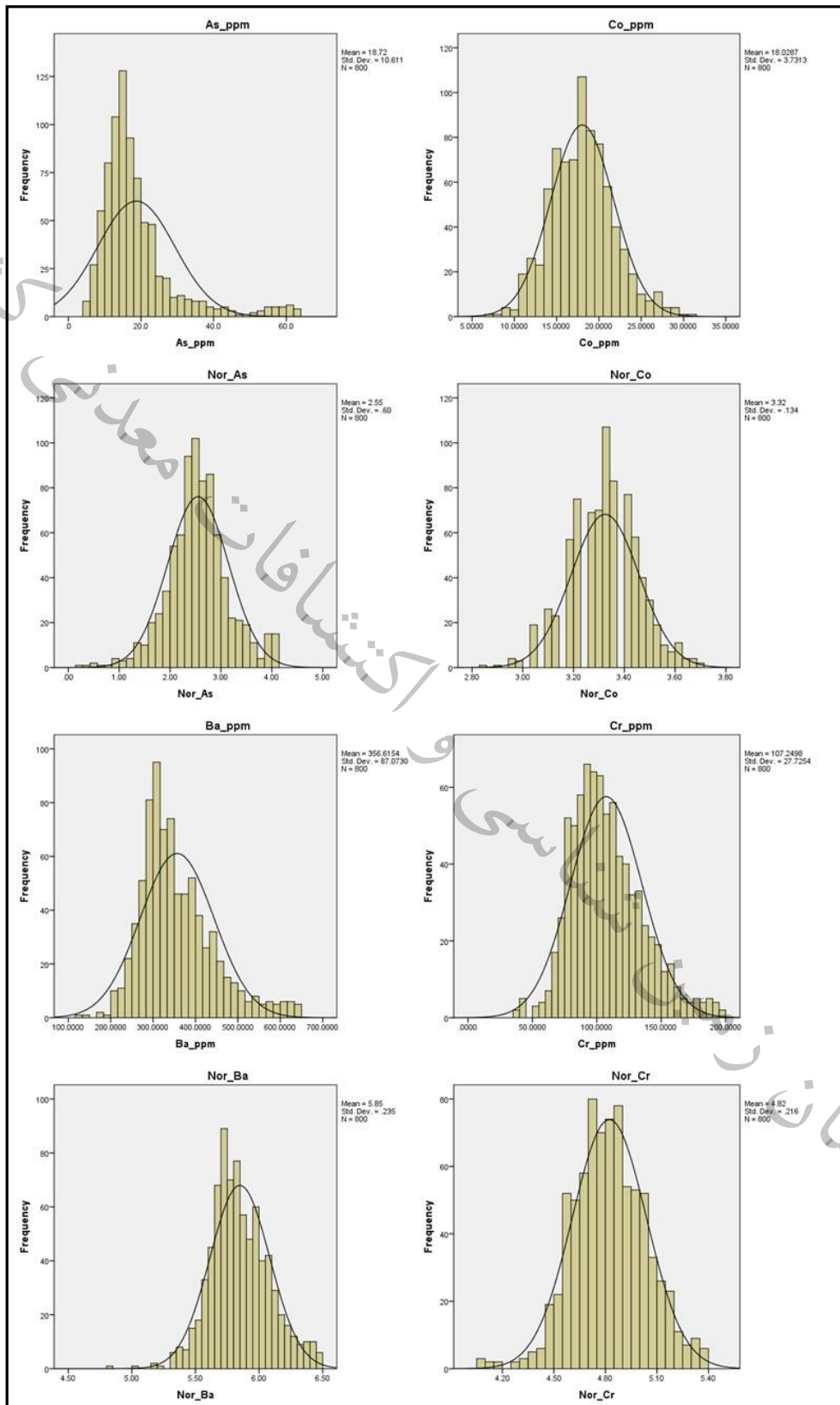
۵-۶-۳- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ ملایر (۵۷۵۸)

این برگه در بخش جنوبی استان واقع شده است و شامل ۸۰۰ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۶۹۵ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۲ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۴۸ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. As, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn

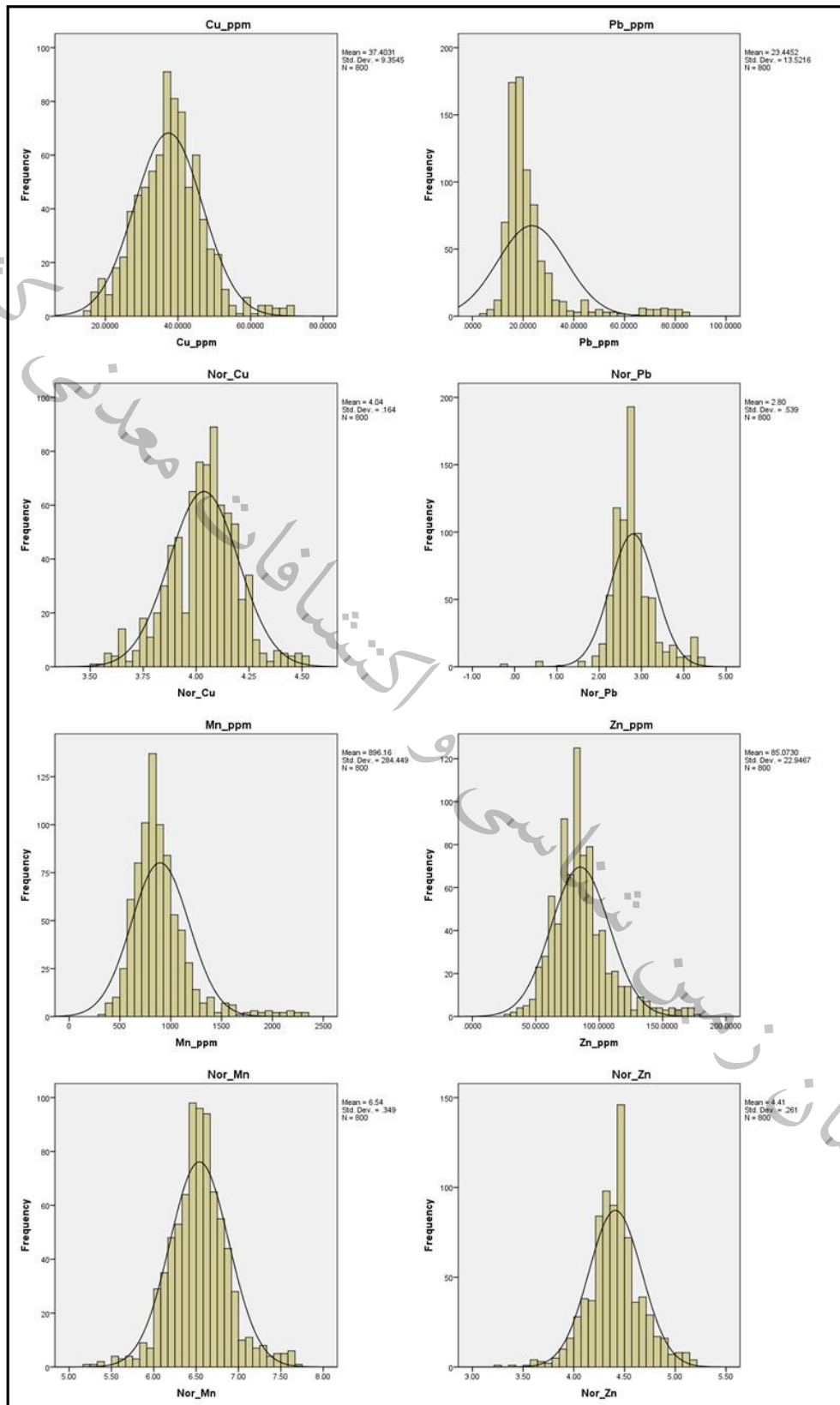
جدول ۴-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه ملایر را نمایش می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. در شکل‌های ۵-۶ و ۵-۷ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۹۹ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که ۹۱ نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های کانی‌های گروه طلا (طلا)، گروه سینابر و آرسنیک (سینابر)، گروه سرب و روی (سروزیت، گالن) گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (هماتیت، مگنتیت)، گروه پیریت (پیریت)، گروه دگرگونی (آمفیبول، اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (آنتاز، آپاتیت)، گروه کربنات سولفات و فسفات (باریت) قابل تشخیص بوده اند.

جدول ۴-۵- پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه ملایر

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
As_ppm	800	18.717	15.800	10.611	2.175	5	4.600	64
Nor_As	800	2.553	2.526	0.600	-0.019	1.010	0.262	4.098
Ba_ppm	800	356.615	338.000	87.073	0.958	1	123.000	648
Nor_Ba	800	5.849	5.823	0.235	0.176	0.559	4.812	6.474
Co_ppm	800	18	18	3.731	0.288	0	7	31
Nor_Co	800	3.324	3.332	0.134	-0.149	0.235	2.833	3.714
Cr_ppm	800	107	103	27.725	0.639	0.459	38.000	197
Nor_Cr	800	4.823	4.812	0.216	-0.050	0.354	4.060	5.379
Cu_ppm	800	37	37	9.354	0.474	1	14	72
Nor_Cu	800	4.037	4.043	0.164	-0.186	0.624	3.526	4.521
Mn_ppm	800	896	845	284.449	1.933	5.891	345	2323
Nor_Mn	800	6.539	6.529	0.349	0.148	1.445	5.220	7.679
Pb_ppm	800	23	20	14	2.717	8	5	84
Nor_Pb	800	2.798	2.760	0.539	0.097	4	-0.223	4
Zn_ppm	800	85	82	23	1.129	2	26	176
Nor_Zn	800	4.41	4.41	0.261	-0.054	1.313	3.258	5.172



شکل ۵-۶- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Ba, Co, Cr



شکل ۵-۷- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Mn, Pb, Zn



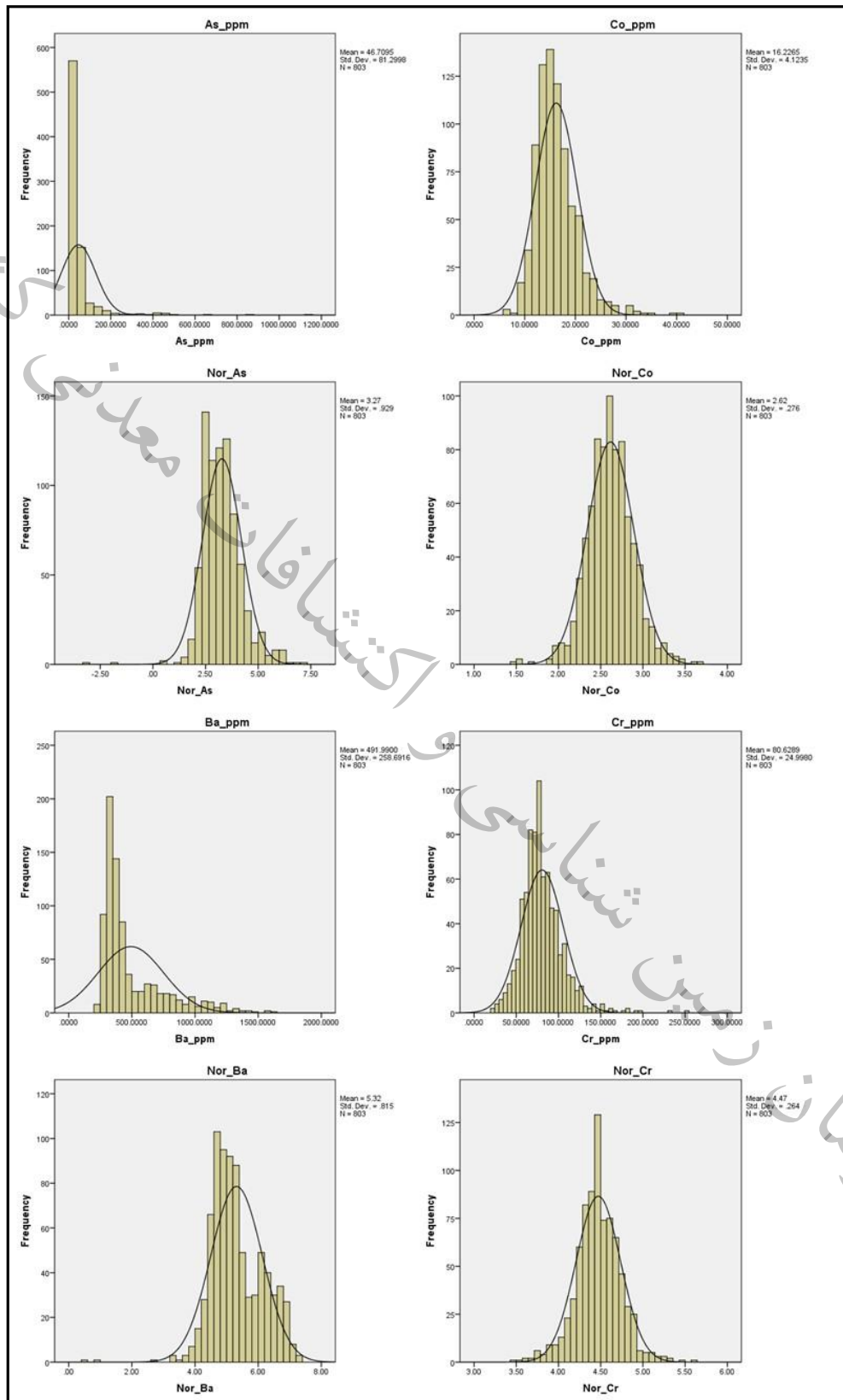
۵-۶-۴- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ کوهین (۵۶۶۰)

این برگه در بخش شمالی استان واقع شده و شامل ۸۰۳ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۴۷۸ نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۳ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۴۴ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است.
As, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn

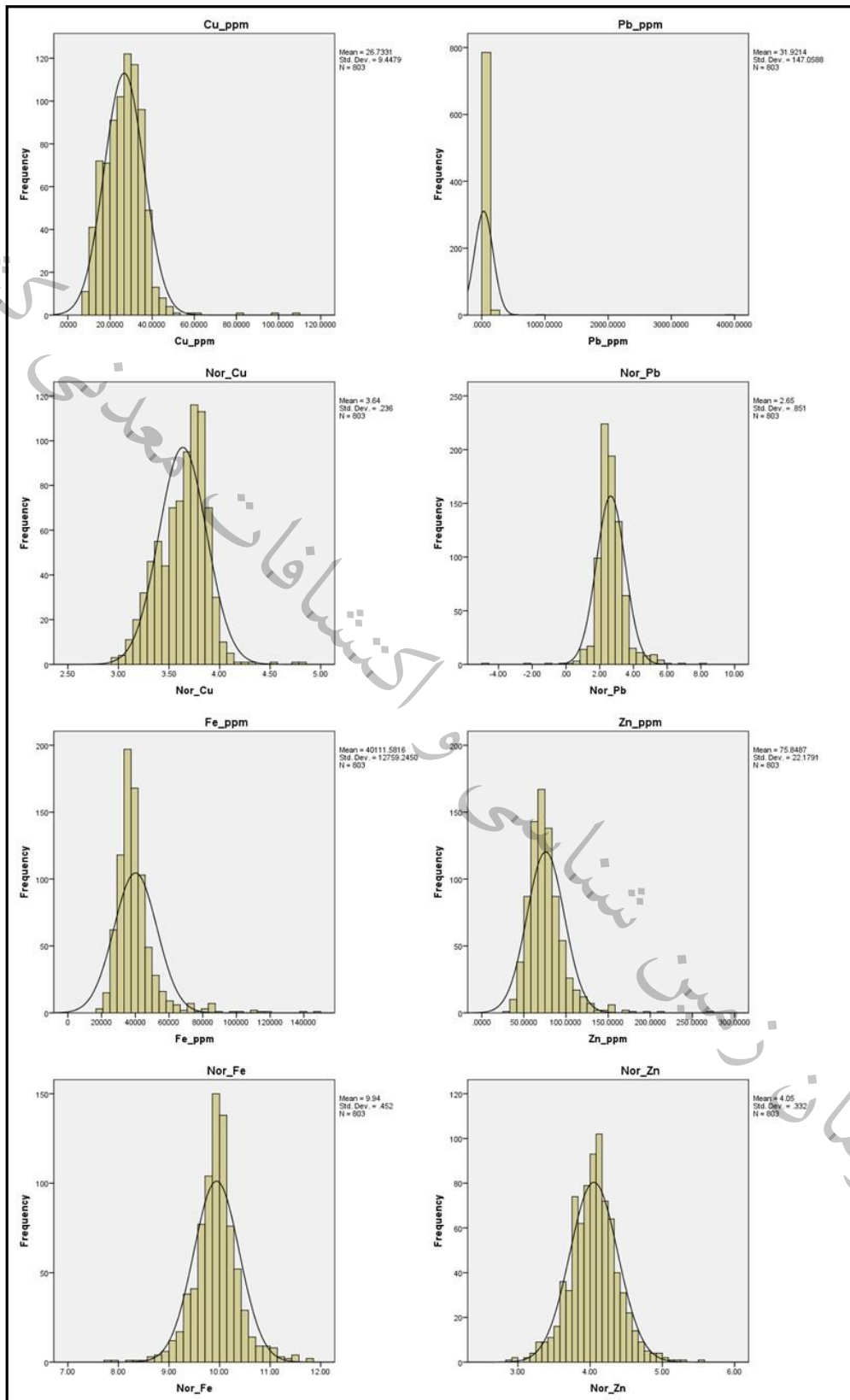
جدول ۵-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه کوهین را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. در شکل‌های ۵-۸ و ۵-۹ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۱۰۱ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که ۶۸ نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های کانی‌های گروه طلا (طلا)، گروه سینابر و آرسنیک (سینابر)، گروه سرب و روی (سروزیت، گالن) گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (هماتیت، مگنتیت)، گروه پیریت (پیریت، پیریت اکسید)، گروه دگرگونی (آمفیبول، اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (آاناتاز، آپاتیت، ایلمنیت)، گروه کربنات سولفات و فسفات (باریت، سلسستین) قابل تشخیص بوده‌اند.

جدول ۵-۵- پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه کوهین

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
As_ppm	803	46.709	25.100	81.300	6.692	62	1.700	1130
Nor_As	803	3.274	3.154	0.929	0.141	5.038	3.270	7.029
Ba_ppm	803	491.990	383.000	258.692	1.735	3	209.000	1630
Nor_Ba	803	5.315	5.168	0.815	-0.060	1.899	0.405	7.260
Co_ppm	803	16	16	4.123	1.390	4	6	41
Nor_Co	803	2.617	2.617	0.276	0.037	1.242	1.482	3.674
Cr_ppm	803	81	77	24.998	1.491	5.961	22.000	253
Nor_Cr	803	4.472	4.466	0.264	-0.051	1.485	3.466	5.572
Cu_ppm	803	27	27	9.448	1.587	11	7	108
Nor_Cu	803	3.637	3.676	0.236	-0.123	0.900	2.970	4.790
Fe_ppm	803	40112	37800	12759.245	3.368	18.147	19500	148000
Nor_Fe	803	9.941	9.943	0.452	0.030	2.733	7.824	11.783
Pb_ppm	803	32	18	147	24.721	658	5	3990
Nor_Pb	803	2.653	2.581	0.851	-0.026	13	-4.711	8
Zn_ppm	803	76	73	22	2.182	11	33	269
Nor_Zn	803	4.05	4.06	0.332	0.118	1.238	2.890	5.537



شکل ۵-۸- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Ba, Co, Cr



شکل ۵-۹- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn

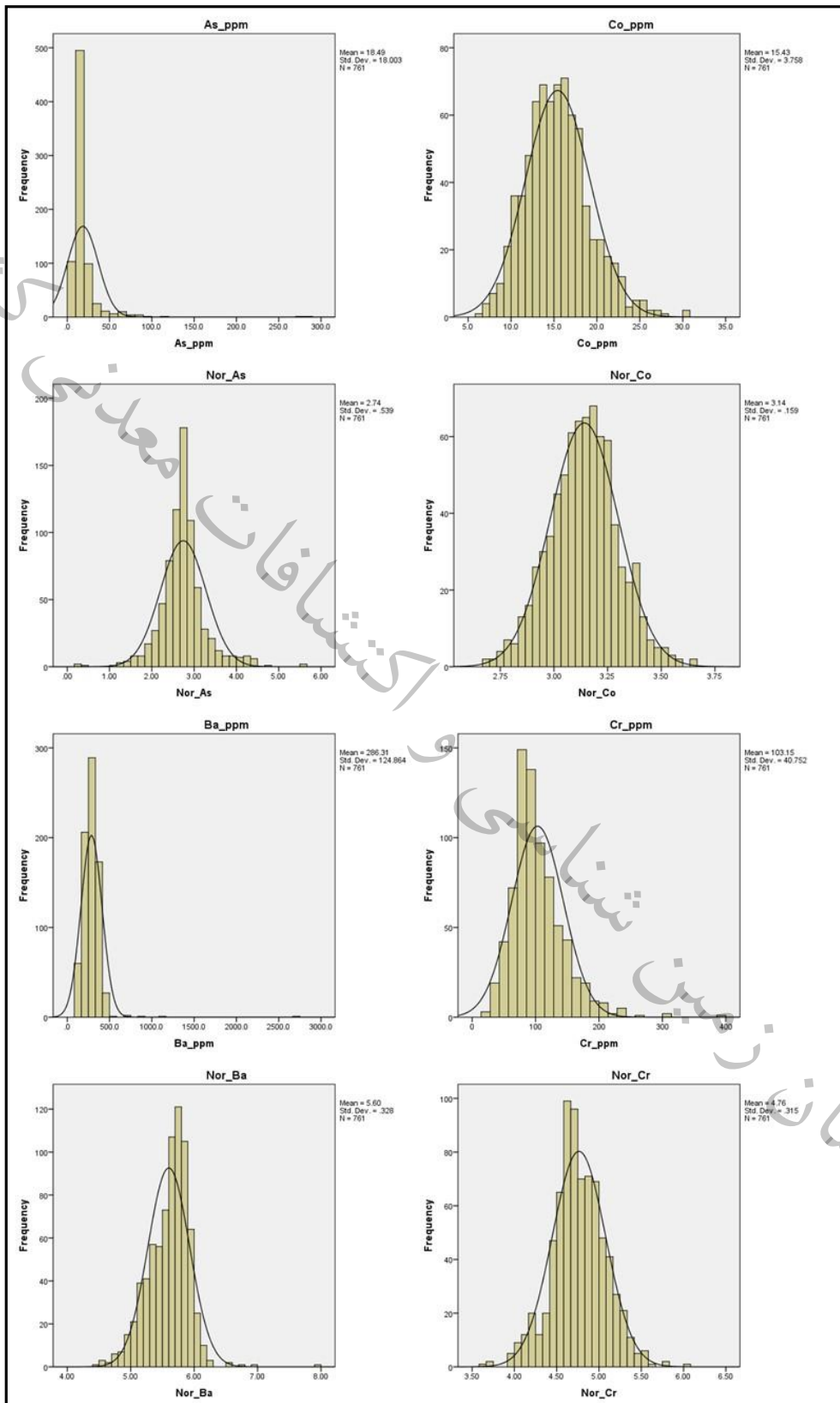
۵-۶-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ همدان (۵۷۵۹)

این برگه در بخش مرکزی استان واقع شده و شامل ۷۳۴ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که کل نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۱ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۴۶ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. As, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn

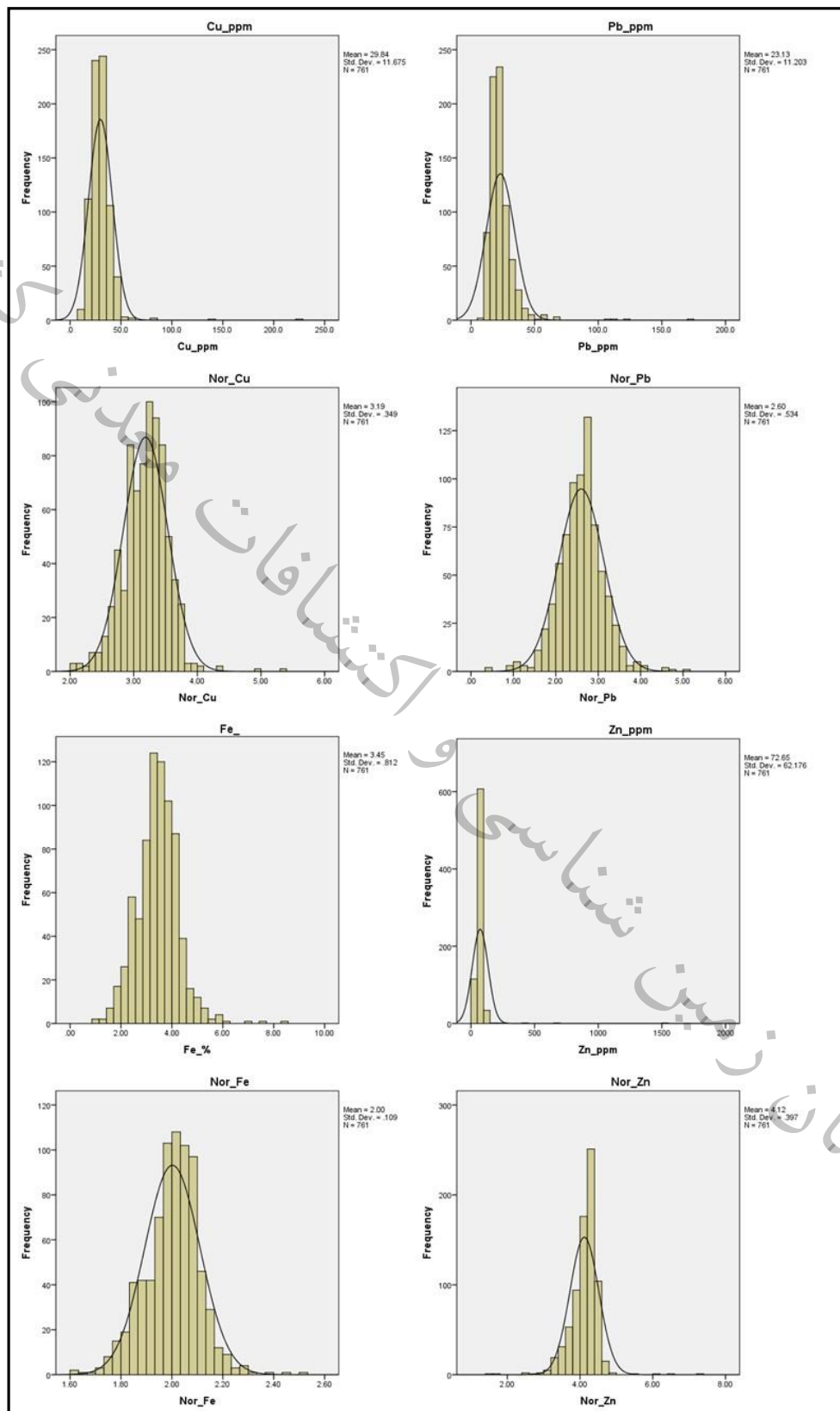
جدول ۵-۶ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه همدان را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل‌های ۵-۱۰ و ۵-۱۱ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۹۳ نمونه برای مطالعات کانی‌شناسی در این برگه برداشت شده است که کل نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های گروه سرب و روی (سروزیت، گالن) گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (هماتیت، مگنتیت)، گروه پیریت (پیریت)، گروه دگرگونی (آمفیبول، اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (آنتاز، آپاتیت، ایلمنیت)، گروه کربنات سولفات، فسفات، باریت و سولستین قابل تشخیص بوده‌اند.

جدول ۵-۶- پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه همدان

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
As_ppm	734	18.487	15.200	18.003	8.858	114	1.200	282
Nor_As	734	2.741	2.721	0.539	0.457	4.705	0.182	5.642
Ba_ppm	734	286.309	288.500	124.864	10.169	189	84.500	2710
Nor_Ba	734	5.601	5.665	0.328	0.007	3.688	4.437	7.905
Co_ppm	734	15	15	3.758	0.521	1	6	31
Nor_Co	734	3.141	3.144	0.159	0.006	0.101	2.667	3.658
Cr_ppm	734	103	95	40.752	1.466	5.161	17.000	394
Nor_Cr	734	4.763	4.745	0.315	0.013	0.743	3.611	6.026
Cu_ppm	734	30	29	11.675	7.571	112	11	224
Nor_Cu	734	3.188	3.211	0.349	0.142	2.874	2.001	5.395
Fe_ppm	734	3	3	0.812	0.543	2.988	1	8
Nor_Fe	734	2.002	2.010	0.109	-0.072	1.371	1.613	2.523
Pb_ppm	734	23	21	11	5.811	58	9	171
Nor_Pb	734	2.599	2.603	0.534	-0.011	2	0.336	5
Zn_ppm	734	73	70	62	18.513	411	10	1530
Nor_Zn	734	4.12	4.17	0.397	-0.186	12.235	1.589	7.330



شکل ۵-۱۰- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Ba, Co, Cr



شکل ۵-۱۱- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn



۵-۶-۶- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ کبودر آهنگ (۵۷۶۰)

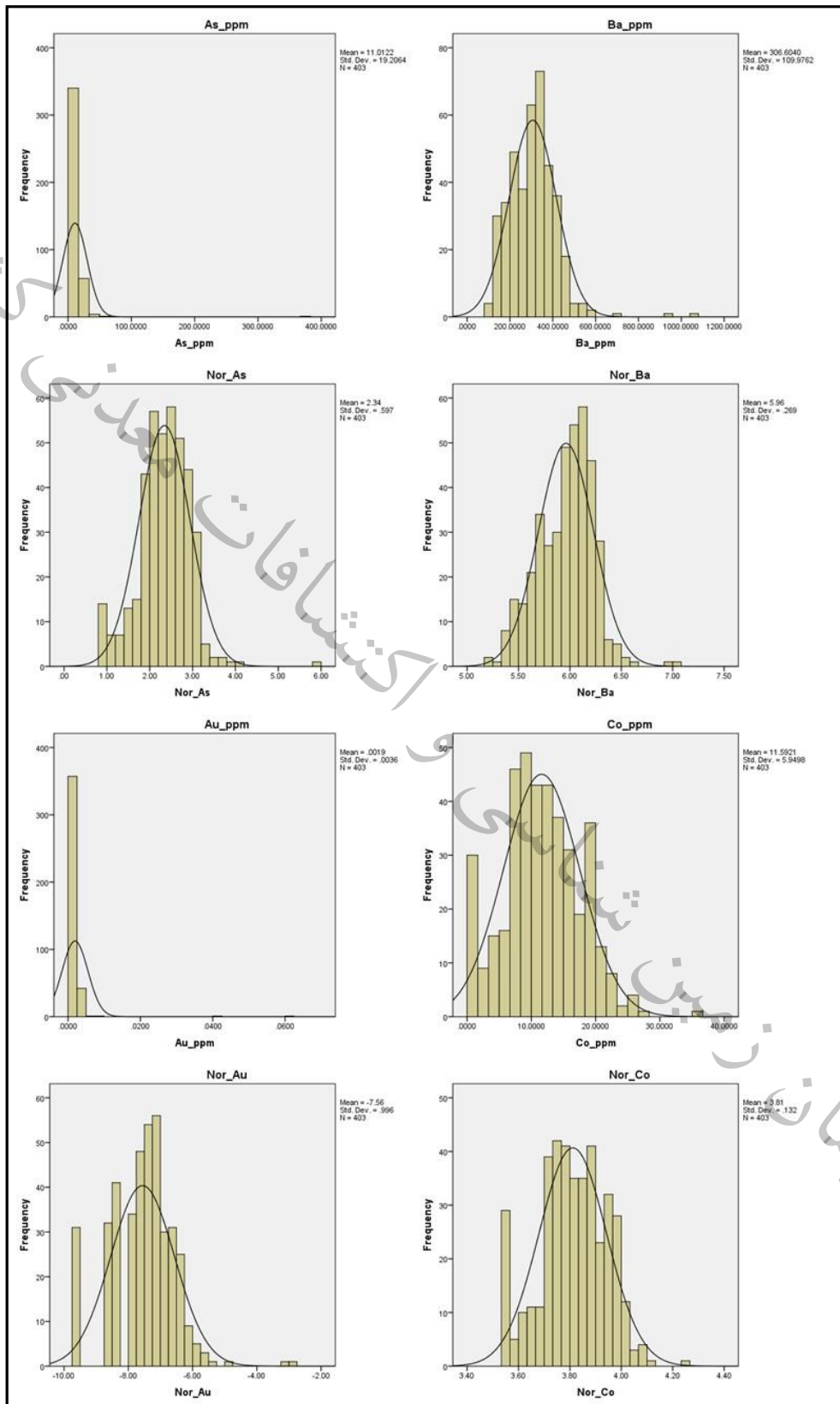
این برگه در بخش شمالی استان واقع شده و شامل ۲۵۵ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که کل نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. از تعداد ۴۸ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است.

As, Au, Ba, Co, Cu, Fe, Pb, Zn

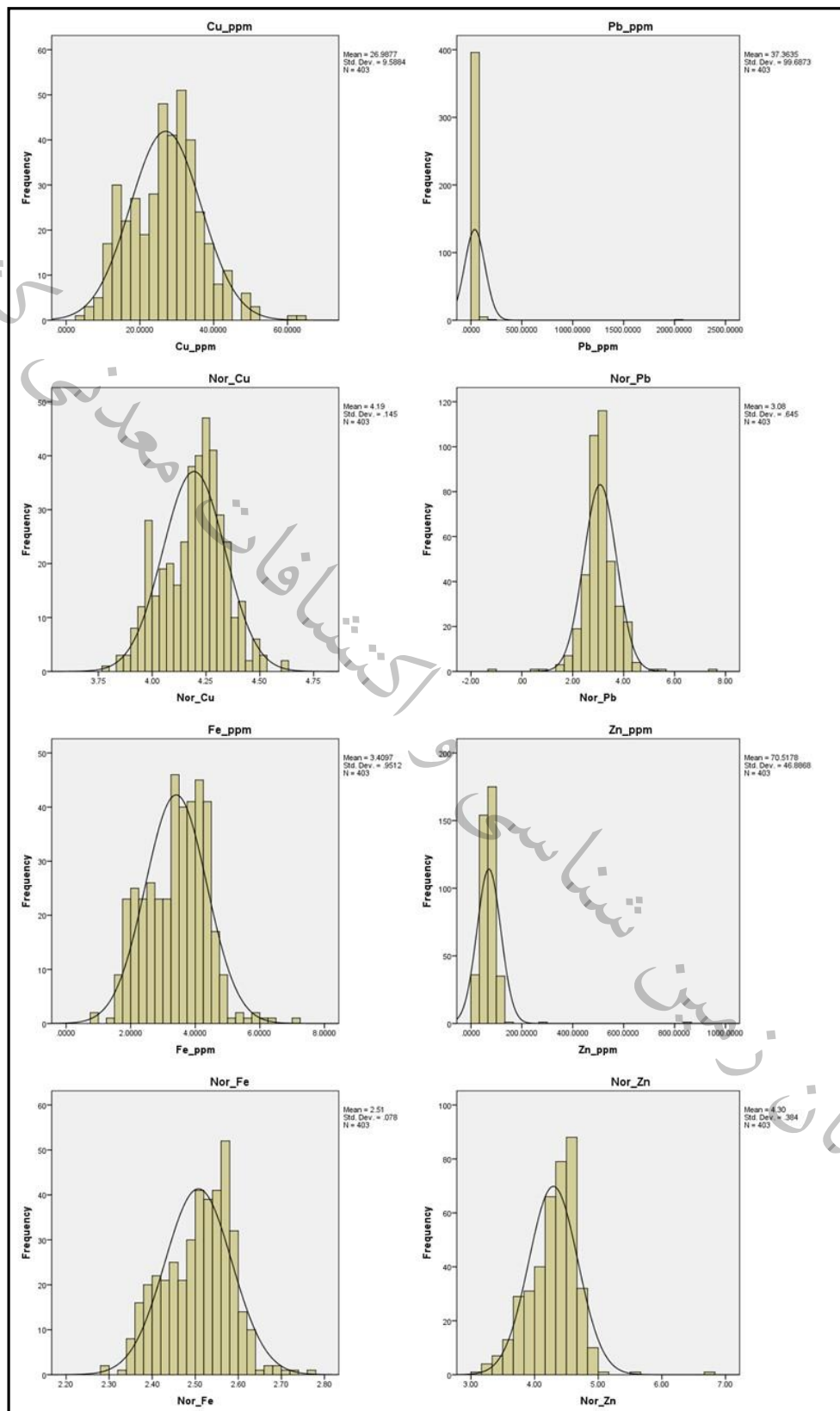
جدول ۵-۷ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه کبودر آهنگ را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل‌های ۵-۱۲ و ۵-۱۳ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است.

جدول ۵-۷- پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه کبودر آهنگ

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
As_ppm	255	11.012	8.973	19.2	16.453	307	0.500	370
Nor_As	255	2.344	2.386	0.597	0.121	3.109	0.875	5.920
Au_ppm	255	0.002	0.002	0.004	14.077	210	0.001	0
Nor_Au	255	-7.555	-7.488	0.996	-0.057	1.769	-9.721	-2.829
Ba_ppm	255	307	308	110.0	1.328	7	80	1044
Nor_Ba	255	5.962	6.002	0.269	-0.157	0.519	5.172	7.039
Co_ppm	255	12	11	5.950	0.171	0.110	0.500	36
Nor_Co	255	3.811	3.814	0.132	-0.196	-0.196	3.541	4.255
Cu_ppm	255	27	28	9.6	0.213	0	4	63
Nor_Cu	255	4.194	4.212	0.1	-0.192	-0.221	3.788	4.631
Fe_ppm	255	3	4	0.951	0.033	0.116	1	7
Nor_Fe	255	2.507	2.518	0.078	-0.190	-0.142	2.284	2.775
Pb_ppm	255	37	28	100	19.098	376	7	2000
Nor_Pb	255	3.075	3.045	0.6	0.154	11	-1.155	8
Zn_ppm	255	71	69	47	11.277	182	12	841
Nor_Zn	255	4.30	4.36	0.4	0.102	4.058	3.021	6.745



شکل ۵-۱۲- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Au, Ba, Co



شکل ۵-۱۳- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn

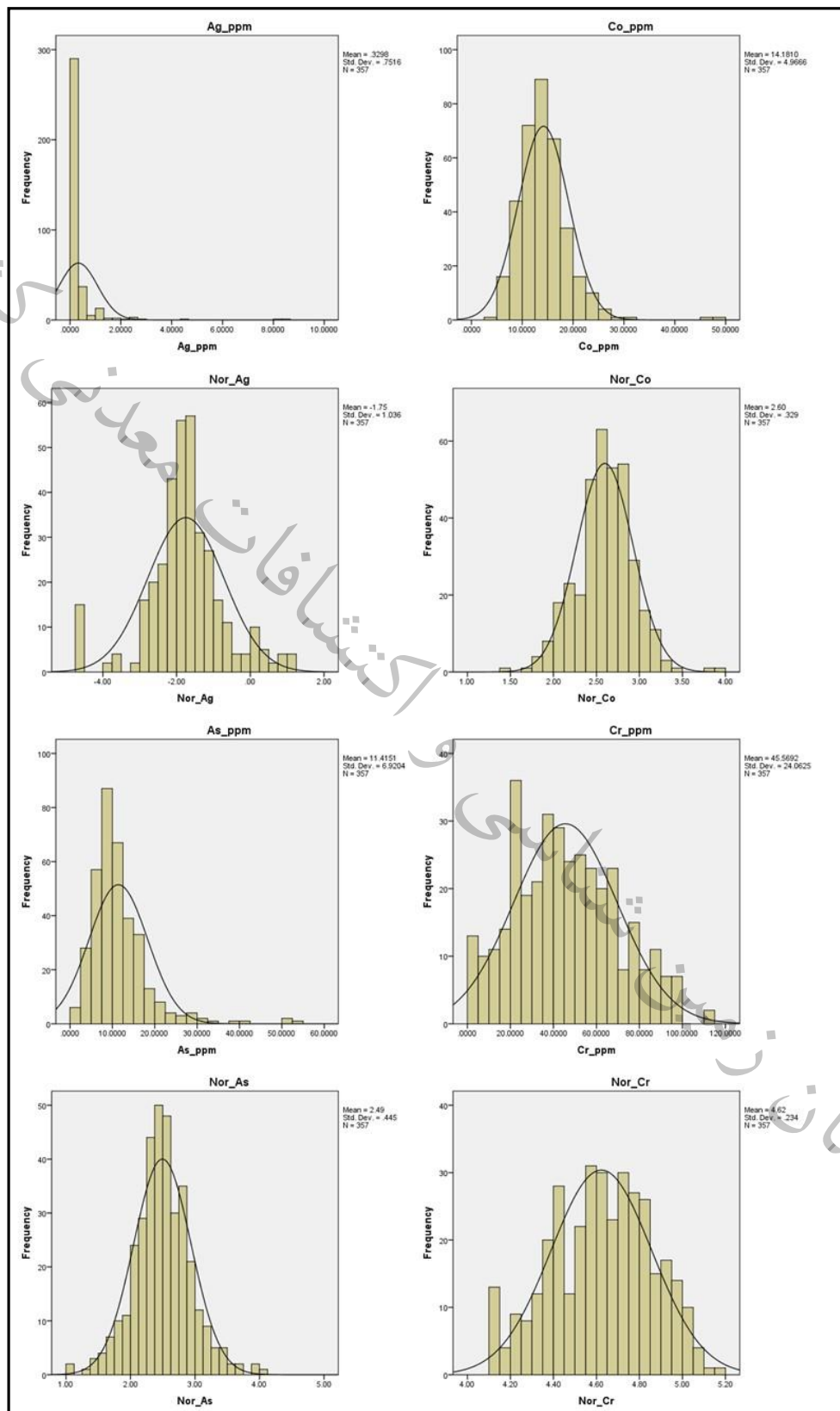
۵-۶-۷- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ رازان (۵۸۶۰)

این برگه در بخش شمال شرقی استان واقع شده و شامل ۳۵۷ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۱۹۱ نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. از تعداد ۴۵ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. Ag, As, Co, Cr, Cu, Mo, Pb, Zn

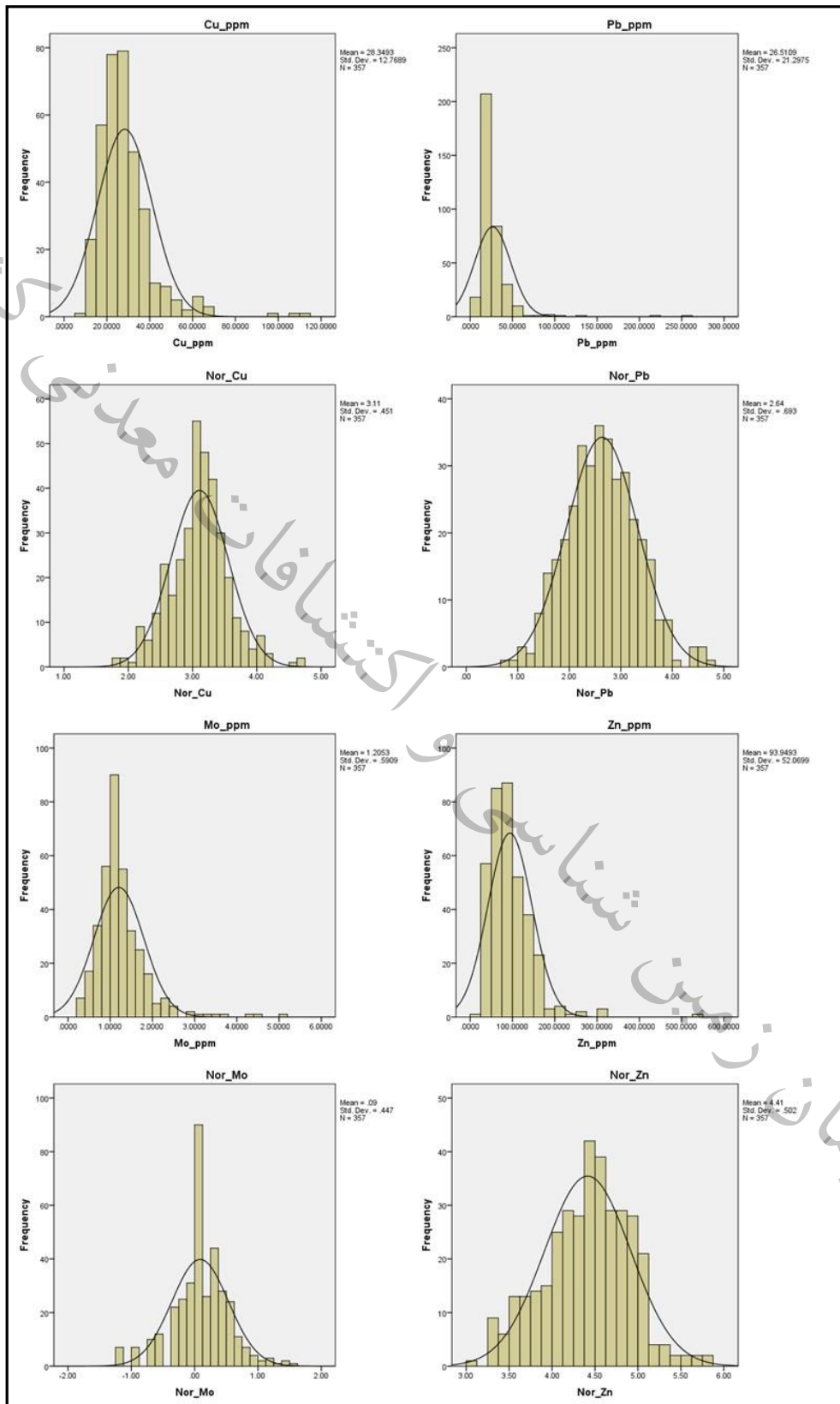
جدول ۵-۸ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه رازان را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل‌های ۵-۱۴ و ۵-۱۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است.

جدول ۵-۸- پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه رازان

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	357	0.330	0.160	0.752	7.695	72.586	0.001	8.360
Nor_Ag	357	-1.750	-1.773	1.036	-0.112	1.569	-4.519	1.201
As_ppm	357	11.415	10.000	6.920	2.594	11.031	0.80	54.80
Nor_As	357	2.494	2.485	0.445	0.140	1.180	1.030	4.040
Co_ppm	357	14.181	13.700	4.967	2.056	11.045	4.4000	49.700
Nor_Co	357	2.598	2.617	0.329	-0.038	0.970	1.482	3.906
Cr_ppm	357	45.569	44	24.063	0.281	-0.540	2.90	114
Nor_Cr	357	4.623	4.635	0.234	-0.188	-0.620	4.126	5.153
Cu_ppm	357	28.349	26.100	12.769	2.551	11.586	9.600	113.0
Nor_Cu	357	3.109	3.118	0.451	0.109	0.769	1.808	4.696
Mo_ppm	357	1.205	1	0.591	2.360	9.834	0	5
Nor_Mo	357	0.087	0.095	0.447	-0.156	1.302	-1.204	1.609
Pb_ppm	357	26.511	21.700	21.298	6.578	60.191	10.000	259.0
Nor_Pb	357	2.639	2.632	0.693	0.164	0.057	0.788	4.710
Zn_ppm	357	93.949	86	52.070	2.730	16.771	22.50	542
Nor_Zn	357	4.414	4.453	0.502	-0.156	-0.152	3.114	5.791



شکل ۵-۱۴- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Co, Cr



ادامه شکل ۵-۱۴- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Mo, Pb, Zn



۵-۷- جدایش ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی براساس میانه و انحراف معیار $X + nS$

یکی از چالش‌های اکتشافات معدنی، جداسازی و آشکارسازی مقادیر ناهنجر از زمینه و تشخیص ناهنجاری‌های کاذب و تصادفی از ناهنجاری‌های واقعی است. برای جدایش مقادیر ناهنجر می‌توان از تکنیک‌های بسیار متنوع آماری که در کتب رفرنس و مقالات ارائه شده است و یا از روش‌های مبتنی بر توزیع فضایی داده‌ها یا حوضه تاثیر نمونه در محیط نمونه‌برداری استفاده نمود. برای تعیین آنومالی‌های واقعی از کاذب هم بهترین روش استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های چند متغیره است تا نمونه‌ها و مناطق ناهنجر با استفاده از چندین عامل معرفی و تایید شوند و در صورت عدم تایید پارامترهای مختلف برای معرفی یک نمونه یا یک منطقه، آن نمونه یا آن محدوده حذف شده و یا از اولویت کمتری در مراحل بعدی اکتشاف برخوردار خواهند شد. در مراحل پیجویی یا اکتشافات کوچک مقیاس به دلیل مساحت بالای تحت پوشش یک نمونه و ترقیق شدید ناهنجاری به دلیل اختلاط بالای عوامل سنگ‌ساز، بایستی به مقادیر ناهنجر (حتی تک نمونه‌ها) توجه لازم را داشت تا با بی‌توجهی و عدم پالایش درست نمونه‌ها، حوضه‌هایی که پتانسیل تبدیل شدن به یک معدن را می‌توانند داشته باشند، حذف نشوند.

از مقادیر زمینه برای تعیین حد آستانه‌ای استفاده می‌شود. طبق نظر هاکس و وب (Hawkes and Webb) و لپلتیه (Lepeltier) زمینه را می‌توان مقدار میانگین داده‌های ژئوشیمیایی در نظر گرفت. در توابع توزیع غیرنرمال می‌توان مقدار میانه را برای این منظور در نظر گرفت. در این پروژه از پارامتر میانه جهت محاسبه حدود ناهنجاری‌ها استفاده گردیده است. لازم به یادآوری است که زمینه یک مقدار مشخص نبوده بلکه دامنه‌ای از مقادیر را شامل می‌شود.

برای تعیین حد آستانه‌ای نیاز به پارامتر دیگری به نام انحراف معیار است. طبق تجزیه و تحلیل‌های آماری در یک توزیع نرمال حدود ۸۴ درصد از داده‌ها شامل $X + S$ و ۹۷/۵٪ از داده‌ها شامل $X + 2S$ و بالاخره ۹۹/۵٪ درصد از داده‌ها شامل $X + 3S$ می‌شوند.

در مطالعات ژئوشیمیایی معمولاً محدوده $X + 2S$ را برای تعیین حد آستانه‌ای انتخاب می‌کنند. به عبارت دیگر مقادیر بزرگتر از $X + 2S$ به عنوان ناهنجاری مورد توجه قرار می‌گیرند. هاوکس و وب خاطر نشان ساختند که مقادیر بین $X + 2S$ و $X + 3S$ می‌توانند به عنوان ناهنجاری‌های ممکن (Possible Anomaly) و مقادیر بزرگتر از $X + 3S$ به عنوان ناهنجاری‌های احتمالی (Probable Anomaly) طبقه بندی شوند. در این پروژه از این روش به لحاظ سادگی و کارایی آن جهت جدایش ناهنجاری‌های عناصر مختلف استفاده گردیده است. بنابر آنچه که در مطالب بالا بیان شد، حدود ناهنجاری‌های عناصر مختلف بر اساس مقادیر میانه و انحراف معیار مشخص گردید. که عبارتند از:

مقادیر کمتر از $X + S$ به عنوان حد زمینه
 مقادیر بین $X + S$ و $X + 2S$ به عنوان حد آستانه‌ای
 مقادیر بین $X + 2S$ و $X + 3S$ به عنوان حد ناهنجاری ممکن
 مقادیر بیش از $X + 3S$ به عنوان حد ناهنجاری احتمالی

۵-۸- ترسیم نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی

نتیجه اکتشافات ژئوشیمیایی در یک منطقه تهیه نقشه‌های ناهنجاری است که نقش ویژه و ارزنده‌ای را در تعیین مناطق امیدبخش ایفا می‌نماید. در تعیین دقیق مناطق امیدبخش پارامترهایی همچون طراحی مناسب و منطقی، نمونه‌برداری دقیق، آماده سازی، روش آنالیز مفید و کارساز با حد خطای مجاز و سرانجام داده پردازشی‌های مناسب انجام شده بر روی نتایج آنالیزها نقش اساسی و پایه‌ای را به عهده دارند.

به‌طور کلی در تعریف یک ناحیه ناهنجار ژئوشیمیایی به پارامترهایی همچون مقدار نمونه‌های ناهنجار با انتشار ناهمگون از هر عنصر، روند گسترش ناهنجاری، سطح و وسعت ناحیه امیدبخش، محل دقیق نمونه‌های ناهنجار، همپوشانی آنومالی‌های ژئوشیمیایی بر آنومالی‌های ژئوفیزیک‌هوایی و نمودهای تکتونیکی، گسترش رخساره‌های سنگی پوشش دهنده محیط ناهنجار و در نهایت برابری مقدار انتشار عنصر مورد نظر با مقدار انتشار در حد زمینه آن عنصر در محیط‌های گوناگون اولیه و ثانویه مد نظر است.

در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی، توزیع فضایی مقادیر غلظت عناصر به‌صورت نقشه توصیف می‌شود. نقشه‌های ژئوشیمیایی را می‌توان به دو گروه بخش کرد:

- نقشه‌هایی که تاکید بر الگوی توزیع عناصر در مقیاس ناحیه‌ای و محلی دارند (نقشه‌های کنترولی و طیفی). این‌گونه نقشه‌ها معمولاً با روش‌های مختلف تخمین زده می‌شوند و با رنگ‌های انتخابی مرز بین ناهنجاری‌ها و مقادیر عادی مشخص می‌گردند.

- نقشه‌هایی که غلظت عناصر را در محل نمونه‌هایشان نشان می‌دهند (به‌صورت نقطه‌ای یا ترسیم حوضه آبریز نمونه‌ها). این نقشه‌ها بسیار گویا و ساده می‌باشند و با توجه به نماد انتخابی، بسته به عیار نماد مربوطه، بزرگ و کوچک می‌گردند و به راحتی می‌توان محل ناهنجاری‌ها را مشخص نمود. در محدوده مطالعاتی پس از پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و تعیین حدود ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی بر هر عنصر در هر برگه یکصد هزارم، کلیه داده‌ها یکپارچه شده و سپس حوضه آبریز هر نمونه ترسیم گردید. به طوری که حوضه آبریز هر نمونه تا نمونه بعدی در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از نرم افزار ArcGIS درجه‌بندی ناهنجاری‌های هر نمونه به حوضه بالا دست آن نسبت داده شده و برای هر درجه ناهنجاری یک رنگ خاص اختصاص یافت. در



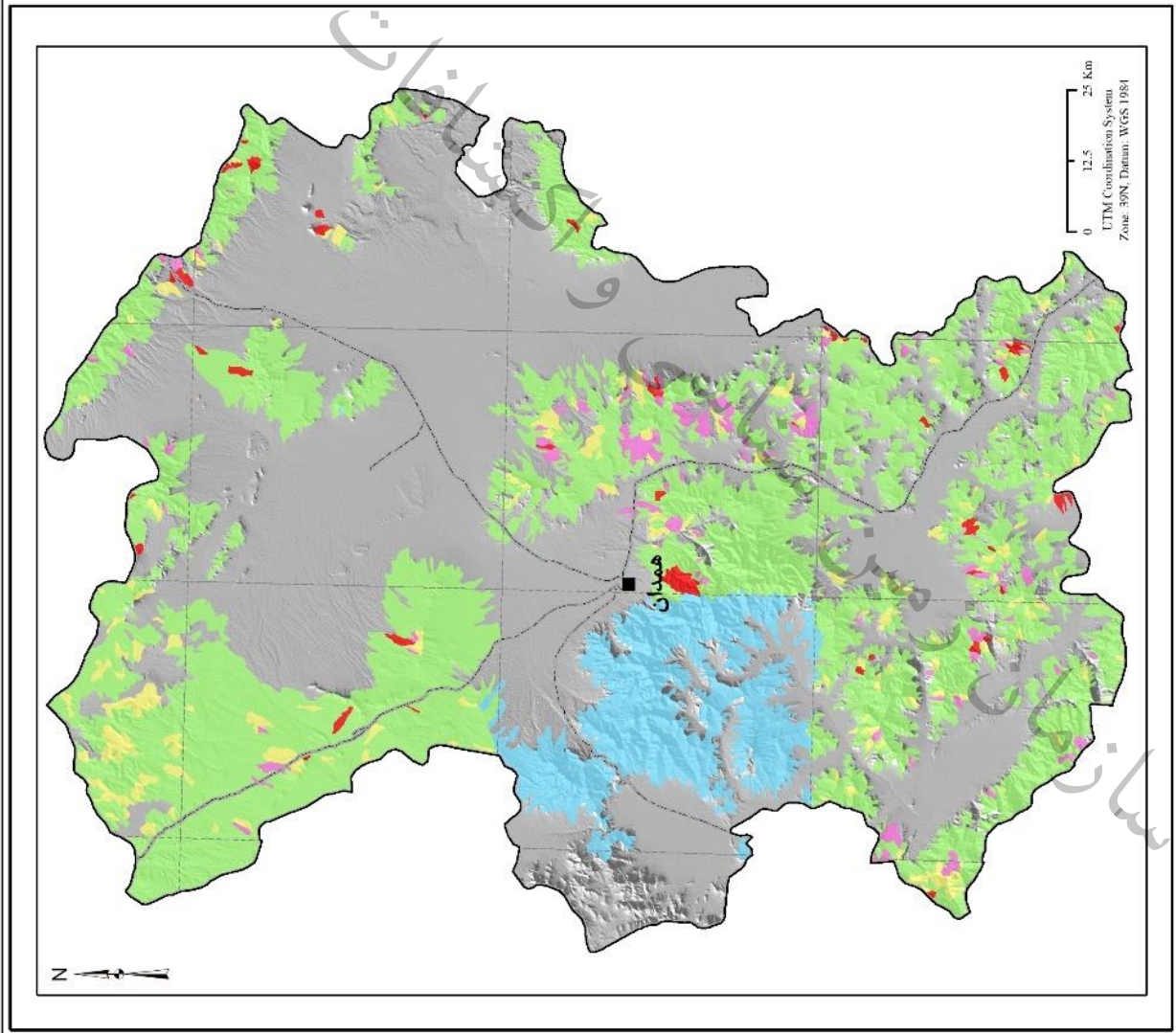
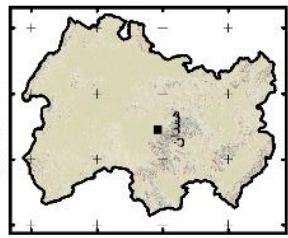
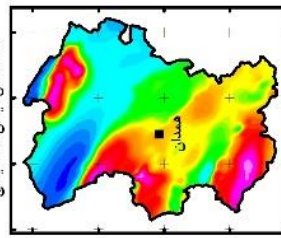
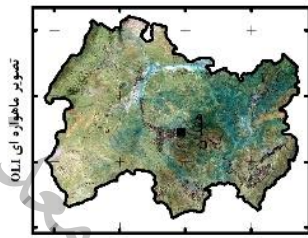
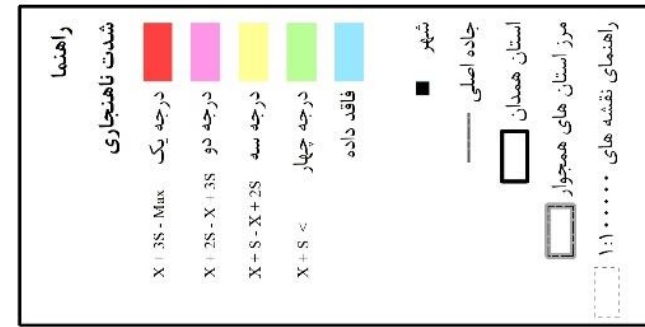
نقشه‌های ناهنجاری ژئوشیمیایی این محدوده، مقادیر فاقد داده ژئوشیمیایی با رنگ آبی، مقادیر کمتر از مقدار $X+S$ با رنگ سبز، مقادیری که در فاصله $X+S$ و $X+2S$ قرار دارند با رنگ زرد، مقادیر بین $X+2S$ و $X+3S$ با رنگ بنفش و مقادیر بزرگتر از $X+3S$ با رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند.

شکل ۵-۱۵ الی ۵-۳۲ توزیع ژئوشیمیایی عناصر مختلف و نقشه ۵-۳۳ الی ۵-۳۵ پراکندگی کانی‌های سنگین بر اساس گروه‌بندی، در استان همدان را نشان می‌دهند.

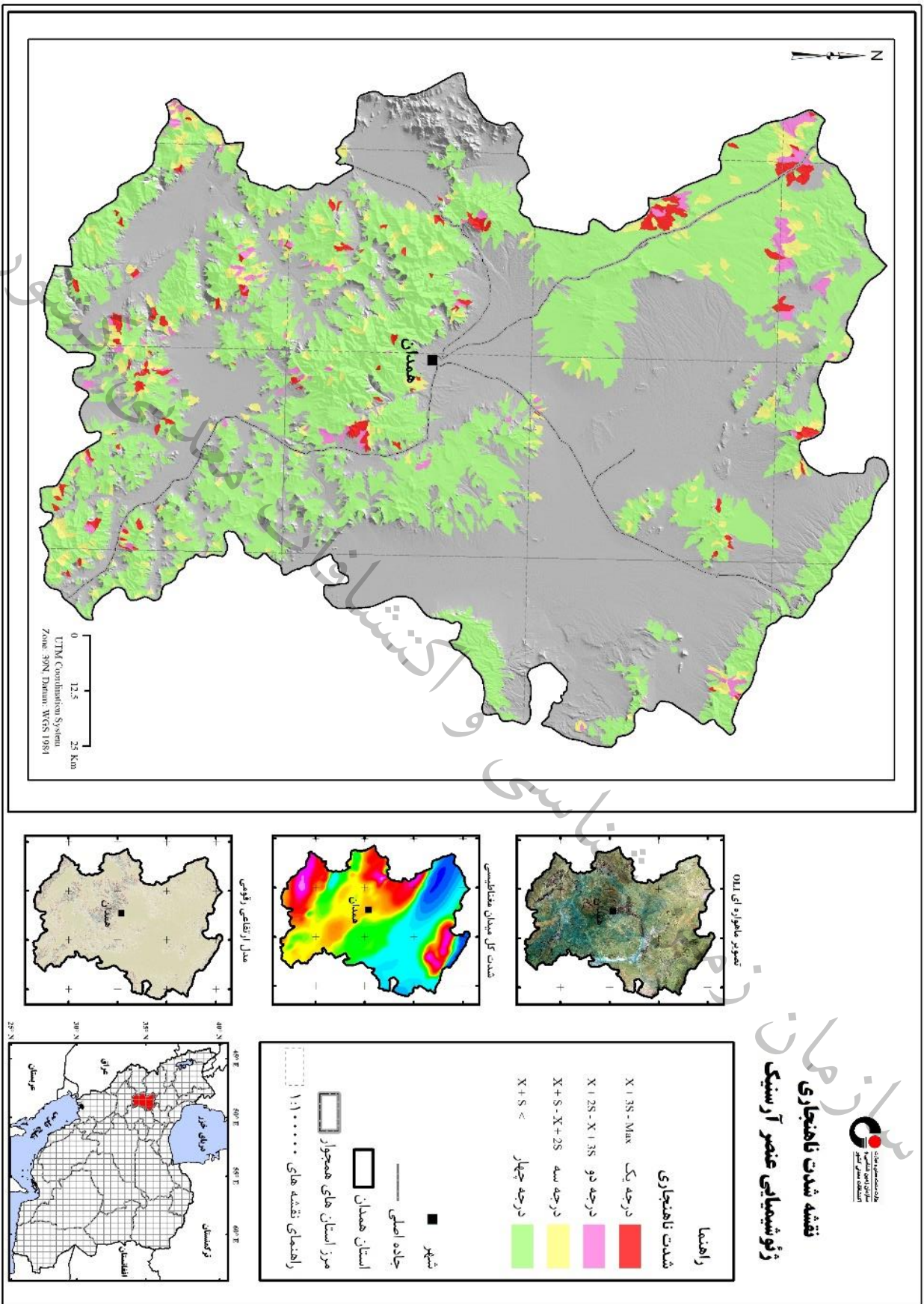
کشور
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی



نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره



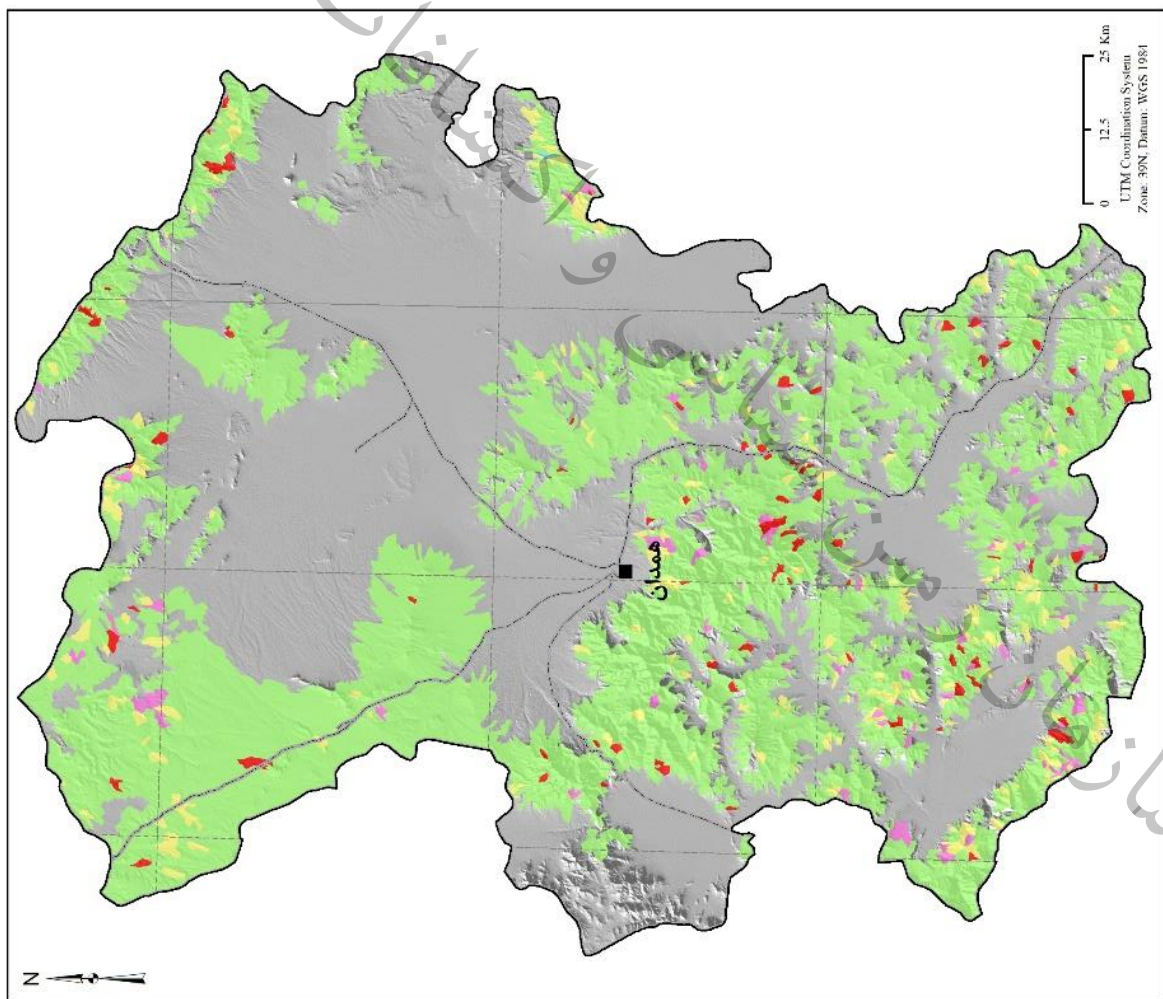
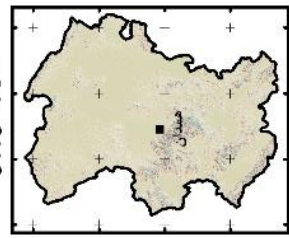
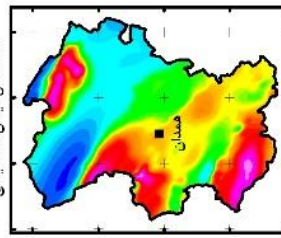
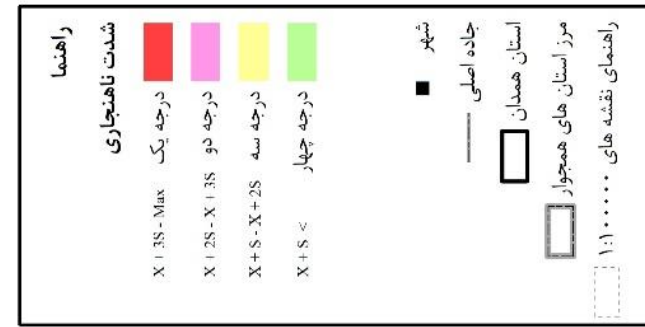
شکل ۵-۱۵ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان همدان



شکل ۵-۱۶- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک در استان همدان

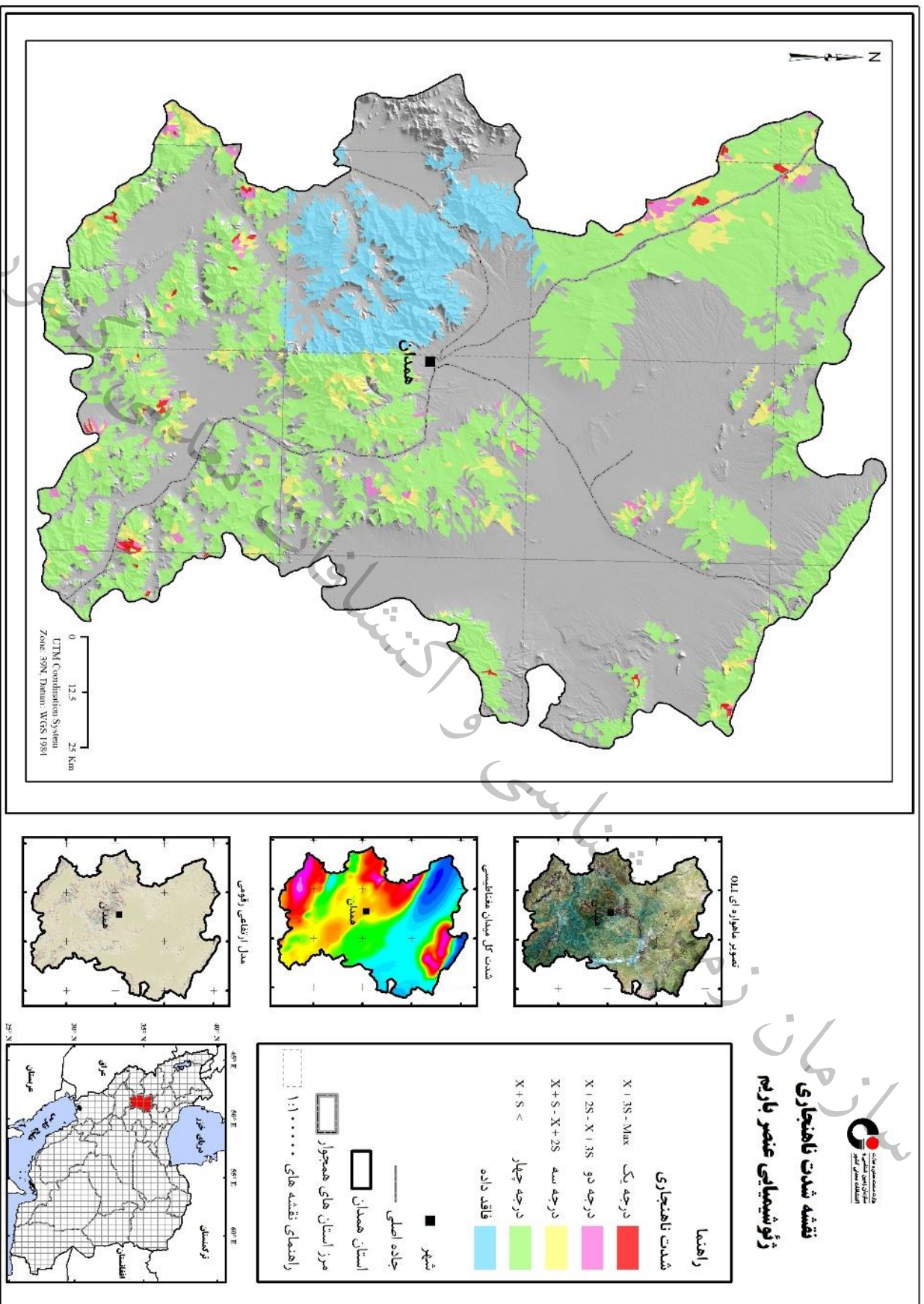


نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر طلا



شکل ۵-۱۷- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر طلا در استان همدان

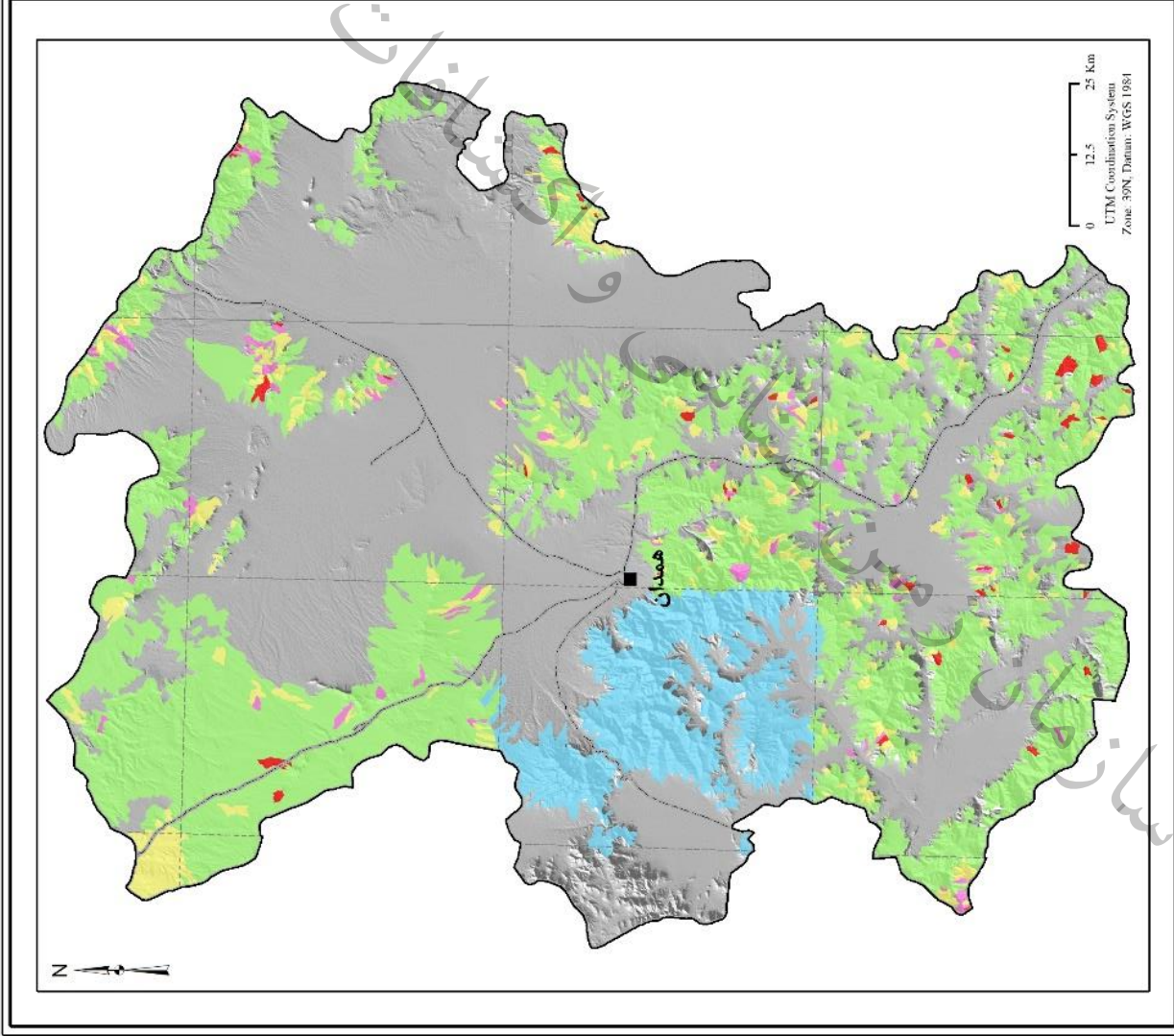
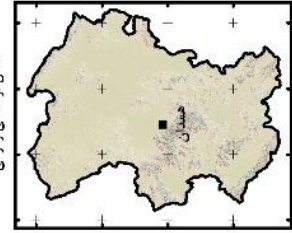
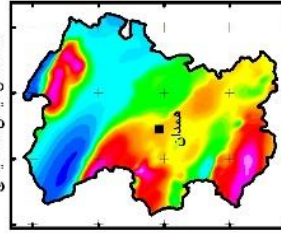
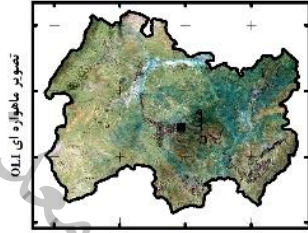
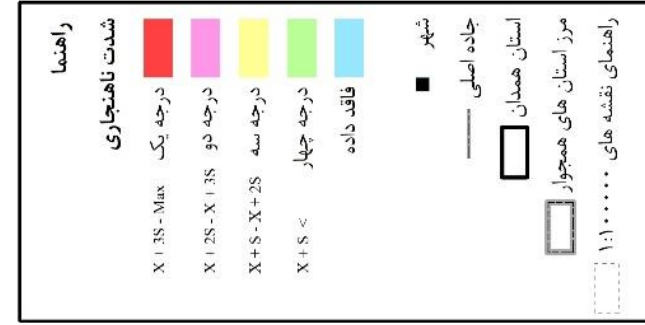
نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر باریم



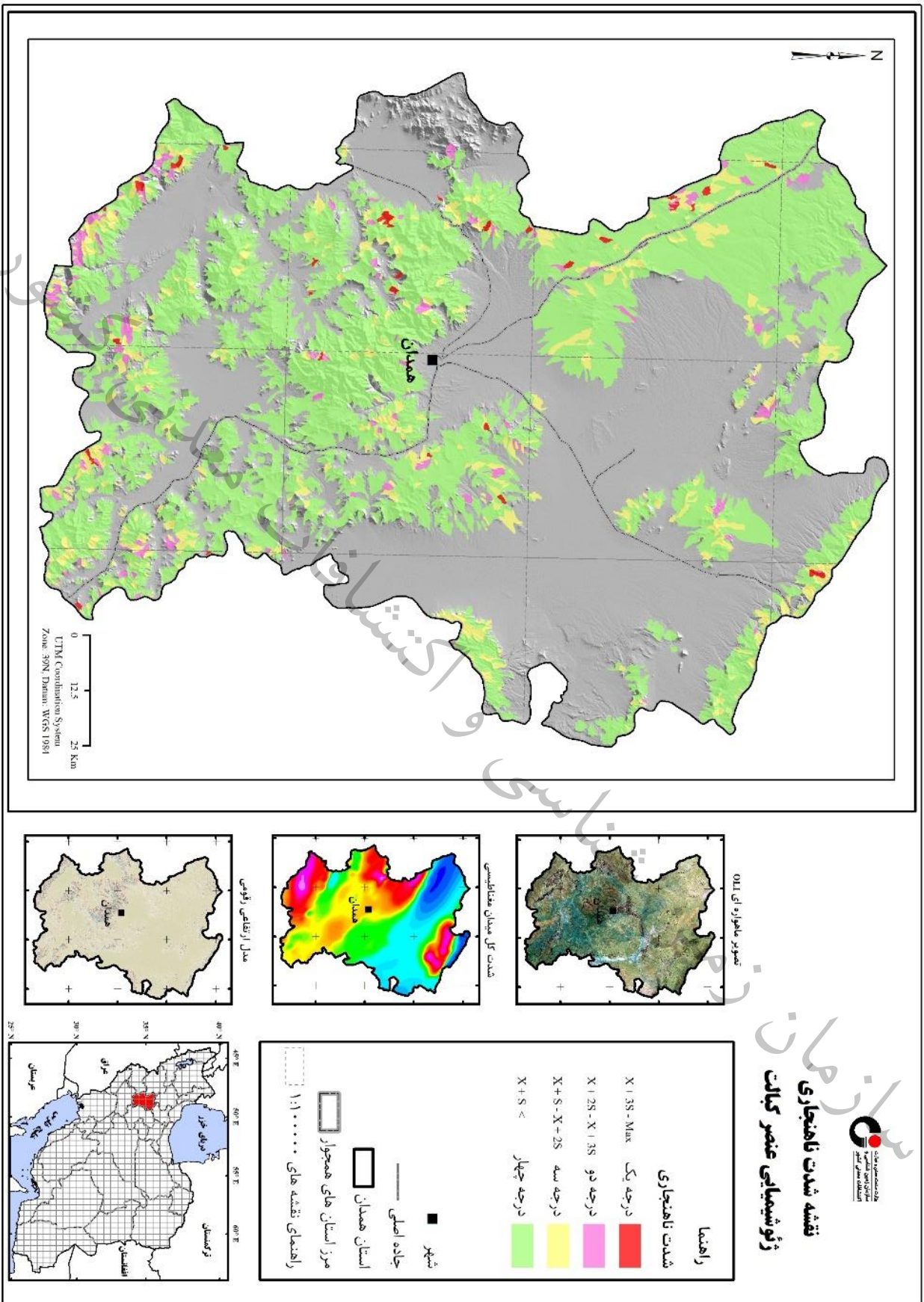
شکل ۵-۱۸- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر باریم در استان همدان



نقشه شدت زلزله ژئوشیمیایی عنصر بیسموت



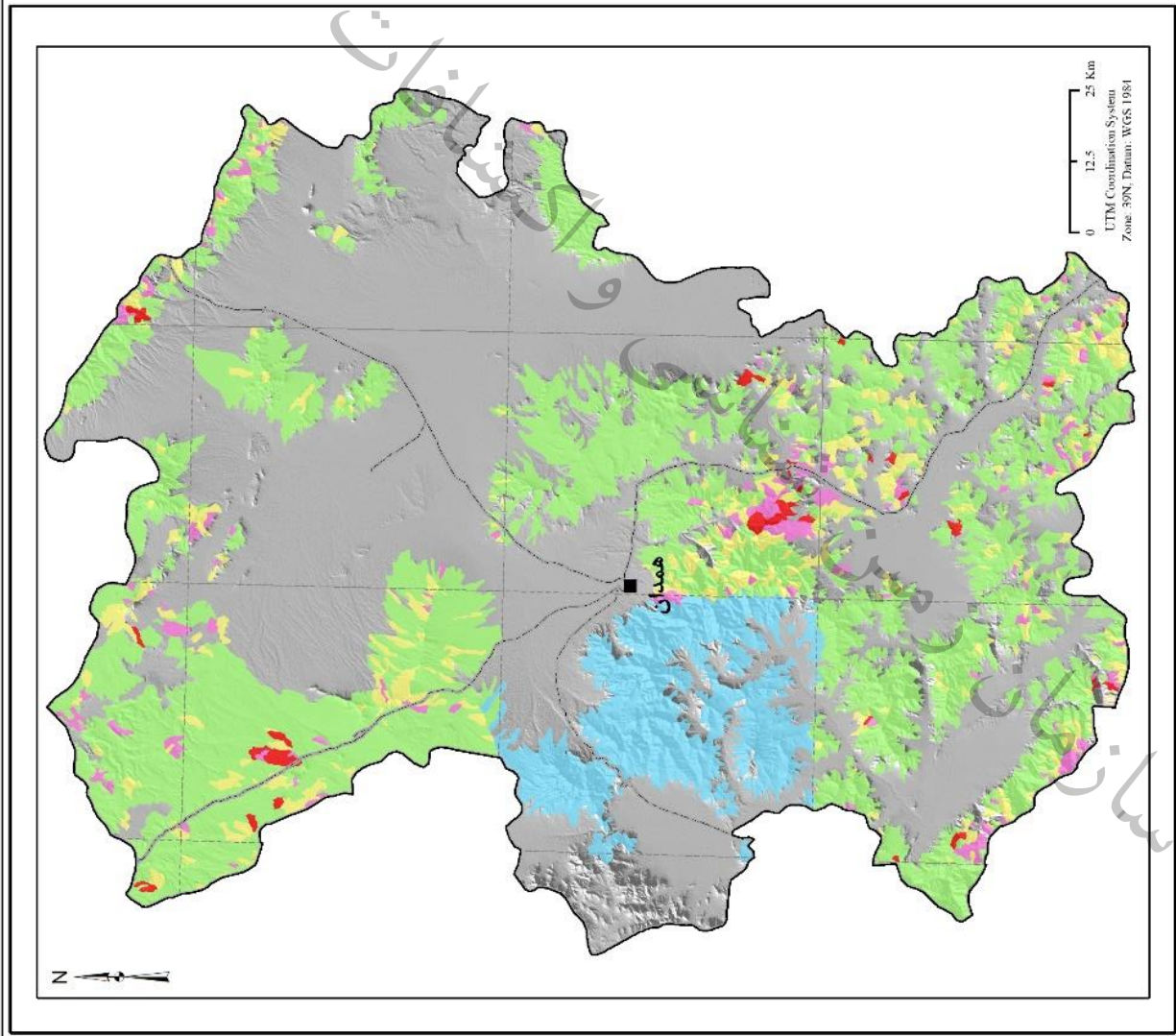
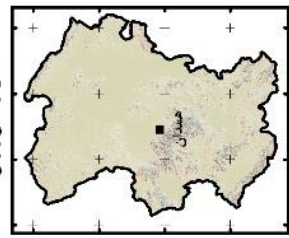
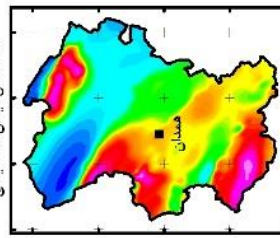
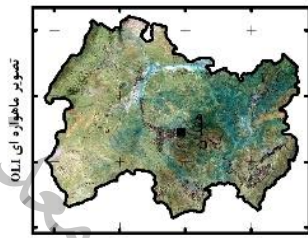
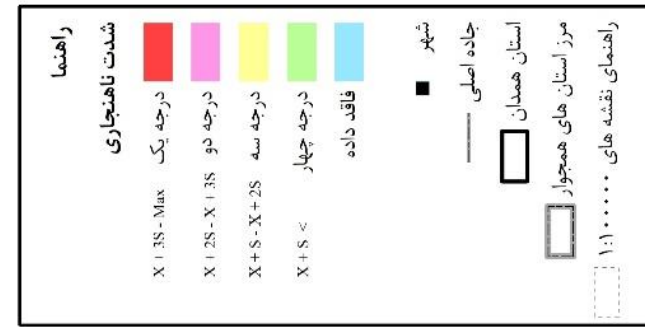
شکل ۵-۱۹ - شدت زلزله ژئوشیمیایی عنصر بیسموت در استان همدان



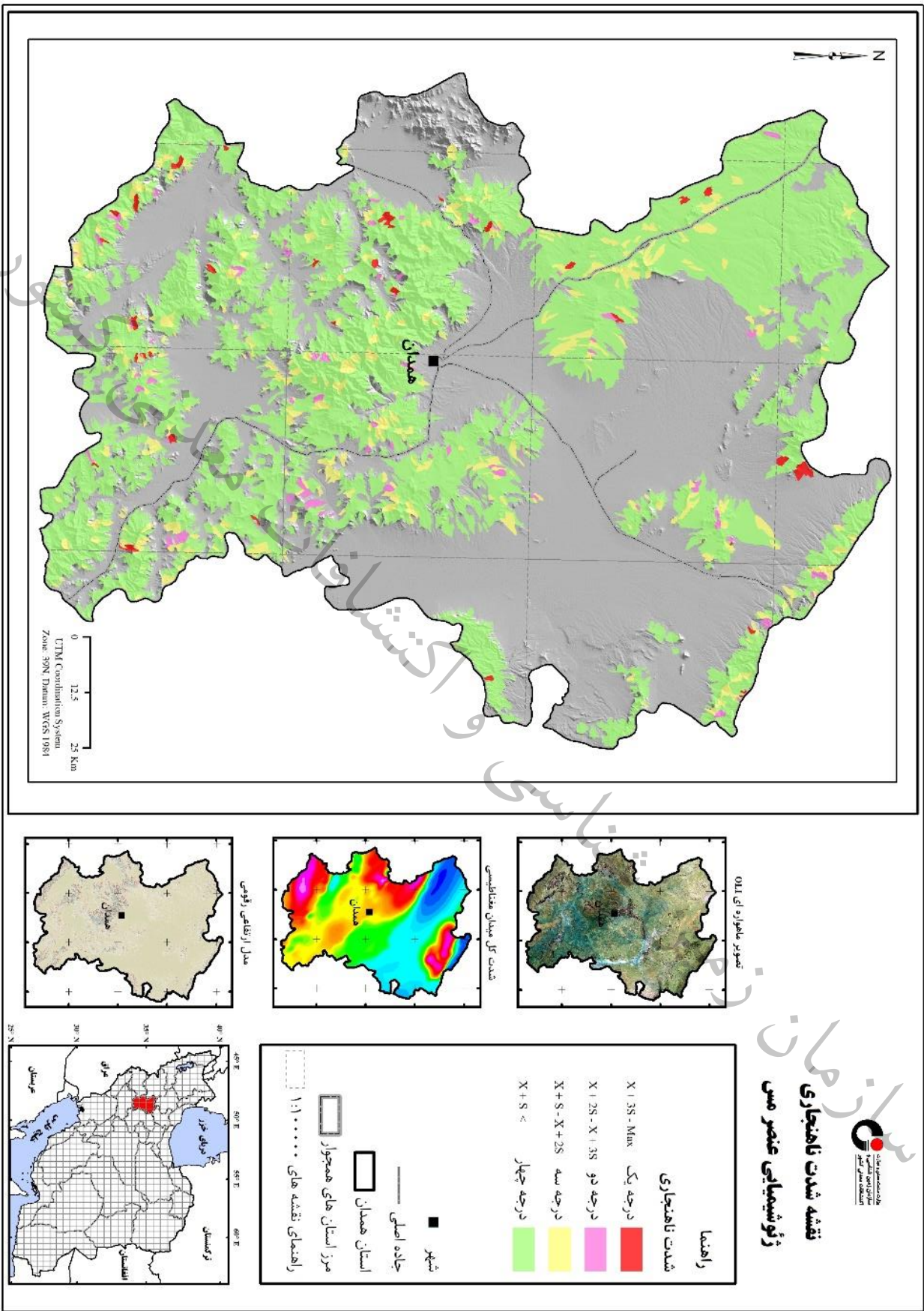
شکل ۵-۷- شدة ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کربات در استان همدان



نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم



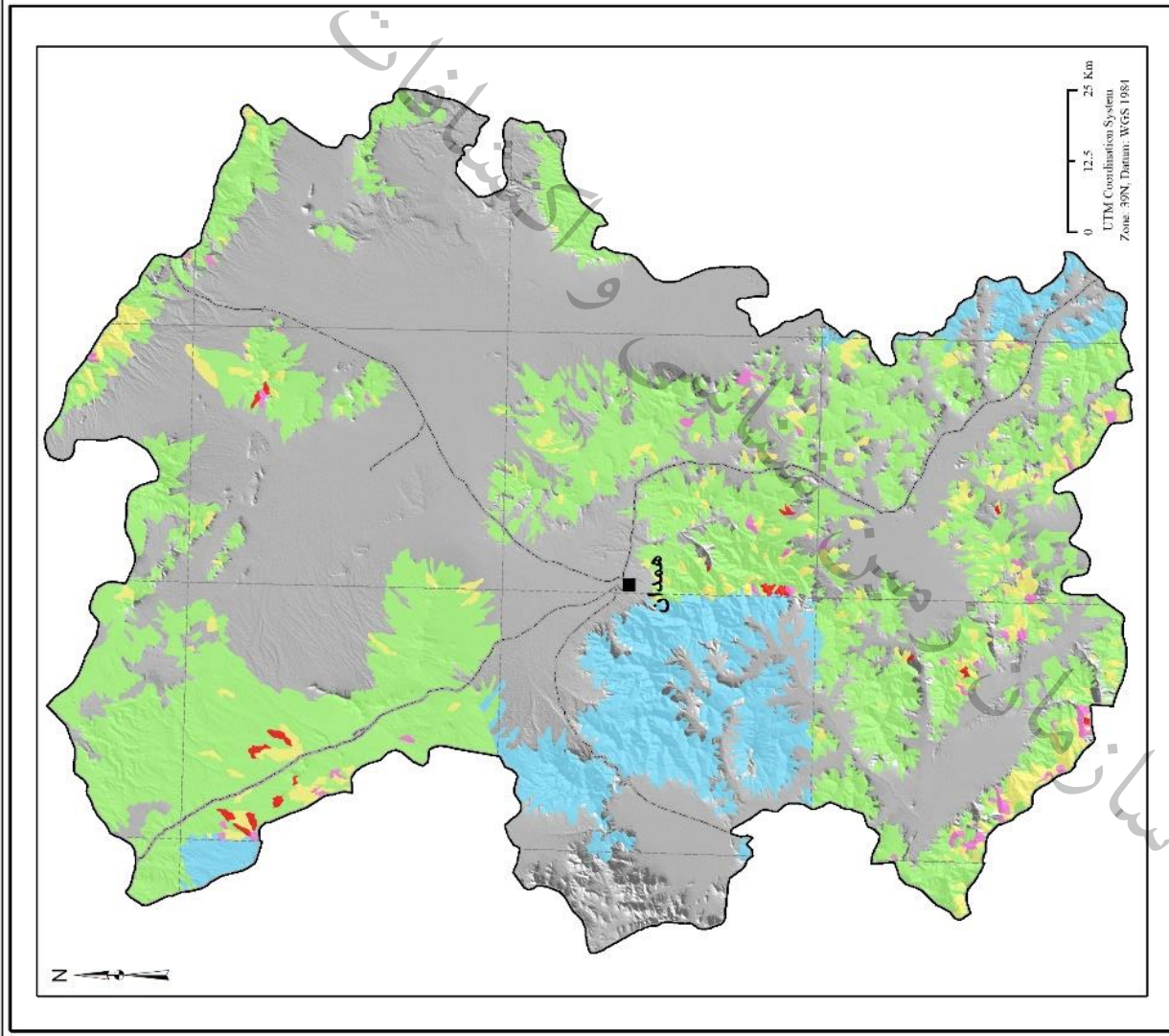
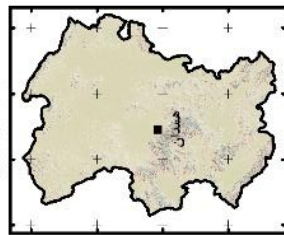
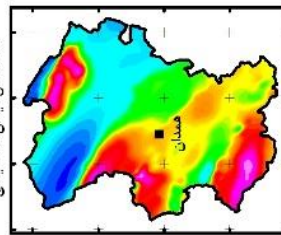
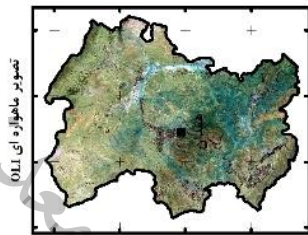
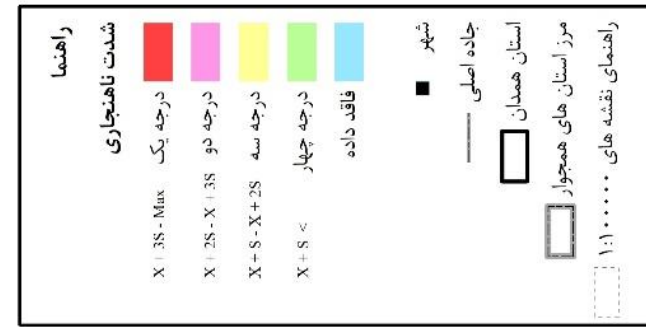
شکل ۵-۲۱- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم در استان همدان



شکل ۵-۲۲- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مس در استان همدان



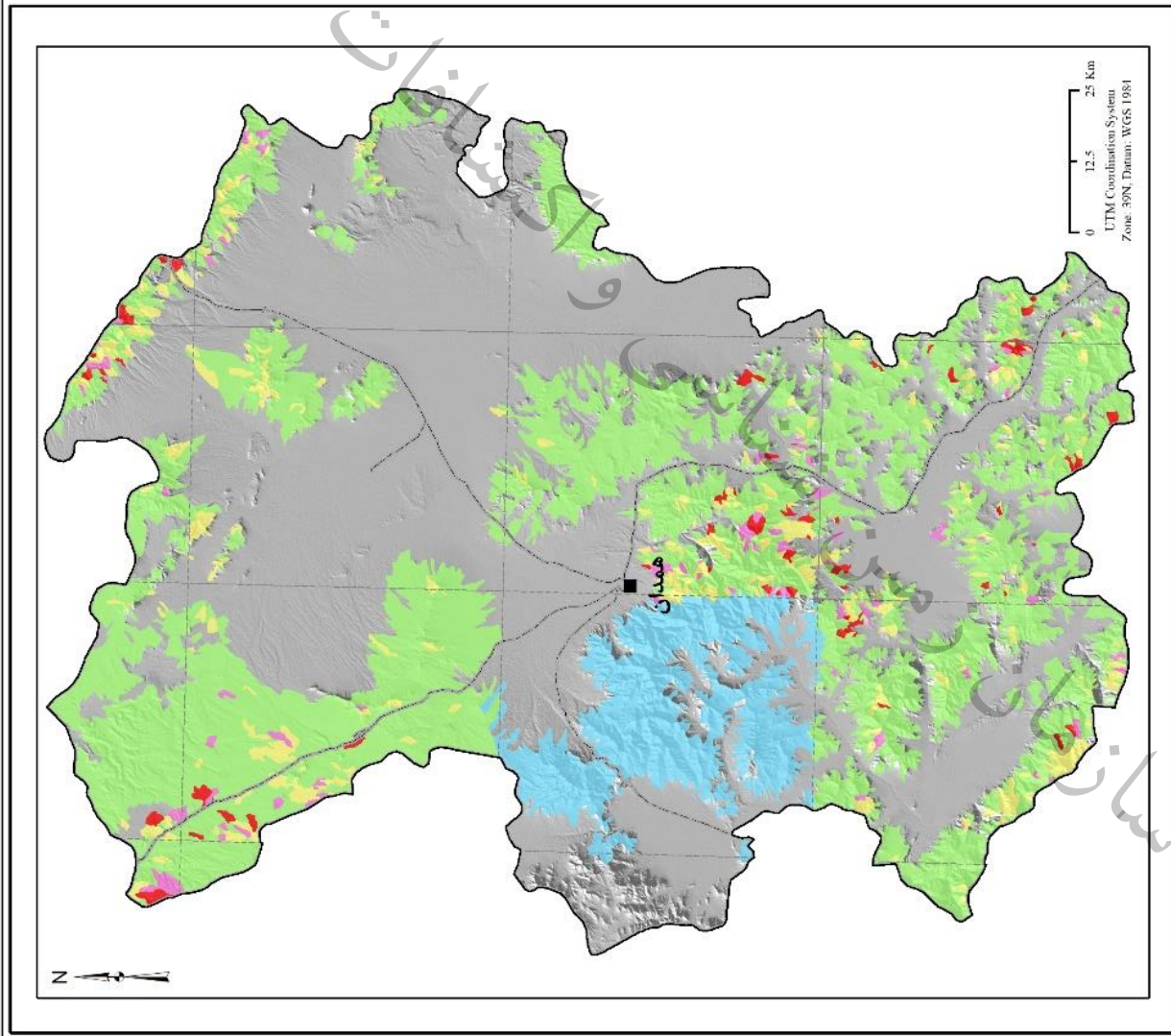
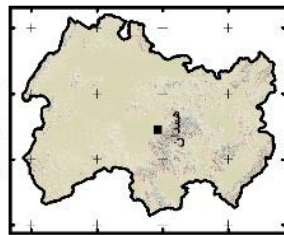
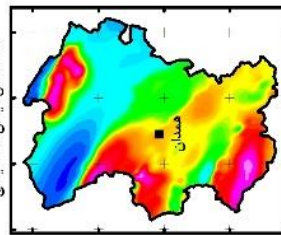
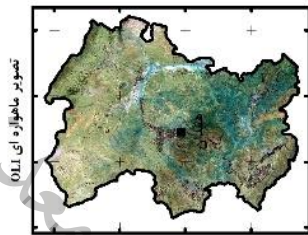
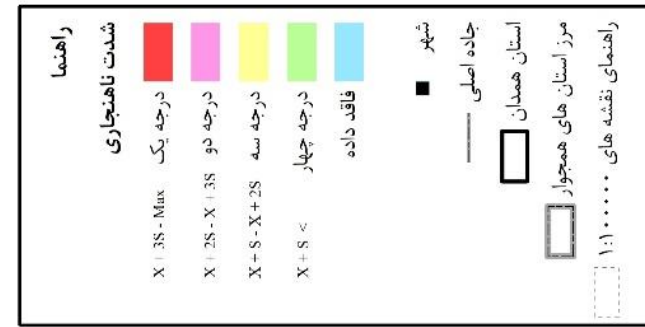
نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آهن



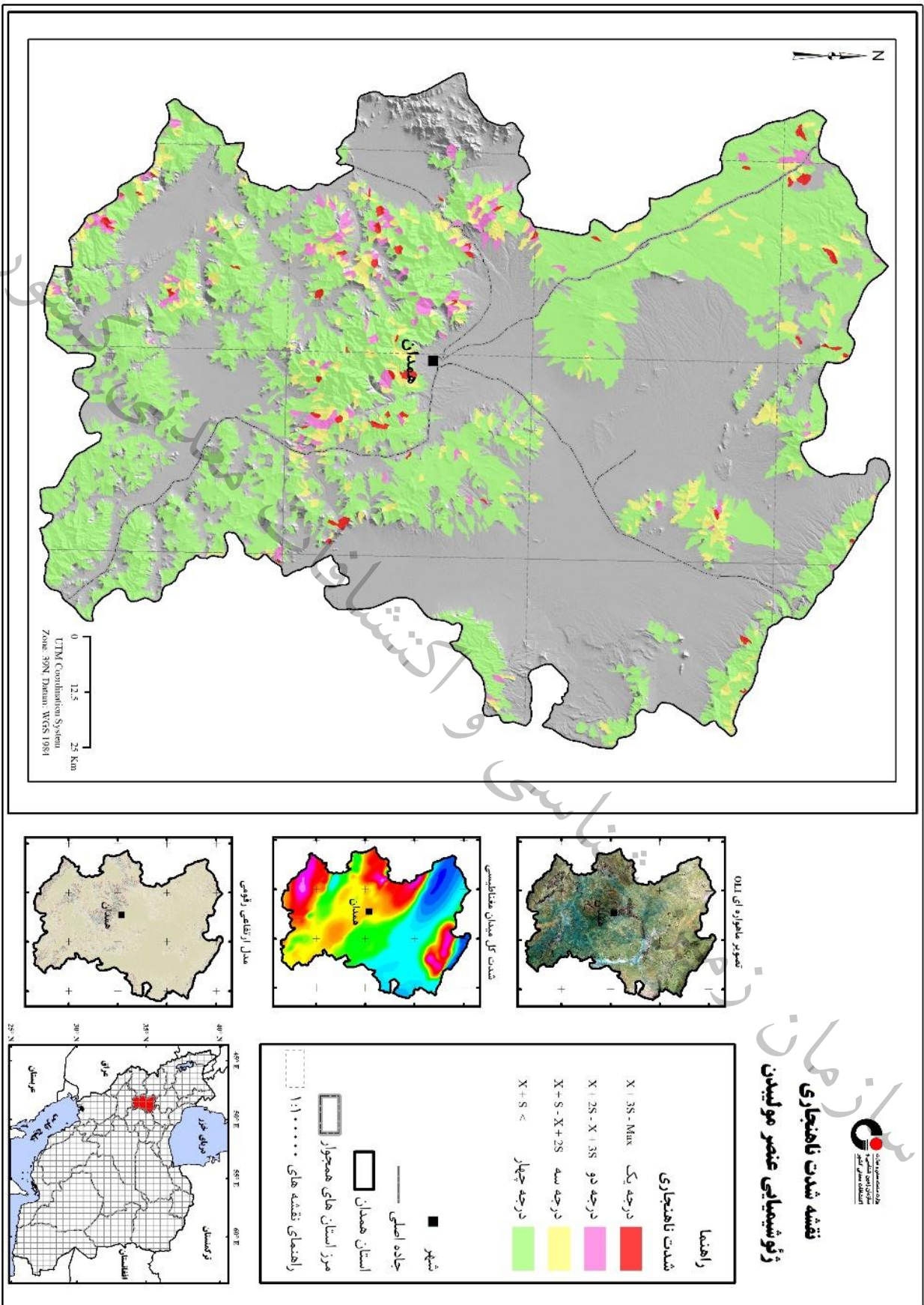
شکل ۵-۲۳- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آهن در استان همدان



نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر منگنز



شکل ۵-۲۵- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر منگنز در استان همدان

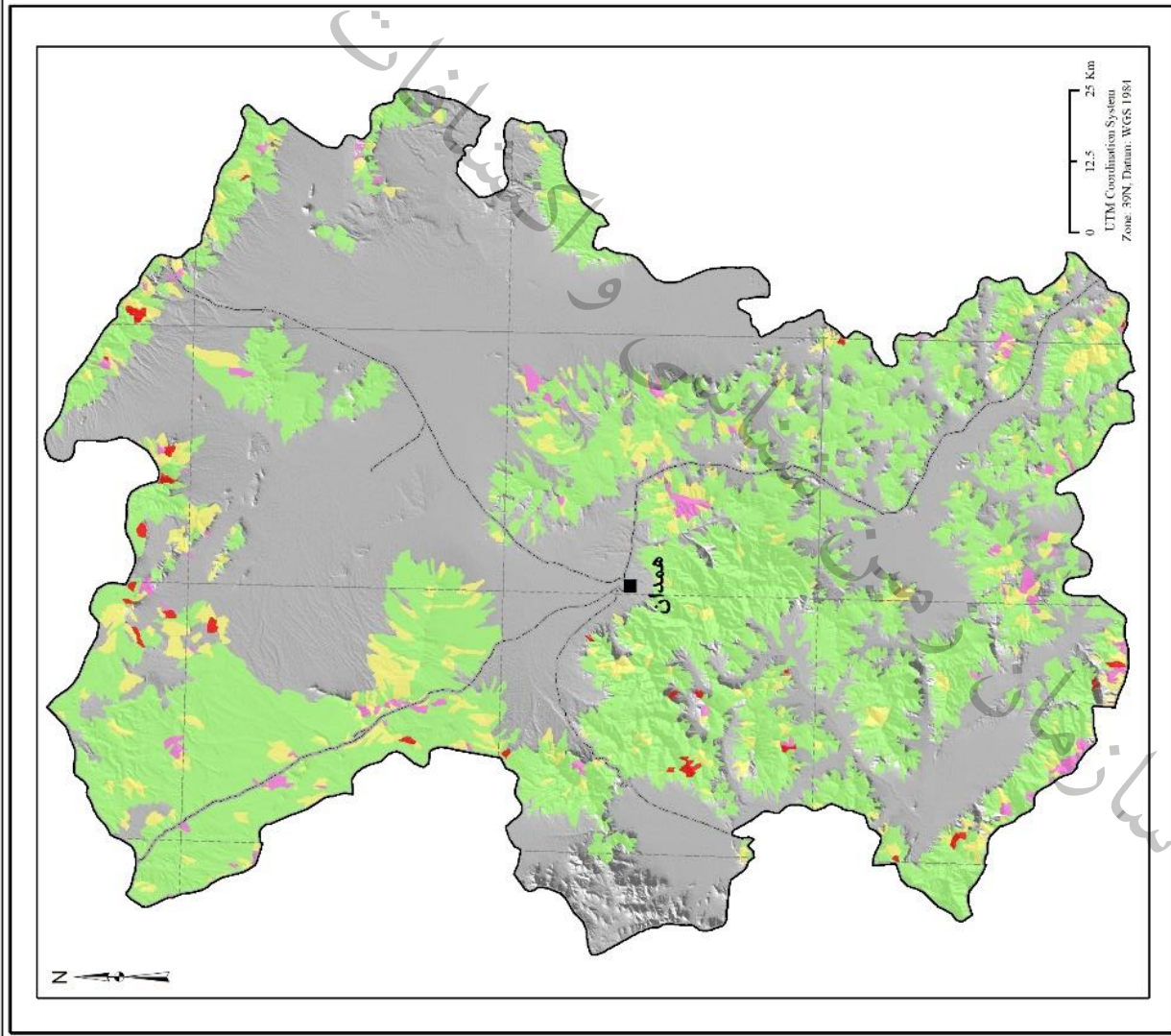
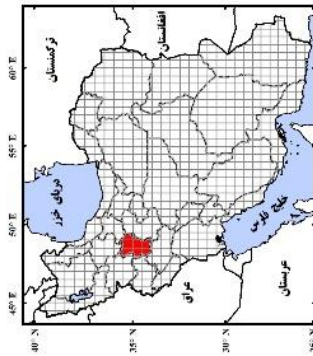
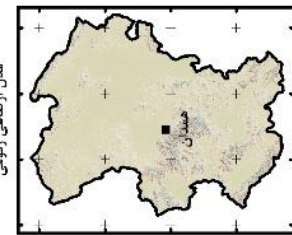
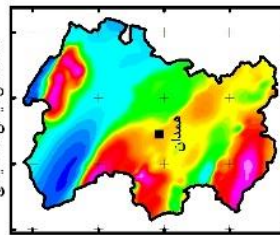
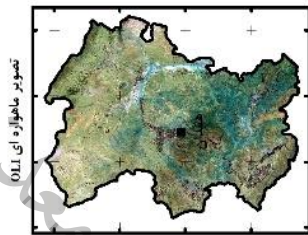
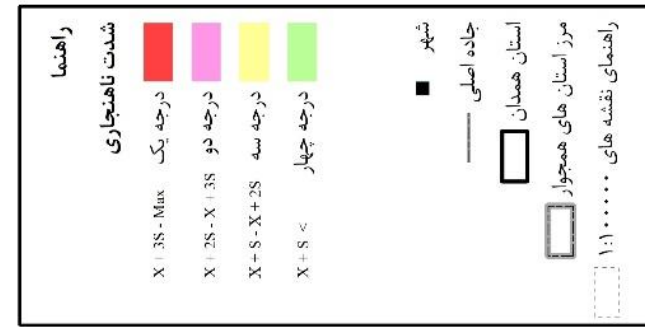


نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن

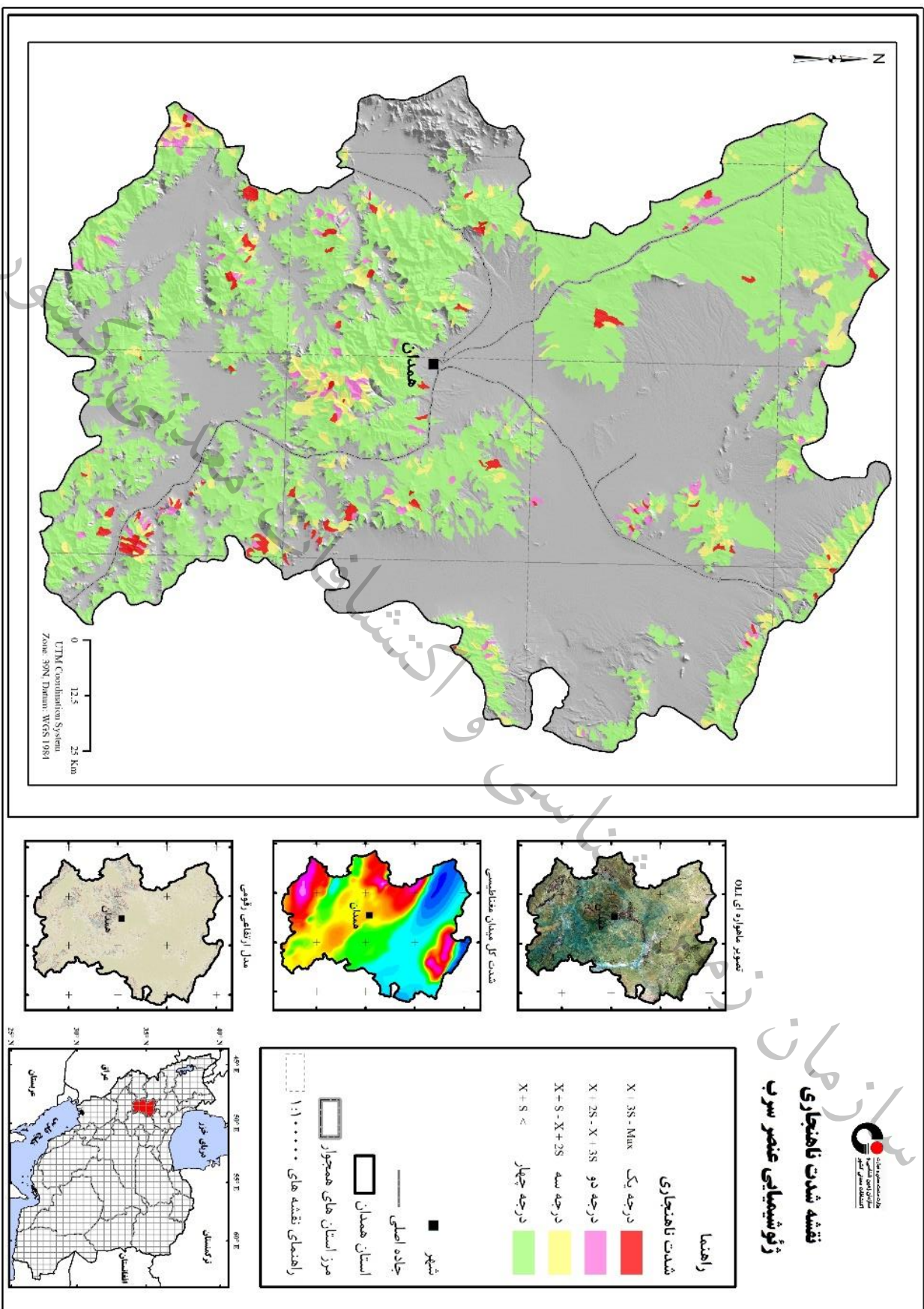
شکل ۵-۲۶- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن در استان همدان



نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل

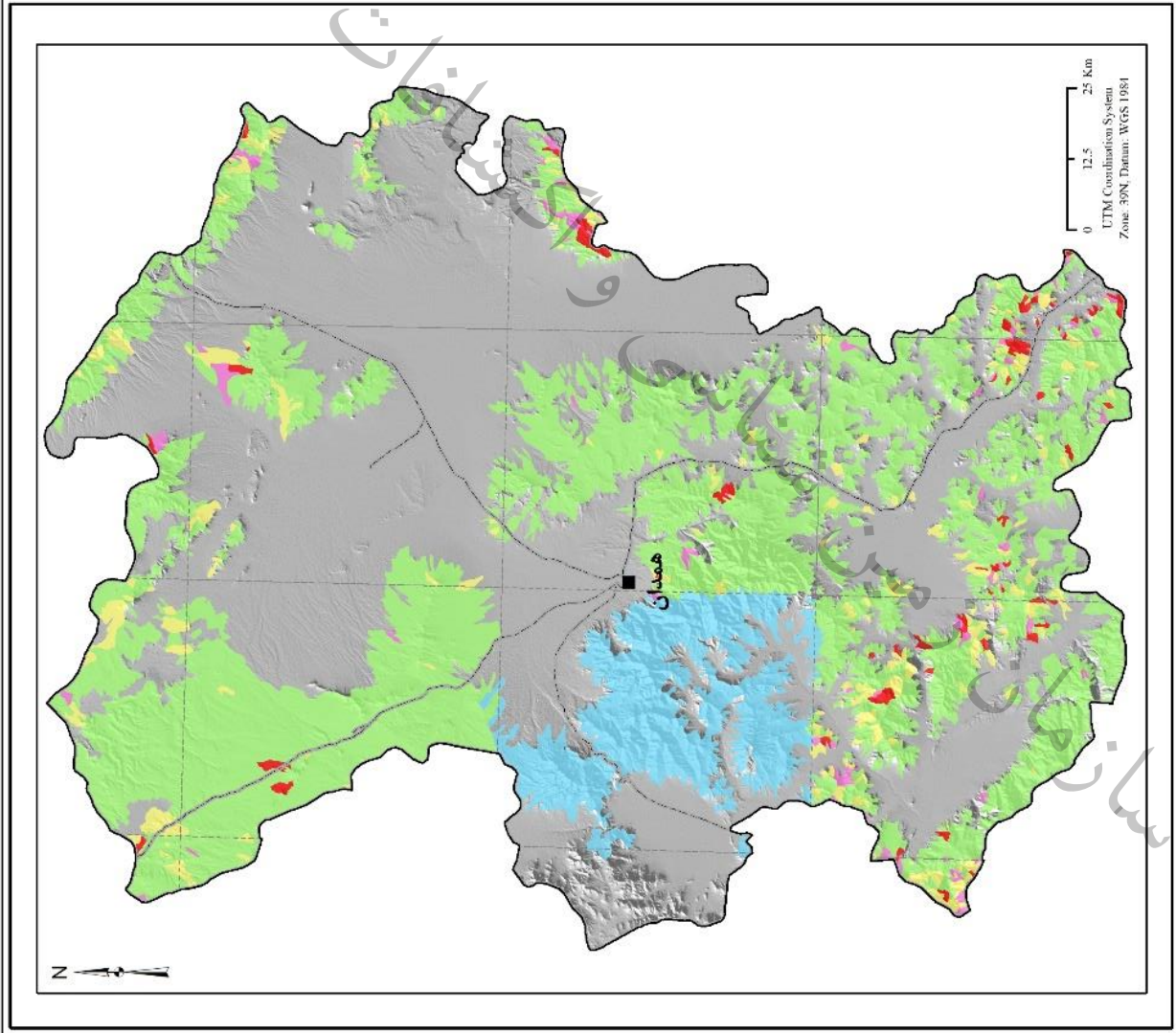
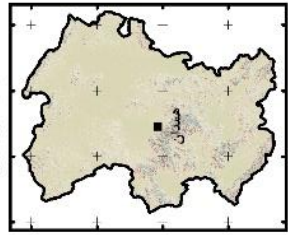
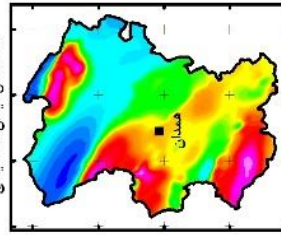
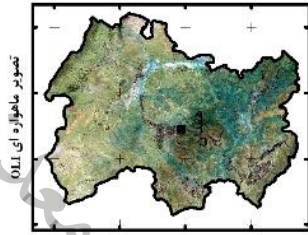
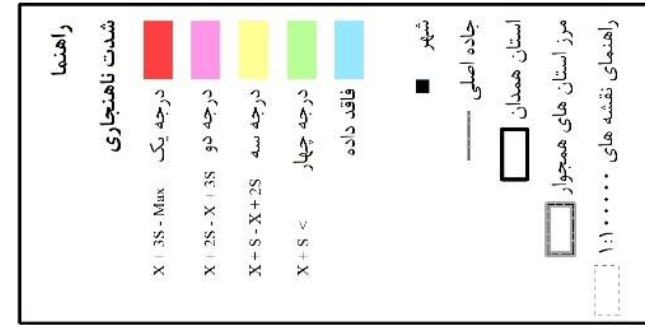


شکل ۵-۲۷- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل در استان همدان

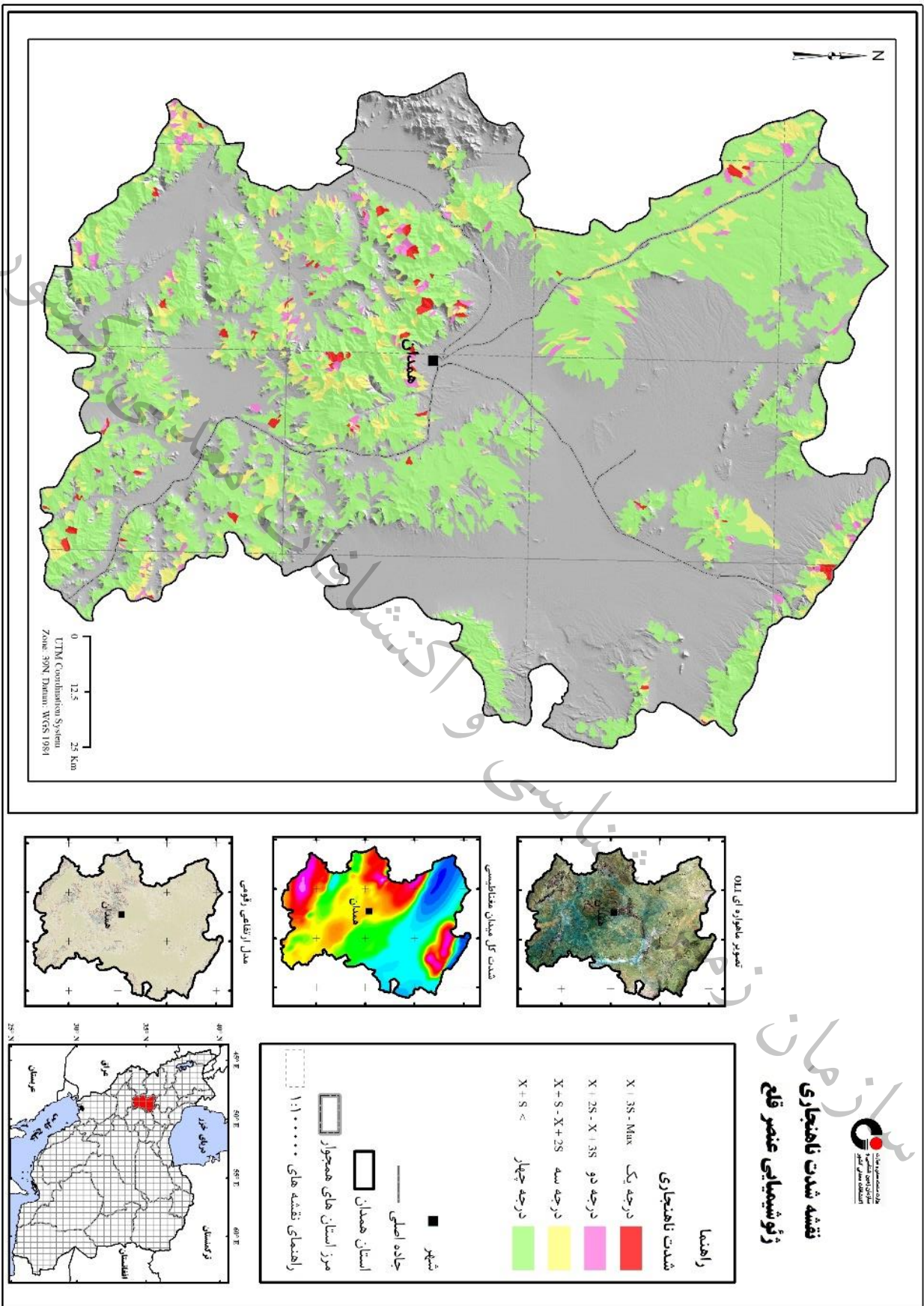


شکل ۵-۲۸- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب در استان همدان

نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان



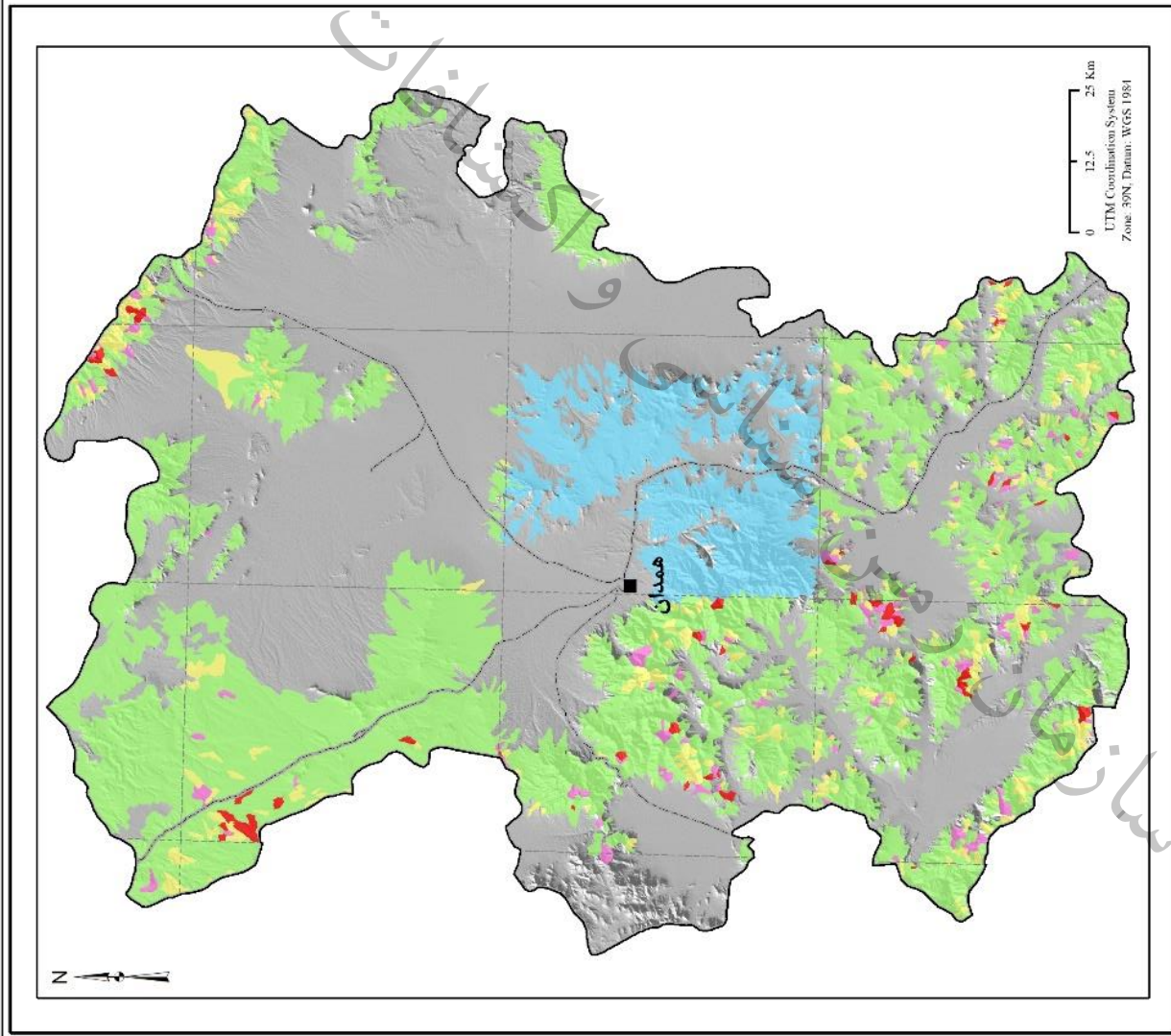
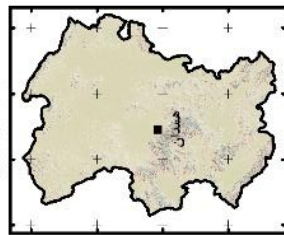
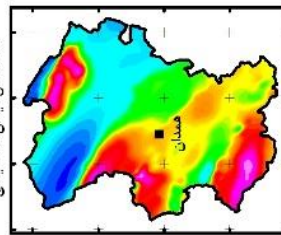
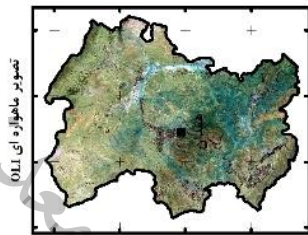
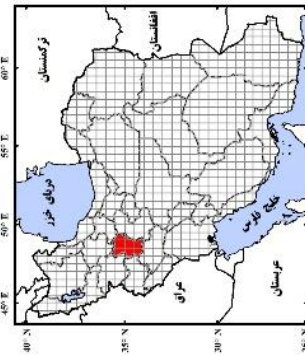
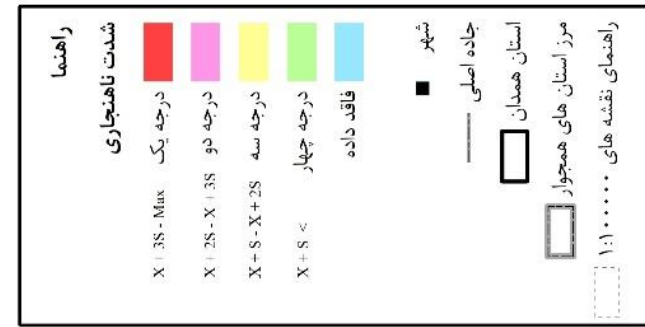
شکل ۵-۲۹- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان در استان همدان



شکل ۵-۳- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر قلع در استان همدان

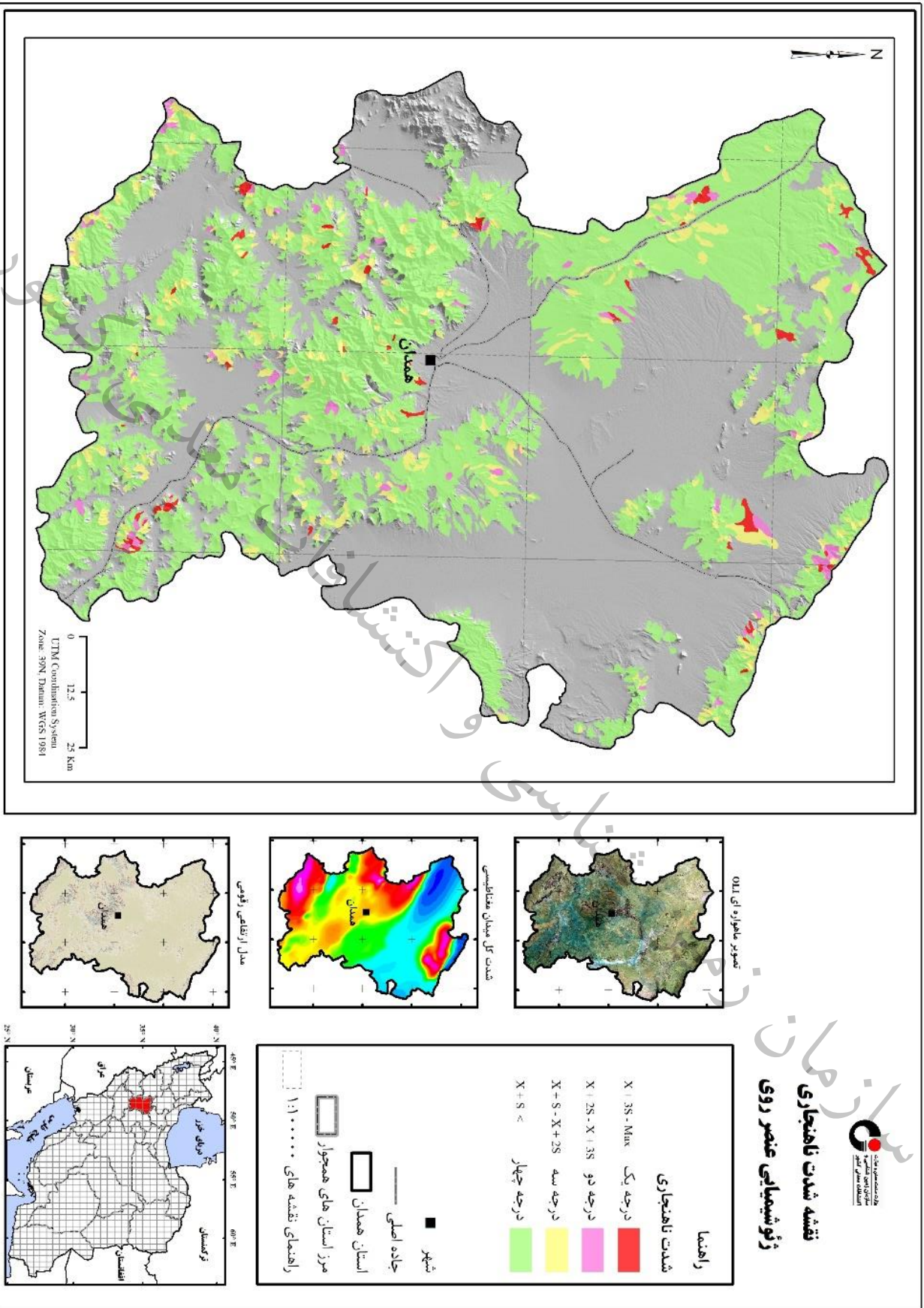


نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تیتانیم



شکل ۵-۳۱- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تیتانیم در استان همدان

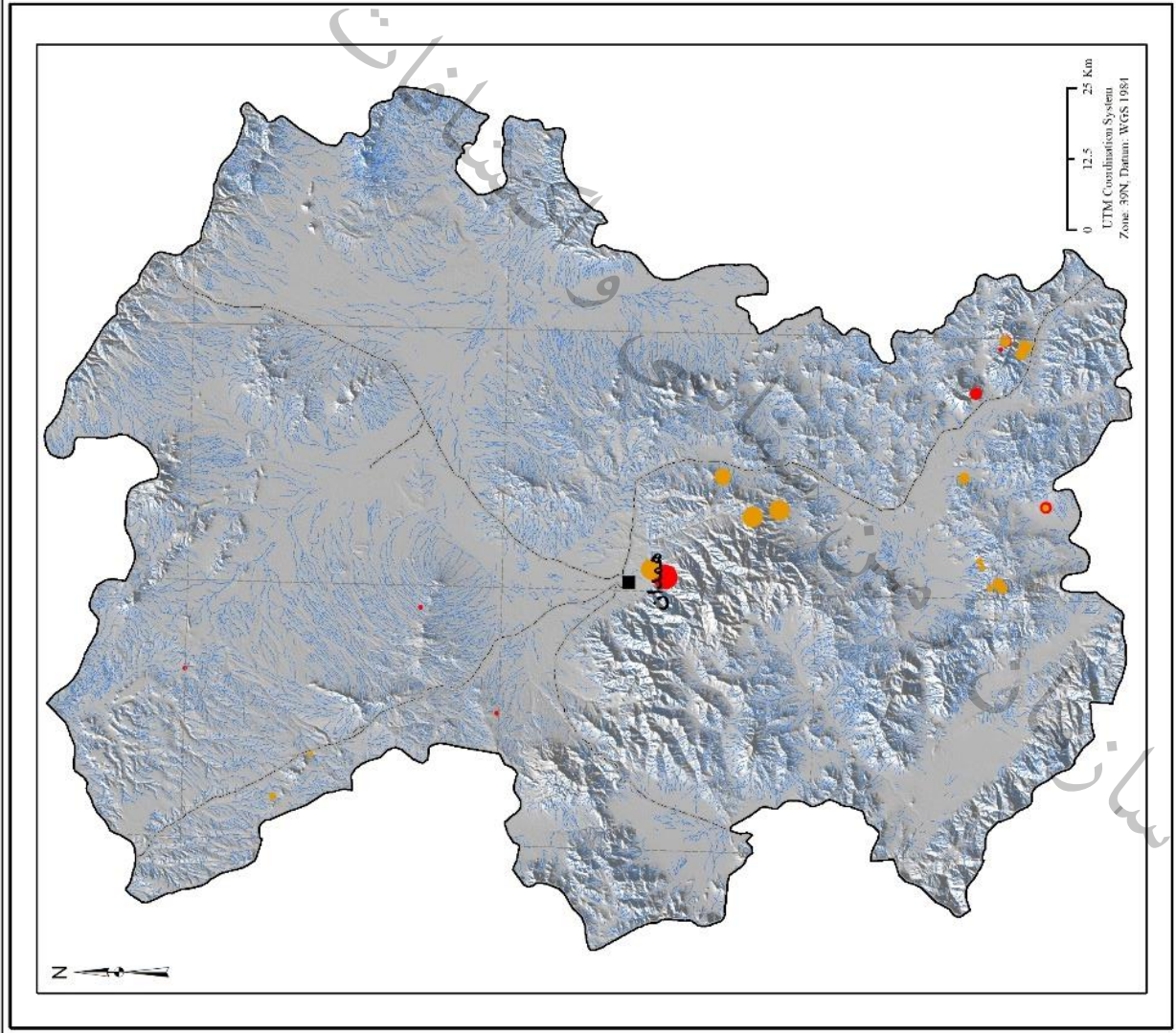
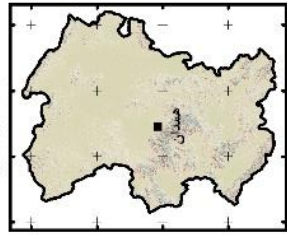
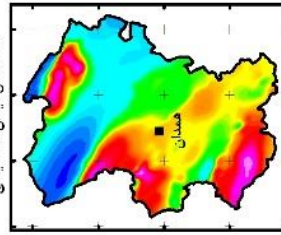
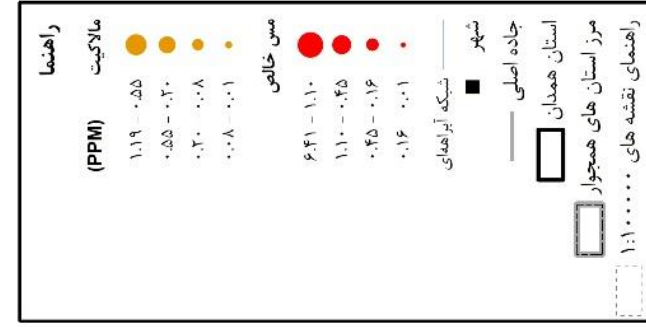
نقشه شدت ناهنجاری
ژئوشیمیایی عنصر روی



شکل ۵-۳۲- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی در استان همدان



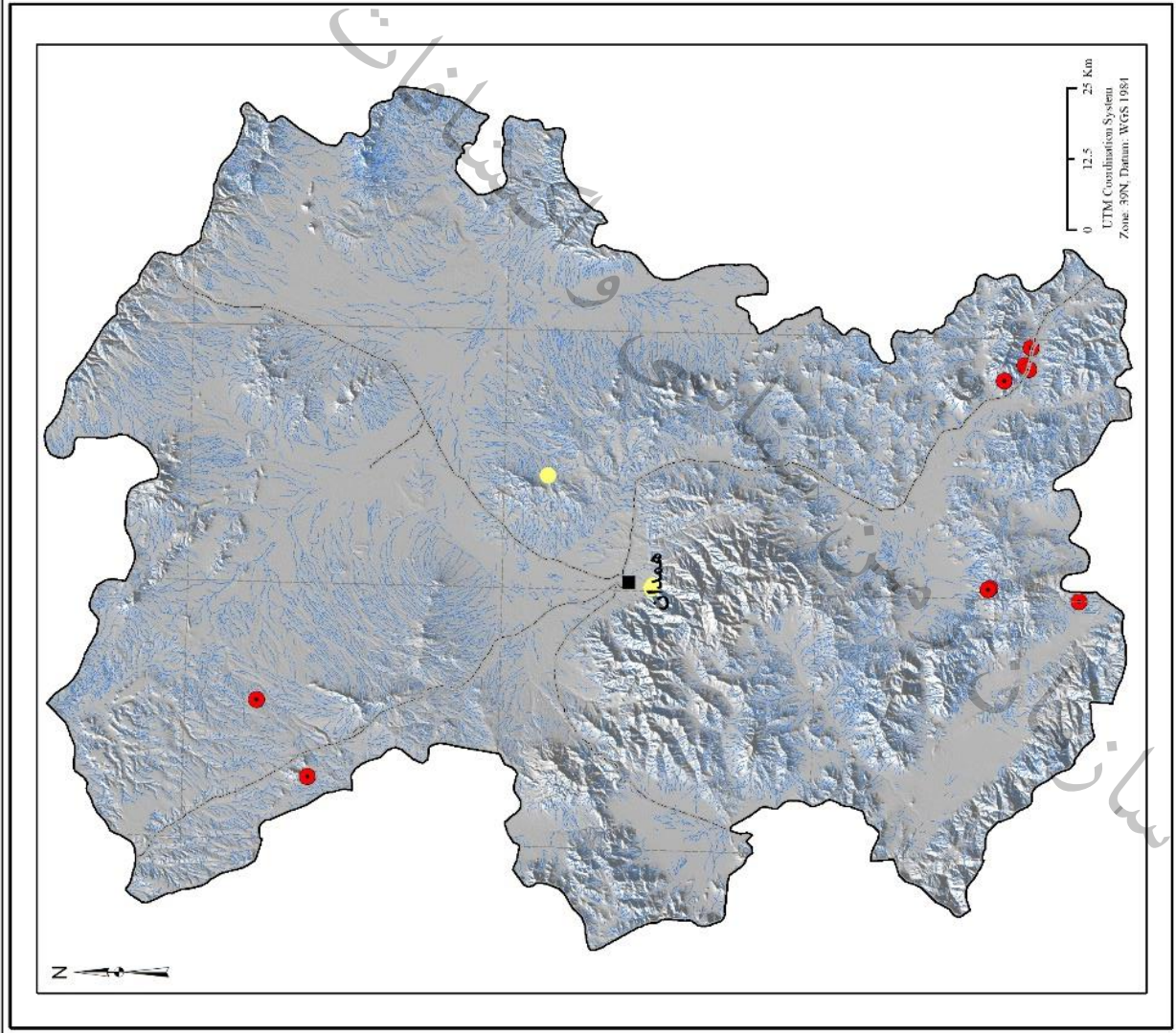
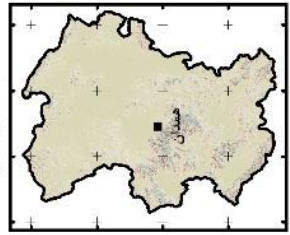
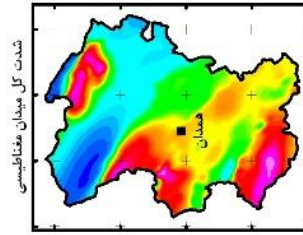
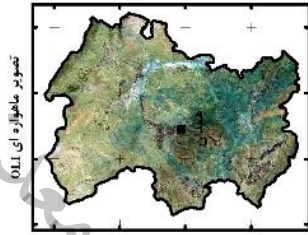
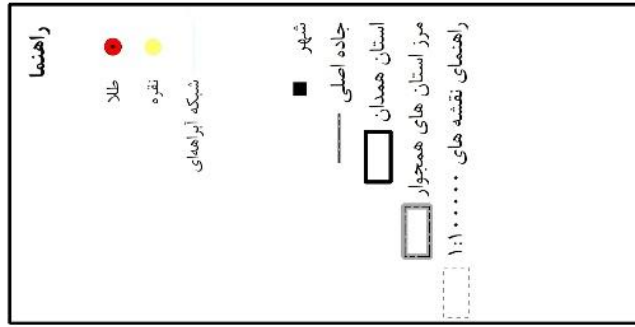
نقشه توزیع کانی سنگین (گروه مس)



شکل ۵-۳۳- توزیع کانی سنگین گروه مس



نقشه توزیع کانی سنگین (گروه طلا و نقره)



شکل ۵-۳۵- توزیع کانی سنگین گروه طلا و نقره

کشور

معدنی

فصل هشتم

ژئوفزیک، هوایی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۶-۱- مقدمه

به کار گیری داده‌های ژئوفیزیکی در مطالعات اکتشاف اولیه پی سنگ‌ها و ساختارهای زمین شناسی جایگاه ویژه‌ای دارد. یکی از مزایای استفاده از روشهای ژئوفیزیکی، توانایی ثبت اطلاعات عمیق زمین نسبت به دیگر روشها می‌باشد که باعث کاربرد وسیع این روش‌ها شده است.

برداشت داده‌های ژئوفیزیک هوایی علاوه بر کاربردهای متعدد در علوم زمین، در اکتشاف ساختارها، بر آورد عمق پی سنگها، شناسایی مرز واحدها، مدل سازی توده‌ها، تشخیص گسل‌ها و زون‌های خرد شده خصوصاً گسل‌های پنهان نقش اساسی دارد.

کاربرد فناوری ژئوفیزیک هوایی شامل اکتشاف نفت و گاز (تشخیص ساختارهای مناسب میزبان این مواد همچون تاقدیس‌ها و تله‌های نفتی)، اکتشاف کانسارهای فلزی همچون طلا، مس و آهن، تهیه نقشه زمین‌شناسی اولیه (از راه تشخیص مرزهای زمین‌شناسی و تعیین ساختارها با دقت بالا)، کمک به تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر برای مناطق مختلف، شناسایی و اکتشاف سفره‌های زیرزمینی آب (به‌صورت غیرمستقیم به کمک داده‌های الکترومغناطیس) اکتشاف کانسارهای با ارزش رادیواکتیو مانند اورانیم و توریم و بالاخره مطالعات زمین گرمائی و زیست محیطی اشاره کرد.

جهت تفسیر داده‌ها در این منطقه از داده‌های موجود با فاصله خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر استفاده شده‌است که سبب تهیه نقشه‌های ژئوفیزیک هوایی به روش مغناطیس سنجی گردیده است. برداشت این داده‌ها در ارتفاع ثابت با استفاده از یک فروند هواپیما با هدف شناخت ساختار زمین‌شناسی و عمق پی‌سنگ در سال ۱۹۷۵-۱۹۷۷ میلادی توسط شرکت ابروسرویس با همکاری سازمان زمین شناسی ایران اجرا گردید.

۶-۲- مراحل تفسیر داده‌های مغناطیس سنجی

داده‌های شدت کل میدان مغناطیسی هر یک از واحدهای لیتولوژی دارای یک پاسخ مغناطیسی خاص می‌باشند که به اختصار به هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

به‌طور کلی واحدهای آذرین متوسط تا اسیدی (فلسیک) دارای شدت میدان مغناطیسی متوسط تا کم می‌باشند که این پاسخ بدلیل وجود مقدار کم کانی‌های مغناطیسی در این نوع واحدهای زمین‌شناسی می‌باشد. به عنوان مثال، توده‌های نفوذی گرانیتی، شدت میدان کمی را از خود نشان می‌دهند (به استثنا بعضی از آنها در شرایط خاص که می‌توانند شدت میدان بالا نیز از خود نشان دهند).

واحدهای بازیگ و اولترابازیگ (مافیک و اولترامافیک) به طور کلی بدلیل وجود کانی‌های مغناطیسی در آنها دارای شدت بالای مغناطیسی می‌باشند که از جمله می‌توان به بعضی از انواع واحدهای آندزیتی و بازالتی اشاره نمود.

آبرفت‌ها به علت داشتن منشاءهای مختلف می‌توانند پاسخ‌های مغناطیسی متفاوتی از خود نشان دهند که بسته به نوع سنگ منشاء آنها، این پاسخ می‌تواند کم یا زیاد باشد که در تفسیر داده‌های مغناطیسی باید به این نکته توجه نمود.

به عنوان مثال، ماسه سنگ‌های با منشاء سنگ‌های آذرین فلسیک می‌توانند شدت میدان مغناطیسی کمی از خود نشان دهند در حالیکه ماسه سنگ‌های با منشاء سنگ‌های مافیک و الترامافیک به علت وجود کانی‌های مغناطیسی در آنها، شدت میدان مغناطیسی بالاتری را نسبت به نوع قبل از خود نشان می‌دهند.

سنگ‌های دگرگونه به دلیل پیچیدگی فرآیند دگرگونی در آنها می‌توانند اثرات مغناطیسی متفاوتی را از خود نشان دهند. به عنوان مثال فرآیندهای دگرگونی می‌توانند باعث تشکیل و یا تخریب کانی مگنتیت شوند، بنابراین طبیعی است که پاسخ مغناطیسی سنگ دگرگونه نسبت به سنگ اولیه تغییر خواهد یافت که در تفسیر بی‌هنجاری‌های مغناطیسی حاصل از سنگ‌های دگرگونی باید به نوع این فرآیند توجه نمود. فرآیند آلتراسیون نیز می‌تواند مانند فرآیند دگرگونی باعث ایجاد و یا تخریب کانی‌های مغناطیسی در سنگ‌های میزبان گردد. به عنوان مثال در اثر آلتراسیون آرژیلیک عموماً کانی مگنتیت تخریب می‌گردد. بنابراین نواحی دارای این آلتراسیون اثر مغناطیسی با شدت کم از خود نشان می‌دهند.

فرآیندهای ساختاری و تکتونیکی نیز می‌توانند اثراتی را بر پاسخ مغناطیسی واحدهای زمین‌شناسی بگذارند. بعنوان مثال زون‌های گسله و یا زون‌هایی که دارای خردشدگی هستند عموماً بدلیل عبور آب و یا سیالات و هوازدگی کانی‌های مغناطیسی، پاسخ مغناطیسی با شدت کم را از خود نشان می‌دهند که شکل این بی‌هنجاری‌ها عموماً به صورت ساختارهای خطی قابل مشاهده است. بالعکس برخی از این نواحی نیز ممکن است تحت اثر فرآیندهای کانی‌سازی توسط محلول‌های کانی‌ساز قرار گرفته و کانی‌های مغناطیسی به صورت ثانویه در آنها تشکیل گردد در این حالت این ساختارها آنومالی‌های مغناطیسی خطی با شدت بالا از خود نشان می‌دهند.

دایک‌ها نیز که معمولاً آنومالی‌های خطی از خود نشان می‌دهند بسته به سنگ تشکیل دهنده آنها پاسخ‌های مغناطیسی متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. از آنجایی که معمولاً ترکیب این دایک‌ها در منطقه متوسط تا بازیگ است با توجه به ابعاد این دایک‌ها می‌توان آنها را در نقشه‌های مغناطیسی به صورت آنومالی‌های کشیده و خطی مشاهده نمود.



۶-۲-۱- شدت کل میدان مغناطیسی

پس از برداشت و پردازش نهایی داده‌ها، اطلاعات حاصل در قالب نقشه‌های شدت کل میدان مغناطیسی ارائه می‌شود. نقشه شدت کل میدان مغناطیسی متأثر از کلیه آنومالی‌هایی است که در اعماق مختلف واقع شده و از تاثیر پذیری مغناطیسی متفاوتی نیز برخوردارند. همچنین متأثر از سنگهای با خاصیت مغناطیسی بالای پی سنگ نیز می‌باشد.

جهت تفسیر داده‌های مغناطیسی ابتدا نقشه شدت کل میدان مغناطیسی تهیه گردیده و سپس برای تعیین توده‌های مغناطیسی عمیق، توده‌های کم عمق، تعیین محدوده آنومالی‌ها، خطواره‌های مغناطیسی و ... فیلترهای مناسب بر روی آن اعمال می‌شود.

۶-۲-۲- روش برگردان به قطب

با استفاده از فیلتر برگردان به قطب، میدان مغناطیسی از یک عرض مغناطیسی که در آن بردار میدان زمین مایل و شیب دار است به قطب مغناطیس یعنی جایی که میدان القائی قائم می‌باشد، منتقل می‌گردد. زیرا اگر میدان زمین مایل باشد شکل بی‌هنجاری‌های مغناطیسی که به صورت القائی بوجود آمده‌اند نسبت به منبع بوجود آورنده نامتقارن شده و آنومالی‌های مثبت و منفی در کنار هم بوجود می‌آید، به طوری که محل منبع آنومالی حدوداً در وسط قطب مثبت و منفی قرار می‌گیرد، ولی در صورتی که میدان القائی قائم باشد آنومالی به یک قطب مثبت بزرگ منطبق بر توده منبع تبدیل شده و قطب منفی خیلی جزئی شده و به حاشیه رانده می‌شود (Milligan & Gunn, 1997).

لذا تفسیر اساسی داده‌های مغناطیس هوایی معمولاً بر روی تصاویر مختلف برگردان به قطب صورت می‌گیرد. اعمال این فیلتر با استفاده از زاویه میل (Inclination) و انحراف مغناطیس (Declination) صورت می‌گیرد.

۶-۲-۳- روش مشتق قائم

یک اصل مهم که در روشهای پتانسیل (مغناطیس سنجی و گرانی سنجی) بر آنومالی‌های ژئوفیزیکی حاکم می‌باشد این است که ابعاد آنومالی (طول موج آن) متناسب با عمق منبع ایجاد کننده آن تغییر می‌کند یعنی هر چه عمق توده منشا بیشتر باشد آنومالی‌های حاصله در روی نقشه کشیده تر و پهن تر می‌شود (طول موج آن افزایش می‌یابد) این مسئله باعث می‌شود آنومالی‌های مربوط به منشاءهای عمیق آنومالی‌های سطحی را بپوشاند.

جهت حذف اثرات ناحیه‌ای با طول موج بلند و داخل بین بی‌هنجاری‌های مجاور از فیلتر مشتق قائم استفاده می‌شود. مشتق قائم در واقع یک فیلتر بالاگذر می‌باشد. زیرا فرکانسهای بالا را نسبت به فرکانسهای پائین افزایش می‌دهد. در نتیجه طول موجهای بزرگ که مربوط به منابع عمیق و منطقه‌ای می‌باشند و اثر بی‌هنجاریهای بزرگ بر روی بی‌هنجاریهای کوچک از بین رفته و بی‌هنجاریهای کوچک و محلی بخوبی نمایان می‌گردند.

۴-۲-۶- روش سیگنال تحلیلی

یکی از روش‌های شناسایی مرز توده‌های مغناطیسی استفاده از یا آنالیتیک سیگنال است. در این روش از مشتقات افقی و عمودی استفاده می‌شود. روش سیگنال تحلیلی برای تعیین لبه‌های منابع مغناطیسی مفید است به خصوص در مناطقی که مغناطیس باقیمانده و یا مغناطیس عرضهای پایین جغرافیایی تفسیر را پیچیده می‌کنند. سیگنال تحلیلی هر نقطه از منطقه با محاسبه مجذور مربعات مشتقات عمودی و افقی به دست می‌آید.

$$\text{Analytic signal} = \sqrt{(dx * dx) + (dy * dy) + (dz * dz)}$$

۶-۲-۵- روش ادامه فراسو

جهت بررسی آنومالی‌های مغناطیسی در عمق از فیلتر ادامه فراسو یا گسترش به طرف بالا استفاده می‌شود. روش ادامه فراسو فرایندی است که توسط آن داده‌های میدان مغناطیسی از یک سطح مبنا به طریق ریاضی بر روی سطوح تراز در بالای مبنای اصلی تصویر می‌شوند. زمانی که مطالعه بر روی بی‌هنجاریهای عمیق مورد نیاز است جهت از بین بردن اثر بی‌هنجاریهای کم عمق از روش ادامه فراسو استفاده می‌شود. از نظر فیزیکی همان طور که ارتفاع در این روش افزایش می‌یابد، اثر اجسام مغناطیسی کوچکتر و باریکتر نسبت به اثر اجسام مغناطیسی بزرگتر که به طور عمقی امتداد زیادی یافته‌اند از بین می‌رود.

۶-۳- تفسیر کیفی و بررسی بی‌هنجاریهای مغناطیسی

با توجه به نقشه شدت کل میدان مغناطیسی استان همدان (شکل ۶-۱) بیشترین شدت میدان ۳۹۷۶۰ نانوتسلا و کمترین مقدار آن ۳۹۳۴۳ نانوتسلا می‌باشد. روند عمومی بی‌هنجاری‌ها جنوب شرق - شمال غرب است. به طور کلی با برگردان به قطب مغناطیسی داده‌های شدت کل، مشاهده می‌شود که بی‌هنجاری‌ها مختصری به سمت شمال جابجا شده و اثر قطب منفی بی‌هنجاری‌ها تا حدود زیادی از بین رفته است (شکل ۶-۲).



در مجموع ۷ بی‌هنجاری با شدت متوسط و بالا در نقشه برگردان به قطب مغناطیسی قابل شناسایی می‌باشد که در شکل (۶-۲) شماره‌گذاری شده‌اند.

۶-۳-۱- بی‌هنجاری شماره ۱

این مجموعه بی‌هنجاری با روند عمومی شمال غرب-جنوب شرق در گوشه شمال شرقی استان واقع گردیده است و از گوشه شمال غربی برگه یک صدهزارم رزن شروع شده و ادامه آن در جنوب شرقی برگه یک صدهزارم مرزبان امتداد یافته است قسمتی از بی‌هنجاری هم در قسمتهای جنوب غربی آوج و قسمتهای کوچکی از شمال شرقی برگه یک صدهزارم کبوترآهنگ قرارداد. خطواره‌ایی با روند تقریبی عمود بر بی‌هنجاری آن را قطع کرده است. عمده شدت بالای بی‌هنجاری مربوط به واحدهای گابرویی است که در شمال این بی‌هنجاری رخنمون محدودی دارند.

این بی‌هنجاری در نقشه مشتق قائم (شکل ۶-۳) شدت بالایی نشان داده که اغلب بر برونزدهای واحدهای با شدت بالای مغناطیسی منطبق‌اند. از طرفی حضور پررنگ بی‌هنجاری در نقشه ادامه فراسو (شکل ۶-۴) حاکی از امتداد واحدهای مغناطیسی تا اعماق زیاد می‌باشد.

۶-۳-۲- بی‌هنجاری شماره ۲

بی‌هنجاری شماره ۲ با ابعاد بزرگ با شدت بالا (۳۹۶۰۰ نانوتسلا)، در قسمت‌های مرکزی برگه یک‌صدهزارم کوهین واقع گردیده است. در نقشه مشتق قائم، بی‌هنجاری به صورت پراکنده ظاهر گشته ولی در نقشه ادامه فراسو با شدت بیشتری نمود پیدا کرده است. لذا با توجه به عدم حضور واحدهای مافیک و اولترامافیک در نقشه زمین شناسی، به نظر می‌رسد واحدهای مغناطیسی در اعماق زیاد زمین واقع گردیده اند.

۶-۳-۳- بی‌هنجاری شماره ۳

این بی‌هنجاری با شدت متوسط تا بالا در شمال شرقی برگه یک صدهزارم تویسرکان واقع شده است. در انطباق با واحدهای زمین شناسی، برونزدهایی از واحدهای گابرو-دگرگون شده و متابازالت در قسمت‌های میانی این بی‌هنجاری گزارش شده است که می‌تواند منشا بی‌هنجاری باشد. خطواره‌های متعددی، بی‌هنجاری را محصور کرده‌اند. اثر این بی‌هنجاری در تصویر مشتق قائم مشهود است اما در تصویر ادامه فراسو حضور آن کم رنگ تر شده است. لذا به نظر می‌رسد منشا این بی‌هنجاری از عمق چندانی برخوردار نیست.

۴-۳-۶- بی‌هنجاری شماره ۴

بی‌هنجاری شماره ۴ با شدت متوسط در قسمت‌های شمال شرقی برکه یک صدهزارم سنقر واقع شده است. شدت متوسط این بی‌هنجاری متعلق به واحدهای نفوذی حد واسط تا بازیگ است. نمود واضح این بی‌هنجاری در نقشه مشتق قائم موید گزارش واحدهای آذرین در نقشه زمین‌شناسی منطقه است. در نقشه ادامه فراسو هم حضور بی‌هنجاری همان شدت ادامه دارد که می‌تواند حاکی از عمیق بودن ریشه این بی‌هنجاری باشد.

۵-۳-۶- بی‌هنجاری شماره ۵

بی‌هنجاری ۵ با روند جنوب شرق - شمال غرب با شدت متوسط در جنوب شرقی برکه یک صدهزارم تویسرکان قرار دارد. در انطباق با نقشه زمین‌شناسی بی‌هنجاری در قسمت جنوب شرقی خود بر برونزدهایی از واحد رمین شناسی مرکب از الیوین گابرو، گابرونوریت و گابرو دگرگون شده، منطبق شده است که می‌تواند بیانگر منشا بی‌هنجاری باشد. این بی‌هنجاری در تصاویر مشتق قائم شدت بالا ظاهر گشته است، اما در نقشه ادامه فراسو، از شدت بی‌هنجاری کاسته شده است. لذا گسترش واحدهای مغناطیسی در سطح زمین مشهود است اما در عمق امتداد نیافته است.

۶-۳-۶- بی‌هنجاری شماره ۶

بی‌هنجاری بزرگی با روند شمال غرب - جنوب شرق با شدت متوسط تا بالا از قسمت‌های جنوب شرقی برکه یک صدهزارم همدان شروع شده و امتداد آن تا قسمت‌های شرقی برکه صدهزارم تویسرکان ادامه دارد. این بی‌هنجاری جز در مناطق بسیار محدودی که واحدهای گابرو دیوریتی برونزد دارند، مدفون است. این بی‌هنجاری در نقشه مشتق قائم کم رنگ شده اما در نقشه ادامه فراسو شدت خود را حفظ کرده است. لذا به نظر می‌رسد واحدهای زمین‌شناسی که به عنوان منشا بی‌هنجاری معرفی شدند در این مناطق، در زیر واحدهای گزارش شده در نقشه زمین‌شناسی امتداد دارند.

۷-۳-۶- بی‌هنجاری شماره ۷

بی‌هنجاری با روند شمال غربی - جنوب شرقی و شدت بالا در نیمه شمالی برکه یک صدهزارم نه‌اوند واقع شده است. قسمت‌های شمالی این بی‌هنجاری از عمق کمتری نسبت به قسمت‌های جنوبی آن برخوردارند. قسمت‌های شمالی بی‌هنجاری در نقشه‌های مشتق قائم و ادامه فراسو از شدت بالایی برخوردار است، لذا منشا این بی‌هنجاری از اعماق زیاد تا سطح زمین گسترش دارند، در محدوده این بی‌هنجاری هیچ واحد زمین‌شناسی



مغناطیسی گزارش نشده است و شدت بالای این بی‌هنجاری را شاید به توان به واحدهای حاوی داسیت تا آندزیت پروپیلیتی شده نسبت داد. اما در قسمت‌های جنوبی، عمق آنومالی بیشتر است و برونزدی از واحدهای مذکور نیست. خطواره‌ای تقریباً شرقی- غربی قسمت شمالی و جنوبی بی‌هنجاری را از یکدیگر جدا نموده است.

۴-۶- روش تیلت-عمق (Tilt-Depth)

یک روش ساده برای تخمین عمق منابع مغناطیسی (با فرض یک مدل کنتاکت قائم) روش تیلت-عمق می‌باشد که با استفاده از کنتورهای نقشه زاویه تیلت مغناطیسی امکان پذیر می‌باشد. زاویه تیلت مغناطیسی مشتق نرمال شده بر اساس نسبت مشتقات عمودی و افقی از شدت میدان مغناطیسی برگردان به قطب شده می‌باشد. از آنجایی که این روش یک درک مستقیم از منابع مغناطیسی در عمق را ارائه می‌دهد، روش تیلت-عمق نامیده می‌شود (Salem et al, 2007).

در ساده‌ترین حالت، روش مذکور فرض می‌کند که ساختار منبع مغناطیسی یک کنتاکت عمودی بوده و هیچ مغناطیس باقی‌مانده‌ای وجود ندارد و مغناطیس شدگی القائی به‌صورت قائم می‌باشد. اما وجود یک کنتاکت شیب‌دار به کار گرفتن زاویه میل مغناطیسی نادرست در روش برگردان به قطب و یا وجود هرگونه مغناطیس باقی‌مانده سبب انحراف آنومالی از محل واقعی کنتاکت خواهد شد.

روش تیلت-عمق، عمق را به‌طور مستقیم از مشتق مرتبه اول میدان مغناطیسی اندازه‌گیری شده تخمین می‌زند.

زاویه تیلت به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$\theta = \tan^{-1} \left[\frac{h}{z_c} \right]$$

به طوری که h موقعیت افقی کنتاکت و z_c عمق آن را نشان می‌دهد. در صورتی که زاویه تیلت صفر باشد موقعیت کنتاکت صفر بوده و تقریباً مرز واحدهای مغناطیسی را نشان می‌دهد. اگر زاویه تیلت $\pm 45^\circ$ باشد:

$$h = \pm z_c$$

بنابراین تخمین عمق به‌طور مستقیم از نقشه زاویه تیلت، با اندازه‌گیری نصف مسافت عمودی بین کانتورهای $\pm 45^\circ$ امکان پذیر خواهد بود.

کنتور صفر در نقشه زاویه تیلت استان همدان مطابق شکل (۶-۷)، با مرز ناپیوستگی‌های زمین‌شناسی متناظر بوده و برای آشکار کردن عوارض خطی به کار می‌رود که می‌تواند برای تعیین محدوده واحدهای ولکانیکی و نفوذی مدفون مورد استفاده قرار بگیرد (شکل ۶-۸). ولی از آنجایی که داده‌های مورد استفاده در استان همدان

به دلیل ارتفاع و فاصله خطوط پرواز زیاد از دقت کافی برای مدلسازی و تفسیر کمی برخوردار نیستند، به لحاظ کیفی می‌تواند نشان دهنده تغییرات نسبی عمق توده‌ها در قسمت‌های مختلف باشد (شکل ۶-۷). اندازه‌گیری نسبی عمق توده‌ها مطابق (شکل ۶-۷) نشان می‌دهد که به جز قسمت‌های غرب و جنوب غربی (بی‌هنجاری‌های ۴،۳ و ۷) و گوشه شمال شرقی (بی‌هنجاری ۱) استان، بقیه مناطق از عمق بالایی برخوردارند.

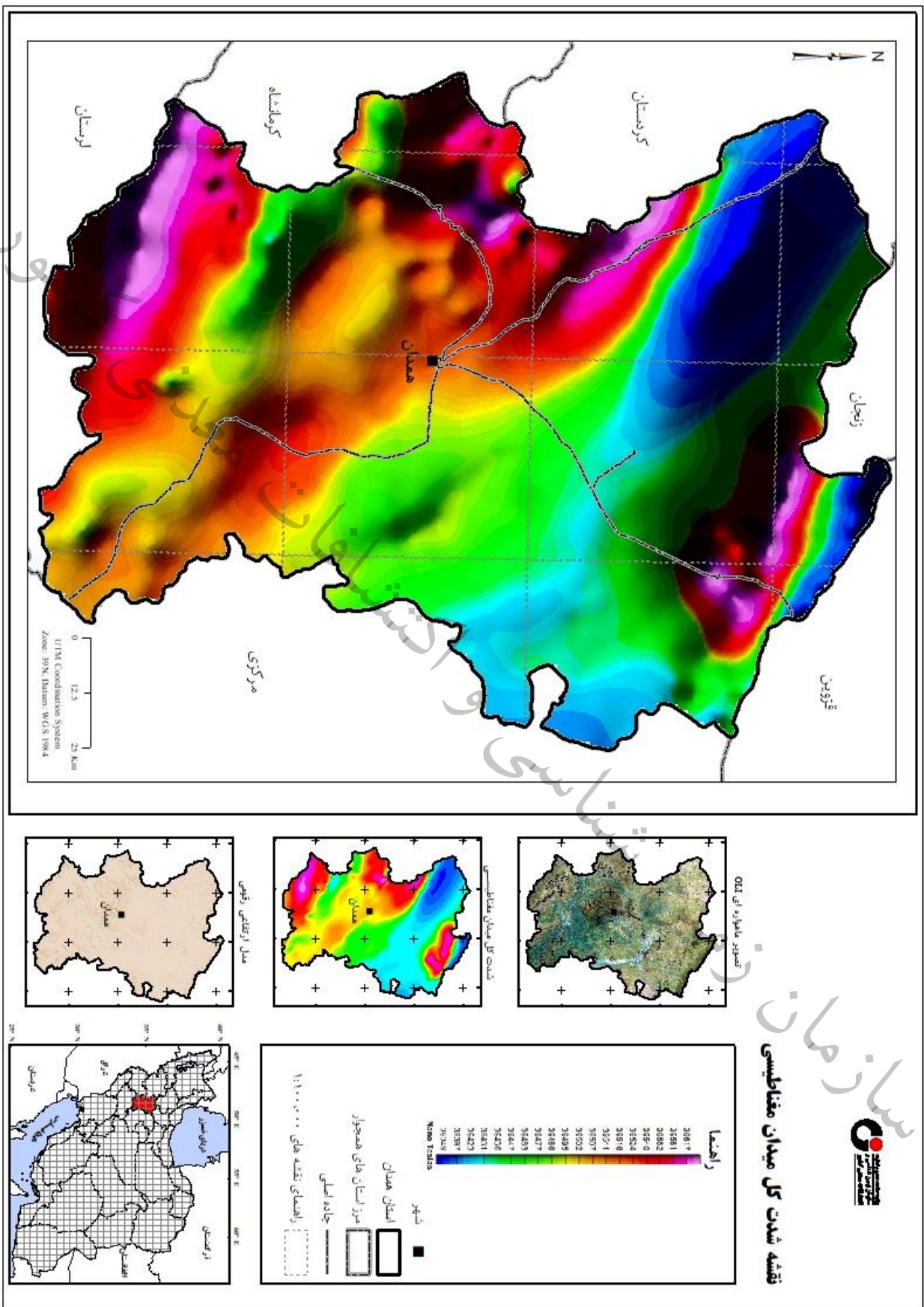
۶-۵- بررسی خطواره‌های مغناطیسی منطقه

از آنجایی که تکتونیک نقش اساسی در کانی‌سازی ایفا می‌نماید، لذا شناسایی دقیق گسل‌های منطقه به ویژه گسل‌های پنهان از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. ساختارهای مذکور به لحاظ بالا آمدن مواد نفوذی و مواد کانی‌ساز و معدنی در امتداد ساختارها حائز اهمیت می‌باشند.

برای تعیین خطواره‌های مغناطیسی (شکل ۶-۸) عمدتاً از داده‌های برگردان به قطب شدت میدان مغناطیسی و مشتق قائم استفاده شده است. در شکل مذکور علاوه بر خطواره‌های مغناطیسی، محدوده احتمالی توده‌های نفوذی و آتشفشانی با استفاده از نقشه‌های سیگنال و مشتقات عمودی و افقی نیز مشخص شده است. خطواره‌های مغناطیسی این منطقه از روند بی‌هنجاریها تبعیت می‌کنند و اغلب جنوب شرقی-شمال غربی هستند. در مناطق کم عمق غرب و جنوب غربی استان خطواره‌ها با امتداد جنوبی-شمالی روندهای اصلی را قطع کرده‌اند. تعدادی خطواره‌های شرقی-غربی هم در قسمت‌های مرکزی استان در محدوده برکه‌های یک صدهزارم توپسرکان و همدان قابل ملاحظه‌اند.

۶-۶- نتیجه‌گیری

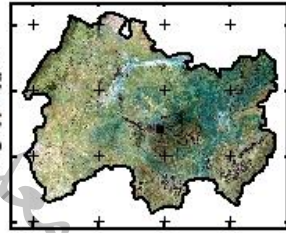
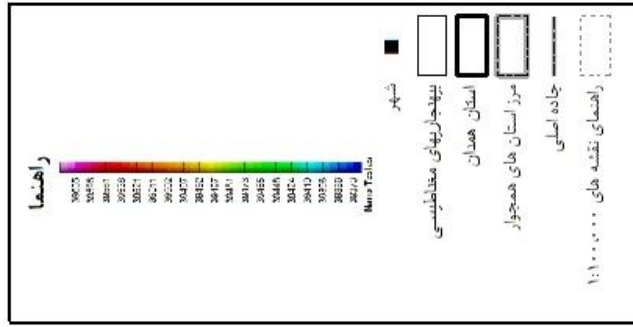
شناسایی توده‌های نفوذی به ویژه توده‌های مدفون و نیز خطواره‌های پنهان مغناطیسی که فقط از طریق روش‌های ژئوفیزیکی امکان پذیر می‌باشد، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و به عنوان یک لایه کلیدی برای تلفیق با سایر لایه‌های زمین‌شناسی جهت اکتشاف مناطق پرتانسیل معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا لایه‌های مذکور مطابق شکل (۶-۸) معرفی شده است. ولی با توجه به ارتفاع و فاصله خطوط پرواز زیاد در داده‌های ژئوفیزیکی مورد استفاده که سبب کاهش دقت در نتایج بدست آمده می‌شود، پیشنهاد می‌گردد برداشت‌های ژئوفیزیک هوایی با روش‌های مغناطیسی، الکترومغناطیسی و رادیومتری و دقت بالا در این محدوده انجام پذیرد تا به توان به اطلاعات جامع و کاملی به لحاظ تحت الارضی و خصوصاً اکتشاف کانسارهای مدفون در منطقه دست یافت.



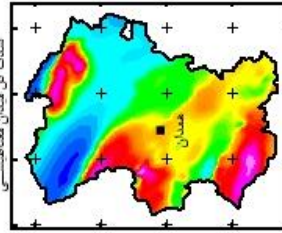
شکل ۱-۶-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی



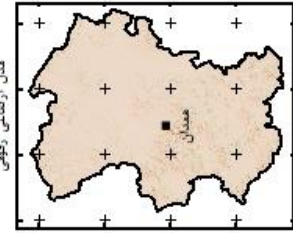
نقشه برگردان به قطب مغناطیسی



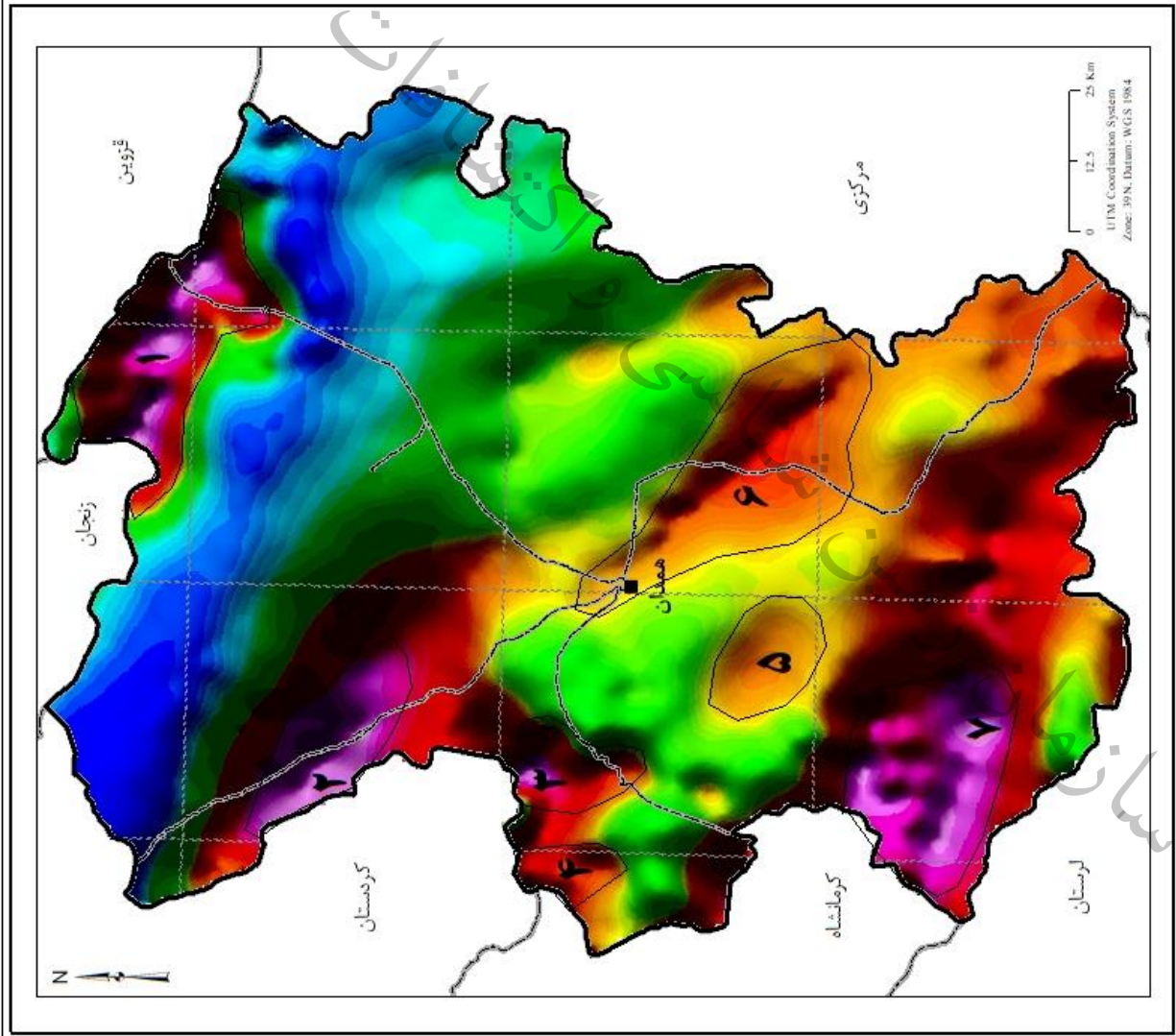
تصویر ماهواره ای DLI



شدت کل میدان مغناطیسی

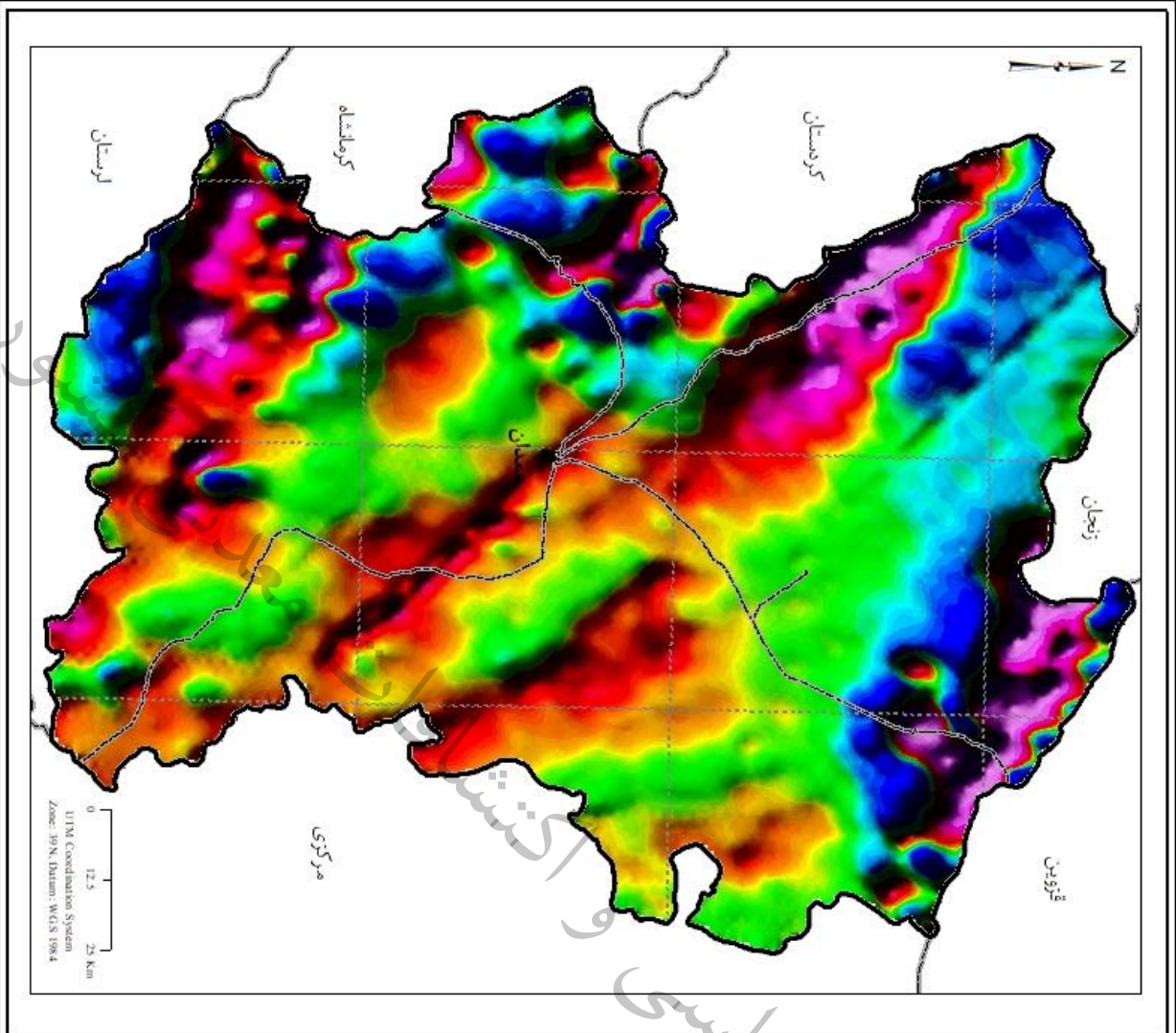
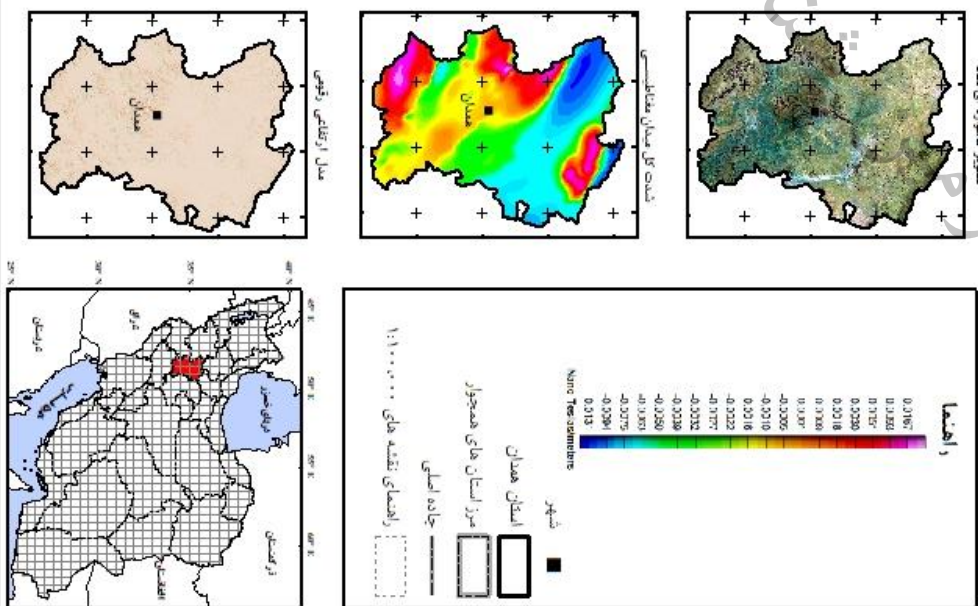


محل ارتفاعی رقمی



شکل ۶-۲- نقشه برگردان به قطب شدت کل میدان مغناطیسی

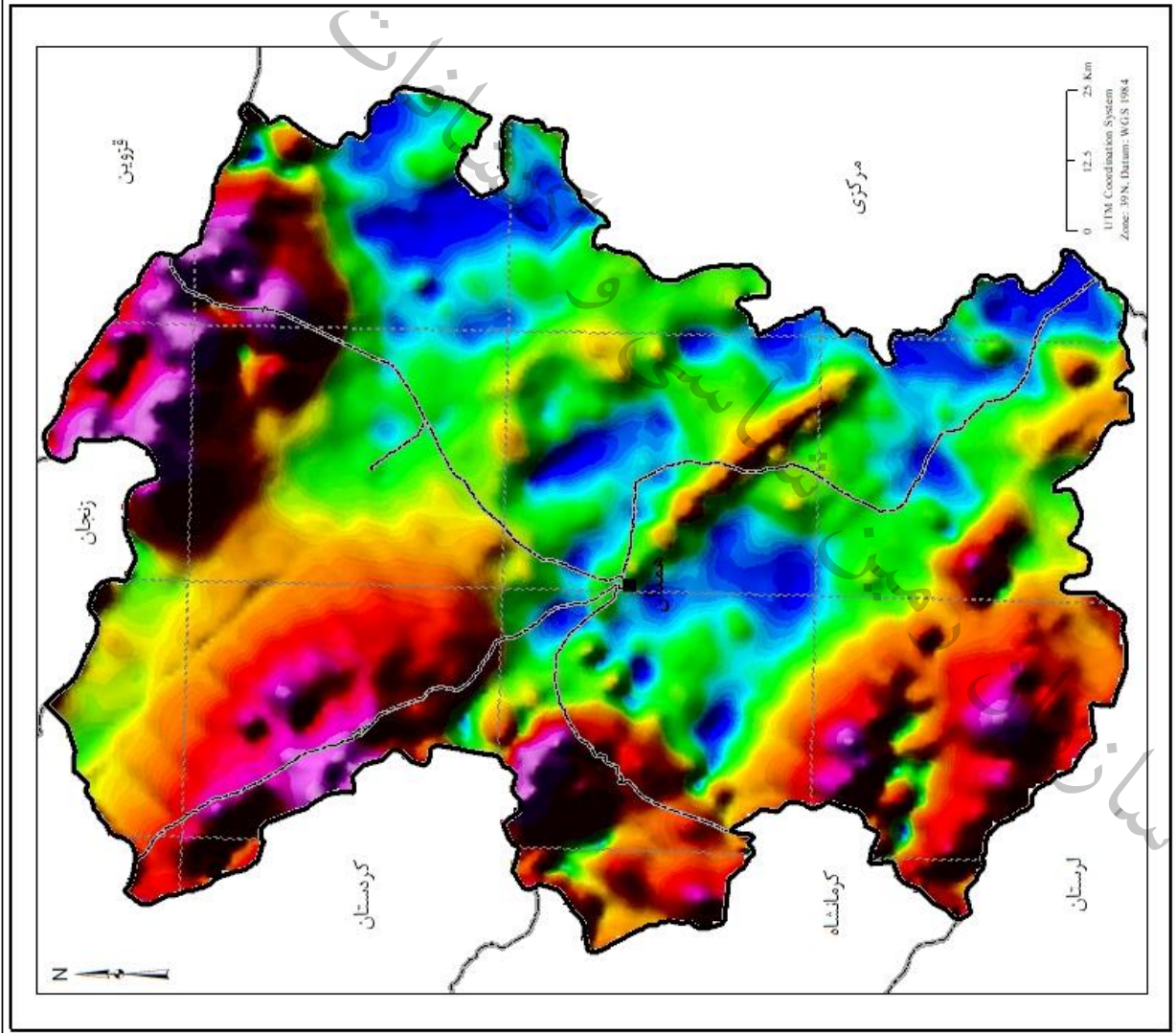
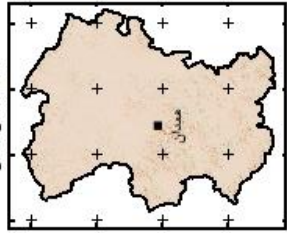
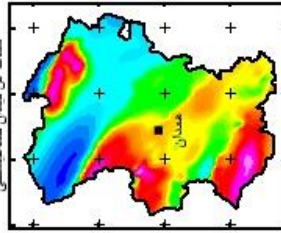
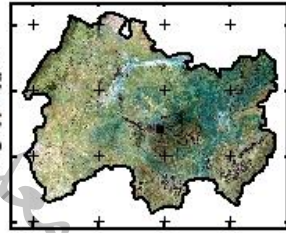
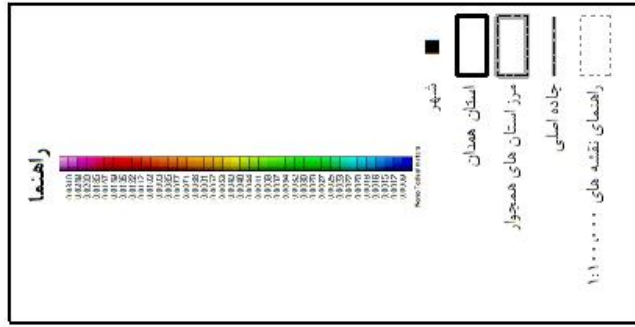
نقشه مشیق اول قائم



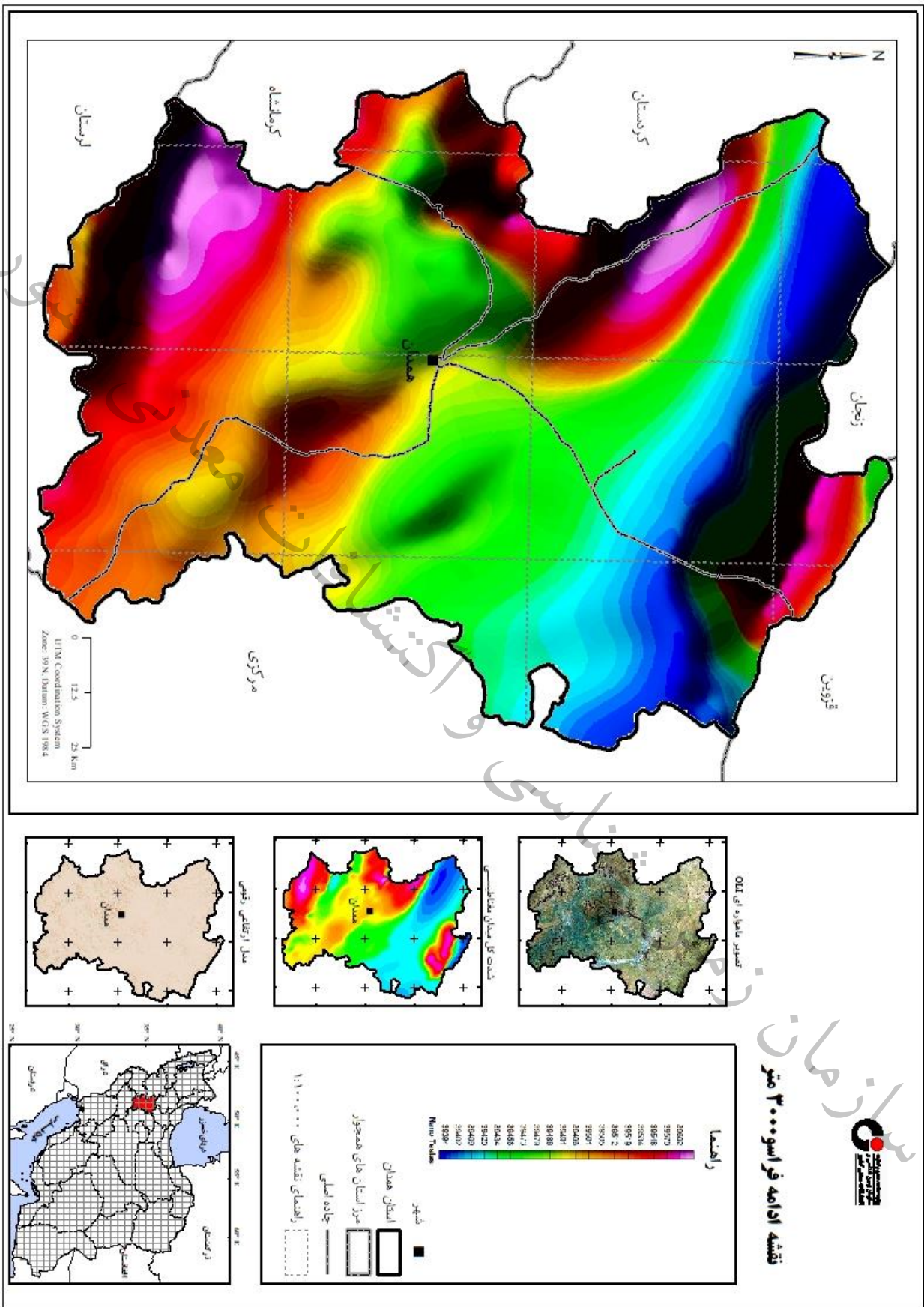
شکل ۳-۶- نقشه مشیق اول قائم



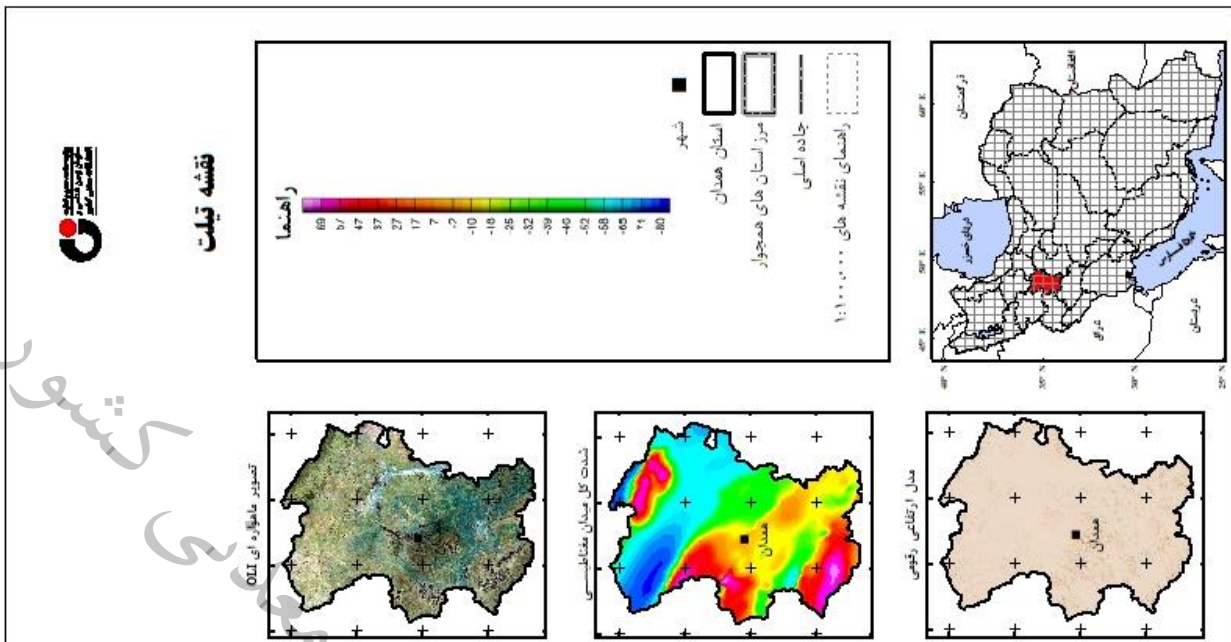
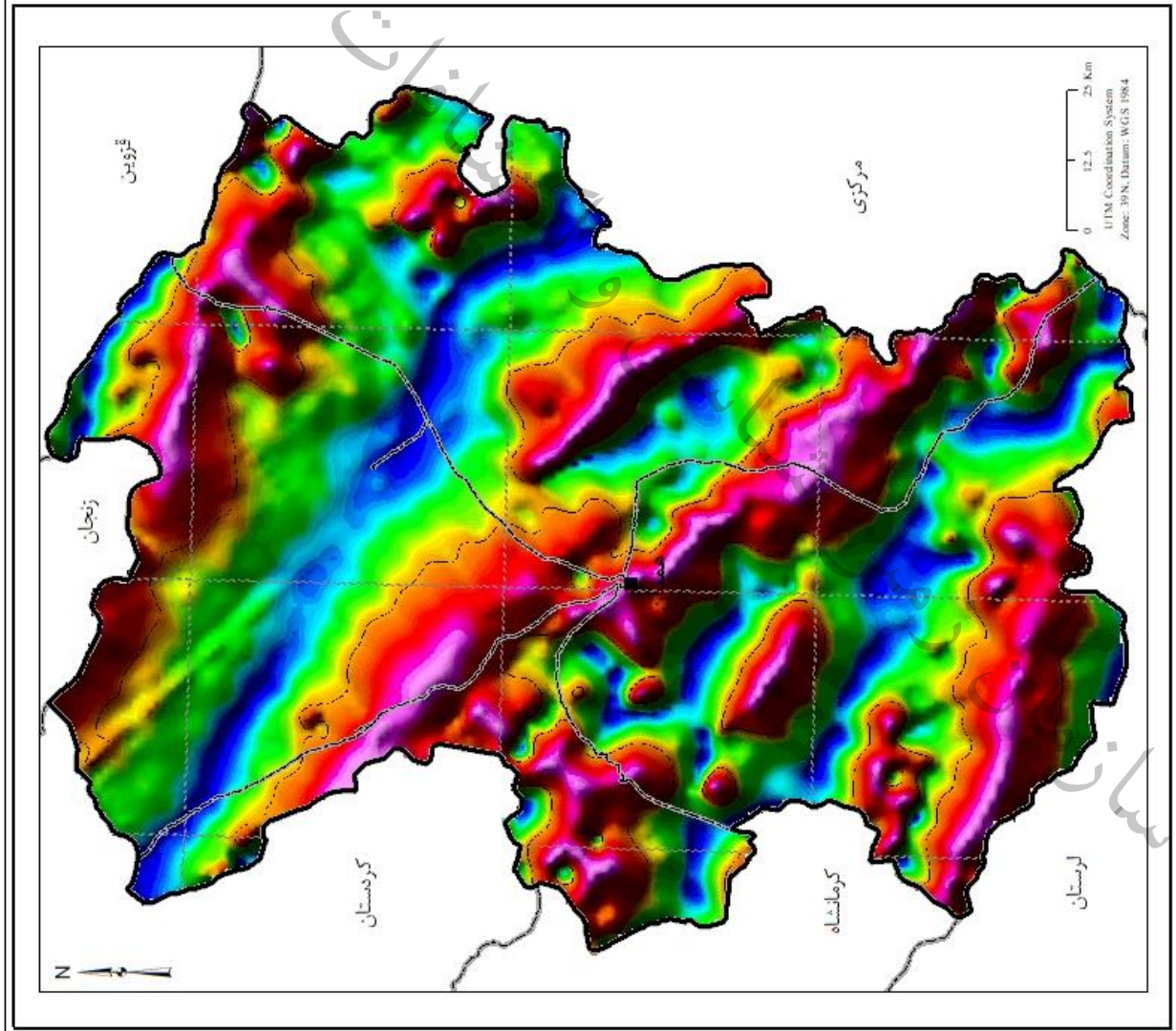
نقشه سیگنال تحلیلی



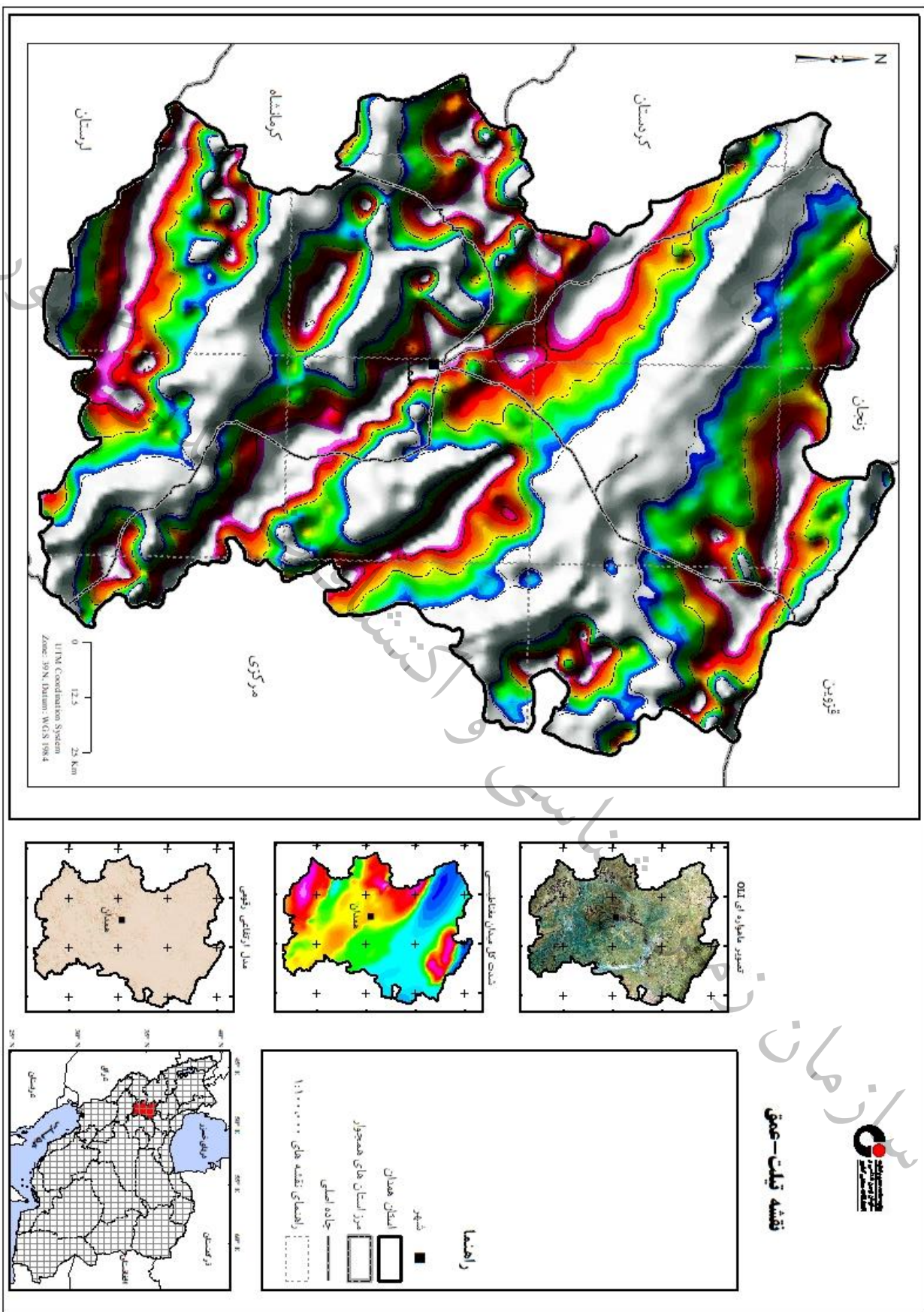
شکل ۴-۶- نقشه سیگنال تحلیلی



شکل ۴-۵- نقشه ادامه فراسو (۳۰۰۰ متر)

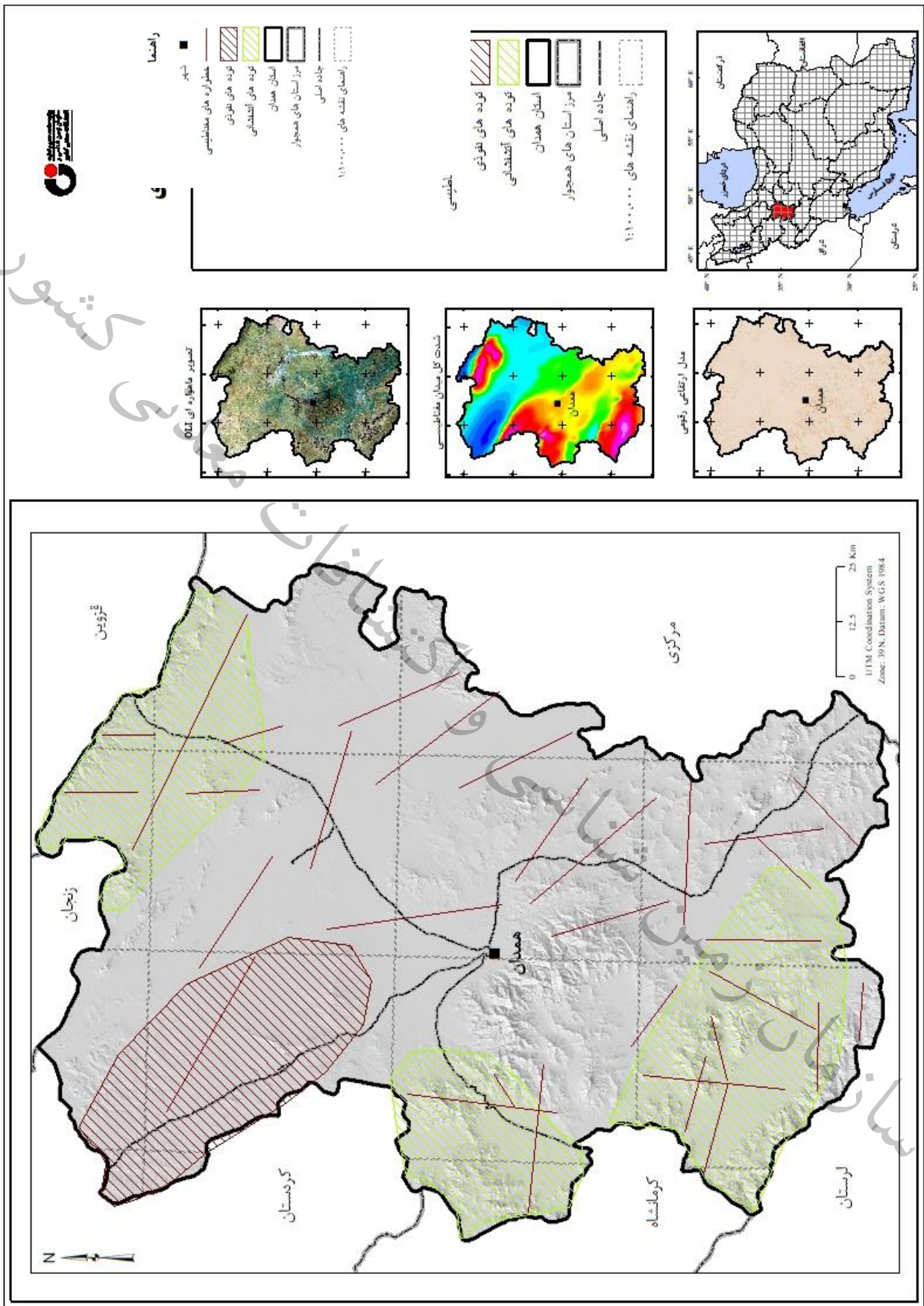


شکل ۶-۶- نقشه زاویه تپیت و مرز واحدهای مناطیسی



نقشه تپت-عمق

شکل ۶-۷- نقشه زاویه تپت و عمق توده‌های مغناطیسی



شکل ۸-۶- نقشه تفسیری مناطیس سنجی هوارد

کشور

معدنی

کشفیات

نتیجہ گیری و

معرفی مناطق امید بخش

سازمان زمین شناسی و

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۷-۱- نتیجه گیری و معرفی مناطق امیدبخش

هدف اصلی بررسی متالوژنی یک منطقه اکتشافی، انجام تقسیم بندی های متالوژنیکی منطقه بر اساس پهنه های ساختاری و پراکندگی انواع مختلف تیپ های کانساری است. این کار منجر به شناخت بهتر واحدهای متالوژنیک منطقه و مناطق کانه دار می گردد که هر یک از آنها بوسیله مجموعه ای از ویژگی های زمین شناسی، ساختاری، ژئوشیمیایی و ژنز مشخص می شوند. هدف دیگر بررسی متالوژنیکی یک منطقه، نمایش ارتباط بین فرآیندهای زمین شناسی و کانه زائی در زمان و مکان است.

به طور کلی، پراکندگی مواد معدنی و سیستم های کانه زایی مختلف در طول زمان و مکان هر چند ناهمگن است، اما به صورت اتفاقی نیست (Meyer and Groves, 1998). پراکندگی آنها به تکامل زمین، بویژه تحولات ژئودینامیکی و کاهش دما (Kerrich et al, 2005) و در نتیجه تعادل بین فرآیندهای تشکیل و حفظ شدگی کانسارها وابسته است (Groves et al, 2005b).

با توجه به اینکه تشکیل مواد معدنی نیازمند فرآیندهای متعددی جهت غنی شدگی اقتصادی برای تشکیل کانسارهای مختلف در محیط های تکتونیکی متفاوت است، پس می توان نتیجه گرفت که تیپ های کانساری مشخص، نشانگر تکتونیک خاص خود بوده و یا به عبارتی در محیط های تکتونیکی مشخص، می توان انتظار تشکیل تیپ های کانساری مناسب با آن محیط را داشت. بر این پایه، تقسیم بندی تیپ های کانساری بایستی با توجه به محیط تکتونیکی آنها صورت گیرد.

تکامل تکتونیکی و فازهای کانه زایی ایران زمین متأثر از چرخه باز و بسته اقیانوس های پروتوتتیس، پالئوتتیس و نئوتتیس است که در این میان چرخه نئوتتیس عامل اصلی تشکیل و تنوع تیپ های کانساری در ایران می باشد. نگاهی به تاریخچه تکتونیکی ایران زمین نشان می دهد که گسترش اقیانوس پروتوتتیس در ایران محدود و بقایای آن تنها در کمربند کاشمر- کرمان قابل مشاهده است (Ramezani and Tucker, 2003). اقیانوس پالئوتتیس در زمان پالئوزوئیک میانی شکل گرفته و بوسیله همگرایی بین صفحات اورآسیا و گندوانا در تریاس آغازین تا میانی از میان رفته است (Stamply, 2000).

در ادامه، چرخه اصلی تشکیل مواد معدنی با ایجاد اقیانوس نئوتتیس در پرمین تا تریاس آغازین، به واسطه ریفت زایی در حاشیه شمالی گندوانا و جدایش بلوک سیمیرین (البرز، لوت، ایران مرکزی) شروع شده و تا پایان چرخه بسته شدن اقیانوس در میوسن، منجر به تشکیل کانسارهای متعددی شده است.

در این میان و در طی تکامل پوسته ایران زمین، استان همدان نیز بعنوان بخشی از آن گستره، تغییراتی را متحمل گردیده است که با توجه به آن میزبان کانسارهای مختلفی می باشد. بخش عمده ای از استان از دیدگاه جدید ترین تقسیم بندی زون های ساختاری ایران (سهندی و همکاران، ۲۰۱۴)، در پهنه سنج - سیرجان

و بخش کوچکی از آن در پهنه ایران مرکزی واقع شده است. که هریک از آنها تکامل تکتونیکی متفاوتی را متحمل گردیده‌اند که خود منجر به ایجاد تیپ‌های کانه‌زائی متنوعی در آنها شده است. در ادامه به بررسی آنها خواهیم پرداخت.

پهنه سنندج- سیرجان باریکه‌ای در جنوب غربی زون ایران مرکزی است که بین خط درز زون زاگرس و زون ماگماتیکی ارومیه دختر قرار دارد. مرز جنوب غربی آن با راندگی اصلی زاگرس مشخص می‌شود ولی ارتباط شمال شرقی آن با مناطق دیگر ایران مرکزی، به دلیل پوشش گسترده سنگ‌های ترشیری و کواترنری، تغییرات جانبی رخساره‌ها و نیز دگرشکلی‌های پیچیده به خوبی مشخص نیست. پهنه سنندج- سیرجان با طول حدود ۱۵۰۰ و پهنای ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر از غرب دریاچه ارومیه آغاز می‌شود و در یک راستای شمال غربی- جنوب شرقی تا گسل میناب در شمال بندرعباس ادامه می‌یابد.

در پهنه ساختاری سنندج- سیرجان به عنوان کمان ماگمایی دوران مزوزوئیک که متحمل دگرگونی درجات مختلف گردیده است، انواع کانسارهای آهن، سرب و روی با میزبان کربناته (MVT)، رسوبی- برون‌دیمی (SEDEX)، کانسارهای طلای کوهزایی و مرتبط با توده‌های نفوذی، کانسارهای آهن ماگمایی-اسکارنی و آهن ولکانوژنیک با سن کرتاسه تشکیل گردیده است.

پهنه ایران مرکزی به شکل مثلثی است که از شرق به بلوک لوت، از شمال به رشته کوه‌های البرز و از جنوب به زون ساختاری سنندج - سیرجان محدود می‌شود. از این رو با توجه به تنوع واحدهای تکتونیکی، سنگ- شناسی و سرگذشتی که از پرکامبرین تا عهد حاضر به‌طور تقریباً مستمر گذرانده است می‌توان شاهد فرآیندهای مختلف متالورژی و در نتیجه کانسیزاسی‌های گوناگون در مقیاس‌های مختلف باشیم. ردیف بسیار ضخیمی از سنگ‌های دگرگونی، رسوبی، ولکانیکی و رخساره‌های گوناگون سنگ‌های آذرین درونی از پرکامبرین تا عهد حاضر در این فلات پهناور نمایان شده است. ذخایر آهن، مس، سرب و روی، طلا، منگنز، آنتیموان، کرومیت، فسفات (تیپ‌های آذرین و رسوبی) و عناصر کمیاب از عمده ذخایر قابل ملاحظه‌ای هستند که در این واحد زمین‌ساختی در اندازه و ابعاد مختلف شناخته شده‌اند.

با توجه به وجود لایه‌های مختلف اطلاعاتی در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و جهت شناخت بهتر توانمندی معدنی ایران زمین، از سال ۱۳۹۵ این سازمان مبادرت به تهیه اطلس ملی نقشه‌های پوششی پتانسیل مواد معدنی یکپارچه کل کشور با استفاده از داده‌های زمین‌شناسی و اکتشافی در مقیاس یکصد هزارم نموده است. این نقشه‌ها براساس تیپ‌های کانساری و با روش تلفیق و مدلسازی در سامانه اطلاعات مکانی و به کارگیری نقشه‌های زمین‌شناسی و داده‌های ژئوشیمیایی در مقیاس یکصد هزارم، داده‌های سنجنده‌های ETM, OLI ماهواره لندست و نیز داده‌های ASTER ماهواره Terra، داده‌های ژئوفیزیک هوایی با فواصل



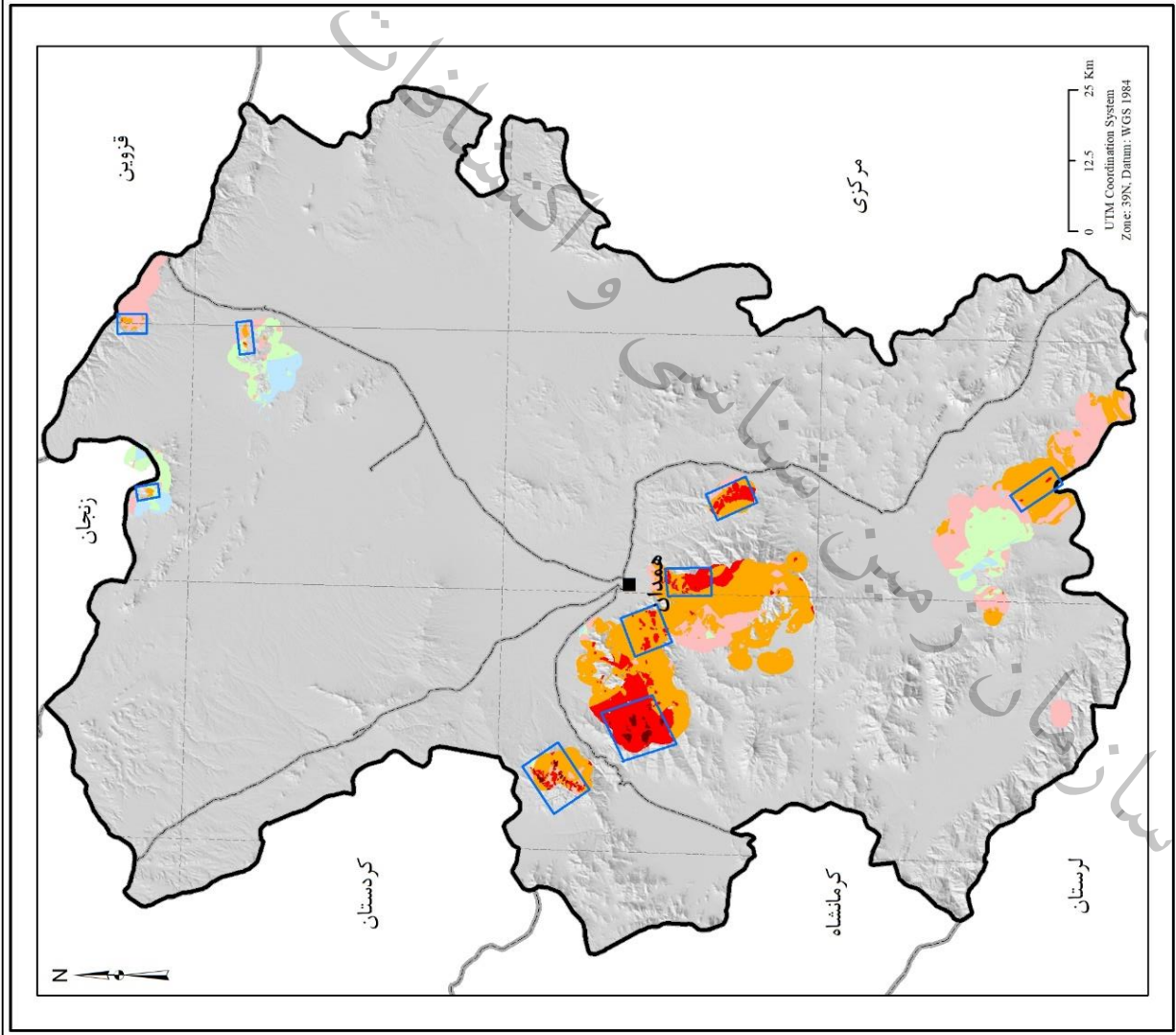
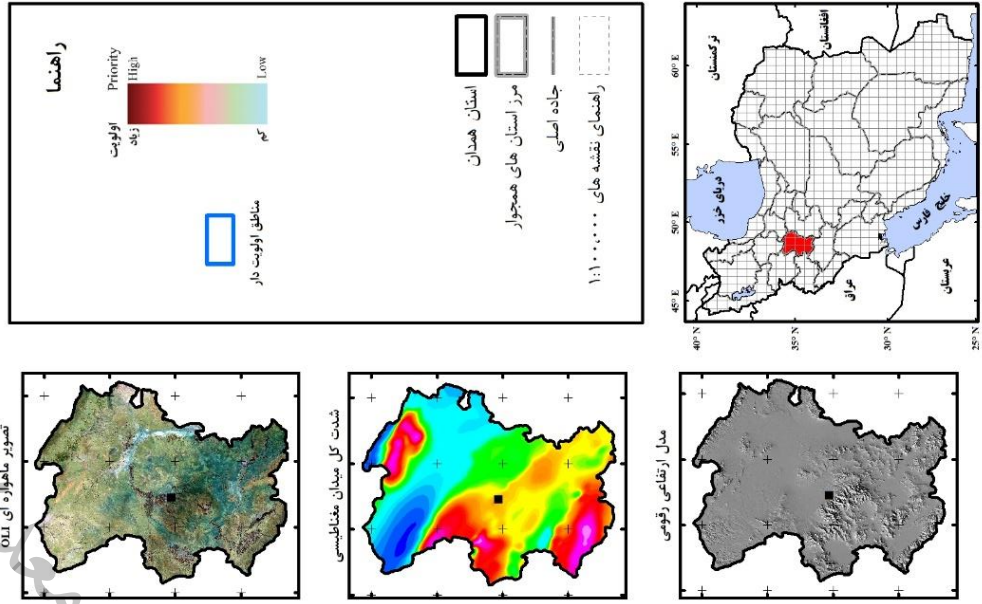
پروازی مختلف، نقشه‌های ژئودینامیکی و متالوژنی ایران و اطلاعات معدنی موجود، تولید شده و در قالب اطلس ملی پتانسیل مواد معدنی ایران ارائه گردیده است. این داده‌ها پس از اعتبار سنجی آماری با توجه به مدل متالوژنی کشور برای تیپ‌های مختلف کانساری در محیط GIS تلفیق و مدلسازی شده‌اند (اطلس ملی نقشه‌های پتانسیل معدنی ایران، ۱۳۹۶).

مدلسازی تیپ‌های کانساری برای دستیابی به نقشه پتانسیل مواد معدنی مختلف، روشی جامع و فراگیر در سهولت بخشی به شناخت کانسارهایی است که دارای ویژگی‌های مشترکی در محیط تشکیل و فرآیندهای کانه‌ساز هستند. در این روش مناطق دارای احتمال پیدایش بیشتر تیپ‌های کانساری به دست می‌آید. به عنوان مثال تلفیق و مدلسازی برای کانسارهای تیپ پورفیری با استفاده از تمامی لایه‌های اطلاعاتی شامل سنگ‌شناسی، سن، شکستگی‌ها، دگرشیبی‌ها، تجمع شکستگی‌ها، دگرسانی‌های گرمایی، آنومالی عناصر اصلی و همراه، ناهنجاری‌های مغناطیسی، نقشه ژئودینامیکی و ... پس از تخمین صحت آماری همه لایه‌ها انجام شده است.

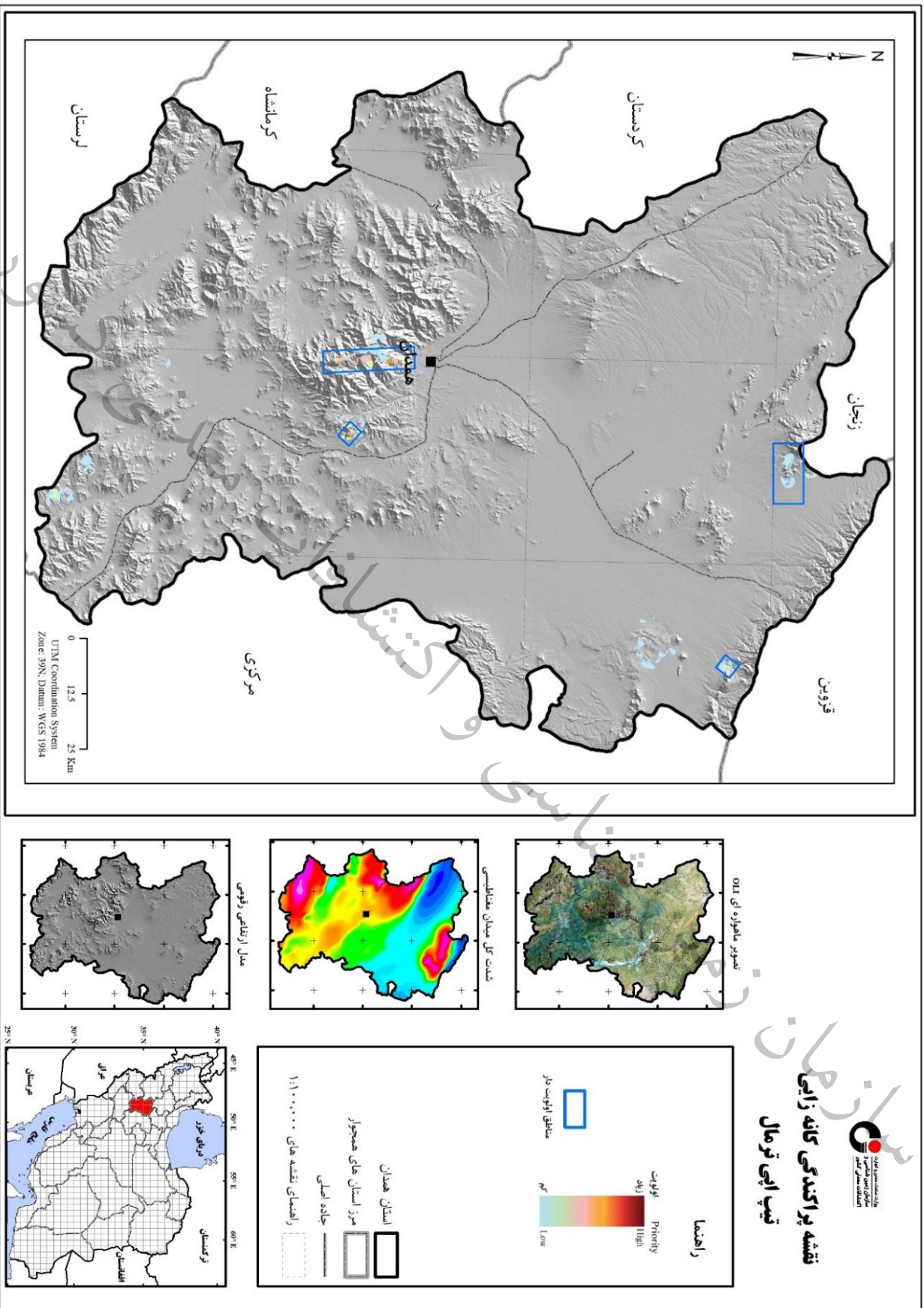
در شکل‌های ۱-۷ الی ۳-۷ نتایج مربوط به مدلسازی ۳ تیپ کانساری محتمل در این استان شامل تیپ‌های اسکارن، اپی‌ترمال و آهن و منگنز رسوبی- برون‌دمی قابل مشاهده است. بر پایه نتایج مدلسازی و پردازش لایه‌های مختلف اطلاعاتی موجود در این استان، برای هر تیپ مناطق اولویت‌دار بر روی نقشه‌ها مشخص شده‌اند.



نقشه پراکنده‌گی کانسارهای تیپ اسکارن



شکل ۷-۱ - نقشه پتانسیل کانسارهای تیپ اسکارن



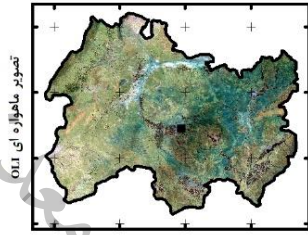
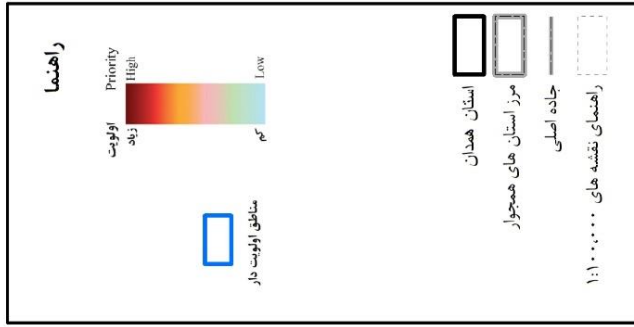

نقشه پراگندگی کانه زایی
تیب اپی ترمال

شکل ۷-۲ - نقشه پتانسیل کانه‌زایی تیب اپی ترمال

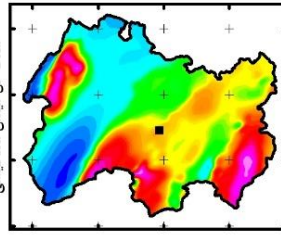


نقشه پراکنده‌گی کانسارهای

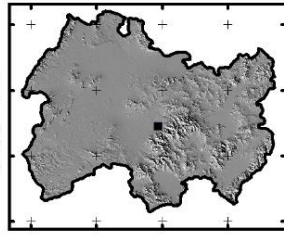
آهن - منگنز رسوبی - پروندمی



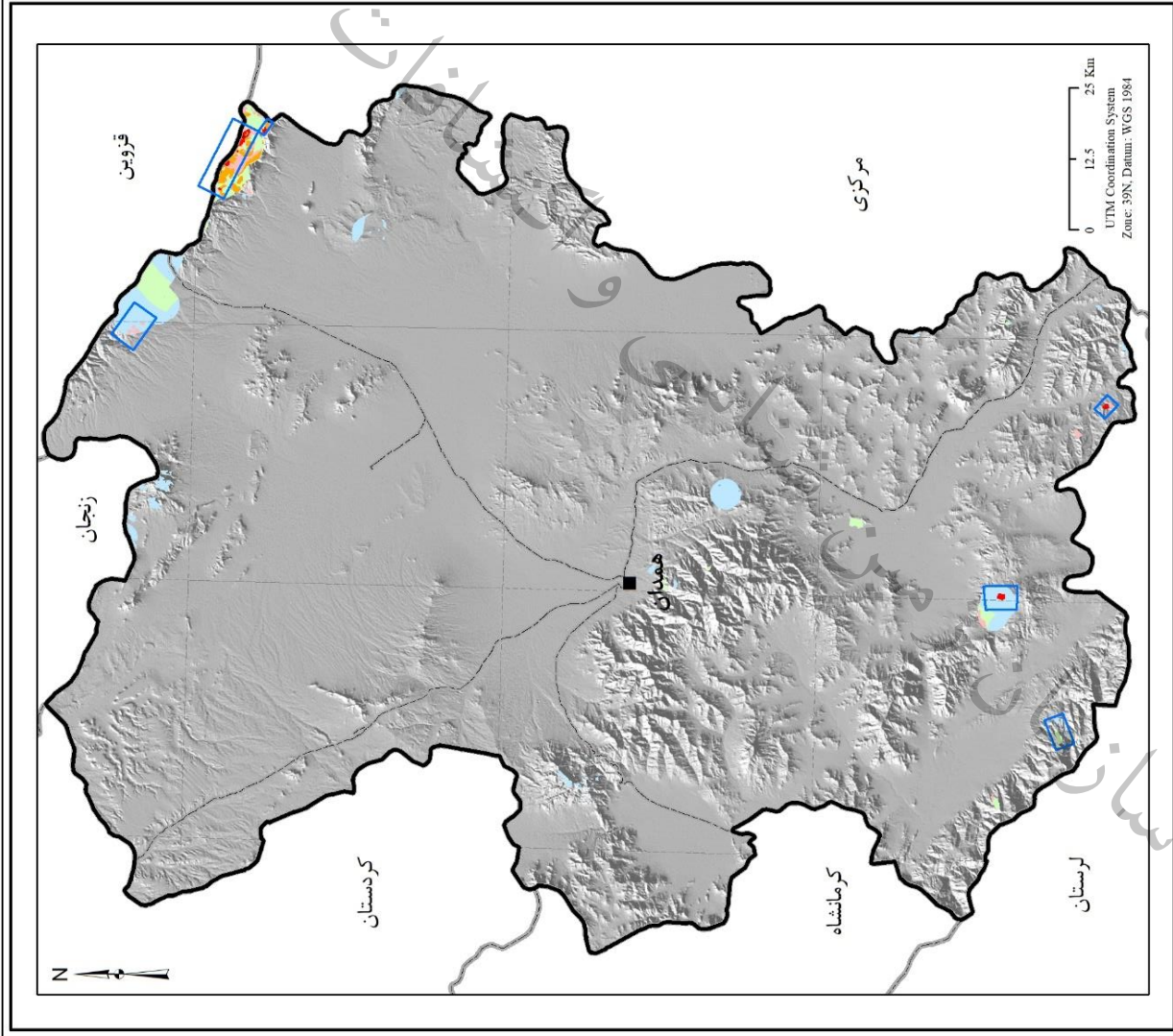
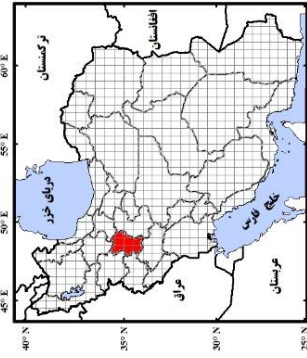
تصویر ماهواره ای 01.1



شدت کل میدان مغناطیسی



مدل ارتفاعی رقومی



شکل ۷-۳ - نقشه پتانسیل کانه‌زایی آهن - منگنز رسوبی - پروندمی

کشور

معدنی

فهرست منابع

و

شناسی

زمین

سازمان

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



منابع فارسی

۱. اسدی هارونی، ه. و منصوری.م. ۱۳۸۷، به نقشه درآوردن آلتراسیون هیدروترمال در ناحیه اکتشافی مس- طلا پورفیری کهنک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای استر و ETM، بیست و هفتمین گردهمایی علوم زمین و سیزدهمین کنفرانس انجمن زمین شناسی ایران و سازمان زمین شناسی ایران
۲. اردبیلی، ا. بدری کلو، ن. ۱۳۹۵، ذخایر طلای ایران
۳. بابایی، خ.، عزیزی، ح.، ۱۳۸۵، شناسایی زونهای آلتراسیون احتمالی با استفاده از داده‌های SWIR سنجنده استر در شمال و شرق استان کردستان، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین
۴. بیاتانی، ع.، ۱۳۹۲، معرفی نسل جدید سری ماهواره های لندست (لندست ۸)، ماهنامه علوم زمین و معدن، سال هشتم، شماره ۸۸، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مردادماه ۱۳۹۲، صص ۲۵-۲۶.
۵. تنگستانی، م.، مظهری، ن.، ۱۳۸۳، بارزسازی و تفکیک زونهای دگرسانی مس پورفیری با استفاده از باندهای فرسرخ موج کوتاه (SWIR) سنجنده استر، مطالعه موردی منطقه میدوک، شمال شهر بابک، کرمان، هشتمین همایش انجمن زمین شناسی ایران.
۱. تنگستانی، م. حسین جانی زاده، م.، ۱۳۸۶، بارزسازی زونهای دگرسانی با استفاده از نقشه برداری زاویه طیفی و عدم اختلاط طیفی خطی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ ساردونیه، جنوب استان کرمان، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.
۲. حسنی پاک، ع.، ۱۳۸۷، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران
۳. حسنی پاک، ع.، ۱۳۸۷، اکتشافات ذخایر طلا، انتشارات دانشگاه تهران
۴. رفاهی، د.، بیاتانی، ع.، خاکزاد، م.، ۱۳۹۰، بکارگیری داده های استردرشناسایی وزون بندی دگرسانی های محدوده معدنی طلای اوغلانسر، سی امین گردهمایی علوم زمین.
۵. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۸، طرح مطالعه بررسی معادن متروکه در استان همدان به منظور احیاء معادن
۶. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۹، طرح اکتشاف کانی های فلزی و غیرفلزی بابلانظر استان همدان
۷. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۱، گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی سیستماتیک در محدوده چهارگوش ۱۰۰۰۰۰ همدان
۸. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۴، طرح اکتشافات مقدماتی طلا و تنگستن در مناطق جنوب شرق داویجان و غرب سامن در برکه ۱۰۰۰۰۰۰ ملایر واقع در استان همدان.
۹. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۴، گزارش نقشه راه علوم زمین و معدن استان همدان
۱۰. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، یافته‌های تازه‌ای از منطقه چهارگوش همدان.
۱۱. شهاب پور، ج.، ۱۳۸۰، زمین شناسی اقتصادی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان
۱۲. عرق بیدی کاشانی، ش.، جعفری، م.، ۱۳۸۸، اکتشاف ناحیه ای طلا و عناصر همراه با استفاده از داده های دورسنجی در منطقه بستان آباد (استان آذربایجان شرقی)، نشریه زمین، شماره ۴، صص ۹۶-۸۱
- قربانی، م.، ۱۳۸۱، دیباچه‌ای بر زمین شناسی اقتصادی ایران، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- قربانی، م.، ۱۳۸۶، زمین شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران، آراین زمین

- قربانی، م. ۱۳۸۷، زمین‌شناسی اقتصادی کانسارها و نشانه‌های معدنی ایران، آراین زمین
۱۳. کریم پور، محمد حسن و دیگران، ۱۳۸۴. اکتشاف ذخایر معدنی مدلهای زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ماهواره‌ای و ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۴. کریمپور، محمدحسن و دیگران، ۱۳۸۴. اکتشافات ذخایر معدنی مدلهای مختلف زمین‌شناسی، ژئوشیمی، ماهواره‌ای و ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۵. گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ همدان، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۸۱
۱۶. گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ ملایر، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۸۲
۱۷. گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ نهاوند، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۸۳
۱۸. گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ توبسرکان، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۸۳
۱۹. گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ کوهین، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۸۳
۲۰. محمدی، ع.، ۱۳۹۲، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در جداسازی زون‌های مختلف کانی‌سازی در محدوده کانسار طلای دره اشکی، بیست و سومین کنگره بین‌المللی معدن ترکیه.
۲۱. مقصودی، ع.، رحمانی، رشیدی، ب.، ۱۳۸۴، کانسارها و نشانه‌های معدنی طلا در ایران، انتشارات آراین زمین، ۴۳۶ ص
۲۲. مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین‌شناسی ایران: چینه‌شناسی زاگرس، سازمان زمین‌شناسی کشور.
۲۳. معین‌وزیری، ح.، ۱۳۷۷، دیباچه‌ای بر ماگماتیسم در ایران، انتشارات دانشگاه خوارزمی، ۴۴۰ ص.
۲۴. ملکزاده شفاوردی، آ.، کریمپور، م.، ح.، حیدریان، ۱۳۸۹، بارزسازی زونهای آلتراسیون در ارتفاعات شمال غربی نیشابور، با استفاده از روش نقشه برداری زاویه طیفی بر روی تصاویر سنجنده استر، نخستین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲۵. مهدیزاده تهرانی، س.، اسدزاده، س.، ۱۳۹۱، فهرست خدمات و راهنمای مطالعات دورسنجی در اکتشاف مواد معدنی، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، نشریه شماره ۶۱۵.
۲۶. نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵، دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۰۹ ص.
۲۷. نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲۸. نوگل سادات، م. ع. ا.، ۱۳۶۴، منطقه‌های برشی و خمیدگی‌های ساختاری در ایران، دستاوردهای تحلیل ساختاری ناحیه قم، گزارش شماره ۵۵، سازمان زمین‌شناسی کشور.



References

1. **Alavi, M.**, 2007, Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran, *American Journal of Science*, V. 307, P. 1064–1095, doi 10.2475/09.2007.02.
2. **Abdeen, M.M., Allison, T.K., Abdelsalam, M.G., Stern, R.J.**, 2001, Application of ASTER band-ratio images for geological mapping in arid regions: The Neoproterozoic Allaqi suture, Egypt. Geological Society of America Annual Meeting, Abstracts with Programs, Boston, USA, November 5-8, 2001 33 (6), 123.
3. **Abrams, M. J., Brown, L., Lepley, R., Sadowski, P.**, 1983, Remote Sensing for porphyry copper deposits in Southern Arizona, *Economic Geology*, Vol. 78, and 591-604pp.
4. **Abrams, M., Hook, S.**, ASTER Users Handbook, Version 2, Jet Propulsion Laboratory, 202p.
5. **Asadi, H.H. and Lavafan, A.**, 2007, Integrated analysis of Aster and Landsat ETM data to map exploration targets in the Muteh gold mining area Iran, Proceeding of the 5th International Symposium on Spatial Data Quality, Modelling qualities in space and time, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), June 13-15, 2007. ITC, Enschede, Netherlands.
6. **Babazade A.** , De Wever P.,2004, Early Cretaceous radiolarian assemblages from radiolarites in the Sistan Suture (eastern Iran), *Geodiversitas* 26 (2) : 185-206.
7. **Bennett, S. A., Atkinson, W. W., Kruse F. A.**, 1993, Use of Thematic Mapper imagery to identify mineralization in the Santa Teresa district, Sonora, Mexico, *International Geology Review*, Vol. 35, 1009–1029 pp.
8. **Brockman, E.C., Fernandez, A., Ballon, R. and Claire, H.**, 1978. Analysis of geological structures based on Landsat-1images, Programa del Satelite Tecnologico de Recursos Naturales, Servicio Geologico de Bolivia (GEOBOL), Lapaz, Bolivia.
9. **Chica-Olmo, M.** 2002, Development of a decision support system based on remote sensing and GIS techniques for gold-rich area identification in SE Spain. *Intl. Journal Remote Sensing*, 23 (22), 4801–4814 pp.
10. **Di Tommaso, I., Rabinstein, N.**, 2007, Hydrothermal alteration Mapping using ASTER data in the Infiernillo Porphyry deposit, Argentina. *Ore Geology Review*, Vol. 32, 275–290 pp.
11. **Ferreir, G., White, K., Griffiths, G., Bryant, r., Stefofuli, M.**, 2002, the mapping of hydrothermal alteration zones on the island of Levos, Greece using an integrated remote sensing dataset. *International of journal of Remote sensing*, Vol. 23, 341-356 pp.
12. **Gupta, R. P.**, 1991, *Remote Sensing Geology*. Springer – Verlag, Berlīne, 356 p.
13. **Harsanyi, J. C., Chang, C. I.**, 1994, Hyperspectral image classification and dimensionality reduction: an orthogonal subspace projection approach. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol.32, 779–785 pp.
14. **Mirzababaei, G., Shahabpour, J., Zarasvandi, A. and Hayatolgheyb, S.M.**, 2016. Structural Controls on Cu Metallogenesis in the Dehaj Area, Kerman Porphyry Copper Belt, Iran: A Remote Sensing Perspective, *journal of sciences Islamic Republic of Iran*, v. 27(3), p. 253-267.
15. **Mohajjel, M.**, 1997, Structure and tectonic evolution of Paleozoic-Mesozoic rocks, Sanandaj-Sirjan zone, western Iran. PhD thesis, University of Wollongong, Australia. 224 p.
16. **Mohajjel, M.**, C.L. Fergusson , M.R. Sahandi 2003: Cretaceous–Tertiary convergence and continental collision, Sanandaj–Sirjan Zone, western Iran. – *Journal of Asian Earth Sciences*, 21, pp. 397–412.
17. **Milligan , P.R. & Gunn, P.J.**, 1997. Enhancement and presentation of airborne geophysical data. *AGSO journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 63-75.

18. **Omrani, J.**, 2008, The geodynamic evolution of Zagros: Tectonic and Petrological constraints from the internal zones, University Pierre et Marie Curie (Paris 6).
19. **Ranjbar, H., Honarmand, M., Moezifar, Z., Roonwal, G.s., 2002**, Application of Crosta technique for porphyry copper alteration mapping, using ETM+ data: A case study of Meiduk and SAR Cheshmehareas, Kerman, Iran, Exploration and mining geology 11, 43-48pp.
20. **Ranjbar, H., Honarmand, M., 2005**, Exploration for base metal mineralization in the southern part of the Central Iranian Volcanic Belt by using ASTER data. Map India, Geomatics 2005.
21. **Reuter, M.**, Piller, W. E., Harzhauser, M., Mandic, O., Berning, B., Rogl, F., Kroh, A., 2007, The Oligo-Miocene Qom Formation (Iran): evidence for an early Burdigalian restriction of the Tethyan Seaway and closure of its Iranian gateways, Springer-Verlag, Int J Earth Sci (Geol Rundsch), doi 10.1007/s00531-007-0269-9.
22. **Rutz-Armenta, J. R. and Prol-Ledesma, R. M., 1998**, Techniques for enhancing the spectral response of hydrothermal alteration minerals in Thematic Mapper images of Central Mexico, International Journal of Remote Sensing, 19, 1981-2000 pp.
23. **Sabins, F.F., 1999**, Remote sensing for mineral exploration, Ore Geology Reviews 14, p. 157–183.
24. **Sabzehei, M., 1974**, Les Melangesophiolitiques de la region D'Esfandagheh (Iran meridional). Etude petrologique et structurale, interpretation dans le cadre Iranien. PH. D. Thesis, University of Grenoble France, 303 pp
25. **Salem, A., Williams, S., Fairhead, J. D., Ravat, D., and Smith, R., 2007**. Tilt-Depth method: A simple depth estimation method using first-order magnetic derivatives: *Leading Edge*, **26**, 1502–1505. doi:10.1190/1.2821934
26. **Stocklin, J.**, 1968, Structural history and tectonics of IRAN: a review, AAPG Bulletin, v. 52, no. 7, p. 1229-1258.
27. **Sengor, A. M. C.**, 1984. "The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia" Geological Society of America, Special Paper, 195, p.1-82.
28. **Tangestani, M. H., & Moore, F., 2002**, Porphyry copper alteration mapping at the Meiduk area, Iran. International Journal of Remote Sensing, 23, 4815–4826 pp.
29. **Vincent, R. K. 1997**, Fundamentals of Geological and Environmental Remote Sensing, Prentice Hall, 370 p.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور