

کشور

عربی

الله أكبر

شناسی

زمین

سازمان



سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نگاهی به داده های زمین شناسی واکتشافی

استان ایلام

مجموعه مطالعات زمین شناسی، ژئوشیمیایی، سنجش از دور، ژئوفیزیک

هوایی، زمین شناسی اقتصادی و تلفیق و مدل سازی

سازمان زمین شناسی و

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



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

دفتر ژئوماتیکس

مجری پروژه:

محمد صادقی

مدیر پروژه:

افسانه مهدیزاده

" گزارش حاضر طبق کد ۱۴۰۱/۱۳۸ گ ۳۳۰۹-۶۱۰۰-۱۴۰۰ 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، متالورژی و زمین شناسی اقتصادی

افسانه مهدیزاده

مطالعات ژئوشیمیایی

لیلی فتح الله پور

مطالعات دورسنجی

فاطمه حاجی محمدی

مطالعات ژئوفیزیک هوایی

نسرین امیرمطلبی

تلفیق و مدلسازی

زهرا اکبری

ویراستاری و صفحه آرایی

لیلا قدیمی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه و راههای دسترسی	۱
۳-۱- جغرافیای طبیعی	۳
۴-۱- جغرافیای انسانی	۶

فصل دوم: زمین شناسی

۱-۲- مقدمه	۹
۲-۲- مزوزوئیک	۱۲
۳-۲- سنوزوئیک	۱۳
۲-۴- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک	۱۵
۲-۴-۱- گسل	۱۷
۴-۲-۲- تاقدیس	۲۱

فصل سوم: زمین شناسی اقتصادی و متالورژی

۱-۳- مقدمه	۲۷
۲-۳- منابع فلزی	۲۸
۱-۲-۳- آهن	۲۸
۳-۳- منابع غیرفلزی	۲۹
۱-۳-۳- مواد و مصالح ساختمانی	۲۹
۱-۱-۳-۳- سنگ لاشه	۳۲
۲-۱-۳-۳- گچ (ژیپس)	۳۳
۳-۱-۳-۳- مرمریت	۳۶
۲-۳-۳- رس ها	۳۶
۱-۲-۳-۳- رس	۳۶
۲-۲-۳-۳- شیل	۳۷
۳-۳-۳- تبخیری	۳۷
۱-۳-۳-۳- نمک	۳۷
۴-۳-۳- سنگ آهک	۴۶
۵-۳-۳- فسفات	۵۴
۶-۳-۳- شن و ماسه	۵۵
۷-۳-۳- سلسنتین	۶۰
۸-۳-۳- گوگرد	۶۰

۶۱	۴-۳ - سنگهای نیمه قیمتی.....
۶۲	۵-۳ - سوخته‌های فسیلی.....
۶۲	۱-۵-۳ - نفت و گاز.....
۶۶	۲-۵-۳ - بیتومین.....

فصل چهارم: مطالعات دورسنجی

۷۱	۱-۴ - مقدمه.....
۷۱	۲-۴ - داده های ماهواره ای.....
۷۷	۳-۴ - روش کار.....
۷۷	۱-۳-۴ - پیش پردازش.....
۸۳	۲-۳-۴ - پردازش.....
۸۹	۳-۳-۴ - استخراج اطلاعات (پس پردازش).....
۱۰۹	۴-۴ - تفسیر نتایج پردازش تصاویر.....

فصل پنجم: مطالعات ژئوشیمیایی

۱۱۱	۱-۵ - مقدمه.....
۱۱۱	۲-۵ - آماده سازی، پردازش و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی.....
۱۱۴	۳-۵ - پردازش داده‌های ژئوشیمیایی.....
۱۱۴	۴-۵ - پردازش داده‌های سنسورد.....
۱۱۵	۵-۵ - بررسی آماری تک متغیره.....
۱۱۵	۶-۵ - محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده‌ها.....
۱۱۹	۷-۵ - جدایش ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی براساس میانه و انحراف معیار $X + nS$
۱۲۰	۸-۵ - ترسیم نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی.....
۱۴۱	۹-۵ - جمع‌بندی.....

فصل ششم: ژئوفیزیک هوایی

۱۴۳	۱-۶ - مقدمه.....
۱۴۳	۲-۶ - روش مغناطیس سنجی.....
۱۴۵	۱-۲-۶ - نقشه شدت کل و یا میدان مغناطیسی باقیمانده.....
۱۴۵	۲-۲-۶ - فیلتر برگردان به قطب.....
۱۴۵	۳-۲-۶ - فیلتر مشتق قائم.....
۱۴۶	۴-۲-۶ - فیلتر ادامه فراسو.....
۱۴۶	۵-۲-۶ - فیلتر سیگنال تحلیلی (Analytic signal).....
۱۴۷	۳-۶ - بررسی داده‌های مغناطیس سنجی استان ایلام.....
۱۵۵	۴-۶ - روش تیلت- عمق (Tilt-Depth).....

- ۱۵۵ ۱-۴-۶- بررسی نقشه زاویه تیلت
- ۱۵۹ ۵-۶- بررسی خطوط‌های مغناطیسی
- ۱۵۹ ۶-۶- نتیجه‌گیری

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و معرفی مناطق امیدبخش

- ۱۶۱ ۱-۷- نتیجه‌گیری و معرفی مناطق امیدبخش

فهرست اشکال

فصل اول

- شکل ۱-۱- نقشه راه‌های دسترسی استان ایلام ۲

فصل دوم

- شکل ۱-۲- نقشه زمینشناسی استان ایلام بر پایه سن ۱۱
- شکل ۲-۲- نقشه گسل‌های استان ایلام (بر پایه نقشه زمین‌شناسی) ۱۸

فصل سوم

- شکل ۱-۳- نقشه پراکندگی پتانسیل‌های غیرفلزی استان ایلام ۳۰
- شکل ۲-۳- نقشه پراکندگی کانسارهای غیرفلزی استان ایلام ۳۱
- شکل ۳-۳- نقشه پراکندگی کانسارهای نمک استان ایلام ۴۵
- شکل ۴-۳- نقشه پراکندگی کانسارهای بیتومین استان ایلام ۶۹

فصل چهارم

- شکل ۱-۴- ارتباط بین هندسه تصویر، مدل رقومی ارتفاع، سطح مبنا و وضعیت پیکسلها در حالت قبل و بعد از تصحیح ۸۰
- شکل ۲-۴- ایندکس ASTER سینهای پوشش دهنده استان ایلام ۸۱
- شکل ۳-۴- سینهای اطلاعاتی پوششی تصاویر Sentinel-2A ۸۲
- شکل ۴-۴- سینهای اطلاعاتی پوششی تصاویر لندست ۸ (OLI) ۸۳
- شکل ۵-۴- مقایسه نمودار منحنی طیفی برخی کانیها براساس کتابخانه طیفی قبل و بعد از Resample شدن با داده‌های ASTER ۸۷
- شکل ۶-۴- منحنی طیفی ژپس و محل باندهای SWIR سنجنده ASTER، (Baldrige et al. 2009) ۹۰
- شکل ۷-۴- ترکیب باندی RGB:(432)، ماهواره لندست ۸ ۹۱
- شکل ۸-۴- ترکیب باندی RGB: (654)، ماهواره لندست ۸ ۹۲
- شکل ۹-۴- ترکیب باندی RGB: (642)، ماهواره لندست ۸ ۹۳
- شکل ۱۰-۴- تصویر ترکیب رنگی (RGB:۴۶۸) سنجنده ASTER ۹۴
- شکل ۱۱-۴- تصویر ترکیب رنگی RGB:456 سنجنده ASTER ۹۵
- شکل ۱۲-۴- تصویر ترکیب رنگی RGB:14,12,10 سنجنده ASTER ۹۶
- شکل ۱۳-۴- تصویر ترکیب رنگی حقیقی ماهواره Sentinel-2A ۹۷
- شکل ۱۴-۴- تصویر ترکیب رنگی کاذب استاندارد ماهواره Sentinel-2A ۹۸

- شکل ۴-۱۵- تصویر ترکیب رنگی RGB:11,4,2 ماهواره Sentinel-2A ۹۹
- شکل ۴-۱۶- تصویر ترکیب رنگی RGB:11,12,3 ماهواره Sentinel-2A ۱۰۰
- شکل ۴-۱۷- تصویر ترکیب رنگی RGB:12,3,2 ماهواره Sentinel-2A ۱۰۱
- شکل ۴-۱۸- تصویر ترکیب رنگی RGB:9,3,1 سنجنده ASTER ۱۰۲
- شکل ۴-۱۹- تصویر ترکیب بسط ناهمبستگی، (Decorrelation Stretch RGB:4,6,8)، سنجنده ASTER ۱۰۳
- شکل ۴-۲۰- نسبت های باندی (4+8/6)، ماهواره Aster ۱۰۵
- شکل ۴-۲۱- ترکیب نسبت های باندی (RGB:11/12,4/2,4/11)، ماهواره Sentinel-2A ۱۰۶
- شکل ۴-۲۲- نقشه خطواره ها و شکستگی های ساختاری، ماهواره RGB:432, Sentinel-2A ۱۱۰

فصل پنجم

- شکل ۵-۱- نقشه پراکندگی نمونه های ژئوشیمیایی سیلت در استان ایلام ۱۱۳
- شکل ۵-۲- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ag, Co, Cr, Pb, Zn ۱۱۸
- شکل ۵-۳- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان ایلام ۱۲۲
- شکل ۵-۴- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک در استان ایلام ۱۲۳
- شکل ۵-۵- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر باریم در استان ایلام ۱۲۴
- شکل ۵-۶- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر برلیوم در استان ایلام ۱۲۵
- شکل ۵-۷- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کادمیم در استان ایلام ۱۲۶
- شکل ۵-۸- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کبالت در استان ایلام ۱۲۷
- شکل ۵-۹- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم در استان ایلام ۱۲۸
- شکل ۵-۱۰- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مس در استان ایلام ۱۲۹
- شکل ۵-۱۱- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آهن در استان ایلام ۱۳۰
- شکل ۵-۱۲- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر منگنز در استان ایلام ۱۳۱
- شکل ۵-۱۳- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن در استان ایلام ۱۳۲
- شکل ۵-۱۴- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل در استان ایلام ۱۳۳
- شکل ۵-۱۵- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب در استان ایلام ۱۳۴
- شکل ۵-۱۶- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان در استان ایلام ۱۳۵
- شکل ۵-۱۷- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر قلع در استان ایلام ۱۳۶
- شکل ۵-۱۸- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تیتانیوم در استان ایلام ۱۳۷
- شکل ۵-۱۹- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر اورانیوم در استان ایلام ۱۳۸
- شکل ۵-۲۰- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تنگستن در استان ایلام ۱۳۹
- شکل ۵-۲۱- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی در استان ایلام ۱۴۰

فصل ششم

- شکل ۶-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی استان ایلام ۱۴۹
- شکل ۶-۲- نقشه برگردان به قطب شدت کل میدان مغناطیسی استان ایلام ۱۵۰
- شکل ۶-۳- نقشه مشتق اول قائم استان ایلام ۱۵۱
- شکل ۶-۴- نقشه ادامه فراسو (۲۰۰ متر) استان ایلام ۱۵۲
- شکل ۶-۵- نقشه ادامه فراسو (۴۰۰ متر) استان ایلام ۱۵۳

- شکل ۶-۶- نقشه سیگنال تحلیلی استان ایلام ۱۵۴
- شکل ۶-۷- نقشه زاویه تیلت و مرز واحدهای مغناطیسی استان ایلام ۱۵۷
- شکل ۶-۸- نقشه زاویه تیلت- عمق استان ایلام ۱۵۸
- شکل ۶-۹- نقشه تفسیری مغناطیس سنجی هوابرد استان ایلام ۱۶۰

فهرست جداول

فصل سوم

- جدول ۳-۱- ذخایر سنگ آهک منطقه شمال شرق استان ایلام (شیروان چرداول) ۴۸
- جدول ۳-۲- ذخایر سنگ ساختمانی منطقه جنوب شرقی استان ایلام (مسیر ایلام به دره شهر) (جودکی، ۱۳۷۴) ۵۰
- جدول ۳-۳- ذخایر سنگ آهک مسیر ایلام- مهران- دهلران (جودکی، ۱۳۷۴) ۵۲
- جدول ۳-۴- ذخایر سنگ آهک منطقه شمالی جاده ایلام به اسلام آباد (جودکی، ۱۳۷۴) ۵۴

فصل چهارم

- جدول ۴-۱- داده های استفاده شده در این بررسی ۷۳
- جدول ۴-۲- خصوصیات سنجنده OLI و TIRS ۷۴
- جدول ۴-۳- خصوصیات سنجنده aster ۷۵
- جدول ۴-۴- خصوصیات تصاویر Sentinel-2 ۷۵
- جدول ۴-۵- مقایسه خصوصیات تصاویر ASTER ، تصاویر OLI و تصاویر ماهواره SENTINEL-2 ۷۶
- جدول ۴-۶- مقایسه محدوده طیفی و پهنای باندهای Sentinel2A با SPOT5,Landsat8,ASTER,HyMap و WorldView3 در طیف الکترومغناطیس (F.D van der Meer et al,2014) ۷۶
- جدول ۴-۷- هم پوشانی محدوده های طیفی Sentinel-2A(shaded) and ASTER (line) در محدوده طول موج VNIR(top) (F.D van der Meer et al,2014), and SWIR (bottom) ۷۷
- جدول ۴-۸- شماره تصاویر ASTER ۸۱
- جدول ۴-۹- شماره و تاریخ برداشت تصاویر Sentinel-2A ۸۲
- جدول ۴-۱۰- شماره و تاریخ برداشت تصاویر لندست ۸ (OLI) ۸۳
- جدول ۴-۱۱- نسبت های باندی رایج در پردازش تصاویر ASTER و Sentinel-2 ۱۰۵

فصل پنجم

- جدول ۵-۱- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه ورزسین ۱۱۷

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی 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 دانسته‌های 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 بصورت نسخه چاپی و به صورت رقمی منتشر و در دسترس عموم قرار می‌گیرد.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معذنی

انفانت

فصل اول

کلیات

سازمان زمین شناسی و

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۱-۱- مقدمه

مطالعات داده های زمین شناسی و اکتشافی استان ایلام به عنوان یکی از پروژه های دفتر ژئوماتیکس در دستور کار گروه ژئوانفورماتیک قرار گرفت. این استان با مساحتی بالغ بر ۱۹۰۸۶ کیلومتر مربع در بخش غربی کشور واقع شده که از غرب با کشور عراق، از جنوب با استان خوزستان، از شرق با استان لرستان و از شمال با استان کرمانشاه همسایه می باشد که با توجه به جایگاه زمین شناسی، تشکیلات زمین شناسی تشکیل دهنده، تاریخچه تکتونیکی و ذخایر معدنی موجود، مستعد انجام مطالعات اکتشافی می باشد. این استان با کشور عراق حدود ۴۳۰ کیلومتر مرز مشترک دارد. براساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۸۸، این استان دارای ۸ شهرستان، ۲۰ بخش، ۲۲ شهر و ۴۰ دهستان است. شهر ایلام به عنوان مرکز استان و شهرستان های آبدانان، ایلام، ایوان، دره شهر، مهران، دهلران و سرابله شهرهای مهم این استان را تشکیل داده اند.

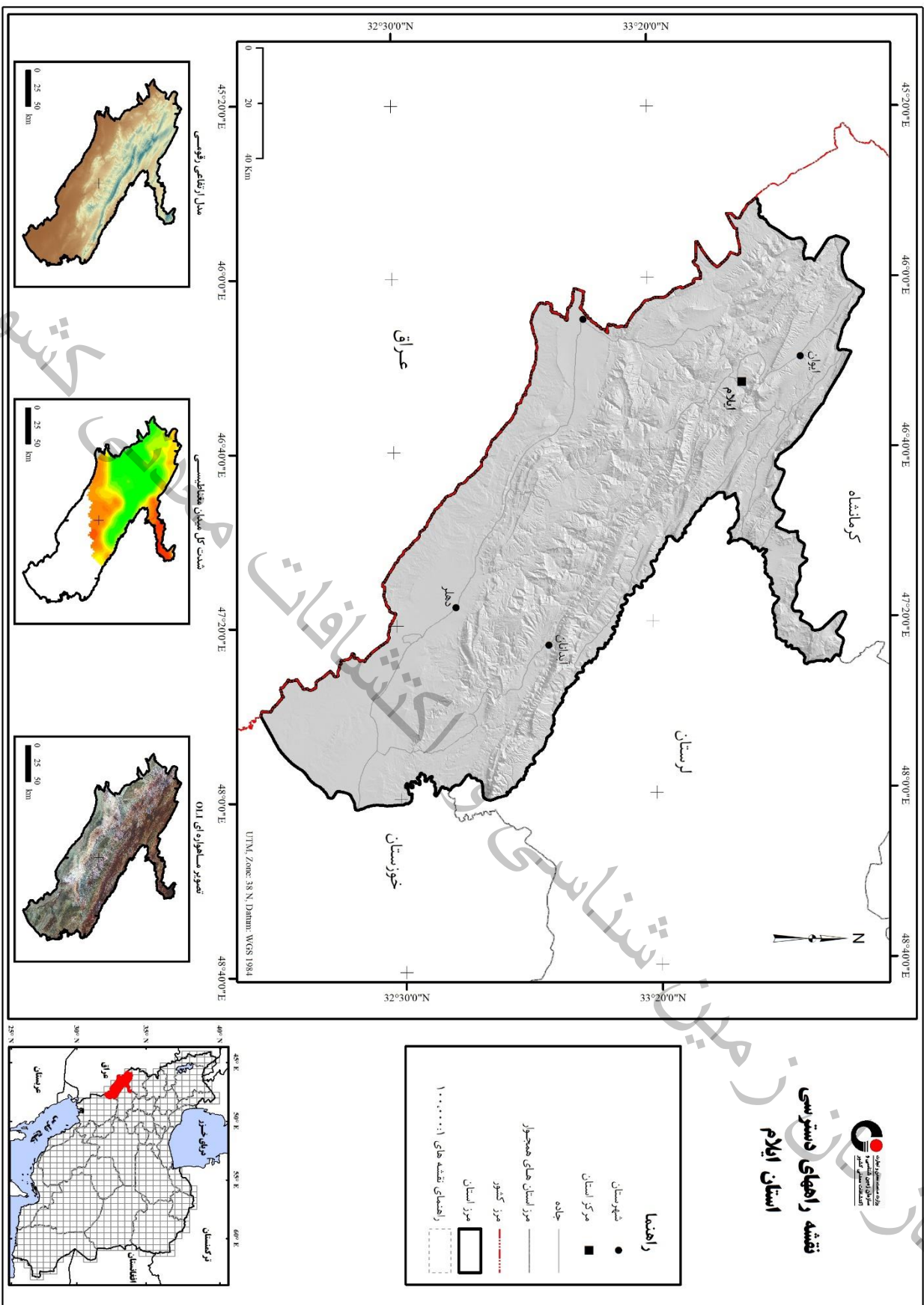
ایلام در سال ۱۳۱۶ جزء استان پنجم یعنی کرمانشاه بود. در سال ۱۳۴۳ به فرمانداری کل تبدیل شد و در سال ۱۳۵۳ به علت موقعیت مهم سیاسی و مرزی به صورت استان درآمد. استان مذکور در برگیرنده برکه های زمین شناسی یکصد هزارم سومار، مهران، ایلام، کوه اناران، چشمه خوش، نفت، کبیرکوه، دهلران، کوه ورزین، پلدختر و دالپری و بخش هایی از برکه های یک دویست و پنجاه هزارم شامل ایلام، کوه دشت، کوت العماره، دهلران، قصر شیرین و دزفول است.

در این فصل سعی گردیده مختصری از موقعیت جغرافیایی، راههای دسترسی، جغرافیای طبیعی و انسانی منطقه ذکر گردد و کلیاتی در ارتباط با متدولوژی و مطالعات انجام شده در منطقه ارائه نمائیم.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه و راه های دسترسی

استان ایلام در قسمت غربی کشور واقع شده و دارای مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی می باشد و دارای ۱۹۰۸۶ کیلومتر مربع مساحت است. از نظر راههای ارتباطی، استان ایلام دارای آزاد راه، راه اصلی معمولی و راه فرعی عریض درجه یک و درجه دو می باشد که شبکه نسبتاً مناسبی جهت سهولت جابه جایی فراهم آورده است. مهمترین راههای ارتباطی استان، ایلام- اسلام آباد، ایلام- سومار، ایلام- دره شهر- اندیمشک، ایلام- مهران- دهلران می باشد (شکل ۱-۱).

شکل ۱-۱ - نقشه راه‌های دسترسی استان ایلام





۱-۳- جغرافیای طبیعی

استان ایلام یکی از استان‌های نیمه مرطوب کوهستانی ایران می‌باشد که وسعت و عظمت ارتفاعات آن هر بیننده‌ای را به خود جلب می‌کند و هر کدام از این کوه‌ها، جاذبه‌ها و زیبایی‌های خاص طبیعی خود را به همراه دارد و منطقه ایلام به غیر از نواحی جنوب غربی آن، مشتمل بر کوهستان‌های بسیار رفیع و در هم تنیده‌ای است که از چین خوردگی‌های متعدد و موازی تشکیل شده است. وسعت این کوهستان‌ها در شرق و شمال شرق ایلام چنان بزرگ است که مجالی به ایجاد دشت‌های میان کوهی نداده است. این رشته کوه‌ها عموماً از شمال غربی به سوی جنوب شرقی امتداد یافته‌اند.

ناهمواری‌های استان در قسمت‌های شمال و شمال شرقی با دامنه‌های پرشیب و مرتفع و دشت‌های میانکوهی کم وسعت دیده می‌شود و در قسمت‌های جنوب و جنوب غرب به صورت دشت‌های باز و پهناور است. بیش از هفتاد درصد استان کوهستانی است. چین خوردگی‌های استان، موازی، منظم و جنس آن‌ها رسوبی و بیشتر از نوع آهک و گچ است. در شمال و شمال شرق استان می‌توان کوه‌های مانشت، سیوان، قلا رنگ و کوه قلاج، لنه و چرمین را نام برد.

کبیرکوه یکی از ارتفاعات مهم پشتکوه با سیطره‌ای عظیم از سمت جنوب به جلگه خوزستان ختم می‌شود. بلندترین قله آن، «کان صیفی در منطقه ورزین» نام دارد که ۳۰۶۲ متر ارتفاع دارد. قسمتی از دامنه‌های کوه مذکور دارای جنگل‌هایی است که غالب درختان آن را بلوط تشکیل می‌دهد. دامنه‌های شرقی کبیرکوه با شیب تند، و در دره‌های ژرف و پرآب به رود سیمره منتهی می‌شود و دامنه‌های غربی آن که مشرف به نواحی مرزی ایران و عراق است؛ دارای منابع نفتی و ذخایر زیرزمینی فراوان می‌باشد. رشته کوه کبیرکوه در محل به نام «کور» یا «کور» معروف است. این رشته کوه یکی از بزرگترین و منظم‌ترین کوه‌های زاگرس غربی است و طول آن در حدود ۱۶۰ کیلومتر و عرضی بین ۶ الی ۷ کیلومتر می‌باشد. این کوهستان مانند دیواری عظیم در سراسر منطقه پشتکوه در جهت شمال غرب- جنوب شرق امتداد یافته است.

از دیگر ارتفاعات استان «دینارکوه» بین آبدانان و دهلران واقع شده و به موازات کبیرکوه امتداد یافته است و بلندترین نقطه آن ۲۶۰۰ کیلومتر از سطح دریا ارتفاع دارد. کوه‌های دیگر استان ایلام در شمال و شرق استان عبارتند از: رنو و شره زول بین ایوان و چوار، کوه بانکول بین ایوان و چرداول، قله مانشت بین ایلام، کارزان و ایوان، کوه‌های بایه، نثار بلالر (بالار)، تالوار (تل وال)، سرخ‌گیری (سیورگیری)، ساج گوربی (ساج او گل بیو) در شهرستان ایوان، سیوان کوه بین شیروان و بدره، کوه لنه و چرمین بین چرداول و شیروان و رشته کوه‌های زردلان و هلیلان و رشته کوه مرتفع قلاج بین استان ایلام و کرمانشاه واقع شده است.

کوه‌های غرب و جنوب‌غربی استان ایلام عبارتند از: کوه‌های کولگ، سیاه کوه، نخجیر کوه، کوه سرخ، انجیر کوه، تونه کوه، کوه‌های بولی، میمک، اناران بی وره، پشمین در ملکشاهی، خوشادل در ملکشاهی، بلوطستان (بَلستان)، کوه دنه و کاسه ماست.

بین مرز ایران و عراق در استان ایلام سلسله کوه‌های کم ارتفاع حمیرین (همیرین) واقع شده است که از بهرام‌آباد در مهران آغاز می‌شود و تا جلگه خوزستان ادامه دارد.

کوه قلاقیران واقع در مسیر ایلام به چوار در منطقه جنگلی شش‌دار، یکی از قلل زیبا و دیدنی می‌باشد و چشم‌انداز آن خیره‌کننده است و شاعران محلی در اشعار خود از آن به عنوان کوهی نمادین یاد می‌کنند.

استان ایلام علاوه بر کوهستان‌های مذکور که محل چرای عشایر منطقه استان ایلام و بعضی از استان‌های همجوار می‌باشد دارای دشت‌های وسیع و حاصلخیزی چون دشت عباس، دشت موسیان، دشت دهلران، دشت مهران (گرمسیر)، دشت هلیلان و دشت ایوان است که به شکل لوزی واقع شده و دارای خاک حاصلخیزی می‌باشد. دشت‌های چالاب، محسن آباد، امیرآباد، گلان، صالح آباد، آسمان آباد و دره شهر از دیگر دشت‌های مهم این استان می‌باشند که علاوه بر رونق کشاورزی دارای تپه‌های باستانی بوده و آثار تاریخی زیاد و گورهای قدیمی در این منطقه فراوان یافت می‌شود که بیانگر وجود کانون‌ها و اجتماع جوامع بشری در این استان بوده است.

استان ایلام از نظر آب و هوا شامل دو منطقه متمایز است به گونه‌ای که در قسمت شمالی و میانی به سبب وجود ارتفاعات و کوهستانی بودن منطقه، سردسیر تا معتدل و در قسمت‌های جنوبی گرمسیر می‌باشد. متوسط بارندگی ۶۳۹ میلی‌متر بوده و بیابانی گرم با متوسط بارندگی ۲۰۰ میلی‌متر در جنوب استان واقع می‌باشد.

به علت کوهستانی بودن استان ایلام و ریزش‌های مناسب برف و باران، رودخانه‌های کوچک و بزرگی در این ناحیه جریان دارند که منبعی برای آبیاری زمین‌های زراعی و سدسازی و آب آشامیدنی استان می‌باشند. بیشتر آن‌ها از کبیرکوه سرچشمه می‌گیرند که دو دسته‌اند:

۱- رودخانه‌هایی که از رشته کوه کبیرکوه و دیگر ارتفاعات این استان سرچشمه می‌گیرند و به سوی خاک عراق در غرب استان در جریان هستند که علاوه بر آبیاری زمین‌های کشاورزان منطقه، وارد مرز عراق شده و اراضی مندلی، بدره، زرباطیه و عماره در عراق را آبیاری می‌کنند. مسدود کردن آب این رودخانه‌ها در دوران قاجاریه و پهلوی و جلوگیری از جاری شدن آن‌ها به خاک عثمانی و عراق امروزی، باعث تنش‌ها و زد و خوردهایی بین بومیان محلی با عثمانیان و عراقی‌ها شده بود که در نهایت موجب دخالت دولت‌های طرفین در ماجرا گردیده است.



مهم‌ترین رودهایی که از ارتفاعات ایلام سرچشمه می‌گیرند و به سوی خاک عراق جریان دارند عبارتند از: رودخانه «گنگیر» که از محلی به نام سراب ایوان و از کوه‌های شره زول و مانشت سرچشمه می‌گیرد و پس از پیوستن شعبات فرعی، دشت ایوان را آبیاری می‌سازد و با پیچ و خم‌های زیاد و زیبایی خاصی به طرف سومار جریان می‌یابد و آن‌گاه وارد خاک عراق شده و به شهر مندلی عراق وارد می‌شود.

یکی دیگر از رودخانه‌های این حوزه رود «کنجان چم» است که از ارتفاعات کبیرکوه سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از امیرآباد و مهران، وارد خاک عراق می‌شود. رودخانه چنگوله از ارتفاعات کبیرکوه سرچشمه می‌گیرد. رودهای دیگر چون «دوبریچ» و رودخانه «میمه» و «چیغاب» و «گدارخوش» پس از مشروب ساختن اراضی کشاورزی در مسیر خود، وارد خاک عراق می‌شوند.

۲- رودخانه‌های حوزه آبریز رودخانه کرخه که از ارتفاعات شرق و شمال شرق کبیرکوه سرچشمه گرفته و به سوی شمال و شرق کبیرکوه در جریان هستند، و این رودخانه‌ها اکثراً پس از طی مسافت کوتاهی وارد رودخانه پرآب «سیمره» در شرق کبیرکوه و شرق استان ایلام می‌شوند.

رودخانه‌هایی که از کبیرکوه و سایر کوه‌های شرق و شمال شرقی ایلام سرچشمه می‌گیرند و شعبات اصلی رودخانه سیمره در ایلام را تشکیل می‌دهند عبارتند از: رودهای «چزمان»، «چناره»، «شیروان و چرداول» آب «شیخ مکان»، «رود سیکان»، «آب زنگوان».

مهم‌ترین و پرآب‌ترین رودخانه ایلام، سیمره می‌باشد که اسم قدیم آن «اوکنو» یا «اوقنو» و نزد یونانیان «کواسپس» یا خئوپس بوده که سرچشمه این رودخانه دامنه‌های غربی کوه الوند در استان همدان و منطقه نهاوند است که با نام «گاماسپ» و پس از عبور از کنگاور، صحنه و بیستون به کرمانشاه می‌رسد و در آن‌جا با دریافت شعبه قره سو در شمال شرقی ایلام وارد استان می‌شود و پس از عبور از شرق ایلام با نام «سیمره» با جهتی شمال شرقی، به جنوب غربی، مرز استان ایلام و استان لرستان را تشکیل می‌دهد و در منطقه «پل دختر» با دریافت شعبه مهم «کشکان» وارد استان خوزستان می‌شود و از آن پس به «کرخه» معروف می‌باشد. به‌طور کلی ۱۳ رودخانه با ظرفیت ۸/۱ میلیارد متر مکعب آب در سال در حوزه جغرافیایی استان ایلام وجود دارد.

در استان ایلام تعداد محدودی آبشار وجود دارد که هر کدام فضای طبیعی دلنشینی را ایجاد کرده‌اند؛ که با وجود محدودیت و سختی دسترسی به آن‌ها جاذب جمعیت هستند. از جمله این آبشارها می‌توان به آبشار هفت آسیاب و ماربره در دره شهر اشاره نمود.

ایلام به واسطه قرار گرفتن در دامنه‌های غربی رشته کوه زاگرس از لحاظ پوشش گیاهی، تحت تأثیر آب و هوای منطقه و میزان ریزش‌های جوی قرار دارد و بدین سبب در مناطق کوهستانی و ارتفاعات شمال،

شمال غربی، شمال شرقی و نواحی کبیرکوه دارای پوشش گیاهی مناسبی می باشد. این جنگل ها عمدتاً جزو جنگل های مناطق خشک و نیمه خشک رشته کوه زاگرس هستند. وسعت جنگل های ایلام حدود ۵۰۰ هزار هکتار برآورد می شود. این جنگل ها از گونه های مختلف شامل: درختان بلوط که بیشترین پوشش گیاهی را در استان تشکیل می دهد، بنه یا پسته کوهی، انجیر کوهی، گیلاس وحشی، زالزالک و... تشکیل شده است. جنگل ها و مراتع استان به دلیل جلوگیری از فرسایش، جذب رطوبت، تأمین نیازهای سوختی، ایجاد تعادل در طبیعت، ایجاد مکانی مناسب برای تعادل وحوش و نیز استفاده های دارویی، صنعتی و خوراکی و مسائل زیست محیطی استعداد فراوانی دارند.

۱-۴- جغرافیای انسانی

این سرزمین، بنا به اسناد تاریخی فراوان، بخشی از کشور عیلام باستان بوده که در حدود ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد به فرمان آشور بانی پال منقرض شد. در کتیبه های بابی، عیلام را "آلامتو" یا "آلام" خوانده اند که به قولی به معنای کوهستان یا کشور طلوع خورشید است.

بنابر سرشماری مرکز آمار ایران، جمعیت استان ایلام در سال ۱۳۹۵ برابر با ۵۸۰۱۵۸ نفر بوده است که از این میان ۲۹۵۱۹۹ نفر مرد و ۲۸۴۹۵۹ زن بوده اند. این استان ۱۵۹۳۱۰ خانوار دارد و جمعیت شهرنشین آن ۳۹۵۲۶۳ نفر است که ۱۳/۶۸ درصد استان را دربر می گیرد. استان ایلام کم جمعیت ترین استان ایران است. در استان ایلام با توجه به شرایط آب و هوایی و محیط مساعد طبیعی از قدیم سه نوع شیوه زندگی: کوچ نشینی، روستانشینی و شهرنشینی شکل گرفته است.

ایلات و طوایف استان شامل ۱۲ ایل، ۸۰ طایفه، ۱۵۱ تیره و ۱۲ طایفه مستقل به زبان های کردی و لری و لکی تکلم دارند. در استان ایلام کردها بیشترین جمعیت استان را تشکیل می دهند، سپس لرها و بعد از آن عربها تشکیل دهنده جمعیت این استان هستند. ایل ریزه وند، خزر و ملکشاهی از جمله ایل های کرد معروف در این استان هستند. بیشتر مردم این استان به زبان کردی ایلامی تکلم می کنند، اما لری، لکی و عربی نیز در استان مورد استفاده قرار می گیرد.

کردها در شهرستان های ایوان (کردی کلهری)، ایلام، ملکشاهی، مهران، سیروان، بدره و بخشی در آبدانان و دهبران زندگی می کنند. لرها در بخش هایی از شهرستان های دهبران، ایلام، آبدانان، دره شهر و بدره، لک زبان ها در بخش هایی از شهرستان های شیروان، چرداول و دره شهر سکونت دارند. در شهرستان دهبران و به خصوص در بخش موسیان، عربها زندگی می کنند.



طبق اطلاعات مرکز آمار ایران، در سال ۷۷ در مجموع بیش از ۱۳ درصد جمعیت استان، عشایر هستند و هر سال توسط همین جمعیت نزدیک به ۴۰۰ هزار رأس دام مازاد تحویل بازارهای مصرف می‌شود. زبان‌های گفتاری رایج در میان آن‌ها لری، لکی، کردی فیلی، کردی کرمانجی و عربی است. لری در بسیاری نقاط، لکی در شمال استان، زبان گورانی (گویش کلهری) توسط طایفه مکی، کردی کرمانجی در بخش جنوبی توسط کردان شوهان و عربی در نواحی مرزی تکلم می‌شود. مهمترین آثار تاریخی استان شامل: قلعه والی ایلام، نقش برجسته گل گل ملکشاهی، آتشکده سیاهگل، مجموعه آثار تنگه دربند در شهرستان بدره (بخش هندمینی)، کاخ فلاحتی، سنگ‌نوشته تخت خان، طاق شیرین و فرهاد، مسجد حاج فرامرز اسدی در شهر اركواز ملکشاهی، دژ جولیان، قلعه کلم، شهر تاریخی سیروان، شهر تاریخی ماداکتو، آتشکده و تنگه بهرام چوبین، تنگه شمشه، مسجد والی در شهر ایلام می‌باشند. ایلام دارای نفت و گاز بسیاری است، ولی با این حال تعداد بیکاران این استان زیاد بوده و محروم‌ترین استان کشور است. کانی‌های غیرفلزی نیز بخشی از معدن استان را در بر می‌گیرد. دامداری و کشاورزی پایه‌های اقتصادی استان را تشکیل می‌دهد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معذنی

کشافات

فصل دوم

زمین شناسی

سازمان زمین شناسی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۲-۱- مقدمه

استان ایلام که در نوار غربی ایران واقع شده است، به عنوان بیست و دومین استان کشور با مساحت ۲۰۱۳۳ کیلومتر مربع، دربردارنده واحدهای چینه شناسی از کرتاسه تا عهد حاضر می‌باشد و در تقسیمات واحدهای زمین شناسی کشور در زون زاگرس واقع شده است. به طور کلی گستره استان توسط ۱۱ برگه زمین شناسی یکصدهزارم و ۶ برگه زمین شناسی یک دویست و پنجاه هزارم پوشش داده شده که نقشه‌های زمین شناسی یکصدهزارم استان شامل سومار، مهران، ایلام، کوه اناران، چشمه خوش، نفت، کبیرکوه، دهلران، کوه ورزرین، پل دختر و دالپری می‌باشد و برگه‌های زمین شناسی یک دویست و پنجاه هزارم شامل ایلام، کوه‌دشت، کوت العماره، دهلران، قصر شیرین و دزفول هستند.

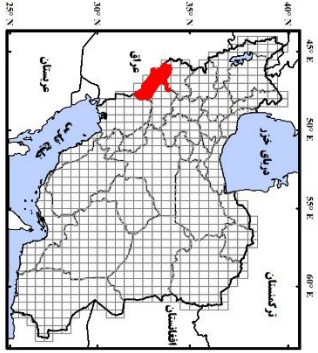
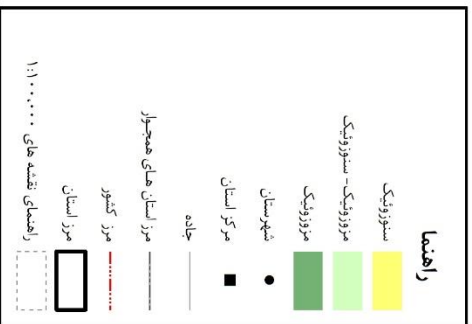
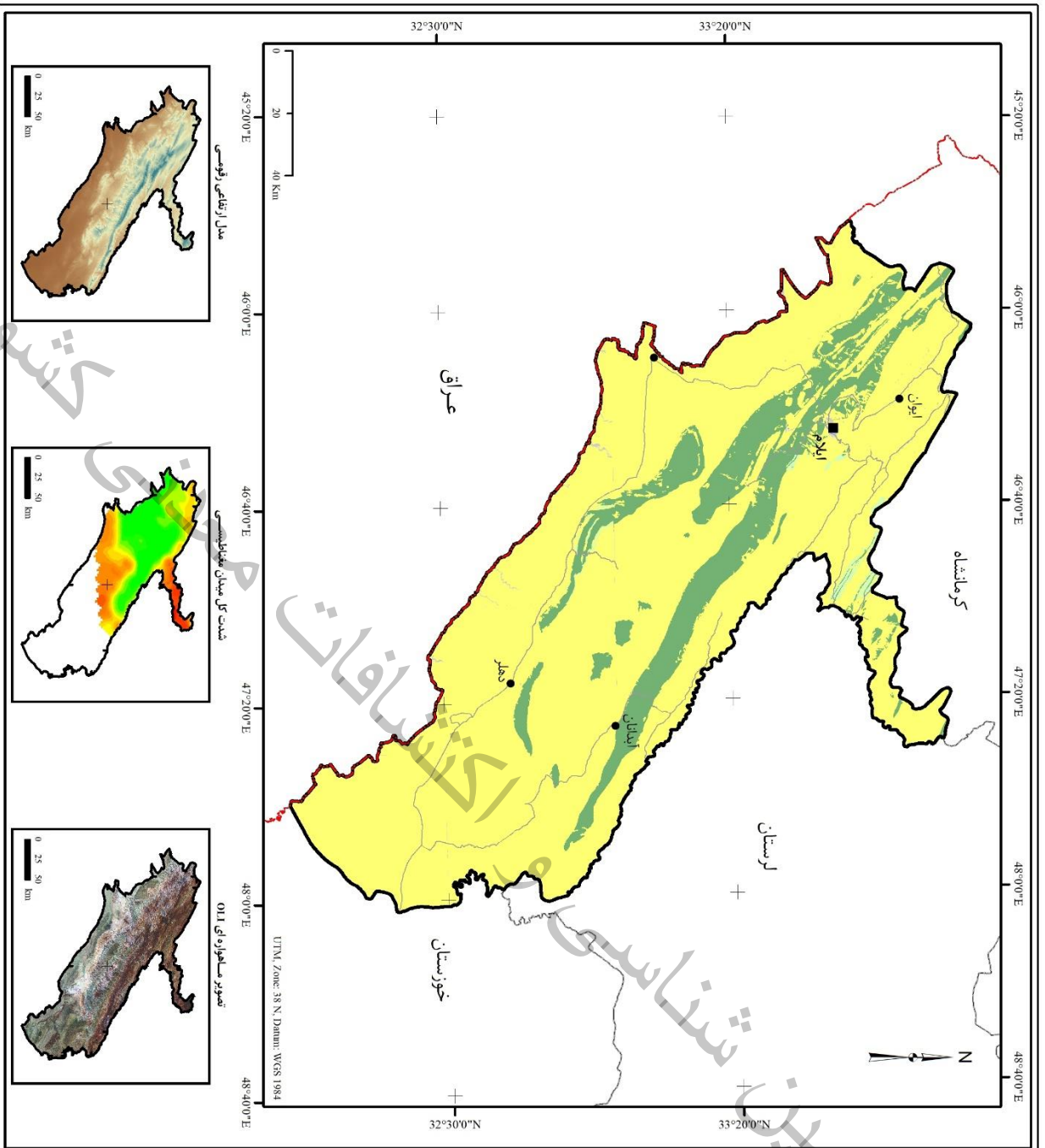
قدیمی‌ترین واحدهای استان که در زون زاگرس قرار گرفته است شامل آهک‌های میکریتی (به صورت محلی پیریتی) و شیل‌های آمونیتی و رادیولاریتی مربوط به سازند گرو به سن کرتاسه پایین می‌باشند (شکل ۲-۱) که در برگه‌های زمین شناسی یکصدهزارم مهران و کوه ورزرین (در بخشهایی از کبیرکوه، انجیر، شاه نخجیر، سیاه کوه، دهلران، ملکشاهی و کوه اناران، حوالی شهر ایلام و چوار) قرار دارند. وجود این واحدهای آهکی حاکی از پیشروی سطح دریا و ته‌نشست رسوبات محیط ژرف می‌باشد. بیشترین واحدهای دوران مزوزوئیک با سن کرتاسه بالا در بخش‌های مرکزی، شمال غربی و شمال شرقی استان واقع شده است که شامل آهک‌های آرژیلی، شیل و مارن‌های خاکستری می‌باشد. واحدهای سنگی دوران سنوزوئیک بیشترین واحدهای منطقه را شامل می‌شود که در تمامی بخش‌های استان، خصوصاً در دینارکوه، بخش چوار، هلیلان، جنوب کبیرکوه، کوه‌های بانکول، مانشت، شرزول و به طور کلی ارتفاعات شمال ایلام، ایوان، شیروان چرداول، و دشتهای صالح آباد، مهران و دهلران مشاهده می‌شود. واحدهای مربوط به این دوران دستخوش رخداد کوهزایی جهانی لارامید شده است. در مرز دوران سنوزوئیک و مزوزوئیک، شاهد پیشروی سطح دریا و ته‌نشست سازندهای فیلیشی امیران و پابده هستیم که نشانگر ژرفای متفاوت محیط رسوبگذاری پالئوژن زاگرس است. در بازه زمانی آئوسن در استان ایلام، مجدداً پیشروی دریا صورت گرفته که باعث قرارگیری آهک‌های سازند شهبازان در زون زاگرس شده است. در روی این واحدهای تخریبی، واحدهای الیگوسن- میوسن با ناپیوستگی قرار می‌گیرد که شاهد چندین بار پس‌روی و پیشروی دریا بوده‌ایم که منجر به تشکیل نهشته‌های ژرف سازند پابده، سازند آسماری، رخساره تبخیری کلهر و سازندهای گروه فارس شده است. از دوره پلیوسن به بعد، در کل استان، شاهد برقراری شرایط قاره‌ای و تشکیل کنگلومرای سازند بختیاری در نتیجه پسروی دریا و ایجاد شرایط قاره‌ای حاکم بر منطقه می‌باشیم که تا عهد حاضر ادامه داشته و نهایتاً رسوبات دوران چهارم شامل

آبرفت‌های قدیمی، واریزه‌های دامنه‌ای و آبرفت‌های رودخانه‌ای هستند که در مناطقی از جمله دشت برتش دهلران، بخشهایی از دشت‌های عباس، موسیان، مهران و دهلران گسترش یافته‌اند (شکل ۲-۲).

از گسل‌های اصلی زاگرس (درود، نهاوند، کارون، صحنه، کرد و پیرانشهر) هیچکدام در محدوده استان قرار ندارد اما گسل‌های کوچکی در گستره اصلی زاگرس قرار دارند (شکل ۲-۳) که در محدوده استان به زالوآباد در شمال مهران، گردلان در پایین دست سد چم گردلان، گسل‌های ابوقریب، دالپری، اناران، سمنند در دهلران، گسل‌های قلندر و تنگ قوچعلی در ایلام، گسل گلان در مهران، گسل سیاه کوه در آبدانان و گسل‌های متعددی که در تاقدیس سم خر، لانه، وردلان، پیران در شیروان چرداول قرار گرفته‌اند می‌توان اشاره کرد.

ساختمان‌های زمین شناسی موجود در استان عمدتاً تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها هستند که با پهنای زیاد تا کم، طویل و تا حدودی مرتفع تشکیل یافته‌اند. این تاقدیس‌ها، ارتفاعات و ناودیس‌ها دشت‌های استان را تشکیل داده‌اند. مهمترین تاقدیس‌های استان ایلام کبیرکوه، سیاه کوه، اناران، انجیر، سمنند، کاسه ماست، بانکول و خانه کبود می‌باشند.

پدیده زمین لغزش نیز در جنوب‌غربی ایران نسبتاً فراوان است و حوضه‌های رسوبی زاگرس از این نظر دارای سابقه و شهرت هستند. یکی از قدیمی‌ترین و مهمترین این پدیده‌ها در استان ایلام، لغزش بزرگ کبیرکوه است. یک حادثه کاتاستروفیک از نوع لغزش ناگهانی باعث ریزش و جابجایی مواد (بلوک‌های سنگی) از دامنه کبیرکوه و انسداد مسیر رودخانه و تشکیل دریاچه قدیمی سیمره گردیده است. این لغزش در ۱۵ کیلومتری شرق شهرستان دره‌شهر بین استان‌های ایلام و لرستان اتفاق افتاده و مشرف به دره ناودیسی سیمره و در یال شمال‌شرقی تاقدیس بزرگ کبیرکوه می‌باشد.




نقشه زمین شناسی استان ایلام
بر پایه سن

شکل ۱-۲- نقشه زمین شناسی استان ایلام بر پایه سن

۲-۲- مزوزوئیک

واحدهای سنگی متعلق به دوران مزوزوئیک، قدیمی ترین واحدهای زون زاگرس استان ایلام می باشد که در بخش های شمالی و مرکزی استان به خصوص در برگه های یکصد هزارم زمین شناسی ورزرین، ایلام، مهران، کبیرکوه، کوه اناران و به صورت محدود در برگه های دالپری، سومار و نفت گسترده شده اند. قدیمی ترین واحدهای سنگی دوران مزوزوئیک شامل آهک های میکریتی (به صورت محلی پیریتی) و شیل های آمونیتی و رادیولاریتی مربوط به سازند گرو به سن کرتاسه پایین می باشد که در برگه های زمین شناسی یکصد هزارم مهران و کوه ورزرین برونزد دارند.

پس از ایست رسوبی ژوراسیک پایانی، گستره های وسیعی از زاگرس با دریای پیشرونده کرتاسه پوشیده شده است (آقنابتی، ۱۳۸۵) که در استان ایلام، واحدهای به سن کرتاسه را با روند شمال غربی - جنوب شرقی بخصوص در بخش های شمالی و مرکزی استان می توان مشاهده نمود.

بخش پائینی کرتاسه استان ایلام، تحت عنوان سازند گرو گزارش شده است، که شامل رخساره های پلاژیک آهک های خاکستری تیره محیط های عمیق در تناوب با شیل های غنی از مواد ارگانیک می شود.

بخش میانی کرتاسه که با ناپیوستگی آغاز می شود با سازند سروک و سورگاه قابل مشاهده است که سازند سروک، به نام های سنگ آهک های هیپوریت دار، سنگ آهک های رودیست دار و سنگ آهک لشتکان شناخته می شود. این واحدها بیشترین گسترش را در برگه های کوه ورزرین، کبیرکوه و کوه اناران دارند و شامل رخساره های کم عمق سازند سروک از جمله واحدهای آهکی خاکستری پلاژیک و چرتی می باشد. مرز بالایی این سازند با سازند ایلام ناپیوسته بوده و آغشته به ترکیب های آهن می باشد. سازند سورگاه که در نیمه شمالی استان در برگه های زمین شناسی کوه ورزرین، مهران و ایلام قابل مشاهده است، دو سازند سروک در زیر و ایلام در بالا را از یکدیگر جدا می کند و با واحد شیلی گرو در منطقه ارتباط انگشتی دارد. این واحد در منطقه شامل شیل های پیریتی - کلسیتی و آهک مارنی می باشد.

بخش بالای کرتاسه زاگرس در استان ایلام با سازندهای ایلام، گورپی و امیران مشخص می شود که در بخش های مختلف استان قابل مشاهده هستند. بخش بالای کرتاسه زاگرس در منطقه با سازند ایلام شروع می شود که در برگه های زمین شناسی ایلام، مهران، کوه ورزرین، دهلران و دالپری به صورت تقریباً گسترده با امتداد تقریبی شمال غربی - جنوب شرقی قرار دارند. با توجه به این نکته که سازند ایلام دارای دو رخساره عمیق و کم عمق می باشد (آقنابتی، ۱۳۸۵)، در استان ایلام رخساره عمیق این سازند گسترش یافته است که شامل آهک های خاکستری رنگ با رسوبات پلاژیک آرژیلی همراه با شیل های تیره رنگ می باشد. سازند ایلام با یک دگرشیبی خفیف تبدیل به سازند گورپی می شود که شامل آهک های آرژیلیکی و پلاژیک، مارن های خاکستری



و شیل است. این سازند بیشتر در بخش‌های مرکزی و غرب استان با پیروی از راستای گسل‌های منطقه گسترده شده است. سازند گورپی دارای دو عضو آهکی رسمی امام حسن و سیمره می‌باشد (آقابات، ۱۳۸۵) که عضو آهکی امام حسن در بخش‌های مختلف استان قابل مشاهده است. در نهایت سازند آواری امیران که در بخش شمال غربی منطقه مطالعاتی (که به صورت زبانه‌ای گسترده شده است) پراکندگی قابل توجهی دارد و مربوط به بخش بالایی کرتاسه است. این سازند در منطقه شامل کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلت استون و شیل می‌باشد که تحت عنوان فلیش امیران نیز نامیده می‌شود. مرز پائینی امیران با مارن‌های سازند گورپی هم شیب و بصورت تدریجی است که در ناحیه ایلام به سن ماستریشتین است.

۲-۳- سنوزوئیک

واحدهای دوران سنوزوئیک بخش قابل توجهی از واحدهای زون زاگرس استان ایلام را به خود اختصاص داده است که بصورت پیوسته تمامی دوره‌های سنی این دوران را شامل می‌شود. بطور کلی ترشیری در زاگرس به دو بخش ترشیری پائینی و ترشیری بالایی تقسیم می‌شود که به شرح زیر می‌باشد.

ترشیری پائینی بین بازه زمانی پالئوسن تا میوسن پیشین در نظر گرفته شده است (آقابات، ۱۳۸۵). در بازه زمانی ترشیری پائینی، دو چرخه رسوبی معرفی شده که یکی دوره سنی پالئوسن تا ائوسن میانی را شامل می‌شود و به چرخه رسوبی جهرم معروف می‌باشد و دیگری چرخه رسوبی آسماری به سن الیگوسن تا میوسن پیشین است. ترشیری بالایی نشان‌دهنده واحدهای پس‌رونده‌ای به نام چرخه فارس است که بازه سنی میوسن پیشین تا پلیوسن را دربرمی‌گیرد.

رخسارهای سنگی سنوزوئیک در زون ساختاری زاگرس استان ایلام با سازندهای فلیشی امیران و ژرف پابده شروع می‌شود که نشانگر شرایط و ژرفای متفاوت محیط رسوبگذاری پالئوژن زاگرس می‌باشند. در ادامه در حالی که ترادف‌های رخساره‌های ژرف سازند پابده به انباشت خود ادامه می‌دهند، این سازند به صورت جانبی و زبانه‌ای با سازندهای آواری امیران، کشکان و کربنات‌های سازند تله زنگ و شهبازان جایگزین می‌شود. به زبانه‌های آهکی سازند تله زنگ موجود در سازند پابده، "بخش آهکی تله زنگ" نام داده شده که نوعی سنگ آهک مارنی متورق حاوی سنگواره ماهی و فلس ماهی است (آقابات، ۱۳۸۵). سازند پابده بسیار غنی از مواد آلی است ولی در بسیاری از نقاط به بلوغ لازم برای تولید هیدروکربن نرسیده است و در نقاطی که به بلوغ رسیده باشد می‌تواند سنگ منشأ پرتوان باشد (افشار حرب، ۱۳۸۰). در ادامه فرآیند رسوبگذاری، واحدهای سنگی سازند کشکان ته نشست می‌یابند که به داشتن رنگ سرخ و رخساره آواری شاخص است و به طور معمول شامل سیلت، ماسه سنگ و کنگلومرا با قلوه‌های رادیولاریت به ویژه چرت فراوان است که به سمت

بالا دانه درشت می شود و در زبانه شمال شرقی استان و بیشتر در برگه نفت گسترش دارد. مرز پایینی سازند کشکان با سنگ آهک های بیوهرمی سازند تله زنگ ناگهانی و هم شیب است (آقانباتی، ۱۳۸۵). مرز بالایی کشکان با کربنات های شهبازان ناپیوسته بوده و با یک زون هوازده حاوی لیمونیت مشخص می شود و با توجه به اینکه این سازند جدا از روزنه داران ماسه ای، سنگواره شاخص ندارد، ولی با توجه به جایگاه چینه شناسی، این سازند به سن پالتوسن تا ائوسن میانی دانسته می شود. این سازند به صورت بین انگشتی با سازند پابده و به سوی جنوب شرقی به تدریج با آهک های تله زنگ و شهبازان جایگزین می شود. سازند شهبازان شامل ضخامتی از دولومیت و آهک های دولومیتی با رنگ هوازده سفید تا قهوه ای با سیمای ضخیم لایه است که به طور پیوسته بر روی سازند آواری کشکان و به طور ناپیوسته در زیر سازند آسماری و در بخش های شرقی استان قرار دارد. سن این سازند از ائوسن میانی تا بالایی تعیین گردیده است که با سازندهای تله زنگ، پابده و کشکان ارتباط بین انگشتی دارد.

چرخه رسوبی آسماری به سن الیگوسن پسین تا میوسن پیشین در ترشیری پائینی در منطقه رسوبگذاری شده است که جوانترین سنگ مخزن پهنه زاگرس می باشد. این چرخه به سه بازه زمانی آسماری زیرین، میانی و بالایی تقسیم می گردد. سازند آسماری با پیشروی دریا در الیگوسن شروع شده و واحدهای آهکی را برجا می گذارد. اما در آسماری میانی به سن میوسن پیشین شاهد کم عمق شدن دریا بوده و واحدهای دولومیتی را برجا گذاشته و در آسماری بالایی شاهد پیشروی گسترده دریا و ژرف شدن رسوبات هستیم که در پایان چرخه آسماری شاهد پسروی دوباره دریا می باشیم.

سازند آسماری دارای دو عضو شامل "عضو ماسه سنگی اهواز" و "عضو تبخیری کلهر" می باشد که تنها عضو کلهر در استان ایلام رخنمون داشته و در برگه یکصد هزار سومار در بخش های شمال غربی استان، این رخساره بصورت جانبی در تداخل با ردیف های کربناته سازند آسماری است که تحت عنوان عضو تبخیری سازند آسماری می باشد و شامل ژیبس، مارن و لایه های آهکی است. بخش تبخیری کلهر هم ارز آسماری میانی است و به سن میوسن پیشین می باشد و نشان دهنده افت سطح دریا و پایان چرخه رسوبی آسماری است. مرز این سازند با تشکیلات کربناتی شهبازان به طور ناپیوستگی پیوسته نما (پاراکانفورمیتی)، همبر است. در همه جا، سازند آسماری با سازند انیدریتی گچساران پوشیده می شود.

ترشیری بالایی استان با چرخه رسوبی فارس به سن میوسن پیشین - پلیوسن شناخته شده است که دربرگیرنده سازندهای گروه فارس می باشد و گویای نهشت رسوب های همزمان با کوهزایی آلپ در یک دریای پسرونده است. این چرخه شامل سازندهای گروه فارس (گچساران، میشان و آغا جاری) و بختیاری در بالا می باشد (آقانباتی، ۱۳۸۵).



با شروع چرخه رسوبی فارس در ابتدا سازند تبخیری گچساران به سن میوسن پیشین مشاهده می‌شود که به عنوان پوش سنگ میدان‌های نفتی آسماری می‌باشد (آقانباتی، ۱۳۸۵). این سازند شامل سنگ‌نمک، انیدریت، مارن، سنگ‌آهک و شیل است و با راستای شمال‌غربی - جنوب‌شرقی در بیشتر نقاط استان به جز قسمت‌های جنوبی گسترش دارد.

بعد از سازند گچساران شرایط محیط دریایی کم ژرف حکمفرما بوده و باعث تشکیل مارن‌های خاکستری تا سبز رنگ شده است که بصورت متناوب در آن لایه‌های ماسه‌سنگی و آهک آرژیلی دیده می‌شود که تحت عنوان سازند میشان به سن میوسن شناخته شده است. این سازند به صورت محدود در شمال‌غرب استان پراکنده می‌باشد که بیشتر عضو ماسه سنگی این سازند مشاهده می‌شود. سازند میشان در منطقه به صورت تدریجی به رسوبات تخریبی سازند آجاجاری به سن میوسن بالایی - پلیوسن تبدیل می‌شود که مربوط به فاز کوهزایی است. در قاعده آن لایه‌های مارنی سرخ رنگ و بصورت متناوب با لایه‌های ماسه‌سنگی ریزدانه دیده می‌شود که بیشترین گسترش را در بخش‌های جنوبی و غربی استان دارد. در بالاترین بخش سازند آجاجاری مارن‌های سیلتی و سیلت سنگ مشاهده می‌شود که تحت عنوان لهبری (آقانباتی، ۱۳۸۵) شناخته شده است. مرز بالای آجاجاری با سازند کنگلومرای بختیاری خاتمه می‌یابد. سازند کنگلومرای بختیاری که ویژگی رسوبات آبرفتی - کوهپایه‌ای حاصل از فرسایش ارتفاعات را دارد و در قسمت‌های مختلف استان در زون زاگرس پراکنده است، شامل کنگلومرا و ماسه سنگ می‌باشد که گاهی بصورت هم شیب بر روی سازندهای کهن‌تر نهشته شده است. سازند بختیاری تا پلیستوسن میانی ادامه دارد. بعد از سازند کنگلومرای بختیاری با یک وقفه رسوبگذاری شاهد رسوبات عهد حاضر تحت عنوان واحدهای Q ، Q^{al} ، Q^t ، Q^{t1} ، Q^3 و Q^2 به سن هولوسن می‌باشیم که شامل رسوبات رودخانه‌ای، نهشته‌های سیلتی، ماسه‌ای، دشتهای رسی، فن‌ها و مناطق زراعی، مسکونی است که در بخش‌های مختلف استان گسترش دارند.

۴-۲- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک

در مورفوتکتونیک استان ایلام، رویدادهای تکتونیکی مهم و متعددی نقش داشته‌اند که از میان آنها فازهای گوناگون آلپ پایانی، به ویژه رویداد پاسادنین، بیشترین نقش و اثر را دارند. به طوری که در اثر پیامد این رویداد، تکوین حوضه رسوبی خاتمه یافته است و انباشته‌های رسوبی در یک راستای شمال‌غرب - جنوب‌شرق چین خورده و رخنمون یافته‌اند. تداوم و تأثیر رویدادهای تکتونیکی بر نهشته‌های بعد از کوهزایی، به خصوص رانده شدن نسبی رخنمون‌های سنگی، در امتداد گسله‌های نهان، روی نهشته‌های آبرفتی جوان، نشانگر تداوم نیروهای فشارشی در استان ایلام است. تکان‌های امروزی زمین، به صورت زمین لرزه، تأییدی بر رفتار فشارشی

نیروهای حاکم بر منطقه است. در استان ایلام، عواملی نظیر تجدید فعالیت و جابه جایی پوسته در امتداد گسله های قدیمی پی سنگی و حتی گسل های موجود در قشر رسوبی رویی، می توانند در لرزه خیزی نقش داشته باشند. ولی با توجه به نداشتن گسلش سطحی پویا و به ویژه فقدان داده های دقیق زمین ساختی می توان گفت که با وجود تکان های زمین، استان ایلام پهنه ای کاری و لرزه زا نیست (آقناباتی، ۱۳۸۳).

از گسل های اصلی زاگرس (درود، نهاوند، کارون، صحنه، کرد و پیرانشهر) هیچکدام در محدوده استان قرار ندارد اما گسله های کوچکی در گستره اصلی زاگرس قرار دارند (شکل ۲-۳) که در محدوده استان به زالوآباد در شمال مهران، گردلان در پایین دست سد چم گردلان، گسله های ابوقریب، دالپری، اناران، سمند در دهلران، گسله های قلندر و تنگ قوچعلی در ایلام، گسل گلان در مهران، گسل سیاه کوه در آبدانان و گسله های متعددی که در تاقدیس سم خر، لانه، وردلان، پیران در شیروان چرداول قرار گرفته اند می توان اشاره کرد.

اکثر زمین لرزه های حوزه زاگرس در جنوب آن اتفاق افتاده است که بسیار مخرب و ویرانگر بوده اند و همچنین زون زاگرس مرتفع (رورانده) در اثر نیروهای فشاری زمین ساختی به شدت شکسته شده و گسله های در منطقه موجود است که منطبق بر گسل اصلی زاگرس می باشند و از فعالیت لرزه زایی برخوردارند، به دلیل دوری نسبی زاگرس رورانده با استان ایلام لرزه های احتمالی این گسلها در پهنه استان کاهش می یابد. گرچه عملا از سال ۱۹۰۰ میلادی تاکنون زمین لرزه های با بزرگی ۷ ریشتر در استان مشاهده نشده است اما گسله های کوچک و خطواره هایی که در منطقه وجود دارند امکان ایجاد زلزله منطقه ای را افزایش می دهند. بر طبق مطالعات صورت گرفته استان ایلام دارای مناطقی با خطر پایین و متوسط زلزله می باشد.

بزرگترین زمین لغزش شناخته شده بر روی سطح زمین، زمین لغزش سیمره است که در شرق استان ایلام حوالی شهرستان دره شهر واقع شده است، این لغزش حدود ۱۰ هزار سال قبل اتفاق افتاده و در اثر آن حدود ۲۰ کیلومتر مکعب از سنگ های آهکی میوسن پایینی و ائوسن (سازند آسماری) از یال شمالی تاقدیس کبیرکوه در امتداد صفحات لایه بندی جدا شده و به سمت پایین لغزیده است. بیشترین حرکت قائم در این لغزش حدود ۱۶۰۰ متر بوده است و در این لغزش ۵۰ میلیون تن سنگ جابجا شده است.

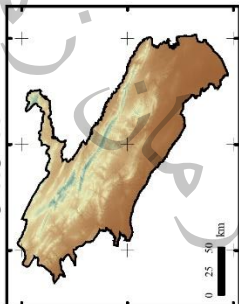
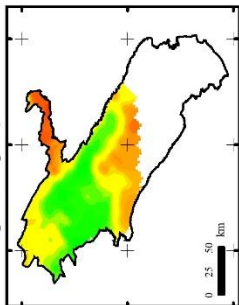
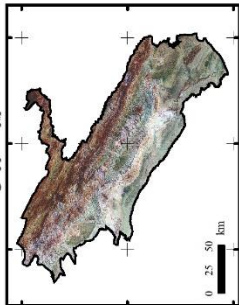
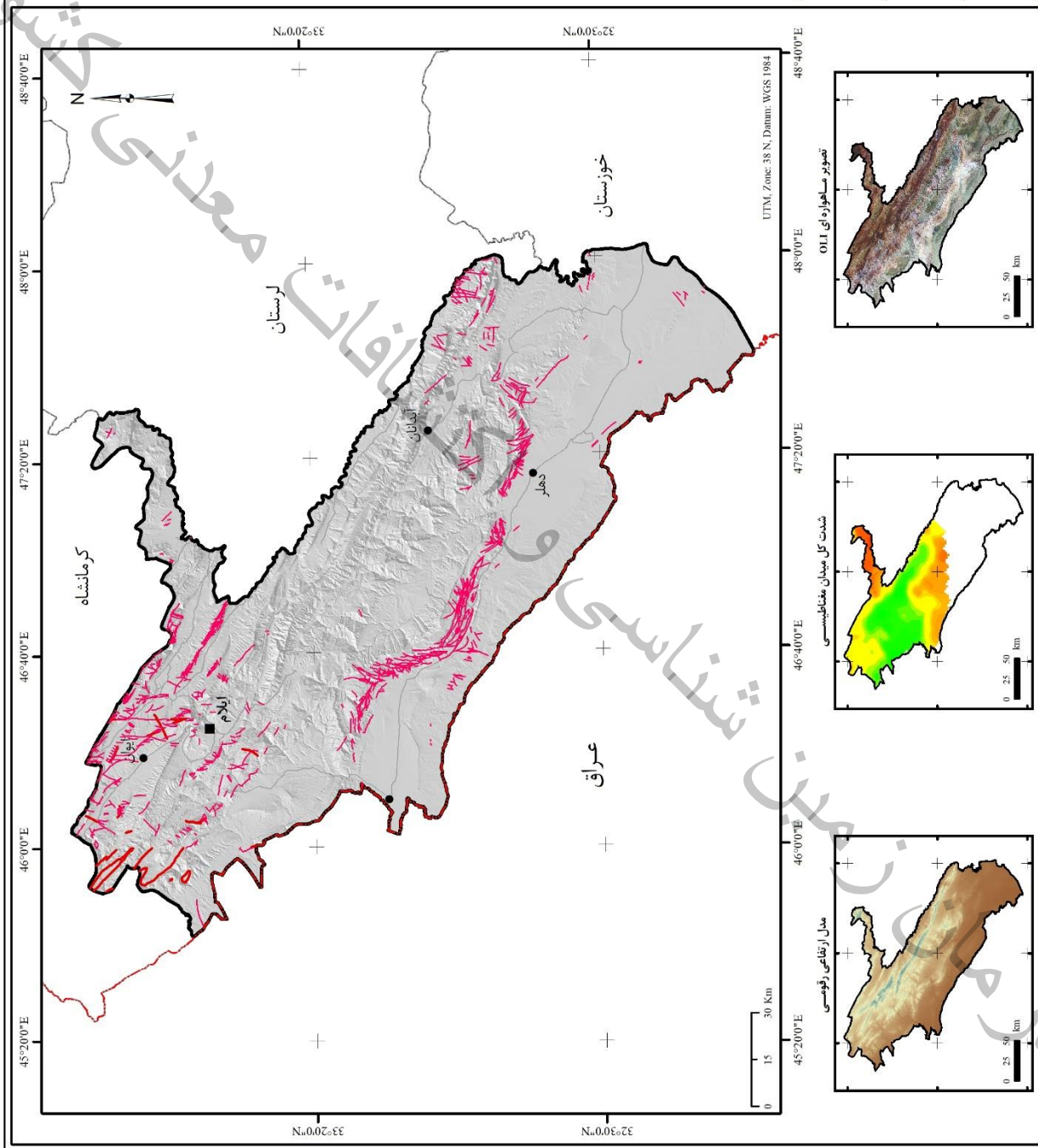
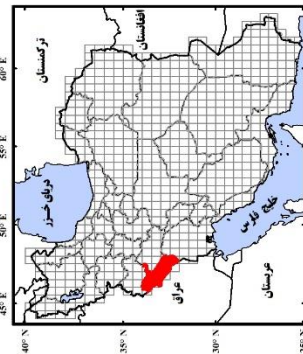
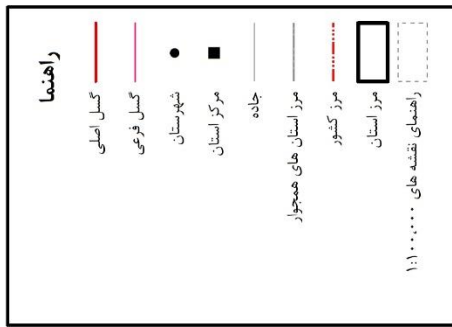


۴-۲-۱- گسل

در استان ایلام دو سیستم گسل اصلی شناخته شده است: یک سیستم، گسل‌های با امتداد شمال غربی- جنوب شرقی، موازی روند همگانی زاگرس که ساز و کار آنها بطور عمده معکوس یا راندگی با شیب به سوی شمال شرقی است، مانند گسل قلاجه و گسل نسا در شمال شرقی استان، سیستم دیگر، گسل‌های با امتداد شمال- جنوب که ساز و کار آنها امتداد لغز یا نرمال است. مانند گسل مانشت، گسل بانکول و ... گسل‌های با روند شرقی- غربی که بسیار اندک بوده و همه آنها گسل‌های فرعی هستند. گسل‌ها بیشتر روند شمالی- جنوبی تا شمال غربی- جنوب شرقی دارند و از نوع راستالغز، راندگی و عادی هستند که در ادامه (شکل ۲-۴) به آنها پرداخته شده است.



نقشه گسل های استان ایلام بر پایه نقشه زمین شناسی





- گسل پیشانی کوهستان

گسل پیشانی کوهستان، گسلی است به درازای حدود ۱۰۰ کیلومتر که از غرب منطقه مورموری آغاز و با روندی شمال غربی- جنوب شرقی تا نزدیک دشت عباس ادامه دارد و از این منطقه با فرو رفتن به مرکز تاقدیس موازی با تاقدیس دالپری به سمت جنوب شرقی تا شمال غربی امامزاده عباس امتداد یافته است. گسل‌های پیشانی کوهستان که در حد فاصل زاگرس چین خورده و دشت خوزستان واقع شده‌اند، در واقع ادامه گسل‌های زمین درز نئوتتیس منطقه زاگرس چین خورده می‌باشد. این ساختارها با بسته شدن نئوتتیس در جنوب غربی ایران و اعمال نیروی فشارشی در جهت شرقی- غربی ناشی از این همگرایی صفحه عربی با ایران و اعمال نیرویی در جهت NE-SW، تحت رژیم‌های امتدادی- فشارشی قرار گرفته است. بنابراین می‌توان آغاز شکل‌گیری این سیستم گسلی را کرتاسه بالایی دانست. حرکات و اعمال نیروها تا امروز نیز ادامه یافته است، لذا این گسل را باید یکی از گسل‌های فعال ایران به شمار آورد. به این ترتیب مجموعه‌ای از حرکات فشارشی و امتدادی را باید برای این گسل متصور شد. این گسل توسط شرکت ملی نفت ایران در نقشه‌های یک دویست و پنجاه هزار منطقه دهلران در سال ۱۹۹۳ و نقشه یکصد هزار منطقه دالپری در سال ۱۹۷۲ معرفی شده است که مسبب زلزله ۲۷ مرداد ۱۳۹۳ می‌باشد.

زلزله‌های متعددی با بزرگی‌های مختلف بر روی این گسل اتفاق افتاده است که می‌توان بزرگترین زلزله اتفاق افتاده بر روی این گسل در طول یک دهه اخیر را همان زلزله ۲۷ مرداد ۱۳۹۳ با بزرگی ۶/۲ دانست. بر اساس تحلیل نیروهای زمین ساختی وارد بر منطقه، هندسه گسل پیشانی کوهستان از مرز پهنه زاگرس بلند و دشت خوزستان تبعیت نموده و روندی شمال غربی- جنوب شرقی دارد. در مجموع گسل پیشانی کوهستان گسلی فشارشی و معکوس با مولفه امتداد لغز راستگرد با شیب به سمت شمال شرقی می‌باشد. با توجه به شواهد ساختاری و جابه‌جایی‌هایی که در منطقه بر روی سطح این گسل اتفاق افتاده می‌توان ساز و کار معکوس را برای این گسل مسلم دانست. فعالیت متعدد این گسل باعث شده که تاقدیس دالپری در طی روند تکاملی خود بارها چین خورده شود. این گسل در زیر یال جنوب غربی تاقدیس دالپری قرار دارد. فعالیت این گسل باعث تغییر شیب و بی‌نظمی در لایه‌های سازند آغاچاری در نزدیکی تاقدیس دالپری شده است (قاسمی ملازم، ۱۳۹۵).

- پهنه گسلی بالارود

این سیستم گسلی دارای روند شمال غربی- جنوب شرقی و نسبت به سیستم گسلی زاگرس دارای زاویه می‌باشد. در این پهنه گسلی، گسل‌های حسینییه و کبیرکوه را می‌توان مشاهده کرد. با توجه به شواهد زمین ریختی این گسل دارای راستای شرقی- غربی است و سامانه چین و راندگی زاگرس را تحت زاویه بزرگ بریده است.

پهنای این زون گسلی به صورت متغیر از غرب به سمت شرق افزایش می یابد و به بیش از ۲۰ کیلومتر می رسد و در برکه های یکصد هزارم شهبازان و بالارود قرار گرفته است. با توجه به شواهد ذکر شده در نقشه های زمین شناسی یکصد هزار فوق می توان مدل گسل امتداد لغز چپ گرد را برای زون گسلی بالارود در نظر گرفت (قاسمی ملازم، ۱۳۹۵).

- گسل کوه چرخینه

این گسل دارای روند شمال غرب- جنوب شرق می باشد که موازی با گسل دزفول قرار گرفته است و می توان به عنوان شاخه هایی از گسل های منطقه دشت خوزستان دانست که در بعضی نقاط روند آن تغییر کرده است. گسل باعث جابه جایی در چین خوردگی های منطقه شده و با توجه به ساز و کار معکوس آن باعث راندگی هایی در منطقه شده است (قاسمی ملازم، ۱۳۹۵).

- گسل مانشت

گسل مانشت با طول ۳۰ کیلومتر و راستای شمالی- جنوبی در شمال شهر ایلام واقع شده است. این گسل در سنگ آهک ها، سنگ های دولومیتی- آهکی و مارن های سازند آسماری به سن الیگومیوسن فعالیت کرده و باعث بریدگی این واحدها شده است. این گسل با زاویه زیاد بین گسله های پیشانی کوهستان زاگرس در جنوب و زاگرس مرتفع در شمال قرار دارد. مانشت محور چین خوردگی های پیرامونش را نیز بریده است. با توجه به راستای گسل شاید بتوان آن را به عنوان یک گسل فرعی نسبت به دیگر ساختارهای پهنه زاگرس چین خورده در نظر گرفت (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲).

- گسل بانکول ۱

گسل بانکول ۱ با طول حدود ۱۶ کیلومتر و با راستای خمدار شمالی- جنوبی در شمال شهر ایلام واقع شده است. این گسل سنگ آهک و مارن های سازند آسماری را بریده و بین گسله های مانشت در شرق و بانکول ۲ در غرب قرار دارد. همچنین این گسل محور چین خوردگی های زاگرس در این ناحیه از جمله تاقدیس های بانکول و کته پیفی را بریده است (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲).

- گسل بانکول ۲

گسل بانکول ۲ با حدود ۲۲ کیلومتر طول و راستای خمیده شمال غربی- جنوب شرقی در شمال شهر ایلام واقع شده است. این گسل سبب رانده شدن و جابه جایی راست بر در واحدهای سنگ آهک و مارن های سازند



آسماری به سن الیگومیوسن شده است. بانکول ۲ در غرب گسل بانکول ۱ قرار دارد و همانند این گسل محور چین خوردگی‌ها را بریده است (شیخ الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۲).

- گسل دالپری

گسل رورانده دالپری به طول حدود ۲۰ کیلومتر در غرب تاقدیس دالپری قرار دارد و در امتداد آن سازند آغاجاری روی نهشته‌های سازند بختیاری و رسوبات جوانتر (مربوط به کواترنر بالایی) رانده شده‌اند (هدهدی و همکاران، ۱۳۸۹).

۲-۲-۴- تاقدیس

ایلام در زون زاگرس چین‌خورده جای گرفته است این زون شامل تاقدیس‌ها و ناودیس‌هایی با پهنای زیاد تا کم، طویل و تا حدودی مرتفع است. چین خوردگیها در شمال شرقی تا شرق منطقه که از سنگ آهکهای ضخیم لایه تا توده‌های سازند آسماری پدید آمده‌اند که پهن و دراز و بیشتر از نوع متقارن و پشت نهنگی هستند، مانند تاقدیس بانکول. چین‌ها به سمت جنوب غربی و غرب فشرده شده و پهنای آنها کم می‌شود. از تاقدیس‌های مهم منطقه می‌توان تاقدیس بانکول، قلاج، سیاه کوه، کوه سیاه، انارک و شاه نخجیر را نام برد. محور طویل شدگی در چین‌ها شمال غربی - جنوب شرقی و جهت کوتاه شدگی آنها شمال شرقی و جنوب غربی است. ساختمانهای خریشته‌ای در سازند شیلی پابده و گورپی و پنجره‌های تکتونیک در میان چین‌ها و زمین لغزشهای وسیع در سازند ایلام دیده می‌شود. چین‌ها از سامانی ویژه برخوردارند و دلیل آن ساز و کار نسبتاً آرام تا شدید تکتونیک در منطقه است. تاقدیس‌های استان عبارتند از:

- کاسه ماست

تاقدیس کاسه ماست یکی از تاقدیس‌های کوچک مقیاس در شمال منطقه مورموری است که در کمربند (چین خورده- رانده زاگرس) واقع شده است. طول این تاقدیس ۲۵ کیلومتر بوده و عرض آن در بیشترین رخنمون به ۷ کیلومتر می‌رسد. مطابق تصویر ماهواره‌ای و برداشت‌های صحرائی و انجام تجزیه و تحلیل پارامترهای هندسی تاقدیس کاسه ماست نشان می‌دهد که این تاقدیس دارای روند محوری متغیر می‌باشد و در واقع یک چین نامتقارن با گرایش سطح محوری به سوی جنوب غرب است. دماغه شرقی تاقدیس در جهت جنوب شرق و دماغه غرب آن به سمت شمال غرب متمایل می‌شود. واحدهای سنگی تشکیل دهنده این چین شامل

سازندهای آغاچاری، گچساران، آسماری، سروک، پادها، گورپی، بخش امام حسن و ایلام می باشد (قاسمی ملازم، ۱۳۹۵).

- کبیرکوه

تاقدیس کبیرکوه از تاقدیسهای مهم زاگرس چین خورده است. کبیرکوه از نظر لیتولوژی به طور عمده از سازند آسماری تشکیل شده که از نظر سنگ شناسی به طور اعم کربناتی و شامل آهک دولومیت، آهکهای شیلی و رسی است. کبیرکوه از نظر سنی از الیگوسن در دوران سنوزوئیک زمین شناسی و تا بوردیگالین از میوسن پایینی ادامه پیدا میکند (آسماری بالایی). پس از این سازند، رسوبات تبخیری گچساران قرار می گیرند. سازند آسماری را بر اساس سنگواره ها و سن به سه قسمت آسماری بالایی، میانی و پایینی تقسیم کرده اند. همچنین آهکهای مارنی بخش ائوسن بالایی شیلهای سازند کژدمی با سن سنومانین، قسمتهایی از کبیرکوه و منطقه وقوع زمین لغزش را در بر گرفته اند (شایان، ۱۳۸۳). در اثر دخالت فرسایش، طبقات سست و حساس بسیاری از تاقدیسها (واحدهای تخریبی فارس و فیلیشی ائوسن) از بین رفته و در نتیجه لایه های سخت آهک آسماری و آهک سنومانین در سطح نمایان شده اند. لایه های سخت آهکی معمولاً به علت مقاومت نسبی بیشتر در مقابل فرسایش، شکل ساختمانی خود را حفظ نموده و بدین ترتیب موجب پابرجا ماندن ساختمان تاقدیسها شده اند (بیرانوند و همکاران، ۱۳۹۲).

- سیاه کوه

تاقدیس سیاه کوه از تاقدیسهای شمال منطقه فروافتادگی دزفول و جنوب منطقه لرستان است که در کمربند چین خورده - رانده شده زاگرس قرار دارد (علوی، ۲۰۰۷). برداشت های صحرایی و تحلیل پارامترهای هندسی تاقدیس و مقایسه آنها با مدل های ارائه شده برای انواع چین های مرتبط با گسلش، حکایت از آن دارد که تاقدیس سیاه کوه به عنوان نمونه ای از چین های انتشاری گسلی انتقال یافته، که دچار برش متأثر از عملکرد منطقه گسلی بالارود شده پیشنهاد کرد (حاج علی بیگی و همکاران، ۱۳۹۱). تاقدیس سیاه کوه، تاقدیس نسبتاً طویل با طول ۴۷/۵ کیلومتر است که عرض آن در بیشترین ۹ کیلومتر و کمترین رخنمون ۳ کیلومتر است. نهشته های رسوبی تاقدیس سیاه کوه از قدیم به جدید شامل سازند گرو، سازند ایلام، سازند سروک، سازند پابده - گورپی و بخش هایی از بخش امام حسن سازند آسماری، سازند گچساران، بخش هایی از بخش لهری و در نهایت کنگلومرای بختیاری می باشد (قاسمی ملازم، ۱۳۹۵).



- دالپری

تاقدیس دالپری در جنوب غربی منطقه مورموری قرار دارد و با تبعیت از روند کلی زون چین خورده زاگرس دارای روند شمال غربی - جنوب شرقی می باشد. این تاقدیس در فروبار دزفول واقع شده است و پهنه گسلی بالا رود به صورت یک راندگی پنهان به عنوان بخشی از گسل پیشانی کوهستان این تاقدیس و تاقدیس های همسایه آن را تحت تأثیر عملکرد خود قرار داده است (زینعلی و همکاران، ۱۳۹۱). واحدهای سنگی سطحی تشکیل دهنده این تاقدیس سازند آغا جاری می باشد. بر پایه بررسی نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پارامترهای هندسی چین بر روی برش ساختاری عرضی و مقایسه آن با مدل های ارائه شده برای اتواع چین های مرتبط با گسلش می توان این تاقدیس را به عنوان یک تاقدیس مرتبط با گسلش از نوع انتشار گسلی پیشنهاد نمود (تاوانی و همکاران، ۲۰۰۶) (قاسمی ملازم، ۱۳۹۵).

- بانکول

تاقدیس بانکول در حاشیه مرزی شهرستانهای غربی ایلام (شهرستانهای ایوان غرب، چرداول) در مختصات جغرافیایی $45^{\circ}56'08''$ تا $46^{\circ}29'56''$ طول شرقی و $33^{\circ}41'10''$ تا $34^{\circ}07'48''$ عرض شمالی قرار گرفته است که بخشی از زاگرس شمال غربی (منطقه کرمانشاه و ایلام) می باشد (علایی طالقانی، ۱۳۸۶). مساحت این تاقدیس در حدود $474/74$ کیلومتر مربع و محور تاقدیس بانکول به پیروی از راستای اصلی رشته کوه بزرگ زاگرس، شمال غربی - جنوب شرقی بوده و دارای فرود محوری یک طرفه در سمت شمال غربی خود است. ولی در سمت جنوب شرقی به پرتگاه بلند (قله مانشت، مسلط به شمال و شمال شرقی شهر ایلام) ختم می شود. در واقع تاقدیس بانکول همچون میز مایلی است که گوشه جنوب شرقی آن بالا آمده (کوه مانشت) و گوشه دیگر آن در سمت شمال غربی فرو نشسته است (محل فرود محوری تاقدیس). بیشینه فرازای تاقدیس 2610 متر است که در بخش جنوب شرقی تاقدیس و منطبق بر قله مانشت می باشد. کمینه فرازای آن 825 متر است که در گوشه شمال غربی تاقدیس قرار دارد. درازای تاقدیس در حدود $68/2$ کیلومتر و بیشینه پهنای تاقدیس در حدود $12/1$ کیلومتر است که در بخش جنوب شرقی آن قرار دارد. دامنه های جنوب غربی این تاقدیس در تمامی راستای برافراشتگی خود به دشت ناودیسی ایوان غرب مشرف هستند.

تاقدیس بانکول به شدت گسل خورده است و بیشتر گسل های آن از نوع معکوس می باشند. مهمترین این گسلها راندگی بانکول است که در بخش میانی تاقدیس و در راستای محور آن امتداد یافته، ولی در برخی نقاط شاخه هایی از آن به صورت عرضی نیز گسترش یافته است. در واقع گسل های عرضی و طولی موجود در بیشتر بخش های تاقدیس بانکول به صورت متقاطع و عمود بر هم شکل گرفته اند. جهت حرکت نسبی افقی بیشتر

گسل‌ها نیز در حالت نخست به سمت جنوب و در برخی موارد به سمت جنوب شرقی می‌باشد. به طور کلی تاقدیس بانکول از لحاظ سنگ شناسی از سازندهای آسماری، پابده، گورپی، گچساران و بختیاری تشکیل شده است (منصوری و همکاران، ۱۳۹۶).

- کوه سیاه

تاقدیس کوه سیاه، تاقدیسی نامتقارن است که در پهنه ساختاری فارس واقع در کمر بند ساده چین خورده زاگرس قرار گرفته است. عملکرد گسل کازرون با راستای شمالی-جنوبی، به صورت ناحیه‌ای در غرب این ساختمان و وجود گسل‌های راستالغز با طول بین ۱۰-۲ کیلومتر در تمام قسمت‌های این ساختمان از ویژگی‌های مهم این تاقدیس می‌باشد که پرسش‌های زیادی را در مورد ارتباط و فرگشت ساختاری این ساختمان با گسل راستالغز کازرون ایجاد کرده است (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۰).

- تنگ بیجار

تاقدیس تنگ بیجار در بخش جنوب غربی حوضه لرستان در محدوده استان ایلام و در فاصله کمتر از ۱۰ کیلومتری نوار مرزی ایران و عراق قرار دارد. این میدان در فاصله حدود ۱۴۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان کرمانشاه، ۵۰ کیلومتری جنوب غربی نفت شهر، ۴۵ کیلومتری جنوب شهرستان گیلانغرب و به فاصله حدود ۵۰ کیلومتری شهرستان ایلام واقع گردیده است. تاقدیس تنگ بیجار در محدوده شمال غرب سلسله جبال زاگرس در حوضه رسوبی لرستان قرار دارد. سازندهای گروه بنگستان در این تاقدیس از پایین به طرف بالا شامل سروک، سورگاه و ایلام است که سازند سروک مستقیماً بر روی سازند گرو قرار می‌گیرد (دالوند، ۱۳۸۵).

- کته پیفک

تاقدیس کته پیفک در شمال شرقی شهرستان ایوان غرب، در مختصات جغرافیایی $46^{\circ}05'24''$ تا $46^{\circ}11'52''$ طول شرقی و $33^{\circ}51'39''$ تا $34^{\circ}54'37''$ عرض شمالی در شمال استان ایلام واقع شده است و بخشی از زون زاگرس چین خورده به حساب می‌آید. این تاقدیس $27/37$ کیلومتر مربع مساحت و $18/37$ کیلومتر درازا دارد. کته پیفک در راستای شمال غربی- جنوب شرقی کشیده شده و جهت گیری آن هم راستا با روند واحد زاگرس چین خورده است. کمینه و بیشینه فرازای آن به ترتیب $1/210$ و $1/725$ متر است که در بخش جنوب شرقی و شمال غربی تاقدیس قرار دارند. به استناد نقشه زمین شناسی یکصد هزارم برگه ایلام (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۵) این تاقدیس تماماً از سازند آسماری (سنگ آهک نازک لایه تا توده‌ای کرم تا سفید رنگ و سنگ آهک دولومیت و مارن) به سن دوران سوم زمین شناسی تشکیل شده است. این سازند



جوان ترین سنگ مخزن زاگرس است و به دلیل داشتن سنگ آهکهای مقاوم این تاقدیس ظاهر کوهساز دارد (آقنابتی، ۱۳۸۳). کته پیفک فرود محوری دو طرفه دارد و دارای گسل‌های فراوانی است که بیشتر از نوع گسل‌های نرمال اصلی و معکوس (بانکول) است که عمدتاً به صورت عرضی بر ساختمان تاقدیس پدید آمده‌اند. بیشترین تعداد و تراکم گسل‌ها در بخش شمال غربی تاقدیس واقع شده که در این بخش عملکرد گسل معکوس بانکول سبب شده تا جبهه کوهستانی خشن و خط مستقیمی در سازند آهک آسماری ایجاد شود (منصوری، ۱۴۰۰).

تاقدیس‌های کمان کوه، تنگ بیجار، اناران، سورق گیری، پوهان، شاه نخجیر، چنگوله، کوتبه، دره، فکه، نفت، هالوش و گوار نیز در محدوده استان ایلام واقع شده‌اند که فاقد اطلاعات تکمیلی می‌باشند.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فصل سوم

زمین شناسی اقتصادی

و متالوژنی

کشور

معدنی

پتیتفات

شناسی

زمین

سازمان

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۳-۱- مقدمه

تفاوت‌های مورفولوژیک، بویژه خاصه‌های زمین‌شناسی متغیر سبب گردیده که زاگرس به عنوان یکی از بزرگترین پهنه‌های ساختاری- رسوبی ایران در همه جا ویژگی‌های مشابه نداشته باشد. پوشش رسوبی زاگرس لایه ضخیمی از سنگهای لایه لایه است که بر روی پی سنگی بلورین قرار دارد. ضخامت این پوشش رسوبی حدود ۵ تا ۱۸ کیلومتر برآورد می‌شود. با توجه به اینکه استان ایلام بخشی از زون ساختاری- رسوبی زاگرس است که به لحاظ ویژگی‌های رسوبی حاکم بر آن، تماماً با سنگهای رسوبی به سن‌های گوناگون پوشیده شده است. این استان میزبان پدیده‌های ماگماتیسم و دگرگونی و فرآیندهای ناشی از آنها که عموماً از عوامل کانی‌زا هستند، نمی‌باشد. در نتیجه ذخایر فلزی استان بسیار محدود بوده و از نظر ذخایر غیر فلزی نیز غنی نیست. مواد معدنی در استان ایلام تنوع زیادی ندارد. عمده‌ترین ماده معدنی این استان سنگ گچ، سنگ آهک، گوگرد و بیتومین می‌باشد. سنگ مالون که بیشتر از سازند آسماری تهیه می‌شود، از مصالح ساختمانی رایج استان ایلام است، اگر چه در گذشته در بعضی نقاط به خاطر کمبود رس جهت تهیه آجر، سنگ آهک، از مالون‌های سازندهای دیگر و حتی سنگ گچ استفاده می‌شده است. سازند آسماری به خاطر تخلخل، درز و شکاف و شکستگی زیاد به عنوان سنگ مخزن نفتی خوب مطرح است، علی‌رغم گسترش وسیع این سازند و ماهیت کربناتی بودن آن، به علت وجود نقاط ضعف درز و شکاف و شکستگی، کمتر به عنوان سنگ تزئینی مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. استفاده از سنگهای آهکی سازند آسماری برای تهیه مصالح ساختمانی از جمله آهک شکفته و مالون در استان ایلام معمول است. تهیه آهک خالص از سازند آسماری به خاطر وجود ناخالصیها به سختی امکان پذیر است (جودکی، ۱۳۷۴). استان ایلام با دارا بودن بیش از ۹۸ درصد از ذخایر بیتومین کشور (معادل ۹۶ میلیون تن)، با خلوص بیش از ۷۰٪ تنها تولید کننده این ماده معدنی در کشور می‌باشد. تولید اسمی بیتومین استان ۲۷ هزار تن گزارش شده است. برخی از مواد معدنی مانند بیتومین، سلسترین و گوگرد در استان، به علت کم بها بودن، اکتشاف پرهزینه توجیه پذیر نیست. گروه دوم پتانسیل‌هایی را در بر می‌گیرد که از مزیت نسبی بالایی در استان برخوردار هستند مانند خاک رس و نمک طعام و نهایتاً گروه سوم را کانسارهایی نظیر سنگ گچ، سنگ آهک، سنگهای لاشه و مالون شامل می‌شود که ذخایر عظیمی از این گروه در استان کشف شده است (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).

بر اساس آخرین داده‌های مرکز آمار ایران، در سال ۱۳۹۶، تعداد ۳۲ معدن در حال بهره‌برداری در استان ایلام وجود داشته است که تعداد ۲۷ معدن دارای مدیریت خصوصی و ۵ معدن دارای مدیریت عمومی می‌باشد و تعداد ۳۱۴ نفر در این معادن به کار اشتغال داشته‌اند. این استان با دارا بودن مجموع ذخیره ۳۰۱ میلیون تن

و تولید ۱۰ میلیون تن در سال به ترتیب در جایگاه ۲۷ و ۱۳ کشور در ذخیره و تولید ماده معدنی قرار گرفته است.

۳-۲- منابع فلزی

با توجه به اینکه تمامی استان ایلام در بخش چین خوردگی زاگرس واقع گردیده و تماماً توسط سازندهای رسوبی پوشیده شده است، آثار فلزی به صورت بسیار محدود یافت می‌گردد. در تمامی مناطق استان ایلام، مهمترین آثاری که از شکل‌گیری کانسارهای فلزی وجود دارد مربوط به ندول‌ها و عدسی‌های پیریتی در داخل شیل‌های تیره رنگ سازند گورپی می‌باشد که ژنز آنها مرتبط با محیط‌های عمیق دریایی با شرایط احیایی است (مهندسین مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸).

۳-۲-۱- آهن

اندیس آهن قلعه قیران تنها نشانه آهن در استان ایلام می‌باشد که به صورت پراکنده و در قالب ندول‌های پیریتی یافت گردیده است که در ادامه به آن پرداخته شده است.

- اندیس قلعه قیران

منطقه قلعه قیران در شمال غربی شهر ایلام و در ۷ کیلومتری جاده ایلام- کرمانشاه واقع شده و در امتداد شمال غربی تاقدیس کبیرکوه و بخشی از هسته این تاقدیس محسوب می‌شود. در پی جوی‌های انجام شده در این منطقه و در داخل شیل‌های سازند گورپی ندول‌های پیریتی به صورت پراکنده یافت می‌شود. تشکیل این ندول‌ها و لنزهای کوچک بر اثر رسوبگذاری سولفید آهن، به خاطر وجود در محیط و ترکیب آن با گوگرد حاصل از واکنش بی‌هوازی باکتری‌ها در محیط دریایی عمیق تا نیمه عمیق فاقد جریان‌های قابل ملاحظه دریایی است که شرایط احیایی بر آن حاکم است. این ندول‌های پیریتی پس از قرارگیری در محیط‌های اکسیداسیونی در بخش سطحی به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن شامل گوتیت، لیمونیت و هماتیت تبدیل شده است. در مجموع این منطقه به دلیل عدم کانی‌سازی گسترده، پراکندگی و پایین بودن شدت آلتراسیون فاقد ارزش اقتصادی تشخیص داده شد (مهندسین مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸).

همچنین در منطقه ملکشاهی در جنوب شرقی شهر ایلام و در حد فاصل تاقدیس‌های کبیرکوه و کوه انجیری نیز کانی‌سازی محدود به ندول‌ها و عدسی‌های کوچک پیریتی در شیل‌های تیره رنگ سازند گورپی است که حاصل رسوبگذاری و تشکیل پیریت در محیط احیایی است. در این منطقه با توجه به وسعت کم، توسعه



ضعیف آلتراسیون و پراکندگی بخشهای مینرالیزه در سنگ زمینه، عملاً ماده معدنی از قابلیت استحصال بسیار پایینی برخوردار بوده و غیر اقتصادی می باشد (مهندسین مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸).
لازم به ذکر است که در حوالی نهر عنبر اندیس آهن دهلران وجود دارد که اطلاعات کاملی از آنها در دسترس نیست.

۳-۳- منابع غیر فلزی

بر پایه کتاب Ore Geology & Industrial Minerals، مواد معدنی غیر فلزی شامل هر سنگ، کانی یا دیگر مواد طبیعی و دارای ارزش است که شامل مواد معدنی فلزی، سنگهای قیمتی و سوختهای فسیلی نباشد. در این گزارش جهت بررسی و تقسیم بندی مواد معدنی غیر فلزی (شکل ۳-۱) می بایست به بررسی کانیهای صنعتی بپردازیم که بر اساس کتاب Harben & Bates (۱۹۹۰)، به چند گروه اصلی به شرح زیر قابل تقسیم بندی هستند (شکل ۳-۱):

- ❖ مواد و مصالح ساختمانی (سنگ لاشه، گچ (ژیپس)، سیمان، شیشه آتشفشانی و سنگ ساختمانی)
- ❖ رسها (کائولن، بنتونیت)
- ❖ تبخیریها (نمک، پتاس، بورات و نیترات)
- ❖ سنگ آهک و دولومیت
- ❖ سایندهها (گارنت، کوارتز، کروندوم، سیلیس)
- ❖ مجموعه گروههای فسفات، بوکسیت، باریت، بریل، الماس، فلوئورین (±باریت)، لیتیوم، تالک، ورمیکولیت، آزبست، منیزیت، پرلیت، نفلین سینیت، گوگرد، گرافیت و الیون.

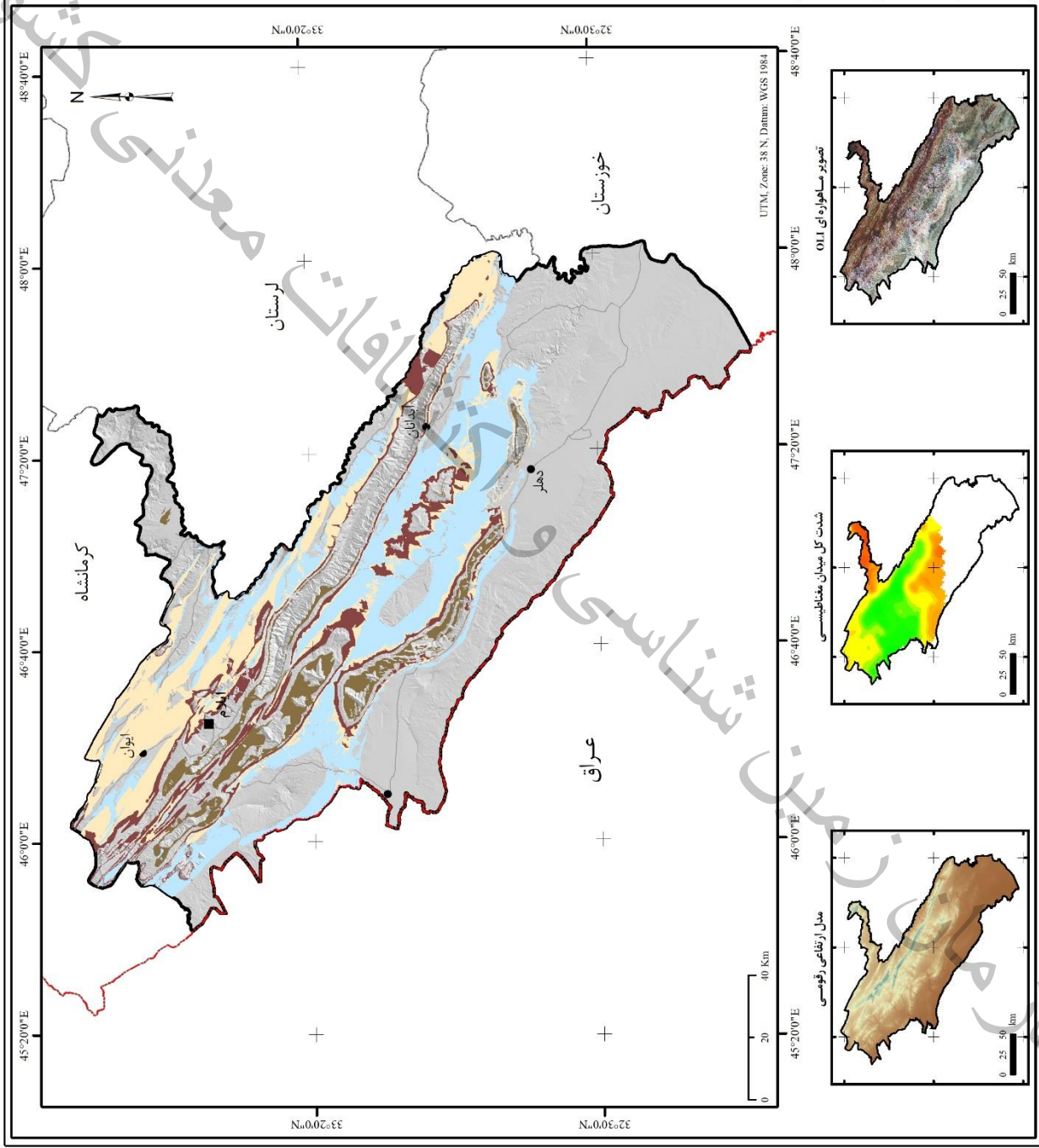
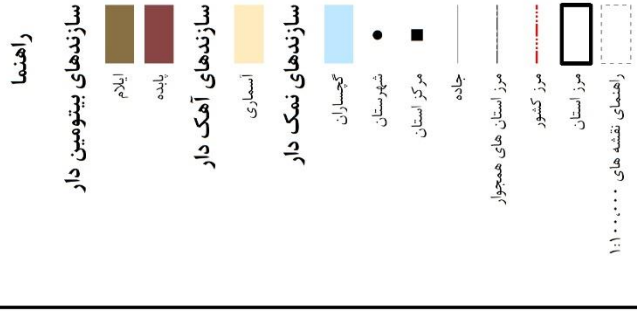
۳-۳-۱- مواد و مصالح ساختمانی

بر پایه تقسیم بندی فوق، مواد و مصالح ساختمانی شامل سنگ لاشه، گچ (ژیپس)، سیمان، مرمیت، شیشه آتشفشانی، گرانیت و سنگ ساختمانی می باشد که در استان ایلام از این گروه سنگ لاشه، سنگ گچ و تعداد محدودی مرمیت گزارش شده است که در ادامه به بررسی آنها خواهیم پرداخت (شکل ۳-۱).

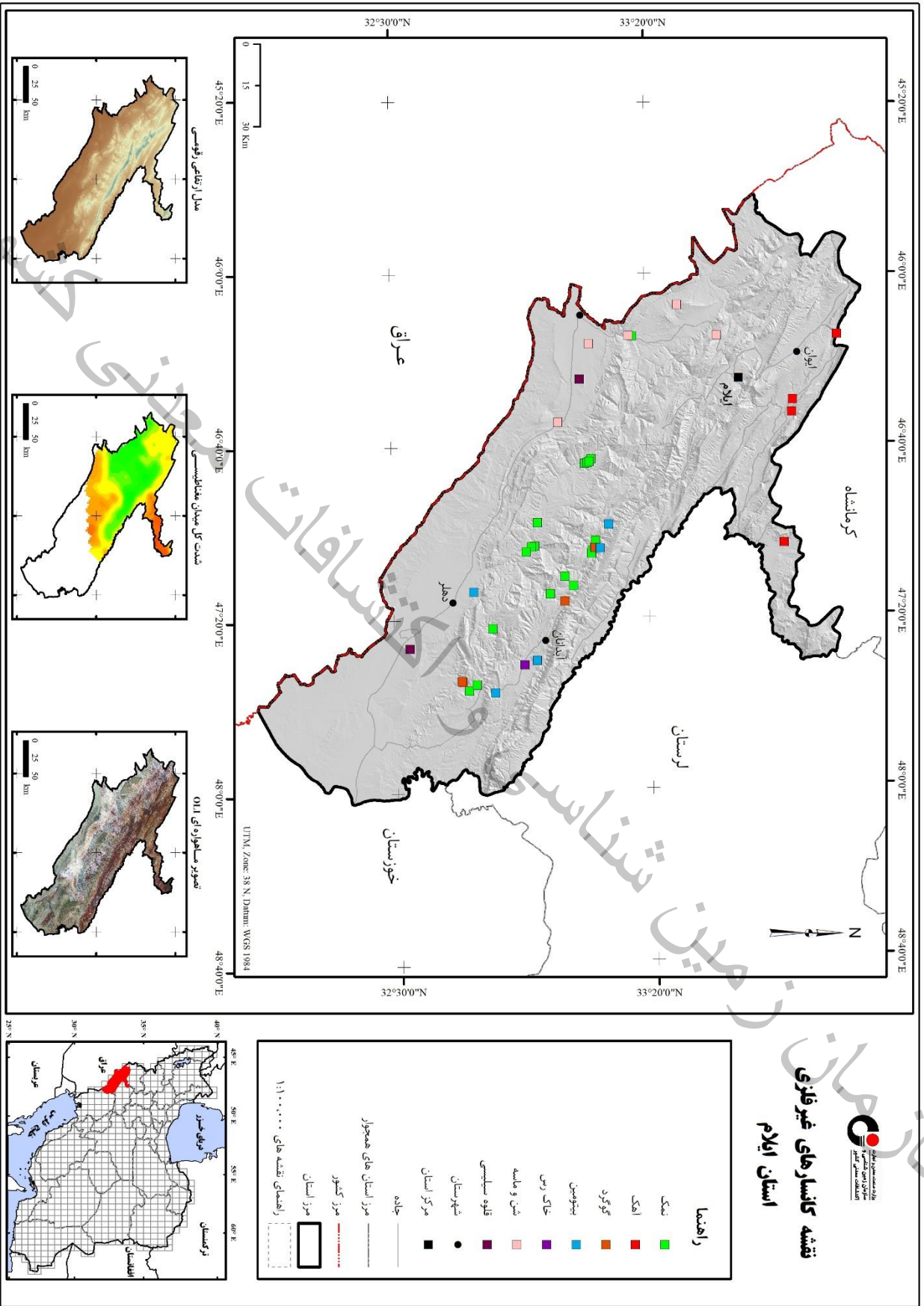


مرکز ملی علوم و فناوری های هیدرولوژی

نقشه پتانسیل های غیر فلزی استان ایلام



شکل ۱-۳ - نقشه پراکندهی پتانسیل های غیرفلزی استان ایلام



شکل ۳-۲- نقشه پراکندگی کانسره‌های غیرفولزی استان ایلام

۳-۳-۱-۱- سنگ لاشه

مالون (سنگ لاشه) از مصالح ساختمانی می باشد که می توان از آهک ها، دولومیت ها، ماسه سنگ ها، توف ها و سنگ های آذرین درونی و بیرونی تهیه کرد. در استان ایلام به علت نبودن محل مناسب جهت تهیه آجر، در اکثر مناطق از سنگ لاشه استفاده شده که از تشکیلات پابده به علت سهولت در استخراج و شکل پذیری، در این استان استخراج می شود.

- اندیس میمه

سه کیلومتر بعد از بخش میمه واقع در ۱۰۶ کیلومتری شهر ایلام، یک سری تشکیلات آسماری قرار دارد که بلوک هایی از این آهک دولومیتی در دامنه ریخته است و از این بلوک ها مالون (سنگ لاشه) تهیه می شود که برای ساختمان و پل سازی مناسب می باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس امامزاده سید فخرالدین

در محل امامزاده سید فخرالدین، از توابع بخش زرین آباد شهرستان دهلران، یک سری آهک وجود دارد که مربوط به آهک های پابده می باشد. این آهک های مارنی تا حدی برای مالون استخراج شده است ولی به علت دوری از محل مصرف زیاد استخراج نمی شود. این آهک ها از درصد کمی کربنات کلسیم (حدود ۸۶٪) تشکیل شده لذا بقیه ترکیب، سیلیس و آلومین هستند که نشان دهنده آهک های مارنی می باشد و به علت وجود همین ترکیب باعث ترد شدن و شکنندگی آنها شده و در برابر آب باران مقاومت ندارند (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس مورموری

در ۱۷ کیلومتری جاده دالپری به مورموری در تشکیلات آغاچاری، یک لایه آهکی کریستالیزه وجود دارد که به علت وجود سیستم درزه و شکاف برای تهیه سنگ لاشه مناسب است. قطر این لایه در حدود ۵۰ سانتیمتر و طول آن حدود ۱۰۰ متر و عرض ۲۰ متر می باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس آبدانان

در شمال شهر آبدانان، در محل تأسیس منبع آب یک سری آهک های سیاه رنگ وجود دارد که برای تهیه مالون مناسب می باشد. این آهک ها به صورت لایه های نسبتاً وسیع و روباز هستند که برای تهیه مالون استخراج می شود (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).



- اندیس گل گل آسمان آباد

اندیس گل گل آسمان آباد در ۳۴ کیلومتری جاده آسفالته ایلام- اسلام آباد و در ۸ کیلومتری دو راهی شیروان- چرداول قرار دارد. از رأس محور یک تاقدیس در تشکیلات آسماری که طبقات تقریباً افقی شده است، سنگ مالون استخراج می‌شود. این سنگهای آهکی، کرم رنگ و خاکستری هستند و لایه‌های آهکی تا قطر یک متر دیده می‌شود (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

همچنین اندیس‌های سنگ لاشه بانروشان و آرکواز نیز در استان واقع شده‌اند که اطلاعات کاملی از آنها گزارش نشده است.

۳-۱-۲-۳-۳- گچ (ژپس)

یکی از فراوان‌ترین مواد معدنی که در سطح استان ایلام وجود دارد سنگ گچ می‌باشد. این فراوانی ناشی از وجود حوضه‌های تبخیری وسیع گذشته در منطقه بوده که چنین ذخایری را پدید آورده است. در استان ایلام سه افق گچ‌دار در سه سازند کشکان، آسماری و گچساران شناسایی شده است. بخش فوقانی سازند کشکان در شمال شرقی استان دارای لایه‌های گچ ضخیم و مناسبی است که در زیر نهشته‌های سازند آسماری قرار گرفته است. بخش کلهر از سازند آسماری و سازند گچساران نیز دارای لایه‌های گچ می‌باشند.

حوضه رسوبی الیگوسن در تمام بخش غربی و جنوب غربی استان، جنوب ایلام، اطراف آبدانان دارای شرایط تبخیری بوده و لایه‌های ضخیم گچ گسترش مناسب دارند. حوضه تبخیری میوسن با گسترش بسیار زیاد و ضخامت خیلی خوب در سطح استان و خصوصاً پیرامون شهرهای دره شهر و آبدانان نهشته‌های سازند گچساران را از خود به یادگار گذاشته است (مهندسین مشاور ایران کانس، ۱۳۷۹).

خلوص بالای ذخایر گچ از امتیازات مهم استان ایلام در زمینه منابع معدنی محسوب می‌شود. خلوص گچ در این استان بالای ۹۹٪ و ذخایر آن تا چند ۱۰ میلیون تن برآورد می‌شود.

- معدن ماربره

معدن سنگ گچ ماربره در شرق روستای ماربره در مسیر جاده ایلام به مهران قرار دارد که این معدن در بخش تبخیری کلهر از سازند آسماری قرار گرفته و سنگ گچ استخراج شده در کارخانه سفید گچ ایلام مصرف می‌شود (صداقت و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس صالح آباد

اندیس گچ صالح آباد در کیلومتر ۲۰ از جاده ایلام به صالح آباد (واقع در منطقه گچساران) و در نزدیکی دهکده ماربره قرار دارد که یک سری لایه گچی با میان لایه های مارنی محدود دیده می شود. لایه های گچ از نظر سنی احتمالاً مربوط به عضو کلهر می باشد که در زیر تشکیلات آسماری قرار دارد. این لایه ها در دو طرف جاده گسترش داشته و در امتداد شمال غربی به ضخامت لایه های ژئوپس افزوده می شود. این محل به علت داشتن ذخیره مناسب مورد مطالعه دقیق تر قرار گرفته است (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس سرتنگ

اندیس گچ سرتنگ در محور ایلام به اسلام آباد، در منطقه سرتنگ ایوان در شمال غرب شهر ایلام واقع شده و در ۲ کیلومتری ابتدای جاده سومار، جاده فرعی به طرف غرب منشعب می شود که ناحیه سرتنگ در ۹ کیلومتری این جاده واقع می باشد. طول این ذخیره گچ حدود ۲ کیلومتر و ضخامت حدود ۲۰ متر را دارا است و می توان به صورت روباز آن را استخراج نمود. این محل دارای ذخیره ای حدود ۱۰ میلیون تن است و بعضی از قسمت های این ذخیره نیاز به خاک برداری دارد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس دانان

در محور اسلام آباد به دهلران از طریق میمه- زرین آباد، در دهکده دانان، ذخیره مناسبی از گچ وجود دارد که در تشکیلات گچساران واقع شده است. گچ این ناحیه، مناسب و تقریباً خالص بوده که دارای بیش از ۸۰٪ سولفات کلسیم آبدار (ژئوپس) است و برای پخت گچ مناسب می باشد. این ذخیره دارای ضخامت حدود ۲۰ متر و به طول یک کیلومتر و در امتداد خط بزرگترین شیب، حدود ۵۰ متر به صورت روباز قابل برداشت است (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس دهلران

در ۱۰ کیلومتری جاده دهلران به طرف مهران یک سری تشکیلات گچساران دیده می شود. این لایه دارای گسترش زیاد بوده و استخراج روباز آن امکان پذیر می باشد. با در نظر گرفتن گسترش لایه و نتیجه آزمایشات، امکان تولید گچ در مقیاسهای مختلف امکان پذیر است (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).



- اندیس بن باباجان

این محل که در ۱۵ کیلومتری جاده دره شهر به طرف پل دختر است، جاده‌ای خاکی به طول ۳ کیلومتر به طرف شمال جدا می‌شود که پس از طی این مسافت به دهکده بن باباجان می‌رسیم. در این محل یک سری تشکیلات گچساران شامل ژپس و مارن بر روی آهکهای آسماری وجود دارد. ضخامت این لایه‌ها بین ۱۰ تا ۱۵ متر می‌باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس کلان

در محور ایلام به چرداول، در دهکده کلان واقع در بخش چرداول، مجاور روستا یک سری از تشکیلات گچساران با لایه‌های گچ همراه با مارن دیده می‌شود. لایه‌های گچ دارای ضخامتی بین ۳ تا ۴ متر هستند که با در نظر گرفتن ضخامت لایه‌های مارنی فقط ایجاد کوره‌های سنتی مناسب می‌باشد. طی نمونه‌برداری صورت گرفته از این محل با بیش از ۸۰٪ ژپس جهت تولید گچ‌های ساختمانی مناسب است (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس آرکواز

در جنوب شرقی دهکده آرکواز، دو سری لایه‌های گچی وجود دارد که یکی از آنها در بخش آهک تشریح شده است. این گچ‌ها مربوط به عضو کلهر می‌باشد. سری دیگر از تشکیلات گچساران است که جهت ایجاد کوره‌های سنتی مناسب می‌باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس دالپری

در شمال شرق دهکده دالپری (بین دالپری و مورموری) لایه‌های گچی از تشکیلات گچساران دیده می‌شود. لایه‌های گچ از نوع ژپس بوده و برای تولید گچ ساختمانی مناسب می‌باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس مورموری

اندیس گچ مورموری در اطراف شهر دالپری واقع شده است. سنگ میزبان این اندیس گچ بوده که مربوط به زمان میوسن می‌باشد و به صورت پراکنده یافت می‌شود (وزارت صنعت، معدن و تجارت).

- اندیس بولی (گره چقا)

اندیس گچ بولی (گره چقا) در اطراف شهر ایلام واقع شده است. سنگهای احاطه کننده ماده معدنی مربوط به سازند کلهر بوده و باریتین نیز به عنوان پارائز یافت می‌شود (وزارت صنعت، معدن و تجارت).

- اندیس دهلران

اندیس گچ دهلران در حوالی شهر دهلران قرار دارد. سنگهای محصور کننده ماده معدنی مربوط به سازندهای کلههر- آسماری بوده و پاراژنز دولومیت در آن یافت می شود (وزارت صنعت، معدن و تجارت). همچنین اندیس گچ ملکشاهی در محدوده مطالعاتی ما قرار دارد که اطلاعات تکمیلی یافت نگردید.

۳-۱-۳-۳- مرمیریت

از انواع سنگ نما، مرمیریت در قسمت شمال شرق ایلام در منطقه پیازآباد به رنگ سفید و در قسمت جنوب غرب ایلام به رنگ سیاه و سنگ نمای گدمه در قسمت غرب شهرستان سراپله موجود می باشد که جزئیات تکمیلی تر گزارش نشده است.

۳-۲-۳- رسها

گروه رسها در استان ایلام شامل معادن خاک رس و مقدار جزئی شیل می باشد که در زیر با جزئیات بیشتر به آنها پرداخته شده است.

۳-۲-۱- رس

منابع کانی های رسی در شهرستان های شیروان، چرداول و ایوان عبارتند از سازندهایی که ترکیب سنگ شناسی آنها شیل و سنگ رس است. این سازندها از قدیم به جدید در محدوده دو شهرستان فوق شامل پابده- گورپی، امیران، گچساران و آغاچاری می شود. از آنجا که واحدهای سنگ چینه ای فوق از دیدگاه زایشی در شمار سنگ های آواری به شمار می روند و منشأ آنها توالی چند هزار متری سازندهای عمدتاً کربناتی زاگرس است، بدیهی است که ویژگی کربناتی به همه آنها منتقل شود (مهندسین مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب، ۱۳۸۴).

- اندیس چم کبود

اندیس خاک رس چم کبود در منطقه چم کبود در جنوب شرق آبدانان با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}30' 43''$ طول شرقی و $32^{\circ}55'24''$ عرض شمالی قرار گرفته است. این منطقه عمدتاً از رسوبات دوران چهارم و سازندهای بختیاری، آغاچاری و گچساران تشکیل شده است. در اطراف این روستا و خصوصاً در محدوده شرقی آن و پیرامون جاده، تپه های رسی متعددی از نهشته های آبرفتی دوران چهارم دیده می شود. در مقطع برخی از این تپه ها علاوه بر رس، لایه های نازکی از شن و ماسه نیز وجود دارد (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).



- اندیس دره شهر

اندیس خاک رس دره شهر در ۲۲ کیلومتری جنوب شرق شهرستان دره شهر و در نزدیکی رودخانه سیمره قرار دارد. نهشته‌های سازند آجاجاری با تناوب ماسه سنگ قهوه‌ای رنگ، رس سرخ تا قهوه‌ای رنگ و مارن، رس‌های این منطقه را شکل داده‌اند (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).

۳-۳-۲-۲- شیل

پتانسیل عظیم سنگ‌های شیلی در مناطقی چون آبدانان، جهت کاربرد آن در خوراک کارخانه سیمان و آجر، توجه بیشتر به این ماده معدنی را ضروری می‌سازد.

۳-۳-۳- تبخیری

کانسارهای تبخیری شامل نمک، پتاس، بورات و نیترات می‌باشد که از میان آنها تنها ذخایر نمک در استان ایلام موجود می‌باشد.

۳-۳-۳-۱- نمک

در استان ایلام هر دو نوع نمک (سنگی و آبی) در مناطق مختلف دیده می‌شود. نمک‌های سنگی در منطقه بلوستان، زرین‌آباد، کنجانجم، آبدانان و نمک آبی در منطقه دشتلک، میمک، ماژین و شمال شرق ایوان غرب به چشم می‌خورد. بررسی دقیق در امر شناسایی پتانسیل‌های نمک بخصوص نمک سنگی در استان لازم و ضروری به نظر می‌رسد (شکل ۳-۲).

- معدن کلان سیران

معدن قدیمی نمک کلان سیران در ۱/۵ کیلومتری شرق روستای تختان در ۵۳ کیلومتری شمال غرب آبدانان با مختصات جغرافیایی ۲۲' ۴۱" ۴۷° طول شرقی و ۳۳° ۰۸' ۵۸" عرض شمالی قرار گرفته است. به منظور آشکارسازی لایه‌های نمکی چندین ترانشه و چاهک حفر گردیده است. این معدن نمک در اثر یک زمین لغزش بزرگ از محل اصلی خود جدا شده و به افقی با ارتفاع کمتر نقل مکان کرده است. طول لایه نمکی در این بلوک لغزیده به حدود ۵۰۰ متر می‌رسد (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹)

- معدن کلان گنجی

معدن نمک کلان گنجی بعد از گردنه شترمل (خروجی تاقدیس کاسه ماست) و در ده کیلومتری مورموری در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}35'15''$ طول شرقی و $32^{\circ}45'58''$ عرض شمالی واقع شده است. اطلاعات بدست آمده از اهالی منطقه حاکی از آن است که لایه نمکی که حدود ۲ تا ۳ متر ضخامت داشته در گذشته مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفته است و در این لایه ۳۰ متر پیشروی داشته‌اند. خلوص نمک در این منطقه ۹۷ درصد گزارش شده است (مهندسین مشاور ایران کانس، ۱۳۷۹).

- معدن فهلك

یکی از مناطقی که آثار نمک به صورت شوره‌زدگی وسیع در آن مشاهده می‌شود معدن فهلك می‌باشد. لایه‌های نمک که به وسیله رس پوشیده شده در نزدیکی رودخانه میمه قرار دارد. آثار شوره سطحی موجب گردیده که محل لایه به راحتی قابل شناسایی باشد و کار اکتشاف آن را تسهیل کند. ضخامت ظاهری این لایه که در گذشته استخراج می‌شده است ۲ تا ۳ متر ذکر کرده‌اند. به نظر می‌رسد ضخامت رس‌های پوششی حدود ۲ متر و خلوص نمک در این معدن در حدود ۹۸ درصد باشد (مهندسین مشاور ایران کانس، ۱۳۷۹).

- معدن متروکه کنجان چم

معدن نمک کنجان چم با مختصات جغرافیایی $46^{\circ}14'37''$ طول شرقی و $33^{\circ}17'23''$ عرض شمالی در ۲۱ کیلومتری شهر مهران واقع شده است. برای دسترسی به این معدن از کیلومتر ۲۵ جاده مهران- ایلام و در غرب پل روی رودخانه کنجان چم، جاده‌ای خاکی برای معدن احداث کرده‌اند. چندین ترانشه و یک چاهک به عمق چند متر در محل معدن مشاهده می‌شود. بخش شمالی محدوده را ناودیسی با جهت شمال‌غرب- جنوب‌شرق به طول بیش از ۳۰ کیلومتر تشکیل می‌دهد که در هسته آن سازندهای آغاچاری و بختیاری رخمون دارند. سازند گچساران در جنوب این ناودیس رخمون داشته و شیب طبقات ۳۵-۴۰ به سمت شمال‌شرق است. معدن نمک در انتهای جنوب‌شرقی ناودیس فوق قرار گرفته است. علاوه بر معدن نمک کنجان چم، اندیس نمک کولک نیز در این محدوده و در نزدیکی مرز واقع است. تشکیلات گچساران سنگ میزبان نمک بوده و متشکل از تناوبی از لایه‌های گچ و مارن- رس می‌باشد که شدیداً چین خورده است. ضخامت افق نمک در رخمون آن به حدود ۲ متر می‌رسد و بخش زیرین آن در زیر خاک قرار داشته و ضخامت واقعی آن معلوم نیست. افق نمک حاوی لامینه‌های تیره رنگ ناخالصی است که ضخامتی در حدود ۱-۲ سانتیمتر داشته و از مواد رسی تشکیل شده است. به طور کلی خلوص نمک نسبتاً مناسب است. طول افق در رخمون به ۲۰ متر می‌رسد ولی در طرفین رخمون تا ۱۰۰ متر نیز ادامه افق بواسطه شوره خاکهای



سطحی پوشاننده آن قابل تعقیب می‌باشد. افق نمک در یک لایه رسی قرمز رنگ قرار گرفته که ضخامت آن به چند متر می‌رسد. این معدن از نظر راه دسترسی در موقعیت مناسبی قرار دارد. با توجه به اینکه شیب لایه بندی و شیب توپوگرافی در خلاف جهت هم هستند و در حال حاضر نیز بیش از ۲۰ متر باطله لایه نمک را پوشانده است استخراج روباز آن از نظر اقتصادی توجیه چندانی ندارد و همچنین با عنایت به اینکه کمر بالا و کمر پایین (لایه‌های مارن و رس) سست هستند، استخراج زیرزمینی آن با مشکل مواجه است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- معدن متروکه بلوطستان

معدن نمک متروکه بلوطستان با مختصات جغرافیایی $46^{\circ}44'10''$ طول شرقی و $33^{\circ}07'50''$ عرض شمالی در حاشیه غربی رودخانه بلوطستان واقع است. این معدن در ۲۰ کیلومتری (خط مستقیم) شمال غربی بخش زرین‌آباد و $6/5$ کیلومتری (خط مستقیم) روستای علی‌آباد قرار گرفته است. این معدن در حاشیه رودخانه بلوطستان قرار گرفته و از دو رخنمون شمالی و جنوبی تشکیل شده است. این رخنمون‌ها دو سر یک لایه هستند و فاصله آنها از یکدیگر ۲۰۰-۱۵۰ متر می‌باشد که به وسیله رودخانه برونزد یافته‌اند. معدن از سالیان گذشته مورد بهره برداری به روش سنتی قرار گرفته است. ارتفاع تپه‌ای که نمک در دو طرف آن رخنمون یافته بیش از ۳۰ متر است و ضخامت لایه حدود ۱۵-۲۰ متر است که شیب آن به تبع لایه‌های دربرگیرنده حدود ۵۰-۶۰ درجه به سمت جنوب غرب می‌باشد. افق نمک متشکل از نمک خالص به رنگ سفید و لامینه‌های نمک همراه با رس و مارن به رنگ تیره است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس چارچورکی

اندیس نمک چارچورکی با $47^{\circ}36'29''$ طول شرقی و $32^{\circ}44'25''$ عرض شمالی در فاصله $6/5$ کیلومتری (خط مستقیم) شمال غرب مورموری واقع است. این اندیس در شمال غرب کوهی به همین نام و در حاشیه رودخانه تلزی قرار گرفته است. لایه نمک در تناوبی از لایه‌های رس و مارن و گچ سازند گچساران قرار گرفته است. در محل این اندیس حجم عظیمی از مارن و رس ریزش کرده و اندازه‌گیری شیب و امتداد لایه‌ها امکان پذیر نمی‌باشد. آثار ۴ چاهک در محل اندیس دیده می‌شود (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس ورگچی

اندیس نمک ورگچی با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}35'09''$ طول شرقی و $32^{\circ}45'55''$ عرض شمالی در فاصله $9/5$ کیلومتری (خط مستقیم) شمال غرب مورموری و $1/5$ کیلومتری جنوب شرق محل چادر نشینان به نام

ورگچی واقع شده است. ورگچی در بعضی از گزارش‌ها تحت نام دره کچیو نامیده شده است. این اندیس در تناوب لایه‌های رس و گچ قرار گرفته و به علت استخراج نادرست نمک توسط افراد بومی، روباره نمک که متشکل از رس و مارن بوده ریزش کرده و روی رخنمون نمک را پوشانده است. دسترسی به افق نمک در حال حاضر امکان پذیر نمی‌باشد. در بالا دست اندیس نمک یک زمین لغزش بزرگ به ابعاد بیش از ۱۵۰ متر دیده می‌شود که لایه‌های مارن و رس نمک‌دار سازند گچساران را بیش از ۵۰ متر جابه جا کرده است. لایه نمک در بین لایه‌های رس قرمز و مارن سبز رنگ قرار گرفته است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس جنوب شرق انجیره

در جنوب شرق انجیره و در نزدیکی جاده، آثاری از نمک نرم با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}14'25''$ طول شرقی و $33^{\circ}00'40''$ عرض شمالی دیده می‌شود. به گفته افراد محلی در بالادست این محل، قبلاً سنگ نمک استخراج می‌کرده‌اند. در حال حاضر محل استخراج به دلیل ریزش پوشیده است (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).

- اندیس کالکالی

اندیس نمک کالکالی با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}12'33''$ طول شرقی و $33^{\circ}05'16''$ عرض شمالی در یک کیلومتری شرق انجیره به طرف آبدانان و در فاصله ۲۰۰ متری از جاده واقع شده است. سنگ میزبان این اندیس مارن، رس و گچ است و دیرینگی آن به دوران میوسن می‌رسد. رخنمونی از سنگ نمک در سطح دیده نمی‌شود و محلی که در گذشته از آنجا نمک استخراج می‌شده است توسط گل و لای پوشیده شده است. در پایین دست محل مزبور چشمه آب شور وجود دارد که در آن نمک نرم رسوب می‌کند. این محل به دلیل نزدیکی به جاده در شرایط مناسبی برای انجام کارهای اکتشافی و استخراجی می‌باشد (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).

- اندیس گل گل اناران

این منطقه تقریباً در ۳ کیلومتری جنوب غرب روستای انجیره و در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}10'24''$ طول شرقی و $33^{\circ}03'38''$ عرض شمالی قرار دارد. از این محل به صورت سنتی نمک برداشت می‌شده است. فاصله این محل تا جاده حدود ۳۰۰ متر است (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹) این معدن در یال شمالی دره خره قرار دارد. ریزش لایه‌های رس-مارن و گچ باعث پوشیده شدن رخنمون نمک شده و آثار شور در خاک نشان دهنده وجود توده قابل توجهی از نمک در زیر است. ضخامت شور از پایین تا بالای در خره حدود ۲۰ متر و عرض آن حدود ۴۰ متر است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).



- اندیس کلاه رو

اندیس نمک کلاه رو در بلندیهای غرب تختان با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}02'07''$ طول شرقی و $33^{\circ}09'39''$ عرض شمالی واقع شده است. نمک مورد مشاهده به صورت نرم بوده و در خط گسیختگی آثار نمک به صورت شورهدگی به وضوح مشخص است (مهندسین مشاور ایران کانس، ۱۳۷۹)

- اندیس چماچم

اندیس نمک چماچم در یک کیلومتری جنوب شرقی روستای سرکمر، با مختصات جغرافیایی $46^{\circ}57'51''$ طول شرقی و $32^{\circ}58'22''$ عرض شمالی در نزدیکی شهر زرین آباد از توابع دهلران قرار گرفته است. این اندیس در کنار رودخانه واقع شده و امتداد لایه نمکی 325 درجه و ضخامت تقریبی آن را حدود 4 تا 5 متر ذکر کرده اند. روی لایه نمکی توسط رس های چسبیده قرمز رنگ پوشیده شده و راه دسترسی آن از طریق حاشیه رودخانه است. خلوص نمک چماچم توسط آزمایشگاه حدود 97 درصد گزارش گردیده است (مهندسین مشاور ایران کانس، ۱۳۷۹).

- اندیس گل گل دره نوآ

اندیس نمک گل گل دره نوآ با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}05'08''$ طول شرقی و $33^{\circ}08'52''$ عرض شمالی در محدوده تختان واقع شده است. این اندیس به صورت شوره زار بوده و اهالی اظهار می کنند که از این قسمت نمک سنگی برداشت نشده است ولی آثار شوره موید نمک سنگی در این محل است (مهندسین مشاور ایران کانس، ۱۳۷۹).

- اندیس بلوطستان

محدوده بلوطستان در حدود 20 کیلومتری شمال غرب بخش زرین آباد (پهله) واقع شده است. در محل این اندیس 2 ترانشه و 3 چاهک مشاهده می شود. نمک این محدوده غالباً در حاشیه رودخانه بلوطستان واقع شده اند. این رودخانه در سازند گچساران و به سمت جنوب شرق جریان دارد. در شرق و جنوب شرق این معدن سازند آغاچاری در هسته ناودیس به طول 25 کیلومتر و عرض 8 کیلومتر رخنمون دارد و سنگ میزبان این معدن سازند گچساران می باشد (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس بلوستان ۱

اندیس نمک بلوستان ۱ با مختصات جغرافیایی $46^{\circ}43'10''$ طول شرقی و $33^{\circ}09'04''$ عرض شمالی در حاشیه شمالی رودخانه بلوستان و در دامنه پرشیب واقع شده است. در این محل لایه‌ای از نمک بوسیله مارن سبز رنگ در بالا و رس قرمز رنگ در پایین احاطه شده است. شیب این لایه در خلاف شیب توپوگرافی بوده و بدلیل استخراج نمک به روش سنتی، لایه مارنی کمر بالای نمک ریزش کرده و این لایه را پوشانده و دسترسی به نمک مشکل است. در محل اندیس دو ترانشه و دو چاهک مشاهده می‌شود (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس بلوستان ۲

اندیس نمک بلوستان ۲ با مختصات جغرافیایی $46^{\circ}44'03''$ طول شرقی و $33^{\circ}08'19''$ عرض شمالی در حاشیه شمالی رودخانه بلوستان و حدود ۹۰۰ متری (خط مستقیم) شمال غرب معدن متروکه بلوستان واقع شده است. لایه نمک در این محل پوشیده بوده و در زیر ضخامت زیادی از خاکهای سطحی قرار گرفته است. شیب لایه نمک و شیب توپوگرافی در خلاف جهت یکدیگر بوده و استخراج آن را با مشکل مواجه می‌کند. در این نقطه اثری از کنده کاری دیده نمی‌شود و لایه نمک‌دار که ضخامت آن به ۱۰ متر می‌رسد به وسیله شوره خاکهای روی آن مشخص است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس بلوستان ۳

اندیس نمک بلوستان ۳ با مختصات جغرافیایی $46^{\circ}43'46''$ طول شرقی و $33^{\circ}08'44''$ عرض شمالی در حدود ۲۰۰ متری شمال رودخانه بلوستان و حدود ۱۸۰۰ متری خط مستقیم شمال غرب معدن متروکه بلوستان واقع شده است. لایه نمک‌دار در این محل پوشیده بوده و در زیر ضخامت زیادی از خاکهای سطحی قرار گرفته است. شیب لایه نمک و شیب توپوگرافی در خلاف جهت یکدیگر بوده و استخراج آن را با مشکل مواجه می‌کند. لایه نمک‌دار به ضخامت ۱۰ متر و در طولی بیش از ۷۰ متر قابل ردیابی است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس چم سرخ

اندیس نمک چم سرخ با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}03'16''$ طول شرقی و $32^{\circ}57'48''$ عرض شمالی در کنار رودخانه ورازان قرار دارد. لایه نمک‌دار به وسیله واحدهای سنگی سازند گچساران متشکل از تناوب رس- گچ و مارن در برگرفته شده است. در حاشیه شمالی رودخانه در طولی حدود ۴۰-۵۰ متر (به موازات لایه بندی)



رس‌های چسبناک قرمز رنگ و مارن سبز دیده می‌شود که دو چشمه با آب شور از آنها بیرون می‌آید. این لایه رسی سنگ میزبان نمک است. لایه فوق بوسیله آبرفت به ضخامت ۵-۱۰ متر با شیب قائم پوشیده شده است. کمر پایین لایه نمک، لایه‌های گچ در تناوب با لایه‌های نازک رس و مارن می‌باشد (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس کناره ۱

اندیس نمک کناره ۱ با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}03'27''$ طول شرقی و $32^{\circ}57'08''$ عرض شمالی در فاصله ۱۸ کیلومتری (خط مستقیم) شرق، جنوب شرق بخش زرین‌آباد، و ۱۴۰۰ متری چم سرخ در کنار رودخانه میمه قرار دارد. لایه نمک‌دار متشکل از مارن و رس بین لایه‌های گچ سازند گچساران قرار گرفته است. به دلیل وجود نمک و گچ در محل، لایه‌بندی منظم نبوده و لایه‌ها خرد شده‌اند. لایه نمک‌دار تا حدود ۲۰۰ متر در امتداد رودخانه به واسطه شوره خاکهای پوشاننده آن قابل ردیابی است. لایه نمک‌دار حاوی ۴ عدسی نمک است که ضخامت هر یک حدود ۱ متر است و فاصله عدسی‌ها نیز ناچیز است و خلوص نمک خوب بوده و به رنگ سفید می‌باشد (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس کناره ۲

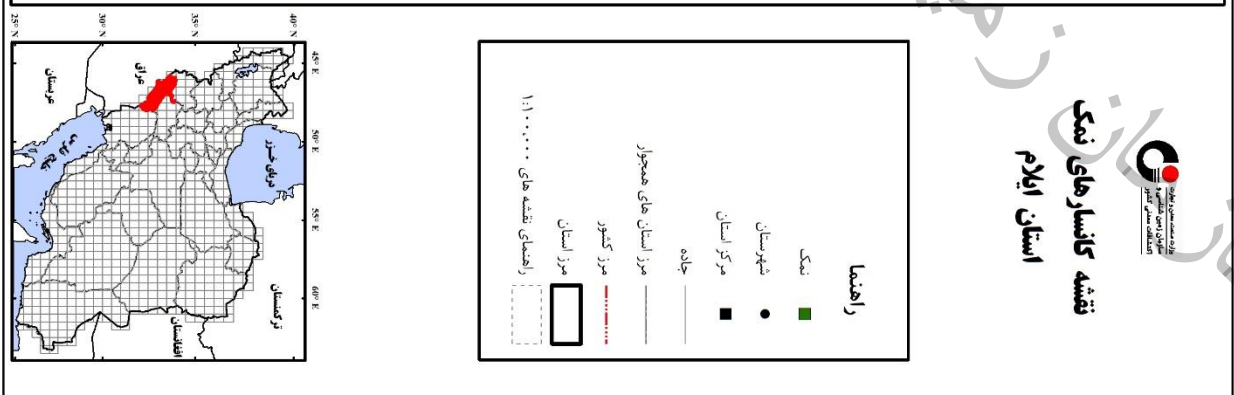
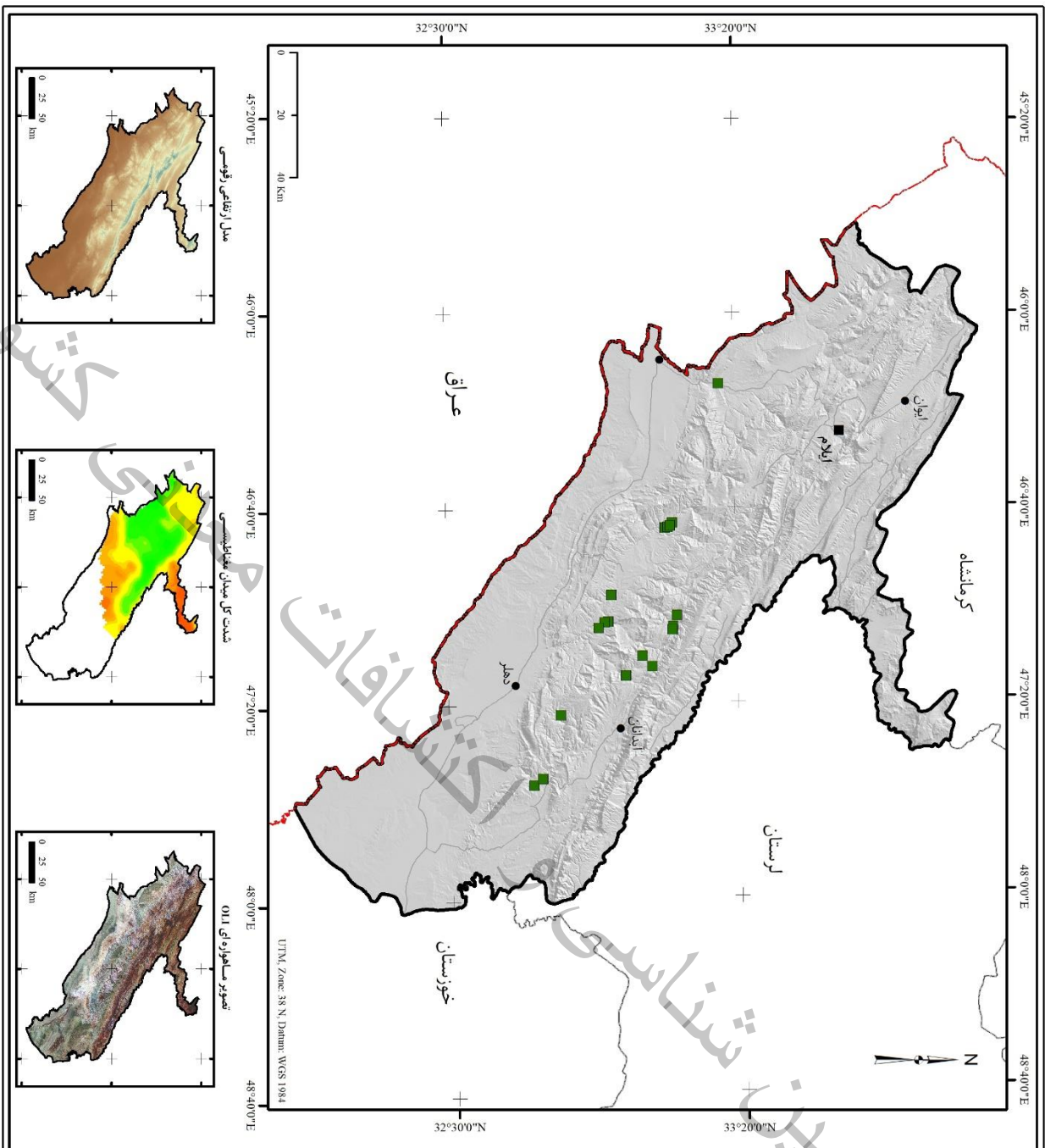
اندیس نمک کناره ۲ با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}04'33''$ طول شرقی و $32^{\circ}56'05''$ عرض شمالی در فاصله ۲۰ کیلومتری (خط مستقیم) شرق، جنوب شرق بخش زرین‌آباد و $3/9$ کیلومتری جنوب شرق چم سرخ در کنار رودخانه میمه قرار دارد. لایه نمک‌دار متشکل از مارن و رس بین لایه‌های گچ سازند گچساران قرار گرفته است. افق نمک به ضخامت ۲ متر رخنمون داشته و بخش زیرین آن در زیر خاک با طول بیش از ۱۰ متر رخنمون دارد. کمر بالای افق نمک را لایه‌های رسی و مارنی رنگین تشکیل می‌دهد. این محل چون در محل پیش ۱۸۰ درجه رودخانه میمه واقع است، شدیداً تحت فرسایش قرار گرفته و لایه‌های رسی و به تبع آنها افق نمک ریزش کرده و روی آن پوشیده شده است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- اندیس دینارکوه (نهر نمک)

اندیس نمک دینارکوه با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}22'16''$ طول شرقی و $32^{\circ}49'17''$ عرض شمالی در فاصله ۲۰ کیلومتری (خط مستقیم) جنوب آبدانان واقع شده است. سازند گچساران متشکل از تناوب لایه‌های گچ-مارن بوده و رس، سنگ میزبان افق نمک این اندیس است که در اثر ریزش حجم زیادی از همین مواد، افق نمک پوشیده شده است. آثار دو ترانشه و یک چاهک در محل اندیس مشاهده می‌شود. با توجه به راه دسترسی، روباره و میزان ذخیره، اکتشاف در این کانسار توجیه اقتصادی ندارد (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- محدوده جنوب شرق زرین آباد

محدوده جنوب شرق زرین آباد در حدود ۱۲ کیلومتری جنوب شرق زرین آباد (پهله) واقع شده است. در این محدوده ۶ اندیس نمک گزارش شده و آثار ۲ ترانشه و ۱۱ چاهک ملاحظه می شود. اندیس های مهم این محدوده در حاشیه رودخانه میمه قرار گرفته اند. این رودخانه در حد فاصل دو تاقدیس مهم منطقه، به نامهای تاقدیس سمند در شمال و تاقدیس اناران در جنوب جریان دارد. در شمال غرب اندیس های نمک، ناودیس های برونزد دارد که هسته آن را واحدهای سنگی سازند آغاچاری تشکیل می دهد. سنگ میزبان کلیه اندیس های نمک این محدوده، واحدهای سنگی سازند گچساران است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).



نقشه کانسارهای نمکی
استان ایلام



شکل ۳-۳- نقشه پراکندهی کانسارهای نمکی استان ایلام

۳-۳-۴- سنگ آهک

همانند گچ، خلوص آهک نیز در این استان دارای دامنه‌ای برابر ۹۳ الی ۹۹/۹٪ می‌باشد. پتانسیل‌های عظیم آهک در مناطق هلیلان، آبدانان و مهران قابل توجه است. اندیس‌های مختلفی از سنگ آهک جهت کاربرد در مصالح ساختمانی استان وجود دارد که این اندیس‌ها عمدتاً از واحد سنگی سازند آسماری هستند که از سنگ آهک، سنگ آهک دولومیتی و سنگ آهک رس‌دار تشکیل شده است. سازند آسماری جدای از عوامل کیفی، رنگ و مقاومت و ... به خاطر شکستگی‌ها و خردشدگی‌های ثانوی، کمتر به عنوان سنگ تزئینی در این استان مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از این سنگ آهک در استان ایلام به عنوان سنگ لاشه و مالون بسیار رایج است (اجاقی و همکاران، ۱۳۸۰).

- کانسار جنوب شرق ایوان

این منطقه در شمال شرق جاده آسفالتی قرار داشته و فاصله آن تا ایوان از طرف ایلام حدود ۵ کیلومتر می‌باشد. در این ناحیه یک سری آهک‌های آسماری قرار دارد که دارای ذخیره‌ای مناسب و بسیار وسیع است. این آهک‌ها بین ۵ تا ۳۰ درجه به سمت جنوب غرب شیب داشته و در بعضی قسمت‌ها پوشش مارنی نازکی به رنگ روشن و به ضخامت نیم تا یک متر روی این آهک‌ها را در قسمت‌های پایین می‌پوشاند و قسمت‌های بالایی این ذخیره کاملاً باز است. این آهک به صورت روباز قابل برداشت می‌باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- کانسار بانروشان (صالح آباد)

کانسار آهک بانروشان در ۴۹ کیلومتری محور ایلام به صالح‌آباد می‌باشد و در غرب جاده آسفالتی این محور و در حدود ۵۰۰ متری آن قرار گرفته است و از یک سری آهک‌های کرتاسه احتمالاً سری ایلام تشکیل شده که از آهک‌های خاکستری رنگ در زیر با لایه بندی نازک مارن آهکی و در بالا آهک روشن که ضخامت این سری آهک بیش از ۵۰ متر و طول آن در حدود ۲ کیلومتر می‌باشد، تشکیل شده است. در نمونه‌های برداشت شده، درصد کربنات کلسیم ۹۲٪ تا ۹۸٪ می‌باشد. در هیچ یک از نمونه‌ها اکسید منیزیم وجود نداشت ولی مجموع اکسیدهای سیلیس، آلومینیوم و آهن آن به ۷٪ می‌رسد که در صورت جدا کردن لایه‌های مارنی، در موقع استخراج از کیفیت بالاتری برخوردار است.

- کانسار دهکده جان جان (آسمان آباد)

این منطقه واقع در محور جاده آسفالتی ایلام به اسلام‌آباد بوده و در یک کیلومتری دو راهی آسفالتی ایلام در کنار جاده فرعی که راه شوسه‌ای به طول ۷ کیلومتر جدا می‌شود، به این لایه‌های آهکی می‌رسیم. طی



آزمایشات صورت گرفته از آهکهای تشکیلات آسماری، مشخص گردید که لایه‌های بالایی این مقطع، آهکهای نسبتاً خالص می‌باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس قلاقیران

اندیس قلاقیران در ۳۹ کیلومتری شمال غرب شهرستان ایلام بین طول‌های جغرافیایی $46^{\circ}12'00''$ تا $37''$ $46^{\circ}14'$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $33^{\circ}55'09''$ تا $33^{\circ}57'33''$ محدود می‌گردد. بر اساس مطالعات فسیل شناسی و پتروگرافی انجام پذیرفته، سنگهای آهکی که در این منطقه رخنمون دارند مربوط به بخش میانی-بالایی سازند آسماری با سن میوسن زیرین می‌باشند. این منطقه دقیقاً بر روی محور یک تاقدیس مهم که عموماً به نام تاقدیس درکه-تاران شناخته می‌شود، قرار گرفته است. رخنمون این سنگهای آهکی به رنگ کرم تا خاکستری روشن، برجسته با درزه و شکاف زیاد، نسبتاً سخت و متراکم، دارای حفرات کارستی، ضخیم لایه و حاوی فسیل می‌باشد (مهندسین مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸).

- اندیس کلاته

اندیس آهک کلاته در ۵۹ کیلومتری شمال شرق شهرستان ایلام، بین طول‌های جغرافیایی $47^{\circ}01'31''$ تا $47^{\circ}03'16''$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $33^{\circ}45'00''$ تا $33^{\circ}46'37''$ شمالی واقع شده است. رخنمون سنگی محدوده این اندیس از سنگهای آهکی سازند تله زنگ تشکیل شده است که با توجه به موقعیت چینه‌شناسی و فسیل‌های یافت شده دارای سنی معادل پالئوسن بالایی هستند. رخنمون این سنگهای آهکی به رنگ کرم-خاکستری، با درزه و شکاف زیاد، نسبتاً سخت و متراکم، حاوی حفرات کارستی، دارای لایه‌بندی به صورت نواری و حاوی فسیل می‌باشد (مهندسین مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸).

- اندیس زنجیره علیا

اندیس آهک زنجیره علیا در ۲۴ کیلومتری شمال شرق شهرستان ایلام واقع شده است. این ناحیه بین طول‌های جغرافیایی $46^{\circ}32'45''$ تا $46^{\circ}35'16''$ شرقی و عرض‌های جغرافیایی $33^{\circ}48'35''$ تا $33^{\circ}50'02''$ شمالی محدود می‌گردد. با توجه به مطالعات پتروگرافی، سنگهای آهکی منطقه را می‌توان به سازند آسماری-شهبازان نسبت داد و سن سنگهای مذکور از ائوسن میانی تا میوسن آغازین تعیین گردیده است. این منطقه بر روی راستای یک سلسله تاقدیس مهم قرار گرفته و رخنمون این سنگهای آهکی به رنگ کرم تا خاکستری روشن، برجسته با درزه و شکاف زیاد، نسبتاً سخت و متراکم، دارای حفرات کارستی، ضخیم لایه و دارای فسیل است (مهندسین مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸).

همچنین اندیس آهک پیازآباد در استان واقع است که اطلاعات تکمیلی در دسترس نیست و جدول ۳-۱ مربوط به ذخایر آهک در بخش شمال شرقی استان ایلام می باشد.

جدول ۳-۱- ذخایر سنگ آهک منطقه شمال شرق استان ایلام (شیروان چرداول)

ردیف	نام ذخیره	موقعیت جغرافیایی
۱	جاده سرابله	ابتدای جاده سرابله و سه کیلومتر بعد از انشعاب از جاده ایلام- اسلام آباد (آسماری)
۲	جان جان	جنوب غرب روستای جان جان آسمان آباد (آسماری)
۳	سید نظر	۲ کیلومتری جنوب سید نظر پایین (آسماری)
۴	شمال سرابله	۷ کیلومتری جاده سرابله به سمت هلیلان- شمال جاده (آسماری فوقانی)
۵	کلاته هلیلان	۵ کیلومتری شمال کهره در محل ده کلاته (تله زنگ)
۶	امام قلی	۵۶ کیلومتری شهرک توحید هلیلان در مسیر کهره- پیازآباد (تله زنگ)
۷	زیر تنگ	۵۳ کیلومتری سرابله، جاده هلیلان، شمال روستای بلاوه توه (آسماری)
۸	ورگچ (لومار)	شمال شهر ورگچ، در کنار رودخانه سیمره (آسماری)
۹	دره شیروان	۲ کیلومتری سراب کازران (آسماری)
۱۰	خرده چشمه	ذخیره کلسیت است و در شمال ده خرده چشمه در شرق کهره قرار دارد.

- اندیس شیروان

در دره شیروان که در ۲ کیلومتری سرآب- کازران می باشد، یک سری آهکهای آسماری با ضخامت حدود ۱۵ متر وجود دارد که تنها قسمت بالایی آن که حدود ۵ متر است، آهک مناسبی بوده و قسمتهای زیرین تا حدی دولومیتی می باشد. ذخیره آهک در این محل زیاد نیست ولی برای تأسیس کوره های سنتی و تأمین آهک مورد نیاز محلی کافی می باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس آرکواز ملکشاهی

این منطقه در ۵۰ کیلومتری ایلام واقع شده است. برای تأمین آهک مورد نیاز محل، از آهکهای آسماری که بر روی لایه های گچی تشکیلات کلهر در منطقه قرار دارد، نمونه برداری شده است. این آهکها از نظر درصد کربنات کلسیم حدود ۹۳٪ می باشد و برای تأمین آهک برای کوره های سنتی مناسب است. در این محل به علت وجود لایه های گچی در بین این آهکها امکان استخراج توأم آهک و گچ وجود دارد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).



- اندیس در محور ایلام به دره شهر

این منطقه که در ۶۰ کیلومتری ایلام به دره شهر می‌باشد، رشته کوههایی از آهکهای آسماری محور جاده را قطع کرده است. این آهکها شیبی بین ۴۰ تا ۴۵ درجه به طرف شرق دارد و رودخانه‌ای که از کنار جاده و از وسط این آهکها می‌گذرد، محل گسلی می‌باشد که حدود ۵۰ متر جابه جایی در آهکها به وجود آورده است. این آهکها (جدول ۳-۲) از نظر کیفیت بسیار متنوع هستند و حاوی آهک خالص، آهک مارنی و آهک دولومیتی و دولومیت می‌باشند. در این محل نیز امکان تولید آهک و گچ به صورت توأم وجود دارد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس گدومه

این اندیس با طول‌های جغرافیایی "۴۶°۲۶'۵۹" تا "۴۶°۲۹'۴۹" شرقی و عرض‌های جغرافیایی "۳۳°۴۶'۱۳" تا "۳۳°۴۸'۴۵" شمالی در ۱۷/۵ کیلومتری شمال شهر ایلام، در دامنه شمال شرق ارتفاعات بانکول و ۴ کیلومتری جنوب روستای گدومه قرار دارد. شیب لایه‌های سنگی ملایم و بین ۱۰ تا ۱۵ درجه به سمت شمال شرق است. سنگهای آهکی ناحیه گدومه مربوط به بخش میانی- بالایی سازند آسماری با سن میوسن زیرین می‌باشد. با توجه به نتایج مطالعات پتروگرافی و فسیل شناسی انجام گرفته از منطقه، سنگهای آهکی این ناحیه مربوط به بخش میانی- بالایی سازند آسماری هستند (مهندسان مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸). بلوک‌های سنگ مربوط به سازند آسماری با ابعاد مختلف و مجزا یافت می‌شوند که هر یک چندین تن وزن دارند که از نظر کیفیت رنگ و مقاومت در حد قابل قبول است و رنگ آن کرم نخودی و دارای فسیل می‌باشد (جودکی، ۱۳۷۴).

جدول ۳-۲- ذخایر سنگ ساختمانی منطقه جنوب شرقی استان ایلام (مسیر ایلام به دره شهر) (جودکی، ۱۳۷۴).

ردیف	نام ذخیره	موقعیت جغرافیایی
۱	شمال آرکوازی	۲/۵ کیلومتری شرق آرکوازی در یال جنوبی ناودیس (آسماری)
۲	قلعه جوق	غرب آرکوازی در ابتدای ده قلعه جوق بر روی مارن های سازند پابده
۳	تنگ چنار	شرق پاکل گراب در مسیر ایلام به دره شهر. شرق روستای چنارباشی
۴	تلخاب	ده تلخاب در شمال جاده بدره- دره شهر کنار رودخانه سیمره، یال جنوبی تاقدیس راوندی
۵	گوراب	بین روستاهای گوراب علیا و سفلی در مسیر زرین آباد- آبدانان در یال جنوبی تاقدیس کبیرکوه
۶	چوبینه	شمال تنگ چوبینه- مجاورت جاده دره شهر- پل دختر (آسماری)
۷	کل سفید	۱۳ کیلومتری شرق دره شهر به پل دختر جنوب غربی روستای کل سفید (آسماری)
۸	آبدانان	۴ کیلومتری غرب آبدانان (آسماری)
۹	جنوب گردنه کبیرکوه	۱۰ کیلومتری آبدانان به دره شهر، ابتدای گردنه (سروک)
۱۰	گردنه کبیرکوه	مسیر دره شهر به آبدانان محور تاقدیس کبیرکوه
۱۱	چنارچ	شمال شرق روستای سنگ سفید، ابتدای تنگ رودخانه چنارچ (آسماری- شهبازان)
۱۲	سید فخرالدین	جنوب امامزاده سید فخرالدین و بین روستای زرآب- یال جنوبی تاقدیس سهند (آسماری)
۱۳	زید	شرق روستای زید- مسیر دره شهر- ایلام (آسماری)

- اندیس شرق بدره

این منطقه که در ۱۰ کیلومتری شهر بدره واقع شده، در کنار دهکده هرانمر می باشد. در این محل یک سری آهک آسماری با شیب حدود ۵ تا ۱۰ درجه به طرف شمال دیده می شود که حدود ۳۰ متر ضخامت و ۱ کیلومتر طول دارد. این محل برای تهیه آهک به صورت کوره های سنتی قابل استفاده می باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس دره شیخ مکان

این محل که در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی دره شهر واقع شده، رشته کوه های آهکی از تشکیلات مختلف وجود دارد. در این رشته کوهها تشکیلات آسماری و گچساران در دامنه شمال شرق آن دیده می شود. در دره شیخ مکان، آهک آسماری با شیب ۴۰ تا ۴۵ درجه به طرف شمال دیده می شود. این تشکیلات دارای آهک و دولومیت به صورت متناوب است که در این محل امکان تأمین آهک و گچ به صورت توأم وجود دارد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).



- اندیس آبدانان

در این منطقه که در ۱۰ کیلومتری غرب شهر آبدانان می‌باشد، لایه‌های آهکی و آهکی مارنی یال جنوبی کبیرکوه را تشکیل می‌دهد. لایه‌های آهکی، تیره رنگ و دارای فسیل هستند و در روی لایه‌های آهکی مارنی قرار دارند. ارتفاع آهکهای تیره رنگ کم بوده ولی ارتفاع آهکهای سفید رنگ که تا حدی مارنی هستند، زیاد است. این محل برای تأسیس کارخانه آهک پاکتی مناسب است (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس غرب شهر دهلران

این منطقه که در ۲۷ کیلومتری شهر دهلران به طرف شهر مهران رو به روی محلی به نام سنگر نادری واقع شده است، یک سری تشکیلات آسماری در آن قرار دارد. طی نمونه برداری صورت گرفته، جنس آنها اکثراً دولومیتی مشخص گردید. این سری آهک به علت نزدیکی به تشکیلات گچساران بیشتر دولومیتی می‌باشد و برای آهک مناسب، باید از این تشکیلات تا حدی فاصله گرفت (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس پهنه بر

این محل در شمال روستای پهنه بر و شهرک جمهوری اسلامی قرار دارد. رودخانه گاوان این ارتفاعات را قطع کرده و پس از عبور به رودخانه چرداول ریخته و سپس به سیمره می‌ریزد. سازند آسماری در اینجا مانند سایر نقاط با لایه‌بندی از ۰/۵ تا ۲ متر دیده می‌شود. رنگ هوازدگی این لایه‌ها کرم تا قهوه‌ای روشن است. رنگ (سفید مایل به کرم) و کیفیت آن یکنواخت و متجانس نبوده و در بعضی قسمت‌ها تخلخل آن زیاد می‌گردد، اگر چه ممکن است در لایه‌های سطحی این پدیده وجود داشته باشد (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس علی‌آباد

در بین راه علی‌آباد علیا و روستای کلی کلی، لایه سطحی ارتفاعات به شکل قطعات منفصل با ابعاد مختلف تا چندین تن وجود دارد. احتمال اینکه از قطعات و بلوک‌های بزرگ آنها به عنوان سنگ تزئینی استفاده کرد وجود دارد. در اینجا نیز مانند اکثر نقاط سازند آسماری، کیفیت یکسان و یکنواخت یافت نمی‌شود. بعضی از بلوک‌ها بسیار متخلخل و سست هستند (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس تنگ ماله مازک

تنگ ماله مازک در شمال غربی روستای زیر تنگ در مسیر سرابله به سیمره قرار دارد. در این منطقه شیب لایه‌ها زیاد بوده و نمونه‌های مطالعه شده از نظر کیفیت شبیه نمونه‌های دیگر سازند آسماری است. رنگ آن کرم تا قهوه‌ای روشن و بعضاً متخلخل هستند (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس پاکل گراب

این اندیس در مسیر جاده ایلام به دره شهر قرار دارد و سازند آسماری در رأس ارتفاعات با ضخامت قابل توجه در شرق جاده واقع شده است. واریزه های این سازند با ابعاد مختلف در دامنه ها پراکنده است که حجم قابل توجهی را نشان نمی دهد. علی رغم مقاومت مناسب و دیگر شرایط فیزیکی سنگ، شرایط توپوگرافی و وجود رودخانه در پای این ارتفاعات، بهره برداری اقتصادی از این ذخایر را غیر ممکن می سازد (جودکی، ۱۳۷۴).

جدول ۳-۳- ذخایر سنگ آهک مسیر ایلام-مهران-دهلران (جودکی، ۱۳۷۴).

ردیف	نام ذخیره	موقعیت جغرافیایی
۱	تنگ نیاز	ابتدای دشت صالح آباد در محل تنگ نیاز- کنار جاده ایلام- مهران، یال جنوبی تاقدیس تنگ نیاز (آسماری)
۲	بانروشان	۴ کیلومتری شمال شرق بانروشان- کنار جاده اصلی ایلام مهران در یلانچ غربی تاقدیس انجیره (سازند ایلام)
۳	کاور	۸ کیلومتری انشعاب جاده زرین آباد از محور دهلران- مهران در شمال جاده اصلی (سازند ایلام)
۴	شمال دهلران	۶ کیلومتری شمال شرق دهلران (سازند ایلام- سروک)
۵	نصیریان	۵ کیلومتری جاده دهلران به مهران- ۲ کیلومتری غرب پاسگاه نصیریان (آسماری)

- اندیس بند سر ایوان

بند سر ایوان در فاصله ۲ کیلومتری شمال ایوان و در یال جنوب غربی بانکول قرار دارد. تاقدیس بانکول روند شمال غرب- جنوب شرق داشته و ضخامت لایه ها به ۲ تا ۳ متر می رسد. درز و شکستگی فراوان در لایه ها وجود داشته و بلوک های منفصل در اثر شکستگی با ابعاد مختلف در لایه ها قابل مشاهده است. سنگ در سطح تازه و نمونه دستی مقاومت خوبی از خود نشان می دهد. رنگ آن نخودی، سفید مایل به کرم با فسیل های میکروسکوپی فراوان است، به علت فرسایش و مقاومت نسبی قطعات فسیلی، قسمت های فسیل دار برجسته تر از قسمت های دیگر دیده می شود. با توجه به مقاومت ظاهری متوسط، رنگ مطلوب و شرایط توپوگرافی، این اندیس نیاز به بررسی بیشتر دارد (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس چهارمله

این اندیس تقریباً در قسمت انتهایی تاقدیس بانکول قرار دارد و در جنوب روستای چهارمله در مسیر ایلام به اسلام آباد و فاصله ۵۰۰ متری جاده واقع شده است. تشکیل دهنده های این سنگ کربناتها، کانیهای سیلیس، کانیهای کدر و کانیهای رسی است (جودکی، ۱۳۷۴).



- اندیس چهل زری

این اندیس در فاصله یک کیلومتری غرب روستای چهل زری قرار دارد. در نمونه‌های برداشت شده از این اندیس حفرات زیاد، تخلخل بالا و نیز رسی بودن بالا مشاهده می‌شود. با توجه به گسترش نسبی ارتفاعات احتمال یافتن ذخیره مناسب ممکن است وجود داشته باشد (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس درگه

این اندیس در داخل ارتفاعات بانکول در مسیر ایلام به اسلام‌آباد به فاصله یک کیلومتری غرب روستای درگه قرار دارد. نسبت به نقاط مشابه گسترش واحدهای سنگی رخنمون دار کم است. از نظر ظاهری، سنگ دارای فسیل و دارای مقاومت نسبی بالا و رنگ کرم نخودی است (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس شرق سراب ایوان

این اندیس در داخل ارتفاعات بانکول، شرق سراب ایوان قرار دارد. در این اندیس سیستم درزه‌های عمود بر هم به خوبی مشاهده می‌شود. از نظر کیفیت، رنگ و ظاهر فسیلی، آن را جزو سنگهای مناسب، نشان می‌دهد و رنگ آن کرم تیره و مقاومت نسبی خوبی دارد (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس قاقه

این اندیس در ۱۰ کیلومتری جنوب چهارمله داخل ارتفاعات بانکول و در شرق کله جوب واقع شده است. سنگهای این منطقه دارای رنگ هوازگی تیره و سیاه است. شکستگی درز و شکاف در سطح لایه به چشم نمی‌خورد و ضخامت لایه کم است (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس شرق روستای کله جوب

این اندیس داخل ارتفاعات بانکول و به فاصله ۳ کیلومتری شرق کله جوب قرار دارد. لایه‌های آهکی تقریباً سفید رنگ با لایه بندی حدود ۵۰۰ متر و درزه‌های فراوان سبب شده به عنوان مالون از آنها استفاده کنند (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس امامزاده عبدالله

این اندیس در غرب مقبره امامزاده عبدالله و در یال شمال شرقی تاقدیس قرار دارد. به نظر می‌رسد به خاطر شیب زیاد و شکستگی متعدد در لایه‌ها، استخراج و بهره‌برداری از این ذخیره مشکل باشد (جودکی، ۱۳۷۴).

- اندیس گردنه قلاجه

این اندیس در حد فاصل ایلام به اسلام آباد است (جدول ۳-۴). این منطقه حاوی چند نوع سنگ از سازند آسماری بوده که از نظر سنگ تزئینی به لحاظ ذخیره و کیفیت قابل بررسی است (جودکی، ۱۳۷۴).

جدول ۳-۴- ذخایر سنگ آهک منطقه شمالی جاده ایلام به اسلام آباد (جودکی، ۱۳۷۴)

ردیف	نام ذخیره	موقعیت جغرافیایی
۱	شمال ایلام	ارتفاعات شمالی ایلام در جنوب تونل آزادی (آسماری)
۲	جنوب ایوان	۴۰ کیلومتری جاده ایلام به ایوان (آسماری)
۳	جوی زرا ایوان	۲ کیلومتری شرق ایوان- یال جنوبی بانکول (آسماری)
۴	شمال شرق ایوان	بند سر ایوان
۵	دو راهی سومار	ابتدای دشت ایوان در شمال دو راهی سومار (آسماری)
۶	ترن	غرب روستای ترن کنار جاده اصلی سومار (آسماری)
۷	قلاجه	جاده ایلام به اسلام آباد گردنه قلاجه (آسماری)
۸	تونل رینو	مسیر ایلام به اسلام آباد (آسماری)

- اندیس میانه راه میمه به دهلران

این محل در ۵۹ کیلومتری شهر دهلران در محور جاده دهلران به میمه قرار دارد. از آهکهای کرتاسه کبیرکوه از تشکیلات بنگستان سری سروک نمونه برداری شده که حاوی ۹۸٪ کربنات کلسیم بوده و درصد اکسید منیزیوم آن صفر است. این آهک بسیار مناسب برای پخت آهک توسط کوره سنتی و یا کارخانه تهیه آهک پاکتی می باشد ولی به علت دور بودن از محل مصرف و نبودن امکانات جهت تأسیس واحدهای تولیدی، این محل مناسب نمی باشد ولی دنباله این لایه را در محل مناسب در شمال شرق شهر دهلران می توان اکتشاف نمود که دارای موقعیتی مناسب تر جهت تأسیس واحدهای تولید آهک باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

۳-۳-۵- فسفات

بررسی صحرایی و بررسی نتایج تجزیه شیمیایی نمونه های برداشت شده از سطح استان، مستعدترین نقاط در این استان حداکثر ۳/۲۵ درصد P_2O_5 است که با آستانه تشکیل لایه فسفات بسیار فاصله دارد و در مجموع می توان گفت این استان به لحاظ وجود فسفات در آن تقریباً سترون است و تنها اندیس هایی محدود مورد شناسایی قرار گرفته است (رضایی و همکاران، ۱۳۸۶).



- اندیس کاسه ماست

اندیس فسفات کاسه ماست در اطراف شهرستان دالپری واقع شده است که ماده معدنی به صورت لایه‌ای به ضخامت ۲۵ سانتیمتر است که عیار P_2O_5 در آن ۱۶/۰۶ درصد می‌باشد. همچنین اندیس‌های فسفات ایلام، قدح (اطراف کبیرکوه) و دهلران نیز گزارش شده است که اطلاعات تکمیلی در دسترس نیست.

۳-۳-۶- شن و ماسه

عمده ذخایر شن و ماسه رودخانه‌ای را می‌توان در شرق شهر مهران، اطراف دره شهر و در کل، نیمه شرقی استان یافت نمود. این ذخایر در بستر رودخانه‌های گاوی و آبشور جای گرفته‌اند. در محلی به نام سنگ سفید به مختصات جغرافیایی $46^{\circ}16'21''$ طول شرقی و $33^{\circ}08'52''$ عرض شمالی واقع در شمال شرقی شهر مهران ذخیره خوبی از شن و ماسه رودخانه‌ای در بستر رودخانه گاوی دیده می‌شود.

همچنین در ارتفاعات سرچشمه، رودخانه آبشور واقع در جنوب جاده مهران به چنگوله نیز از کنگلومرای بختیاری ساخته شده‌اند و به همین دلیل نهشته‌های شن و ماسه مدفون در بستر این رودخانه دارای کیفیت مناسبی هستند.

با توجه به شواهد صحرایی و نوع واحدهای زمین شناسی محدوده سرشاخه‌های این دو رودخانه، کیفیت ذخیره شن و ماسه در بستر رودخانه آبشور به دلیل همراهی مقادیر کمتر رس، بسیار مناسب‌تر از شن و ماسه موجود در بستر رودخانه گاوی می‌باشد. از طرف دیگر میزان ذخیره شن و ماسه در بستر رودخانه گاوی به مراتب بیشتر از رودخانه آبشور است (جان نثاری، ۱۳۸۴).

- معدن متروکه ارمو و سرگچسار

در ۳۰ کیلومتری دره شهر معادن ماسه‌ای که به نام ارمو و سرگچسار معروف است، قرار دارد. این معدن فعلاً استخراج نمی‌شود و ذخیره‌ای ندارد ولی امکان برداشت ماسه از مناطق همجوار آن وجود دارد. این ماسه از یک رسوب کنگلومرای بختیاری بر روی تشکیلات آجاجاری می‌باشد. این رسوب، شن و ماسه دانه ریز سیلیسی بوده و در بین آنها عدسی‌های رس دیده می‌شود. این شن و ماسه به علت داشتن ابعاد کوچک برای کارهای ساختمانی مناسب نیست و اغلب اهالی محل از این ماسه‌ها برای مصارف کشاورزی استفاده می‌کنند (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس شمال شرقی بانروشان

در کیلومتر ۱۶ جاده ایلام به مهران، بعد از تونل کربلا و ۶ کیلومتر قبل از روستای بانروشان و عمدتاً در شمال جاده، به ضخامتی از طبقات آهکی سازند ایلام در محل کوه سامور می‌رسیم که گسترش مناسبی دارند. ضخامت این طبقات آهکی به ۱۲۰ متر و طول آن به حدود ۳/۵ تا ۴ کیلومتر می‌رسد. بخش‌های زیرین این واحد در دامنه جنوبی که به شکل یک پرتگاه رخنمون دارد، توسط نهشته‌های واریزه‌ای پوشیده شده است. در شمال غربی و جنوب جاده آسفالتی در محلی با مختصات جغرافیایی "۳۸'۱۴" ۴۶° طول شرقی و "۵۹'۳۳" عرض شمالی، شاهد حضور آهک‌های ایلام متوسط تا ضخیم لایه هستیم که پای آنها توسط نهشته‌های کوهپایه‌ای پوشانیده شده است. این واحد آهکی به عنوان ذخیره مناسبی از شن و ماسه کوهی می‌تواند منبع مناسبی جهت تولید شن و ماسه شکسته باشد. مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های سنگی این منطقه کیفیت مطلوب آنها را تأیید می‌نماید. از محسنات این محدوده می‌توان به ذخیره زیاد، کیفیت مطلوب، امکان دسترسی به برق، جاده آسفالت و نزدیکی به مرکز استان اشاره نمود (جان نثاری، ۱۳۸۴).

- اندیس جنوب مهران

نوار باریک و کشیده‌ای از کنگلومرای بختیاری در جنوب شهر مهران و جنوب جاده مهران به دهلران وجود دارد که با روند شرقی- غربی و به طول تقریبی ۵۰ کیلومتر از غرب شهر مهران تا شرق روستای چنگوله در شرق مهران کشیده شده است. این کنگلومرا که به طور دگرشیب بر روی بخش لهری از سازند آغاچاری قرار گرفته است، خارجی‌ترین بخش از دامنه شمالی تاقدیس چنگوله را تشکیل می‌دهد. این کنگلومرا سیمان سختی نداشته و عمدتاً حاوی رس زیادی می‌باشد. گاه‌ها می‌توان عدسی‌های بزرگی از رس را نیز در آن مشاهده کرد. در طول این نوار کشیده و در برخی مواقع می‌توان محدوده‌هایی حاوی رس کمتر را در این کنگلومرا یافت نمود. محدوده قلاویزان در جنوب مهران نیز همین وضعیت را دارد و در حال حاضر از ذخیره آن به منظور زیرسازی جاده منتهی به بازارچه مرزی استفاده نمود (جان نثاری، ۱۳۸۴).

- اندیس جنوب غرب صالح آباد

اندیس شن و ماسه جنوب غرب صالح آباد در مسیر جاده ایلام به مهران واقع شده است. در غرب صالح آباد، شاهد حضور گستره وسیعی از کنگلومرای سازند بختیاری هستیم که به طور دگرشیب سیلستون‌های رنگین و ماسه سنگ بخش لهری از سازند آغاچاری را می‌پوشاند. در منطقه درگ وان با مختصات جغرافیایی "۲۴'۰۷" ۴۶° طول شرقی و "۱۷'۲۶" ۳۳° عرض شمالی کارخانه‌ای جهت تولید شن و ماسه از نهشته‌های رودخانه‌ای تغذیه شده از کنگلومرای بختیاری بالادست خود وجود دارد که دارای ذخیره خوبی



بوده و از کیفیت بالایی برخوردار است. حفاری در کف کارگاه حکایت از حضور شن و ماسه رودخانه‌ای تا عمق ۲۰ متری و پس از آن شن و ماسه کنگلومرای داشته است. در ضمن ذخایر فراوانی از شن و ماسه در تراس‌های رودخانه نیز حضور دارد (جان نثاری، ۱۳۸۴).

- اندیس جنوب پل رودخانه کنجان چم

در کیلومتر ۶۰ جاده ایلام به مهران، پس از آخرین پل رودخانه کنجان چم، سازند کنگلومرای بختیاری وجود دارد که دارای مختصات جغرافیایی "۳۱°۴۱'۴۶" طول شرقی و "۴۲°۱۶'۳۳" عرض شمالی می‌باشد. این کنگلومرا را می‌توان در دو سوی جاده مشاهده نمود که در شرق رودخانه کنجان چم این سازند، واحدهای سنگی سازند گچساران را می‌پوشاند که منبع مناسبی جهت شن و ماسه می‌باشد (جان نثاری، ۱۳۸۴).

- اندیس جنوب سد شهید آل اسحاق

در کیلومتر ۶۹ جاده ایلام به مهران در ۱۲ کیلومتری شمال مهران، سد بر روی رودخانه کنجان چم احداث شده است که ارتفاعات دیواره‌های جانبی، مرکب از واحدهای سنگی سازند گچساران می‌باشد اما از پیش از سد انحرافی، می‌توان شاهد حضور سازند کنگلومرای بختیاری در دیواره شرقی رودخانه بود که پرتگاهی به ارتفاع ۲۰ متر را می‌سازند. سازند بختیاری در این محدوده شامل طبقاتی نسبتاً افقی از کنگلومرا و افق‌هایی از رس در بخش‌های فوقانی می‌باشد که حین استخراج می‌بایست به آنها توجه شود. طبقات کنگلومرای حاوی قلوه‌هایی حداکثر به قطر ۴۰ سانتیمتر می‌باشد و میزان ماسه‌ها در آنها زیاد است. ماسه‌ها دانه‌ریز بوده و به شکل ماسه بادی در کناره‌های مسیل رودخانه انباشته شده‌اند. از محسنات این محدوده می‌توان میزان ذخیره خوب، کیفیت نسبتاً مطلوب، رنگ خاکستری روشن، شن و ماسه تولیدی و... اشاره نمود. هر چند که این محدوده از ذخایر رودخانه‌ای نبوده و از گروه ذخایر شن و ماسه کوهی به شمار می‌رود (جان نثاری، ۱۳۸۴).

- اندیس جنوب شرقی بانرحمان

اندیس شن و ماسه جنوب شرق بانرحمان در کیلومتر ۲۸ جاده مهران به دهلران، در شمال جاده و در شرق شهر مهران واقع شده است. کنگلومرای بختیاری واقع شده در این محدوده گستره وسیعی با روند شرقی-غربی را در برمی‌گیرد و حاوی طبقات کنگلومرای با روند شرقی-غربی می‌باشد. قلوه‌های این کنگلومرا حداکثر دارای قطر ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر بوده و جنس این قلوه‌ها به ترتیب فراوانی از آهک، سیلیس، مارن و ماسه سنگ می‌باشد. این کنگلومرا دارای سیمان نه چندان سخت است. این کنگلومرا در صورت عاری بودن از قلوه‌های مارنی یکی از مناسب‌ترین ذخایر معدنی منطقه جهت تولید شن و ماسه با ۲۵ درصد سیلیس و رنگ تیره،

محصول نهایی به شمار می‌رفت که حضور مارن در این واحد سنگی ارزش آن را پایین آورده است (جان نثاری، ۱۳۸۴).

- اندیس جنوب پل چنگوله

اندیس شن و ماسه جنوب چنگوله در کیلومتر ۴۰ جاده مهران به دهلران و در محلی با مختصات جغرافیایی $33^{\circ}34'33''$ طول شرقی و $33^{\circ}02'39''$ عرض شمالی واقع شده است. این رودخانه در این محدوده دارای روند شمال شرقی - جنوب غربی بوده و از ارتفاعات شمالی و شمال شرقی چنگوله (ارتفاعات کبیرکوه و کوه سرمیدان) تغذیه شده است. در دامنه شمال غربی این رودخانه می‌توان شاهد حضور سازند کنگلومرایی بختیاری بود که با دگرشیبی بر روی نهشته‌های ماسه سنگی و سیلت استون‌های قرمز رنگ بخش لهری از سازند آجاجاری آرمیده‌اند. این کنگلومرا دارای قلوه‌هایی بیشتر آهکی و بعضاً سیلیسی به قطر حداکثر ۴۰ سانتیمتر بوده و دارای سیمان به نسبت سستی می‌باشد. این محدوده دارای ذخیره خوبی بوده ولی به دلیل داشتن رس از کیفیت مطلوبی برخوردار نمی‌باشد و می‌توان از این ذخیره به منظور زیرسازی استفاده نمود (جان نثاری، ۱۳۸۴).

- اندیس باندوزه

اندیس شن و ماسه باندوزه در نزدیکی دهکده باندوزه در ۲۵ کیلومتری شمال غرب صالح آباد واقع شده است. رودخانه‌ای که از این محل می‌گذرد به علت عبور از تشکیلات آسماری، دارای شن و ماسه آهکی می‌باشد. ولی به علت شیب زیاد، وجود آبشارهای کوچکی در راه این مسیر، فقط مصالح شن و ماسه در نزدیکی دهکده رسوب نموده است و تقریباً دانه درشت می‌باشد. این اندیس برای کارهای بتن سازی مناسب نیست ولی در کارهای جاده سازی قابل استفاده می‌باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس ملک شاهی (ارکواز)

در ۵۰ کیلومتری شهر ایلام در بخش ملک شاهی رودخانه‌ای وجود دارد که از بستر آن برای دستگاههای دانه‌بندی، شن و ماسه استخراج می‌شود. ماسه این رودخانه آهکی است و عمق ماسه در بستر رودخانه حدود ۱ تا ۱/۵ متر است ولی طول و عرض بستر رودخانه قابلیت برداشت ماسه زیاد را دارا می‌باشد. دانه بندی این ماسه در حد استاندارد بوده و برای کارهایی مثل پایه پلها و ساختمانهای بزرگ دانه‌بندی مخصوص نیاز دارد ولی در کارهای ساختمانی قابل استفاده می‌باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).



- اندیس دهکده گراب

این دهکده در محور ایلام به پهلله وجود دارد و در ۱۰۶ کیلومتری ایلام، دپوی طبیعی شن و ماسه به صورت تپه‌های بزرگی وجود دارد که طول آن ۵۰۰ متر، عرض آن ۲۰۰ متر و دارای ضخامت بیش از ۲ متر است. از این دپو برای جاده سازی استفاده شده است (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس دالپری

در رودخانه‌های جنوب شرق دالپری، شن و ماسه‌هایی با دانه بندی مناسب و اغلب سیلیسی از کنگلومرای بختیاری وجود دارد که در این کنگلومرا که بر روی تشکیلات آجاجاری واقع شده، لایه‌هایی از ماسه نرم آجاجاری در بین لایه‌های دانه درشت نیز دیده می‌شود. در کف رودخانه نیز شن و ماسه دیده شده و دیواره‌های رودخانه از کنگلومرای بختیاری با سیمان نرم می‌باشد. شن و ماسه کف رودخانه ضخامت زیادی ندارد و پس از برداشت حدود نیم متر به رس می‌رسد که برای بتن سازی مناسب نیست و بهتر است از شن و ماسه دیواره‌های این رودخانه استفاده شود (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس چم کبود

اندیس شن و ماسه چم کبود در ۱۰ کیلومتری شهر آبدانان قرار دارد و تأمین کننده شن و ماسه آبدانان می‌باشد. شن و ماسه این رودخانه از نظر کیفیت بیشتر آهکی و مارنی و ذرات رس در آن زیاد بوده و از نظر دانه‌بندی در سطح استاندارد برای تهیه بتن، بلوک و کارهای سیمان سازی نیست زیرا بیش از ۵۰٪ این مواد از منحنی استاندارد خارج می‌باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس دره شهر - شیخ مکان

در حدود ۱ کیلومتر از دهکده پن باباجان واقع در ۲۲ کیلومتری دره شهر و قبل از دهکده شیخ مکان یک دپوی شن و ماسه کنگلومرای بختیاری وجود دارد که دانه‌ها اکثراً آهکی بوده ولی دانه‌های سیلیسی در ابعاد ریزتر وجود دارد. ضخامت لایه کنگلومرا در این ناحیه در حدود ۱۰ متر و ناحیه نسبتاً وسیعی را پوشانده است (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس تلخ آب

دهکده تلخ آب واقع در ۲۷ کیلومتری دره شهر و منابع شن و ماسه واقع در رودخانه سیمره واقع در ۲/۵ کیلومتری کوره گچ تلخ آب است. این ذخایر شن و ماسه اغلب در پاییز و تابستان که سطح آب پایین است

قابل برداشت می باشد ولی مزیت آن در جایگزین شدن توسط سیلاب است. ضخامت این شن و ماسه حدود ۲ متر می باشد زیرا بعد از این عمق به سطح آب رودخانه می رسد. این شن و ماسه آهکی دارای ذرات میکا، پیریت و گچ و ابعاد این ذخیره که به صورت لوزی است دارای اقطار ۵۰۰ و ۲۰۰ متر می باشد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

- اندیس سر تنگ فنی

این محل که در ۹۰ کیلومتری اندیمشک قرار دارد و از طریق جاده آبدانان- اندیمشک قابل دسترسی است، در شمال شرق استان ایلام قرار داشته و در کنار رودخانه سیمره واقع است. ذخیره شن و ماسه در این محل زیاد و ضخامتی بین ۶ تا ۱۰ متر داشته و اغلب آهکی است و به علت ریز بودن دانه ها برای بتن سازی مناسب نیست. این ذخایر تراسهای پلکانی قدیمی رودخانه سیمره می باشد. از این محل مصالح زیادی استخراج شده است (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

۳-۳-۷- سلسنتین

عیار کانسار سلسنتین در نمونه های موجود در استان ایلام گاهی به ۹۵٪ و بیشتر می رسد و وجود پتانسیل های قابل توجه سولفات استرانسیم در قسمتهای شمال غرب دهلران، لزوم پی جوئی و اکتشاف در رابطه با این ماده معدنی را ضروری می سازد. یکی از این ذخایر، اندیس سلسنتین تختان می باشد که در حوالی کبیرکوه قرار گرفته است که اطلاعات کاملتری از این اندیس گزارش نشده است.

۳-۳-۸- گوگرد

ذخایر گوگرد گچ زاغ و مورموری و چشمه های گوگردی آبدانان و تختان، پتانسیل های گوگرد استان ایلام می باشند که در ادامه به تفصیل به آنها پرداخته شده است.

- کانسار گچ زاغ

کانسار گوگرد گچ زاغ تقریباً در ۱۵ کیلومتری بخش مورموری و با مختصات جغرافیایی "۳۱°۳۴'۴۷" طول شرقی و "۱۵°۴۳'۳۲" عرض شمالی در مسیر جاده مورموری به دهلران، در فاصله حدود ۵ کیلومتری غرب جاده آسفالته قرار دارد. ذخیره معدن برابر با ۴۰ هزار تن و عیار ۲۵ درصد برآورد شده است. در پاره ای از نقاط کانسار گوگرد به علت خلوص زیاد و در اثر تابش خورشید دچار آتش سوزی شده است و استخراج در اینگونه معادن همراه با خطر گاز گرفتگی است. این کانسار در داخل رسوبات تبخیری (عمدتاً ژپس) گچساران قرار



گرفته است و دلیل تشکیل آن را نیز می توان به دلیل فعالیت باکتری های احیا کننده سولفات که موجب خروج اکسیژن و تشکیل H_2S شده و در مراحل بعدی اکسیژن با H_2S واکنش داده و گوگرد آزاد ته نشین شده است. بنابراین این کانسار در صورتیکه سنگ پوشش گنبد نمکی باشد، می توان به وجود توده های بزرگ نمک طعام در سطح زیرین آن امیدوار بود (مهندسين مشاور ايران کانش، ۱۳۷۹).

- کانسار مورموری

کانسار گوگرد مورموری در جنوب شهرستان آبدانان و شمال شهرستان دهلران با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}34'15''$ طول شرقی و $32^{\circ}43'00''$ عرض شمالی قرار گرفته است. اطلاعات تکمیلی از این کانسار در دسترس نیست (پارسا، ۱۳۷۸).

- چشمه گوگردی آبدانان

در ۲ کیلومتری جاده غربی آبدانان به سمت دره شهر در نزدیکی روستای گنداب، چشمه ای گوگردی با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}16'05''$ طول شرقی و $33^{\circ}03'29''$ عرض شمالی با بوی شدید سولفور وجود دارد که مظهر این چشمه نهشته های پابده می باشد (مهندسين مشاور ايران کانش، ۱۳۷۹).

- چشمه گوگردی تختان

در منطقه تختان چشمه ای با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}03'48''$ طول شرقی و $33^{\circ}09'35''$ عرض شمالی وجود دارد که داخل آهک مارنی متعلق به سازند پابده به سطح زمین راه یافته است. وجود H_2S در آب این چشمه نیز با بوی شدید آن محرز است (مهندسين مشاور ايران کانش، ۱۳۷۹).

۳-۴ - سنگهای نیمه قیمتی

ذخایر قلوه های سیلیسی در اطراف مهران، صالح آباد و دهلران از جمله پتانسیل های سیلیس استان ایلام هستند که ارزشمند بوده و اطلاعات تکمیلی از آنها در دسترس نیست.

- اندیس قلوه های سیلیسی غرب صالح آباد

اندیس قلوه های سیلیسی در استان ایلام در ۵ منطقه ملاحظه شده است. این قلوه ها آبرفت های فرسایش یافته و مخلوط کوهی حمل شده از کنگلومرای بختیاری می باشند. در ترکیب اکسیدی قلوه های سیلیسی قابل فرآوری، درصد سیلیس بیش از ۹۵ درصد و اکسید آهن نیز در حدود ۱ تا ۲ درصد می باشد. ترکیب کانی

شناسی این قلوها از کوارتز به عنوان کانی اصلی و کلسیت و هماتیت به عنوان کانی فرعی تشکیل شده است. در طبقه بندی دانه ها و قلوهای کنگلومرای سست بختیاری، از دیدگاه ترکیب شیمیایی اصلی حدود ۳:۴ یا ۷۶/۵ درصد به بخش کربناتی و ۲۳/۵ درصد به بخش سیلیسی تعلق دارد. درصد دانه ها و قلوهای سیلیسی قابل فرآوری در مجموعه کنگلومرای بختیاری در این محدوده، در حدود ۶/۱۳ درصد است. قلوهای سیلیسی رنگین از طیف متنوع چرت های خاکستری تا تیره، کرم، قهوه ای و قهوه ای قرمز (انواع ژاسپ)، چرت های سبز و بنفش، کوارتز شیری، کوارتز صورتی، در کوهی و انواع بسیار گوناگون گلداری (از نظر بافت) تشکیل شده اند. مجموع ذخیره قلوهای سیلیسی قابل فرآوری شامل طیف قهوه ای-قرمز، سبز، کوارتز صورتی و در کوهی، کوارتز شیری، بنفش و انواع گلداری معادل ۲۱۷۵۰۰۰ کیلوگرم است. این قلوها در زمینه ساخت وسایل تزئینی زیورها، قطعات حکاکی شده، انواع مجسمه ها، برخی لوازم آزمایشگاهی و... کاربرد دارند که مشخصات آنها در جدول ۳-۳ مشخص می باشد (مهندسین مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب، ۱۳۸۴).

جدول ۳-۳- مشخصات قلوهای سیلیسی در استان ایلام (مهندسین مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب، ۱۳۸۴).

عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	موقعیت چینه شناسی	محدوده	ردیف
۳۳°۰۶'۴۱"	۴۶°۲۳'۵۰"	آبرفت و مخلوط کوهی حمل شده از کنگلومرای بختیاری	شرق مهران	۱
۳۲°۳۲'۵۸"	۴۷°۲۶'۳۶"	آبرفت و مخلوط کوهی حمل شده از کنگلومرای بختیاری	شرق دهلران	۲

۳-۵- سوخت های فسیلی

با توجه به سهم سوخت های فسیلی در تأمین انرژی جهانی و نیز با در نظر گرفتن بهای کنونی و اینکه مصرف کننده های انرژی، وسایل حمل و نقل و بسیاری از موارد دیگر، بر پایه استفاده از سوخت های فسیلی (به طور عمده مشتقات نفت) طراحی شده اند (قربانی، ۱۳۸۱) لزوم به مطالعه آنها را نشان می دهد. از این میان، ذخایر نفت و گاز و بیتومین (قیر طبیعی) در استان ایلام قرار دارد که در ادامه به تفصیل به آنها پرداخته شده است.

۳-۵-۱- نفت و گاز

استان ایلام با دارا بودن یازده درصد ذخائر گازی و چهار درصد ذخائر نفتی به ترتیب دومین و سومین استان کشور از لحاظ منابع گاز و نفت است. بیش از نود و پنج درصد ذخائر نفت و گاز غرب کشور در استان ایلام



قرار دارد. سیزده میدان نفتی و پنج میدان گازی و میادین مشترک مختلفی با کشور عراق دارد. این استان دارای میادین توسعه نیافته نفتی و گازی فراوانی است که نیاز به برنامه ریزی گسترده دارد. استان ایلام دارای میادین فعال هیدروکربوری متعدد است که توسعه سریع و صحیح آنها نیازمند تمرکز فعالیت‌های مربوطه در نزدیک مناطق عملیاتی است. این در حالیست که چندین میدان نفتی و گازی دیگر در استان شناسایی شده و قابلیت توسعه و استخراج منابع آنها وجود دارد. لازم به ذکر است این استان با دارا بودن یک تریلیون متر مکعب ذخایر شناخته شده گاز و همچنین بیش از ۱۷ میلیارد بشکه ذخائر نفتی و در مجموع ۱۳ میدان نفتی (چشمه خوش، پایدار، پایدار غرب، دالپری، شاخه، مهر، آبان، آذر، چنگوله، دهلران، دانان، کولاک بزرگ و دلاوران) و ۵ میدان گازی (تنگ بیجار، بانکول، باباقیر، سمند و کبیرکوه) به ترتیب سومین استان نفتی (بین ۴ تا ۶ درصد ذخایر کشور) و دومین استان گازی کشور (۱۱ درصد ذخایر کشور) است. از طرف دیگر مناطق عملیاتی واقع در استان ایلام، اکثریت تولید نفت و گاز تولیدی شرکت بهره‌برداری نفت و گاز غرب را به خود اختصاص داده‌اند به این ترتیب که چشمه خوش با ظرفیت اسمی ۱۸۰ هزار بشکه نفت در روز، دهلران ۵۵ هزار، آذر ۶۵ هزار، چنگوله ۶۵ هزار و میدان گازی تنگ بیجار با ظرفیت اسمی ۱۱ میلیون متر مکعب گاز در روز و ۱۰ هزار بشکه میعانات گازی در روز اصلی‌ترین منابع شرکت نفت و گاز غرب هستند، لذا با مدیریت صحیح و متمرکز در استان فاصله دسترسی به اکثر مناطق عملیاتی به یک سوم کاهش می‌یابد و نظارت و پشتیبانی این مناطق تسهیل خواهد شد.

میادین توسعه نیافته استان ایلام نیز مزید بر علت تشکیل فوری شرکت نفت و گاز منطقه ایلام است که شامل میادین نفتی کولاک بزرگ، آبان، شاخه، دالپری، مهر، پایدار، دلاوران و میادین گازی هلیلان، کبیرکوه، سمند، بانکول و باباقیر می‌باشد. با بهره‌برداری از این میادین (توسعه نیافته) سهم ایلام از نفت و گاز غرب در آینده در زمینه نفت به ۹۸ درصد و در گاز همچنان ۱۰۰ درصد محفوظ خواهد ماند (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۹، جعفری درگاهی و همکاران، ۱۳۸۸) که در ادامه به آنها پرداخته شده است.

- میدان نفتی دانان

میدان نفتی دانان از میدان‌های نفتی مهم استان ایلام است که در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی دهلران و ۸۰ کیلومتری شمال غربی اندیمشک قرار دارد. مخازن اصلی این میدان مخزن آسماری و مخزن بنگستان (شامل سازندهای ایلام و سروک) می‌باشند. میدان دانان در سال ۱۳۸۶ کشف شد و تولید نفت از آن در سال ۱۳۹۳ آغاز گردید. هم‌اکنون ظرفیت تولید نفت خام میدان دانان به طور میانگین معادل ۲۶ هزار بشکه در روز است، که از طریق خط لوله به واحد بهره‌برداری دهلران انتقال می‌یابد و پس از شیرین‌سازی و فشار افزایی،

توسط خط لوله ای به کارخانه نمک زدایی چشمه خوش ارسال می شود. میدان نفتی دانان از میدان های تحت مدیریت شرکت نفت مناطق مرکزی ایران بشمار می آید، که عملیات تولید آن توسط شرکت بهره برداری نفت و گاز غرب انجام می شود (هزاوه ای، ۱۳۸۱).

- میدان نفتی دهلران

میدان نفتی دهلران، یکی از میادین نفتی استان است که با میدان نفتی ابوغریب در عراق دارای مخزن مشترک می باشد و در ۲۲ کیلومتری جنوب غربی دهلران قرار دارد. میزان نفت خام این میدان ۴۲۱۲ میلیون بشکه برآورد می شود که از این مقدار ۶۳۵ میلیون بشکه آن قابل استحصال می باشد. این میدان در سال ۱۳۵۱ و توسط شرکت نفت ایران و انگلیس کشف شد و اولین چاه آن، در عمق ۶۷۵ حفاری شد. یک سال بعد دومین چاه، در فاصله ۱۰ کیلومتری مرز ایران و عراق تا عمق ۴۳۰۰ متر حفاری شد. در طول جنگ ایران و عراق این میدان مورد حمله قرار گرفت و آسیب دید که موجب قطع تولید نفت آن شد. امتداد ایران در خاک عراق، میدان ابوغریب قرار دارد. در سال ۱۳۸۸ روزانه ۲۴۰۰۰ بشکه نفت خام از طریق ۱۲ چاه فعال این میدان، استخراج می شد. نفت خام دهلران دارای ۴۳/۳ آ. پی. آی و ۷/۲ درصد وزنی گوگرد است (شرکت بهره برداری نفت و گاز غرب).

- میدان نفتی آذر

میدان نفتی آذر، یکی از میدان های نفتی استان می باشد که در شهرستان مهران واقع شده است. مخزن این میدان با میدان نفتی بدرای عراق مشترک است و در امتداد میدان نفتی چنگوله واقع است. این میدان دارای ۲ میلیارد و ۵۰۰ بشکه نفت خام درجا است، میزان نفت قابل استحصال از این میدان ۴۰۰ میلیون بشکه نفت برآورد می شود. در سال ۱۳۹۹ با افتتاح و بهره برداری نهایی از این میدان تا مدت ۲۵ سال، روزانه ۵۰ تا ۶۵ هزار بشکه نفت خام سبک با درجه API ۳۲ (گرانترین نوع نفت خام) از این میدان برداشت می شود که سالیانه معادل ۲۳ میلیون بشکه نفت خام می باشد (شرکت بهره برداری نفت و گاز غرب).

- میدان نفتی چشمه خوش

میدان نفتی چشمه خوش از میدان های نفتی ایران است، که در منطقه دشت عباس، استان ایلام، در فاصله ۵۲ کیلومتری از جنوب شهرستان دهلران و ۷۰ کیلومتری غرب شهرستان اندیمشک مستقر می باشد. میدان نفتی چشمه خوش در سال ۱۳۴۳ کشف شد و بهره برداری از آن، در سال ۱۳۵۴ آغاز گردید. ظرفیت تولید نفت خام میدان چشمه خوش، بطور متوسط معادل ۱۸ هزار بشکه در روز می باشد، همچنین روزانه معادل



۱۱۵ میلیون فوت مکعب گاز طبیعی از این میدان استخراج می‌شود. نفت تولیدی این میدان پس از فرآورش در واحد بهره‌برداری چشمه‌خوش، توسط خط لوله‌ای به طول ۱۵۳ کیلومتر، به مجتمع بهره‌برداری اهواز ۳ انتقال می‌یابد و در نهایت به منظور تأمین خوراک پالایشگاه‌ها یا صادرات، از طریق پایانه نفتی، به جزیره خارک ارسال می‌شود. میدان نفتی چشمه‌خوش، از میادین تحت مدیریت شرکت نفت مناطق مرکزی ایران به‌شمار می‌آید (شرکت بهره‌برداری نفت و گاز غرب).

- میدان نفتی پایدار غرب

میدان نفتی پایدار غرب، یکی از میدان‌های نفتی ایران است که با میدان نفتی فکه عراق دارای مخزن مشترک می‌باشد و در ۵۰ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان دهلران و شمال میدان پایدار واقع شده و در سال ۱۳۵۹ با حفر اولین چاه کشف شده است. نفت این میدان از نوع سنگین است و فشار طبیعی مخزن آن پاسخگوی فشار لازم برای استخراج نفت نیست، از این رو استفاده از تلمبه بر سر چاه اجتناب ناپذیر است. نفت تولیدی چاه‌های میدان پایدار غرب به وسیله پمپ‌های چند فازی این مرکز از طریق دو لوله ۸ و ۱۰ اینچی به واحد بهره‌برداری چشمه‌خوش ارسال می‌شود. میدان پایدار غرب، یکی از میدان‌های حوزه فعالیت شرکت نفت مناطق مرکزی ایران است که با کشور عراق (میدان جبل فوقی) مشترک است (حدود ۲۰ درصد از میدان در خاک ایران و مابقی در خاک کشور عراق قرار دارد) (شرکت بهره‌برداری نفت و گاز غرب).

- میدان نفتی چنگوله

میدان نفتی چنگوله یکی از میادین هیدروکربنی موجود در ساختمان زمین‌شناسی بلوک اناران در دماغه کوه‌های زاگرس، در امتداد مرز ایران و عراق و در قسمت جنوب غربی استان ایلام بین دو شهر مهران و دهلران بوده و سازند بنگستان میدان چنگوله، به عنوان دومین میدان مهم منطقه ایلام، به شمار می‌رود. نفت درجای میدان چنگوله به میزان حدود ۳/۴ میلیارد بشکه و با درجه API حدود ۲۲ برآورد شده است. جهت انتقال نفت میدان چنگوله در مرحله تولید زود هنگام به مقدار حدود ۱۵ هزار بشکه در روز از یک خط لوله ۸ اینچ به طول ۱۳۰ کیلومتر به مقصد دهلران استفاده شده است (شرکت بهره‌برداری نفت و گاز غرب).

- میدان گازی تنگ بیجار

میدان گازی تنگ بیجار از میادین گازی ایران است، که در استان ایلام و در فاصله ۷۰ کیلومتری غرب شهر ایلام واقع می‌باشد. ظرفیت فرآورش این میدان ۷ میلیون متر مکعب گاز در روز می‌باشد. گاز مرکز تفکیک تنگ بیجار پس از فرآورش توسط یک خط لوله ۱۸ اینچ به مرکز تفکیک ایلام و بعد از آن به پالایشگاه گاز

ایلام ارسال و میعانات گازی نیز توسط یک خط لوله ۶ اینچ، به پالایشگاه ایلام منتقل می شود (شرکت بهره برداری نفت و گاز غرب).

۳-۵-۲- بیتومین

با ارزش ترین ماده معدنی استان در حال حاضر بیتومین (نوع گیلسونیت) می باشد. خلوص این ماده معدنی بیش از ۷۰٪ است. استان ایلام با دارا بودن بیش از ۹۸ درصد از ذخایر بیتومین کشور (معادل ۹۶ میلیون تن)، تنها تولید کننده این ماده معدنی در کشور می باشد. تولید اسمی بیتومین استان ۲۷ هزار تن گزارش شده است. اشتغال زائی این ماده معدنی در سالهای اخیر در استان ایلام بسیار بارز بوده و لذا اکتشافات تفصیلی این ماده معدنی ضروری به نظر می رسد. مناطق مستعد جهت عملیات اکتشافی این ماده معدنی با روند شمال غرب- جنوب شرق استان در نزدیکی میدان های نفتی می باشد. انجام عملیات تحقیقاتی با توجه به طیف گسترده هیدروکربن ها از جمله موارد قابل ذکر بر روی این ماده معدنی است (مهندسین مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۱). منابع بیتومین در جنوب استان ایلام در دهکده میمه و دهلران و اطراف شهر ایلام و همچنین در کشور عراق در نزدیکی بغداد قرار دارد.

- معدن سیاهگل

معدن قیر طبیعی (بیتومین) در ۳۵ کیلومتری غرب شهر ایوان در مجاورت رودخانه کنگیر واقع شده است. حوضه پر شده از بیتومین در محدوده معدنی در گستره ای بیضوی به طول حداقل یک کیلومتر و عرض ۱۵۰ تا یک متر را می تواند شامل شود. بر اساس نتایج آنالیز انجام شده، بیتومین از نوع یوانتیت که خود نام تجاری ژلسنیت است مشخص شده است (وزارت صنعت، معدن، تجارت، مهندسین مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۱).

- اندیس تلور

اندیس بیتومین تلور در ۱۹ کیلومتری شرق آبدانان و ۳ کیلومتری شمال چم کبود پایین با مختصات جغرافیایی "۴۷°۲۹'۴۵" طول شرقی و "۳۲°۵۷'۴۸" عرض شمالی قرار دارد. رسوباتی که مواد هیدروکربنی از آن سر درآورده اند از جنس گچ است. بنا به شواهد سکنه اطراف این اندیس، این ماده در سالهای اخیر به سطح زمین رسوخ کرده است. آنچه بر روی سطح زمین دیده می شود، سنگ گچ آغشته به قیر و در زیر سطح گچ و در عمق ۱۰ سانتیمتری و بیشتر، بیتومین با ضخامت حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر می باشد (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).



- اندیس گوراب بالا

چشمه قیری گوراب بالا با مختصات جغرافیایی $46^{\circ}58'23''$ طول شرقی و $33^{\circ}12'24''$ عرض شمالی از میان شیل‌های سبز رنگ پابده سربرآورده است. میزان تراوش بیتومین به سطح زمین محدود می‌باشد. شیل‌های پابده در این منطقه دارای بلورهای پیریت به صورت ادخال و ژئود می‌باشند (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).

- اندیس تختان

اندیس بیتومین تختان با مختصات جغرافیایی $47^{\circ}03'55''$ طول شرقی و $33^{\circ}10'37''$ عرض شمالی در داخل آهک‌های سازند ایلام و به صورت چشمه قیری کوچکی وجود دارد که به صورت ناچیز سطح آهک را قیری کرده است (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).

- اندیس کاسه ماست

اندیس بیتومین کاسه ماست در داخل شیل‌های خاکستری مربوط به سازند پابده و در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}37'04''$ طول شرقی و $32^{\circ}49'32''$ عرض شمالی به صورت چشمه کوچکی قرار دارد که از داخل درز و شکافها به سطح زمین راه یافته است. در این منطقه در میان آهک‌های لوفادار گورپی نیز آثاری از بیتومین مشاهده گردیده است (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).

- اندیس قدح

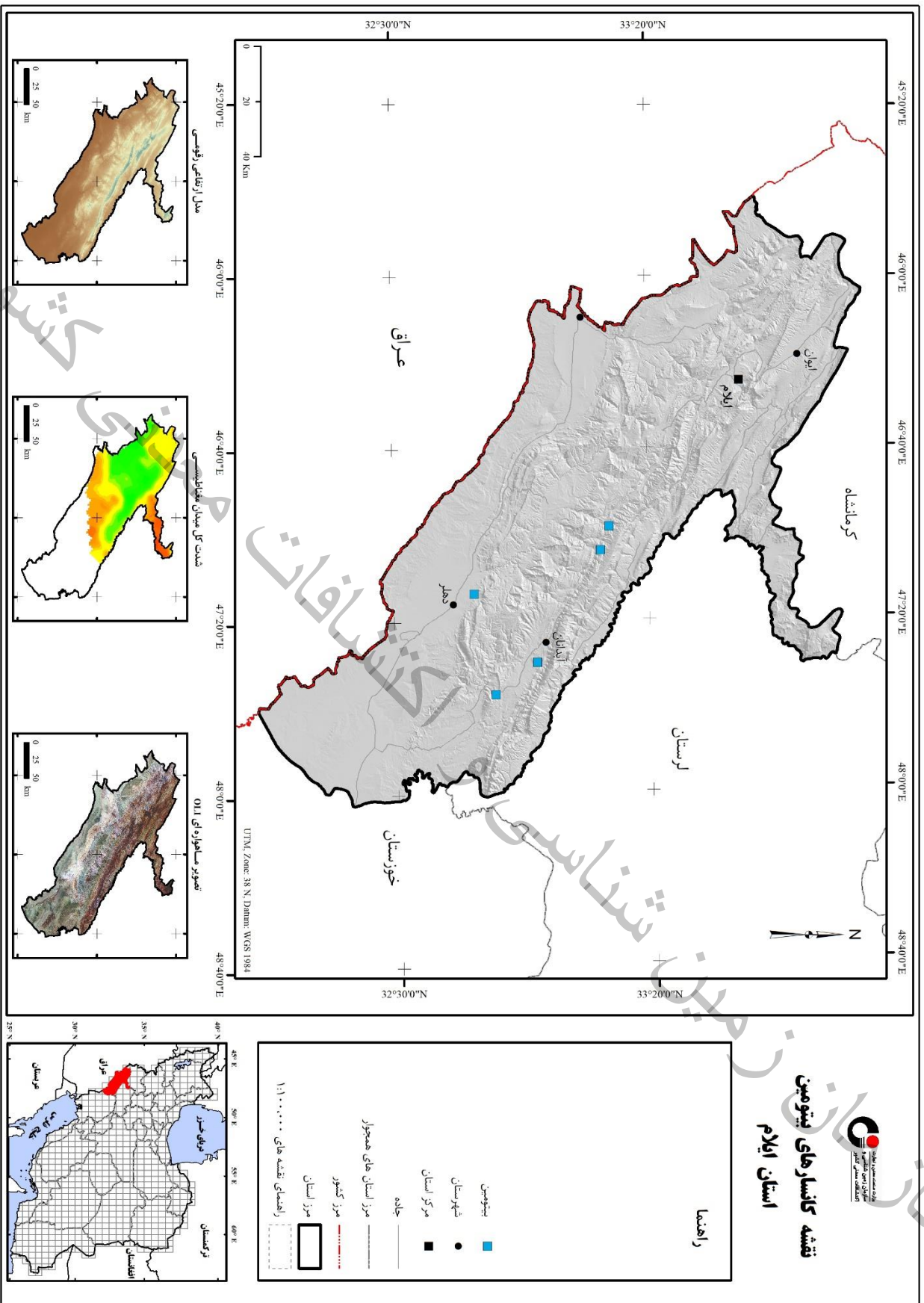
اندیس بیتومین قدح که با نام محلی قیلالو معروف است، در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}13'41''$ طول شرقی و $32^{\circ}45'39''$ عرض شمالی قرار گرفته است. این چشمه قیری نسبت به سایر موارد ذکر شده دارای وسعت و حجم بیشتری می‌باشد و بیتومین از میان شکستگیهای موجود در نهشته‌های پابده به سطح زمین راه پیدا کرده است (مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹).

- اندیس دهلران

این محل که در ۳ کیلومتری شمال شهر دهلران قرار دارد چشمه‌ای آبگرم می‌باشد که به همراه آب، مواد بیتومینی خارج شده و در یک حوضچه ته نشین می‌شود. این بیتومین از نوع سیال و دارای چسبندگی کم و حاوی مقدار زیادی آب می‌باشد که به علت چسبندگی کم مناسب نیست ولی با مخلوط کردن آن با مواد دیگر می‌توان از آن استفاده نمود. وجود این مواد در آبهای گرم چشمه چنین توجیه می‌شود که در اثر شکستگی

که در شمال ناحیه دهلران وجود دارد نفت داخل شکستگی شده و تبدیل به بیتومین گردیده سپس در اثر نفوذ آبهای سطحی به داخل این شکستگیها و گرم شدن آب، بیتومین را نرم کرده و با خود به سطح می آورد و در حوضچه رسوب می دهد (شریفی نوریان و همکاران، ۱۳۶۱).

همچنین معدن بیتومین گیلانه و ملکشاهی در استان وجود دارد که اطلاعات زیادی از آن منتشر نگردیده است.



نقشه کانسارهای بیتومین استان ایلام



شکل ۳-۴- نقشه پراکندهی کانسارهای بیتومین استان ایلام

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معذنی

فصل ہمارم

مطالعات دور سچی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۴-۱- مقدمه

سنجش از دور علم و هنری است که می‌توان با استفاده از آن بدون آن که با سطح زمین تماس فیزیکی داشت، به جمع آوری اطلاعات در ارتباط با پدیده‌ها و عوارض گوناگون پرداخت. در واقع اساس و پایه‌ی این علم بر انتشار انرژی، دریافت و ثبت آن توسط سنجنده‌ی ماهواره، و سپس پردازش و تجزیه و تحلیل آن توسط ایستگاه‌های زمینی استوار است. در این جا نکته آن است که سنسورها در ابتدا تنها داده‌ها را جمع آوری می‌نمایند، که این داده‌ها خام بوده و قابلیت استفاده و استخراج اطلاعات را ندارند، لذا به ایستگاه‌های زمینی ارسال می‌شوند تا مورد پردازش قرار بگیرند. در این مرحله (در ایستگاه‌های زمینی) داده‌های جمع آوری شده مورد پردازش قرار گرفته و اطلاعات را تولید می‌کنند. سنجش از دور اپتیک در برگیرنده طیف مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی است. در این سیستم، تصویر حاصله بدین صورت است که ماهواره تابش منعکس شده خورشید از سطح زمین را به وسیله سنجنده‌های خود دریافت کرده و به شکل یک تصویر ذخیره می‌کند. مواد مختلف بر روی سطح زمین دارای جذب و انعکاس متفاوت در طول موج‌های مختلف هستند، بنابراین اهداف را می‌توان با امضاهای بازتاب طیفی^۱ خود در تصاویر سنجش از دوری از هم جدا کرد.

پردازش تصاویر ماهواره‌ای و کاربرد آن در اکتشاف مواد معدنی امروزه مورد توجه خاصی قرار گرفته است. تفاوت طیفی سنگ‌های آتزه شده با سنگ‌های غیرآتزه مهم‌ترین راه تشخیص نواحی آلتراسیون و به تبع آن اکتشاف کانسارها در پردازش تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. دقت استفاده از برخی از تکنیک‌ها در پردازش داده‌های ماهواره‌ای به حدی است که می‌تواند کانی‌هایی را که در مقاطع میکروسکوپی از یکدیگر قابل تشخیص نیستند و تنها با دستگاه پراش اشعه ایکس (XRD) می‌توان آن‌ها را شناسایی کرد (مانند کانی‌های رسی)، تفکیک کند. این مسئله به تفاوت‌های جزئی در دامنه طیف جذبی و انعکاسی امواج الکترومغناطیس کانی‌ها بر می‌گردد. منطقه مطالعاتی این تحقیق، استان ایلام واقع در غرب ایران می‌باشد. هدف اصلی این طرح مطالعاتی این است که با بکارگیری فناوری دورسنجی، بارزسازی و تفکیک زون‌های دگرسانی بتواند در شناسایی مناطق کانی‌زایی فلزی جدید و پتانسیل‌دار و مستعد کانی‌زایی پلی متال نقش بسیار موثری داشته باشد.

۴-۲- داده‌های ماهواره‌ای

بررسی‌های دورسنجی استان ایلام بر اساس داده‌های ماهواره‌های^۲ ASTER و^۳ OLI و Sentinel-2A انجام گرفت (جدول ۴-۱). در گام نخست جهت مشخص شدن محدوده‌های امید بخش معدنی مطالعات بر روی

^۱ Spectral reflectance signature

^۲ Advanced Space borne Thermal Emission and Reflectance Radiometer

^۳ Operational Land Imager

داده های ماهواره ای OLI صورت گرفت. این ماهواره دارای دو سنجنده است: یکی به نام OLI (مشاهده زمینی) و دیگری TIRS¹ (حرارتی) این دو سنسور با هم ۱۱ باند را تشکیل می دهند که ۷ عدد از آن ها با ETM⁺ اشتراک دارند. ۸ باند دارای رزولوشن ۳۰ متری، باند پانکروماتیک ۱۵ متری و دو باند حرارتی ۱۰۰ متری است. هر سین اطلاعاتی ماهواره لندست ۸ محدوده ای برابر با ۱۸۵*۱۸۵ کیلومتر را پوشش می دهد (جدول ۴-۲).

سپس جهت بررسی های بیشتر و تفکیک زون بندی مناطق دگرسانی از تصاویر ASTER که دارای قدرت تفکیک طیفی بالاتری می باشند، استفاده شد. ماهواره TERRA مخصوص مطالعات زمین شناسی و منابع طبیعی است. سنجنده نصب شده بر روی این ماهواره سنجنده ASTER می باشد. این سنجنده تصاویری شامل ۱۴ باند طیفی از سطح زمین تهیه می کند. باندهای سنجنده ASTER با توجه به طول موج به سه محدوده تقسیم می شوند، محدوده VNIR (محدوده امواج مرئی) که شامل باندهای ۱،۲،۳ می باشد و قدرت تفکیک این باندها ۱۵ متر است. محدوده SWIR (محدوده امواج مادون قرمز با طول موج کوتاه) که شامل باندهای ۴،۵،۶،۷،۸ و ۹ است و قدرت تفکیک این باندها ۳۰ متر می باشد. باندهای ۴،۵،۶،۷،۸ و ۹ در محدوده طول موج ۲/۱ تا ۲/۴ میکرومتر قرار دارند. محدوده TIR (محدوده امواج حرارتی) شامل باندهای ۱۰،۱۱،۱۲،۱۳ و ۱۴ می باشد. قدرت تفکیک این باندها ۹۰ متر است. هر سین اطلاعاتی این ماهواره محدوده ای برابر با ۶۰*۶۰ کیلومتر را پوشش می دهد (جدول ۴-۳).

یکی از مزایای تصاویر ASTER نسبت به OLI قدرت تفکیک طیفی بالای آن به خصوص در محدوده های طول موجی مادون قرمز می باشد که در تفکیک دگرسانی ها نقش به سزایی دارد. جهت مقایسه تفکیک طیفی دو سنجنده مذکور جداولی ارائه شده است، چنان که در جداول (۴-۵) و (۴-۶) مشاهده می شود. بیشترین تفاوت ها در محدوده ی مادون قرمز می باشد، که در سنجنده ASTER علاوه بر افزایش تعداد باندهای طیفی، پهنای باندها نیز کاهش یافته است که همین امر به تفکیک دقیق تر دگرسانی ها کمک می کند. این داده ها توانایی استخراج دگرسانی ها به صورت کائولینیتی، سریسیتی، آلونیتی، آرژیلیک پیشرفته، پروپلیتیک (اپیدوت، کلریت و کلسیت)، اکسیدهای آهن (گوتیت، همتایت و لیمونیت) و سیلیسی شدن را دارا می باشد.

تصاویر ماهواره Sentinel-2A 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 می باشند. Sentinel-2A از توان تفکیک مکانی ۵ روز در استوا و ۳ روز در عرض های میانی برخوردار می باشد. مساحت سین های اطلاعاتی این ماهواره

¹ Thermal Infrared Sensor

² Enhanced Thematic Mapper



۲۹۰*۲۹۰ کیلومتر بوده و به صورت بلوک‌های ۱۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. اطلاعات باندهای این ماهواره در جدول (۴-۴) ارائه شده و حداکثر وضوح سنجنده‌ها با قدرت تفکیک مکانی بالا، در حدود ۱۰ متر (زیر ۱۰۰ متر) تعریف شده است. اینگونه داده‌ها اغلب به طور همزمان در حالت‌های تصویربرداری پانکروماتیک و چند طیفی همراه با سهم قابل توجهی از باند طیف نوری مادون قرمز به دست می‌آیند. این توان تفکیک بالا مزیت عمده این تصاویر نسبت به تصاویر ASTER می‌باشد (F.D van der Meer et al, 2014) (جدول ۴-۷).

جدول ۴-۱- داده‌های استفاده شده در این بررسی

ماهواره	سنجنده	تعداد باند	تفکیک مکانی (متر)	آرشیو داده
Sentine-2A	MSI	13	10,20,60	2015
Landsat 8	OLI	9	15,30	2013
TERRA	ASTER	14	15,30,90	2000-2006

با توجه به این نکته، دگرسانی‌های اولیه استخراج شده از داده‌های OLI، توسط داده‌های ASTER و Sentinel-2A تکمیل و زون‌های مختلف دگرسانی‌ها تفکیک گردید. در نهایت نتایج حاصل شده به صورت لایه‌های مختلف دورسنجی شامل شکستگی‌ها، دگرسانی‌ها و نواحی امیدبخش معدنی جهت استفاده در پی‌جویی‌های اکتشافی ارائه می‌شود. محدوده مورد مطالعه در ۳ چهار گوش ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱۴ برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ قرار دارد که برای هر کدام از برگه‌ها به طور جداگانه و بر اساس مطالعه موردی از تصاویر ASTER و OLI و Sentinel-2A استفاده شده است.

بررسی‌های دورسنجی انجام گرفته در این مطالعات زمین شناسی را می‌توان در مراحل زیر خلاصه کرد:

- دانلود تصاویر ماهواره‌ای
- پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای شامل تصحیحات رادیومتریک، تصحیحات هندسی و بارسازی های اولیه
- آنالیز تصاویر مربوطه با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر
- تفسیر نتایج حاصله و معرفی مناطق امید بخش معدنی
- ارائه گزارش نهایی

اهداف تحقق یافته در بررسی‌های دورسنجی در این فاز مطالعاتی عبارتند از:

- شناخت و تفکیک ساختارهای تکتونیکی منطقه شامل ساختارهای خطی با استفاده از تصاویر OLI ماهواره لندست ۸ و تصاویر ماهواره Sentinel-2A

- شناخت مناطق دگرسانی و ارتباط این مناطق با کانی سازی مواد معدنی با استفاده از تصاویر ASTER
- ماهواره TERRA و تصاویر ماهواره Sentinel-2A
- کنترل صحرایی (تا زمان تهیه گزارش این فاز انجام نشد).

جدول ۴-۲- خصوصیات سنجنده OLI و TIRS

Sensor	Band Number	Wavelength(μm)	Spectral region	Spatial Resolution (m)
OLI	1	0.43-0.45	Coastal aerosol	30
	2	0.45-0.51	Blue	
	3	0.53-0.59	Green	
	4	0.64-0.67	Red	
	5	0.85-0.88	Near Infrared (NIR)	
	6	1.57-1.65	SWIR 1	
	7	2.11-2.19	SWIR 2	
	8	0.50-0.68	Panchromatic	15
	9	1.36-1.38	Cirrus	30
TIRS	10	10.60-11.19	Thermal Infrared (TIRS) 1	100
	11	10.60-11.19	Thermal Infrared (TIRS) 2	



جدول ۳-۴- خصوصیات سنجنده ASTER

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	
	9	2.360 - 2.430	
TIR	10	8.125 - 8.475	90 m
	11	8.475 - 8.825	
	12	8.925 - 9.275	
	13	10.25 - 10.95	
	14	10.95 - 11.65	

جدول ۴-۴- خصوصیات تصاویر Sentinel-2

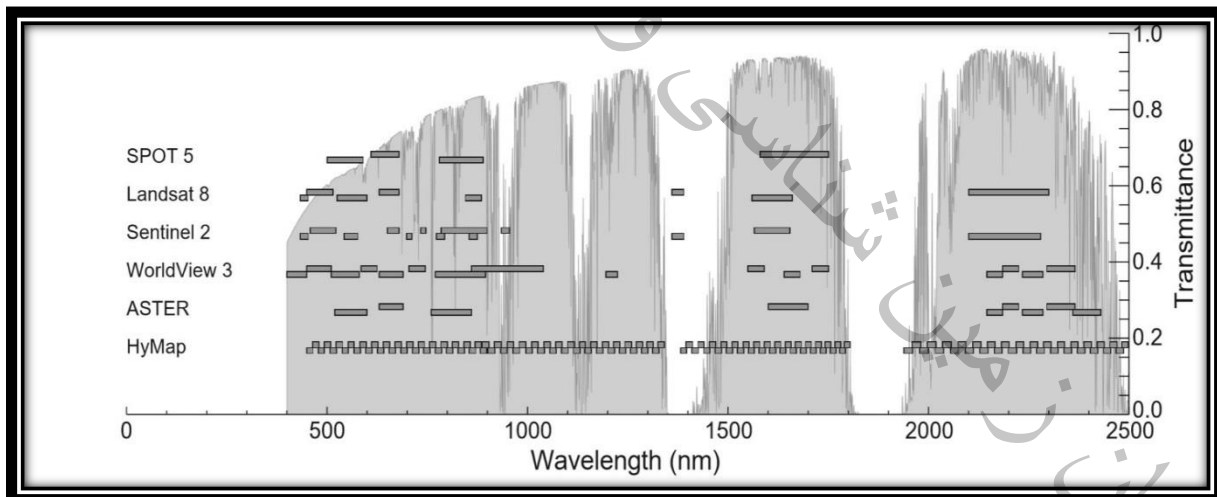
Spatial Resolution (m)	Wavelength(μm)	Spectral region
60	0.43	Coastal aerosol
10	0.49	Blue
10	0.56	Green
10	0.65	Red
20	0.70	Vegetation Red Edge
20	0.74	Vegetation Red Edge
20	0.78	Vegetation Red Edge
10	0.84	NIR
20	0.86	Narrow NIR
60	0.94	Water vapour
60	1.37	SWIR-Cirrus
20	1.61	SWIR
20	2.19	SWIR

جدول ۴-۵- مقایسه خصوصیات تصاویر ASTER ، تصاویر OLI و تصاویر ماهواره SENTINEL-2

Sentinel-2A			OLI			ASTER		
Band	Central Wavelength (nm)	Spatial Resolution (m)	Band	Central Wavelength (nm)	Spatial Resolution (m)	Band	Central Wavelength (nm)	Spatial Resolution (m)
1	0.4430	60	1	0.4430		1	0.5560	
2	0.4900		2	0.4826		2	0.6610	
3	0.5600	10	3	0.5613		3N	0.8070	15
4	0.6650		4	0.6546	30	3B	0.8070	
5	0.7050		5	0.8646		4	1.6560	
6	0.7400	20	6	1.6090		5	2.1670	
7	0.7830		7	2.2010		6	2.2090	
8	0.8420	10	8	0.5917	15	7	2.2620	30
8A	0.8650	20	9	1.3730	30	8	2.3360	
9	0.9450	60	10	10.9000		9	2.4000	
10	1.3750					10	8.2910	
11	1.6100					11	8.6340	
		20			100	12	9.0750	90
12	2.1900		11	12.0000		13	10.6570	
						14	11.3180	

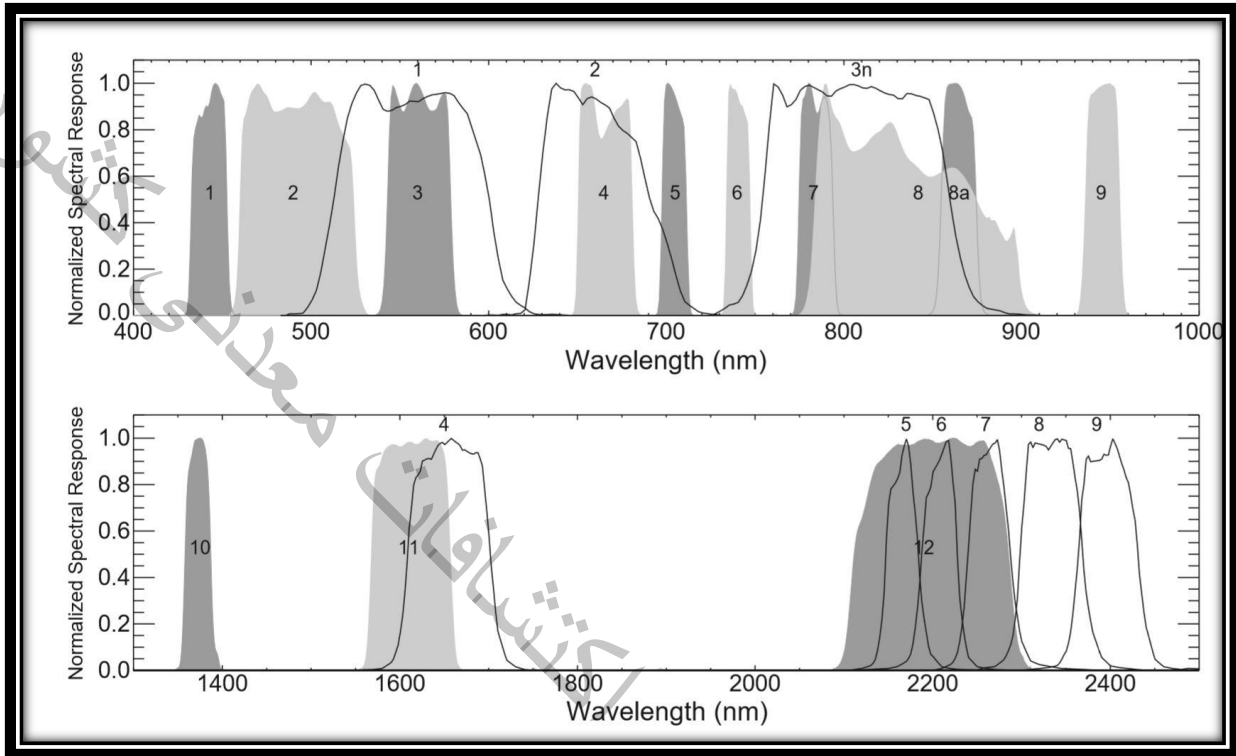
جدول ۴-۶- مقایسه محدوده طیفی و پهنای باندهای Sentinel2A با SPOT5,Landsat8,ASTER,HyMap و WorldView3 در طیف

الکترومغناطیس (F.D van der Meer et al,2014)





جدول ۴-۷- هم پوشانی محدوده های طیفی Sentinel-2A(shaded) and ASTER (line) در محدوده طول موج VNIR(top) and SWIR (F.D van der Meer et al,2014). (bottom)



۴-۳- روش کار

بعد از دانلود داده‌ها، به منظور آماده‌سازی ابتدا فایل‌های معرف صحنه‌ها توسط نرم‌افزارهای ویژه پردازش تصویر (مانند ArcGIS، ENVI و Geomatica) خوانده شد و سپس مراحل زیر به ترتیب 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 برهمکنش امواج الکترومغناطیسی با پدیده‌های مختلف زمین توسط سنجنده ثبت شده در مرحله پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد تا خطاها و نویزهای موجود در آن‌ها برطرف و تصحیح گردد. در همین راستا خطاها در تصاویر ماهواره‌ای می‌توانند به صورت سیستماتیک و غیر سیستماتیک باشند. خطاهای سیستماتیک جزو آن دسته از خطاهایی هستند که مرجع آن ماهواره و سنجنده بوده و می‌توان آن را پیش بینی و تصحیح نمود. اما این در حالی است که خطاهای غیر سیستماتیک،

مرجعی غیر از ماهواره و سنجنده داشته (مانند اتمسفر و سیاره زمین) و با استفاده از مدل های تجربی و فیزیکی می توان نسبت به تصحیح و برطرف سازی آن ها در تصاویر ماهواره ای اقدام نمود. از لحاظ نوع خطا، آن ها را می توان به دو دسته خطاهای رادیومتریک و هندسی طبقه بندی کرد.

• تصحیحات رادیومتریک^۱

خطاهای رادیومتریکی به صورت کلی به آن دسته از عواملی اشاره دارد که به اشکال گوناگون بر روی امواج الکترومغناطیسی رسیده به سنجنده اثرگذار هستند. این عوامل می تواند اتمسفر، توپوگرافی زمین و همچنین سنجنده ماهواره باشد. با این حال در این مرحله توجه بیشتر بر روی خطاهایی است که توسط اتمسفر و توپوگرافی زمین ایجاد می شود. اتمسفر با توجه به اثرات جذب و پخش امواج الکترومغناطیسی به صورت قابل توجهی می توانند بر روی امواج محدوده مرئی و مادون قرمز بازتابی و حرارتی تأثیرگذار باشد. از سوی دیگر توپوگرافی زمین با توجه به شیب و جهت آن اثرات قابل توجهی را بر روی امواج الکترومغناطیسی ایجاد می نماید. مجموع اثراتی که توسط اتمسفر و زمین ایجاد می شود می تواند با استفاده از مدل های اتمسفری مطلق و نسبی تا حد زیادی تعدیل و نرمال سازی شده به گونه ای که بتوان اطلاعات طیفی دقیق و با مفهومی را تصاویر ماهواره ای 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 ASTER مورد استفاده در دسترس نبود. لذا از روش های تصحیح رادیومتریک Pseudo Reflectance استفاده شد. یکی از روش های تصحیح رادیومتریک که از قابلیت و دسترسی خوبی برخوردار است روش Log Residual می باشد. در این روش با کمک پارامترهای آماری مانند میانگین طیفی و هندسی تصویر خام به تصویر تصحیح شده تبدیل می شود. برای منطقه مورد مطالعه نیز تمامی تصاویر ASTER به این شکل تصحیح رادیومتریک شدند. بعد از تصحیح رادیومتریک شیب نمودار منحنی طیفی بیشتر و اشکال طیفی عمیق تر می شوند. در این مطالعه از تصاویر لندست ۸ و Sentinel تنها برای بررسی کلی منطقه استفاده شده و در مرحله پردازش فقط از روش های نسبی باندها استفاده شد نه روش های مطلق، به همین دلیل نیازی به اینگونه تصحیحات نداشتیم.

¹ Radiometric Correction



• تصحیحات هندسی^۱

تصحیحات هندسی تصاویر ماهواره‌ای شامل آن دسته از تصحیحاتی است که در ارتباط با ساینز پیکسل، سیستم مختصات، زمین مرجع نمودن تصاویر ماهواره‌ای، نمونه برداری مجدد، اورتو کردن تصاویر ماهواره‌ای، رجیستر سازی تصاویر ماهواره‌ای و تعداد سطر ستون‌ها در تصویر می‌شود. خطاهای هندسی به طور معمول تحت تأثیر رابطه بین تصویربرداری ماهواره و شکل و توپوگرافی زمین ایجاد می‌شود. سیستم‌های مختصاتی در فرایند پردازش داده‌های ماهواره‌ای از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. عدم وجود 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 بتوان تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای مختلف را با یکدیگر ترکیب نموده و بصورت چند سنسوره پردازش‌ها را مدیریت نمود.

جهت انجام تصحیح هندسی نیاز به تهیه مدل ارتفاعی رستری منطقه و انتخاب نقاط کنترل زمینی^۲ (GCP) برای ایجاد ارتباط بین مختصات زمینی با تصاویر و محاسبه مدل ریاضی می‌باشد که در ادامه شرح داده شده است.

جهت ایجاد و برقراری ارتباط بین مختصات زمینی با تصاویر، از نقاط کنترل زمینی (GCP) که دارای مختصات مشخص می‌باشند، 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 موقعیت‌یابی جهانی^۳ (GPS)، نقشه‌برداری و بازدید زمینی، تصاویر تصحیح شده قبلی، لایه‌های رقومی شده موجود، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)^۴ و نقشه‌های توپوگرافی به دست آورد. نقاط کنترل زمینی برای تعیین ارتباط بین تصاویر خام و زمین بوسیله ارتباط پیکسل (P) و خط (L) در تصاویر خام به مختصات X, Y و Z زمین استفاده می‌شوند.

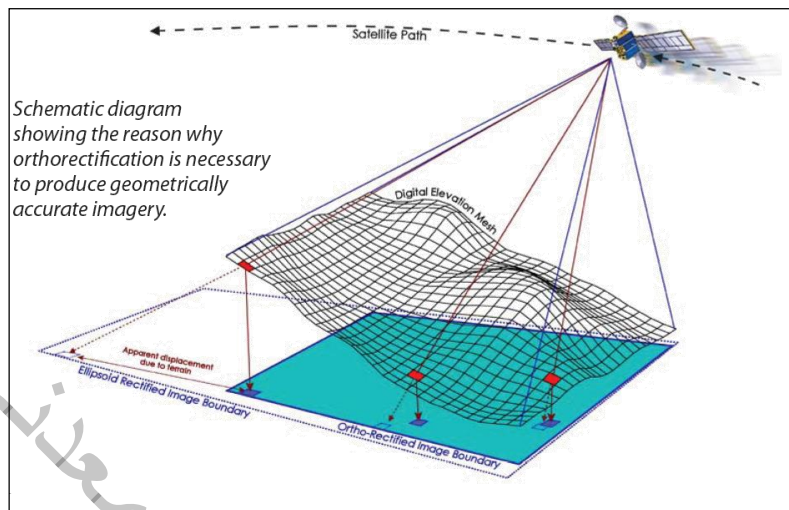
برای تصاویر مورد استفاده ASTER، OLI و Sentinel به دلیل اینکه تصحیحات هندسی سه بعدی بر اساس المان‌های مداری ماهواره و با دقت بسیار بالا و تصحیحات سنجنده بر روی آن‌ها اعمال شده بود، نیازی به تصحیحات هندسی نبود.

¹ Geometric corrections

² Ground Control Point

³ Global Positioning System

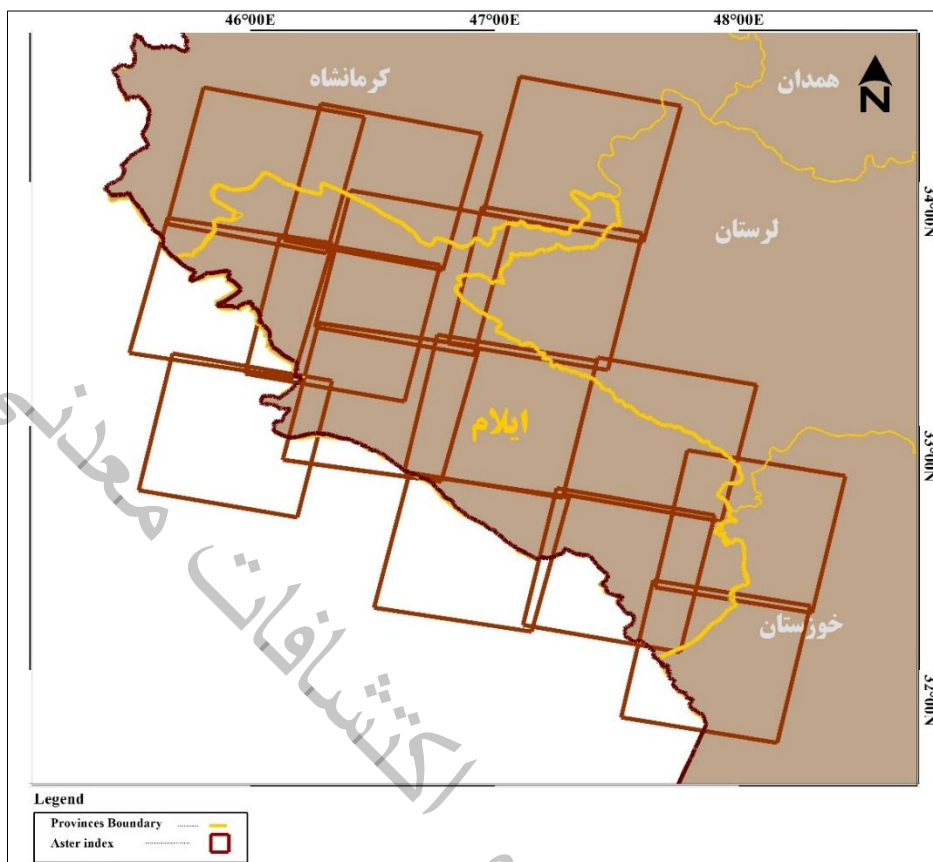
⁴ Geographic Information Systems



شکل ۴-۱- ارتباط بین هندسه تصویر، مدل رقومی ارتفاع، سطح مبنا و وضعیت پیکسل‌ها در حالت قبل و بعد از تصحیح

• ایجاد موزائیک تصاویر

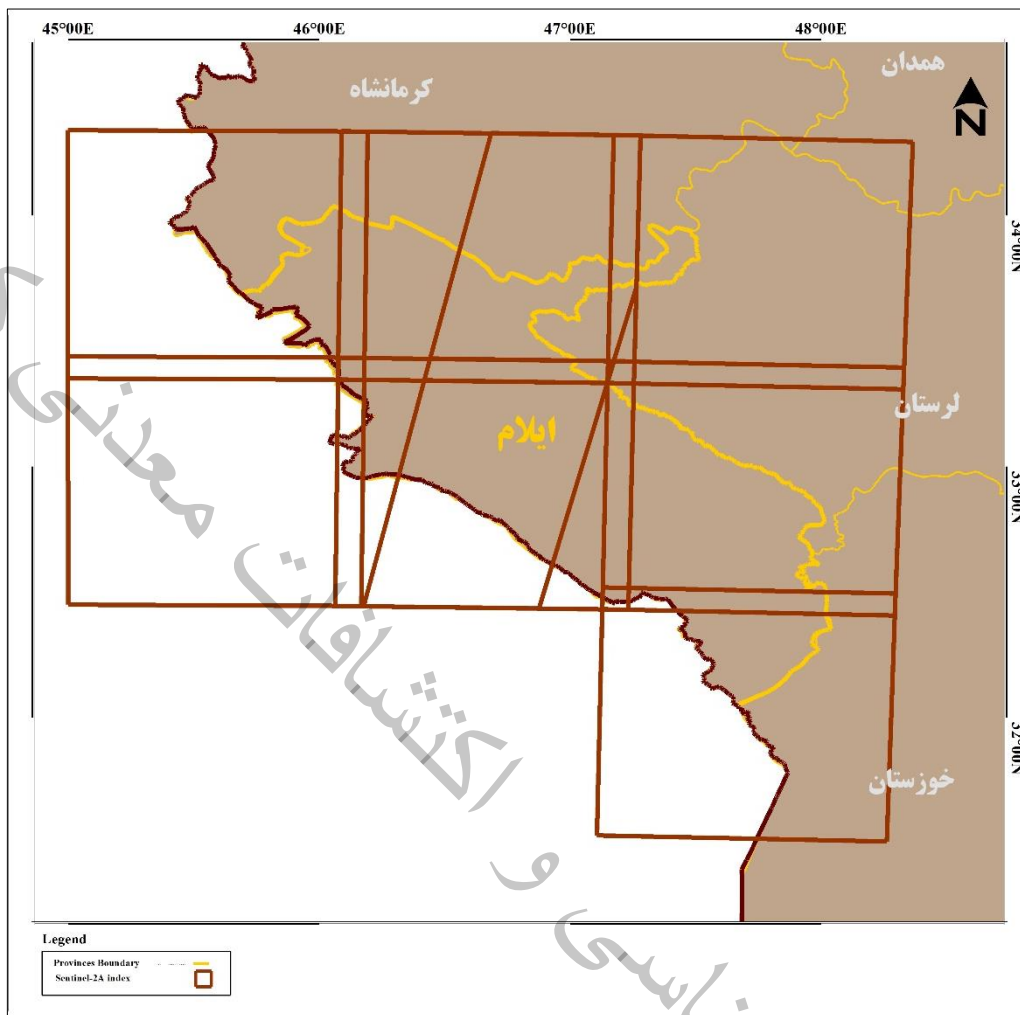
با توجه به اینکه محدوده مورد مطالعه در بیش از 15 سین اطلاعاتی ASTER (شکل ۴-۲ و جدول ۴-۸ و تاریخ برداشت تصاویر (2000 تا 2008) و 8 سین اطلاعاتی Sentinel-2A (شکل ۴-۳ و جدول ۴-۹) و 4 سین اطلاعاتی OLI (شکل ۴-۴ و جدول ۴-۱۰) قرار گرفته است، لذا برای دستیابی به یک تصویر واحد در اولین مرحله می‌بایست عملیات موزائیک بین داده‌ها انجام می‌شد. این عمل با استفاده از نرم افزار Geomatica V2015 انجام گرفت. برای به دست آوردن تصویری یکسان از منطقه تعدادی نقاط مشترک در مناطق هم‌پوشانی دو تصویر انتخاب گردید. 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 این خط دیده نشود.



شکل ۴-۲ - ایندکس ASTER سین‌های پوشش دهنده استان ایلام

جدول ۴-۸ - شماره تصاویر ASTER

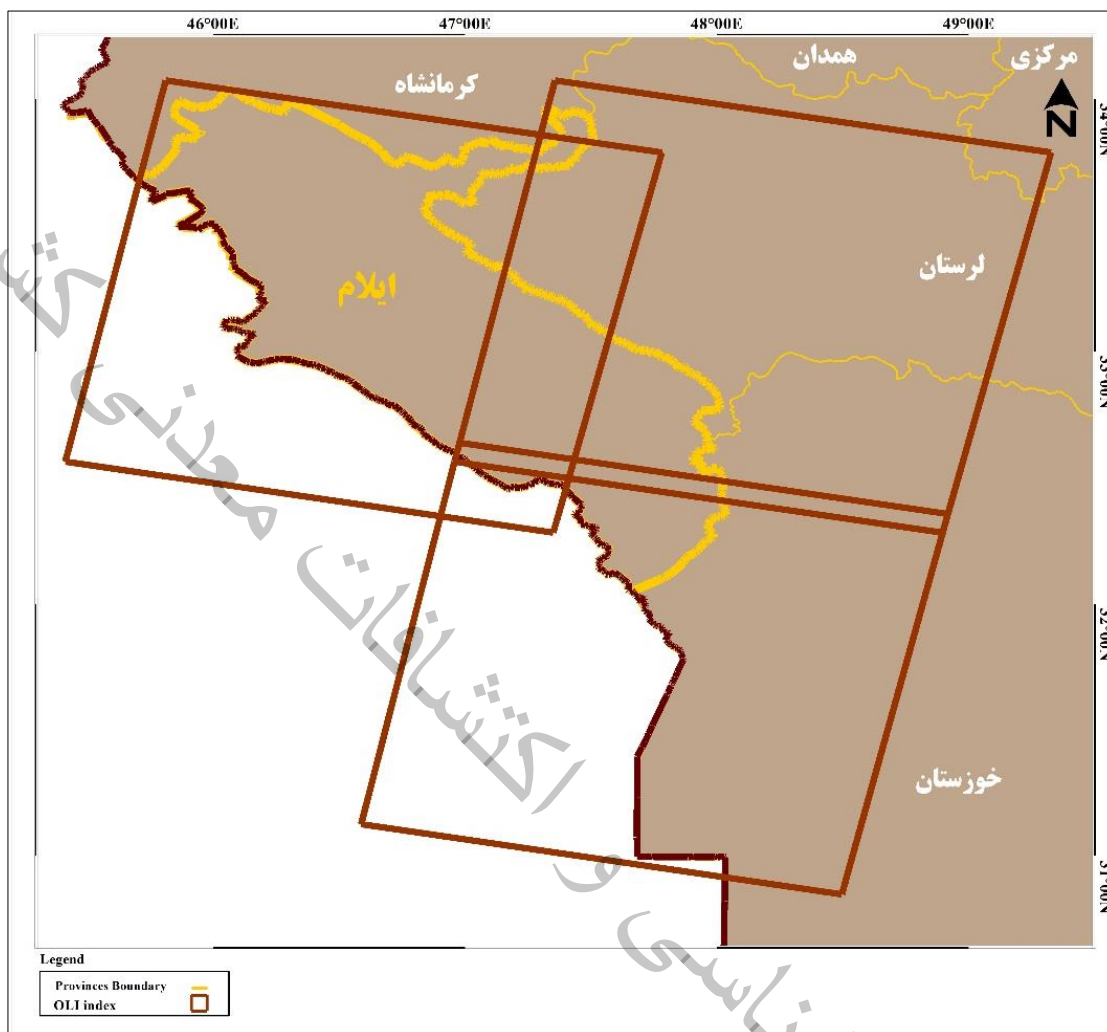
ردیف	شماره تصویر
1	AST_L1T_00309182003074423_20150430220410_4627
2	AST_L1T_00309182003074414_20150430220410_4629
3	AST_L1T_00311302004074939_20150507060421_16094
4	AST_L1T_00311302004074930_20150507060421_16096
5	AST_L1T_00310292004074947_20150506210005_32894
6	AST_L1T_00310292004074938_20150506210005_32897
7	AST_L1T_00310272003075103_20150501084322_32696
8	AST_L1T_00310252005074409_20150511164607_71457
9	AST_L1T_00309182003074405_20150430220428_80806
10	AST_L1T_00308142002074626_20150424095511_72549
11	AST_L1T_00307292002074623_20150423120114_69030
12	AST_L1T_00303112006073813_20150513122904_52053
13	AST_L1T_00309182003074432_20150430220435_21740
14	AST_L1T_00310252005074401_20150511164607_111795
15	AST_L1T_00303112006073805_20150513122856_100963



شکل ۴-۳- سین های اطلاعاتی پوششی تصاویر Sentinel-2A

جدول ۴-۹- شماره و تاریخ برداشت تصاویر Sentinel-2A

ردیف	تاریخ برداشت تصویر	شماره تصویر
1	2017-07-28	L1C_T38SNB_A010957_20170728T074308
2	2017-07-28	L1C_T38SNC_A010957_20170728T074308
3	2017-06-30	L1C_T38SPB_A001648_20170630T073138
4	2017-07-2	L1C_T38SPB_A010957_20170728T074308
5	2017-07-28	L1C_T38SPC_A010957_20170728T074308
۶	2017-06-30	L1C_T38SQA_A001648_20170630T073138
۷	2017-06-30	L1C_T38SQB_A001648_20170630T073138
8	2017-06-30	L1C_T38SQC_A001648_20170630T073138



شکل ۴-۴- سین‌های اطلاعاتی پوششی تصاویر لندست ۸ (OLI)

جدول ۴-۱۰- شماره و تاریخ برداشت تصاویر لندست ۸ (OLI)

ردیف	تاریخ برداشت تصویر	شماره تصویر
۱	۲۰۱۳	LC81670372013232LGN00
۲	۲۰۱۳	LC81660372013225LGN00
۳	۲۰۱۳	LC81660382013225LGN00

۴-۳-۲- پردازش

تصاویر اخذ شده توسط سنجنده‌ها به ایستگاه‌های زمینی مخابره می‌شوند و پس از دریافت، یک سری پردازش‌های اولیه بر روی تصاویر انجام می‌گیرد تا تصاویر آماده استفاده برای کاربران مختلف گردد. هدف از پردازش اطلاعات ماهواره‌ای، استخراج الگوریتم‌های خاص به منظور تفکیک و جداسازی انواع دگرسانی‌ها،

واحدهای زمین شناسی و ساختارهای تکتونیکی می باشد. پردازش تصاویر ماهواره ای با روش های مختلفی صورت می گیرد. روش های پردازش اطلاعات ماهواره ای به دو روش پردازش بصری و پردازش رقومی می باشد. 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 را استخراج نماییم.

• بارسازی

بارسازی با استفاده از ترکیب رنگ ها یک روش بسیار موثر و کاربردی برای نمایش تصاویر ماهواره ای و کاربرد آن ها است. در کار سنجش از دور رنگ ها به طور گسترده به کار می روند. استفاده از رنگ ها، اطلاعات بصری و مفهومی بیشتری از تصویر را در اختیار ما قرار می دهند. برای به دست آوردن این اطلاعات می توان از ترکیب رنگی (RGB) استفاده کرد، هر سه باند از باندهای 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 باندهای 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 حاصله خوش ترکیب و قابلیت تفسیر بالایی خواهد داشت، (Gupta, 1991). در ساخت ترکیب رنگی دروغین بهتر است از باندهایی که همبستگی کمتری نسبت به هم دارند، استفاده شود. در بارسازی تصاویر ماهواره ای با استفاده از ترکیبات رنگی (RGB)، معمولاً به طول موج های کوتاه رنگ آبی و طول موج های بلند رنگ قرمز اختصاص داده می شود. برای مثال روش های تجربی نشان داده اند که تصویری با ترکیب های رنگی RGB=468، RGB=456 و RGB=321 برای شناسایی نواحی دگرسانی آرژلیک، فیلیک و اکسید آهن در تصاویر ASTER مناسب می باشند. هدف از انتخاب باندهای مناسب برای ساختن تصاویر رنگی، به حداقل رسانیدن داده های کم ارزش و استفاده حداکثر از اطلاعات مفید می باشد.

¹ True Color Composite

² False color composite



• نسبت بانندی ۱

روش نسبت بانندی از طریق تقسیم باند بازتاب به باند جذب مربوط به یک کانی، سبب بارزسازی آن کانی می‌شود. در واقع این روش اختلاف بین درجات روشنایی را آشکار و مرزها را مشخص تر می‌کند. برای بارزسازی بهتر تفاوت‌ها در تصاویر خاکستری رنگ حاصل از روش نسبت بانندی به منظور برجسته سازی مرز بین واحدهای مختلف، از تکنیک ترکیب بانندی استفاده می‌شود. روش‌های نسبت‌های بانندی و ترکیب‌های رنگی با وجود با وجود موفقیت آمیز بودن برای جدایش مناطق دگرسانی، به خاطر شباهت اثر طیفی پوشش گیاهی با بعضی کانی‌های شاخص دگرسانی‌ها، اثر طیفی این گروه از کانسارها را کاهش می‌دهند (جدول ۴-۱۱).

• آنالیز مؤلفه‌های اصلی ۲

PCA تکنیک آماری قدرتمندی است که می‌تواند برای فشرده سازی تصاویر و از بین بردن اثرات ناخواسته استفاده شود (علوی پناه، ۱۳۸۲). Crosta & Moore تکنیک مبتنی بر PCA را برای نقشه برداری اکسید آهن و سایر گروه‌های هیدروکسیل پیشنهاد کردند. در این روش رابطه بین پاسخ‌های طیفی کانی‌های هدف و مقادیر عددی استخراج شده از ماتریس بردار ویژه برای محاسبه تصاویر مؤلفه‌های اصلی به کار گرفته می‌شود. با استفاده از این رابطه، قادر به تعیین PC‌هایی هستیم که حاوی اطلاعات طیفی خاص از کانی‌های دارای اکسید آهن و مناطق کانی‌زایی هستند. چگونگی انتخاب باندهای مورد استفاده در بررسی هر نوع کانی‌زایی را می‌توان با توجه به نمودار طیفی مربوط به کانی‌های مختلف تعیین کرد. سپس با به کار گیری PCA، ماتریس بردار ویژه این زیرمجموعه‌ها 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 کانی‌زایی هدف به طور همزمان دارای بالاترین مقادیر بوده و در ضمن این مقادیر غیر هم علامت باشند.

• آنالیز طیفی ۳

روش‌های پیچیده زیادی برای تجزیه و تحلیل داده‌های فراطیفی برای نقشه برداری مواد معدنی وجود دارد. بسیاری از این روش‌ها از تحلیل‌های بسیار پیچیده ریاضی برای تولید عضوهای انتهایی^۴ استفاده می‌کنند.

¹ Band Ratio

² Principal Component Analysis

³ Spectral Analysis

⁴ End Members

یکی از روش های پیشرفته پردازش تصاویر ابرطیفی و همچنین داده های ASTER با استفاده از کتابخانه طیفی^۱ کانی های مورد نظر می باشد. اساس این روش تحلیل کتابخانه طیفی کانی ها برای نقشه برداری مواد معدنی است. کتابخانه طیفی مجموعه ای متشکل از پروفیل های طیفی مواد معدنی است که در شرایط آزمایشگاه با استفاده از اسپکترومترهای مادون قرمز جمع آوری شده است.

اکثر طیف هایی که از تصاویر ماهواره ای به دست می آیند، به دلایل مختلف از قبیل جذب، انتقال و یا پراکنش ممکن است طیف خالص یک کانی نباشند و در نتیجه مقایسه آن ها با طیف های مرجع، کاری مشکل و در بسیاری موارد ناممکن می باشد. به طوری که فرایند تخمین را با عدم قطعیت بالایی همراه می سازد. یکی از راه های تشخیص و شناسایی طیف مواد مختلف، تطبیق آن ها با کتابخانه طیفی مرجع می باشد. کتابخانه طیفی مرجع مجموعه ای از طیف های بازتابندگی مرجع اندازه گیری شده از مواد شناخته شده (کانی، گیاه و...) می باشد که معمولاً در آزمایشگاه و یا مستقیماً با اندازه گیری میدانی به دست می آیند. کتابخانه های طیفی موجود در نرم افزارها برای کانی ها و مواد معدنی، اغلب در شرایط آزمایشگاهی و با استفاده از پودر این مواد که مورد اسپکترورادیمتری قرار گرفته است، به دست می آیند. نرم افزار ENVI شامل ۲۷ کتابخانه طیفی مرجع برای طیف وسیعی از مواد شامل کانی ها، گیاهان و مواد ساخت بشر می باشد. کتابخانه طیفی مرجع می تواند راهنمای مناسبی برای شناسایی طیف های به دست آمده از تصاویر ماهواره ای باشد.

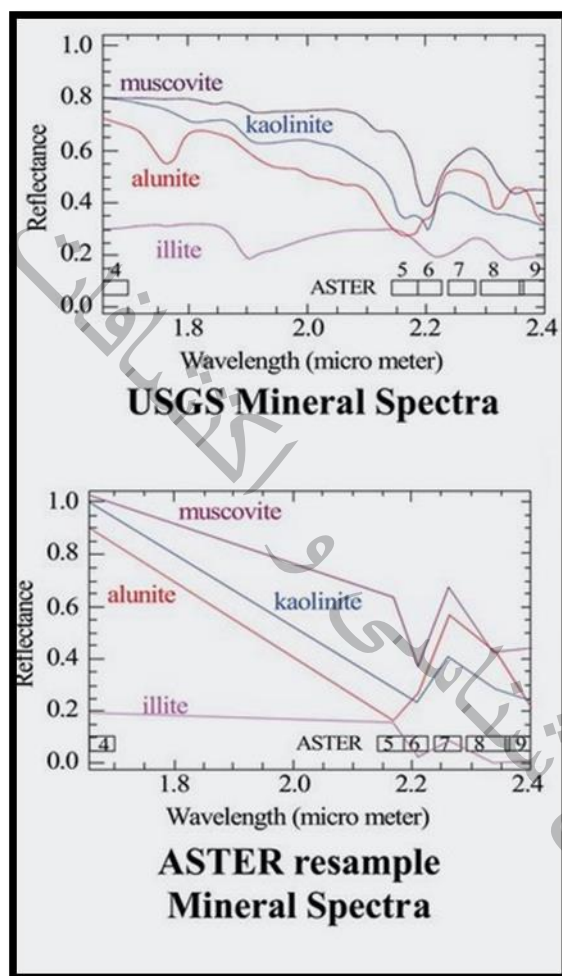
در روش آنالیز طیفی ابتدا باید بسته به تیپ کانی زایی مورد نظر، نمودار منحنی مشخصه طیفی کانی ها انتخاب و براساس آن ها شباهت پیکسل های تصویر ارزیابی شود. بنابراین ابتدا منحنی مشخصه طیفی کانی ها تعیین و سپس آنالیز براساس آن ها صورت می گیرد. در شکل (۴-۵) لیست و منحنی مشخصه ی طیفی برخی از کانی های مورد نظر آورده شده است. کار بعدی Resample کردن منحنی طیفی کانی های مورد نظر بر اساس تصاویر ASTER است. با این روش امکان استفاده از منحنی ها به عنوان End Member در روش های Mapping فراهم می شود.

روش های آنالیز طیفی مختلفی برای شناسایی دگرسانی ها استفاده می شود. مهم ترین آن ها شامل پیش بینی خطی باند (LS-Fit)، روش Matched Filtering یا فیلتر گذاری تطبیقی، روش SAM (Spectral Angle Mapper)، فیلتر گذاری تطبیقی تنظیم شده آمیخته (MTMF) و انطباق سیمای طیفی (SFF) می باشد، که در زیر شرح داده شده است.

¹ Spectral Library



الگوریتم LS-Fit، این روش پیش بینی خطی باند با استفاده از روش آماری حداقل مربعات است که به پیش بینی یک باند براساس سایر باندها می پردازد. در این روش، چنانچه در یک رگرسیون خطی فرکانس های بالا (جذب) و فرکانس های پایین باندها را داشته باشیم؛ اگر یک چند جمله ای به آن Fit کنیم و نتیجه را از کل کم کنیم در این صورت فقط فرکانس های بالا (جذب) می ماند و تصویری تولید می شود که فقط جذب دارد. در این روش بایستی محدوده جذب و دو شاخه اطراف آن را برای پیش بینی باند جذب داشته باشیم.



شکل ۴-۵- مقایسه نمودار منحنی طیفی برخی کانی ها براساس کتابخانه طیفی قبل و بعد از Resample شدن با داده های ASTER

خروجی این الگوریتم دو تصویر سیاه و سفید^۱ می باشد که شامل Residual Image و Prediction Image می باشد. تصویر Prediction چون براساس پیش بینی سایر باندها بوده بنابراین بیشترین شباهت را با سایر باندها دارا است. اما در مقابل تصویر Residual چون خطای پیش بینی می باشد، نشان دهنده اختلاف باند

^۱ Grayscale

مذکور با سایر باندها است. از این تصویر می توان جهت بارزسازی و استخراج عوارض مشخص استفاده کرد. در این تصویر مناطقی که دارای خطای کمتری می باشند (پیکسل های تیره) مناطق هدف می باشند. امتیاز این روش به سایر روش های رقومی مثل PCA, Ratio و... کاهش نویزها در تصویر می باشد.

روش Matched Filtering یا فیلتر گذاری تطبیقی با استفاده از Endmember های تعریف شده توسط کاربر و مطابقت آن با Endmember حاصل از پیکسل های تصویر، پاسخ Endmember های معلوم را افزایش داده و مانع پاسخ زمینه می شود. در تصاویر حاصل از این الگوریتم مناطق روشن نشان دهنده انطباق بیشتر منحنی طیفی مرجع با منحنی طیفی تصویر بوده و این پیکسل ها همان مناطق هدف می باشند. این روش وسیله ای سریع برای شناسایی مواد خاص بر اساس تطبیق Endmember های منحنی بازتاب طیفی با تصویر می باشد. فیلتر گذاری تطبیقی تنظیم شده آمیخته (MTMF)، این فرایند می تواند در چهارچوب دو مرحله کلی بیان شود: ۱- برآورد فراوانی ها با روش MF و ۲- کاهش مقادیر مثبت کاذب که با روش MT انجام می شود. روش MT و ترکیب آن با MF نخستین بار توسط Boardman (۱۹۹۸) صورت گرفت.

روش SAM (Spectral Angle Mapper)، یکی از روش های موثر در طبقه بندی داده های ماهواره ای است که بر اساس مقایسه زاویه طیفی بین بردار داده های طیفی مرجع (تهیه شده در آزمایشگاه، روی زمین و یا داده های ماهواره ای) و بردار داده های تصویر ماهواره ای می باشد. الگوریتم مورد استفاده در SAM شباهت طیفی را از طریق محاسبه زاویه بین دو طیفی که آن ها را به عنوان بردارهایی در فضای n بعدی در نظر می گیرد محاسبه می کند. زاویه کم بین دو طیف نشانگر شباهت زیاد و زاویه زیاد بین دو طیف نشانگر شباهت کم می باشد.

انطباق سیمای طیفی (SFF)، انطباق سیمای طیفی الگوریتمی است که برای مقایسه طیف های تصویر با طیف های مرجع، از روش حداقل مربعات استفاده می کند. این روش از راه ارزیابی سیمای جذب مشخص در طیف ها عمل انطباق طیف های پیکسل و هدف را انجام می دهد.

در مرحله نهایی از انواع روش های Mapping مانند SAM, LS-Fit, SFF, MF, PCA, Band Ratio و FCC برای استخراج کانی ها استفاده می کنیم. در ادامه بهترین نتایج حاصل از اعمال الگوریتم های مذکور بر روی تصاویر Sentinel-2A و OLI، ASTER مورد بررسی قرار می گیرد.



۴-۳-۳- استخراج اطلاعات (پس پردازش)

• ایجاد ترکیب باندی

برای تشخیص عوارض در تصاویر ماهواره‌ای لازم است تا آن‌ها به نحو قابل تشخیص برای چشم انسان نمایش داده شوند. در این روش با قرار دادن باندهای مناسب تصویر در جعبه‌های قرمز، سبز و آبی، عوارض مورد نظر مفسر به رنگ‌های دلخواه در تصویر حاصل پدید می‌آیند، تا به راحتی و با تفسیر بصری عوارض مطلوب از تصویر حاصله استخراج شود. روش‌های تجربی نشان داده‌اند که در تصاویر ASTER، تصاویری با ترکیب‌های رنگی RGB=468، RGB=456 و RGB=321 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. در RGB=468 زون دگرسانی آرژیلیک پیشرفته به رنگ قرمز، زون آرژیلیک به رنگ صورتی روشن و زون پروپیلیتیک به رنگ سبز تیره و واحدهای کربناته به رنگ زرد-سبز روشن دیده می‌شوند. در RGB=456 زون دگرسانی فیلیک نارنجی رنگ دیده می‌شود (شکل‌های ۴-۱۰ و ۴-۱۱). همانطور که ملاحظه می‌شود، در محدوده استان دگرسانی قابل توجهی مشاهده نمی‌شود. در RGB=14,12,10 واحدهای سیلیسی به رنگ صورتی می‌باشند (شکل ۴-۱۲).

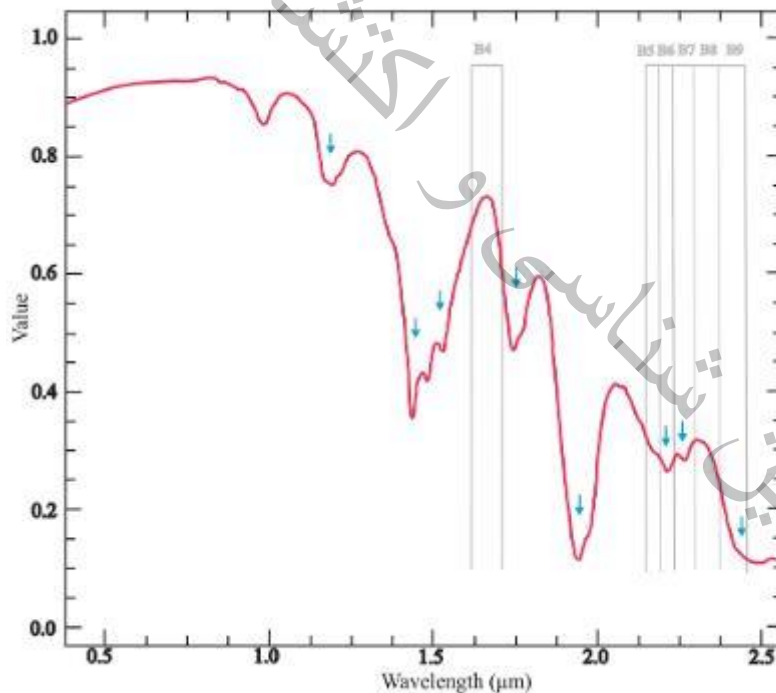
در سنجنده OLI لندست ۸ ترکیب باندی RGB:432 ترکیب رنگی حقیقی (شکل ۴-۷)، در ترکیب باندی RGB:642 نواحی غنی از کانی‌های اکسید آهن به رنگ نارنجی تا زرد دیده می‌شوند (شکل ۴-۹). در ترکیب باندی RGB:654 پوشش گیاهی در شمال غرب استان به رنگ سبز دیده می‌شود (شکل ۴-۸). همانطور که ملاحظه می‌شود، دگرسانی قابل توجهی مشاهده نمی‌شود.

در ماهواره Sentinel2A ترکیب باندی RGB:432 ترکیب رنگی حقیقی، ترکیب باندی RGB:843 ترکیب رنگی استاندارد می‌باشد. در ترکیب باندی RGB:11,4,2 مناطق دگرسانی به ویژه اکسید آهن به رنگ نارنجی تا زرد دیده می‌شوند، در ترکیب باندی RGB:11,12,3 مناطق دگرسانی آرژیلیک به رنگ صورتی دیده می‌شوند (شکل‌های ۴-۱۳ تا ۴-۱۶). در شکل ۴-۱۷، ترکیب باندی RGB:12,3,2 واحدهای سنگی ژئوپس به رنگ فیروزه‌ای دیده می‌شود که معادل ترکیب باندی RGB:9,3,1، تصاویر ASTER در شکل ۴-۱۸ می‌باشد. تصاویر ترکیب رنگی در حقیقت پایه و اساس سایر تکنیک‌ها هستند، زیرا نتایج حاصل از سایر روش‌ها با ترکیبات رنگی تفسیر می‌شوند، همانطور که ملاحظه می‌شود، در تصاویر Sentinel2A هم دگرسانی قابل توجهی مشاهده نمی‌شود.

استان ایلام، گسترش غربی کمربند چین‌خوردگی زاگرس است که با ذخایر گچ ائوسن در بسیاری از مکان‌ها مشخص می‌شود. گچ یک ماده معدنی مهم صنعتی است که تقاضای آن به ویژه به دلیل رشد صنعت سیمان

طی سالیان متمادی چندین برابر افزایش یافته است. با توجه به اهمیت صنعتی گچ، در تحقیق حاضر همانند سایر دگرسانی‌ها سعی شده است تا از طریق چندین تکنیک نقشه برداری سنجش از دور، برونزدهای گچ مشخص شود. در بخش‌های VNIR و SWIR طیف الکترومغناطیسی (شکل ۴-۶)، گچ دارای ویژگی‌های جذب طیفی عمده‌ای است که ناشی از رنگ‌های رنگی و ترکیبی از مولکول‌های آب در کریستال‌های گچ است (Hunt et al. 1971).

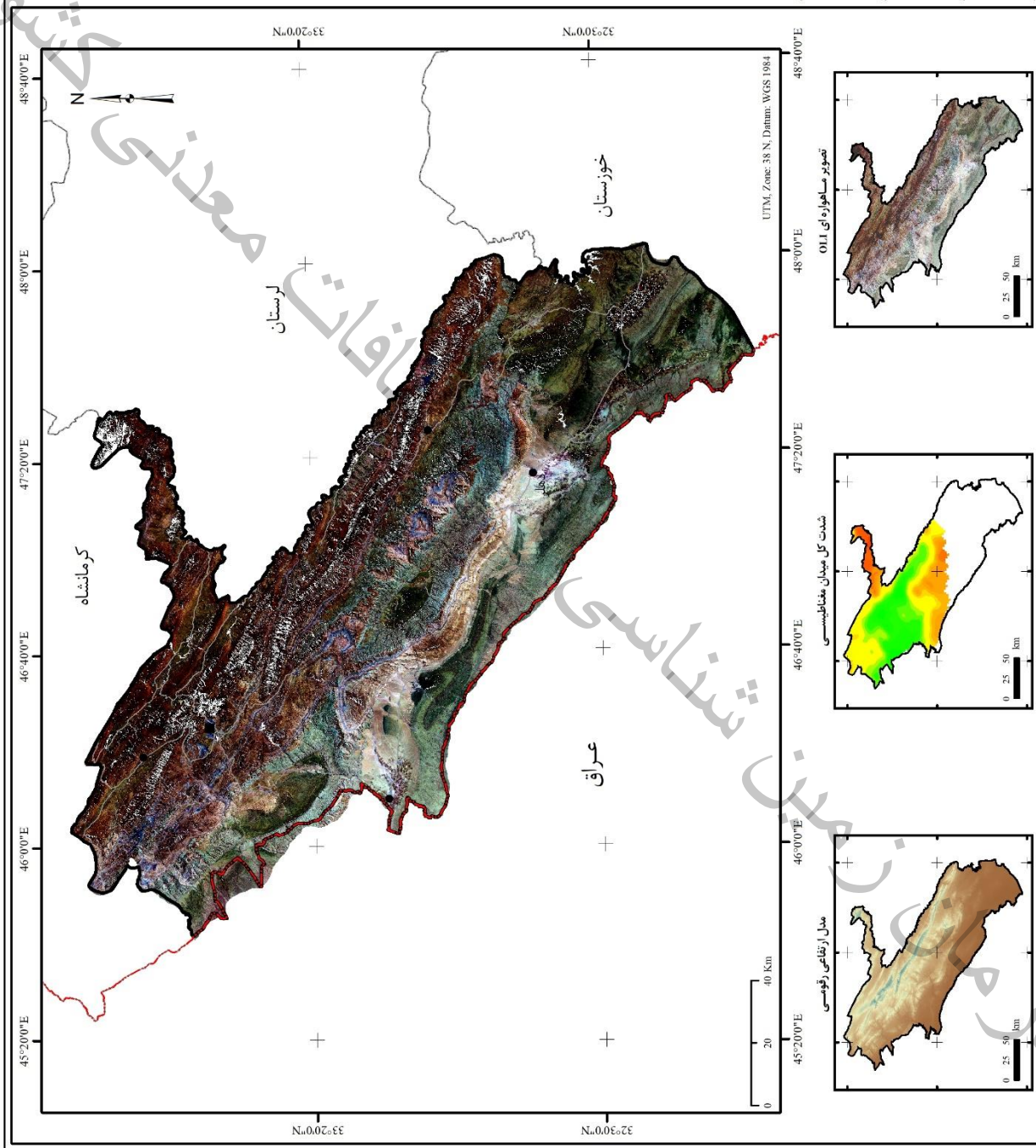
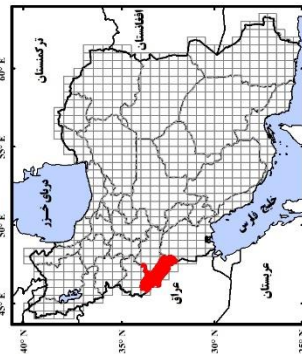
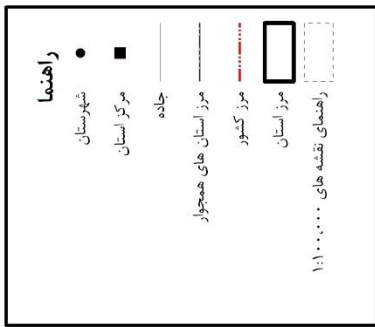
بر اساس ویژگی‌های طیفی بالای گچ، فرآیندهای روش‌های طبقه‌بندی تصویر مانند نسبت باند، ترکیب بسط ناهمبستگی (Decorrelation stretch)، PCA و شاخص‌های طیفی را اعمال شد. همه این روش‌ها به تشخیص رخنمون‌های گچ از واحدهای سنگی اطراف کمک می‌کنند. ترکیب رنگی باندهای ۴، ۶، ۸ با تکنیک ترکیب بسط ناهمبستگی (Decorrelation stretch) در شکل ۴-۱۹ اعمال شده است. واحدهای گچ در تصویر فوق به رنگ قرمز مشاهده می‌شود.



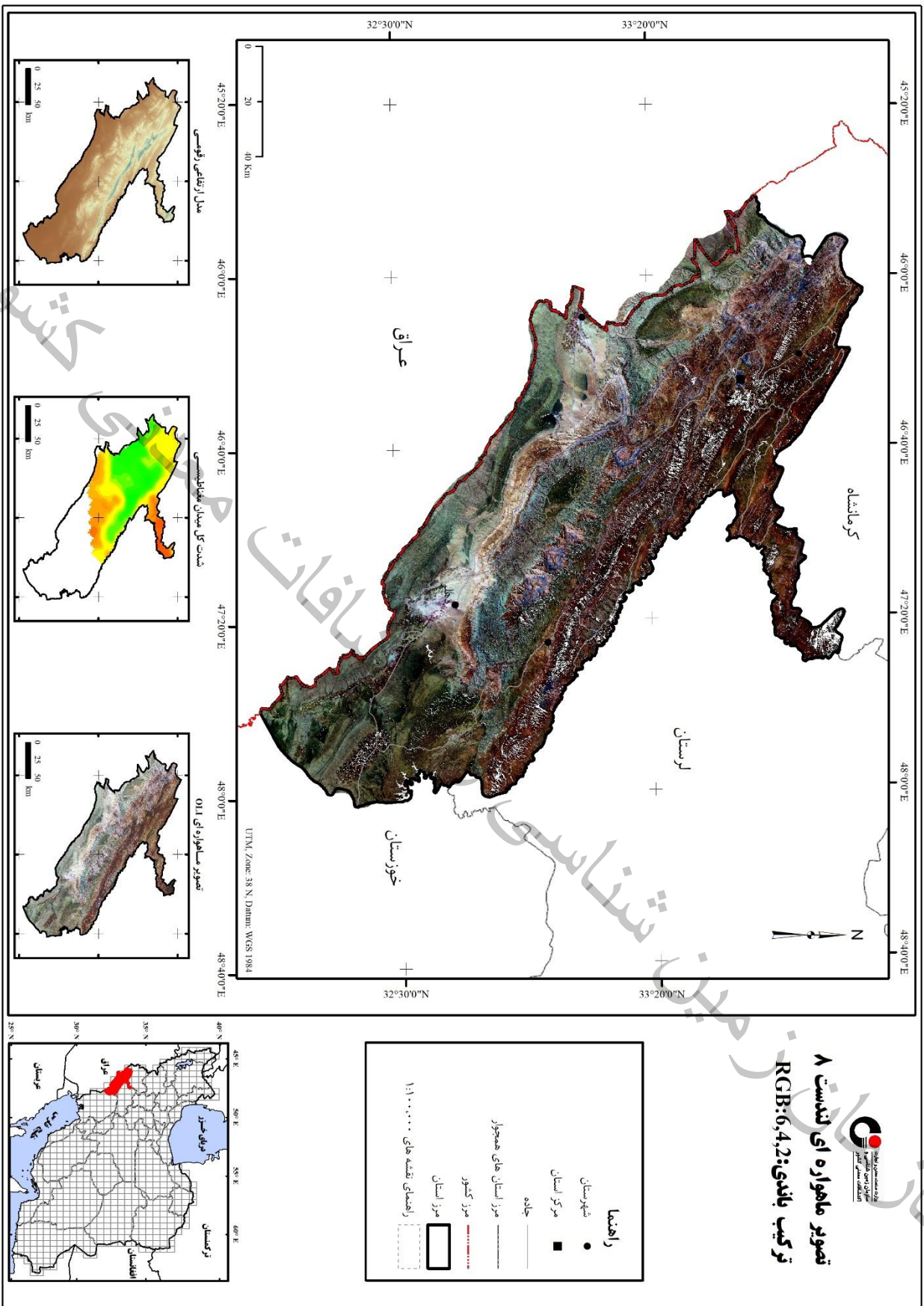
شکل ۴-۶- منحنی طیفی ژئیس و محل باندهای SWIR سنجنده ASTER (Baldrige et al. 2009).



تصویر ماهواره ای لندست ۸
ترکیب باندهای 4,5,6: RGB



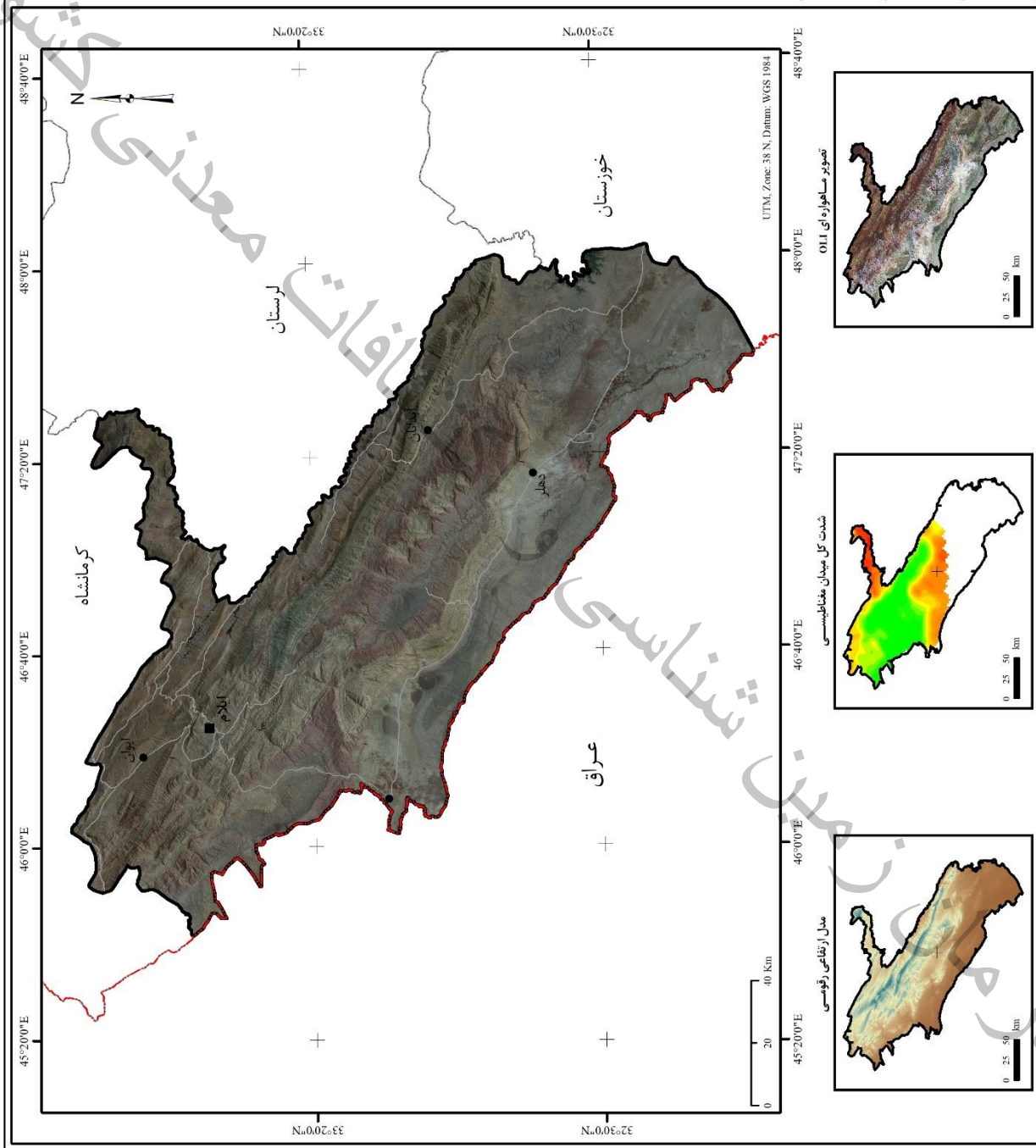
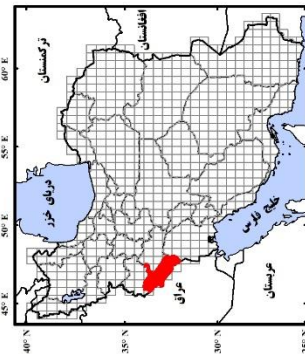
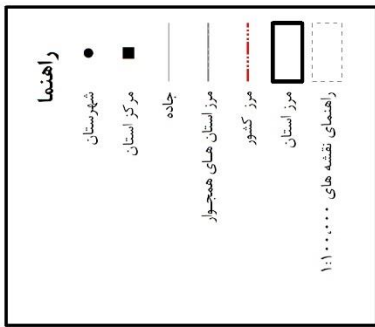
شکل ۴-۸- ترکیب باندهای (654) ماهواره لندست ۸

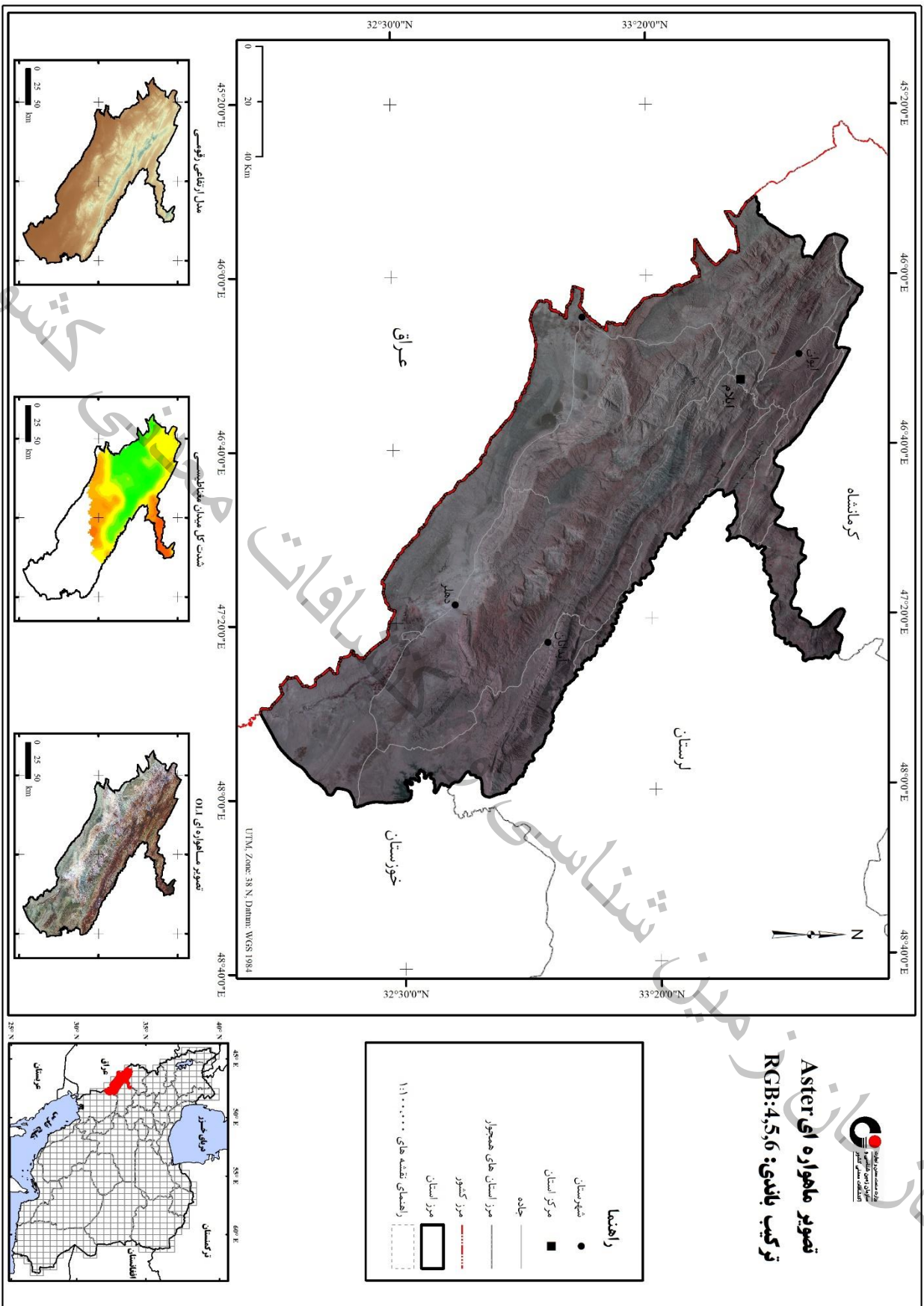


شکل ۴-۹- ترکیب باندهای (6,4,2): RGB، ماهواره لندست ۸



تصویر ماهواره ای Aster RGB:4,6,8 توکیب باندی:



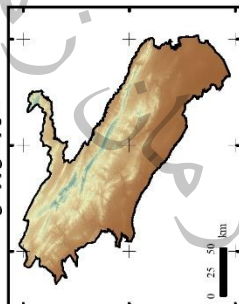
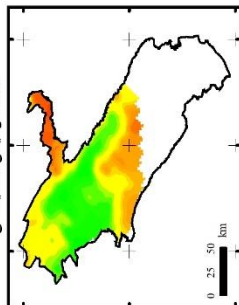
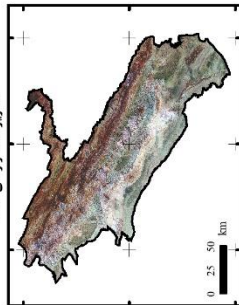
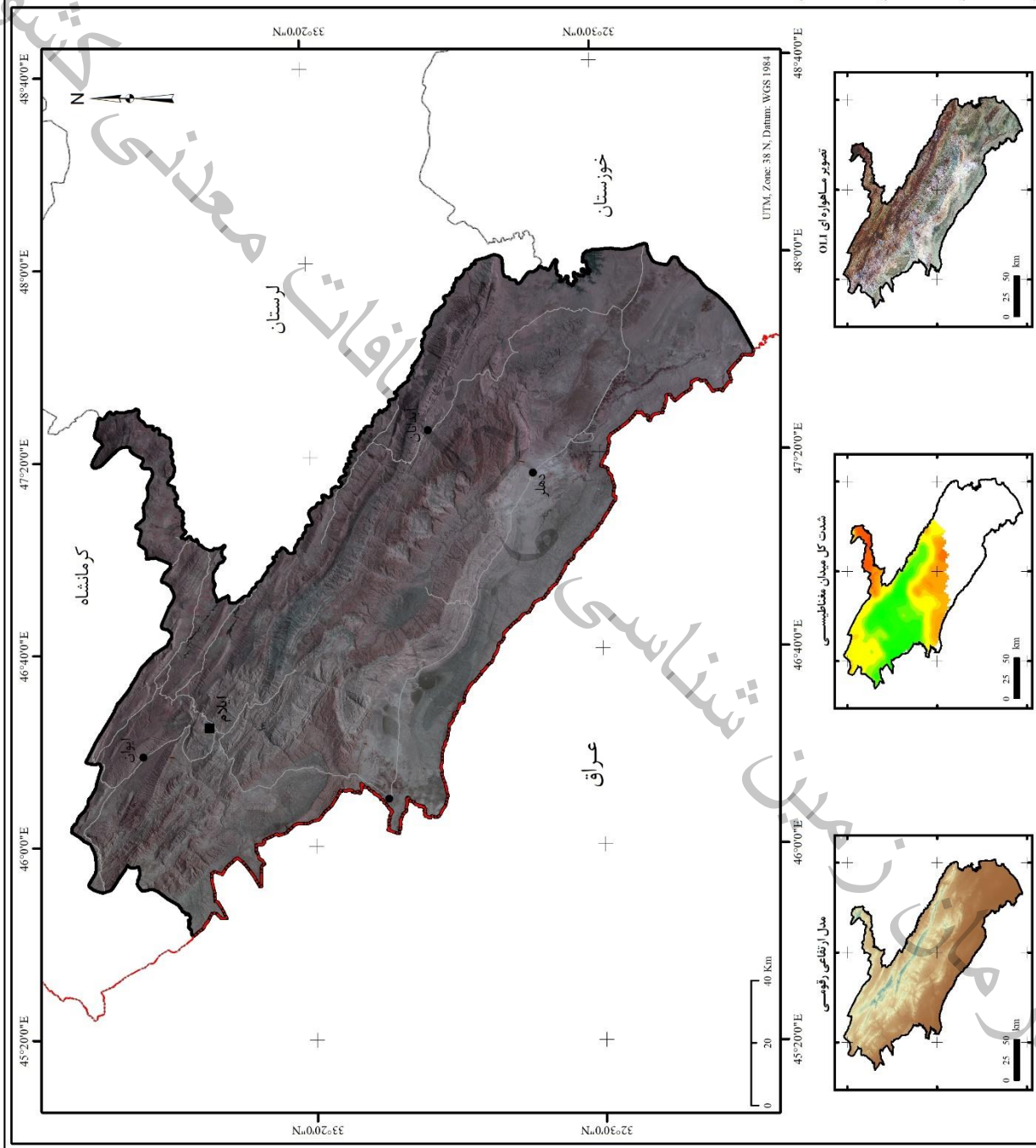
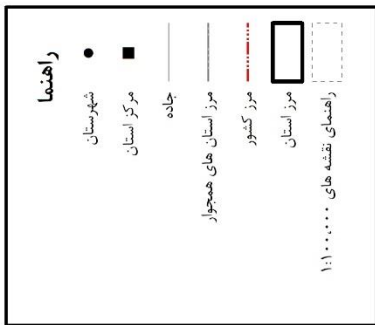


تصویر ماهواره ای Aster
ترکیب باندهای: RGB:4,5,6

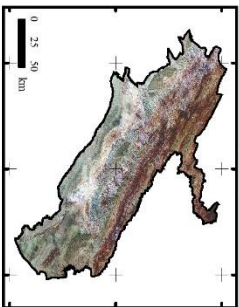
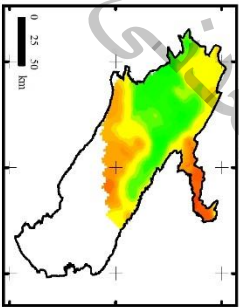
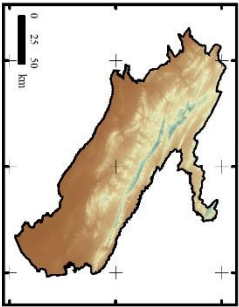
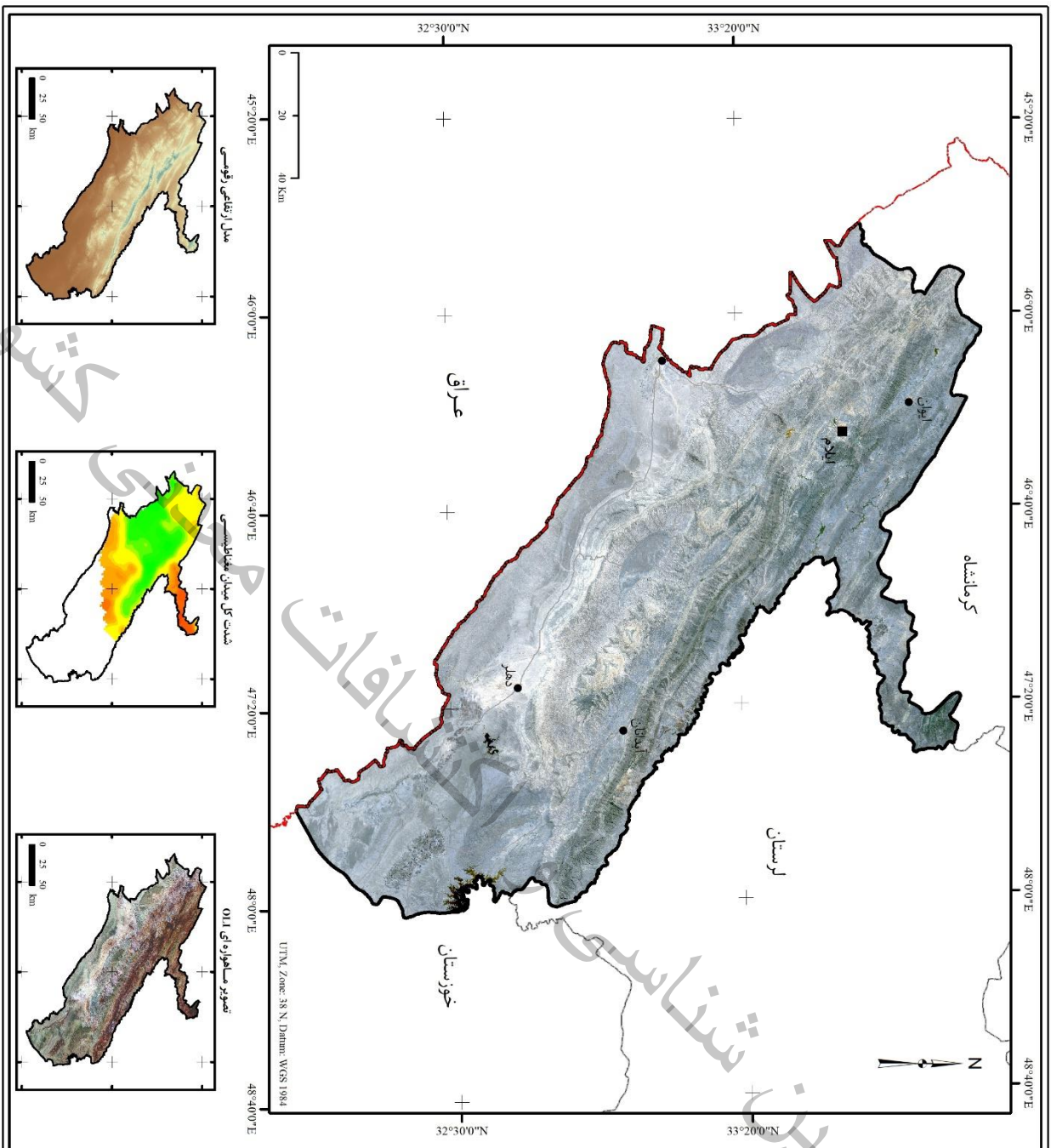
شکل ۴-۱۱- تصویر ترکیب رنگی RGB:4,5,6 سنجنده ASTER



**تصویر ماهواره ای Aster
RGB:14,12,10**



شکل ۴-۱۲ - تصویر ترکیب رنگی RGB:14,12,10 سنجنده ASTER



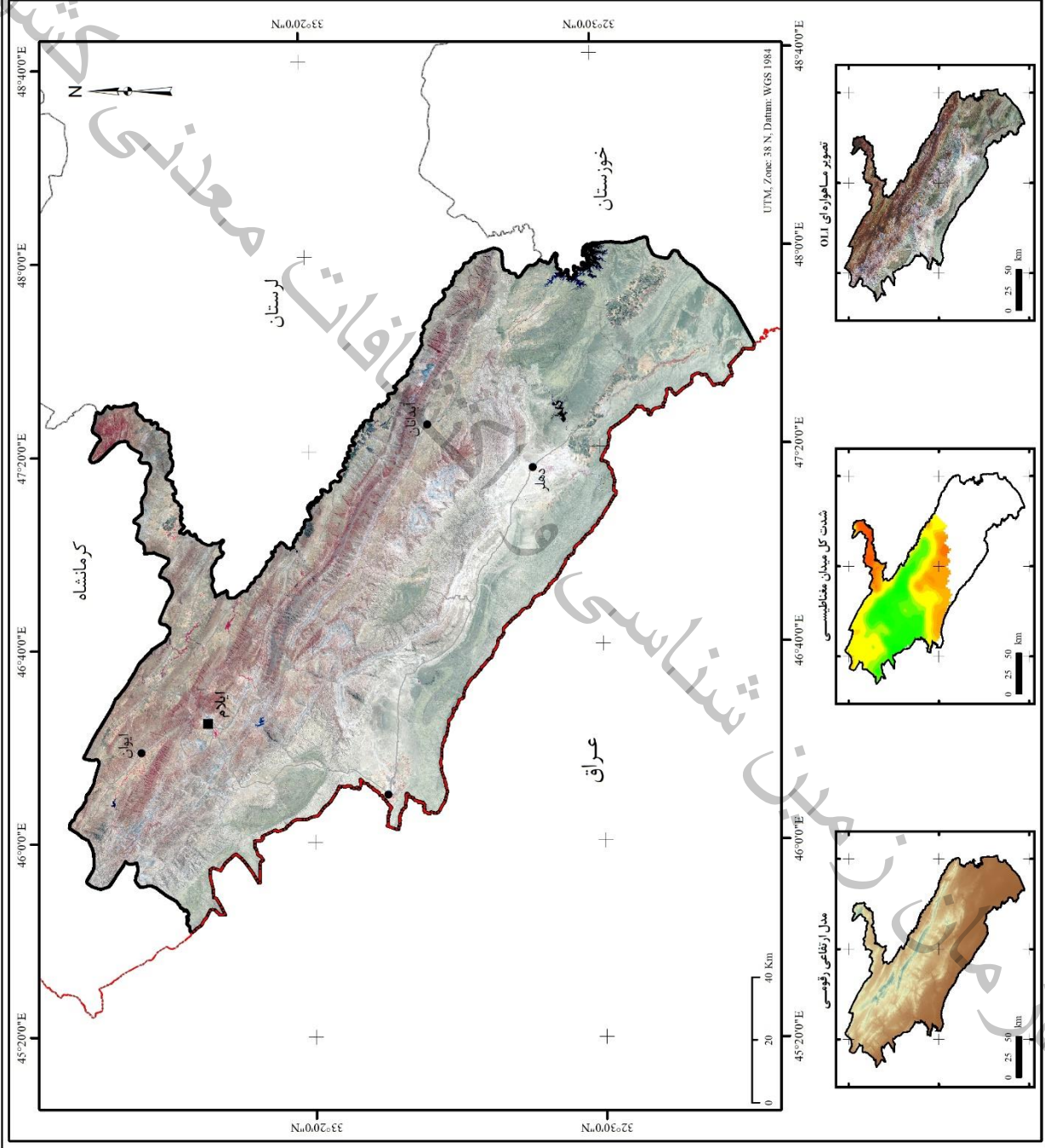
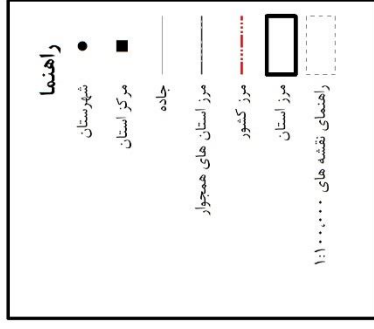
تصویر ماهواره ای Sentinel2A
 ترکیب باندها: 4,3,2 RGB



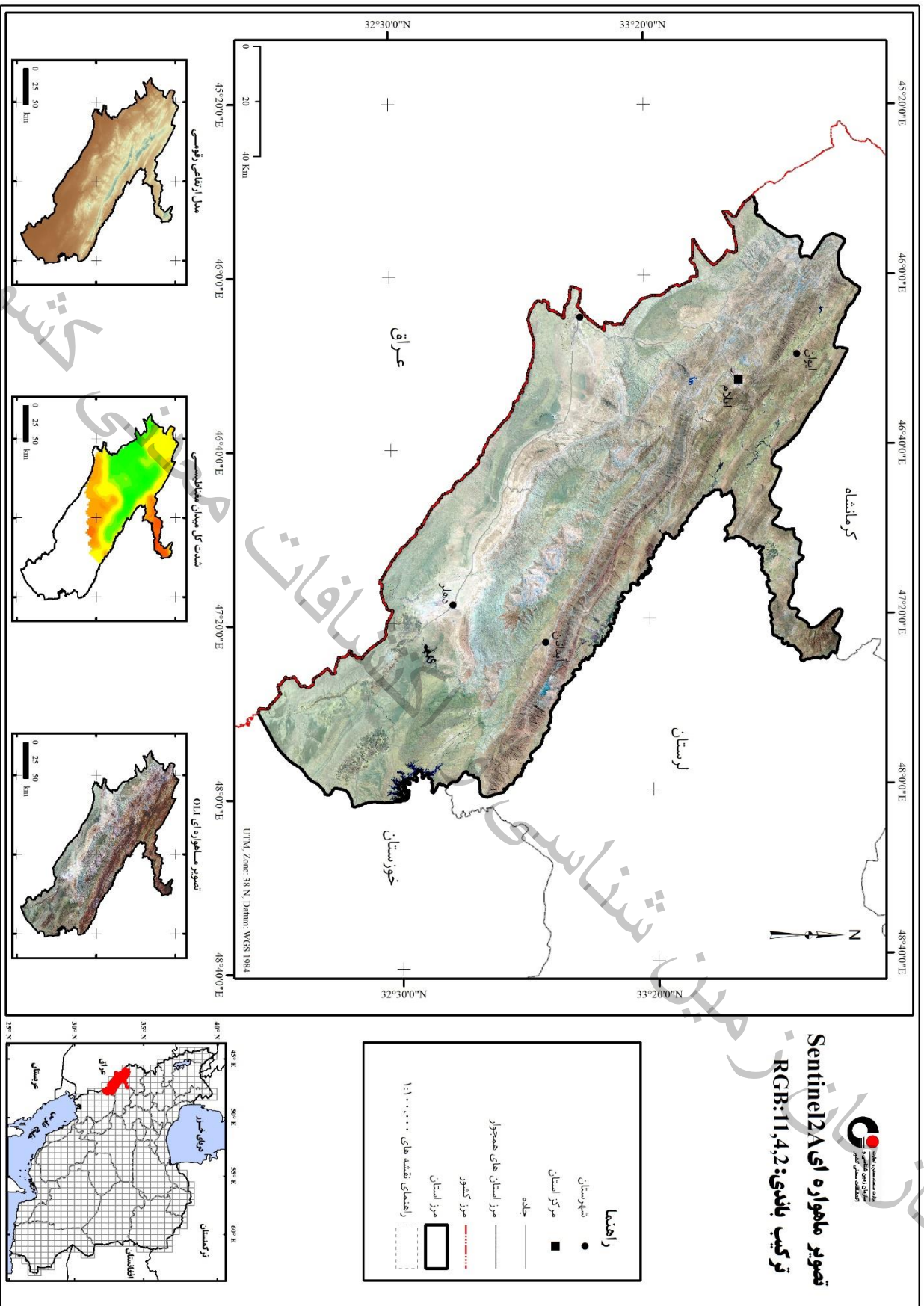
شکل ۴-۱۳- تصویر ترکیب رنگی حقیقی ماهواره Sentinel-2A



تصویر ماهواره ای Sentinel2A
 ترکیب باندهای 3، 4، 8: RGB



شکل ۴-۱۴ - تصویر ترکیب رنگی کاذب استاندارد ماهواره Sentinel-2A

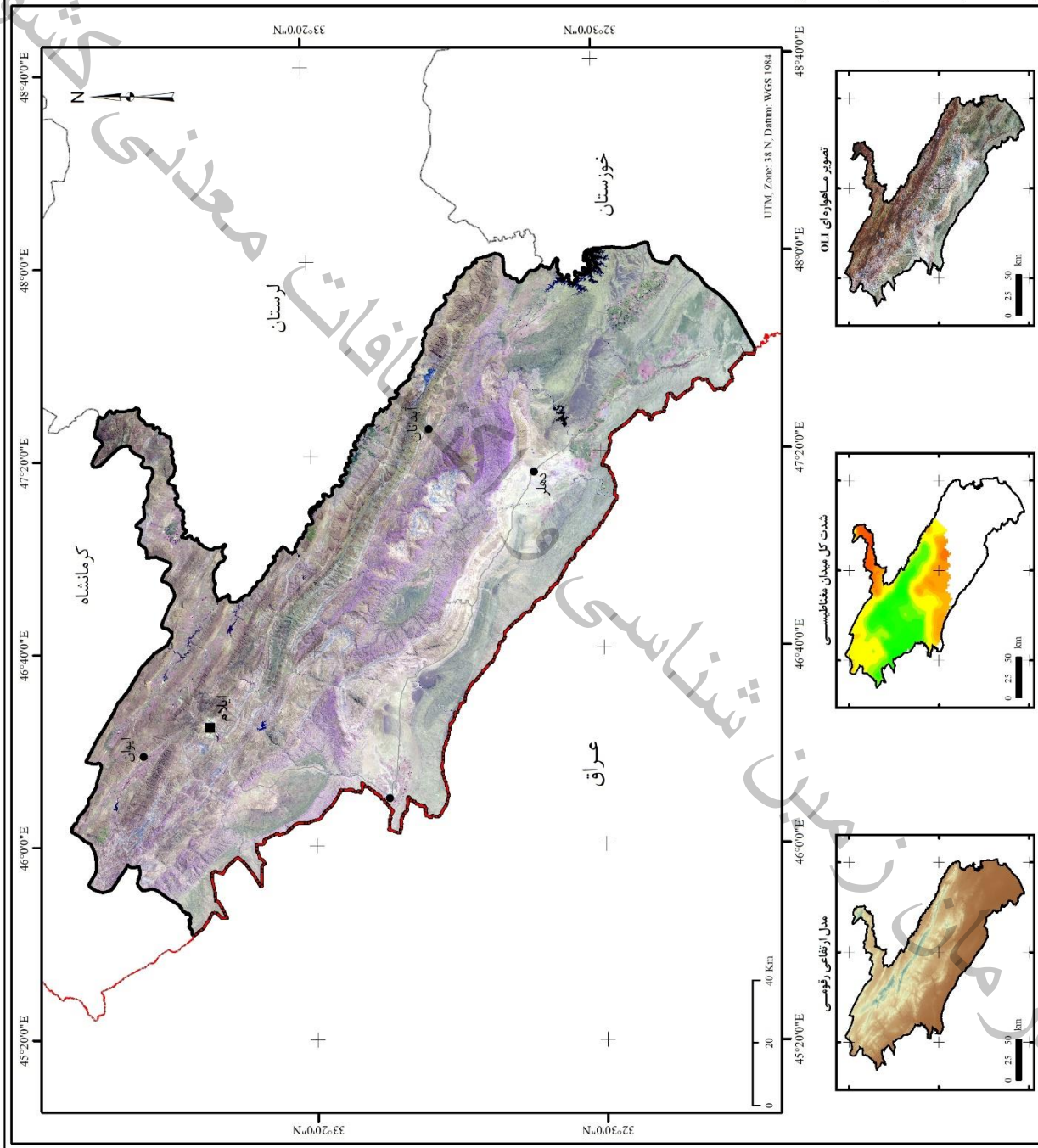
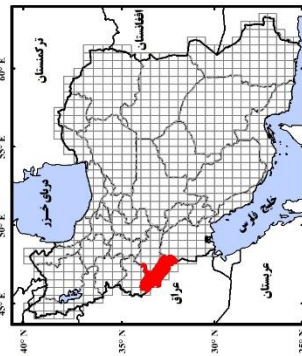
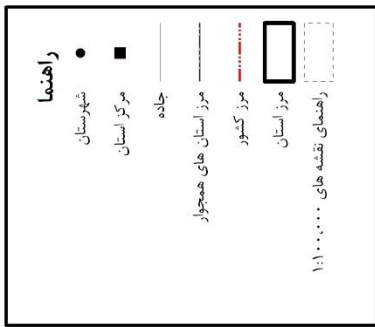


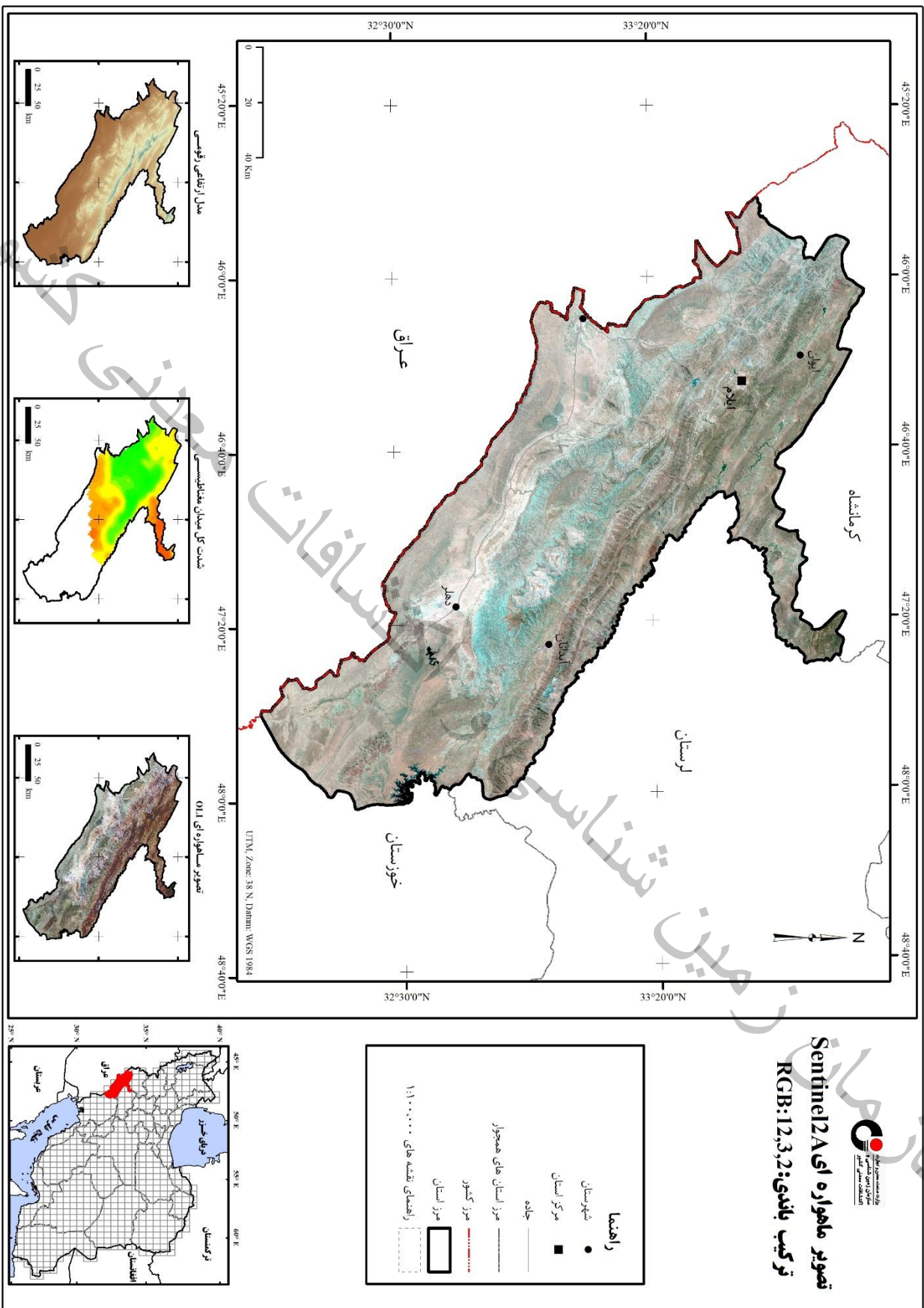
تصویر ماهواره ای Sentinel2A
 ترکیب باندهای: RGB:11,4,2

شکل ۴-۱۵ - تصویر ترکیب رنگی RGB:11,4,2 ماهواره Sentinel-2A



تصویر ماهواره ای Sentinel2A ترکیب باندهای 1, 2, 3, RGB

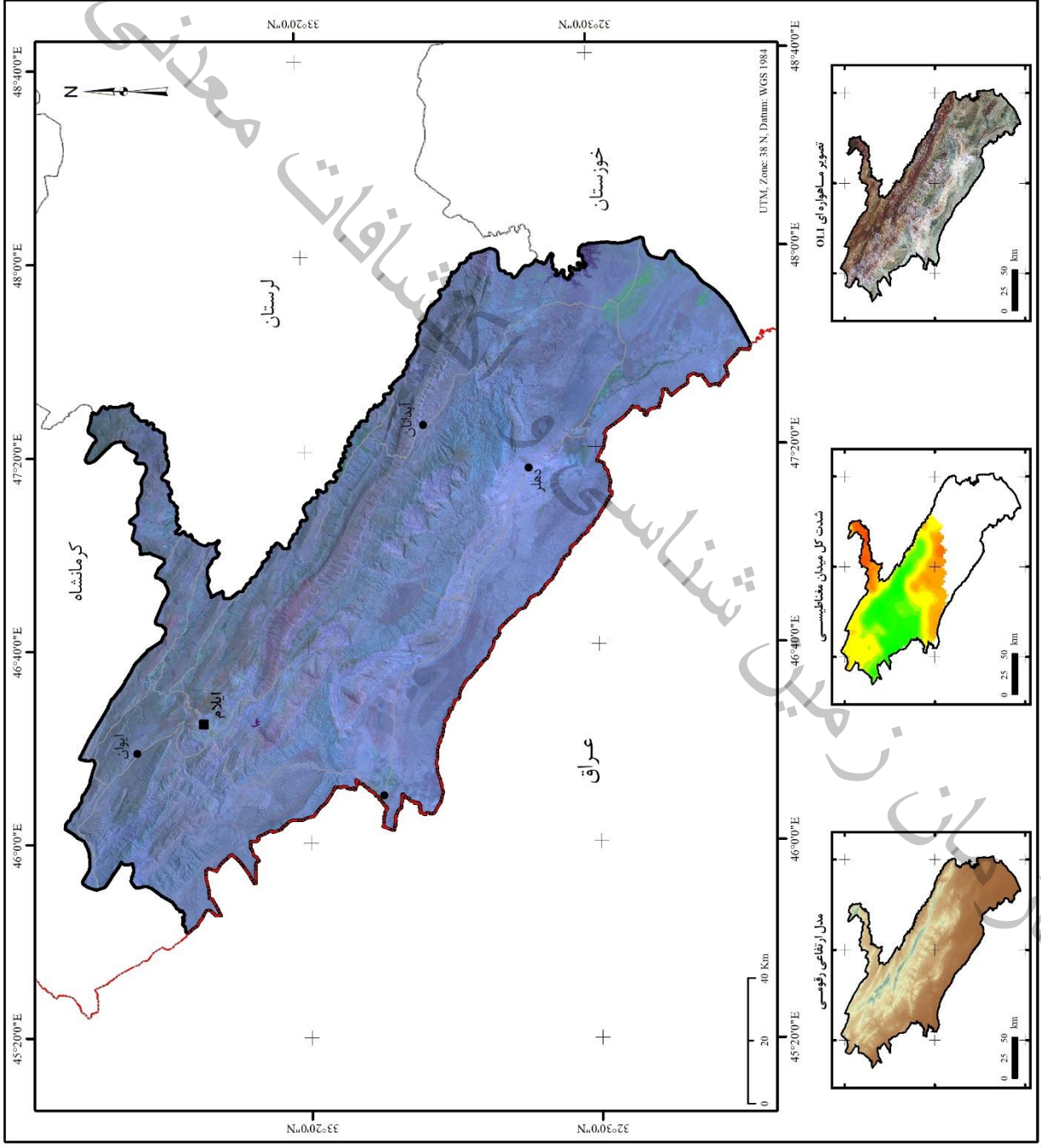
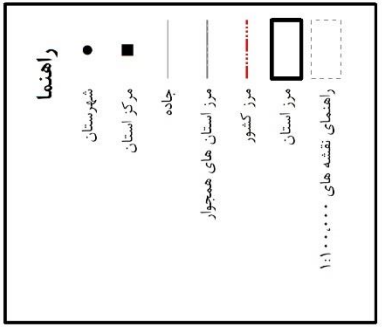


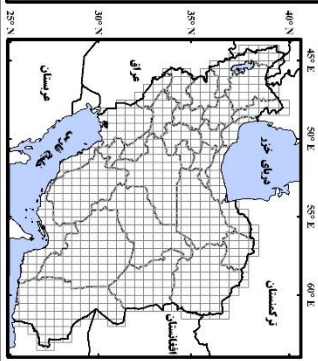
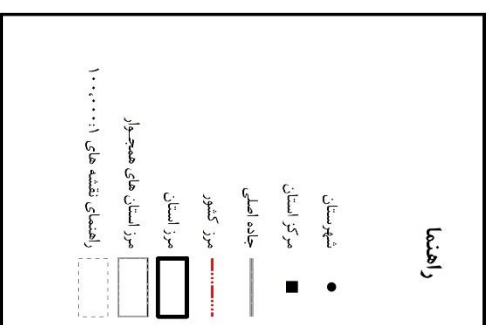
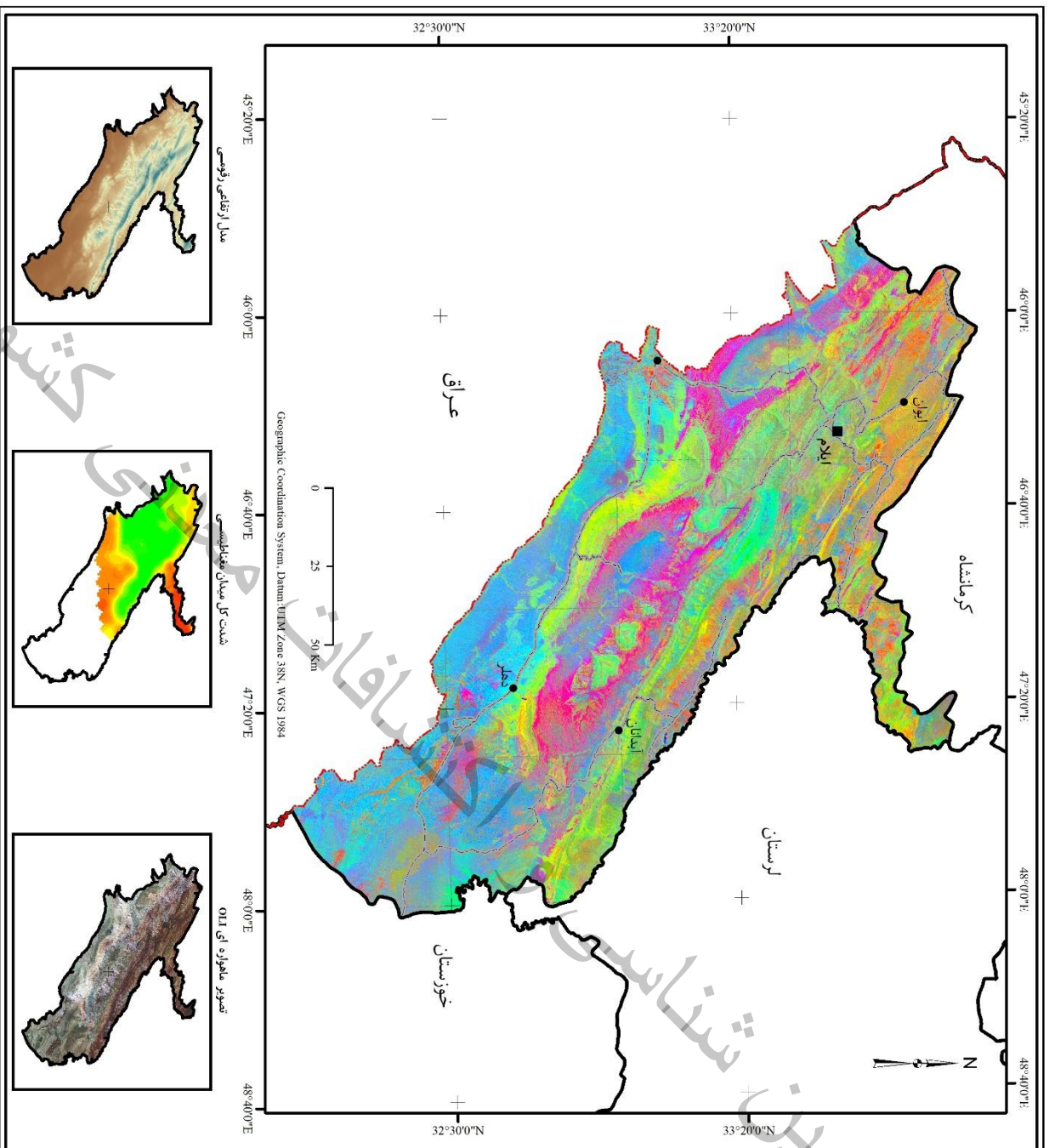


شکل ۴-۱۷ - تصویر ترکیب رنگی 2,3,12 RGB ماهواره Sentinel-2A



تصویر ماهواره ای Aster
ترکیب باندی: 9,3,1





تصویر ماهواره ای Aster
Decorrelation stretch RGB:468



شکل ۴-۱- تصویر ترکیب بسط نا همبستگی، (Decorrelation Stretch RGB:4,6,8) ،سنجنده ASTER

• نسبت بانندی

در تکنیک نسبت بانندی، از نمودار بازتاب طیفی کانی‌ها (اخذ شده از سازمان زمین شناسی آمریکا) برای تعیین باندهای حداقل و حداکثر انعکاس به منظور تعیین نسبت بانندی مناسب جهت تشخیص کانی مورد نظر استفاده می‌گردد. برخی از آستانه‌ها باید به منظور ارزیابی موفقیت نسبت‌های بانندی با توجه به مشاهدات صحرایی و نقشه واحدهای سنگ حامل تعیین شوند. برای تشخیص اکسیدهای آهن و کانی‌های دگرسان رسی با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER و Sentinel2 مطابق جدول (۴-۱۱) نسبت‌های بانندی مناسب استفاده شده است که پیکسل‌های روشن در تصاویر نشان دهنده وجود کانی‌های شاخص این دگرسانی‌ها است، (F.D van der Meer et al, 2014).

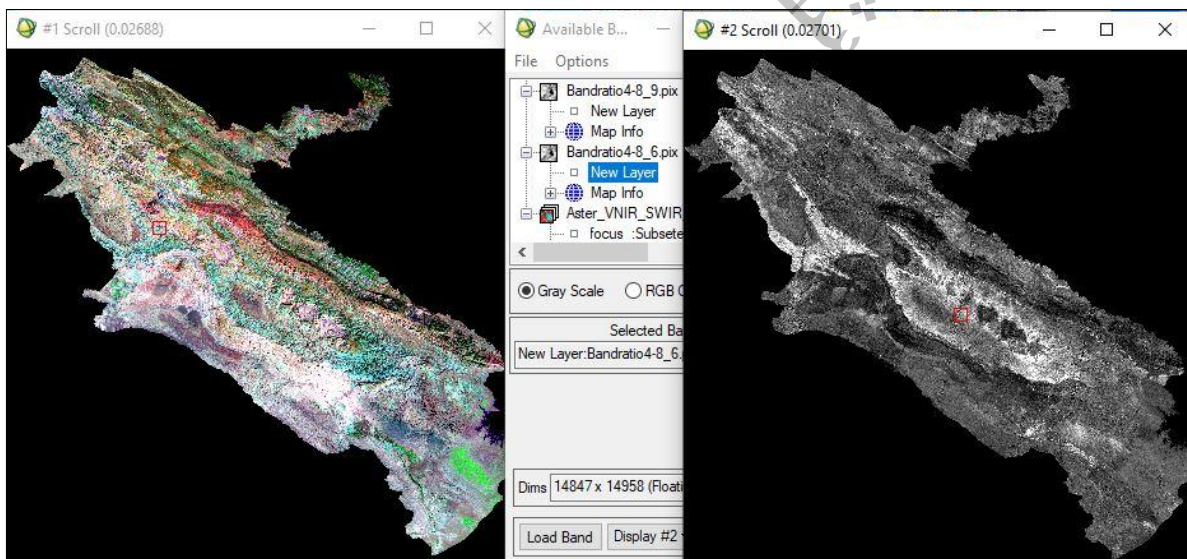
برای تشخیص اکسیدهای آهن و کانی‌های رسی در تصاویر ماهواره Sentinel-2A به ترتیب نسبت بانندی 4/2 و نسبت بانندی 11/12 اعمال شد، در ترکیب نسبت‌های بانندی به صورت RGB:11/12,4/2,4/11 نواحی آرژیلیک به رنگ زرد تا سفید و آرژیلیک پیشرفته به رنگ صورتی و اکسید آهن سبز رنگ می‌باشد، شکل 4-۲۱ تصویر کل استان ایلام با ترکیب رنگی نسبت‌های بانندی به صورت RGB:11/12,4/2,4/11 را نشان می‌دهد که هیچ دگرسانی مرتبط با کانه‌زایی اکسیدهای آهن و کانی‌های رسی مشاهده نمی‌شود. مناطق صورتی رنگ در تصویر پردازش شده این نسبت بانندی مربوط به نهشته‌های ژئوپس در منطقه می‌باشد. با توجه به منحنی بازتاب طیفی کانی گچ، نواحی بازتابی بالا و بازتابی کم در نظر گرفته می‌شوند. از آنجایی که باندهای ۴ و ۸ ASTER بازتاب بالایی دارند و باندهای ۶ و ۹ بازتاب کم می‌دهند، ابتدا باندهای بازتاب بالا را به باندهای کم تقسیم می‌کنند، تا نسبت‌های بانندی 8/9, 8/6, 4/9, 4/6 به دست بیایند. هم‌چنین با استفاده از ترکیب باندهای بازتابی بالا نسبت‌های 4+8/6 و 4+8/9 اعمال شد. در شکل ۴-۲۰، پیکسل‌های سفید رنگ محدوده ژئوپس می‌باشد.



جدول ۴-۱۱- نسبت های باندی رایج در پردازش تصاویر ASTER و Sentinel-2
(F.D van der Meer et al, 2014)

Feature	ASTER	Sentinel-2
Iron		
Ferric Iron, Fe3 +	2/1	4/3
Ferrous Iron, Fe2 +	5/3 + 1/2	12/8 + 3/4
Laterite	4/5	11/12 ^a
Gossan	4/2	11/4
Ferrous silicates (Biotite, chloride, amphibole)	5/4	12/11 ^a
Ferric oxides	4/3	11/8
Carbonates/Mafic minerals		
Carbonate/Chlorite/Epidote	(7 + 9)/8	-
Epidote/Chlorite/Amphibole	(6 + 9)/(7 + 8)	-
Amphibole/MgOH	(6 + 9)/8	-
Amphibole	6/8	-
Dolomite	(6 + 8)/7	-
Silicates		
Sericite/Muscovite/Illite/Smectite	(5 + 7)/6	-
Alunite, Kaolinite, Pyrophyllite	(4 + 6)/5	-
Phengitic	5/6	-
Muscovite	7/6	-
Kaolinite	7/5	-
Clay	(5 × 7)/6 ²	-
Alteration	4/5	11/12 ^a
Host rock	5/6	-
Other		
Vegetation	3/2	8/4
NDVI	(3 - 2)/(3 + 2)	(8 - 4)/(8 + 4)

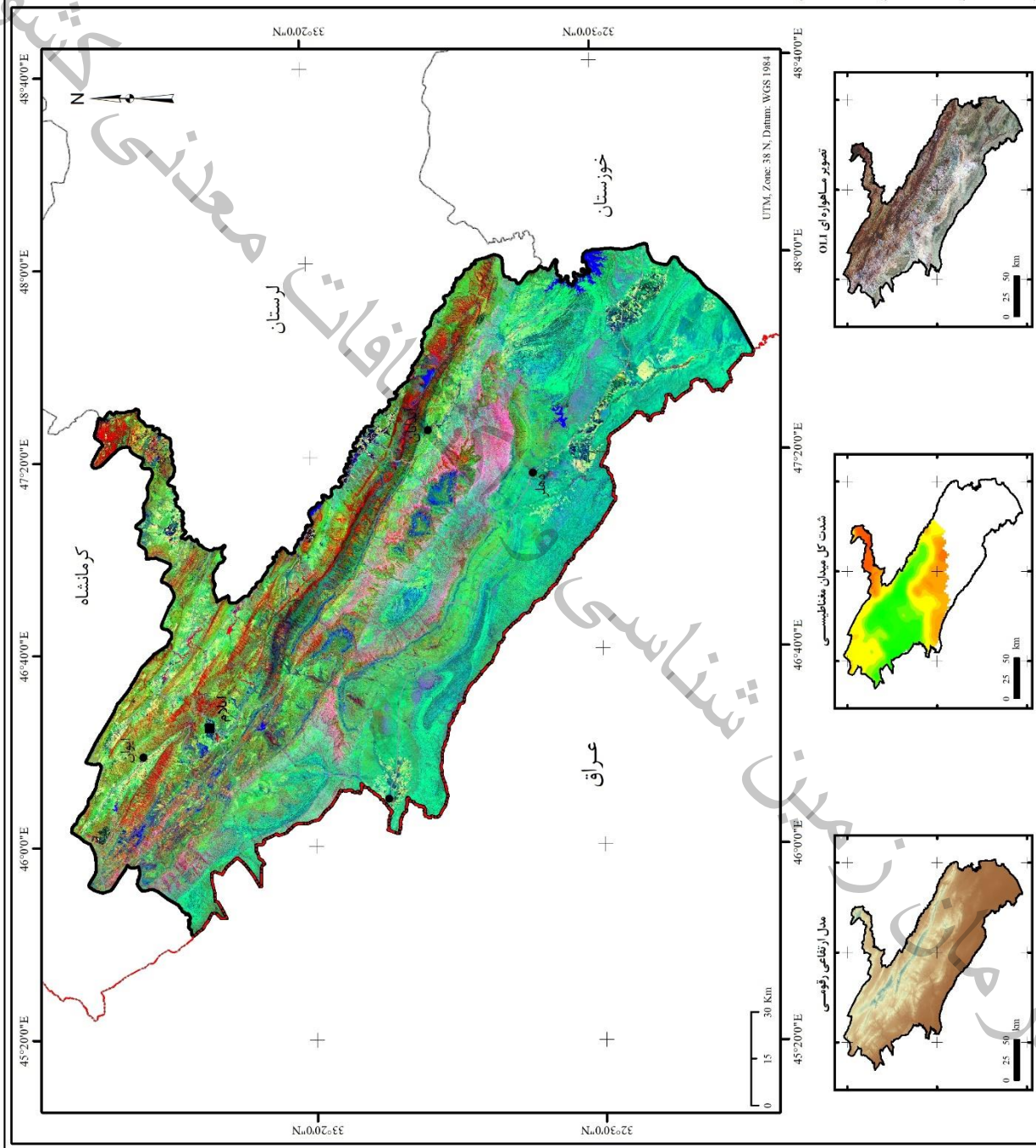
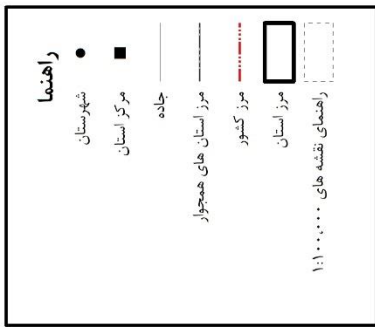
^a ASTER bands 5-7 fall within band 12 of Sentinel-2.



شکل ۴-۲۰- نسبت های باندی (4+8/6)، ماهواره Aster.



تصویر ماهواره ای Sentinel2A ترکیب بانندی: RGB:11/12,4/2,4/11



شکل ۴-۲۱- ترکیب نسبت های بانندی (RGB:11/12,4/2,4/11)، ماهواره Sentinel-2A



• 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 انکارناپذیر 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 فیلتر گذاری تطبیقی (MF)، نقشه بردار زاویه طیفی (SAM)، انطباق سیمای طیفی (SFF) و روش پیش بینی خطی باند (LS-fit) اشاره کرد. الگوریتم‌های مذکور بر روی تصاویر ASTER استان ایلام اعمال شد، نتایج حاصل شده نشان دهنده این است که این استان فاقد نواحی مستعد کانی‌زایی فلزی می‌باشد.

• نقشه موضوعی ساختارهای تکتونیکی

به طور کلی تشخیص ساختارهای تکتونیکی در هر منطقه کمک بسیار ارزنده‌ای برای شناسایی و اکتشاف مواد معدنی می‌نماید. شناخت پدیده‌های تکتونیکی مثل گسل‌های عادی، گسل‌های تراستی یا راندگی، گسل‌های امتداد لغز سبب تشخیص ساختارهای کششی و فشاری در منطقه است. اما آنچه بیش از همه حائز اهمیت است، این است که بررسی امتداد و راستای گسل‌ها و محل تلاقی آن‌ها با یکدیگر راهنمای خوبی برای اکتشاف مواد معدنی است. چرا که این جایگاه‌ها، می‌تواند مکان مناسبی برای نفوذ و جایگیری ماگما و احتمالاً کانه‌زایی در صورت وجود شرایط فیزیکی و شیمیایی متناسب باشد. یکی از امکاناتی که هنگام تفسیر رقومی اطلاعات ماهواره‌ای و استفاده از کامپیوتر در اختیار مفسر قرار می‌گیرد، اختصاص ارزش‌های جدید بر اساس ارزش پیکسل‌های مجاور برای ایجاد تصویر جدید می‌باشد که تحت عنوان فیلتر کردن می‌باشد. عمل فیلتر به این صورت انجام می‌پذیرد که یک پنجره متحرک، پیکسل به پیکسل روی تمامی قسمت‌های تصویر حرکت کرده و در هر مکان بر اساس ضرایب و فرمولی که برای خانه‌های آن پنجره تعریف شده است، محاسبات صورت می‌گیرد و آن ارزش محاسبه شده برای خانه‌های آن پنجره تعریف شده است و آن ارزش محاسبه شده برای خانه مرکزی پنجره در تصویر جدید قرار داده می‌شود. برای عمل فیلتر کردن، معمولاً از جعبه فیلترهایی به اندازه 3×3 ، 5×5 ، 9×9 استفاده می‌شود. معمولاً در پردازش تصاویر ماهواره‌ای، از سه نوع فیلتر استفاده می‌شود که شامل:

○ فیلتر پایین گذر

با اجرای این فیلتر، اجازه عبور مقادیر پایین تر از یک ارزش طیفی خاص به سطوح طیفی تصویر مورد نظر داده می شود. دامنه طیفی تصویر کم می شود و تصویری تقریباً یکنواخت حاصل می گردد. با اجرای این فیلتر، میزان ارزش های طیفی بالا در تصویر کاهش می یابد. هر سه نوع فیلترهای میانگین، میانه و نما (مد)، جزء فیلترهای پایین گذر هستند. این فیلتر خصوصاً برای هموار کردن تصویرهای گسسته و حذف حالت نواری و حذف لکه های تصویری بسیار مفید است.

○ فیلتر بالاگذر

انجام این فیلتر، موجب انتقال میزان بیشتری از ارزش های طیفی بالا می شود. برای درک فیلتر بالا گذر، کافی است که نتیجه فیلتر پایین گذر را از تصویر اصلی کم کنیم. در تصویر حاصل، در پدیده های دارای ارزش طیفی بالا، جزئیات بیشتری ظاهر می شود و خصوصاً آن که اختلاف میان پیکسل های مجاور که در آن ها ارزش طیفی تغییر ناگهانی یافته، بیشتر می شود از این خاصیت در مطالعه و بررسی عوارض خطی و مرزها استفاده می گردد. این فیلتر مخصوصاً برای مقاصد بارزسازی بسیار مفید است که گاه به همین دلیل به آن ها واضح کننده یا بارز ساز لبه گویند.

○ فیلترهای میان گذر

اجرای این فیلتر سبب انتقال میزان بیشتری از ارزش های طیفی بخصوص می شود (منظور از باند در این فیلتر، باندهای یک سنجنده نیست بلکه محدوده ای از یک باند طیفی است) البته تعیین اینکه چه محدوده ای برای این عمل مورد استفاده قرار می گیرد، بر اساس نوع و هدف تحقیق متفاوت است. برای تشخیص شکستگی ها در این مطالعه از تصاویر تک باندی و یا رنگی با اعمال فیلترهای مختلف استفاده گردید. با به کارگیری فیلترهای پایین گذر (Low pass) مانند فیلتر median با ماتریس 3×3 و 7×7 و با به کارگیری فیلترهای بالاگذر (High pass) مانند فیلتر آشکارسازی لبه ها (Edge sharpen) با ماتریس های مختلف از جمله 3×3 و 5×5 بر روی باندهای مختلف باعث بارز شدن لبه ها و شناسایی پدیده های خطی و خطوطاره ها می شود. توجه به نشانه های زمین ریخت شناسی تغییرات ناگهانی توپوگرافی، جابجایی رودخانه ها و واحدهای سنگی از عوامل مهم در تشخیص و تعیین شکستگی های منطقه می باشد. هدف اصلی این گزارش، تعیین نقاط امیدبخش معدنی و اکتشاف آن ها می باشد، لذا در تحلیل های تکتونیکی گسل ها به دو نوع اصلی و فرعی تقسیم بندی و مطالعه شده اند. از آن جا که ساختارهای کوچک و محلی کمتر در کانه سازی نقش دارند روندهای اصلی و یکپارچه جدا شده اند. در این پروژه از فیلترهای بالاگذر یا High Pass جهت تفکیک



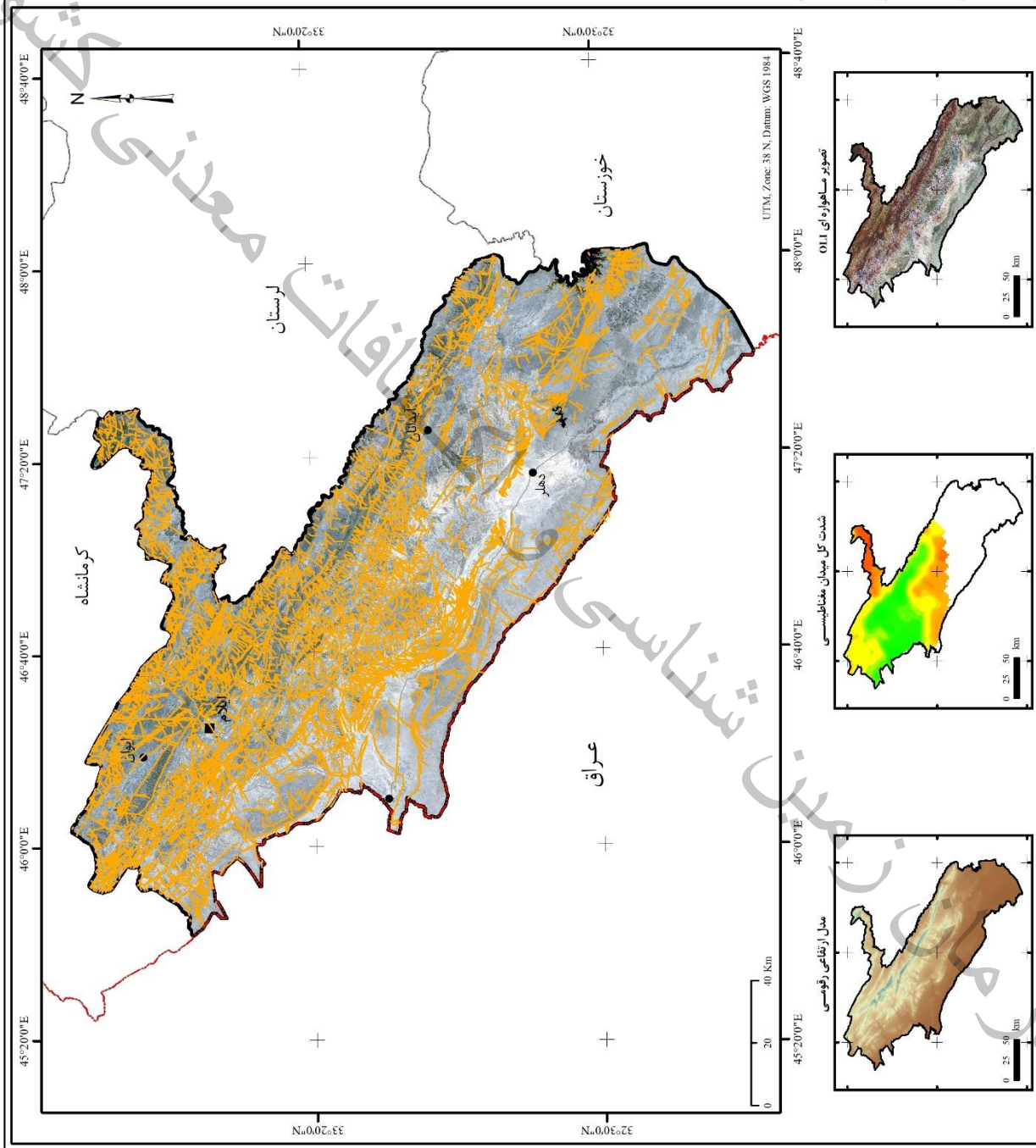
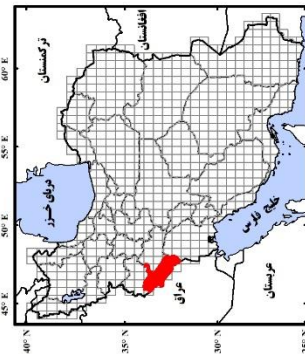
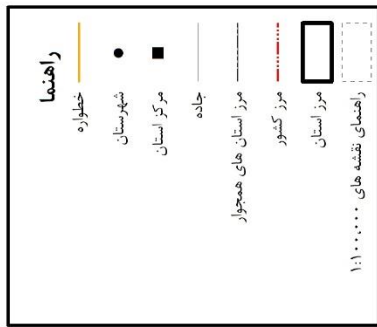
ساختارهای حلقوی و گسل‌ها استفاده شد. این فیلترها در نرم افزار Geomatica وجود دارند. در این نرم افزار از فیلتر Edge Sharpening Filter و سپس از فیلتر Laplacian Edge detector جهت تفکیک ستیغ کوه‌ها از گسل‌ها استفاده شد. در نهایت استخراج خطوطها و ساختارهای خطی به صورت بصری و دستی انجام گرفت (شکل ۴-۲۲).

۴-۴- تفسیر نتایج پردازش تصاویر

با توجه به اینکه تمامی استان ایلام در بخش چین خوردگی زاگرس واقع گردیده و به طور کامل توسط سازندهای رسوبی پوشیده شده است، در پردازش داده‌های ASTER، Sentinel 2A و OLI و استفاده از روش‌های ترکیب بانندی، نسبت بانندی، آنالیز مولفه‌های اصلی و آنالیز طیفی هیچ اثری از کانه‌زایی فلزی در سطح استان مشاهده نشد. واحدهای سنگی و زمین شناسی استان حاکی از این است که ذخایر معدنی منطقه شامل پتانسیل‌های معدنی غیرفلزی می‌باشد. نتایج حاصل شده نشان دهنده این است که این استان یا فاقد نواحی مستعد کانی‌زایی فلزی می‌باشد و یا در صورت دارا بودن اندیس‌های فلزی رخنمون سطحی ندارند. یکی از فراوان‌ترین مواد معدن غیر فلزی که در سطح استان ایلام وجود دارد سنگ گچ می‌باشد. این فراوانی ناشی از وجود حوضه‌های تبخیری وسیع گذشته در منطقه بوده که چنین ذخایری را پدید آورده است. با توجه به اهمیت صنعتی گچ، در تحقیق حاضر همانند سایر دگرسانی‌ها سعی شد تا از طریق چندین تکنیک نقشه برداری سنجش از دور، برونزدهای گچ مشخص شود (شکل ۴-۱۸)



نقشه خطواره ها و شکستگی های ساختاری



شکل ۴-۲۲ - نقشه خطواره ها و شکستگی های ساختاری، ماهواره RGB:432,Sentinel-2A

کشور

معذنی

کشوفات

فصل پنجم

مطالعات ژئوسمایی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۵-۱- مقدمه

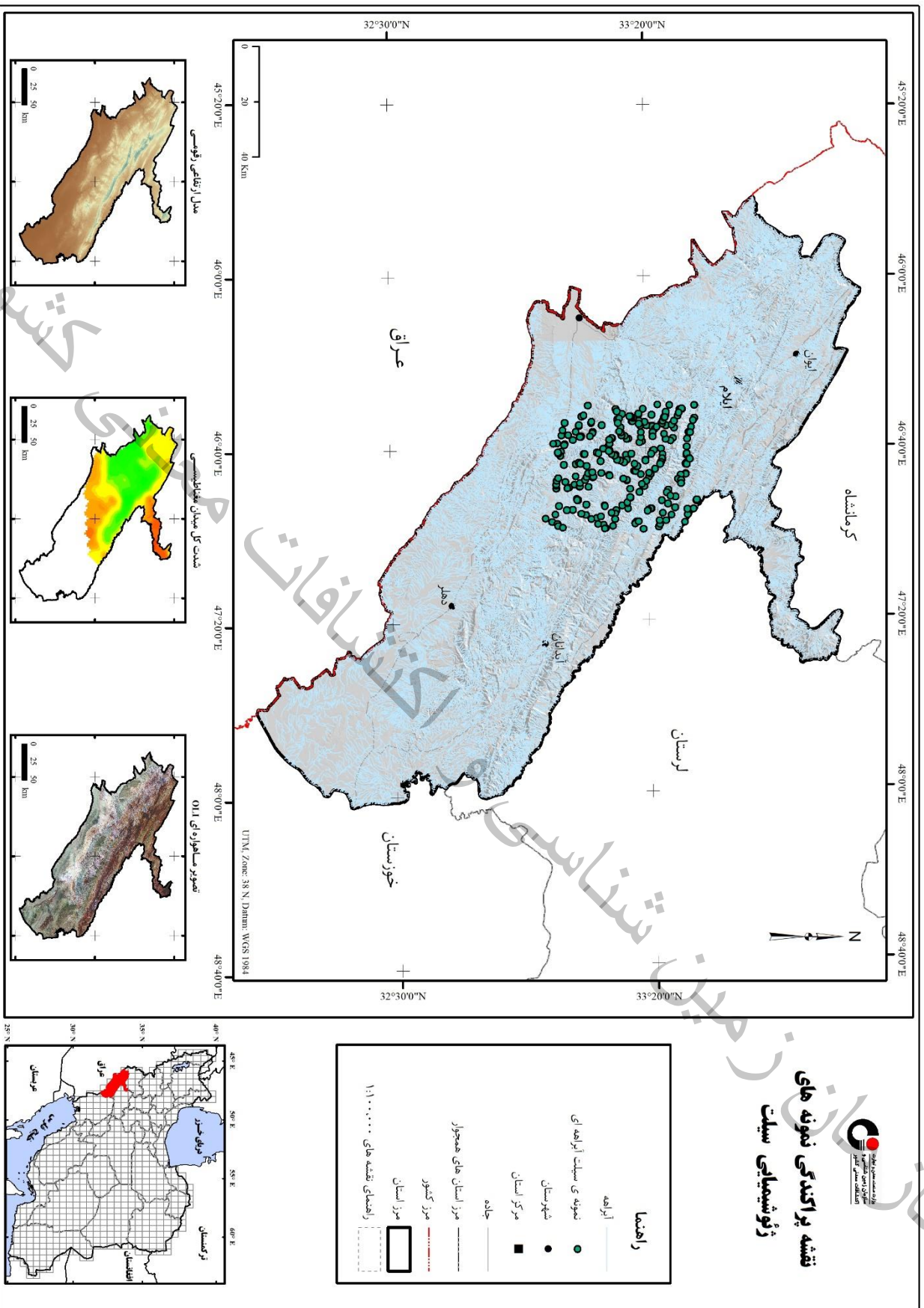
همه مطالعاتی که با استفاده از روش‌های مختلف نمونه‌گیری صورت می‌گیرند نیاز به آمار و پردازش داده‌ها دارند که با توجه به نتایج مورد نظر، کارشناس می‌تواند از روش‌های ساده یا پیچیده آماری استفاده نماید. لذا اکتشافات ژئوشیمیایی که بر پایه نمونه‌برداری از جوامع سنگی، رسوبات آبراهه‌ای، خاک و آب می‌باشند نیازمند 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 هوای 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 زمین شناختی یا ژئوشیمیایی اولیه تشکیل دهنده رسوبات آبراهه‌ای را تعیین کرد. مثلاً اگر مقدار SO_2 به تنهایی در رسوبات زیاد باشد، نشان دهنده منشأ گرانیتی 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 ایلام شامل ۱ برگه یکصد هزار ژئوشیمیایی بنام کوه ورزسین می‌باشد و بقیه سطح استان فاقد مطالعات ژئوشیمیایی می‌باشد. نقشه ۵-۱- پراکندگی نمونه‌های ژئوشیمیایی سیلت در استان ایلام رانشان می‌دهد.



شکل ۱-۵ - نقشه پراکندگی نمونه های ژئوشیمیایی سیلت در استان ایلام

۵-۳- پردازش داده های ژئوشیمیایی

همه مطالعاتی که با استفاده از روش های مختلف نمونه گیری صورت می گیرند نیاز به آمار و پردازش داده ها دارند که با توجه به نتایج مورد نظر، کارشناس می تواند از روش های ساده یا پیچیده آماری استفاده نماید. لذا اکتشافات ژئوشیمیایی که بر پایه نمونه برداری از جوامع سنگی، رسوبات آبراهه ای، خاک و آب می باشند نیازمند انجام پردازش های آماری هستند. با توجه به اینکه هیچکدام از روش های اکتشافی کامل نبوده و با کاستی هایی همراه هستند، معمولاً از روش های اکتشافی مکمل نظیر مطالعات کانی سنگین، ژئوفیزیک و دورسنجی استفاده می شود تا معتبرترین مناطق جهت اکتشافات بعدی انتخاب گردند.

نحوه پردازش داده ها به این صورت می باشد که نتایج آنالیز ژئوشیمیایی رسوبات آبراهه ای به همراه مختصات محل برداشت نمونه ها در یک بانک اطلاعاتی ذخیره می گردد. بعد از این مرحله برای بخشی از داده ها که به صورت سنسورد گزارش شده بودند جایگزینی داده های سنسورد انجام می گیرد. سپس از این داده ها جهت محاسبه پارامترهای آماری، پردازش های آماری تک متغیره، تعیین مشاهدات خارج از ردیف، تعیین آنومالی ها، پردازش های آماری می شود.

در پهنه استان ایلام ۰ تعداد ۱ برگه دارای داده های ژئوشیمیایی بوده که پردازش شده و مناطق آنومالی آن برای هر عنصر در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ورسین استخراج گردید. لازم به ذکر است که پهنه استان ایلام فاقد مطالعات کانی سنگین می باشد.

۵-۴- پردازش داده های سنسورد

داده هایی سنسورد داده هایی هستند که تمرکز عناصر در برخی نمونه ها به صورت مقادیر "کوچکتر از" یا "بزرگتر" یک مقدار خاص گزارش شوند. حد سنسورد نتایج آنالیز، همان حد قابل ثبت روش آنالیز شیمیایی می باشد. داده های سنسورد زمانی ایجاد می شوند که روش های 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.

داده های سنسورد در پردازش های آماری چند متغیره مشکل ساز هستند چرا که روش های محاسباتی و آماری خاص، نیازمند یک مجموعه کامل و غیرسنسورد از داده ها می باشند. بنابراین ناگزیر هستیم جهت جایگزینی مقادیر سنسورد، آنها را مورد پردازش قرار دهیم.

در جایگزینی داده های سنسورد از روش های مختلفی استفاده می شود. یکی از این روش ها روش "جایگزینی ساده" است. در این روش هنگامی که داده سنسورد به صورت کمتر از حد قابل ثبت گزارش می شود، $\frac{3}{4}$ حد



قابل ثبت را جایگزین آن می‌کنند و برای داده‌هایی که بزرگتر از یک مقدار خاص گزارش می‌شوند $4/3$ (چهارسوم) یا $3/2$ (سه دوم) حد قابل ثبت را به جای آن قرار می‌دهند. روش جایگزینی ساده زمانی نتایج قابل قبولی جهت جایگزینی ارائه می‌کند که حداکثر 10 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 3 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

هیستوگرام های داده های خام و نرمال ترسیم شده است. اطلاعات استان ایلام شامل یک برگه ژئوشیمی می باشد که به شرح زیر توضیح داده شده است.

برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ و رزسین (۵۳۵۶)

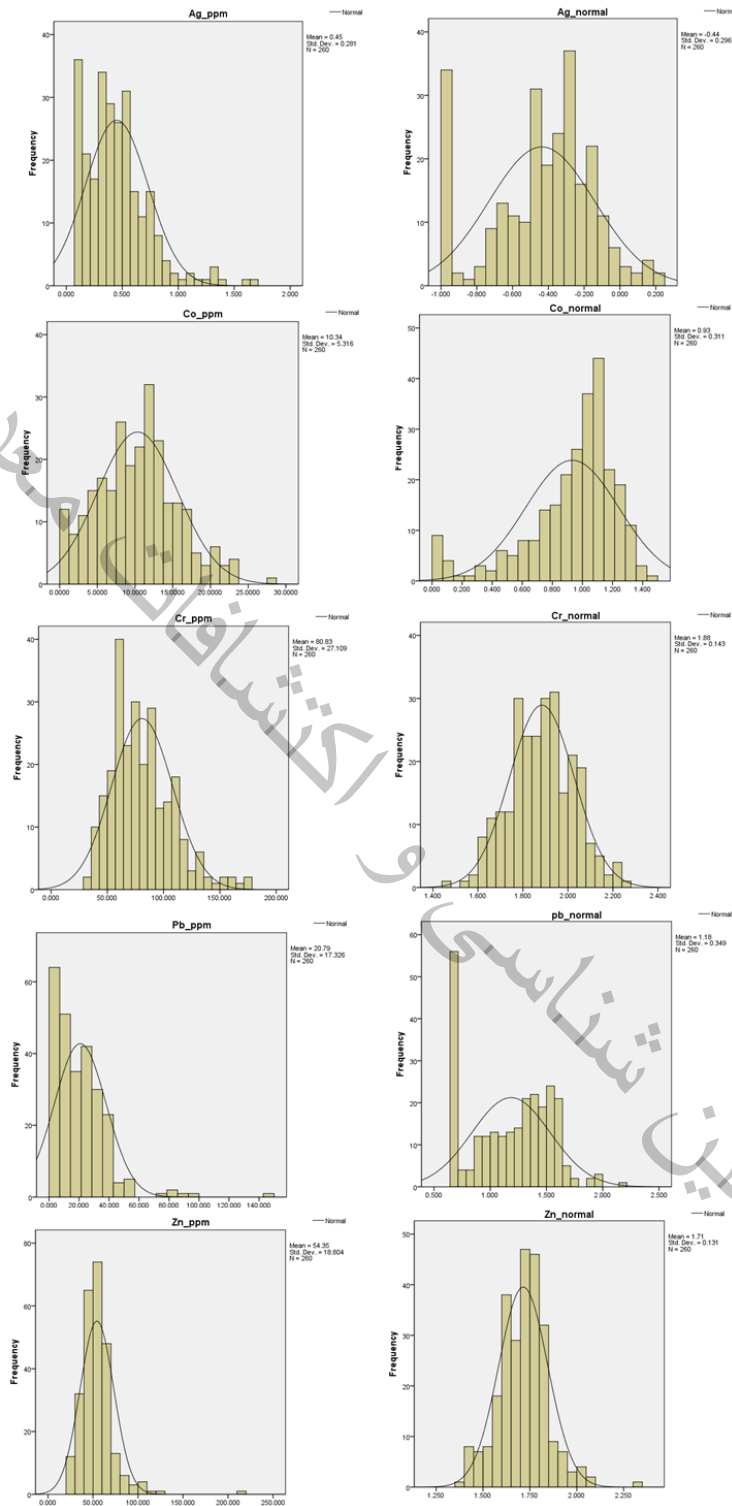
تنها برگه کار شده در محدوده استان، برگه و رزسین می باشد که در بخش مرکزی استان ایلام واقع شده است. نمونه های برداشت شده شامل ۲۶۰ نمونه رسوبات آبراهه ای است. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه توسط سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۴۲ عنصر آنالیز شده ۲۰ عنصر Ag, As, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Ti, V, W, Zn پردازش شده است.

جدول ۵-۱ پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه و رزسین را نشان می دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل ۵-۲ نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. لازم به ذکر است که در محدوده استان ایلام اطلاعات کانی سنگین موجود نمی باشد.



جدول ۵-۱- پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برکه ورزشین

Statistics									
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid								
Ag_ppm	260.000	0.450	0.412	0.281	0.079	1.318	2.770	0.100	1.654
Ag_norm	260.000	-0.437	-0.385	0.296	0.088	-0.478	-0.369	-1.000	0.219
As_ppm	260.000	46.300	39.814	33.655	1132.680	0.711	-0.257	1.000	159.239
As_norm	260.000	1.500	1.600	0.453	0.205	-1.233	1.818	0.000	2.202
Ba_ppm	260.000	600.350	357.704	659.487	434922.722	3.232	16.657	45.627	5678.290
Ba_norm	260.000	2.583	2.554	0.420	0.176	0.006	-0.496	1.659	3.754
Be_ppm	260.000	0.823	0.704	0.398	0.158	1.007	0.238	0.168	2.096
Be_norm	260.000	-0.131	-0.152	0.201	0.040	0.154	-0.479	-0.775	0.321
Cd_ppm	260.000	2.306	2.145	1.698	2.885	0.314	-0.923	0.100	6.801
Cd_norm	260.000	0.121	0.332	0.583	0.340	-1.002	-0.402	-1.000	0.833
Co_ppm	260.000	10.345	10.618	5.316	28.262	0.310	-0.149	1.000	27.600
Co_norm	260.000	0.932	1.026	0.311	0.097	-1.347	1.641	0.000	1.441
Cr_ppm	260.000	80.827	76.847	27.109	734.925	0.862	0.843	29.726	173.988
Cr_norm	260.000	1.884	1.886	0.143	0.021	-0.014	-0.257	1.473	2.241
Cu_ppm	260.000	15.361	14.673	4.553	20.729	0.411	-0.034	5.274	30.578
Cu_norm	260.000	1.167	1.167	0.134	0.018	-0.387	0.020	0.722	1.485
Fe_ppm	260.000	2.991	2.707	1.036	1.072	1.068	0.909	1.347	6.857
Fe_norm	260.000	0.452	0.432	0.141	0.020	0.320	-0.349	0.129	0.836
Mn_ppm	260.000	357.159	329.073	130.760	17098.085	0.785	0.374	98.882	834.821
Mn_norm	260.000	2.524	2.517	0.161	0.026	-0.273	0.411	1.995	2.922
Mo_ppm	260.000	5.158	3.505	5.472	29.948	1.422	1.999	0.500	29.468
Mo_norm	260.000	0.404	0.544	0.571	0.326	-0.084	-1.516	-0.301	1.469
Ni_ppm	260.000	44.647	42.342	22.661	513.514	0.100	-0.335	0.000	98.713
Ni_norm	260.000	1.531	1.627	0.449	0.201	-2.529	6.217	0.000	1.994
Pb_ppm	260.000	20.787	17.469	17.326	300.189	2.543	12.419	5.000	147.169
pb_norm	260.000	1.185	1.242	0.349	0.122	-0.024	-1.019	0.699	2.168
Sb_ppm	260.000	1.711	1.010	2.169	4.703	2.944	9.163	0.500	13.430
Sb_norm	260.000	0.046	0.004	0.359	0.129	1.052	0.481	-0.301	1.128
Sn_ppm	260.000	1.601	1.431	0.590	0.348	1.144	0.647	0.674	3.405
Sn_norm	260.000	0.178	0.156	0.147	0.022	0.445	-0.285	-0.171	0.532
Ta_ppm	260.000	0.428	0.393	0.178	0.032	0.659	0.160	0.066	0.957
Ta_norm	260.000	-0.409	-0.406	0.197	0.039	-0.730	1.397	-1.183	-0.019
Ti_ppm	260.000	2018.869	1785.980	863.692	745963.477	1.059	0.685	766.026	5004.220
Ti_norm	260.000	3.269	3.252	0.175	0.031	0.272	-0.651	2.884	3.699
U_ppm	260.000	6.340	5.357	3.454	11.930	2.631	7.607	2.764	23.198
U_norm	260.000	0.760	0.729	0.174	0.030	1.330	1.878	0.442	1.365
W_ppm	260.000	9.194	8.064	7.896	62.347	0.590	-0.446	0.500	37.001
W_norm	260.000	0.666	0.907	0.617	0.381	-0.551	-1.293	-0.301	1.568
Zn_ppm	260.000	54.349	52.731	18.804	353.572	3.042	20.881	24.154	214.819
Zn_norm	260.000	1.715	1.722	0.131	0.017	0.303	1.901	1.383	2.332



شکل ۵-۲- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ag, Co, Cr, 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 رقیق شدگی 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 به صورت نقشه توصیف می‌شود. نقشه‌های ژئوشیمیایی را می‌توان به دو گروه بخش کرد:

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

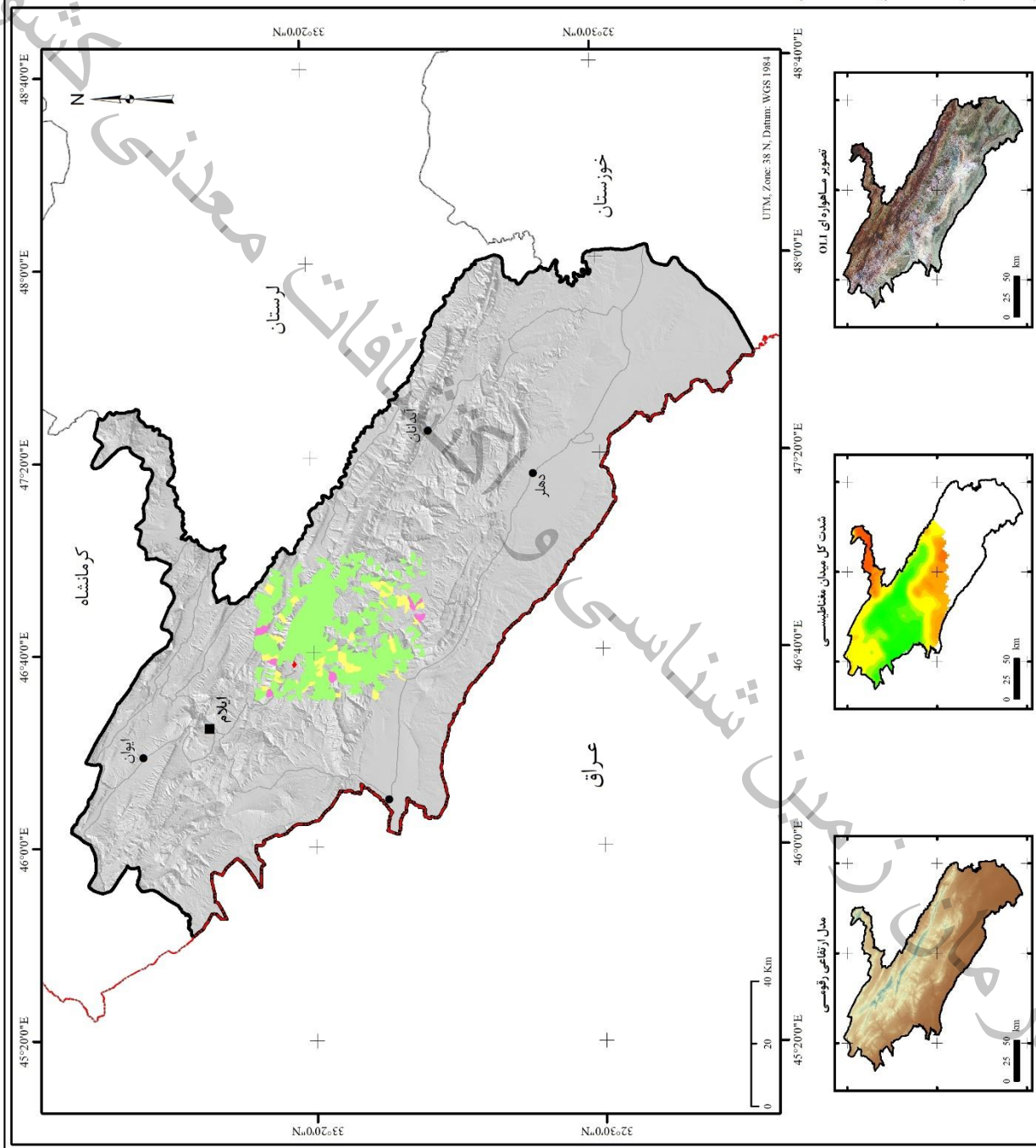
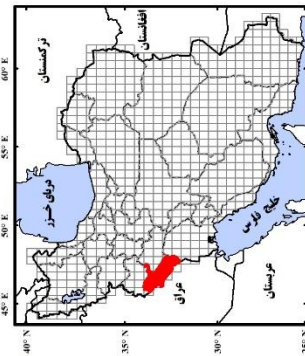
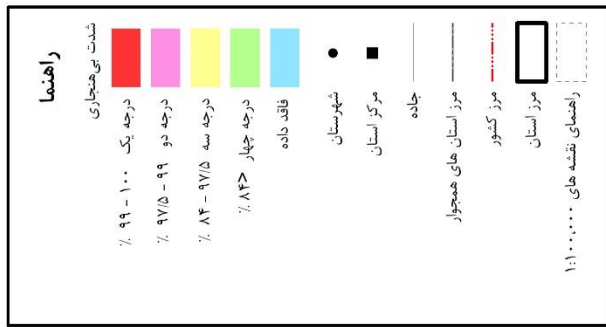


- نقشه‌هایی که غلظت عناصر را در محل نمونه‌هایشان نشان می‌دهند (به صورت نقطه‌ای یا ترسیم حوضه آبریز نمونه‌ها). این نقشه‌ها بسیار گویا و ساده می‌باشند و با توجه به نماد انتخابی، بسته به عیار نماد مربوطه، بزرگ و کوچک می‌گردند و به راحتی می‌توان محل ناهنجاری‌ها را مشخص نمود. در محدوده مطالعاتی پس از پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و تعیین حدود ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی 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.

اشکال ۳-۵ الی ۲۱-۵ نقشه شدت بی‌هنجاری ژئوشیمیایی عناصر مختلف در استان ایلام را نشان می‌دهند.



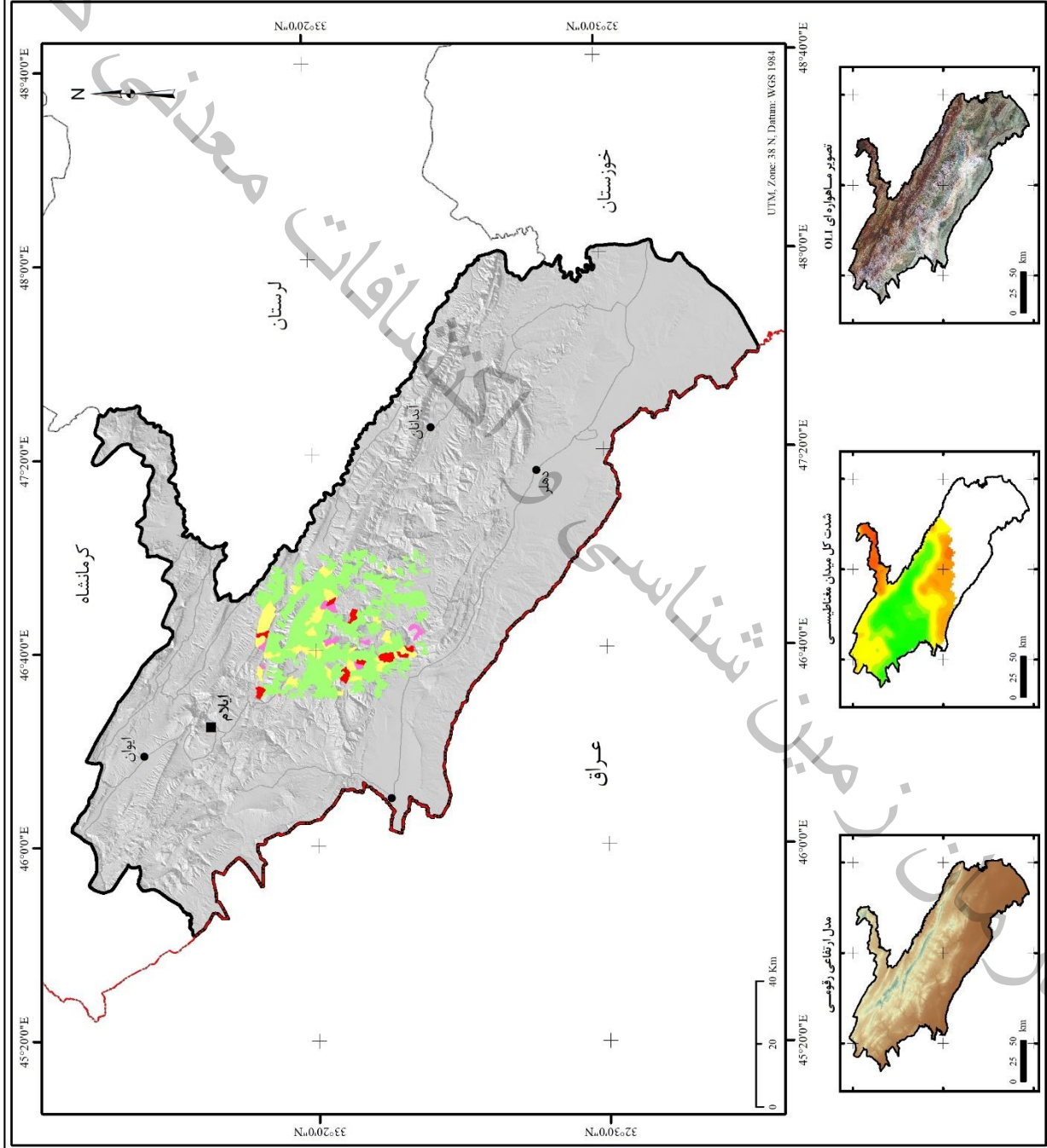
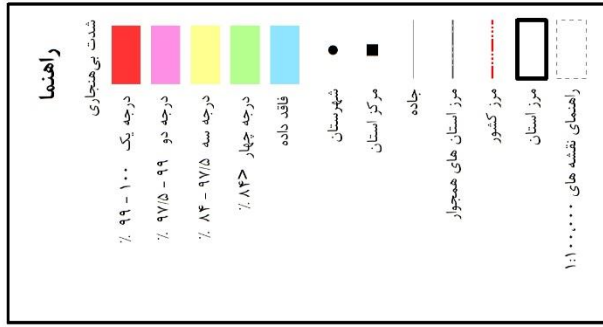
نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره



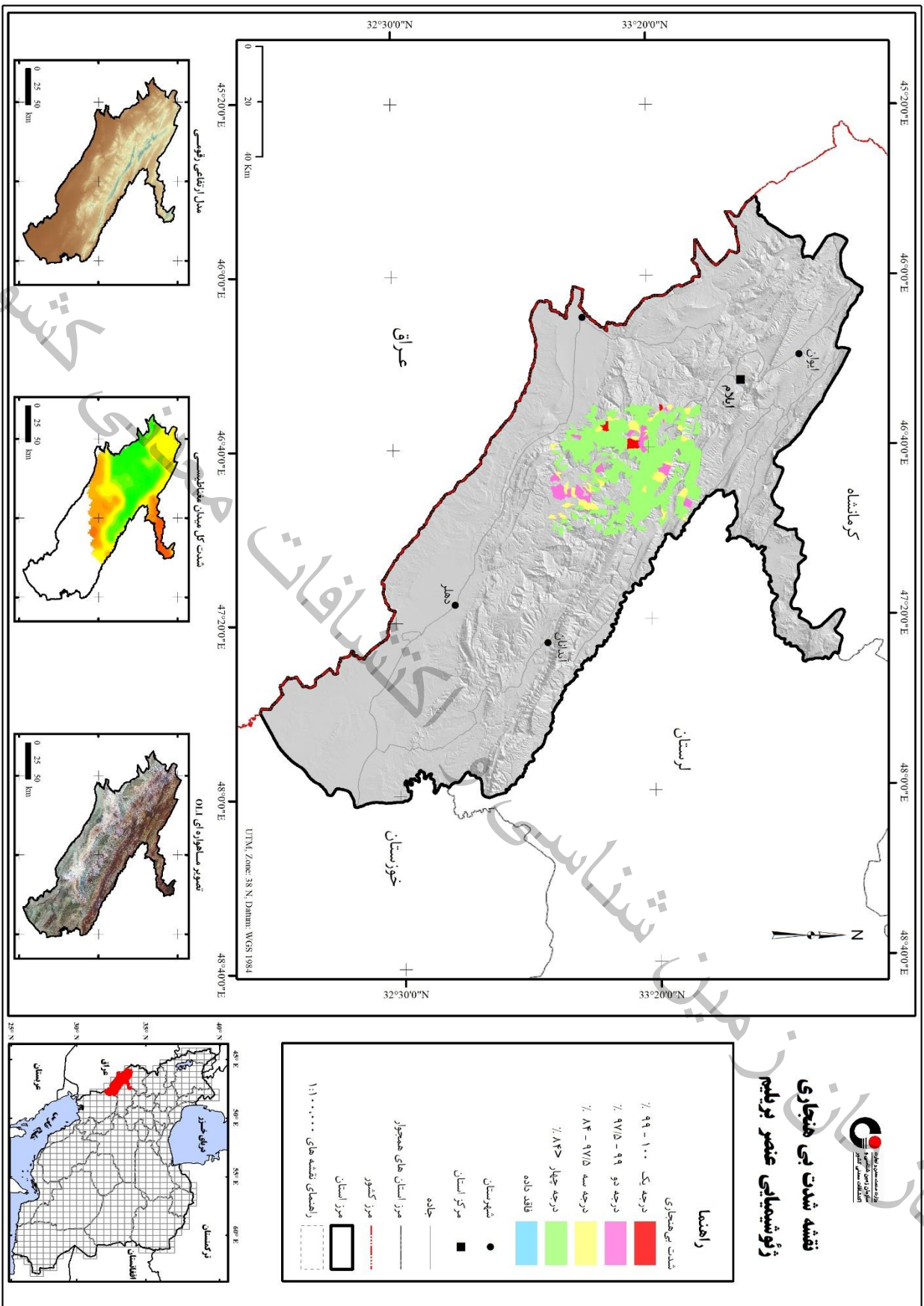
شکل ۳-۵- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان ایلام



نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر باریم



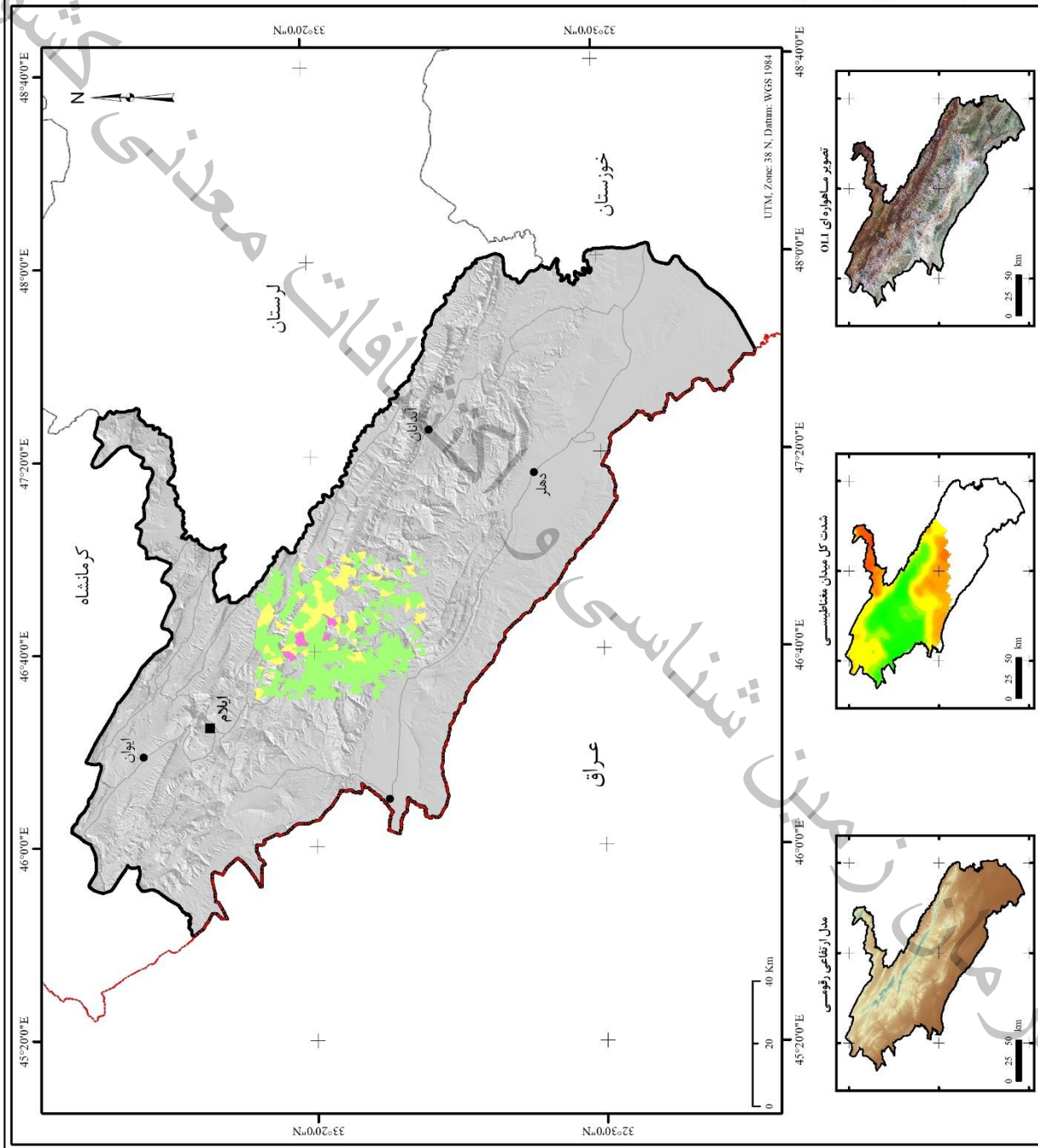
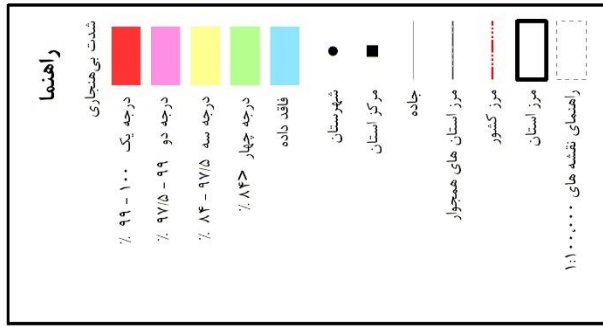
شکل ۵-۵- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر باریم در استان ایلام



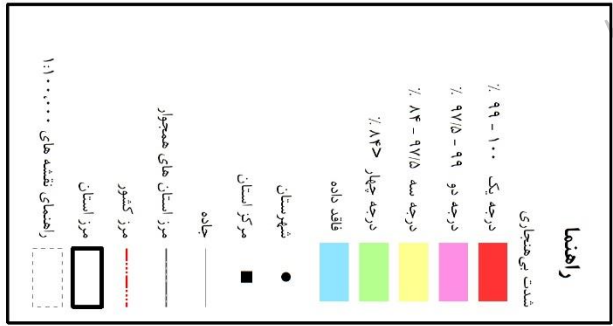
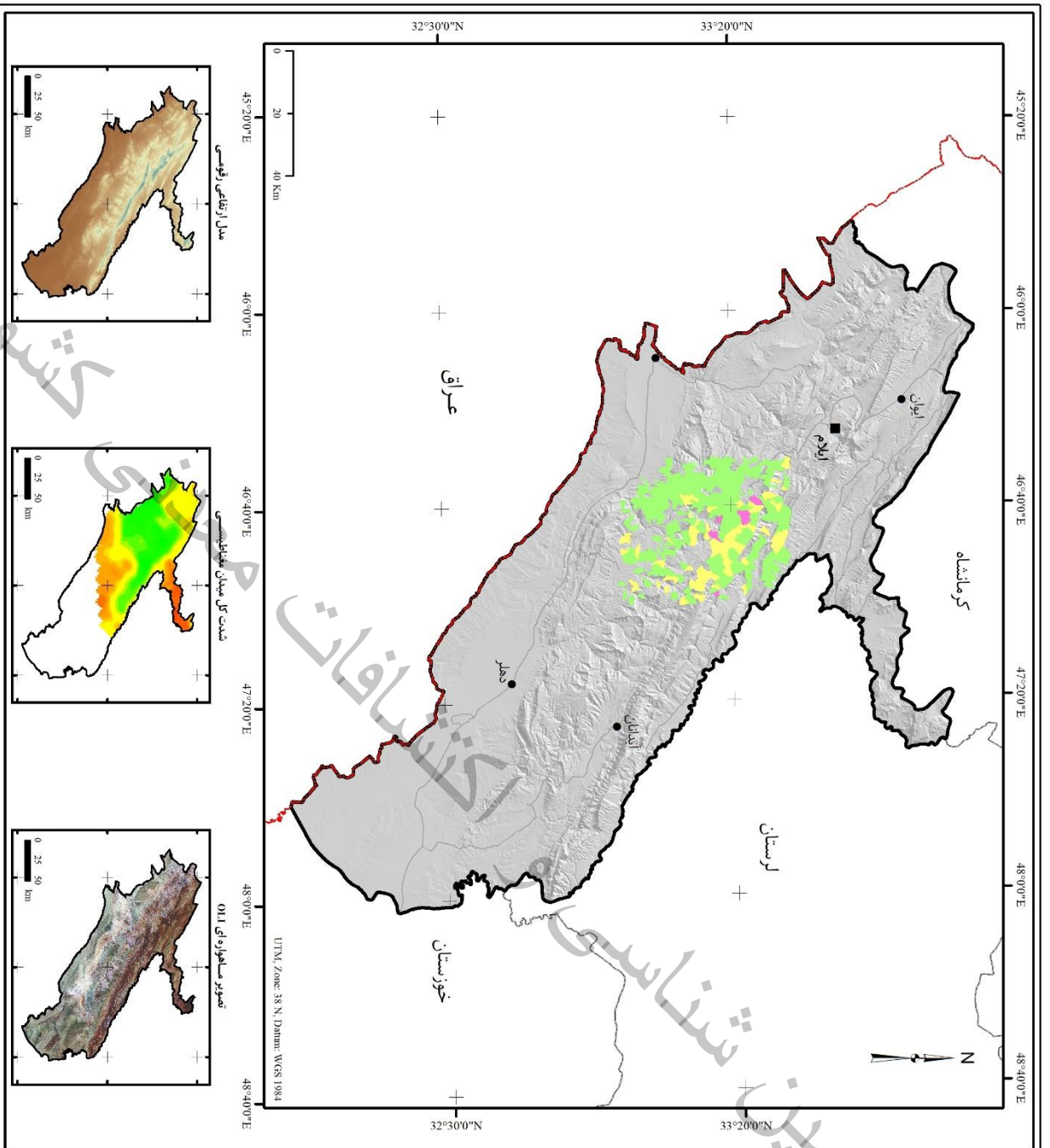
شکل ۵-۶- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر بریلیم در استان ایلام



نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر کادمیم



شکل ۵-۷- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کادمیم در استان ایلام



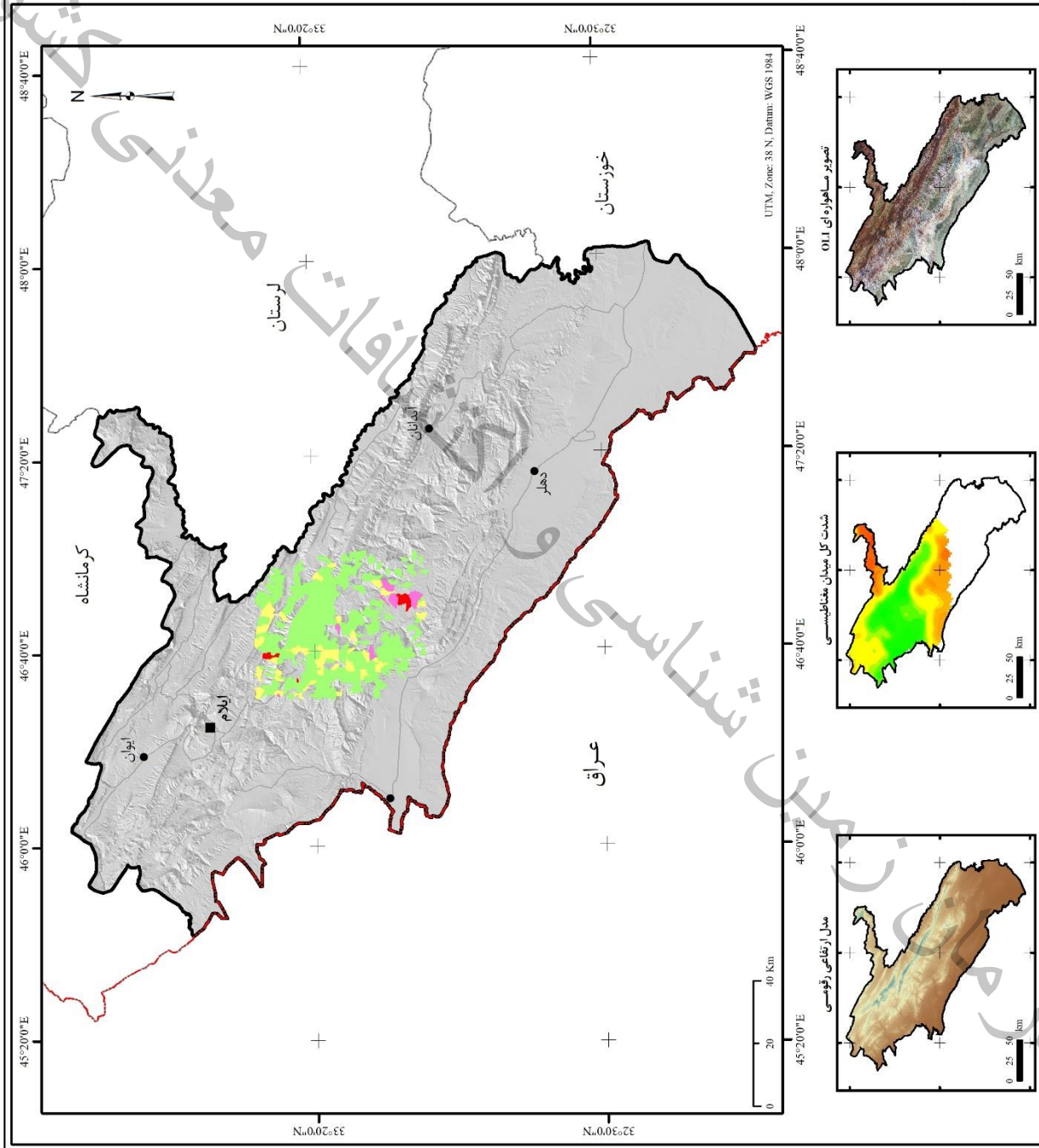
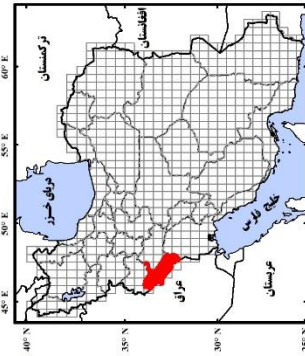
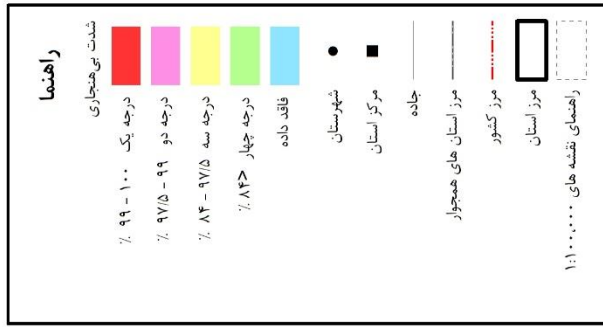
نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر کربالت



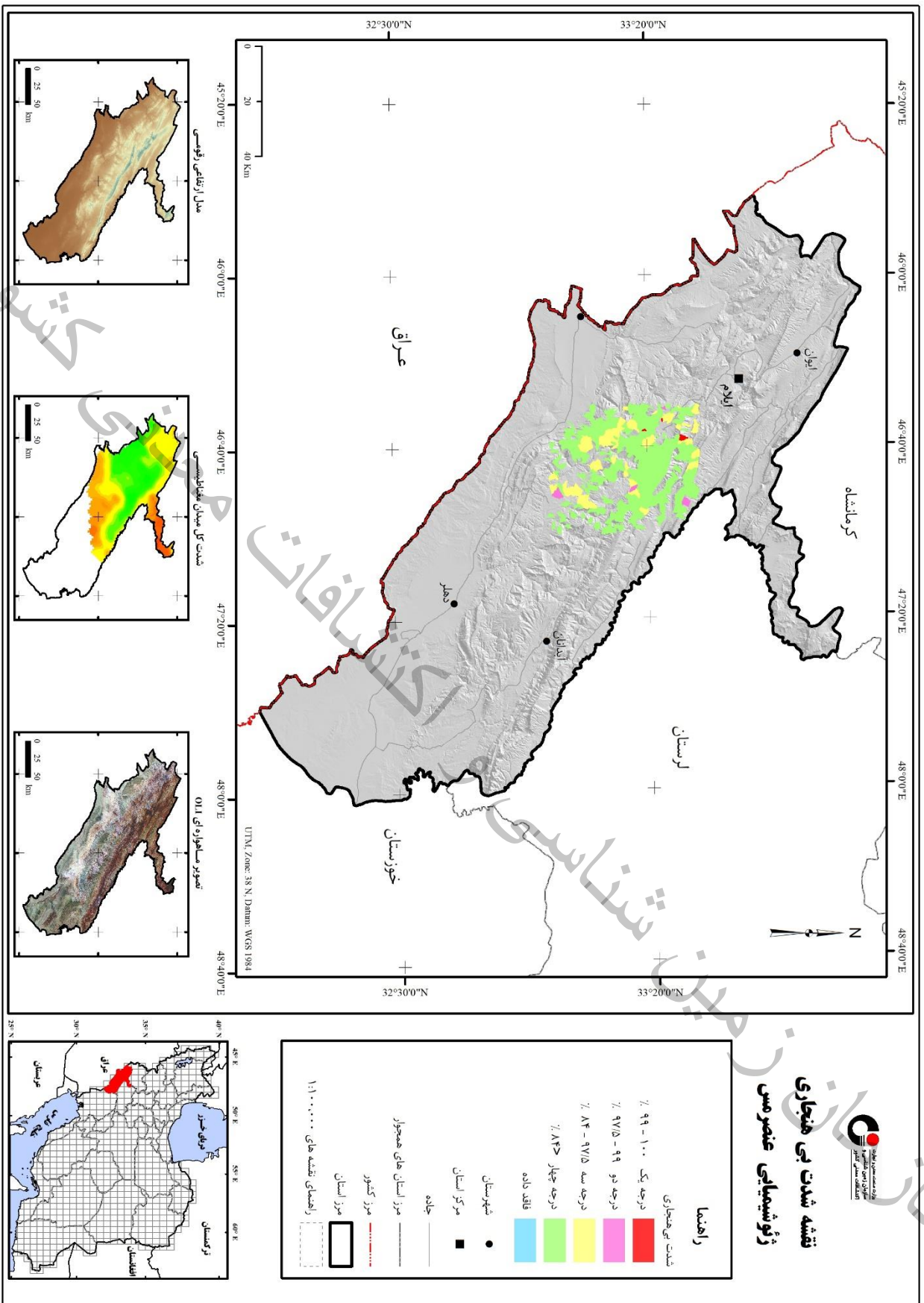
شکل ۵-۸- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کربالت در استان ایلام



نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم

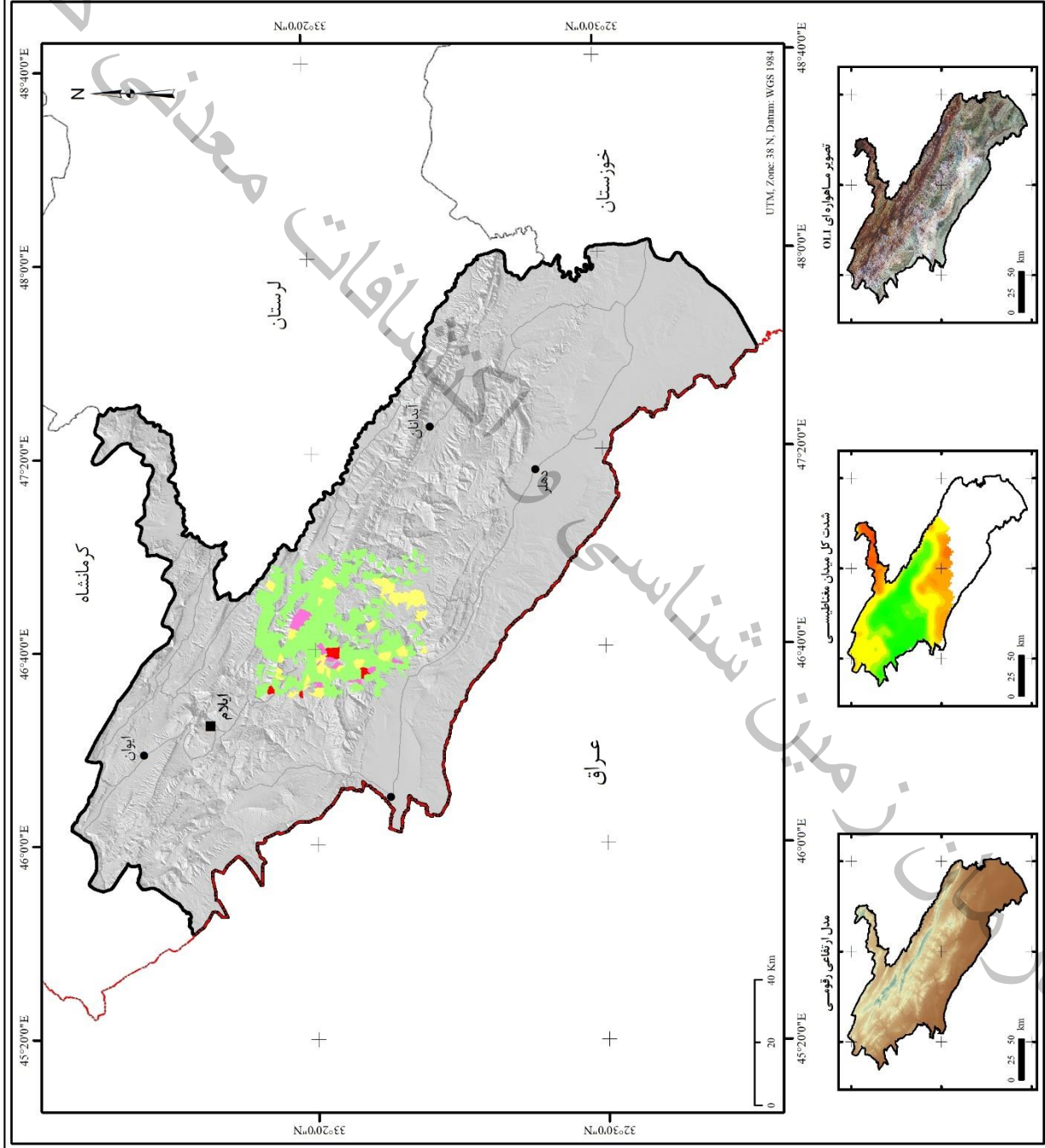
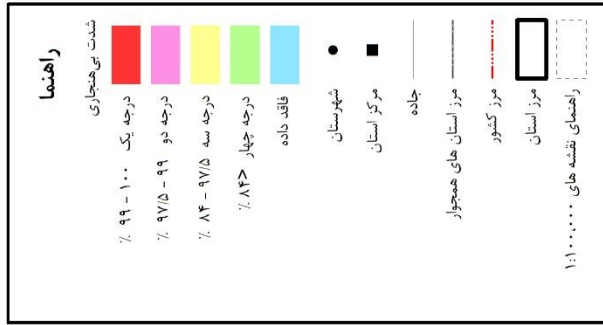


شکل ۵-۹- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم در استان ایلام

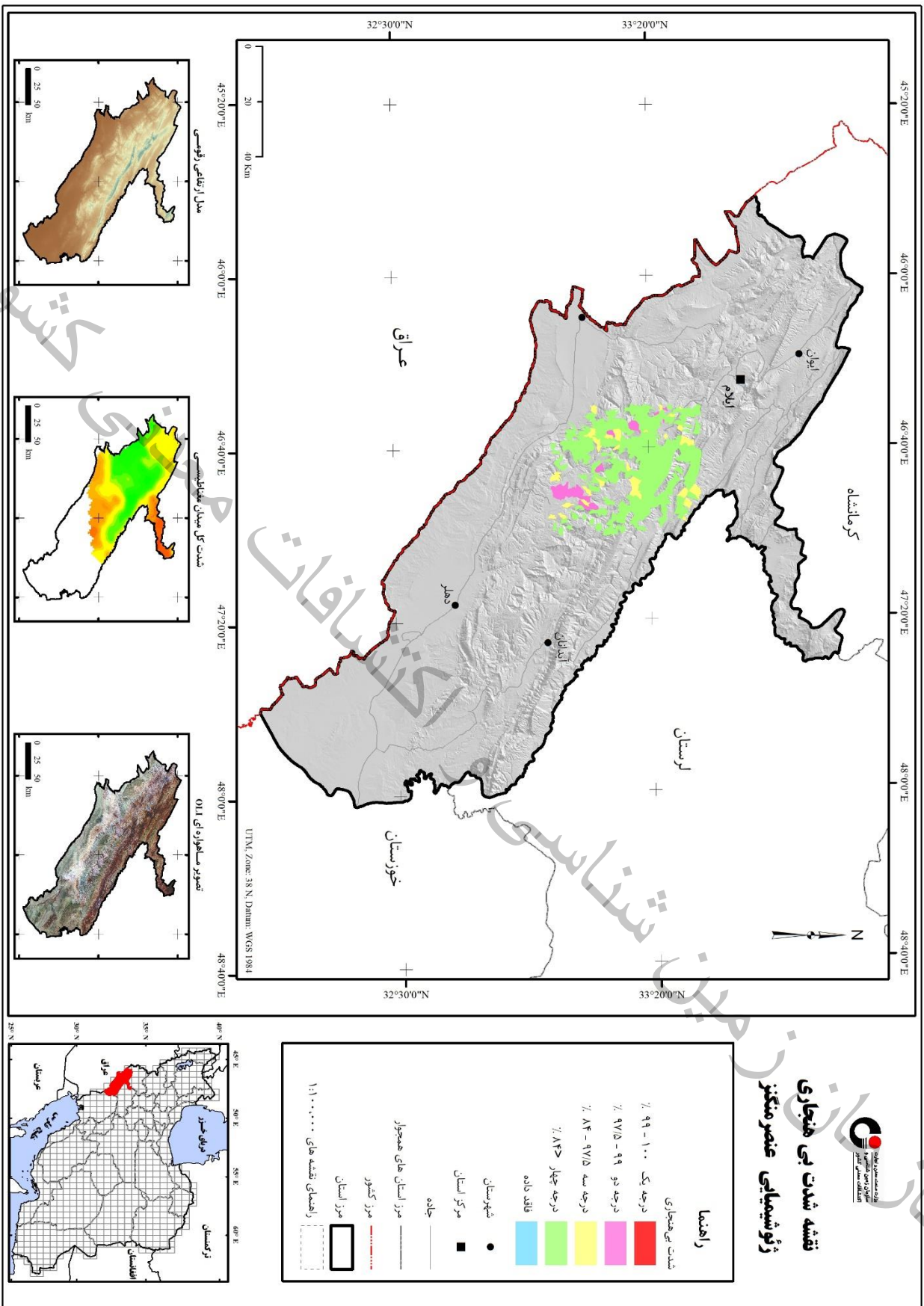




نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر آهن



شکل ۵-۱۱ - نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آهن در استان ایلام



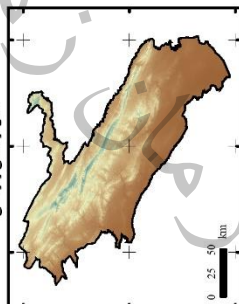
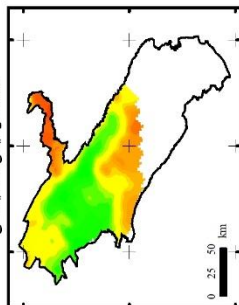
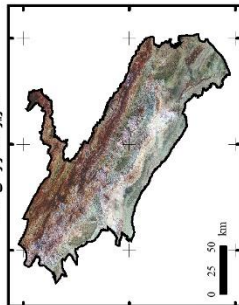
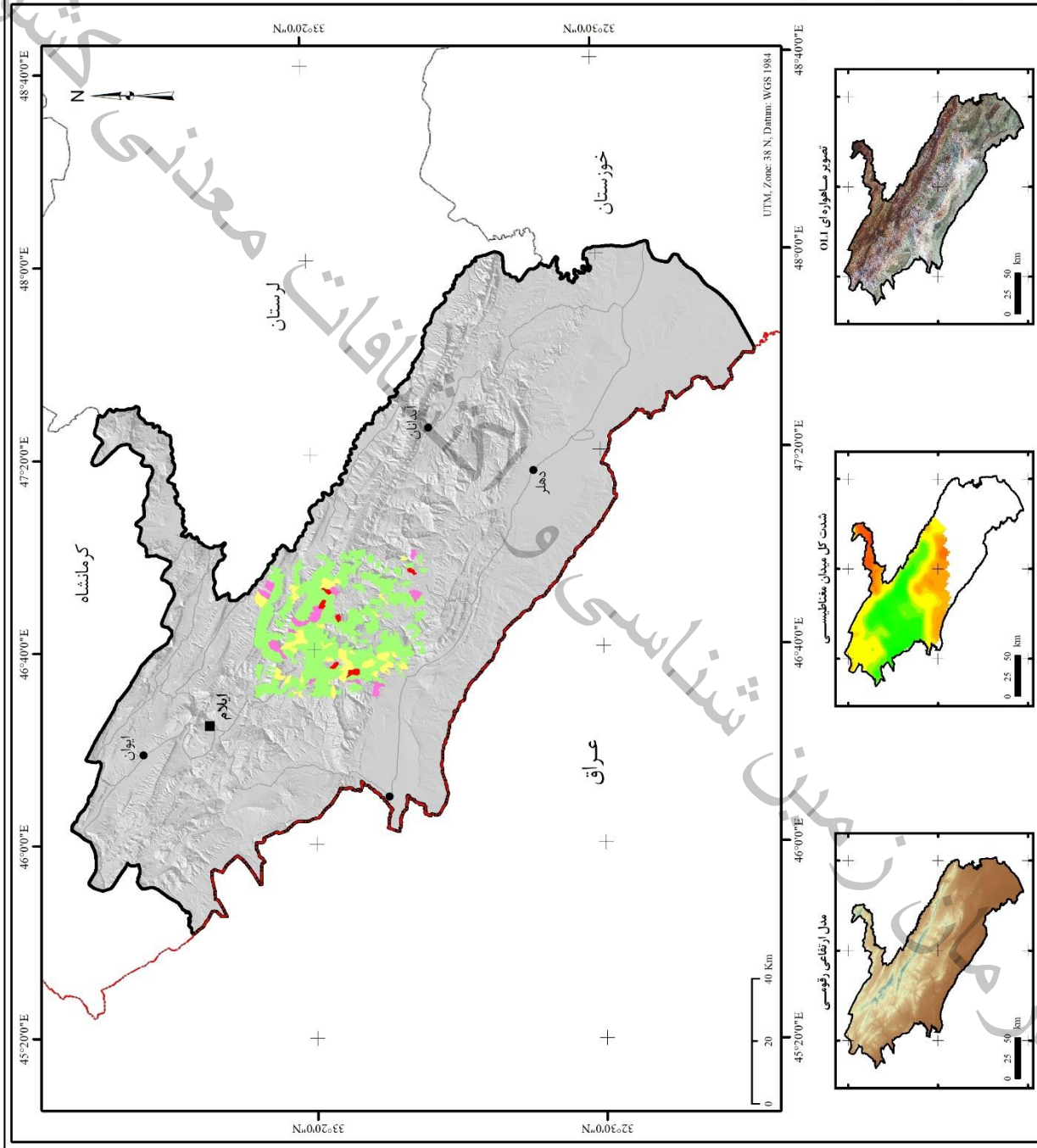
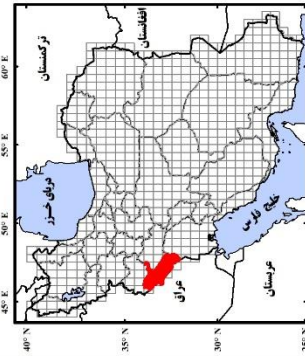
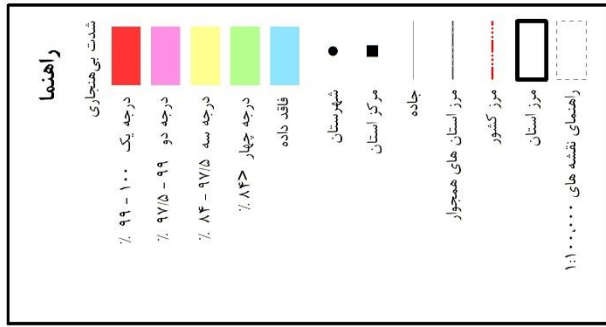
**نقشه شدت بی‌هنگاری
ژئوشیمیایی عنصر منگنز**



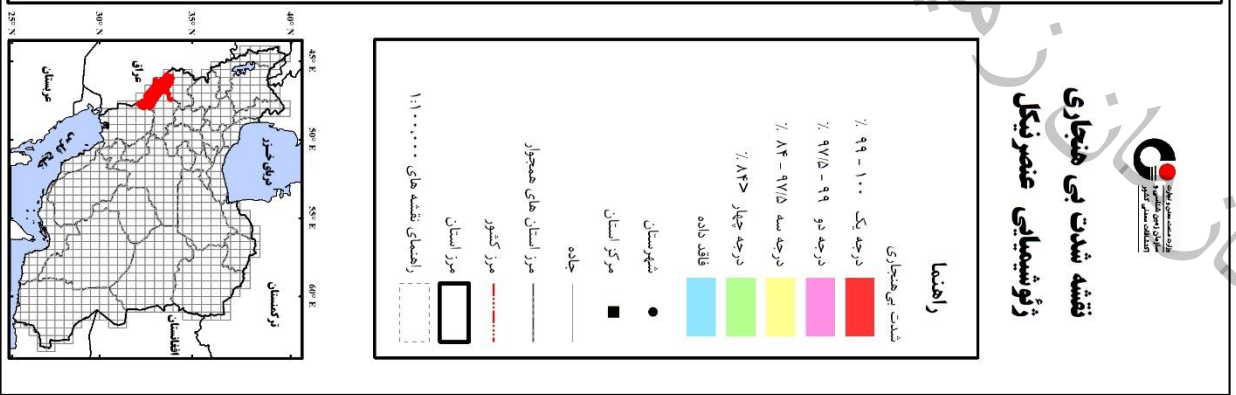
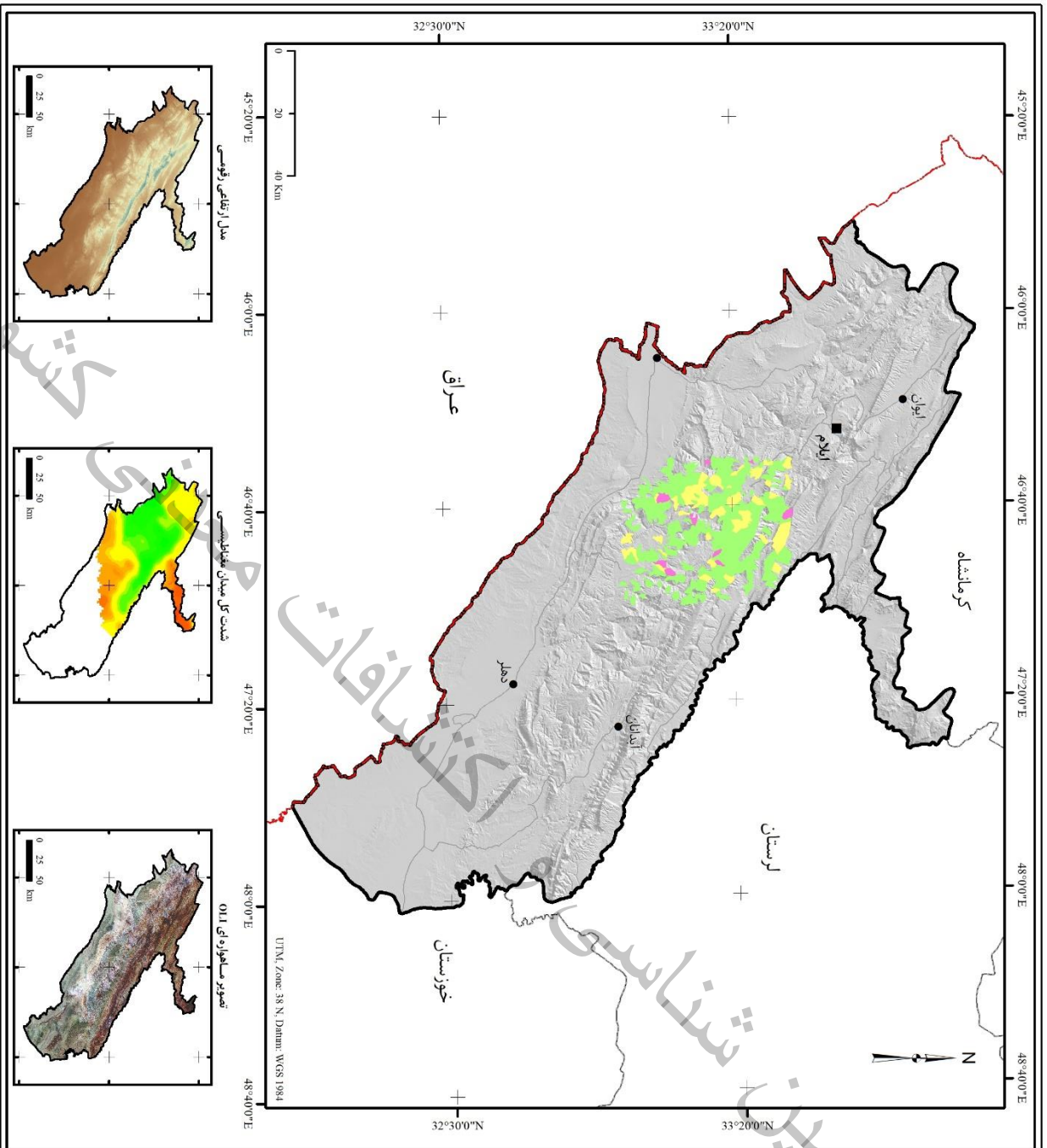
شکل ۵-۱۲- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر منگنز در استان ایلام



نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدین



شکل ۵-۱۳ - نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدین در استان ایلام



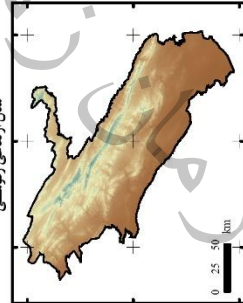
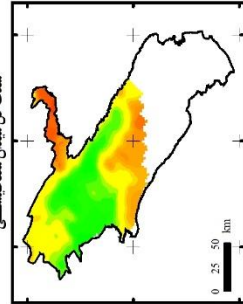
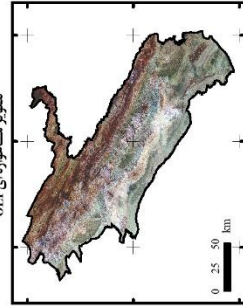
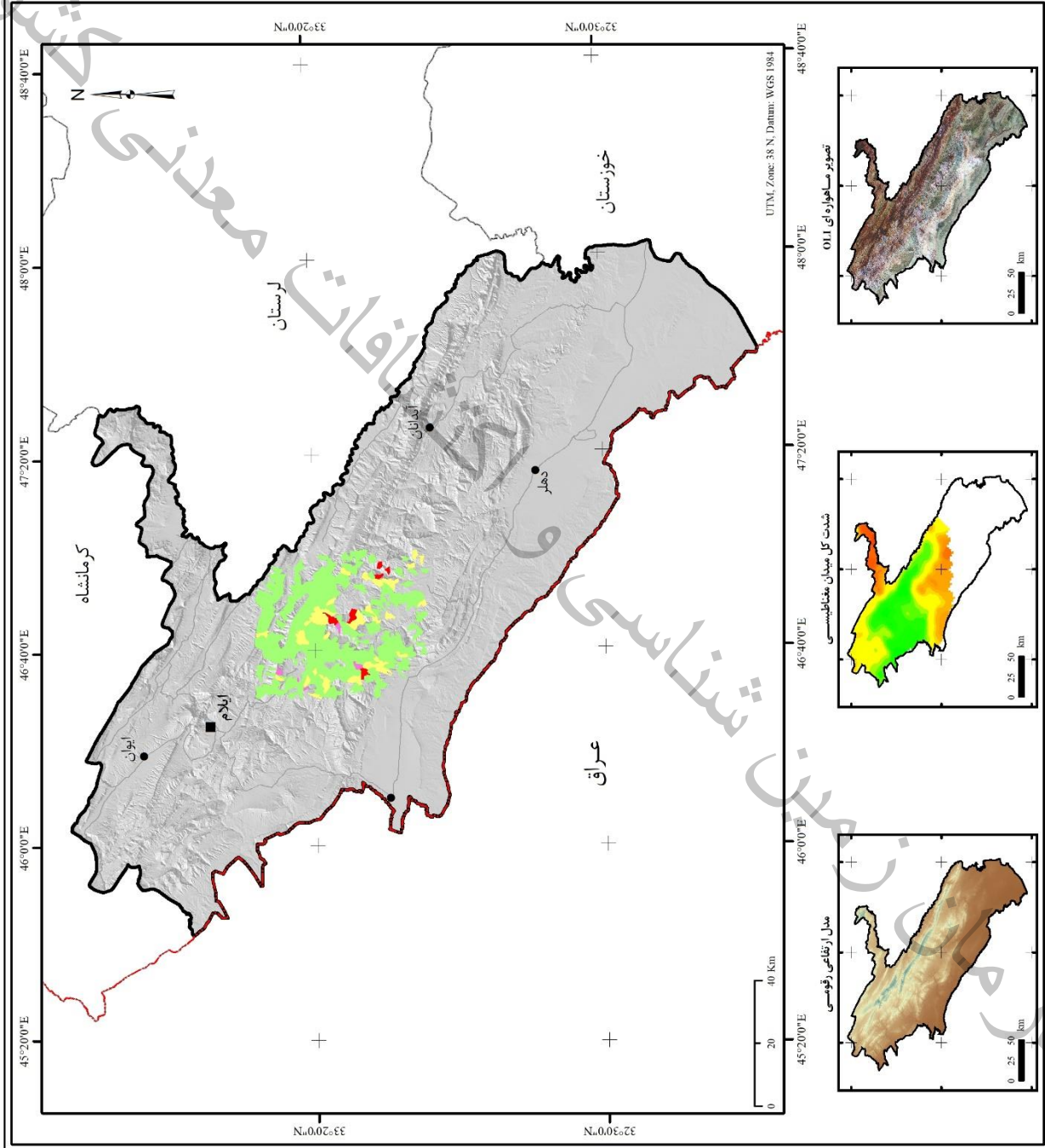
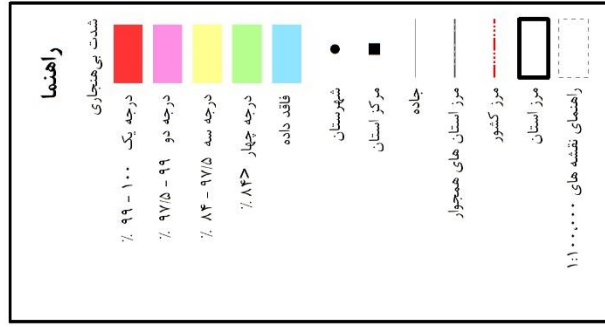
نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل



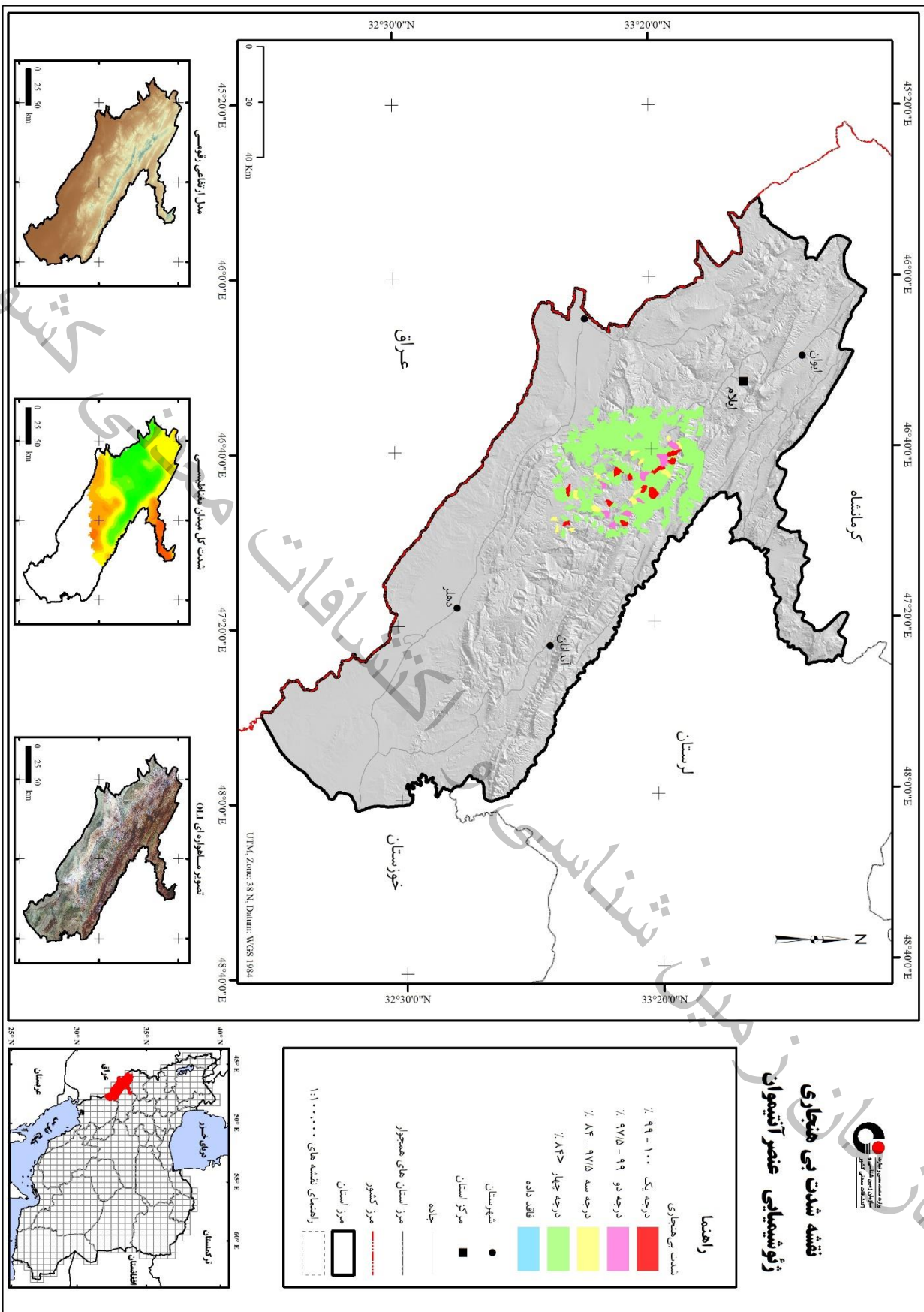
شکل ۵-۱۴ - نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل در استان ایلام



نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب



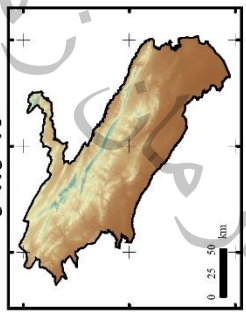
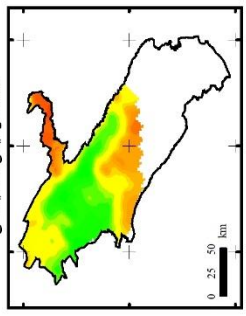
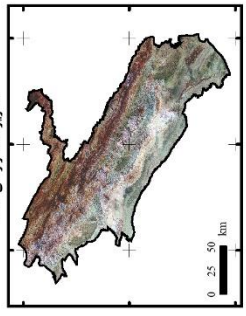
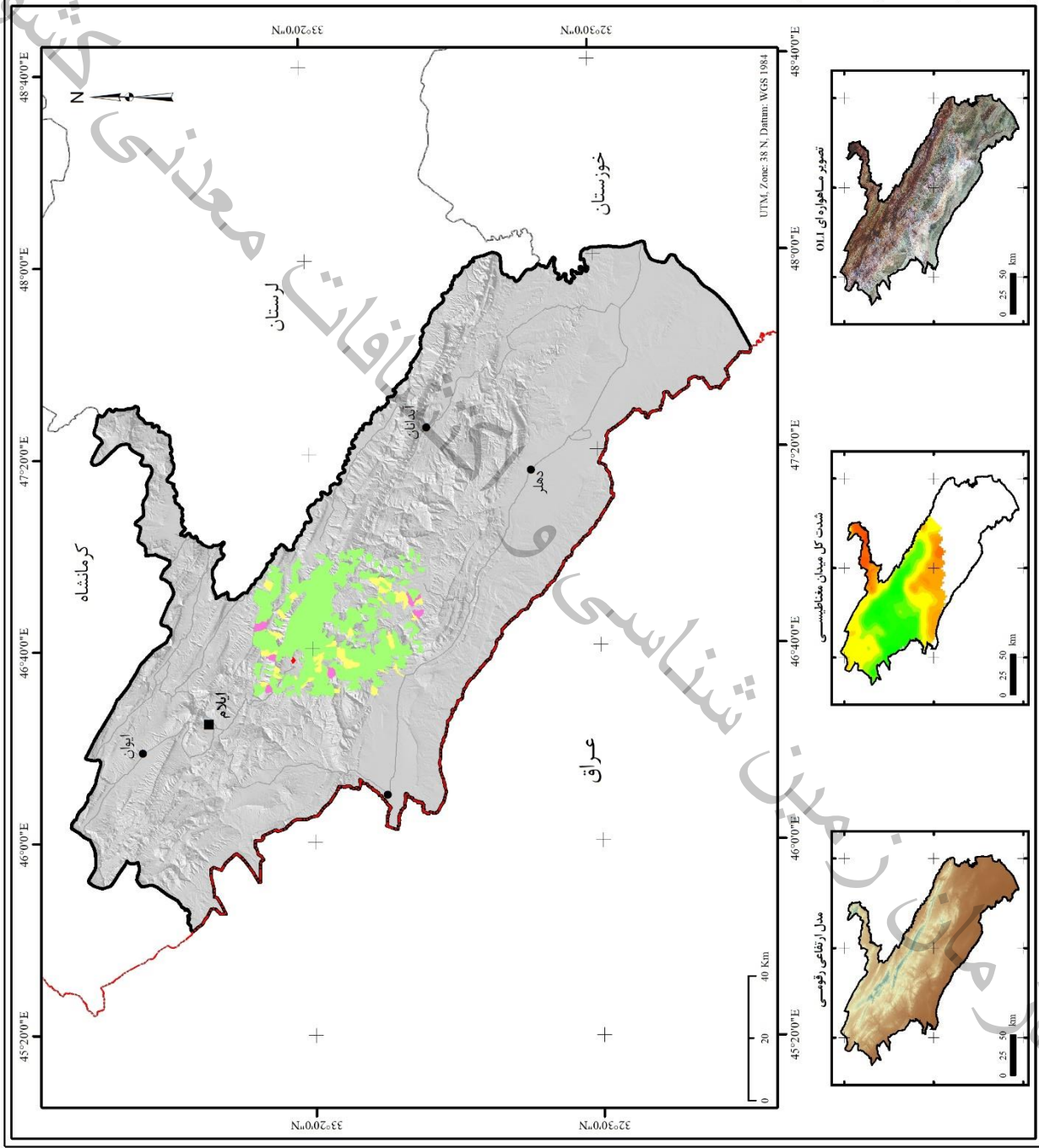
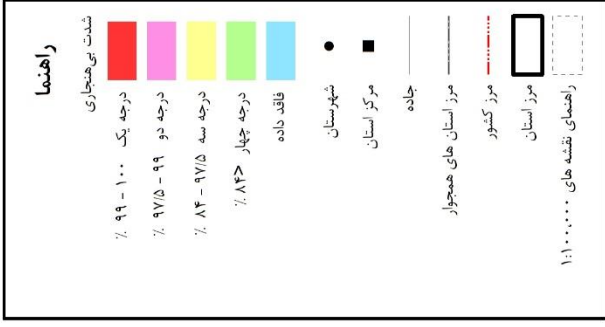
شکل ۵-۱۵ - نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب در استان ایلام



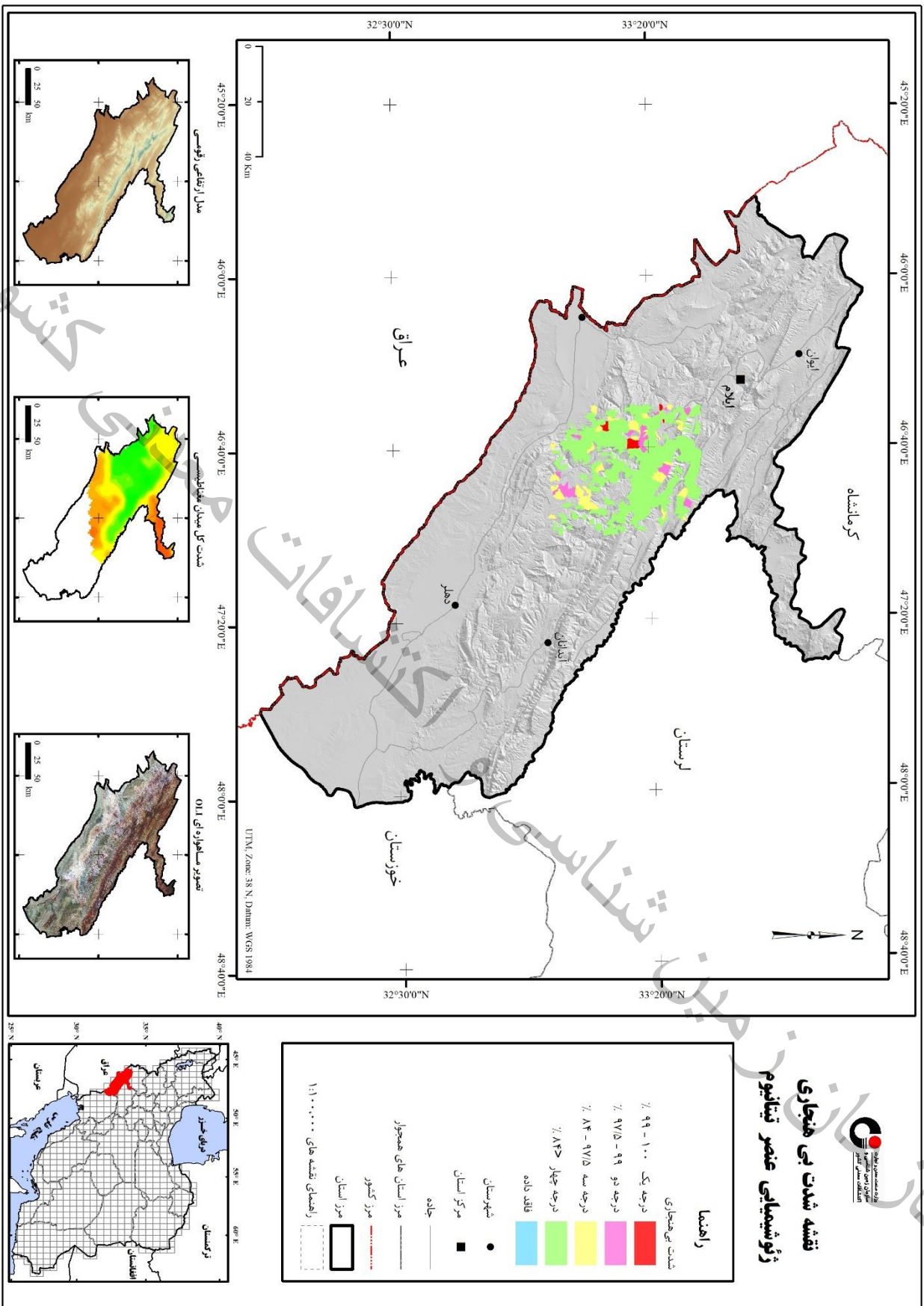
شکل ۵-۱۶ - نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان در استان ایلام



نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر قلع



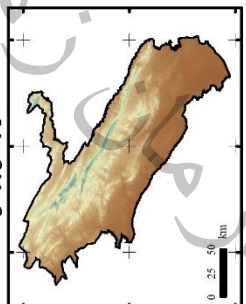
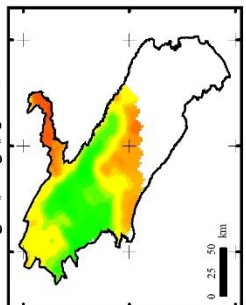
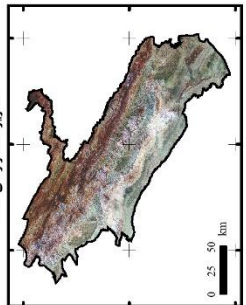
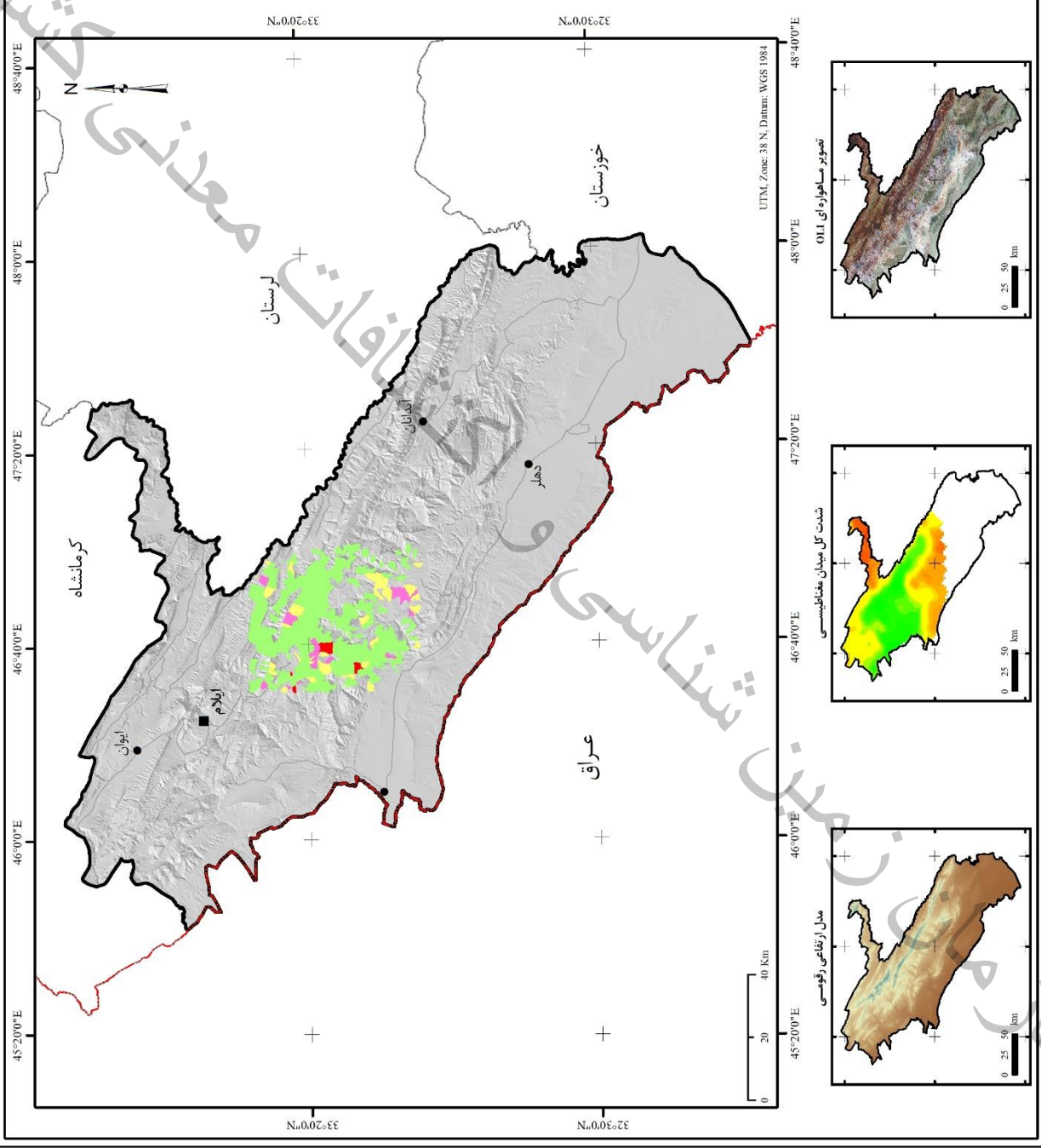
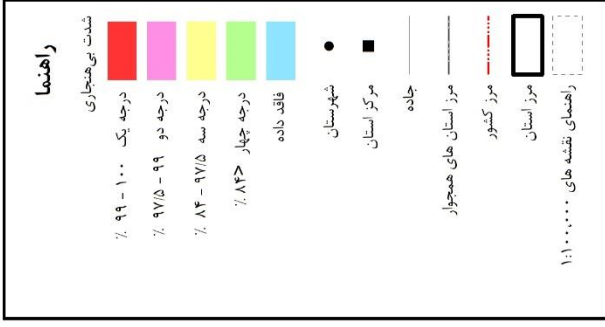
شکل ۵-۱۷ - نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر قلع در استان ایلام



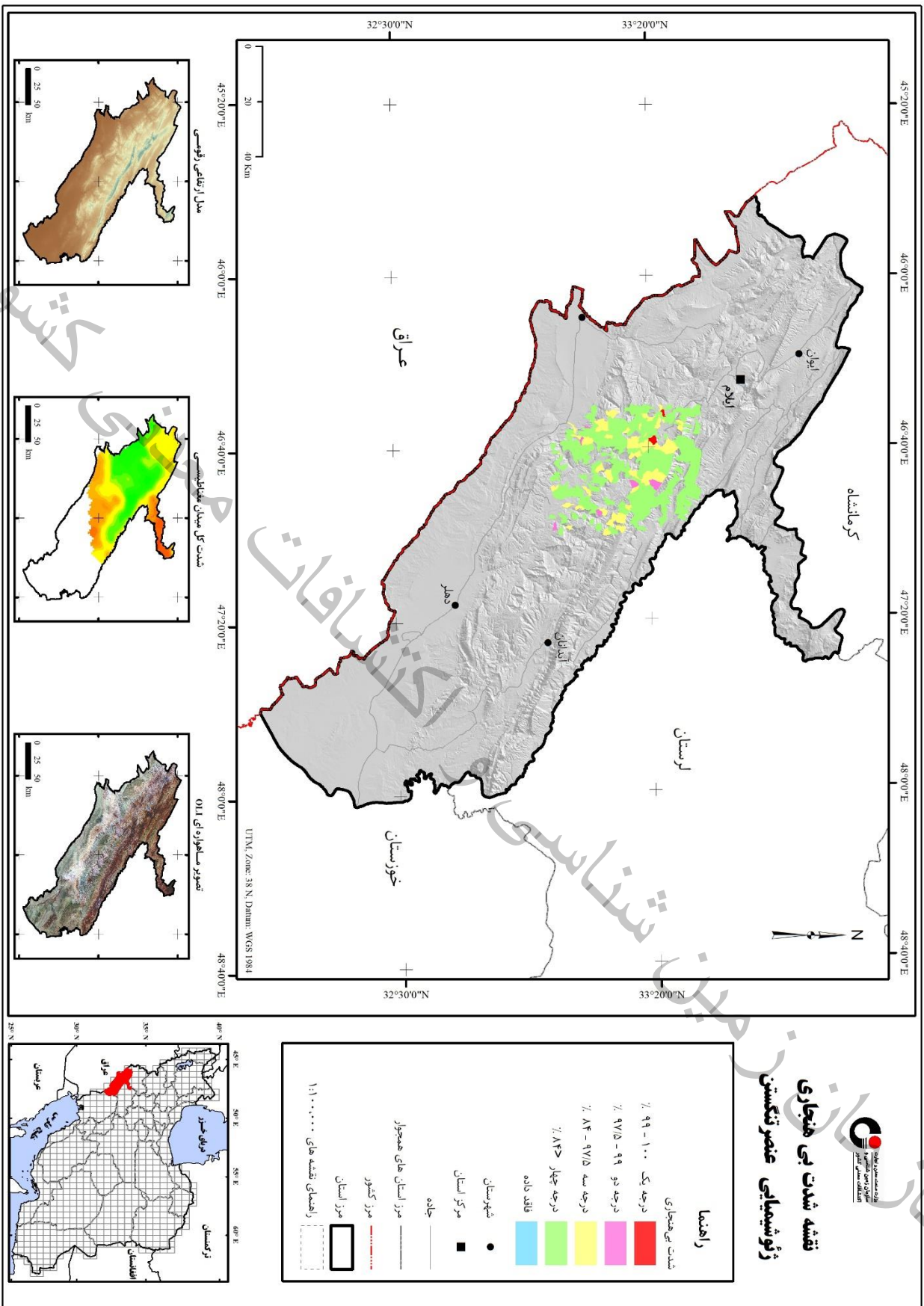
شکل ۱۸-۵- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تیتانیوم در استان ایلام



**نقشه شدت بی هنجاری
ژئوشیمیایی عناصر اورانیوم**



شکل ۵-۱۹- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر اورانیوم در استان ایلام



شکل ۵-۲۰- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تنگستن در استان ایلام



نقشه شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی

راهنما

شدت بی هنجاری

درجه یک - ۹۹ - ۱۰۰

درجه دو - ۹۹ - ۹۷.۵

درجه سه - ۹۷.۵ - ۸۴

درجه چهار - ۸۴ >

فاقد داده

شهرستان

مرکز استان

جاده اصلی

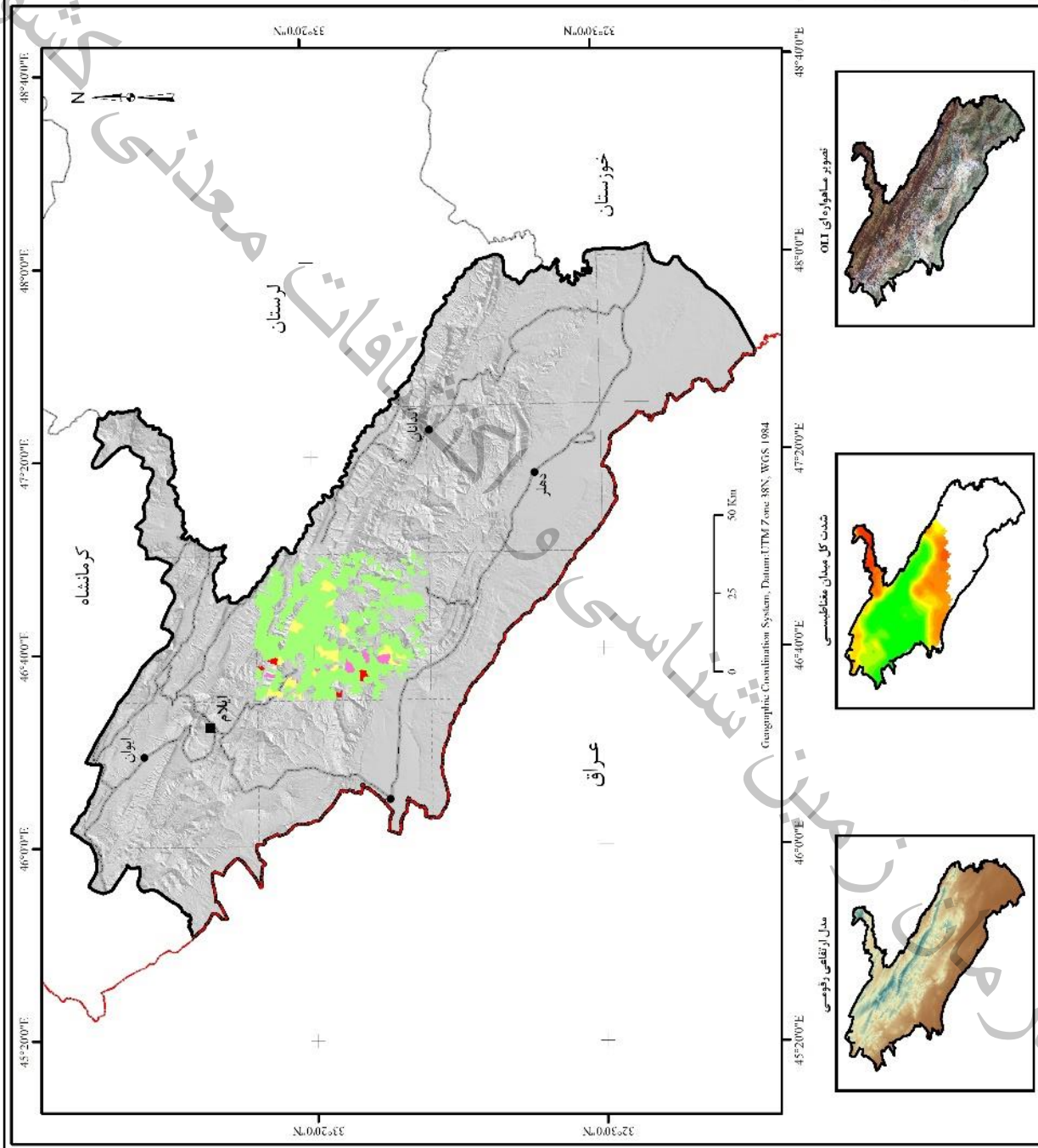
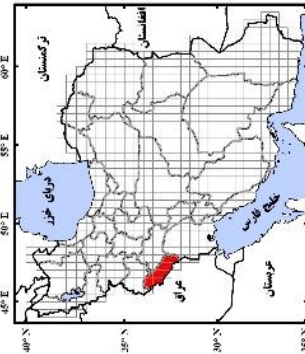
مرز کشور

مرز استان

مرز استان های همجوار

راهنما نقشه های ۱:۱۰۰,۰۰۰

۱:۱۰۰,۰۰۰



شکل ۵-۲۱- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی در استان ایلام



۵-۹- جمع بندی

معرفی مناطق امید بخش ژئوشیمیایی نیازمند اطلاعات جامع و کامل مربوط به داده های سیلت، کانی سنگین ومینرالیزه می باشد. با توجه به عدم وجود این اطلاعات در گستره استان ایلام و محدود بودن داده ها به یک برگه از نتایج حاصل از این بخش می توان به شدت بی هنجاری ژئوشیمیایی درجه یک عناصر در برگه ورزسین اشاره نمود. عناصری نظیر Ti,U,Be,Fe در بخش مرکزی برگه ورزسین،عناصر W,Ag,Sb,Mo در بخش غربی و شمال غربی ،عناصر Sn,Cu در بخش شمالی ،عناصر Sb,Mo, Ba ,Mo در بخشهای شرقی و مرکزی و غربی دارای بی هنجاری درجه یک می باشند.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معذنی

کشور

فصل هشتم

ژئوفزیک هوایی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۶-۱- مقدمه

بکارگیری داده‌های ژئوفیزیک هوایی در مطالعات ناحیه‌ای زمین‌شناسی، اکتشاف مواد معدنی و منابع انرژی (نفت و گاز) و مطالعات زیست محیطی جایگاه ویژه‌ای دارد. از مزایای استفاده از روش‌های ژئوفیزیک هوایی، ثبت داده‌های مربوط به واحدها و ساختارهای عمیق زمین‌شناسی در مناطق وسیع و با هزینه و زمان کم می‌باشد که باعث کاربرد روزافزون این روش‌ها شده است.

کاربرد فناوری ژئوفیزیک هوایی شامل تهیه نقشه زمین‌شناسی اولیه (از راه تشخیص مرزهای زمین‌شناسی و تعیین ساختارها با دقت بالا)، اکتشاف کانسارهای فلزی همچون طلا، مس، سرب و روی و آهن، اکتشاف مواد پرتوزا، اکتشاف نفت و گاز (تشخیص ساختارهای مناسب میزبان این مواد همچون تاقدیس‌ها و تله‌های نفتی)، تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر برای مناطق مختلف، شناسایی و اکتشاف سفره‌های زیرزمینی آب (به صورت غیرمستقیم به کمک داده‌های الکترومغناطیس) و بالاخره مطالعات زمین‌گرمائی و زیست محیطی می‌باشد. داده‌های مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه شامل داده‌های مغناطیس سنجی است که توسط شرکت ایروسرویس با همکاری سازمان زمین‌شناسی در سال‌های ۱۹۷۵-۱۹۷۷ برداشت شده است. برداشت این داده‌ها با فاصله خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر در ارتفاع ثابت با استفاده از یک فروند هواپیما با هدف شناخت ساختارهای زمین‌شناسی و عمق پی‌سنگ انجام شده است.

۶-۲- روش مغناطیس سنجی

بطور کلی هدف از برداشت و بکارگیری داده‌های ژئوفیزیک هوایی، تکمیل نقشه‌های زمین‌شناسی و مشاهده پدیده‌های رخ داده در زمین بویژه در نواحی پوشیده از آبرفت که بصورت تغییرات خواص فیزیکی خود را نشان می‌دهند و نیز شناسایی و تعیین مناطق جدید جهت پی‌جویی ذخایر معدنی می‌باشد. برای رسیدن به چنین هدفی می‌توان از داده‌های ژئوفیزیک هوایی برای به نقشه درآوردن ساختارها، واحدهای مغناطیسی و تجزیه و تحلیل آنها استفاده نمود که یک روش غیر مستقیم برای رسیدن به مناطق امید بخش و یا ذخایر معدنی به شمار می‌رود. در این میان، روش مغناطیس‌سنجی روش مستقیم پی‌جویی و اکتشاف کانسارهای آهن به شمار می‌رود. در داده‌های مغناطیسی هر یک از واحدهای لیتولوژی دارای یک پاسخ مغناطیسی خاص می‌باشند که به اختصار به هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

بطور 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. بعنوان

مثال، توده های نفوذی گرانیتی، به طور معمول شدت میدان کمی را از خود نشان می دهند ولی گاهی بعضی از آنها در شرایط خاص می توانند شدت میدان بالا نیز از خود نشان دهند.

واحدهای بازیگ و اولترابازیگ (مافیک و اولترامافیک) بطور کلی بدلیل وجود کانی های مغناطیسی در آنها دارای شدت بالای مغناطیسی می باشند که از جمله می توان به بعضی از انواع واحدهای آندزیتی و بازالتی و یا گابروها اشاره نمود.

آبرفت ها بعلت داشتن منشأهای مختلف می توانند پاسخ های مغناطیسی متفاوتی از خود نشان دهند که بسته به نوع سنگ منشأ آنها، این پاسخ می تواند کم یا زیاد باشد که در تفسیر داده های مغناطیسی باید به این نکته توجه نمود. بعنوان مثال، ماسه سنگ های با منشأ سنگ های آذرین فلسیک می توانند شدت میدان مغناطیسی کمی از خود نشان دهند در حالیکه ماسه سنگ های با منشأ سنگ های مافیک و اولترامافیک به علت وجود کانی های مغناطیسی در آنها، شدت میدان مغناطیسی بالاتری را نسبت به نوع قبل از خود نشان می دهند.

سنگ های دگرگونه بدلیل پیچیدگی فرآیند دگرگونی در آنها می توانند اثرات مغناطیسی متفاوتی را از خود نشان دهند. بعنوان مثال، فرآیندهای دگرگونی می توانند 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 بی هنجاری های مغناطیسی حاصل از سنگ های دگرگونی باید به نوع این فرآیند توجه نمود. فرآیند دگرسانی نیز می تواند مانند فرآیند دگرگونی باعث ایجاد و یا تخریب کانی های مغناطیسی در سنگ های میزبان گردد. بعنوان مثال، در اثر دگرسانی آرژیلیک عموماً کانی مگنتیت تخریب می گردد. بنابراین نواحی دارای این دگرسانی اثر مغناطیسی با شدت کم از خود نشان می دهند.

فرآیندهای ساختاری و تکتونیکی نیز می توانند اثراتی را بر پاسخ مغناطیسی واحدهای زمین شناسی بگذارند. بعنوان مثال، نواحی گسلی و یا دارای خردشدگی، عموماً به دلیل عبور آب و یا سیالات و هوازدگی کانی های مغناطیسی، پاسخ مغناطیسی با شدت کم را از خود نشان می دهند که شکل این بی هنجاری ها عموماً بصورت ساختارهای خطی قابل مشاهده است. بالعکس، برخی از این نواحی نیز ممکن است تحت اثر فرآیندهای کانی سازی توسط محلول های کانی ساز قرار گرفته و کانی های مغناطیسی بصورت ثانویه در آنها تشکیل گردد. در این حالت این ساختارها بی هنجاری های مغناطیسی خطی با شدت بالا از خود نشان می دهند.

دایک ها نیز که معمولاً بی هنجاری های خطی از خود نشان می دهند، بسته به نوع سنگ تشکیل دهنده آنها پاسخ های مغناطیسی متفاوتی را از خود نشان می دهند. از آنجایی که معمولاً ترکیب این دایک ها در منطقه متوسط تا بازیگ است با توجه به ابعاد این دایک ها می توان آنها را در نقشه های مغناطیسی بصورت بی هنجاری های کشیده و خطی مشاهده نمود.



در ادامه مطالب به شرح برخی پردازش‌های مورد استفاده بر روی داده مغناطیس‌سنجی پرداخته می‌شود:

۶-۲-۱- نقشه شدت کل و یا میدان مغناطیسی باقیمانده

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 بی‌هنجاری‌هایی است که در اعماق مختلف واقع شده و از تأثیر 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- فیلتر 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 مغناطیسی یعنی جایی که میدان القائی قائم می‌باشد، منتقل می‌گردد. زیرا اگر میدان زمین مایل باشد شکل بی‌هنجاری‌های مغناطیسی که بصورت القائی بوجود آمده‌اند نسبت به منبع بوجود آورنده نامتقارن بوده و آنومالی‌های مثبت و منفی در کنار هم بوجود می‌آید، بطوریکه محل منبع آنومالی حدوداً در وسط قطب مثبت و منفی قرار می‌گیرد، ولی در صورتی که میدان القائی قائم باشد بی‌هنجاری 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 مغناطیس‌سنجی 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- فیلتر مشتق قائم

یک اصل مهم که در روش‌های پتانسیل (مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی) بر بی‌هنجاری‌های ژئوفیزیکی حاکم می‌باشد این است که ابعاد بی‌هنجاری (طول موج آن) متناسب با عمق منبع ایجاد کننده آن تغییر می‌کند یعنی هر چه عمق توده منشأ بیشتر باشد، بی‌هنجاری‌های حاصله در روی نقشه کشیده‌تر و پهن‌تر

می شود (طول موج آن افزایش می یابد) این مسئله باعث می شود بی هنجاری های مربوط به منشأهای عمیق، آنومالی های سطحی را بپوشاند.

جهت حذف اثرات ناحیه ای با طول موج بلند و تداخل بین بی هنجاری های مجاور از فیلتر مشتق قائم استفاده می شود. مشتق قائم در واقع یک فیلتر بالاگذر می باشد. زیرا فرکانس های بالا را نسبت به فرکانس های پائین افزایش می دهد. در نتیجه طول موج های بزرگ که مربوط به منابع عمیق و منطقه ای می باشند و اثر بی هنجاری های بزرگ بر روی بی هنجاری های کوچک از بین رفته و بی هنجاری های کوچک و محلی بخوبی نمایان می گردند.

۶-۲-۴- فیلتر ادامه فراسو

جهت بررسی بی هنجاری های مغناطیسی در عمق از فیلتر ادامه فراسو یا گسترش به طرف بالا استفاده می شود. روش ادامه فراسو فرایندی است که توسط آن داده های میدان مغناطیسی از یک سطح مبنا به طریق ریاضی بر روی سطوح تراز در بالای مبنای اصلی تصویر می شوند. زمانی که مطالعه بر روی بی هنجاری های عمیق مورد نیاز است جهت از بین بردن اثر بی هنجاری های کم عمق از روش ادامه فراسو استفاده می شود. از نظر فیزیکی همان طور که ارتفاع در این روش افزایش می یابد، اثر منابع مغناطیسی کوچکتر و باریکتر نسبت به اثر منابع مغناطیسی بزرگتر که بطور عمقی امتداد زیادی یافته اند از بین می رود.

۶-۲-۵- فیلتر سیگنال تحلیلی (Analytic signal)

سیگنال تحلیلی تابعی از مشتق میدان مغناطیسی در سه جهت می باشد. این تابع کاملاً مستقل از جهت مغناطیده شدن سنگ ها و جهت میدان مغناطیسی زمین می باشد. این بدان معنا است که تمام اجسام با هندسه یکسان، سیگنال تحلیلی یکسانی دارند. بطوریکه اگر پیک توابع سیگنال تحلیلی متقارن بوده و مستقیماً بالای لبه اجسام پهن و بالای مرکز اجسام باریک قرار بگیرد، تفسیر نقشه های سیگنال تحلیلی، نمایش قابل فهمی از هندسه منبع مغناطیسی را بطور ساده ارائه می دهد. سیگنال تحلیلی برابر با جذر مجموع مربعات مشتقات میدان مغناطیسی در جهات مختلف می باشد. این فیلتر به طور معمول بر روی لبه و یا محل بی هنجاری های مغناطیسی، دارای مقادیر بیشینه است. مقادیر این فیلتر نیز تابعی از عمق و خودپذیری منابع مغناطیسی بوده و با افزایش و یا کاهش آنها تغییر می کند. با استفاده از این نقشه می توان نواحی دارای بیشترین تغییرات شدت میدان مغناطیسی را مشاهده نمود.



۳-۶- بررسی داده‌های مغناطیس‌سنجی استان ایلام

داده‌های مغناطیس‌سنجی تقریباً نیمه شمالی استان ایلام را پوشش می‌دهد. نقشه شدت کل میدان مغناطیسی منطقه مورد مطالعه در شکل شماره ۶-۱ قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به نقشه، این استان از شدت میدان متوسطی برخوردار می‌باشد بطوریکه بیشترین شدت میدان مغناطیسی ۳۹۵۴۵ نانوتسلا و کمترین مقدار آن ۳۹۴۸۳ نانوتسلا بوده و اختلاف بیشترین و کمترین مقدار شدت میدان، در حدود ۶۲ نانوتسلا می‌باشد. جهت بی‌هنجاری‌های مغناطیسی عمدتاً شمال غرب- جنوب شرق و در جهت ساختارهای زمین‌شناسی منطقه می‌باشد.

جهت تفسیر داده‌های مغناطیسی، فیلترهای برگردان به قطب، مشتق اول قائم، سیگنال تحلیلی و ادامه فراسو مطابق اشکال ۶-۲ تا ۶-۶ بر روی داده‌های شدت کل میدان مغناطیسی اعمال شده است. با برگردان به قطب داده‌های شدت کل میدان مغناطیسی، 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). با توجه به نقشه برگردان به قطب و در نظر گرفتن تغییرات شدت میدان مغناطیسی، منطقه را می‌توان به ۶ زون تقسیم کرد که در شکل (۶-۲) مشخص شده‌اند و با توجه به تصاویر مشتق اول قائم (شکل ۶-۳) و ادامه فراسو (شکل‌های ۶-۴، ۶-۵) مورد تفسیر و بررسی قرار گرفته‌اند.

- بررسی داده‌های مغناطیسی زون ۱

زون ۱ با شدت میدان مغناطیسی نسبتاً بالا در شمال شرق استان ایلام و عمدتاً در برکه نفت قرار دارد. در انطباق با نقشه زمین‌شناسی، این زون بر روی واحدهای رسوبی و آبرفتی واقع شده است و هیچ نوع واحد آتشفشانی مشاهده نمی‌شود. تصاویر مشتق قائم و ادامه فراسو بیانگر حفظ شدت میدان مغناطیسی بالا در زون ۱ می‌باشد. شدت میدان نسبتاً بالا در زون ۱ می‌تواند به این دلیل باشد که واحدهای رسوبی موجود در منطقه منشأ آتشفشانی دارد و یا به دلیل وجود واحدهای آتشفشانی در زیر رسوبات می‌باشد.

- بررسی داده‌های مغناطیسی زون ۲

زون ۲ با شدت میدان مغناطیسی بسیار پایین در شمال استان ایلام و در جنوب و غرب برکه پلنگ و شرق برکه ایلام قرار دارد. این زون نیز منطبق بر واحدهای آبرفتی و رسوبی نظیر سنگ‌آهک، مارل، ماسه‌سنگ و نمک می‌باشد. تصاویر مشتق قائم و ادامه فراسو بیانگر حفظ شدت میدان مغناطیسی پایین در عمق و سطح زمین می‌باشد.

- بررسی داده های مغناطیسی زون ۳

زون ۳ با شدت میدان مغناطیسی متوسط در شمال استان ایلام و عمدتاً در برکه ایلام قرار دارد. این زون نیز پوشیده از آبرفت و واحدهای رسوبی و غالباً شیل و سنگ آهک می باشد. تصاویر ادامه فراسو نشان می دهد که شدت میدان مغناطیسی در عمق تغییری نمی کند ولی با توجه به نقشه مشتق قائم، شدت میدان در نزدیکی سطح زمین تا حدودی افزایش می یابد.

- بررسی داده های مغناطیسی زون ۴

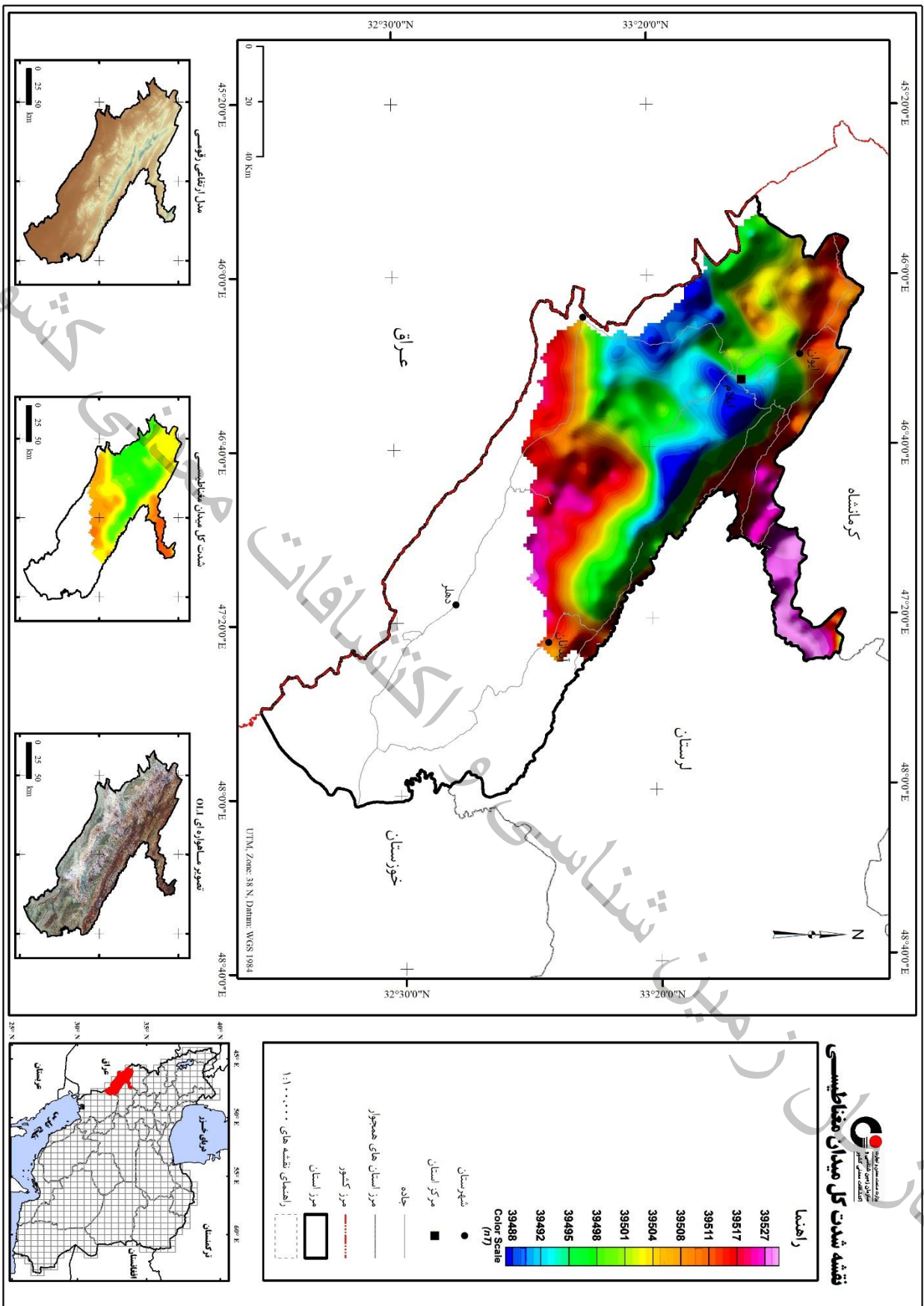
زون ۴ با شدت میدان مغناطیسی بسیار پایین در شمال غرب استان ایلام قرار دارد. این زون قسمتهایی از جنوب غرب برکه ایلام و شرق برکه سومار را پوشش می دهد. در انطباق با نقشه زمین شناسی این زون نیز فاقد واحدهای آتشفشانی بوده و پوشیده از واحدهای آبرفتی و رسوبی عمدتاً مارل و سنگ آهک می باشد. تصاویر مشتق قائم و ادامه فراسو فقدان واحدهای مغناطیسی در سطح زمین و عمق را نشان می دهد.

- بررسی داده های مغناطیسی زون ۵

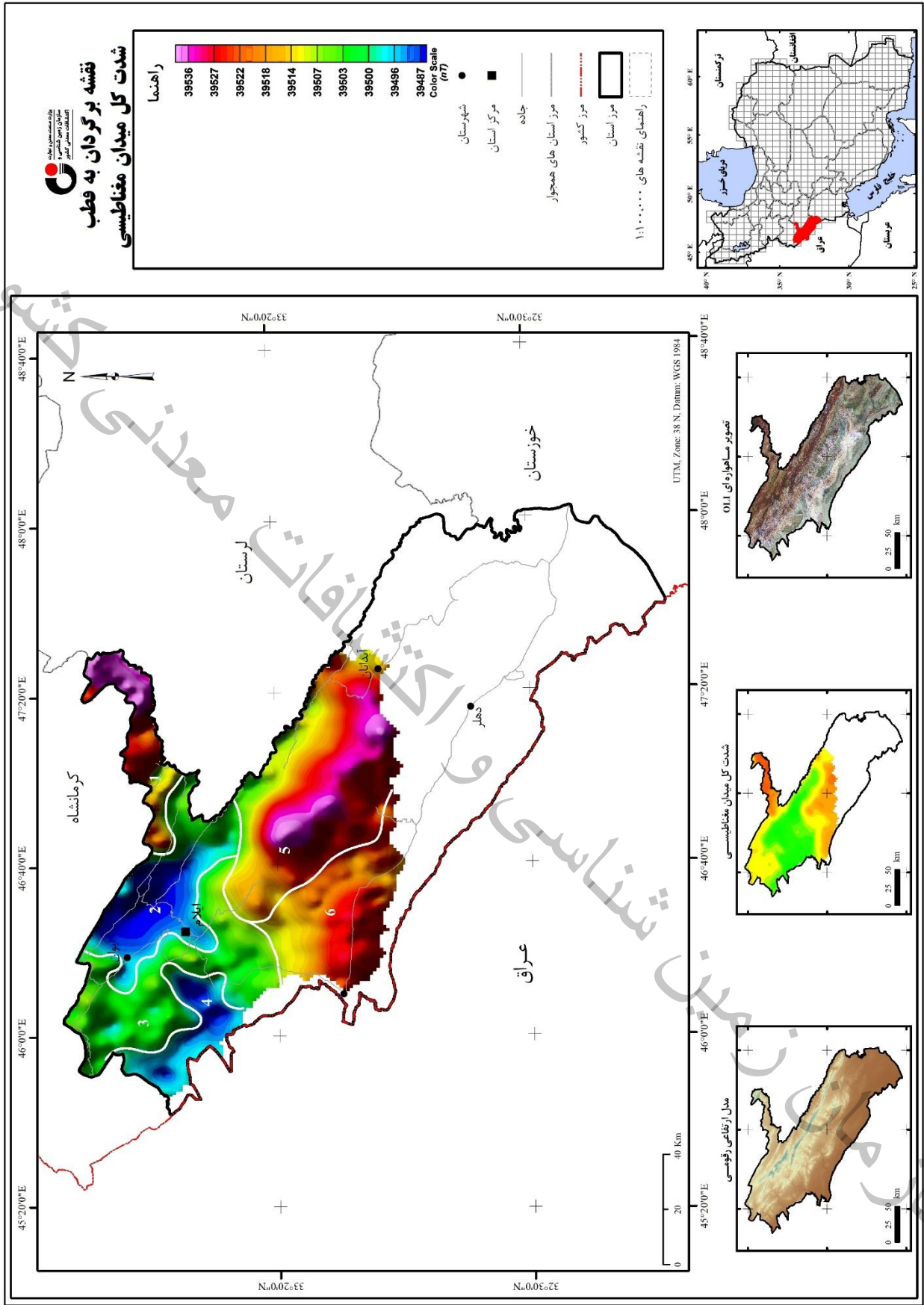
زون ۵ با شدت میدان مغناطیسی نسبتاً بالا در شرق استان ایلام و در برکه های کوه ورزرین و کبیرکوه واقع شده است. این زون نیز پوشیده از واحدهای رسوبی ماسه سنگ، سنگ آهک، شیل و مارل می باشد. شدت میدان مغناطیسی در تصاویر ادامه فراسو و مشتق قائم حفظ شده است که می تواند به دلیل وجود واحدهای مغناطیسی در زیر رسوبات و یا به دلیل منشأ آتشفشانی رسوبات باشد.

- بررسی داده های مغناطیسی زون ۶

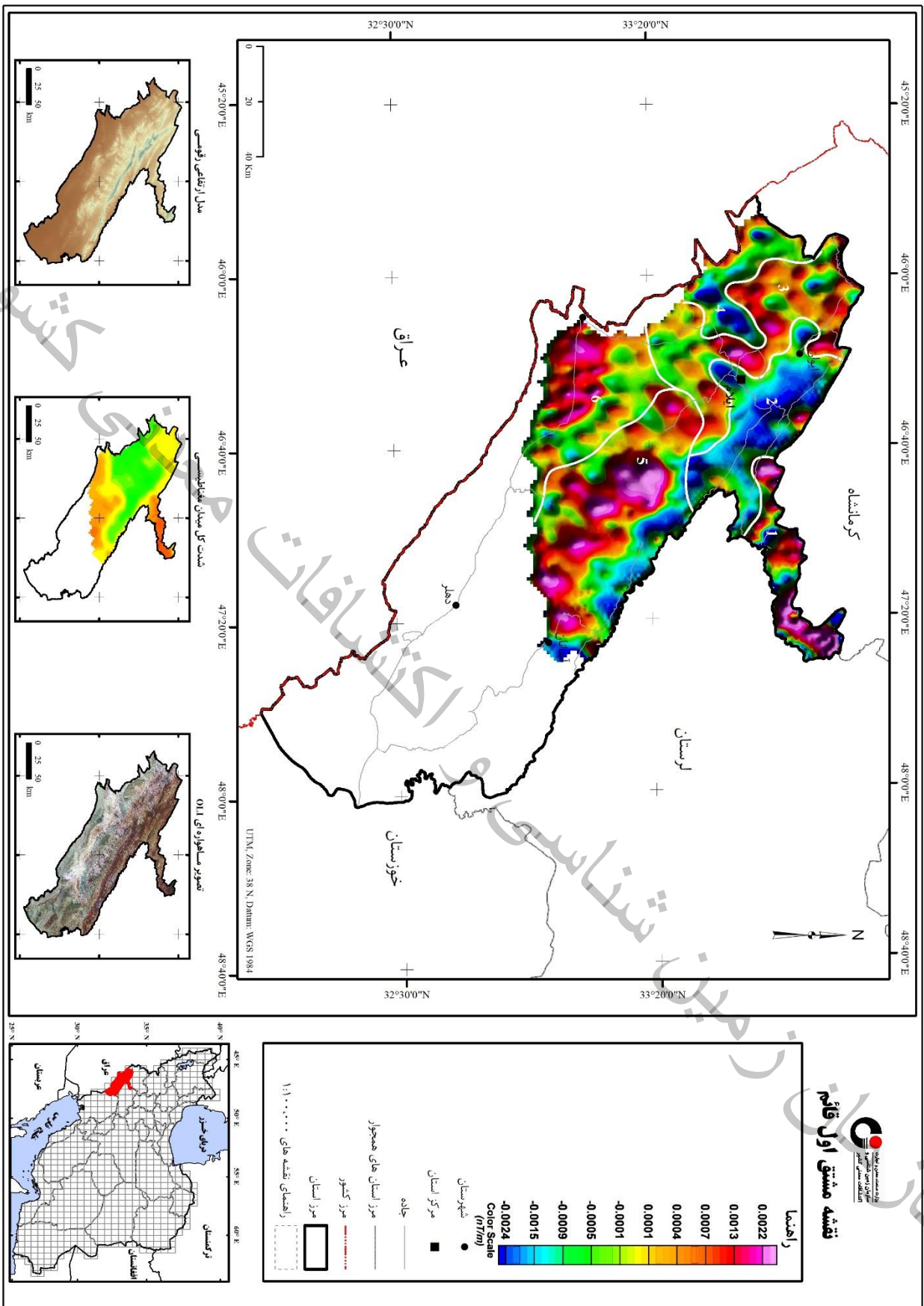
زون ۶ شدت میدان مغناطیسی متوسطی داشته و در غرب استان ایلام و عمدتاً در برکه مهران قرار دارد. این زون نیز پوشیده از واحدهای رسوبی و آبرفتی بوده و فاقد واحدهای آتشفشانی می باشد.



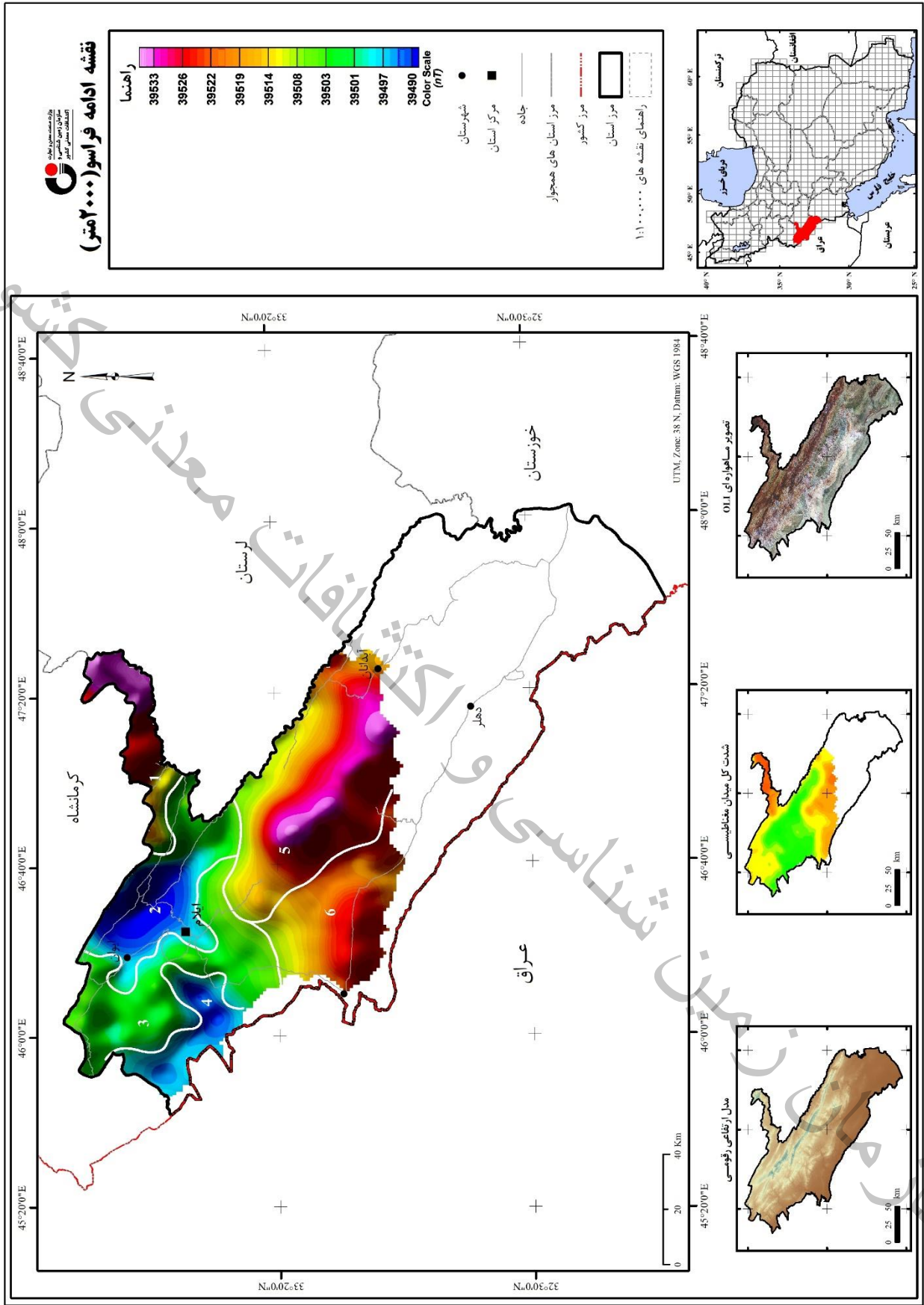
شکل ۶-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی استان ایلام



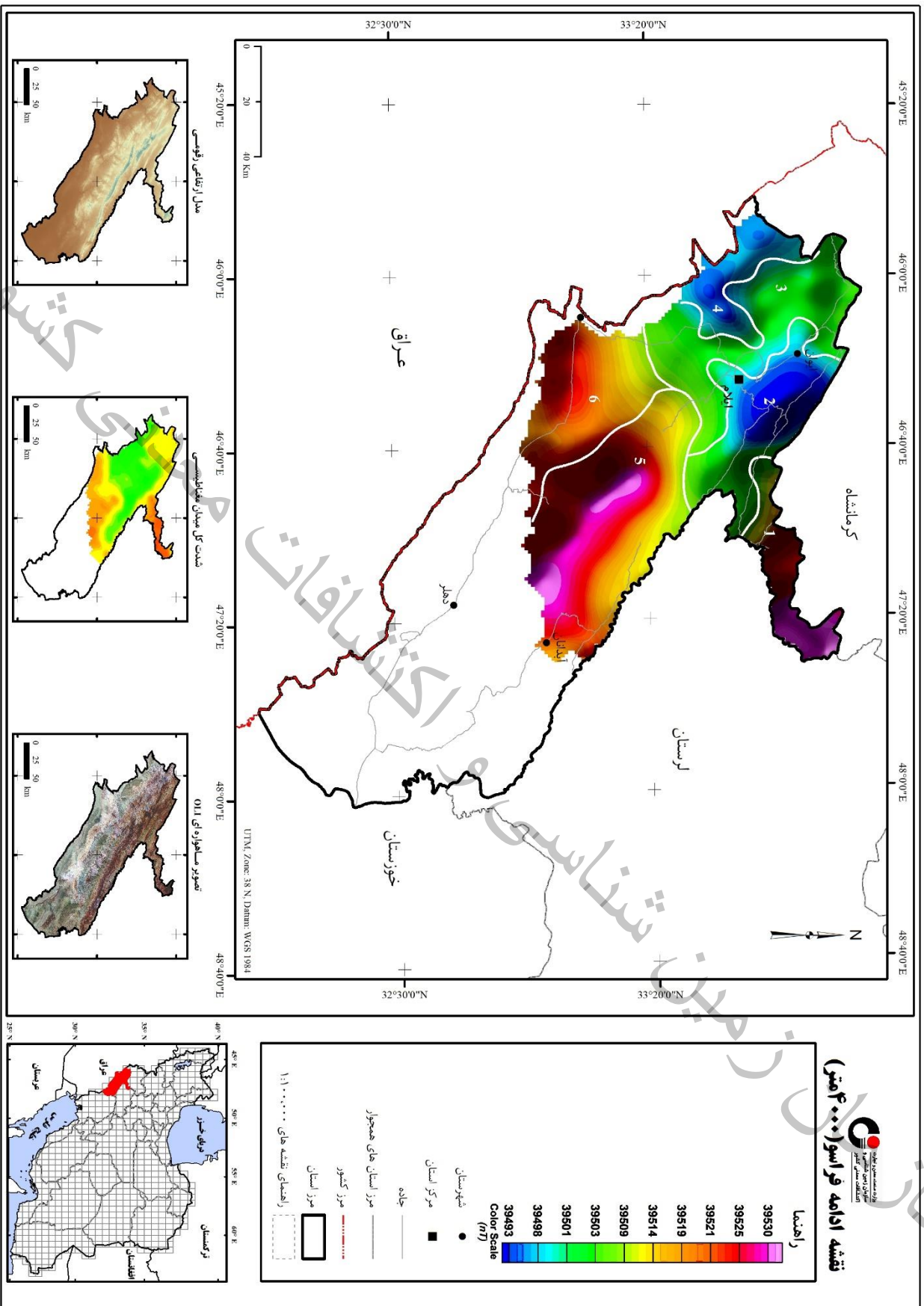
شکل ۶-۲- نقشه برگردان به قطب شدت کل میدان مغناطیسی استان ایلام



شکل ۶-۳- نقشه مشتق اول قائم استان ایلام



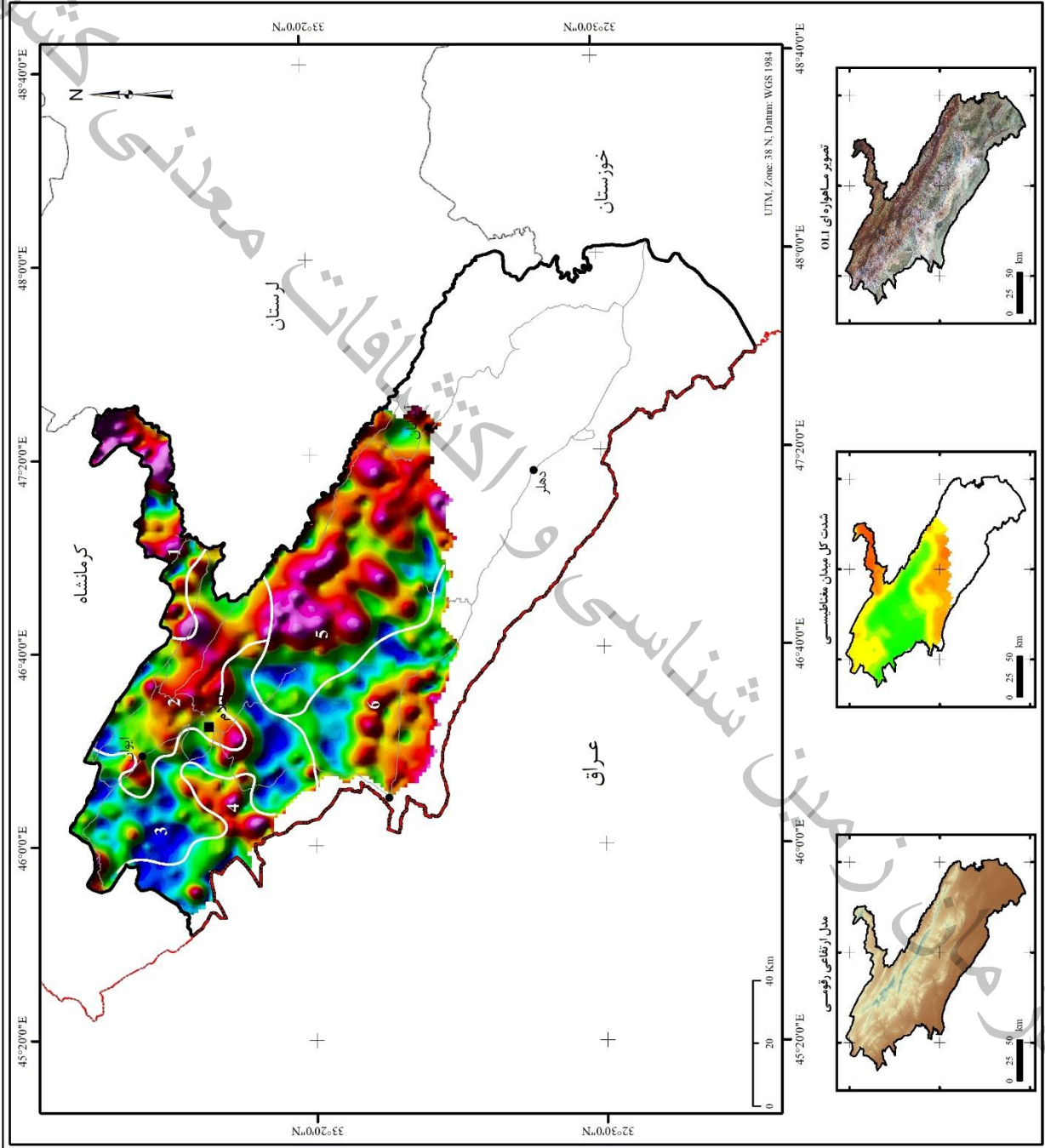
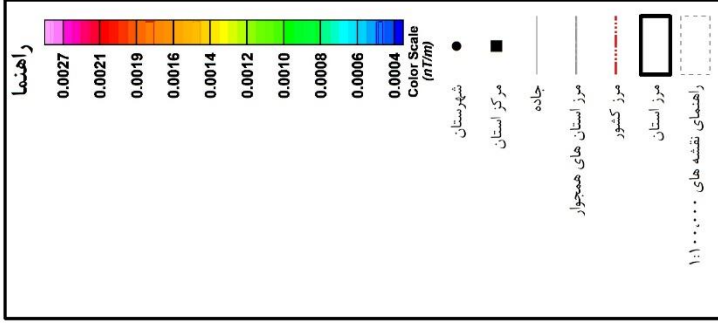
شکل ۴-۶- نقشه ادامه فراسو (۲۰۰ متر) استان ایلام



شکل ۶-۵- نقشه ادامه فراسو (۴۰۰۰متر) استان ایلام



نقشه سیگنال تجلی



شکل ۶- نقشه سیگنال تجلی استان ایلام



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 خطوط همتراز نقشه زاویه تیلت مغناطیسی امکان پذیر می‌باشد. زاویه تیلت مغناطیسی مشتق نرمال شده بر اساس نسبت مشتق قائم به مشتقات 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 بصورت قائم می‌باشد. اما وجود یک کنتاکت شیب‌دار، بکار گرفتن زاویه میل مغناطیسی نادرست در روش برگردان به قطب و یا وجود هرگونه مغناطیس باقی‌مانده سبب انحراف بی‌هنجاری از محل واقعی کنتاکت خواهد شد.

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

زاویه تیلت بصورت زیر بیان می‌شود:

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

بطوریکه 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 :

$$h = \pm z_c$$

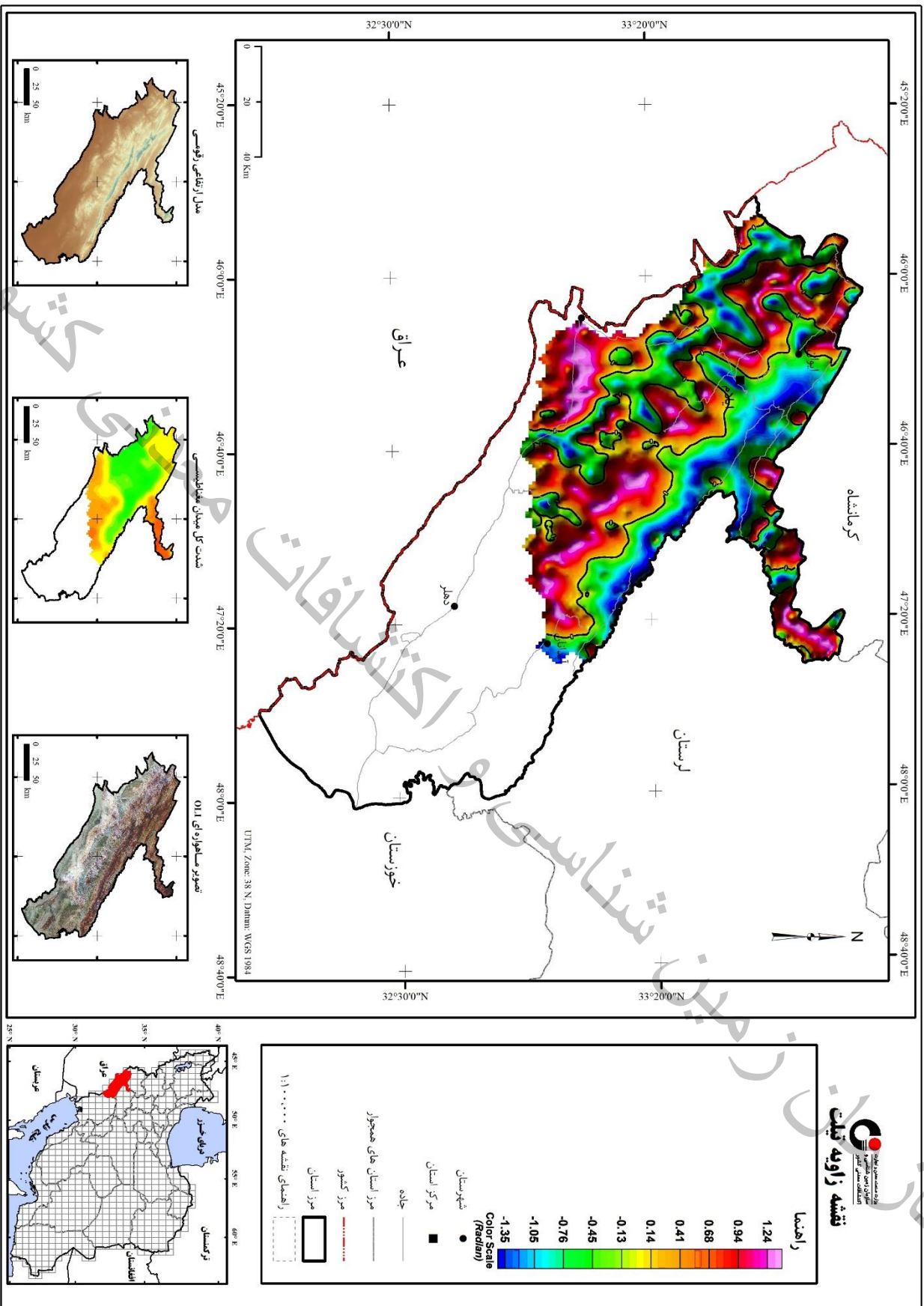
بنابراین تخمین عمق بطور مستقیم از نقشه زاویه تیلت، با اندازه‌گیری نصف مسافت افقی بین خطوط همتراز $\pm 45^\circ$ امکان پذیر خواهد بود.

۴-۶-۱- بررسی نقشه زاویه تیلت

کنتور صفر در نقشه زاویه تیلت مطابق شکل (۶-۷) با مرز ناپیوستگی‌های زمین‌شناسی متناظر بوده و برای آشکار کردن عوارض خطی بکار می‌رود که می‌تواند برای تعیین محدوده واحدهای ولکانیکی و نفوذی مدفون مورد استفاده قرار بگیرد. بی‌هنجاری‌های عمیق و سطحی بطور همزمان در این نقشه قابل رویت هستند.

همانطوریکه در نقشه تیلت دیده می شود با استفاده از این نقشه می توان ساختارهای مغناطیسی در منطقه را ردیابی نمود.

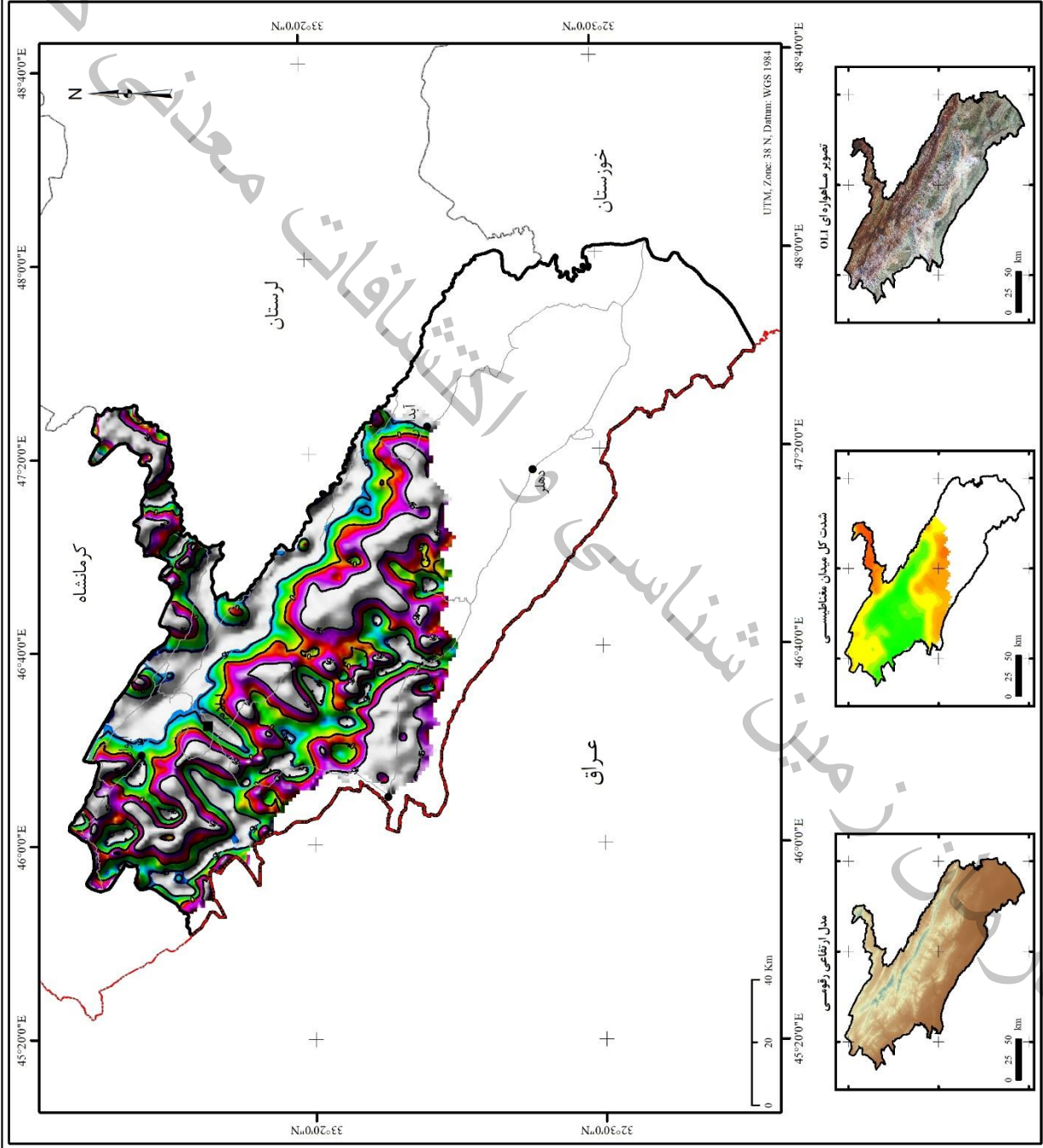
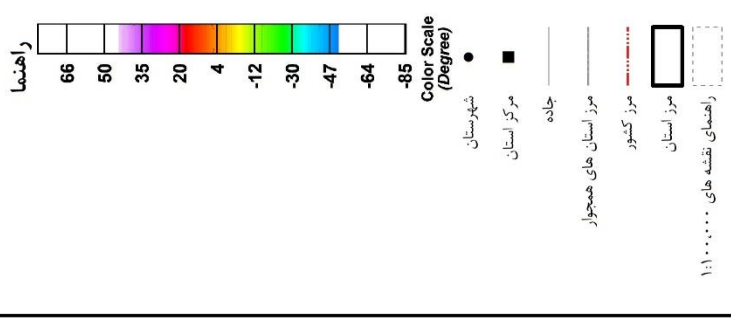
اندازه گیری نسبی عمق توده ها مطابق شکل (۶-۸) و مقایسه آن با تصاویر مشتق قائم و ادامه فراسو بیانگر انطباق عمق بی هنجاری های مغناطیسی در تصاویر مذکور با اعماق بدست آمده از نقشه زاویه تیلت می باشد. بطوریکه در مناطقی که عمق بی هنجاری ها بالا بوده و در تصویر ادامه فراسو این بی هنجاری ها با شدت بالا ظاهر گشته اند، در نقشه زاویه تیلت (شکل ۶-۸) فاصله افقی بین خطوط همتراز $\pm 45^\circ$ نیز زیاد می باشد و بالعکس برای بی هنجاری ها با عمق کم این فاصله کاهش می یابد.



شکل ۶-۷- نقشه زاویه تیلت و مرز واحدهای مغناطیسی استان ایلام



نقشه زاویه تپت-عمق



شکل ۶-۸- نقشه زاویه تپت - عمق استان ایلام

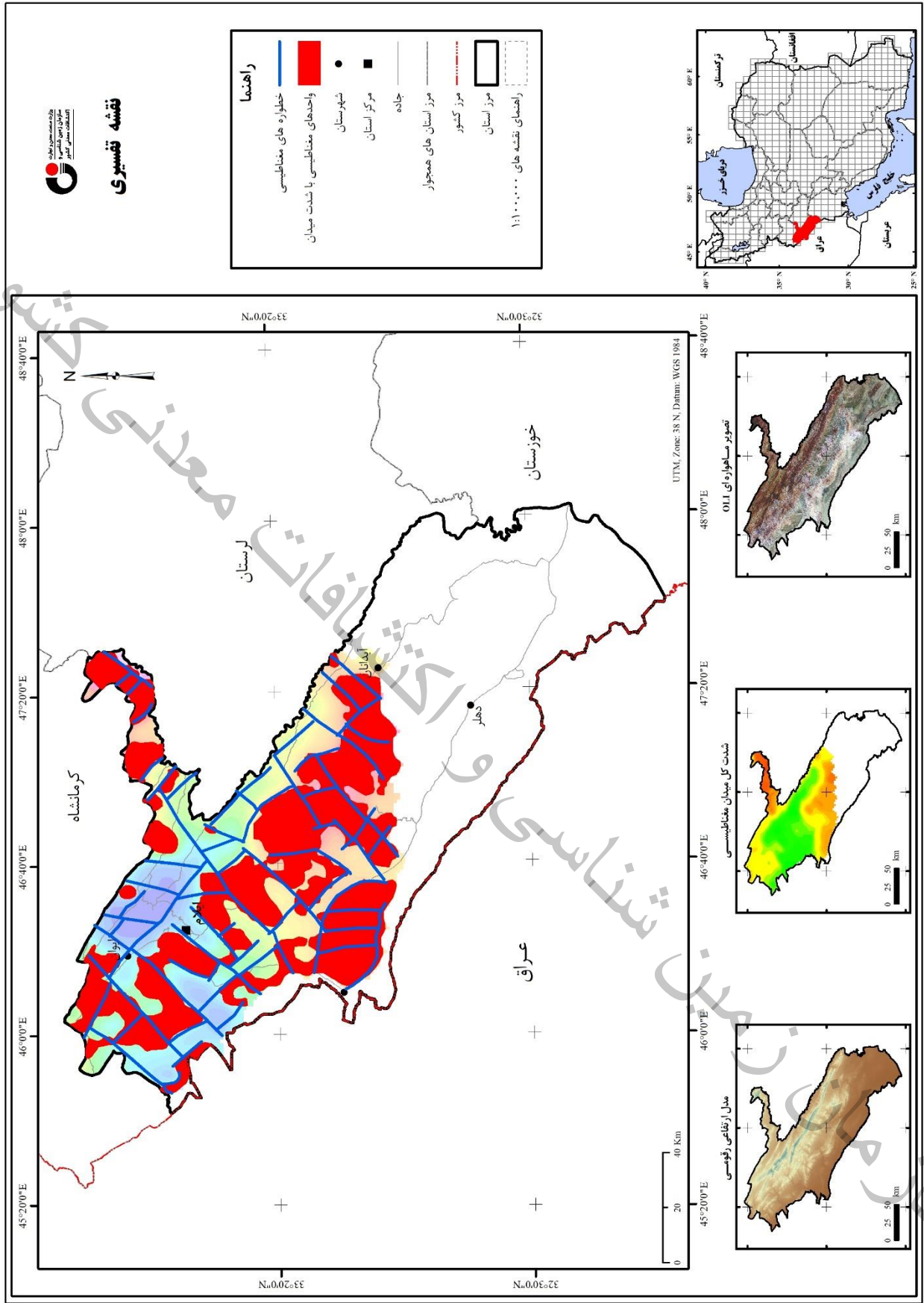


۶-۵- بررسی خطواره‌های مغناطیسی

از آنجایی که تکتونیک نقش اساسی در کانی سازی ایفا می‌نماید، لذا شناسایی گسل‌های منطقه به ویژه گسل‌های پنهان از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. ساختارهای مذکور به لحاظ بالا آمدن توده نفوذی و سیالات کانی‌ساز و معدنی در امتداد ساختارها حائز اهمیت می‌باشند. برای تعیین خطواره‌های مغناطیسی (شکل ۶-۹) عمدتاً از نقشه‌های برگردان به قطب شدت میدان مغناطیسی و مشتق قائم و تصحیح آن‌ها با فیلتر زاویه تیلت استفاده شده است. با توجه به نقشه ساختاری، خطواره‌های بزرگ و اصلی در استان ایلام عمدتاً در جهت شمال‌غرب- جنوب‌شرق می‌باشند که توسط خطواره‌هایی با جهت شمال‌شرق- جنوب‌غرب قطع شده‌اند.

۶-۶- نتیجه‌گیری

شناسایی توده‌های نفوذی بویژه 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 زمین شناسی جهت اکتشاف مناطق پربتانسیل معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا لایه‌های مذکور مطابق شکل (۶-۹) 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 بتوان به اطلاعات جامع و کاملی به لحاظ تحت الارضی و خصوصاً اکتشاف کانسارهای مدفون در منطقه دست یافت.



شکل ۹-۶- نقشه تفسیری مغناطیسی سنجی هوربارد استان ایلام

کشور

معذنی

کشفیات

فصل، مضمون

نتیجه گیری

و معرفی مناطق امید بخش

پژوهشی

سازمان

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۷-۱- نتیجه‌گیری و معرفی مناطق امیدبخش

هدف اصلی بررسی متالوژنی یک منطقه اکتشافی، انجام تقسیم‌بندی‌های متالوژنیکی آن منطقه بر اساس پهنه‌های 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 بوسیله مجموعه‌ای از ویژگیهای زمین‌شناسی، ساختاری، ژئوشیمیایی و ژنز مشخص می‌شوند. هدف دیگر بررسی متالوژنی یک منطقه، نمایش ارتباط بین فرآیندهای زمین‌شناسی و کانه‌زائی در زمان و مکان است.

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 بکارگیری نقشه‌های زمین‌شناسی و داده‌های ژئوشیمیایی در مقیاس یکصد هزارم، داده‌های سنجنده‌های OLI ETM، 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 (دفتر ژئوماتیکس، ۱۳۹۶). استان ایلام در غرب ایران و در ارتفاعات زاگرس قرار گرفته و ساختار زمین‌شناسی آن، کمر بند چین خورده - رانده شده زاگرس را شامل میشود.

این استان بخشی از پهنه ساختاری - رسوبی زاگرس است که به لحاظ ویژگی‌های رسوبی حاکم بر آن، تماماً به سن‌های گوناگون پوشیده شده است. به گفته دیگر، در این استان پدیده‌های ماگماتیسم و دگرگونی و فرایندهای ناشی از آنها که از عوامل کانی‌زا هستند، وجود ندارند. از همین رو، ذخایر معدنی فلزی استان بسیار ناچیز است. ذخایر غیرفلزی استان هم چندان غنی نیست و به انباشته‌هایی از گچ، سنگ آهک، دولومیت، بیتومین، سنگ ساختمانی، فسفات، سلسین، شیل و ماسه سنگ، گوگرد و نمک آبی و سنگی محدود است. در استان ایلام به عنوان بخشی از حوضه نفت خیز جنوب کشور، فقط ساخت‌ها و ساختارهای زمین‌شناسی (تاق‌دیس‌ها)، شرایط لازم را برای تجمع هیدروکربورهای مهاجر فراهم آورده‌اند. ذخایر هیدروکربوری (نفت و گاز) استان توسط شرکت نفت استخراج می‌شود. سایر عوامل کانی‌زایی در استان ایلام، نقش و اثر ضعیف دارند و لذا به جز میدان‌های نفتی، استان ایلام چندان توان معدنی قابل کار ندارد.

در استان ایلام تهیه نقشه های پوششی پتانسیل مواد معدنی فلزی که با استفاده از داده های زمین شناسی و اکتشافی در مقیاس یکصد هزارم و بر اساس تیپ های کانساری و با روش تلفیق و مدلسازی در سامانه اطلاعات مکانی صورت می پذیرد، انجام نشده است. بنابراین با توجه به اندک بودن اطلاعات پایه اکتشافات معدنی در استان ایلام، تنها پیش بینی می شود که فعالیت های اکتشافی استان در چارچوب اکتشافات موضوعی به ویژه برای ذخایر معدنی غیرفلزی، ادامه یابد.

کشور

معدنی

کشفیات

فرست منابع

شناسی

زمین

سازمان

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



منابع فارسی

۱. اجاقی، ب.، مظفرزاده، ر.، ۱۳۸۰، گزارش پی جویی و اکتشاف نمک طعام در استان ایلام، سازمان صنایع و معادن استان ایلام.
۲. آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۳. آقانباتی، ع.، رضایی، ع.ر.، ۱۳۸۷، ستون چینه شناسی ایران، پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور.
۴. بیراوند، ح.، سیف، ع.، شاهرخوندی، س.م.، ۱۳۹۲، پالئوژئوگرافی و تحولات ژئومورفولوژیک دریاچه قدیمی سیمره، مجله جغرافیا و آمایش شهری- منطقه ای، شماره ۶.
۵. پارسا، ح.ر.، ۱۳۷۸، طرح مطالعاتی اکتشاف نیمه تفصیلی گوگرد مورموری آبدانان در استان ایلام، وزارت صنایع و معادن.
۶. پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور
۷. جان نثاری، م.ر.، ۱۳۸۴، بررسی پتانسیل معدنی ذخایر شن و ماسه در محدوده شهرستان مهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۸. جعفری درگاهی، ه.، کمالی، م.ر.، معماربانی، م.، ۱۳۸۸، مقایسه ژئوشیمیایی نفت های مخازن ایلام و سروک در میداین مارون و کوپال با استفاده از خواص فیزیکی و شیمیایی نمونه های مورد مطالعه، مجله پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی.
۹. جودکی، غ.ر.، ۱۳۷۴، طرح پی جویی و اکتشاف مقدماتی سنگ تزئینی در سطح استان ایلام، وزارت صنایع و معادن استان ایلام.
۱۰. حاج علی بیگی، ح.، علوی، س.ا.، افتخارنژاد، ج.، مختاری، م.، ۱۳۹۱، تحلیل هندسی چین خوردگی مرتبط با گسلش مدفون فعال بالارود، مطالعه موردی: تاقدیس سیاه کوه، جنوب غرب ایران، نشریه زمین شناسی ایران، شماره ۲۱.
۱۱. حاجی کریمی، علیمرادی، ص.، ۱۳۹۷، معرفی زمین شناسی استان ایلام و اهمیت آن در باستان شناسی، فصلنامه تخصصی باستان شناسی، سال دوم، شماره ششم.
۱۲. حسنی پاک، ع.ا.، ۱۳۸۷، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۳. حیدریان، م.ر.، ملک زاده، ا.، کریم پور، م.ح.، ۱۳۸۴، اکتشاف ذخایر معدنی مدلهای زمین شناسی، ژئوشیمی، ماهواره ای و ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۴. دالوند، ف.، ۱۳۸۵، دیاژنز و خصوصیات مخزنی سازند سروک در منطقه تنگ بیجار، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۱۵. دفتر ژئومتیکیس، ۱۳۹۶، اطلس ملی نقشه های پتانسیل مواد معدنی ایران بر اساس تیپ های کانساری، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۱۶. دفتر ژئومتیکیس، ۱۴۰۰، گزارش اکتشافی استان کرمانشاه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۱۷. رضایی، ح.ر.، علیجانی، ن.، ۱۳۸۶، گزارش شناسایی فسفات در استان ایلام، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۱۸. زینعلی، ف.، حاجی علی بیگی، ح.، قاسمی، م.ر.، کریم نژاد، ح.ر.، ۱۳۹۱، تحلیل چین خوردگی زیر سطحی مرتبط با پهنه گسلی مدفون بالارود، مطالعه موردی تاقدیس دالپری، سی و یکمین همایش علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۱۹. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۷۵، نقشه زمین شناسی یکصد هزارم ایلام.
۲۰. سپهوند، م.ر.، نصرآبادی، ا.، اسکندری، م.، برآورد خطر زمینلرزه و پهنه بندی لرزه ای استان ایلام به دو روش تعینی و احتمالاتی، پژوهشگاه زلزله شناسی و موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران
۲۱. شایان، س. ۱۳۸۳، شواهد مورفولوژیکی در سن سنجی زمین لغزش بزرگ سیمره (کبیرکوه) زاگرس، جنوب غبی ایران، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۸، شماره ۱.
۲۲. شرکت بهره برداری نفت و گاز غرب
۲۳. شرکت خدمات اکتشافی کشور، ۱۳۷۵، طرح اکتشاف کانیهای سنگین ایلام، اداره کل معادن و فلزات استان ایلام.
۲۴. شرکت ملی نفت ایران
۲۵. شرکت مهتاب قدس، ۱۳۷۰، طرح مطالعات سد مخزنی کرخه (مرحله اول)، لرزه خیزی و خطر زمین لرزه، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران.
۲۶. شریفی نوریان، م.، سجادی، ف.، ۱۳۶۱، گزارش اکتشاف پی جویی و مقدماتی مواد اولیه مصالح ساختمانی در استان ایلام، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲۷. شهاب پور، ج.، ۱۳۸۰، زمین شناسی اقتصادی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۲۸. صداقت، م.ا.، شاوردی، ت.، ۱۳۸۰، نقشه زمین شناسی یکصد هزارم ایلام، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲۹. علایی طالقانی، م.، ۱۳۸۶، ژئومورفولوژی ایران، تهران، انتشارات قومس، چاپ چهارم.
۳۰. قاسمی ملازم، م.، ۱۳۹۵، بررسی لرزه زمین ساخت در ناحیه مورموری استان ایلام، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شاهرود.
۳۱. قائمی، ف.، قائمی، ف.، موسوی حرمی، س.ر.، خانه باد، م.، ۱۳۹۱، بررسی زمین ساخت تاقدیس های تنگ بیجار و کمانکوه در غرب ایلام، فصلنامه زمین شناسی ایران، سال پنجم، شماره بیست و یکم، صفحات ۸۳-۹۷.
۳۲. قربانی، م.، ۱۳۸۱، دیناچه ای بر زمین شناسی اقتصادی ایران. پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور.
۳۳. مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۹، طرح تأسیس شرکت بهره برداری نفت و گاز ایلام.
۳۴. مهندسین مشاور ایران کانش، ۱۳۷۹، طرح پتانسیل یابی مواد معدنی دره شهر، آبدانان، اداره کل معادن و فلزات استان ایلام، وزارت صنایع و معادن.
۳۵. مهندسین مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب، ۱۳۸۰، پیجویی و اکتشاف کانی های صنعتی (رسی) در استان ایلام، سازمان صنایع و معادن استان ایلام.
۳۶. مهندسین مشاور تحقیقات معدنی خاک خوب، ۱۳۸۴، بررسی سنگهای نیمه قیمتی در استان ایلام، شرکت تحقیقات و کاربرد مواد معدنی ایران، وزارت صنایع و معادن.
۳۷. مهندسین مشاور تهران پادیر، ۱۳۸۱، برداشت های ژئوفیزیکی کانسار بیتومین در شهرستان ایوان استان ایلام، سازمان صنایع و معادن استان ایلام.
۳۸. مهندسین مشاور کان ایران، ۱۳۷۸، گزارش پیجویی سنگهای قیمتی و نیمه قیمتی استان ایلام، وزارت صنایع و معادن.



۳۹. مهندسان مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸، گزارش نهایی اکتشافات کانسارهای فلزی در استان ایلام، وزارت صنایع و معادن استان ایلام.
۴۰. مهندسان مشاور معدنکاو، ۱۳۷۸، گزارش طرح پی جویی ناحیه ای مواد معدنی در استان ایلام، وزارت صنایع و معادن استان ایلام.
۴۱. منصوری، ر.، سربازی، ز.، ۱۳۹۶، بررسی وضعیت تکتونیک فعال تاقدیس بانکول (در زاگرس چین خورده) با به کارگیری شاخه های مورفوتکتونیک و شواهد ژئومورفولوژیکی، فصلنامه جغرافیایی طبیعی، سال دهم، شماره ۳۷.
۴۲. منصوری، ر.، فتوحی، ص.، ۱۴۰۰، ارزیابی نسبی جنبش های نو زمین ساخت فعال در تاقدیس کته پیفک، ایوان غرب، ایلام، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال دهم، شماره سی و نه، ص ۷۲-۵۵.
۴۳. نوروزی، د.، بحرودی، ع.، قاسمی، م.ر.، کریم نژاد، ح.ر.، ۱۳۹۰، پیوند ساختاری تاقدیس کوه سیاه با گسل کازرون، کمر بند چین- راندگی زاگرس، سی امین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۴۴. هد هدی، م.، کمالیان، ن.، ۱۳۸۹، مدل سازی ریاضی تنش موثر ناشی از مخزن سد کرخه و اثر آن در ایجاد گسیختگی روی گسل دالپری، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۶، شماره ۱، شماره پیاپی ۳۱۰۰۶۷.
۴۵. هزاوه ای، ف.، ۱۳۸۱، بررسی خصوصیات مخزنی سازند آهکی آسماری در میدان نفتی دانان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۴۶. وزارت صنعت، معدن و تجارت.

Reference

1. **Abbasi, M. R., Shabani Boroujeni, E., 2005**, Determination of stress state and direction by inversion of fault-slip data in the southern of flank of Central Alborz: *Geosciences*, 12, 2-17.
2. **Dentith, M. C., & Mudge, S., 2014**. *Geophysics for the Mineral Exploration* Geoscientist, Cambridge University Press.
3. **Gupta RP, 1991**, *Remote sensing geology*, (Springer- vergal : Berlin)
4. **Harben, P. W., and Batea. R, L. 1990**, *Industrial Minerals: Geology and World Deposits*.
5. **Hunt, G.R., Salisbury W., 1971**, Visible and near infrared spectra of minerals and rocks: Carbonates. *Modern Geology*, 2, 23-30.
6. **Khan, A., 2020**, ASTER-based remote sensing investigation of gypsum in the Kohat Plateau, north Pakistan." *Carbonates and Evaporites* 35. 1-13.
7. **Milligan, P.R. Gunn, P.J., 1997**, Enhancement and presentation of airborne geophysical data, *AGSO journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 63-75.
8. **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
9. **Tavani, S., Granado, P., Girundo, M., Corradetti, A., 2014**, Building a virtual outcrop, extracting geological information from it, and sharing the results in Google Earth via Open Plot and Photo scan: An example from the Khaviz Anticline (Iran), DOI:10.1016/j.cageo.2013.10.013.
10. **Tavani, S., F. Storti, O. Fernández, J. A. Muñoz, F. Salvini, 2006**, 3-D deformation pattern analysis and evolution of the Añisclo anticline, southern Pyrenees, *J. Struct. Geol.*, 28, 695–712, doi:10.1016/j.jsg. 2006.01.009.
11. **Sotoudehniya, A., OB Perry, J. T., 1967**, *Geological 1:100,000 Compilation map of Dehloran, Iranian oil operating Companies*.
12. **Van der Meer, F. D., Van der Werff, H. 2014**, Potential of ESA's Sentinel-2 for geological applications. *Remote Sensing of Environment*, 124-133
13. **Van der Werff, H., van der Meer, F. 2015**, Sentinel-2 for Mapping Iron Absorption Feature Parameters. *Remote Sens.* 7, 12635-12653.