

کشور

معدنی

کربن

و

شناسی

سازمان زمین



سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نگاهی به داده‌های زمین شناسی و اکتشافی

استان اردبیل

مجموعه مطالعات زمین شناسی، زمین شناسی اقتصادی، ژئوشیمی،

دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی

"گزارش حاضر طبق کد ۱۴۰۱/۲۲ گ ۳۲۲۰-۶۱۰۰-۱۴۰۰ از شورای ارزیابی انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور مجوز انتشار گرفته است."

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

مدیر پروژه

محمد صادقی

مدیر فنی پروژه

لیلی فتح اله پور

بهار ۱۴۰۰

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تهیه کنندگان

زمین شناسی

لیلی فتح اله پور

زمین شناسی اقتصادی

فریده باقری

ژئوشیمی

مهدی ذبیحی

سنجش از دور

علی حاج مرادی

ژئوفیزیک هوایی

نسرین امیرمطلبی

تهیه نقشه های پتانسیل معدنی

زهرا اکبری

ویرایش و صفحه آرایی

لیلا قدیمی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تشکر و قدردانی

بنام پرودگار یکتا که با اراده و یاری او تهیه و تدوین این گزارش صورت پذیرفت. قدر مسلم تهیه این گزارش بدون مشورت و راهنمایی صاحب نظران و کارشناسان میسر نبود، لذا از زحمات بی دریغ ایشان کمال امتنان را داریم.

از تمامی همکاران عزیزی که در انجام این پروژه ما را یاری نمودند به ویژه آقای دکتر علیرضا شهیدی، ریاست محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور کمال تشکر و سپاسگزاری را داریم. مجموعه حاضر، حاصل تلاش کارشناسان مدیریت ژئوماتیکس سازمان زمین شناسی کشور در زمینه های مختلف می باشد. تهیه نقشه زمین شناسی یکپارچه توسط کارشناسان گروه سامانه اطلاعات مکانی صورت گرفته است.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

پیشگفتار

رشد روزافزون جمعیت و نیاز به مواد معدنی زیاد از یک سو، رشد تکنولوژی و 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 می‌باشد و سالیان زیادی است که این اطلاعات تولید می‌شود 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 ژئومتیکس سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور در راستای انجام وظایف حاکمیتی خود، تصمیم به ارائه و پردازش داده‌ها در قالب پروژهای 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 رقومی منتشر و در دسترس عموم قرار می‌گیرد.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۲-۱- موقعیت جغرافیایی استان و راه‌های دسترسی ۱
- ۳-۱- جغرافیای طبیعی ۳
- ۴-۱- جمعیت ۴

فصل دوم: زمین شناسی عمومی و ساختمانی

- ۱-۲- مقدمه ۵
- ۲-۲- پالئوزوئیک ۷
- ۳-۲- مزوزوئیک ۹
- ۱-۳-۲- تریاس ۹
- ۲-۳-۲- ژوراسیک ۱۰
- ۱-۲-۳-۲- ژوراسیک پیشین ۱۰
- ۲-۲-۳-۲- ژوراسیک میانی ۱۱
- ۳-۲-۳-۲- ژوراسیک بالایی ۱۱
- ۳-۳-۲- کرتاسه ۱۲
- ۱-۳-۳-۲- کرتاسه زیرین ۱۳
- ۲-۳-۳-۲- کرتاسه بالایی ۱۳
- ۴-۲- سنوزوئیک ۱۵
- ۱-۴-۲- پالئوژن ۱۵
- ۱-۱-۴-۲- پالئوسن- ائوسن ۱۵
- ۲-۴-۲- پالئوژن- نئوژن ۱۸
- ۱-۲-۴-۲- الیگوسن- میوسن ۱۸
- ۲-۲-۴-۲- میوسن پسین ۱۸
- ۳-۲-۴-۲- پلیوسن ۱۹
- ۳-۴-۲- کواترنری ۲۱
- ۵-۲- سنگهای آتشفشانی ۲۱

۲۱	۲-۵-۱- پالئوزوئیک
۲۲	۲-۵-۲- مزوزوئیک
۲۲	۲-۵-۳- سنوزوئیک
۲۲	۲-۵-۳-۱- انوسن
۲۳	۲-۵-۳-۲- انوسن - الیگوسن
۲۳	۲-۵-۳-۳- الیگوسن
۲۳	۲-۵-۳-۴- پلیوسن
۲۳	۲-۵-۳-۵- کواترنری
۲۶	۲-۶- توده های نفوذی
۲۶	۲-۶-۱- پالئوزویک
۲۶	۲-۶-۱-۱- دونین میانی
۲۶	۲-۶-۲- مزوزوئیک
۲۶	۲-۶-۱- تریاس
۲۷	۲-۶-۲- ژوراسیک
۲۷	۲-۶-۱-۳- انوسن - الیگوسن
۲۹	۲-۷- پهنه‌های ساختاری استان اردبیل
۲۹	۲-۷-۱- زون البرز غربی-آذربایجان
۲۹	۲-۷-۲- زیر پهنه خزر-تالش - زیوه
۳۱	۲-۸- گسل‌های استان اردبیل

فصل سوم: زمین شناسی اقتصادی و متالوژی

۳۵	۳-۱- مقدمه
۳۷	۳-۲- معادن فلزی
۳۹	۳-۲-۱- سرب و روی
۴۲	۳-۲-۲- مس
۵۰	۳-۲-۳- طلا
۵۶	۳-۲-۴- آهن
۵۸	۳-۲-۵- منگنز
۶۰	۳-۳- معادن غیرفلزی

۶۴	..... مواد و مصالح ساختمانی ۱-۳-۳
۶۴	..... گچ ۱-۱-۳-۳
۶۵	..... تراورتن ۲-۱-۳-۳
۶۵	..... سنگ لاشه ۳-۱-۳-۳
۶۷	..... گرانیت ۴-۱-۳-۳
۶۹	..... پوزولان ۵-۱-۳-۳
۷۰	..... رس ها ۲-۳-۳
۷۰	..... رس ۱-۲-۳-۳
۷۰	..... کائولن و آلونیت ۲-۲-۳-۳
۷۲	..... بنتونیت ۳-۲-۳-۳
۷۶	..... تبخیری ها ۳-۳-۳
۷۶	..... بور و پتاس ۱-۳-۳-۳
۷۷	..... سنگ آهک و دولومیت ۴-۳-۳
۷۷	..... سنگ آهک ۱-۴-۳-۳
۸۳	..... ساینده ها ۵-۳-۳
۸۳	..... سیلیس ۱-۵-۳-۳
۸۸	..... زئولیت ۳-۵-۳-۳
۹۰	..... آنالسیم ۶-۳-۳
۹۰	..... پرلیت ۷-۳-۳
۹۴	..... شن و ماسه ۸-۳-۳
۱۰۱	..... سوخته‌های فسیلی ۱۱-۳-۳

فصل چهارم: مطالعات دورسنجی

۱۰۳	..... مقدمه ۱-۴
۱۰۴	..... داده‌های ماهواره‌ای ۲-۴
۱۰۴	..... تصاویر سنجنده استر ۱-۲-۴
۱۰۸	..... تصاویر سنجنده آل آی ۳-۲-۴
۱۱۰	..... روش و مراحل مطالعه دورسنجی ۳-۴
۱۱۰	..... نرم‌افزارها ۱-۳-۴

۱۱۱	۲-۳-۴- پیش پردازش اطلاعات
۱۱۱	۱-۲-۳-۴- خواندن اطلاعات
۱۱۱	۲-۲-۳-۴- تصحیحات
۱۱۳	۳-۲-۳-۴- موزائیک تصاویر
۱۱۷	۴-۲-۳-۴- بارزسازی با استفاده از فیلترینگ
۱۱۹	۳-۳-۴- پردازش اطلاعات
۱۱۹	۱-۳-۳-۴- استفاده از ترکیبات رنگی (RGB) مختلف برای تفکیک بصری
۱۲۱	۲-۳-۳-۴- استفاده از نسبت‌های باندی
۱۲۳	۳-۳-۳-۴- استفاده از آنالیز مولفه‌های اصلی
۱۲۴	۴-۳-۳-۴- آنالیز طیفی
۱۲۵	۵-۳-۳-۴- پالایش تطبیقی
۱۲۵	۴-۴- شرح نتایج مطالعات و پردازش‌ها
۱۲۶	۱-۴-۴- ترکیبات رنگی برای باندهای RGB
۱۲۶	۱-۱-۴-۴- ترکیب رنگی RGB:4 6 8 از تصویر سنجنده استر
۱۲۶	۲-۱-۴-۴- ترکیب رنگی RGB:4 5 6 از تصویر سنجنده استر
۱۳۰	۳-۱-۴-۴- ترکیب رنگی RGB:7 5 2 از تصویر سنجنده OLI
۱۳۱	۲-۴-۴- نسبت‌های باندی Band Ratio
۱۳۲	۳-۴-۴- پالایش تطبیقی Match Filtering(MF)
۱۴۷	۵-۴- جمع بندی نتایج مطالعات دورسنجی

فصل پنجم: مطالعات ژئوشیمیایی

۱۵۱	۱-۵- مقدمه
۱۵۱	۲-۵- آماده سازی و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی
۱۵۲	۳-۵- پردازش داده‌های سنسورد
۱۵۲	۴-۵- محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده‌ها
۱۵۲	۱-۴-۵- جدایش مقادیر خارج از ردیف
۱۵۳	۲-۴-۵- محاسبه پارامترهای آماری تک متغیره
۱۵۳	۵-۵- مطالعات و پردازش ژئوشیمیایی برگه‌های یکصد هزارم استان اردبیل
۱۵۶	۶-۵- بررسی آماری تک متغیره

۱۵۶	۷-۵- محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده‌ها
۱۵۷	۵-۷-۱- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ مشگین شهر (۵۵۶۶)
۱۶۰	۵-۷-۲- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ لاهرود (۵۵۶۷)
۱۶۳	۵-۷-۳- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ هشتجین (۵۶۶۴)
۱۶۶	۵-۷-۴- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گیوی (۵۶۶۵)
۱۶۹	۵-۷-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله (۵۷۶۴)
۱۷۲	۵-۷-۶- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خلخال (۵۷۶۵)
۱۷۵	۵-۷-۷- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ اهر (۵۴۶۶)
۱۷۸	۵-۸- جدایش ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی براساس میانه و انحراف معیار $X + nS$
۱۷۹	۵-۹- ترسیم نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی
۱۹۷	۵-۸- مطالعات کانی‌سنگین

فصل ششم: ژئوفیزیک هوایی

۲۰۱	۶-۱- مقدمه
۲۰۱	۶-۲- روش مغناطیس سنجی
۲۰۳	۶-۲-۱- نقشه شدت کل و یا میدان مغناطیسی باقیمانده
۲۰۳	۶-۲-۲- فیلتر برگردان به قطب
۲۰۴	۶-۲-۳- فیلتر مشتق قائم
۲۰۴	۶-۲-۴- فیلتر ادامه فراسو
۲۰۴	۶-۲-۵- فیلتر سیگنال تحلیلی (Analytic signal)
۲۰۵	۶-۳- بررسی داده های مغناطیس سنجی محدوده مورد مطالعه
۲۱۵	۶-۴- روش تیلت-عمق (Tilt-Depth)
۲۱۶	۶-۴-۱- بررسی نقشه زاویه تیلت
۲۱۹	۶-۵- بررسی خطواره های مغناطیسی منطقه
۲۱۹	۶-۶- نتیجه گیری

فصل هفتم: نتیجه گیری و معرفی نواحی امیدبخش

۲۲۱	۷-۱- نتیجه گیری و معرفی مناطق امیدبخش
-----	---------------------------------------

فهرست اشکال

فصل اول

شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی استان اردبیل ۲

فصل دوم

شکل ۱-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دورانهای زمین شناسی ۶

شکل ۲-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دوران پالئوزوئیک ۸

شکل ۳-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دوران مزوزوئیک ۱۴

شکل ۴-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی پالئوژن ۱۷

شکل ۵-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی پالئوژن - نئوژن ۲۰

شکل ۶-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی کوتاهتری ۲۵

شکل ۷-۲- نقشه پراکندگی توده های نفوذی استان اردبیل ۲۸

شکل ۸-۲- نقشه زونهای ساختاری استان اردبیل ۳۰

شکل ۹-۲- نقشه گسل های استان اردبیل ۳۳

فصل سوم

شکل ۱-۳- نقشه پراکندگی کنسارهای فلزی و غیر فلزی استان اردبیل ۳۶

شکل ۲-۳- نقشه پراکندگی کنسارهای فلزی استان اردبیل ۳۸

شکل ۳-۳- نقشه پراکندگی کانه زایی مس در استان اردبیل ۴۳

شکل ۴-۳- محدوده اکتشافی مس مجدر الف) آلتراسیون پراکنده در شمال شرق روستای مجدر (۱۳۹۳) ب) دره گسله با دیواره پرشیب

واقع در جنوب غرب روستای جوق (وثیق ۱۳۹۳) ۴۴

شکل ۵-۳- دو محدوده طلای معرفی شده مشکین شهر ۲ ۵۵

شکل ۶-۳- نقشه پراکندگی کنسارهای غیر فلزی استان اردبیل ۶۱

شکل ۷-۳- نقشه پراکندگی کنسارهای مصالح ساختمانی استان اردبیل ۶۲

شکل ۸-۳- نقشه پراکندگی کنسارهای مصالح ساختمانی (به تفکیک) استان اردبیل ۶۳

شکل ۹-۳- معدن سنگ لاشه در مجاورت گرمی، دید به سوی شمال ۶۶

شکل ۱۰-۳- نقشه پراکندگی بنتونیت های استان اردبیل ۷۳

شکل ۱۱-۳- نقشه پراکندگی سنگ آهک های استان اردبیل ۷۸

شکل ۱۲-۳- نقشه پراکندگی سیلیس های استان اردبیل ۸۴

شکل ۱۳-۳- نقشه پراکندگی پرلیت های استان اردبیل ۹۱

شکل ۳-۱۴- نقشه پراکندگی شن و ماسه های استان اردبیل ۹۵

فصل چهارم

شکل ۴-۱- موقعیت سین‌های سنجنده استر مرتبط با استان اردبیل ۱۰۶

شکل ۴-۲- موقعیت سین‌های سنجنده MSI از ماهواره سنتینل 2A در استان اردبیل ۱۰۷

شکل ۴-۳- موقعیت سین‌های سنجنده OLI از ماهواره لندست ۸ در استان اردبیل ۱۰۹

شکل ۴-۴- مقایسه محدوده طیفی و پهنای باندهای سنجنده‌های استر، آل‌آی و سنتینل 2 در طیف الکترومغناطیس ۱۱۰

شکل ۴-۵- تصویر موزائیک شده استان اردبیل، از سین‌های استر با ترکیب باندی R:5 G:3 B:1 ۱۱۴

شکل ۴-۶- تصویر موزائیک شده استان اردبیل، از سین‌های Sentinel 2A با ترکیب باندی R:4 G:3 B:2 ۱۱۵

شکل ۴-۷- تصویر موزائیک شده استان اردبیل از ماهواره لندست ۸ (سنجنده OLI) با ترکیب باندی R:4 G:3 B:2 ۱۱۶

شکل ۴-۸- اعمال فیلتر زاویه خورشیدی با جهت جنوب غرب روی تصویر استر برای واضح‌تر نمودن ساختارهای شمال‌غربی-

جنوب‌شرقی ۱۱۸

شکل ۴-۹- نمودارهای طیفی کانیه‌های کلسیت (زرد)، کلریت (قرمز) و کائولینیت (سبز) برگرفته از کتابخانه طیفی USGS در نرم‌افزار

ENVI ۱۲۲

شکل ۴-۱۰- ترکیب باندی R:4 G:6 B:8 از سنجنده استر ۱۲۷

شکل ۴-۱۱- ترکیب باندی R:4 G:5 B:6 از سنجنده استر ۱۲۸

شکل ۴-۱۲- ترکیب باندی RGB:456 (راست) و ترکیب باندی RGB:468 (چپ) از تصویر سنجنده استر ۱۲۹

شکل ۴-۱۳- ترکیب باندی R:7 G:5 B:2 از سنجنده OLI-کانیه‌های تبخیری با رنگ فیروزه‌ای نمایان هستند. ۱۳۰

شکل ۴-۱۴- نسبت باندی ۴ به ۲ از تصویر OLI برای نمایش اکسیدهای آهن ۱۳۱

شکل ۴-۱۵- رخنمون اکسید آهنی در سه تصویر OLI بترتیب سمت چپ: R:7 G:5 B:3 ، وسط: نسبت باندی ۴ به ۲ و سمت راست:

R:4 G:3 B:2 درون کادر قرمز ۱۳۲

شکل ۴-۱۶- نقشه نگاشت کانی‌ها در استان اردبیل بر اساس روش MF ۱۳۳

شکل ۴-۱۷- نقشه نگاشت دگرسانی‌ها در استان اردبیل بر اساس روش MF ۱۳۵

شکل ۴-۱۸- تصویر منفی PC3 از آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۴، ۵، ۶ و ۷ سنجنده ASTER ۱۳۷

شکل ۴-۱۹- نقشه دگرسانی آرژیلیک (به رنگ نارنجی) بر اساس آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۴، ۵، ۶ و ۷ سنجنده ASTER ۱۳۸

شکل ۴-۲۰- تصویر منفی PC3 از آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۳، ۵، ۶ و ۸ سنجنده ASTE ۱۴۰

شکل ۴-۲۱- نقشه دگرسانی پروپیلیتیک (به رنگ سبز) بر اساس آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۳، ۵، ۶ و ۸ سنجنده ASTER ۱۴۱

شکل ۴-۲۲- تصویر PC2 از آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۲، ۳، ۴ و 8 سنجنده Sentinel 2A ۱۴۳

شکل ۴-۲۳ - نقشه پوشش اکسید آهن (به رنگ قرمز) بر اساس آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۲، ۳، ۴ و ۸ سنجنده Sentinel 2A

۱۴۴.....

شکل ۴-۲۴ - ساختارهای خطی و حلقوی استان اردبیل استخراج شده بر اساس تصویر سنجنده Sentinel 2A.....

شکل ۴-۲۵ - نقشه لایه نهایی تلفیق دگرسانی‌ها و محدوده‌های پیشنهادی بر اساس مطالعات دورسنجی در محدوده استان اردبیل ... ۱۴۸

فصل پنجم

شکل ۵-۱ - پراکندگی نمونه‌های ژئوشیمیایی سیلت و کانی سنگین در استان اردبیل..... ۱۵۵

شکل ۵-۲ - نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co..... ۱۵۸

شکل ۵-۳ - نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co..... ۱۶۱

شکل ۵-۴ - نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co..... ۱۶۴

شکل ۵-۵ - نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co..... ۱۶۷

شکل ۵-۶ - نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co..... ۱۷۰

شکل ۵-۷ - نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ba, Co, Cu, Mn..... ۱۷۳

شکل ۵-۸ - نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر As, Ba, Co, Cr..... ۱۷۶

شکل ۵-۹ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان اردبیل..... ۱۸۰

شکل ۵-۱۰ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک در استان اردبیل..... ۱۸۱

شکل ۵-۱۱ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر طلا در استان اردبیل..... ۱۸۲

شکل ۵-۱۲ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر یریم در استان اردبیل..... ۱۸۳

شکل ۵-۱۳ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر بیسموت در استان اردبیل..... ۱۸۴

شکل ۵-۱۴ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کبالت در استان اردبیل..... ۱۸۵

شکل ۵-۱۵ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم در استان اردبیل..... ۱۸۶

شکل ۵-۱۶ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مس در استان اردبیل..... ۱۸۷

شکل ۵-۱۷ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر جیوه در استان اردبیل..... ۱۸۸

شکل ۵-۱۸ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر منگنز در استان اردبیل..... ۱۸۹

شکل ۵-۱۹ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن در استان اردبیل..... ۱۹۰

شکل ۵-۲۰ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل در استان اردبیل..... ۱۹۱

شکل ۵-۲۱ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب در استان اردبیل..... ۱۹۲

شکل ۵-۲۲ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان در استان اردبیل..... ۱۹۳

شکل ۵-۲۳ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر قلع در استان اردبیل..... ۱۹۴

- شکل ۵-۲۴- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تیتانیم در استان اردبیل ۱۹۵
- شکل ۵-۲۵- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی در استان اردبیل ۱۹۶
- شکل ۵-۲۶- پراکندگی کانی سنگین (گالن، سروزیت) ۱۹۸
- شکل ۵-۲۷- پراکندگی کانی سنگین (گوتیت، لیمونیت) ۱۹۹
- شکل ۵-۲۸- پراکندگی کانی سنگین (هماتیت) ۲۰۰

فصل ششم

- شکل ۶-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی استان اردبیل ۲۰۸
- شکل ۶-۲- نقشه برگردان به قطب شدت میدان مغناطیسی استان اردبیل ۲۰۹
- شکل ۶-۳- نقشه مشتق اول قائم استان اردبیل ۲۱۰
- شکل ۶-۴- نقشه ادامه فراسو (۲۰۰ متر) استان اردبیل ۲۱۱
- شکل ۶-۵- نقشه ادامه فراسو (۴۰۰ متر) استان اردبیل ۲۱۲
- شکل ۶-۶- نقشه ادامه فراسو (۶۰۰ متر) استان اردبیل ۲۱۳
- شکل ۶-۷- نقشه سیگنال تحلیلی استان اردبیل ۲۱۴
- شکل ۶-۸- نقشه زاویه تیلت و مرز واحدهای مغناطیسی استان اردبیل ۲۱۷
- شکل ۶-۹- نقشه زاویه تیلت-عمق استان اردبیل ۲۱۸
- شکل ۶-۱۰- نقشه تفسیری مغناطیس سنجی هوابرد استان اردبیل ۲۲۰

فصل هفتم

- شکل ۷-۱- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ اسکارن ۲۲۴
- شکل ۷-۲- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ اپی ترمال ۲۲۵
- شکل ۷-۳- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ مس پورفیری ۲۲۶
- شکل ۷-۴- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ مس مانتو ۲۲۷
- شکل ۷-۵- نقشه پتانسیل مس رگه ای- گرمابی ۲۲۸
- شکل ۷-۶- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ سرب و روی رسوبی- بروندمی (سدکس) ۲۲۹
- شکل ۷-۷- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ سرب و روی با میزبان کربناته ۲۳۰
- شکل ۷-۸- نقشه پتانسیل کانه زائی تیپ آهن- منگنز رسوبی- بروندمی ۲۳۱

فهرست جداول

فصل سوم

- جدول ۳-۱- نشانه های سرب و روی ۴۲
- جدول ۳-۲- اندیس های مس استان اردبیل ۴۹
- جدول ۳-۳- محدوده اکتشافی مس در استان اردبیل ۵۰
- جدول ۳-۴- اندیس های طلا ۵۶
- جدول ۳-۵- آهن در پهنه مورد مطالعه ۵۸
- جدول ۳-۶- اندیس های منگنز ۶۰
- جدول ۳-۷- اندیس های سنگ آهک استان اردبیل ۸۳
- جدول ۳-۸- اندیس های زئولیت استان اردبیل ۹۰
- جدول ۳-۹- اندیس های پرلیت استان اردبیل ۹۴
- جدول ۳-۱۰- اندیس های خاک صنعتی استان اردبیل ۱۰۱
- جدول ۳-۱۱- دیگر اندیس های غیر فلزی ۱۰۱

فصل چهارم

- جدول ۴-۱- ویژگیهای باندهای سنجنده ASTER ۱۰۵
- جدول ۴-۲- ویژگی های باندهای سنجنده MSI از ماهواره Sentinel 2A ۱۰۷
- جدول ۴-۳- ویژگی های باندهای سنجنده OLI ۱۰۸
- جدول ۴-۴- ترکیبات باندی کاربردی شناخته شده در دورسنجی از کالی نوفسکی و الیور (۲۰۰۴) ۱۲۰
- جدول ۴-۵- نسبت های باندی کاربردی شناخته شده در دورسنجی از کالی نوفسکی و الیور (۲۰۰۴) ۱۲۳
- جدول ۴-۶- جدول بردار ویژه آنالیز مولفه های اصلی باندهای ۵، ۴، ۶ و ۷ سنجنده استر ۱۳۶
- جدول ۴-۷- جدول بردار ویژه (Eigenvector) آنالیز مولفه های اصلی باندهای ۳، ۵، ۶ و ۸ سنجنده ASTER ۱۳۹
- جدول ۴-۸- جدول بردار ویژه آنالیز مولفه های اصلی باندهای ۲، ۳، ۴ و ۸ سنجنده سنتینل 2A ۱۴۲
- جدول ۴-۹- جدول نواحی دگرسانی براساس مطالعات دورسنجی ۱۴۹

فصل پنجم

- جدول ۵-۱- مشخصات برگه های داده های ژئوشیمیایی در پهنه اکتشافی ۱۵۴
- جدول ۵-۲- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه مشگین شهر ۱۵۷
- جدول ۵-۳- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه لاهرود ۱۶۰
- جدول ۵-۴- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه هشتجین ۱۶۳
- جدول ۵-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه گیوی ۱۶۶
- جدول ۵-۶- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه ماسوله ۱۶۹
- جدول ۵-۷- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه خلخال ۱۷۲
- جدول ۵-۸- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه اهر ۱۷۵

کشور

معدنی

اکتشافات

فصل اول

کلیات

شناسی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۱-۱- مقدمه

سازمان زمین‌شناسی همواره به عنوان متولی پیجویی و اکتشاف مواد معدنی کشور مطرح بوده و دفتر ژئومتیکس نیز در راستای وظیفه اصلی خود، پروژه بررسی استانهای مختلف کشور از دیدگاه زمین‌شناسی و اکتشاف را در دستور کار خود قرار داده است. در این پروژه تحقیقاتی که بر روی استان اردبیل متمرکز گردیده، اطلاعات نسبتاً جامعی از زمین‌شناسی و ساختارها، متالوژنی؛ ارتباط بین فرآیندهای زمین‌شناسی و کانه‌زایی محدوده‌های پرپتانسیل معدنی و اندیس‌ها و معادن فلزی و غیرفلزی، این استان ارائه شده است.

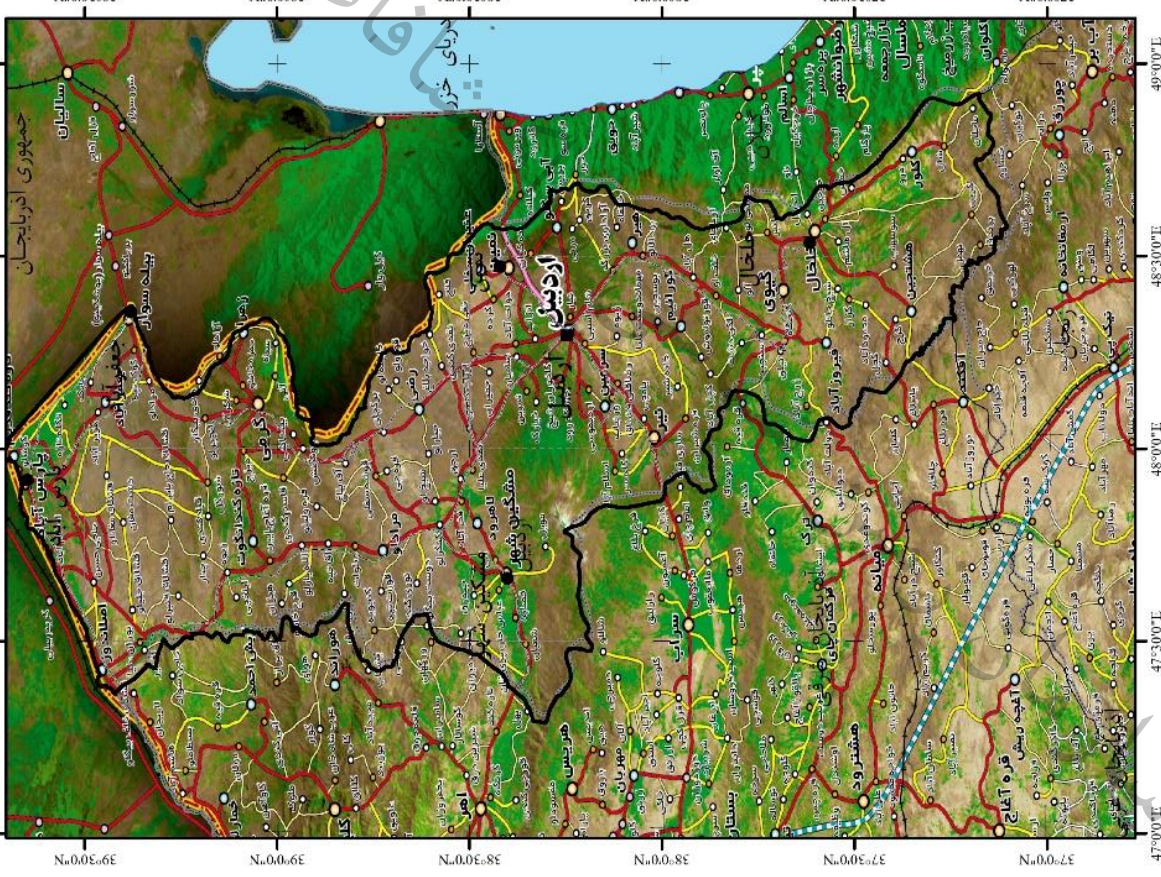
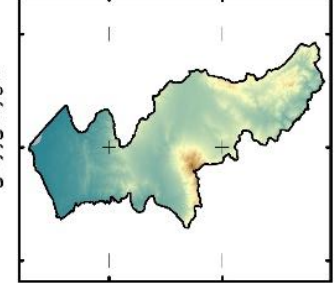
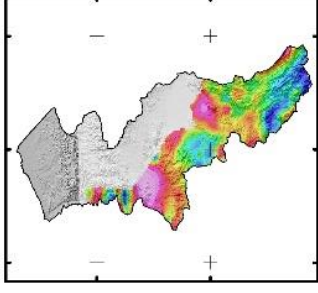
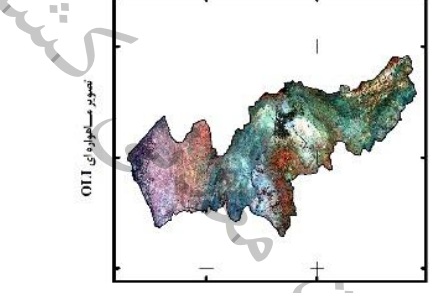
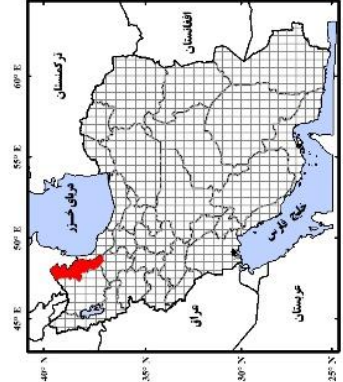
۱-۲- موقعیت جغرافیایی استان و راه‌های دسترسی

اردبیل سرزمینی کهن و نامی آشنا در متون تاریخی است. در دهه‌های اخیر با اقدامات عمرانی مختلف از جمله توسعه مناطق کشاورزی، صنعتی و گردشگری و همچنین با احداث فرودگاه و راه‌های ارتباطی مناسب و تأسیس مراکز آموزشی، فرهنگی و رفاهی، استان اردبیل وارد مرحله جدیدی از رونق اقتصادی و اجتماعی خود شده است. استان اردبیل مابین مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این استان با مساحت ۱۷۷۹۹ کیلومتر مربع ۱/۱ درصد مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده و بیست و چهارمین استان کشور از نظر وسعت می‌باشد. استان اردبیل در شمالغرب فلات ایران و شرق فلات آذربایجان واقع شده است و فاصله شمالی‌ترین و جنوبی‌ترین نقطه آن در حدود ۲۹۰ کیلومتر و فاصله شرقی‌ترین و غربی‌ترین نقطه آن ۱۳۲ کیلومتر می‌باشد. این استان از شمال و شرق با کشور آذربایجان، از شرق با استان گیلان، از غرب با استان آذربایجان شرقی و از جنوب با استان زنجان هم‌مرز می‌باشد. استان اردبیل، براساس گزارش شاخص‌های جمعیتی استان اردبیل سال ۱۳۹۶، دارای ۱۰ شهرستان، ۲۹ بخش، ۷۱ دهستان و ۲۶ شهر است. شهرستان‌های استان عبارتند از خلخال، کوثر (گیوی)، نیر، اردبیل، نمین، مشگین‌شهر، گرمی، سرعین، بيله‌سوار، پارس‌آباد. تعداد شش شهرستان این استان با کشور جمهوری آذربایجان همسایه‌اند. شکل ۱-۱ موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی استان را نشان می‌دهد.

موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی
 استان اردبیل با استانهای همجوار

راهنما

- شهرستان
- مرکز استان
- جاده فرعی
- جاده اصلی
- مرز استان
- مرز کشور



شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی استان اردبیل



۳-۱- جغرافیای طبیعی

استان اردبیل به عنوان بخشی از فلات آذربایجان، سرزمینی است کوهستانی که به جز قسمت شمالی آن، یعنی دشت مغان، بقیه پوشیده از ارتفاعات است. کوه‌های تالش، به شکل دیواره‌ای در مرز استان گیلان کشیده شده است و در جنوب به ارتفاعات واقع در مرز با استان زنجان می‌پیوندد. کوه آق‌داغ به ارتفاع ۳۳۰۳ متر، بلندترین قله در جنوب استان است که سرچشمه رودخانه‌هایی است که به رود قزل‌اوزن متصل می‌شوند. کوه‌های بغروداغ (۳۱۹۷ متر)، حصار بلاغی (۲۹۰۴ متر)، خان بلاغی (۲۷۶۰ متر) از جمله دیگر بلندی‌های قابل ذکر در مرز استان گیلان و استان اردبیل است. کوه سبلان (ساوالان) با ارتفاع ۴۸۱۱ متر و با قله‌ای پوشیده از برف، شاخص‌ترین عارضه طبیعی و مرتفع‌ترین کوه در استان اردبیل است که قسمت‌هایی از جنوب و غرب آن در استان مجاور، یعنی آذربایجان شرقی قرار دارد و بعد از دماوند بلندترین کوه ایران است. آتشفشان سبلان یکی از مهم‌ترین پدیده‌های زمین‌شناسی استان اردبیل است که از قله‌های متعدد آتشفشانی تشکیل شده است. در بلندترین نقطه قله سبلان، دریاچه کوچکی قرار دارد که باقیمانده دهانه آتشفشان است. چشمه‌های آب معدنی (آب گرم) متعدد در نقاط مختلف استان، به ویژه در بخش سرعین، در ۲۴ کیلومتری غرب شهر اردبیل حاصل ویژگی‌های زمین‌شناسی استان می‌باشد. در استان اردبیل رودهای متعددی جاری است که همه آن‌ها در حوضه آبریز دریای خزر قرار دارد. قره‌سو، خیاوچای، بالیقلوچای، نمین چای، نیرچای و قوری چای رودخانه‌هایی هستند که پس از پیوستن به رود پرآب و مرزی ارس نهایتاً به دریای خزر سرازیر می‌شوند. برخی از رودخانه‌های استان از جمله امام رود، گیوی چای و سنگ آباد که در جنوب استان قرار دارند، پس از اتصال به رود قزل‌اوزن به دریای خزر می‌ریزند. در استان اردبیل دریاچه‌های کوچک متعددی وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها، دریاچه نئور در جنوب شرقی شهرستان اردبیل و دیگری دریاچه شورابیل در جنوب شهر اردبیل است. این استان به دلیل کوهستانی بودن و نیز قرار گرفتن در عرض بالای جغرافیایی از مناطق سردسیر کشور است. نزدیکی استان به دریای خزر و بهره‌مندی از منابع رطوبت‌زای دریای سیاه و مدیترانه، در مجموع موجب افزایش رطوبت و بارندگی مناسب در استان اردبیل شده است. به طور کلی اردبیل تحت تأثیر سه توده هوایی مدیترانه‌ای، سیبریایی (از طریق خزر) و اقیانوسی (اطلس شمالی) از غرب، قرار داد؛ به گونه‌ای که با میانگین بارش سالیانه ۳۴۷/۵ میلی‌متر بیش از میانگین سالیانه کشور (۲۵۵ میلی‌متر)، از نزولات جوی بهره مند است. امکانات طبیعی موجود در استان، موجب رونق فعالیت‌های کشاورزی، دامداری و توسعه جنگل‌ها و مراتع طبیعی در بیشتر نقاط شده است.

۴-۱- جمعیت

براساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵ جمعیت استان اردبیل ۱۲۷۰۴۲۰ نفر بوده است که از کل جمعیت استان ۶۸ درصد در نقاط شهری و ۳۲ درصد در نقاط روستایی سکونت داشته و جمعیت غیرساکن استان بسیار ناچیز و ۱۵۰ نفر در کل استان می باشد. این استان با وسعتی معادل ۱/۱ درصد مساحت کشور، حدود ۲ درصد از جمعیت ایران را در خود جای داده است. از نظر تراکم نسبی جمعیت، ۶۹ نفر در هر کیلومتر مربع می باشد که در مقایسه با تراکم کل کشور (۴۲/۵ نفر در هر کیلومتر مربع) این استان از مناطق پرجمعیت کشور به حساب می آید. شهرستان اردبیل پرجمعیت ترین و شهرستان نیر کم جمعیت ترین شهرستانهای استان می باشند. در سالهای اخیر مانند سایر استانهای کشور، جمعیت روستایی استان اردبیل کاهش و به جمعیت شهری آن افزوده شده است.

کشور

معدنی

اکتشافات

فصل دوم

زمین شناسی عمومی و ساختمانی

سازمان زمین شناسی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

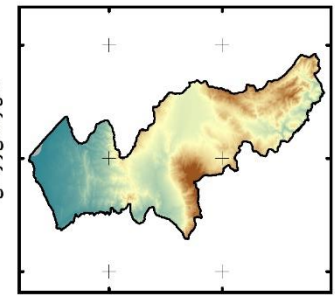
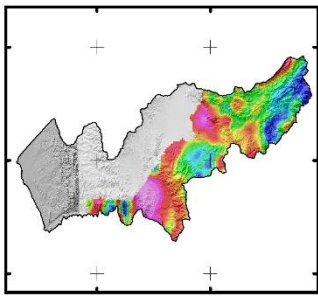
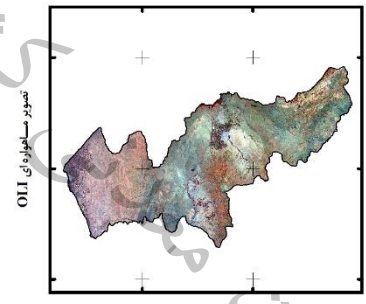
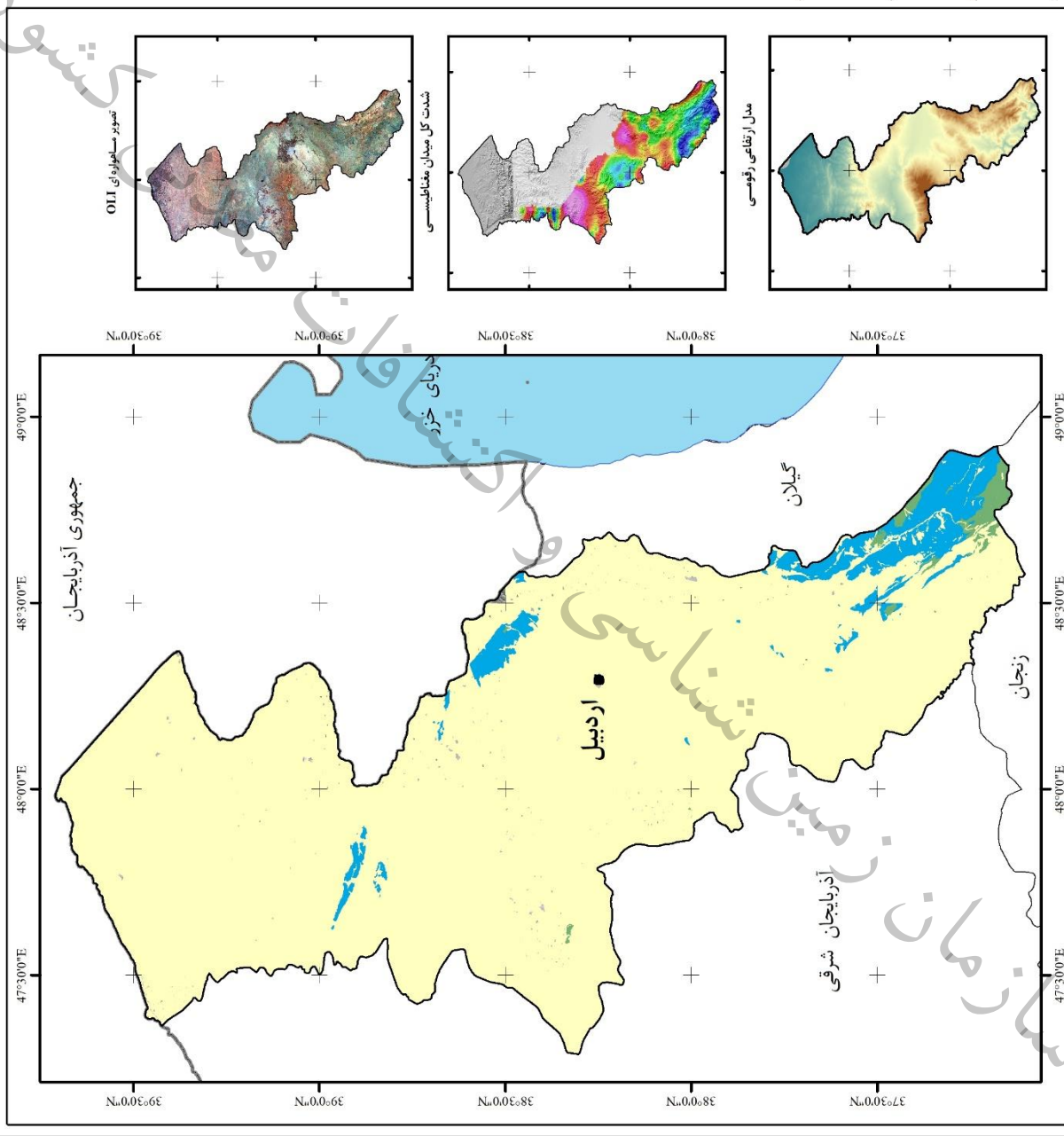
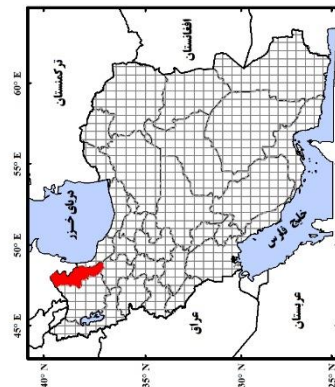
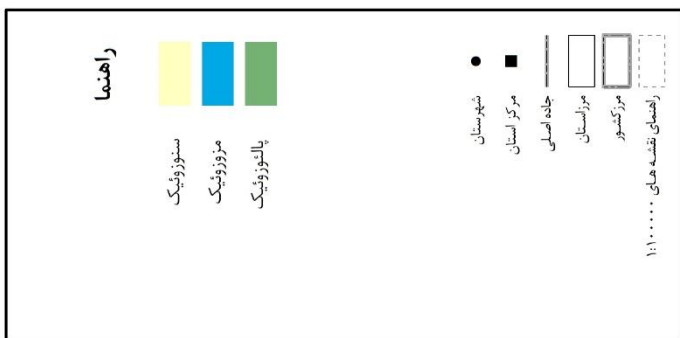


۱-۲- مقدمه

از نگاه پهنه‌های ساختاری بخش وسیعی از استان اردبیل مربوط به زون ساختاری- رسوبی البرزغربی- آذربایجان می‌باشد همچنین بخشهای کوچکی از استان در قسمت‌های جنوب شرقی و شمال استان اردبیل متعلق به زیرزون خزر-تالش- زیوه می‌باشد.

استان اردبیل بخشی برگه‌های یک‌دویست و پنجاه‌هزارم زمین‌شناسی مغان، اهر، بندرانزلی، اردبیل (آستارا) و بخشهای کوچکی میانه را در بر می‌گیرد، همچنین تمام یا بخش‌هایی از برگه‌های زمین‌شناسی یکصد هزارم به نام‌های پارس‌آباد، قوش‌لو، گرمی، زیوار، لاهرود، رضی، مشگین شهر، اردبیل، آستارا، گیوی، خلخال، هشچین، ماسوله در محدوده استان اردبیل قرار دارند و علاوه بر این برگه‌ها بخش کوچکی از برگه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اصلاندوز، کلیبر، اهر، سراب محدوده استان اردبیل را پوشش می‌دهند. واحدهایی که در سطح استان بیرون زدگی دارند، بر اساس سن به سه گروه شامل پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک تفکیک شده اند که در ادامه تشریح آن‌ها خواهد آمد. (شکل ۱-۲).

نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دورانهای زمین‌شناسی



شکل ۱-۲ - نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دورانهای زمین‌شناسی



۲-۲- پالئوزوئیک

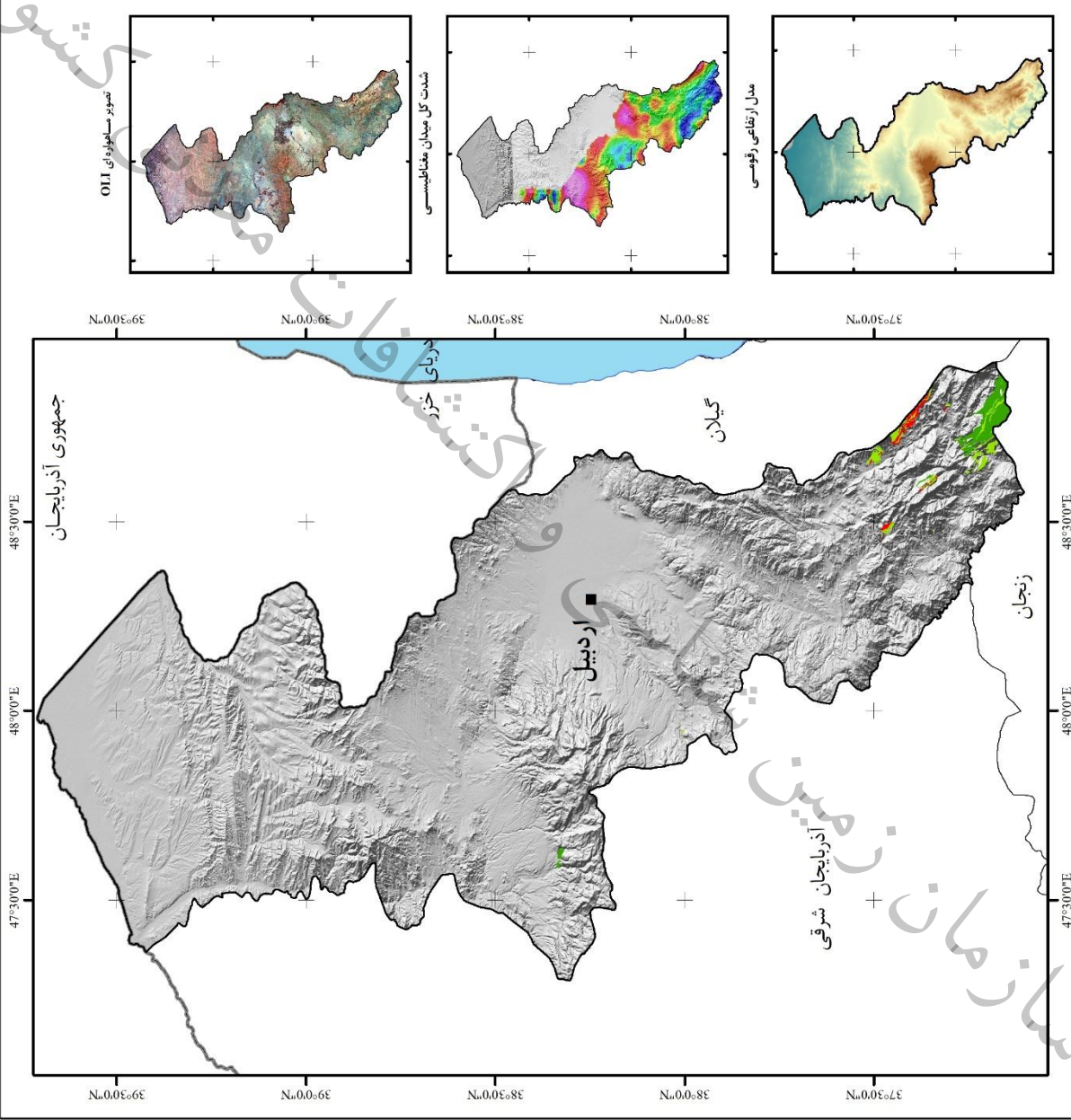
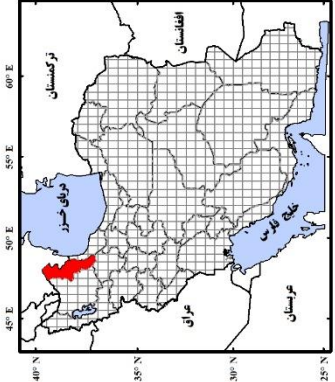
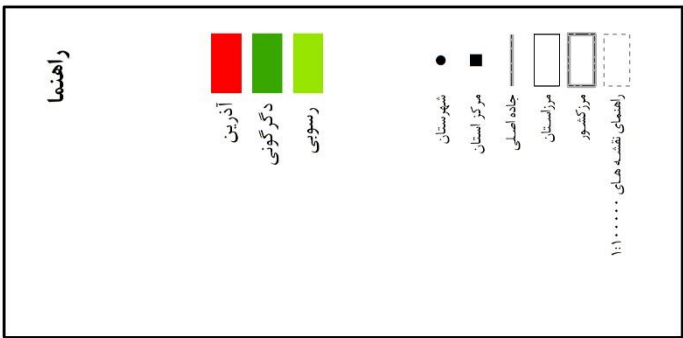
دوران پالئوزوئیک (دیرینه زیستی) با ۳۴۰ میلیون سال در سرزمین ایران، دوران پس از کوهزایی کاتانگایی را سپری کرده که بیشتر این سرزمین، با یک سکوی با ثبات با دریایی کم ژرفا پوشیده شده و گاه با حرکت رو به بالای زمین و پسروری دریا، به خشکی تبدیل می شده است.

در استان اردبیل بیرون زدگی واحدهای سنگی پالئوزوئیک محدود می باشد. در قسمتهایی جنوب شرقی استان در برکه زمین شناسی ماسوله بیرون زدگی واحدهای سنگی به دو دوران پالئوزوئیک زیرین و پالئوزوئیک بالایی تقسیم شده که دوران پالئوزوئیک زیرین عمدتاً شامل سنگهای آهکی و سنگهای بازالتی بوده و در دوران پالئوزوئیک فوقانی عمدتاً شامل واحدهای دگرگونی و سنگهای آهکی متعلق به بخشهایی از سازندهای گردو، مبارک، درود، روته می باشند.

در برکه هشتجین در پالئوزوئیک بالایی ماسه سنگهای کوارتزیتی هستند که در بین آنها بازالت های اسپیلیتی با ساخت بالشی رخنمون دارند.

در غرب استان بیرون زدگی کوچکی در برکه مشگین شهر احتمالاً مربوط به پالئوزوئیک می باشد که این واحد شامل مجموعه ای از سنگهای دگرگونی شامل شیستهای آمفیبول دار و آهک های مرمری می باشد (شکل ۲-۲).

نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دوران پالئوزوئیک



شکل ۲-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دوران پالئوزوئیک



۳-۲- مزوزوئیک

دوران مزوزوئیک (میانه زیستی)، به عنوان دومین دوران از ابر دوران فانروزوئیک (پیدا زیستی)، حدود ۱۶۰ میلیون سال از تاریخ کره زمین (۲۲۵-۶۵ میلیون سال پیش) را به خود اختصاص می‌دهد. تحول ژئودینامیکی کره زمین در این دوران درخور توجه بوده است؛ به گونه‌ای که مزوزوئیک را دوران اشتقاق قاره‌ها و گسترش کف اقیانوس‌ها نام داده‌اند. در ایران نیز بررسی جغرافیای دیرینه گویای آن است که شرایط سکویی پالئوزوئیک بدون هیچ‌گونه رویداد زمین‌ساختی مهمی تا تریاس میانی ادامه یافته است. در تریاس پسین، پس از رخداد سیمیرین پیشین، چهره حوضه رسوبی ایران تغییر کرده است و از این هنگام حوضه‌هایی جداگانه شکل گرفته‌اند که شرایط جغرافیایی دیرینه و رسوبی آنها با حوضه‌های رسوبی مجاور متفاوت بوده است. (شکل ۲-۳).

۱-۳-۲- تریاس

دوره تریاس حدود ۳۵ میلیون سال از تاریخ زمین را به خود اختصاص می‌دهد. در زمین‌شناسی ایران این باور وجود دارد که سنگ‌های تریاس ایران به ویژه کربنات‌های پلاتفرمی تریاس پایینی-میانی با رخساره‌های تریاس آلپ همانند هستند و از این رو در ایران تریاس به سه زیر سیستم پایینی، میانی و بالایی تقسیم می‌شود. در بیشتر نقاط ایران رخساره سنگی و حتی رخساره زیستی سنگ‌های تریاس یکسان هستند. ردیف‌های تریاس ایران را می‌توان به دو گروه بزرگ تقسیم کرد. نخست نهشته‌های کربناته آهکی و دولومیتی معرف محیط‌های دریایی به سن تریاس پایین-میانی. گروه دوم نهشته‌های تیره رنگ شیلی و ماسه سنگی زغالدارند به سن تریاس بالایی. مرز این دو گروه مربوط به رخداد سیمیرین پیشین می‌باشد.

با وجود یکسان بودن نسبی شرایط رسوبی در البرز، ایران مرکزی و زاگرس ردیف‌های تریاس ایران ناهمسان می‌باشند. در کوه‌های البرز ناآرامی‌های زمین‌ساختی اواخر پرمین موجب پس نشست کامل دریا از سکوی پرمین شده است به گونه‌ای که به جز چند ناحیه، ردیف‌های کربناته تریاس پایینی-میانی با دگرشیبی فرسایشی، سطوح فرسوده شده پرمین میانی (سازند روته) یا پرمین بالایی (سازند نسن) را می‌پوشاند. خاک‌های فسیل، افق‌های اکسیده و عدسی‌های بوکسیتی-لاتریتی موید ناپیوستگی پیش از تریاس می‌باشد.

در محدوده استان اردبیل واحدهای سنگی تریاس به صورت محدود در برگه ماسوله زخمون دارند و شامل ردیفی از کوارتزیت همراه کربنات، شیل و ماسه سنگ می‌باشد. در برگه اردبیل در شمال دهکده عنبران، در هسته یک طاقدیس، تناوبی از شیل و ماسه سنگ‌های ارغوانی رنگ برونزد دارد که قدیمی‌ترین واحد در منطقه بوده و ستبرای آن به ۳۰۰ متر می‌رسد. شمشک با یک کنگلومرای پیش رونده بطور همسان بر روی آن قرار

می گیرد. این نهشته فاقد فسیل بوده ولی با توجه به به یسموقعیت چینه‌ای شاید بتوان سن آنها را به تریاس نسبت داد.

۲-۳-۲- ژوراسیک

ژوراسیک با زمانی نزدیک به ۶۰ میلیون سال به سه زیر سیستم ژوراسیک پایینی (لیاس)، ژوراسیک میانی (دوگر) و ژوراسیک بالایی (مالم) تقسیم می گردد. نهشته های ژوراسیک زیرین و ژوراسیک میانی آغازین ایران، پیوند نزدیکی با نهشته های تریاس بالا دارند و از سوی دیگر، سنگ های ژوراسیک بالایی ایران با نهشته های کرتاسه آغازین همبری دارد.

ویژگی های سنگی و زیستی ژوراسیک البرز پیوند نزدیک با رویدادهای زمین ساختی دارد، به گونه ای که می توان همه سنگ های ژوراسیک البرز را در دو دوره رسوبی جدا جا داد. سنگ های نخستین چرخه نشانگر حوضه های مردابی- رودخانه ای و گاه دریایی کم ژرفا و بخشی از واحد سنگی گروه شمشک است. رسوبات چرخه رسوبی دوم بیشتر ردیف های دریایی شامل مارن و سنگ آهک های مارنی سازند دلیچای به سن ژوراسیک میانی و سنگ آهک های سازند لار به سن ژوراسیک پسین است. حدهای چرخه های رسوبی و حتی مرز سازندهای ژوراسیک در بیشتر نواحی البرز ناهمزمان است. تغییرات جانبی رخساره ها و یا عملکرد موضعی رویدادهای زمین ساختی سبب شده تا جدا از سازندهای گفته شده چند واحد سنگ چینه ای مانند سازند شال معرف بخشی از سنگ های ژوراسیک البرز باشند.

۱-۲-۳-۲- ژوراسیک پیشین

رخنمون واحدهای ژوراسیک پیشین در شرق استان اردبیل در بخشهایی از برگه رضی در جنوب خاوری آن رخنمون دارد که شامل شیل، ماسه سنگ که در کوه قزل داغ با آثار زغال نیز همراهند. در جنوب روستای پیرجواد، قطعانی، گدازه های هیالوکلاستیت در قاعده که به سمت بالا بصورت تدریجی به گدازه های پورفیریک آمفیبول دار و دولومیتها تبدیل شده اند.

در برگه ماسوله رخنمون واحدهای سنگی متعلق به سازند شمشک حاوی شیل سیاه، ماسه سنگ قهوه ای، ماسه سنگ کنگلومرای، و کنگلومراهمراه بقایای گیاهی می باشد. در برگه اردبیل سازند شمشک متشکل از شیل و ماسه سنگهای میکاسه، مارن با لایه هایی از آهک و آهک دولومیتی می باشد که با یک کنگلومرای پلی ژنتیک این واحد بروی واحد قبلی قرار دارد و جزو سنگهای آلکالن بوده و گرایش پتاسیک دارند.



سازند شمشک

سازند شمشک سنگ‌های لیاس- اوایل دوگر البرز، رسوبهای چند رخساره‌ای از نوع قاره‌ای، دریاکناری، و دریایی هستند که به تناوب جایگزین یکدیگر شده‌اند. از ویژگی‌های این سازند داشتن زغالسنگ و سنگواره‌های جانوری و گیاهی فراوان می‌باشد و یکی از گسترده‌ترین و شاخص‌ترین واحدهای سنگ چینه‌ای ایران است که بطور عموم سیمای فرسوده شده و رنگ تیره دارد.

۲-۲-۲- ژوراسیک میانی

در جنوب خاوری برگه رضی زخمون‌هایی از واحدهای سنگی زخمون دارد و شامل دولومیت‌های نازک لایه در قاعده و به سمت بالای واحد متوسط تا ستبرلایه می‌باشد. در برگه اردبیل زخمون‌هایی متشکل از تناوب آهک ماسه‌ای و ماسه سنگ با ستبرای ۵۰ متر با لایه بندی نازک متعلق به سازند دلیچای می‌باشد که بطور تدریجی که بر روی سازند شمشک قرار گرفته خود نیز بطور همشیب در زیر سازند لار قرار دارد.

سازند دلیچای

این سازند معرف نخستین واحد سنگی از رسوبات دریایی ژوراسیک البرز است. در این سازند نوع سنگواره‌ها و سنگها نشانگر نهشت در یک محیط دریایی است که با شرایط دریاچه‌ای- مردابی نهشته‌های زیر آن (سازند شمشک) و ردیف‌های کربناتی ستبرلایه رویی (سازند لار) تفاوت آشکار دارد، به گونه‌ای که این سازند نقش یک لایه راهنمای زودفرسای مایل به سبز دارد که ردیف‌های تیره رنگ زغالدار پایینی را از صخره‌های بلند رویی جدا می‌کند.

۲-۲-۳- ژوراسیک بالایی

در شمال شرقی برگه اردبیل زخمون‌هایی از واحدهای سنگی متعلق به سازند لار شامل دولومیت و دولومیت‌های آهکی چرتدار به رنگ زرد تا قهوه‌ای و ضخیم لایه می‌باشند که بطور همساز بروی سازند دلیچای قرار گرفته است. در برگه ماسوله زخمون‌هایی از واحدهای سنگی متعلق به سازند لار و سازند شال شامل سنگ آهک ریزدانه به رنگ صورتی تا خاکستری، ماسه سنگ آهکی و سنگ آهک ماسه‌ای به همراه کنگلومرای محلی وجود دارد. همچنین در شمال شرقی برگه هشتجین بیرون زدگی‌های کوچکی از واحدهای سنگی سازند لار متشکل از سنگ آهک ضخیم لایه متبلور تا توده‌ای کرم رنگ زخمون دارد.

سازند لار

سازند لار شامل سنگ آهک های کوه سازی با سن ژوراسیک پسین می باشد که در نواحی وسیعی از البرز بر روی نهشته های زود فرسای ژوراسیک میانی (سازند دلیچای) و یا رسوبات زغالدار گروه شمشک قرار دارد. بطور معمول سازند لار بطور همساز بر روی نهشته های مارنی و سنگ آهک های مارنی سازند دلیچای است ولی گاه سازند دلیچای وجود ندارد و سنگ آهک های سازند لار بطور مستقیم روی نهشته های گروه شمشک و یا سنگ های کهن تر قرار می گیرد. سطح بالایی سازند لار همیشه سطحی فرسایشی است که با سنگ های گوناگونی پوشیده می شود.

سازند شال

سازند شال شامل توالی آشکاری از نهشته های قهوه ای مایل به سبز با سنگواره های ژوراسیک پسین و کرتاسه پیشین وجود دارد. سنگ رخساره و سنگواره های همراه این نهشته ها و تفاوت آشکار آن با سنگ های همزمان در دیگر نقاط البرز سبب شده تا دیویس و همکاران (۱۹۷۲) این واحد سنگی را سازند شال نامگذاری کنند.

آمیزه های رنگی (قبل از کرتاسه) در برگه لاهرود

کهن ترین سنگ های منطقه، مجموعه ای افیولیتی (اله یارلو) با سن قبل از کرتاسه می باشد که برونزد آن در هسته ای تاقدیس (اله یارلو) رخنموده است. این مجموعه شامل سنگ های دگرگونه از نوع شیست، گنایس، آمفیبولیت، متادیا باز، به همراه بلوک هایی از سرپانتینیت و برش های تکتونیکی شامل گابرو- پلاژیوگرنایت، دونیت، مرمر، امفیبولیت و گنایس می باشد.

۳-۳-۲- کرتاسه

کرتاسه با ۷۵ میلیون سال سن، طولانی ترین دوره مزوزوئیک است. مرز ژوراسیک- کرتاسه در ایران با رخداد سیمین پسین مشخص می گردد. در بیشتر نواحی البرز شمالی به جز جنوب چالوس گذر از ژوراسیک به کرتاسه آرام و تدریجی است. و در پاره ای از نقاط می توان ناپیوستگی رسوبی وابسته به رویداد سیمین پسین را دید. گوناگونی شرایط حاکم بر حوضه های رسوبی کرتاسه البرز شمالی بیان ویژگی سنگی و زیستی را در البرز شمالی دشوار می سازد و لذا مسائل کرتاسه البرز شمالی تحت چند گستره بررسی می گردد که با توجه به محدوده مورد بحث گستره باختری البرز شمالی (نواحی بندرانزلی، ماسوله، جنوب رشت، ناحیه لاهیجان) مورد بررسی قرار می گیرد. همچنین در گستره های وسیعی از آذربایجان کهن ترین سنگ های کرتاسه ردیف های کربناتی اربیتولین دار با رخنمون محدود و بسیار پراکنده بطور دگرشیب زمین های گوناگون به ویژه رسوبات زغالدار و دگرشکل گروه شمشک را می پوشانند.



۱-۳-۲- کرتاسه زیرین

در محدوده استان بیرون زدگی واحدهای سنگی کرتاسه زیرین در بخشهایی از برگه اردبیل، هشت چین، رضی رخنمون دارد و عموماً با شیل و ماسه سنگ قرمز شروع می‌گردد و بر روی آن آهکهای بلورین، سنگ آهک زیست زاد-آواری و دولومیت ضخیم لایه به رنگ خاکستری تیره دارای گرهک‌ها و نوارهای چرتی سیاه‌رنگ همراه با میان لایه‌های شیل و سیلتستون و ماسه سنگ بطور همشیب قرار می‌گیرد.

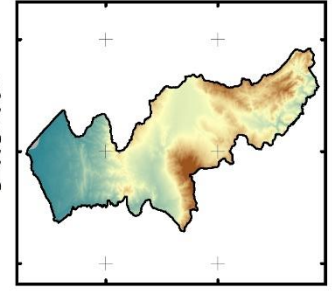
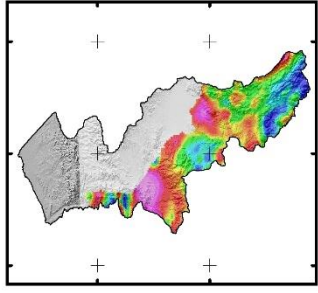
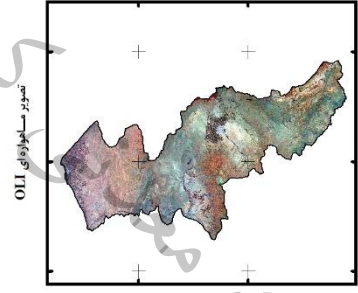
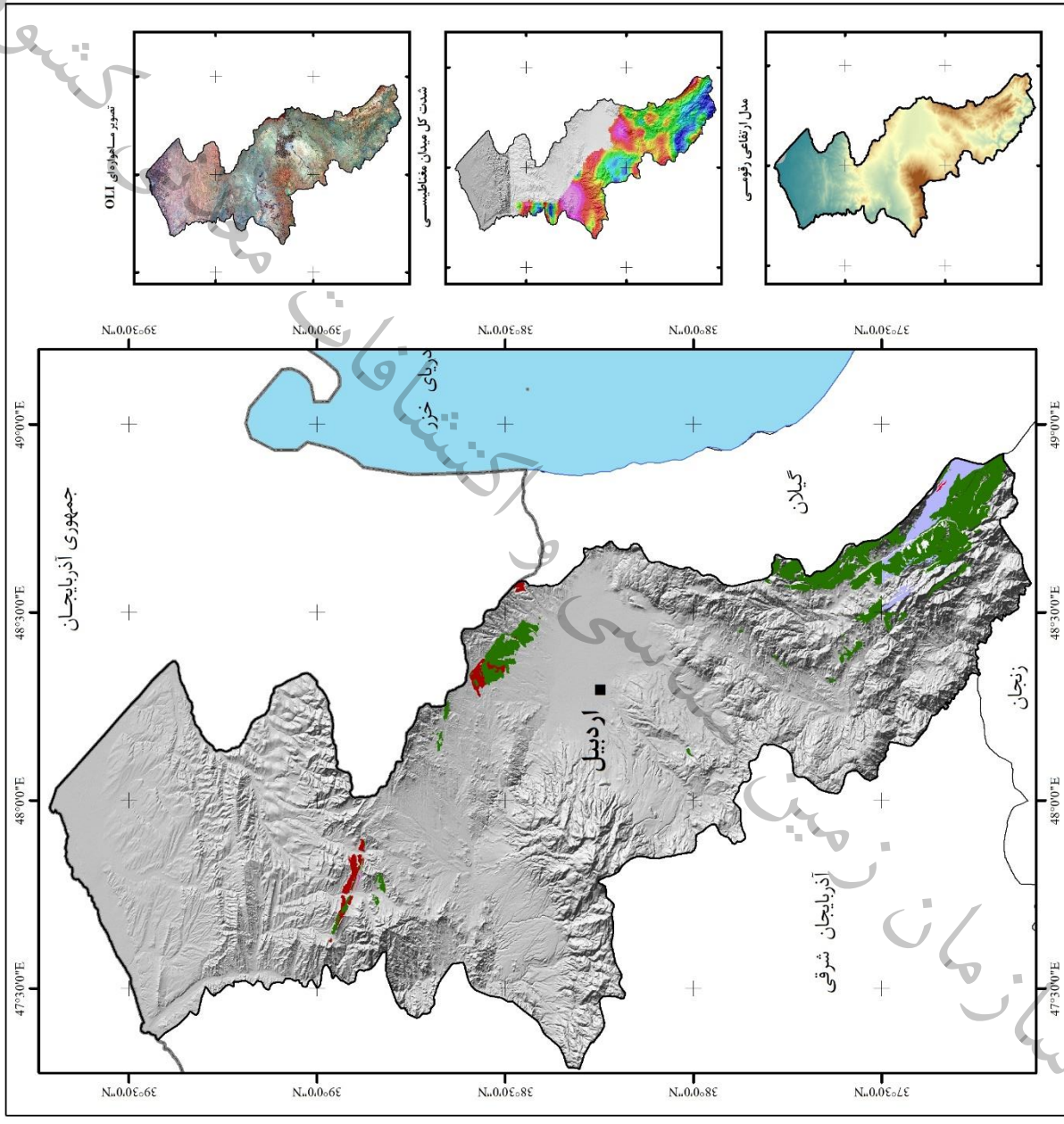
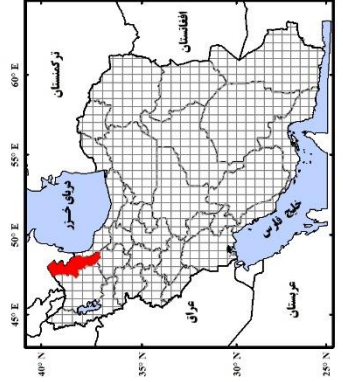
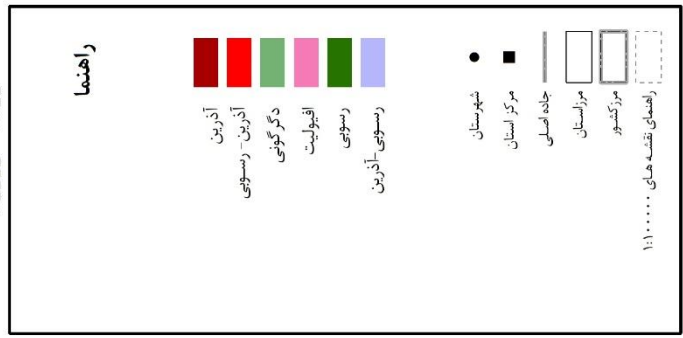
۲-۳-۳- کرتاسه بالایی

بیرون زدگی‌های کرتاسه بالایی در اردبیل با تناوب کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز شروع می‌گردد که بطور دگرشیب با ستبرای ۱۰۰-۲۰۰ متر بر روی واحدهای کرتاسه زیرین قرار می‌گیرد. این لایه‌ها توسط دایک‌ها و سیل‌هایی مورد هجوم قرار که اغلب دارای ترکیب تراکی بازالت پتاسیک داشته و به سری آلکالن تعلق دارند. در برگه خلخال- رضوانشهر یک نبود چینه‌شناسی طولانی در اواخر پالئوزویک در این بخش حاکم بوده است. سنگهای فیلیش‌گونه بیشتر هسته تاقدیس رشته کوه بوغرداغ را تشکیل داده و محور تاقدیس و ناودیس در یک راستای شمالی- جنوبی، منطقه گسترده‌ای را زیر پوشش قرار داده است. سنگهای رسوبی کرتاسه بطور ناهمساز سنگهای دگرگونه و غیردگرگونه پالئوزیک بالا را پوشانده و خود بطور ناهمساز در زیر سنگهای پالئوژن و کواترن جای دارند. در برگه آستارا در کرتاسه بالایی رخنمونی از سنگهای آندزیت و گدازه‌های برشی همراه لایه‌هایی از توف، توف ماسه‌ای و نیز شیل و ماسه سنگ ولی این مجموعه در گردنه حیران بگونه ناهمساز در زیر کنگلومرای قاعده پالئوسن و در گوشه شمال باختری نقشه توسط توف‌های وابسته به پالئوژن بگونه دگر شیب پوشیده می‌شود.

در بخشهایی از برگه‌های ماسوله، هشت‌چین، کیوی رخنمون واحدهای سنگی کرتاسه بالایی شامل سنگ آهک‌های توده‌ای، متبلور و دولومیتی، به همراه سنگهای سیلیسی- آواری و گاه با میان لایه‌های آهکی، شیلی دیده می‌شود این آهک‌ها گاهی با همبری گسله و گاهی بصورت همشیب بوسیله توفهای سبز و آهک‌های ماسه‌ای و توفی زرد رنگ ائوسن پوشیده می‌شود. در برگه لاهرود سنگهای منسوب به این دوره که غالباً در شمال منطقه رخنمون دارند بیشتر نهشته‌های رخساره عمیق دریای کرتاسه‌ی بالایی است و عمدتاً شامل آهک‌های پلاژیک صورتی همراه چرت‌های رادیولاریتی با ضخامت متغیر و در ناحیه هراسبان همراه سنگهای ولکانیکی اسپیلیتی زیردریایی، تناوب نازک از شیل، ماسه سنگ، آهکهای خاکستری نازک لایه متناوب با مارن. این سنگهای رسوبی در بخشهای بالایی حاوی گدازه‌های تراکیتی- تراکی آندزیتی برشی شده، با افق‌هایی از آگلومرا است.



نقشه پراکندهی واحدهای سنگی دوران مزوزوئیک



شکل ۳-۲- نقشه پراکندهی واحدهای سنگی دوران مزوزوئیک



۴-۲- سنوزوئیک

در ایران همانند دیگر نقاط جهان، سنوزوئیک از ۶۵ میلیون سال پیش و پس از رخداد کوهزایی لارامین آغاز شده است و شامل سه دوره پالئوژن، نئوژن و کواترنری است. در رخداد لارامید، زمین درزهای کهن بسته شده و حوضه‌های رسوبی مستقل سنوزوئیک تشکیل شده‌اند. در دشت گرگان، ساحل جنوبی دریای خزر و دشت مغان (بخشهای شمالی استان اردبیل) ویژگی‌های سنگی و زیستی ردیف‌های ترشیری تفاوت آشکاری با دیگر نواحی ایران دارد به گونه‌ای که وجود یک حوضه رسوبی مستقل را در نواحی یاد شده حتمی می‌سازد. از آغاز پالئوژن دریای تتیس به دو حوضه جنوبی (مدیترانه کنونی) و شمالی (پاراتتیس) تقسیم شده است و دریای پاراتتیس به سه حوضه کوچکتر باختری، مرکزی، خاوری تقسیم شده که از میان آنها پاراتتیس خاوری نواحی واقع در شمال کریمه، قفقاز، دریای سیاه، دریای خزر، دریاچه آرال و ترکمنستان را زیر پوشش داشته است. دریای خزر، و ساحل جنوبی آن، دشت گنبد- گرگان، بندر انزلی، شمال آستارا و دشت مغان بخشهایی از ایران شمالی هستند که از میوسن میانی به بعد با پاراتتیس خاوری پوشیده می‌شوند ولی به دلیل فرونشینی بستر به ویژه افت سطح دریا از آب بیرون مانده اند. در البرز جنوبی، توالی ستبری از رسوبات دریایی پالئوژن و نهشته‌های قاره‌ای نئوژن دیده می‌شود.

۱-۴-۲- پالئوژن

۱-۱-۴-۲- پالئوسن - ائوسن

در دامنه شمالی البرز توالی‌های پالئوسن گسترش محدود دارد و در بیشتر نقاط البرز جنوبی رخساره پالئوسن، قاره‌ای (سازند کنگلومرای فجن) است. (شکل ۲-۴)

سازند فجن

این سازند نشانگر چرخه‌های فرسایشی پس از رویداد کوهزایی لارامید است که بطور عموم ردیف‌های کهن تر را با دگرشیبی زاویه‌ای می‌پوشاند. از نگاه سنگ‌شناختی این سازند شامل ضخامت متغیری از کنگلومرای چندزادی، ماسه سنگ‌های سرخ رنگ و مارن ماسه‌ای است. در محدوده استان اردبیل این سازند در برکه‌های آستارا، هشتچین، ماسوله رخنمون دارد.

واحدهای سنگی رخنمون یافته در محدوده استان به سن پالئوسن - ائوسن عموماً شامل سنگهای آتشفشانی تراکی آندزیتی تا آندزیتی آندزیت، بازالت، توف برشی، توف جوش خورده.

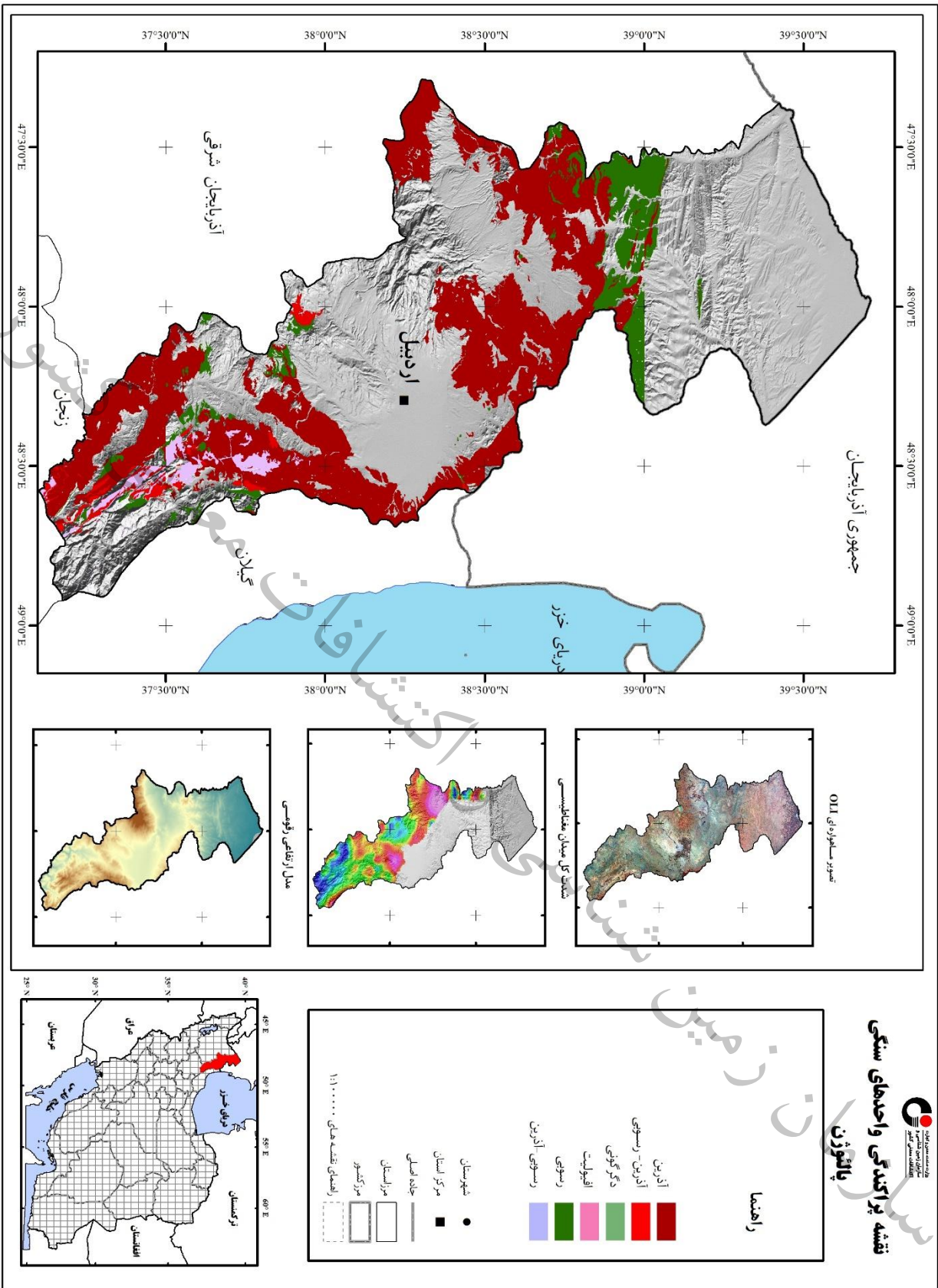
سازند زیارت

این سازند نشانگر واحدی از سنگ آهک نومولیت دار به سن ائوسن میانی است که بطور معمول در فاصله چینه شناسی سازند فجن در زیر و سازند کرج در بالا قرار دارد. این سازند در محدوده استان در برکه های ماسوله، هشتچین زخمون دارد.

سازند کرج

این سازند شامل توالی ستبری از توفهای سبز رنگ، سنگهای رسوبی و گدازه های آتشفشانی و به ندرت تبخیری است و در محدوده استان در برکه ماسوله زخمون دارد.

در دشت مغان سنگهای پالئوسن گسترش محدودی دارند و شامل مارن، سنگ آهک مارنی است که میان لایه هایی از برش و گدازه های جریان دارد. این مجموعه در فاصله چینه شناسی کرتاسه بالایی و ائوسن قرار دارد و حاوی میکروفسیل های دانین- پالئوسن و یا ائوسن زیرین است. زخمون واحدهای سنگی ائوسن در بیشتر برکه های استان اردبیل وجود دارد.



نقشه پراکندگی واحدهای سنگی پالتوزن



پالتوزن

راهبها

- آذربایجان
- آذربایجان - روسیه
- دگر گونی
- اقلولیت
- روسیه
- روسیه آذربایجان

- شهرستان
- مرکز استان
- جاده اصلی
- مرز استان
- مرز کشور
- رانجی نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰

شکل ۴-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی پالتوزن

۲-۴-۲- پالئوژن - نئوژن

۲-۴-۲-۱- الیگوسن - میوسن

در منطقه مغان مجموعه‌ای از نهشته‌های تخریبی دانه درشت کنگلومرای تا دانه‌ریز رسی به نام سازند زیوه وجود دارد به سن الیگوسن- میوسن میانی که از بلندی‌های شمال اردبیل به محیط رسوبی مغان حمل شده‌اند. (شکل ۲-۵).

سازند زیوه

برش الگوی این سازند در نزدیکی دهکده زیوه واقع در جنوب شهرک مرزی اصلاندوز مطالعه شده است. این سازند که با ناپیوستگی هم شیب و گاه دگرشیب بر روی نهشته‌های ائوسن قرار دارد، ترکیب سنگی همگنی ندارد. این سازند بطور عموم تهی از آثار فسیل جانوری است. رخنمونهایی از این سازند در برکه زمین شناسی گرمی می‌باشد.

در بعضی مناطق البرز توالی میوسن بطور عمده محدود به فرونشست‌های میان کوهی است. در این نواحی ردیف‌های منسوب به میوسن بطور عمده نهشته‌های سرخ رنگی از مارن، ماسه سنگ، و کنگلومراست که بطور محلی گچ یا نمک دارد و گاهی چند متر سنگ آهک میلیولیدار در بخش زیرین آنها دیده می‌شود این نهشته‌ها به طرف حاشیه حوضه تبدیل به کنگلومرا می‌شود و این انباشته‌های قاره‌ای سازند سرخ نامیده می‌شوند.

سازند سرخ پایینی

سازند سرخ پایینی جز و انباشته‌های قاره می‌باشد این سازند قابل قیاس با سازند سرخ بالایی ایران مرکزی است و دارای تغییرات سنی از الیگوسن تا میوسن است. رخنمونی از این سازند در برکه گیوی وجود دارد.

۲-۴-۲-۲- میوسن پسین

سنگهای تورتونین پایینی در جنوب دریای خزر کهن‌ترین ردیف‌های نئوژن است که بطور دگرشیب بر روی ردیف‌های پالئوسن زیرین و یا کرتاسه بالایی نشسته است. نهشته‌های مذکور با ۲۵۰ مترسترا توالی متناوبی از مارن سرخ، سبز، آبی، ماسه سنگ خاکستری- سرخ همراه با لایه‌های نازک میکروکنگلومرا است که در بعضی نقاط در بخش قاعده‌ای آن یک لایه نازک بازالت و در زیر آن مارن های گچ دار دیده می‌شود. در منطقه مغان ردیف‌های مشابهی به ضخامت ۲۰۰ تا ۵۵۰ متر به تورتونین نسبت داده شده است ولی در اینجا بین لایه‌های آهکی و دولومیتی حاوی دوکفه ای‌ها و شکم پایان نیز وجود دارد. سنگهای تورتونین بالایی در سراسر



مغان تا جنوب دریای خزر ویژگی‌های سنگ‌شناسی مشابهی دارند و اغلب از ماسه سنگ‌های دانه‌ریز، سیلت، رس و رس سنگ با بین لایه‌های آهکی، دولومیتی و یا رس سرخ رنگ تشکیل شده اند. در منطقه مغان، ردیف‌های تورتونین بالایی، ژپس دار و خاکستری رنگ هستند و به همین دلیل گاه به نام سری خاکستری نامیده می‌شوند. در هر حال در جنوب مغان این رسوبات کنگلومرایی هستند.

سنگ‌های سارماسین بیشتر از نوع سیلت رس دار و ماسه سنگ آهکی درشت دانه به طور محلی کنگلومرایی هستند و در حوضه مغان این رسوبات با ۲۴۰۰ متر ضخامت تغییرات سنگ شناختی جانبی زیادی دارند. هم در حوضه مغان و هم در جنوب دریای خزر سنگواره‌های گوناگون معرف سارماسین زیرین - میانی هستند.

۲-۴-۲-۳- پلیوسن

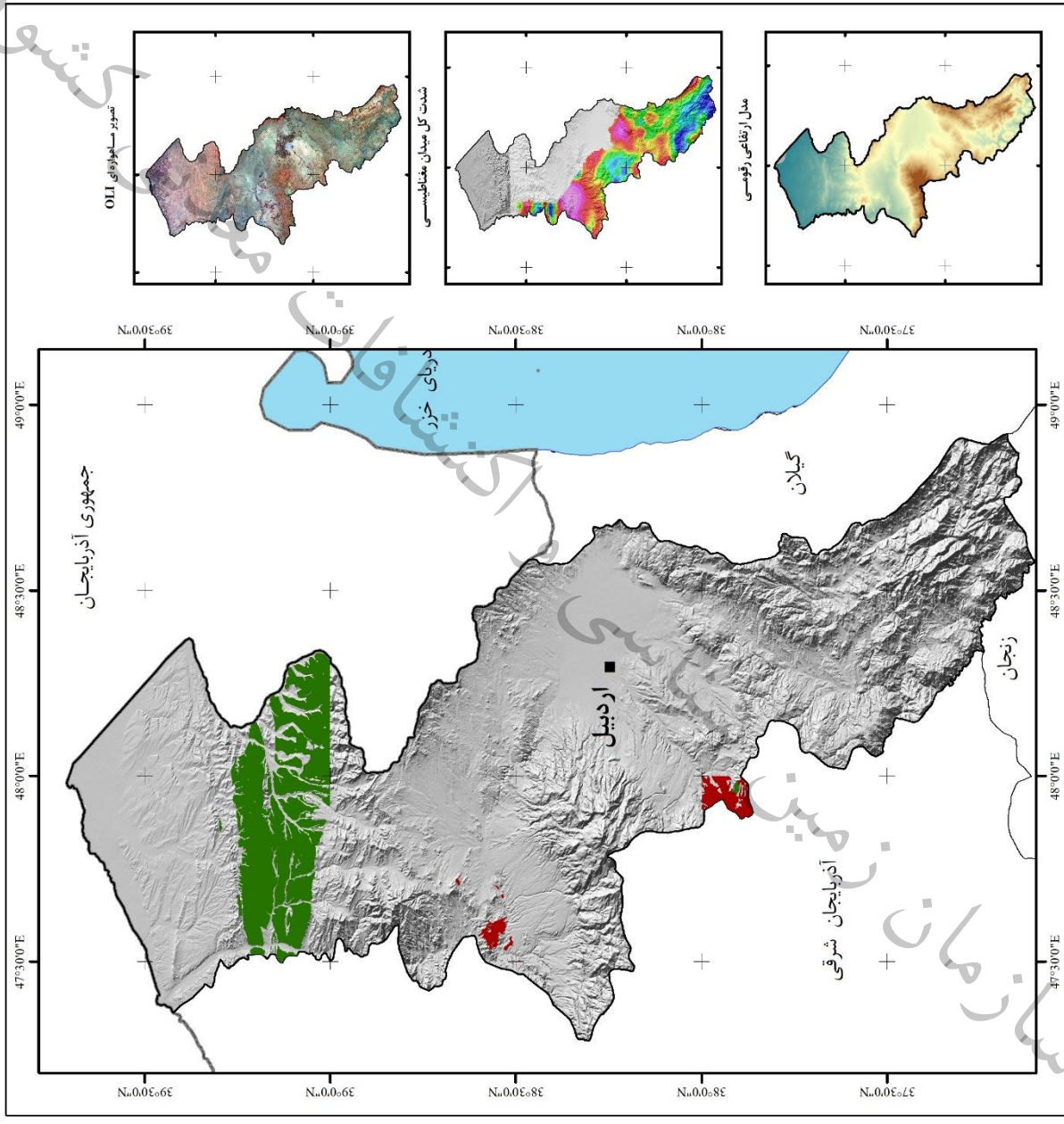
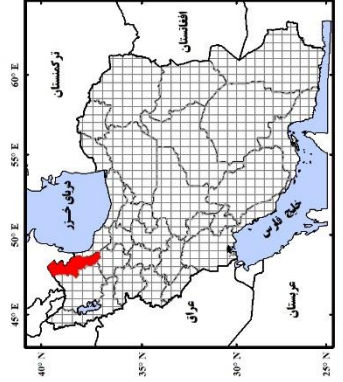
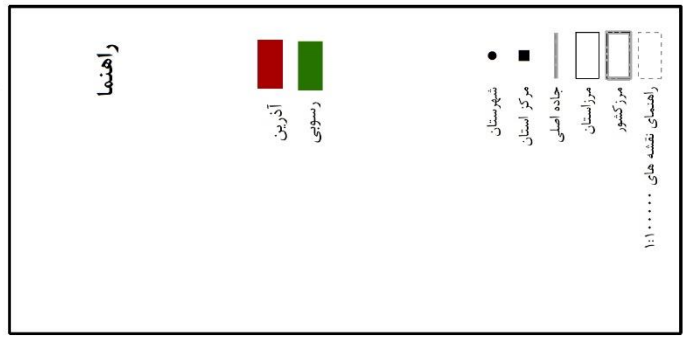
در منطقه مغان سری قاره ای (سازند چلکن) وجود ندارد و نبود چینه‌ای مهمی بین سنگ‌های سارماسین میانی و سازند آچه گیل وجود دارد

سازند آچه گیل

این سازند معرف نهشته‌های دریایی پلیوسن بالایی است و متشکل از سنگ آهک، مارن، رس، ماسه به رنگ خاکستری متمایل به سفید است. این سازند در قاعده کنگلومرایی است ولی بطرف بالا دانه‌ریز می‌شود که شامل ماسه سنگ، سیلت و رس ژپس دار و لایه‌های سفیدرنگ خاکستر آتشفشانی است. در پایان پلیوسن بالایی با پسروری دریا رسوبات رودخانه‌ای شامل کنگلومرای سست با قلوه‌های آتشفشانی تشکیل شده و به احتمال نشانگر یک خشکی‌زایی و آغاز سیستم کواترنر است. رخنمون‌هایی از این سازند در برکه زیوه وجود دارد.



نقشه پراکندهی واحدهای سنگی پالئوژن-نئوژن



شکل ۲-۵- نقشه پراکندهی واحدهای سنگی پالئوژن-نئوژن



۳-۴-۲- کواترنری

در زمین شناسی ایران بطور معمول سنگ‌ها و نهشته‌های پس از سازندهای کنگلومرای پلیوسن- پلیستوسن را به سن کواترنری دانسته‌اند که بطور دگرشیب سنگهای کهن را می‌پوشاند و در بین آنها نهشته‌های آبرفتی -کوهپایه‌ای بادی و صحرایی- کویری بیشترین سهم را دارند. (شکل ۲-۶).

نهشته‌های دریایی کواترنری

در نواحی زیر پوشش دریای پاراتیس نهشته‌های کواترنری دریایی است. جدا از چیرگی محیط دریایی در این نواحی دگرشیبی آشکاری بین ردیف‌های کواترنری و نئوژن وجود ندارد که به شرایط استثنایی شمال ایران اشاره دارد. ویژگی‌های سنگی و زیستی نهشته‌های کواترنری نواحی یاد شده مشابه ردیف‌های همزمان در جمهوری آذربایجان و ترکمنستان است.

سازند آپشرون

در نواحی مشرف به خزر جنوبی از جمله ایران به نهشته‌های آشکوب آپشرونین، سازند آپشرون گفته شده که متشکل از توالی ضخیم ماسه، مارن و لایه‌های صدف دار است که بر روی رسوبات آفچه گیل قرار گرفته است و با نهشته‌های اشکوب باکو پوشیده می‌شود. در ایران این نهشته‌ها از نوع مارن‌های آبی متمایل به خاکستری، سبز ماسه‌های ریزدانه و لایه‌های شنی و کمی خاکستر آتشفشانی است. این سازند به سن پلیستوسن آغازی است ولی احتمال دارد لایه‌های آغازین آن به سن پلیوسن پسین باشد. رخنمونهایی از این سازند در برکه زیوه وجود دارد.

لایه‌های باکو

در نواحی مشرف به خزر جنوبی از جمله ایران به نهشته‌های آشکوب باکوین لایه‌های باکو گویند که بیشتر شامل رس و ماسه با صدف زیاد است. بیرون‌زدگی از این لایه‌ها در برکه گرمی وجود دارد.

۵-۲- سنگهای آتشفشانی

۱-۵-۲- پالئوزویک

در توالی پالئوزویک ایران سنگ‌های آتشفشانی به سن اردویسین- سیلورین، دونین- کربنیفر و پرمین وجود دارد که دست کم نشانگر سه فاز کششی و شکسته شدن سکوی اپی کاتانگایی ایران است. در نواحی جنگلی دامنه شمالی البرز، به ویژه در کوه‌های طالش، سنگ‌های پالئوزویک مقدار درخور توجهی سنگ آتشفشانی و

یا آذرآواری دارند. مطالعه سنگ شناسی این آتشفشانی ها نشان می دهد که گدازه های کهن تر، از نوع روانه های اسپیلیتی و روانه های جوان تر از نوع آندزیتی است. حضور این سنگ های آتشفشانی مورد به همراه ستبرای زیاد رسوبات پالئوزوئیک وجود یک کافت پر تحرک را در دامنه شمالی البرز قوت می بخشد

۲-۵-۲- مزوزوئیک

سنگ های آتشفشانی مزوزوئیک در محدود استان محدود به دوره کرتاسه بالا بوده و در دامنه شمالی البرز مرکزی به ویژه علم کوه، پلرود، چمرود، لاهیجان، املش از نوع آتشفشان های اسید تا بازیک (کلارک و همکاران، ۱۹۷۵ و در ماسوله، به صورت میان لایه ای همراه با سنگ های ماستریشین می باشد.

۲-۵-۳- سنوزوئیک

۱-۳-۵-۲- ائوسن

ستبرترین واحدهای آتشفشان زاد ایران به سن ائوسن هستند که به ویژه در کمان ماگمایی ارومیه- بزمان، کوه های خاور ایران، بلوک لوت، جنوب بینالود، بخش جنوبی البرز و شمال باختری آذربایجان رخنمون دارند. در سنگ های آتشفشانی ائوسن ایران، تنوع سنگ شناسی و محیط تشکیل (دریایی- قاره ای) درخور توجه است. در ضمن، ترکیب شیمیایی این سنگ ها نیز تغییرات زیادی از اسیدی تا بازی دارد. ولی، در یک نگاهی کلی، ویژگی بارز آتشفشانی اصلی ائوسن ایران دو ترکیبی بودن آن است. بدین سان که، ماگمای بازیک با منشأ گوشته ای، ضمن ذوب پوسته قاره ای موجب تشکیل ماگمای اسیدی شده است. به باور امامی (۱۳۷۹)، در آتشفشانی های ائوسن ایران، اختلاط ماگما های اسید و بازیک یک پدیده فراگیر است که در تولید ماگمایی با ترکیب حدواسط گاه با ویژگی ژئوشیمیایی کلسیمی- قلیایی مؤثر می باشد. گفتنی است که تکاپوهای آتشفشانی ائوسن ایران ممکن است از نوع سنگ های گدازه ای، سنگ های گدازه ای و آذرآواری و یا ردیف های آتشفشانی- رسوبی باشند. در البرز- آذربایجان، فعالیت های آتشفشانی ائوسن، شامل مجموعه ای از سنگ های آذرآواری و گدازه های دریایی است که به طور عمده سن ائوسن میانی، و در چینه شناسی ایران «سازند کرج»، نام دارند این سازند با گسترشی از دامغان تا کوه های تالش (البرز مرکزی و باختری)، نشانگر تکاپوهای انفجاری شدید آتشفشان های زیردریایی در زمان ائوسن است که گاه تا ۳۰۰۰ متر ضخامت دارد.



۲-۳-۵-۲- ائوسن - الیگوسن

حرکت‌های کوهزایی پیرنئن که در اواخر ائوسن و اوایل الیگوسن روی داده تأثیر درخور توجهی بر زمین‌شناسی ایران داشته است. یکی از پیامدهای این رویداد، گسترش محیط‌های خشکی است. به همین رو، تکاپوهای آتشفشانی این زمان، به طور عمده از انواع دریایی کم عمق تا قاره‌ای هستند که بیشتر آنها رنگ سُرخ و یا خاکستری تیره دارند که با رنگ مایل به سبز ردیف‌های آتشفشانی ائوسن تفاوت آشکار دارد. در البرز - آذربایجان آتشفشانی‌های ائوسن - الیگوسن شامل ریولیت (انزلی - میانه)، داسیت (میانه) آندزیت (تبریز) و تراکی آندزیت، لاتیت و بازالت (میانه) است. این سنگ‌ها، فوق اشباع از سیلیس، با گرایش متفاوت پتاسیمی و یا سدیمی بوده و می‌توان منشأ پوسته‌ای را برای پاره‌ای از آنها پذیرفت. افزون بر سنگ‌های اسیدی یاد شده، سنگ‌های بازالتی با گرایش سدیمی نیز وجود دارد که خود منشأی برای آتشفشانی‌های حدواسط - اسیدی (تراکی آندزیت، فنولیتی - تراکیتی) بوده‌اند. جدا از روانه‌های گدازه‌ای محض، در بندرانزلی گدازه‌ها به همراه مواد آذرآواری هستند.

۲-۳-۵-۳- الیگوسن

در زمان الیگوسن، با تشدید حرکات زمین‌ساختی، شکستگی‌های ژرف سنگ‌کره، موجب بالا آمدن ماگمای بازالتی از گوشته شده که حاصل آن رخنمون‌هایی بعضی مناطق استان اهر می‌باشد.

۲-۳-۵-۴- پلیوسن

سنگ‌های آتشفشانی پلیوسن به شکل گدازه‌های آندزیتی در شمال خاوری میانه و گنبد‌های آتشفشانی خروجی درنواحی اهر و خواجه (خاور تبریز) رخنمون دارند که بیشتر دارای ترکیب اسیدی تا حدواسط و از نوع سنگ‌های فوق اشباع از سیلیس و آلومین می‌باشند.

۲-۳-۵-۵- کواترنری

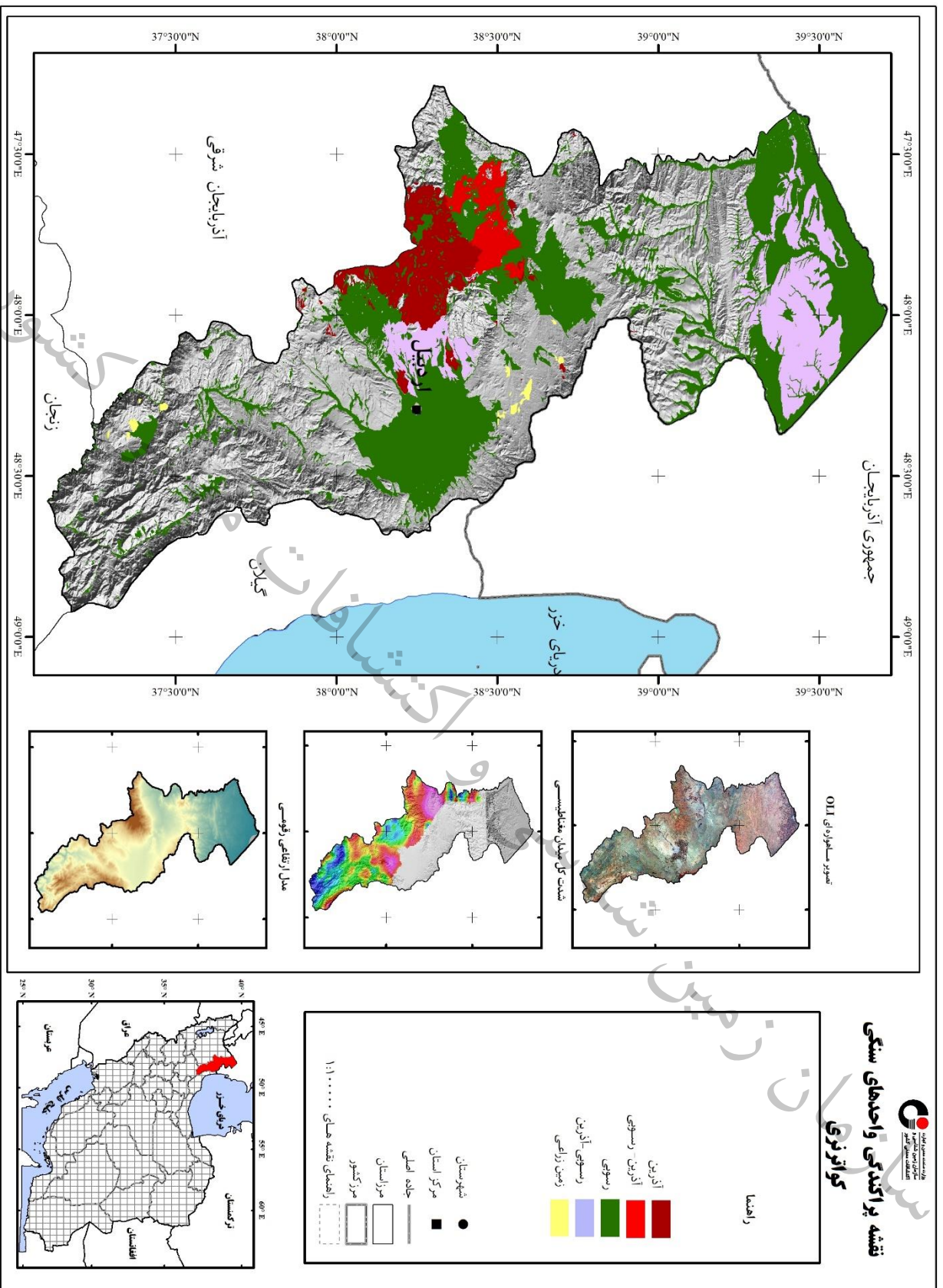
سنگ‌های آتشفشانی کواترنری نشانگر آخرین تکاپوهای ماگمایی ایران هستند که شکل‌گیری آتشفشان‌های چینه‌ای عظیم مانند سهند و سبلان و دماوند و ... حاصل آن است.

آتشفشان سبلان

این آتشفشان در ۴۰ کیلومتری جنوب باختر اردبیل و ۲۵ کیلومتری جنوب خاوری مشگین شهر قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا ۴۸۲۰ متر و گدازه های آن سطحی معادل ۱۲۰۰ کیلومتر مربع را زیر پوشش دارند. آتشفشان سبلان سه قله دارد که بدلیل فروریختگی به شدت فرسوده است قله بلندتر سبلان سلطان و دو قله دیگر هرم داغ و آقام داغ نام دارد. در بلندترین قله دریاچه ای وجود دارد که به احتمال باقیمانده دهانه آتشفشان است. آتشفشان سبلان از نوع نقطه ای و مخروطی های آتشفشان چینه ای است که از نظر ساختار و حجم شبیه آتشفشان های حاشیه قاره است.

بازالت های کواترنری

این سنگها حاصل آخرین مرحله آتشفشانی در ایران هستند، با ترکیب کانی شناسی اولیوین بازالت گسترش متفاوتی دارند. در برگه های گیوی، اهر، اردبیل مشگین شهر، رخنمونهایی از این سنگها وجود دارد.



شکل ۲-۴ نقشه پراکنده گی واحد های سنگی کواترنری

۲-۶- توده های نفوذی

در استان اردبیل بیشترین پراکندگی توده های نفوذی مربوط دوران سنوزوئیک می باشد. در این دوران بیشترین حجم و پراکندگی توده های نفوذی مرتبط با دوره ائوسن- الیگوسن می باشد. (شکل ۲-۷)

۲-۶-۱- پالئوزوئیک

در شرایط زمین ساختی به نسبت آرام پالئوزوئیک ایران، جایگیری توده های نفوذی چندان درخور انتظار نیست. با این حال، در محدوده استان زخمونهایی در دونین به شرح ذیل می باشد.

۲-۶-۱-۱- دونین میانی

در ناحیه ماسوله و تالش، بعضی توده های نفوذی از نوع دیوریت، گابرو، پریدوتیت مانند توده های گرانیتی خاور گشترودخان و حوالی ماسوله به دونین میانی و یا قدیمی تر نسبت داده شده اند (دیویس و همکاران، ۱۹۷۵) ولی در بسیاری از حالات سن آنها قطعی نیست

۲-۶-۲- مزوزوئیک

۲-۶-۲-۱- تریاس

بیشتر در دامنه شمالی البرز (لاهیجان، ماسوله، تالش، مشهد) و یا زون سنندج- سیرجان برونزد دارند. توده های نفوذی تریاس شمال ایران بیشتر از نوع برخوردی و حاصل تصادم صفحه ایران و صفحه توران، در زمان تریاس پسین اند. گرانیت تورمالین دار ماسوله، به همراه پیکره های دیوریتی و گابرویی در نهشته های آواری و دگرگونه پالئوزوئیک کوه های تالش تزریق شده و بوسیله نهشته های زغالدار گروه شمشک به سن رتو - لیاپ پوشیده شده اند. این پیکره های نفوذی نتیجه تپش های ماگمایی چند زمانه اند که از میان آنها، سن رادیومتری مسکویت های گرانیت ماسوله به روش رویدیم - استرانسیم نشانگر سن $5 + 180$ میلیون سال است (کرافورد، ۱۹۷۷). سن رادیومتری یاد شده و همچنین جایگاه چینه نگاشتی توده های یاد شده تأییدی بر زمان تریاس پسین اند.



۲-۶-۲-۲ ژوراسیک

در پاره‌ای نواحی ایران، به ویژه البرز، توده‌های نفوذی کوچک و بزرگی شناسایی شده که در نهشته‌های رسوبی ژوراسیک تزریق شده و در ارتباط با رخدادهای سیمین پشین دانسته شده‌اند. وجود توده‌های نفوذی ژوراسیک در البرز پرسش‌آمیز است و به طور معمول یکی از تفاوت‌های آشکار با ایران مرکزی، نداشتن نفوذی‌های ژوراسیک است. با وجود این نفوذی‌های البرز شمالی مانند گرانیت لیاسر (در مسیر انزلی به آستارا)، را بدون داشتن شاهد مطمئن به ژوراسیک نسبت داده‌اند.

۲-۶-۲-۳ کرتاسه

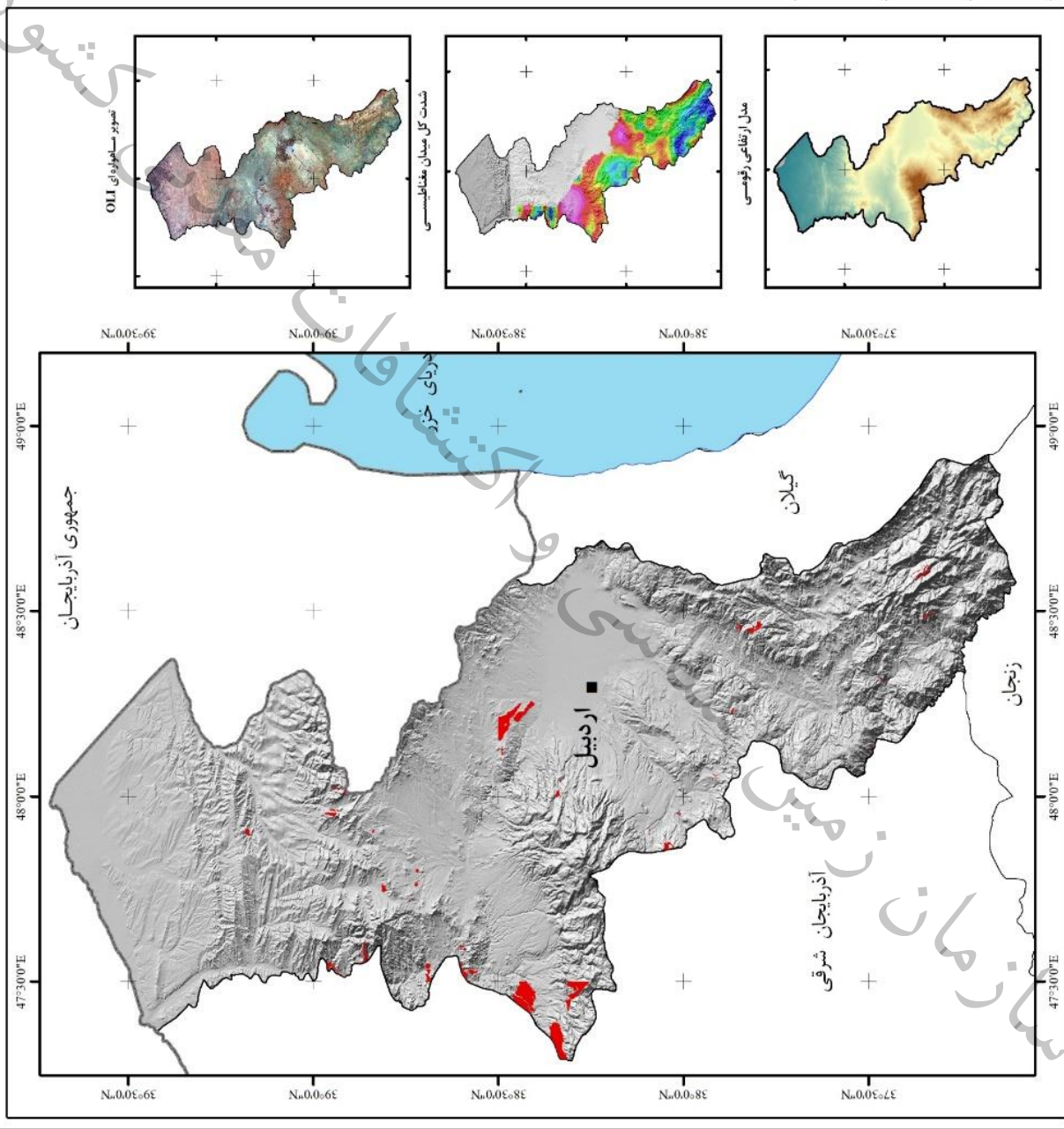
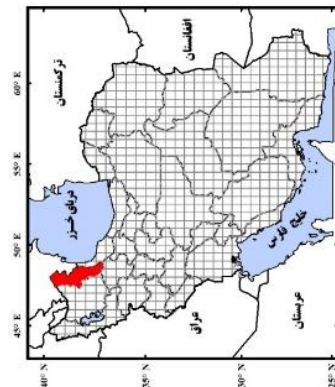
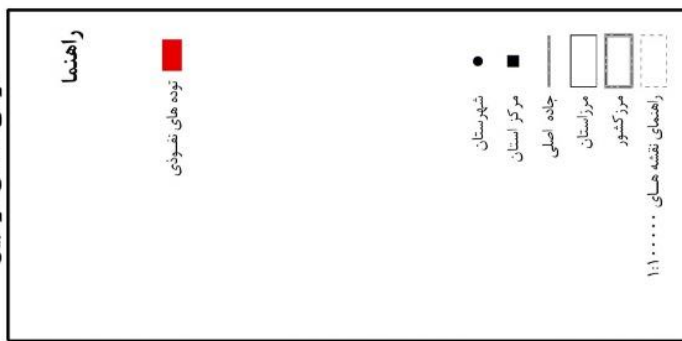
نفوذی‌های این دوره به سن کرتاسه پشین و در ارتباط با فاز کوهزایی لارامید هستند در البرز باختری، توده نفوذی کرتاسه پشین منحصر به یک توده کوچک از سینیت و مونزونیت است که سنگ‌های گروه شمشک را بریده‌اند. این توده کوچک را آنلز (۱۹۷۵) به نام «مونزونیت برده» نامگذاری و به زمان کرتاسه نسبت داده شده است.

۲-۶-۳ سنوزوئیک

۱-۲-۶-۳-۱ ائوسن - الیگوسن

در محدوده استان اردبیل بیشتر توده‌های نفوذی متعلق به دوره ائوسن - الیگوسن می‌باشند که می‌توان به توده میرزا حسن کندلو (جنوب دشت مغان)، توده اوقلان داغ (باخترکوه سبلان) اشاره کرد. بیشتر این توده‌های نفوذی شامل گرانیت، گرانودیوریت و گابرو و دیوریت بوده و در بعضی مناطق به شکل سیل و لاکولیت و دایک می‌باشند. همچنین بیرون زدگی‌هایی از این توده‌های نفوذی در برکه‌های هشتچین، کیوی، اهر، مشگین شهر، ماسوله، لاهرود، خلخال رخنمون دارند.

نقشه پراکنده‌گی توده های نفوذی استان اردبیل



شکل ۷-۲- نقشه پراکنده‌گی توده های نفوذی استان اردبیل



۲-۷- پهنه‌های ساختاری استان اردبیل

با توجه به جدید ترین نقشه پهنه‌های ساختاری- رسوبی ایران (سهندی و همکاران، ۲۰۱۴)، بخش وسیعی از استان اردبیل مربوط به زون ساختاری- رسوبی البرز غربی- آذربایجان می‌باشد و در آن سنگ‌های آتشفشانی و پیروکلاستیک‌های اوایل ترشیاری سهم به سزایی دارد، همچنین بخشهای کوچکی از استان در قسمتهای جنوب شرقی و شمال استان اردبیل متعلق به زیرزون خزر-تالش- زیوه می‌باشد (شکل ۲-۸).

۲-۷-۱- زون البرز غربی- آذربایجان

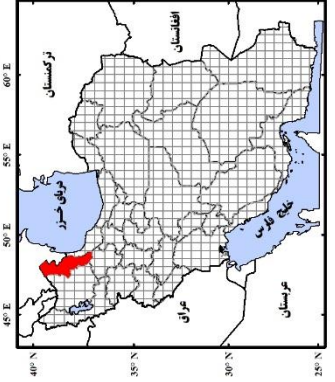
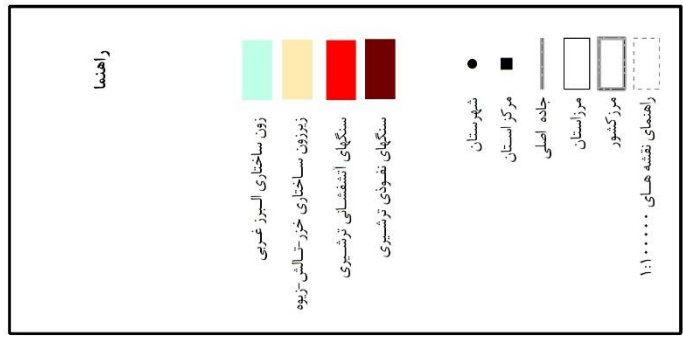
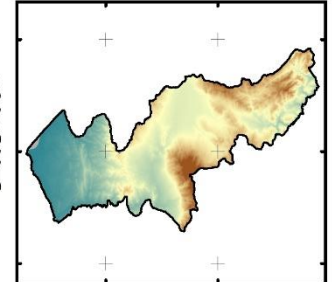
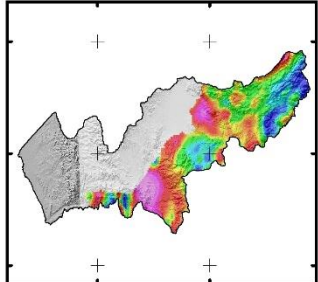
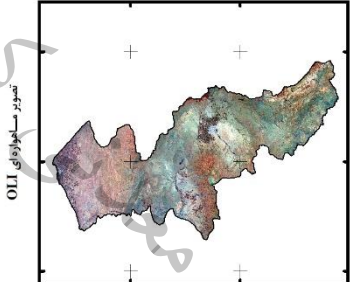
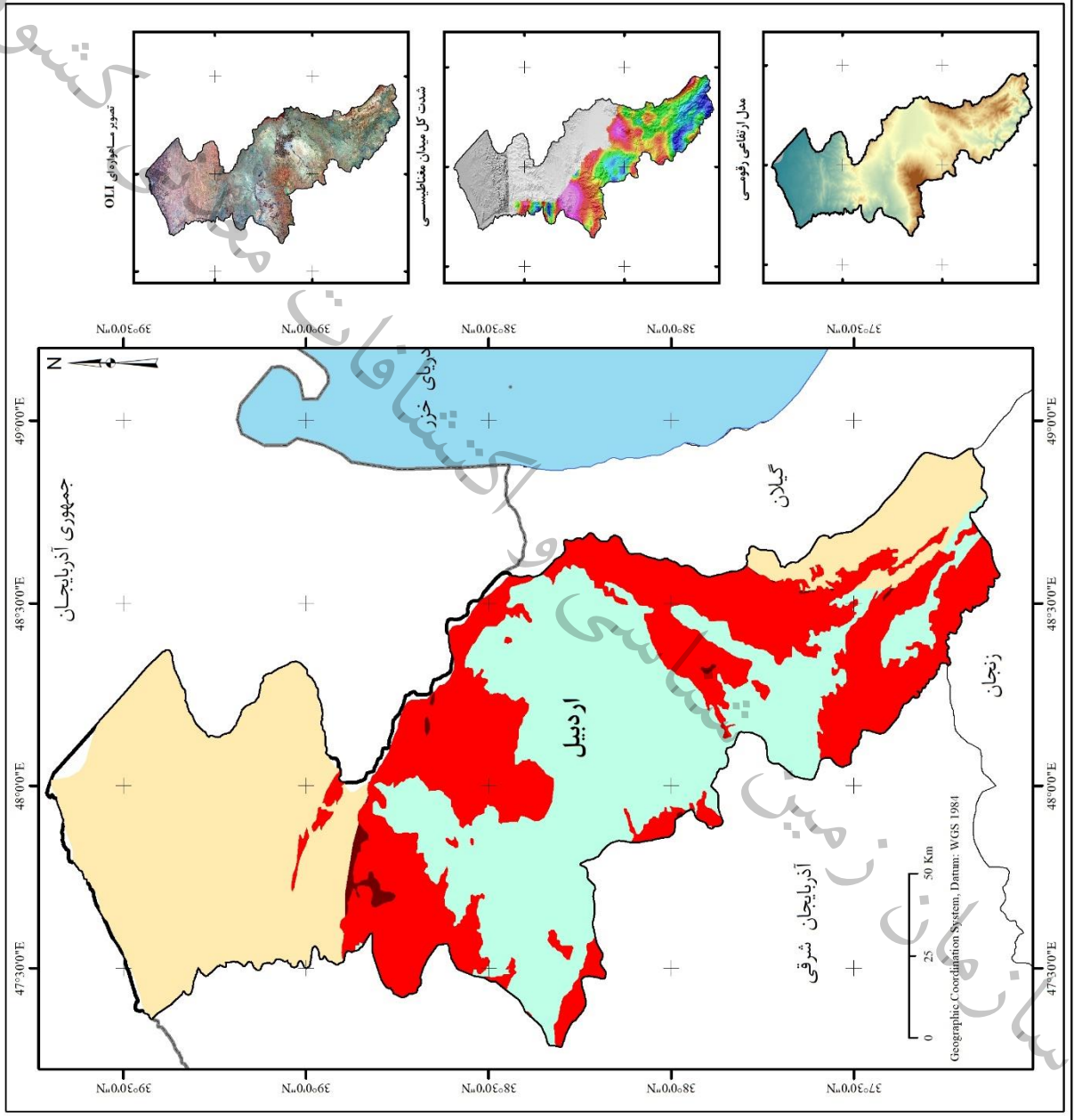
کوههای البرز یک رشته شرقی- غربی نسبتاً پیچ و خم دار را در شمال ایران و جنوب دریاچه خزر تشکیل می‌دهد. رشته کوههای البرز خود بخشی از قسمت شمالی کوهزایی آلپ- هیمالیا در آسیای غربی به شمار می‌آید که از شمال به حوضه فرو رفته خزر و از جنوب به فلات مرکزی ایران محدود می‌شود. در فاصله زمانی پرکامبرین پیشین و پالئوزوئیک زیرین در البرز دو رخساره متفاوت دیده می‌شود و رخساره‌های کم عمق تبخیری، دولومیتی و آهکی کم عمق و رخساره رسوبات دراز گودال است که رسوبات آواری و تخریبی شدید، رسوباتی از نوع فلیش و آتشفشانهای قلیایی و فوق قلیایی و حتی افیولیت را شامل می‌شود. رشته کوههای البرز بخش حاشیه فلات چین خورده وسیع ایران را تشکیل می‌دهند که ساختار آن نتیجه دو کوهزایی مهم است. یکی کوهزایی پرکامبرین (آسینیتیک) که این دوره اساساً بوسیله دگرگونی که بهم پیوستگی و سخت شدن پی سنگها را در پرکامبرین منجر شده و نبوده‌های مهم چینه شناختی مربوط به قبل از دونین و قبل از پرمین که به جنبشهای کوهزایی و یا نا آرامی‌های خشکی زایی به سن کالدونین یا هرسی نین نسبت داده شده مشخص می‌شود. دوم کوهزایی آلیپ مربوط به دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک.

۲-۷-۲- زیر پهنه خزر-تالش- زیوه

زیر پهنه خزر-تالش-زیوه در بخش شرقی و شمالی البرز غربی واقع شده است و متشکل از بقایای پالئوتتیس، سنگهای دگرگونی و سنگهای رسوبی است که در طی زمانهای مختلف زمین شناسی دستخوش تغییرات زیادی گردیده است. این حوادث معلول تاثیر فازهای کوهزایی و حرکات خشکی زایی ناشی از فازهای کوهزایی مختلف بوده است. به طوری که این حرکات باعث ایجاد چین خوردگی، دگرشکلی، دگرگونی، ماگماتیسیم (ولکانیسم و پلوتونیسیم)، پیشروی و پسروی دریا، نبوده‌های چینه شناسی و ناپیوستگیهای رسوبی و غیره شده است.



نقشه زونهای ساختاری استان اردبیل



شکل ۲-۸- نقشه زونهای ساختاری استان اردبیل



۸-۲- گسل های استان اردبیل

گسل‌های مهم استان اردبیل که در محدوده استان قرار دارد به شرح زیر می‌باشد (شکل ۲-۹).

گسل آستارا

این گسل با روند تقریبی شمالی- جنوبی شاید سبب پائین افتادن حوضه فرو افتاده دریای خزر نسبت به سلسله جبال تالش شده باشد. خط گسل، بیشتر توسط انباشته‌های دشت کرانه خزر پوشیده شده، ولی در برخی نقاط آثار آن که در پیکر زون خرد شده است می‌باشد. که بر روی سنگهای آذرآواری پالئوسن در حاشیه دریا دیده می‌شود. اختلاف ارتفاع و بریدگی‌هایی تند و مستقیم که در دامنه خاوری کوههای تالش دیده می‌شوند، می‌تواند نتیجه سازوکار این گسل باشند. با توجه به وجود پی سنگ دگرگونی نهشته‌های باختری گسل، چنین می‌نماید که گسل آستارا یک گسل پی سنگی کهن بوده باشد که از پالئوژن کاری شده است.

گسل نور

گسل نور گسلی راست گرد امتداد لغز است و با روندی شمال خاوری- جنوب باختری است. این گسل از کناره خاوری دریاچه نور می‌گذرد و به سوی جنوب دنباله می‌یابد. دریاچه نور هم به احتمال در اثر فرو افتادگی بخش باختری این گسل بر روی ولکانیک‌های مگاپورفیر آندزیتی ائوسن پدیدار شده است که شاید پیدایش آن وابسته به جنبش‌های تکتونیکی پس از آلپین پسین باشد. این گسل یک زون خرد شده بسیار وسیعی را باعث شده و گسل‌های فرعی منشعب از آن در جهات مختلف به وفور دیده می‌شود ولی دنباله این گسل در بخش شمالی توسط پوشش جنگلی پوشیده شده و به خوبی آشکار نیست. گمان می‌رود که این گسل نشان دهنده مرز منطقه بالا آمده تالش و فلات آتشفشانی آذربایجان باشد.

گسل هیر

این گسل با روند شمال خاوری- جنوب باختری، دست کم، به درازای ۱۸ کیلومتر در منطقه به موازی گسل هروآباد و نور کشیده شده و شاید این گسل ماسوله باشد. در نتیجه سازوکار این گسل، ولکانیک‌های بخش باختری گسل پائین افتاده است و نیز تشکیل برش‌های گسلی و زون آلتراسیون در سطح وسیعی در امتداد این گسل از نشانه‌های دیگر این گسل به شمار می‌رود. شاید این گسل در پیدایش دشت اردبیل تأثیر داشته باشد. این گسل نیز یک گسل امتداد لغز موازی گسله نور ولی با جابجایی چپ گرد است.

گسل دوایل:

این گسل به موازات گسل هیرونور در همان راستای SW-NE کشیده شده است، جای داشتن گدازه‌های مگاپورفیر آندزیت در کنار انباشته‌های کواترنر، تغییر شیب ناگهانی گدازه‌های مگاپورفیر، پیدایش یک زون آتره و خردشده در مسیر گسل از علائم این گسل است. شیب آن به سوی باختر است و به گمان این گسل و گسل هیر تاثیر به سزایی در پیدایش دشت اردبیل داشته‌اند.

گسل دامنه غربی تالش

این گسل با روند شمال شرق - جنوب غرب به درازای حدود ۱۵ کیلومتر قابل ردگیری است ادامه این گسل به سمت شماسرق توسط کواترنر پوشیده شده ولی ادامه آن در همان جهت (نقشه استارا) قابل ردگیری است.

گسل تالش

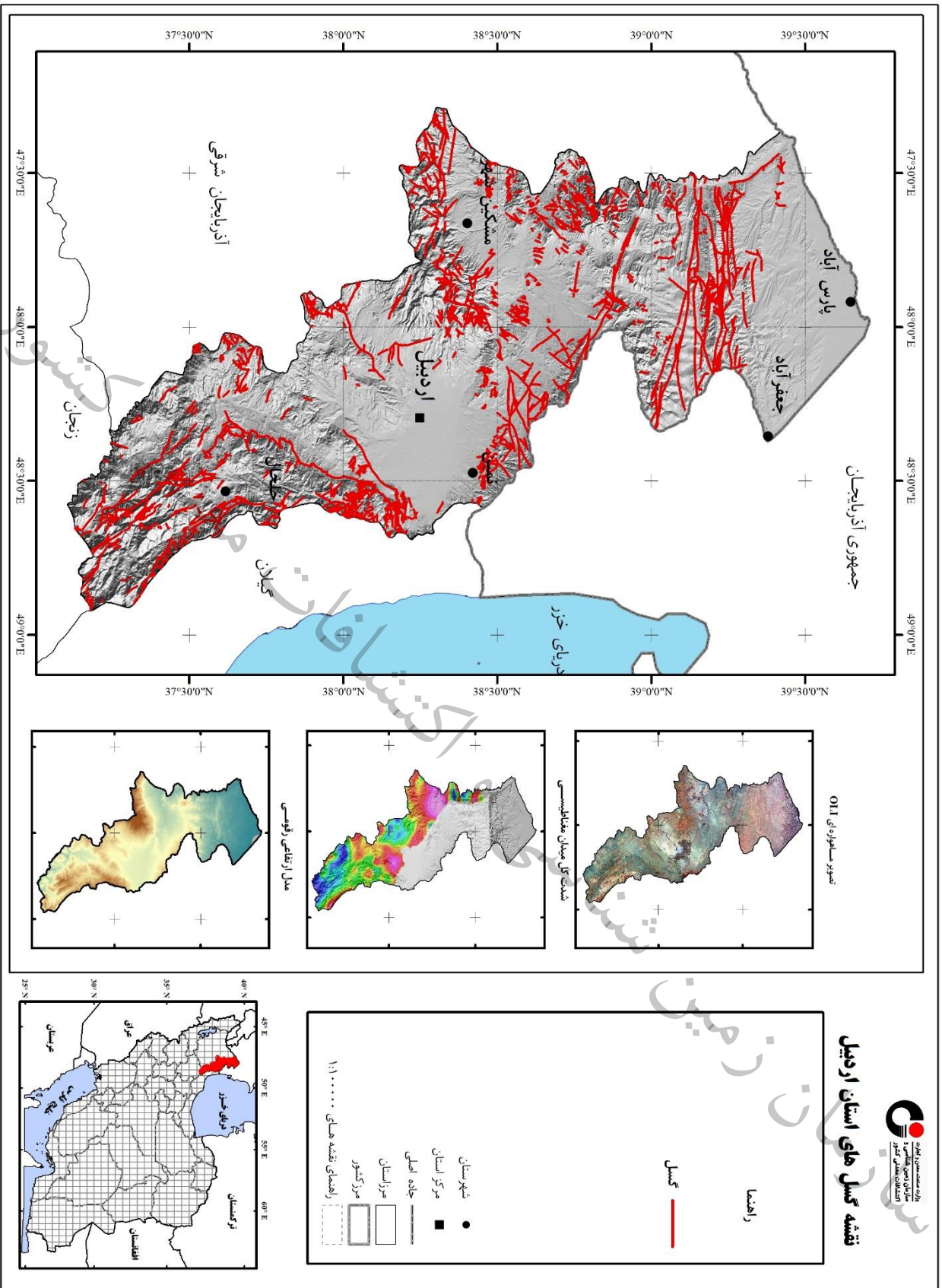
با راستای شمالی - جنوبی در کرانه باختری خزر می باشد که فرو افتادگی خزر و بالا آمدگی ارتفاعات بوغرداغ را سبب گشته است.

گسل‌های اطراف سبلان

فعالیت آتشفشان سبلان و خروج گدازه و مواد آذرآواری باعث ایجاد یکسری شکاف‌ها و گسل‌های عمیق در جهات مختلف در پیرامون کوه سبلان گردیده است که هم اکنون آبهای گرم معدنی منطقه از مسیر این گسلها خارج می شوند.

گسل شرق اردبیل

این گسل ادامه گسل ماسوله می‌باشد ولی در این منطقه خط گسل توسط رسوبات واریزه‌ای پوشیده شده است و خرد شدگی، آلتراسیون و تشکیل برشهای گسلی و پایین افتادن قسمتی از گدازه‌های ائوسن احتمالاً نتیجه عملکرد این گسل می‌باشد.



شکل ۲-۹- نقشه گسل های استان اردبیل

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

تجارت

فصل سوم

زمین شناسی اقتصادی

شناسی

و متالورژی

زمین

سازمان

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

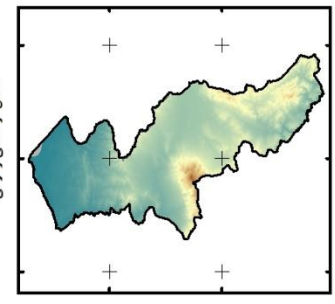
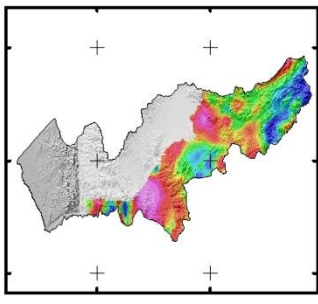
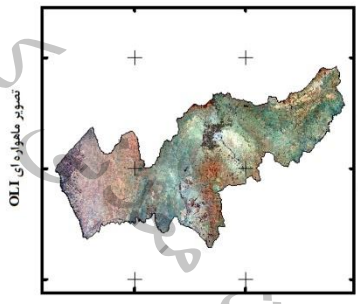
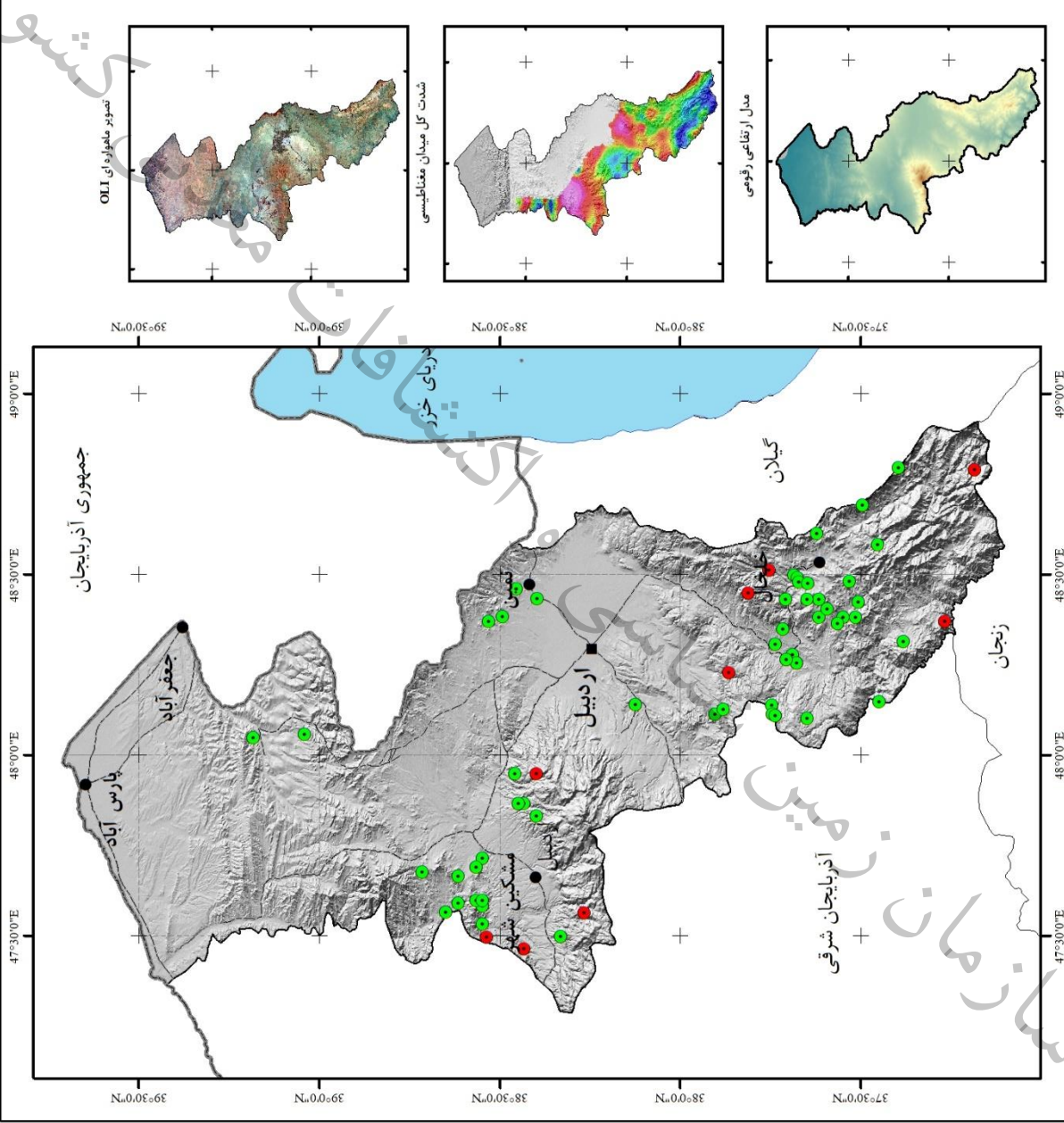
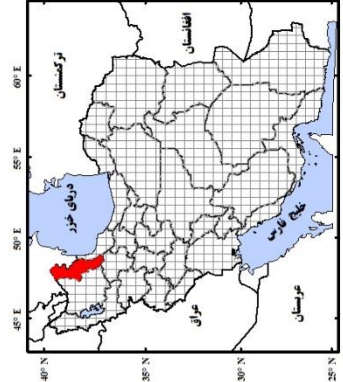
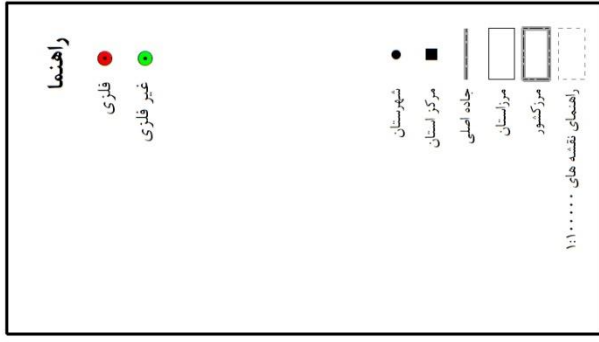


۳-۱- مقدمه

استان اردبیل در انتهای شمال باختری قلمرو ساختاری- رسوبی البرز غربی قرار دارد. در این استان دو قلمروی ساختاری- رسوبی حاکم است. بخش بیشتر استان اردبیل متعلق به قلمروی ساختاری البرز- آذربایجان است و در آن سنگ‌های آتشفشانی و پیروکلاستیک‌های اوایل ترشیاری سهم به سزایی دارد، همچنین بخشی از استان نیز در زون خزر- تالش- زیوه واقع شده است. اهمیت زون ساختاری البرز غربی به دلیل فعالیت‌های آتشفشانی همراه با کانی‌سازی از نوع فلزی است که از آن میان می‌توان به انباشته‌های مس، طلا، منگنز و سرب و روی اشاره کرد. کانی‌زایی اپی‌ترمال و فلزات پایه مجدر، ذخایر آهن معدن موئیل از توابع شهرستان مشکین شهر، سنگ آهن کهل دشت از توابع شهرستان خلخال و نشانه‌هایی از ذخایر سرب و روی در جنوب استان اشاره نمود. کوه سبلان یک کوه آتشفشانی فعال- نیمه فعال است که هنوز در قله آن آثار گوگردی مشاهده می‌گردد و ذخایر فلزی نظیر مس و طلا، ذخایر فراوان غیر فلزی مانند پوکه معدنی، پرلیت، منگنز، سیلیس و کائولن نیز پدید آورده است. در حوضه نئوژن در جنوب رشته کوه سبلان ذخایر احتمالی گچ، ژئوپس و نمک را می‌توان انتظار داشت. به طور کلی در استان اردبیل تاکنون ۲۷ ماده معدنی شناخته شده است که شامل آهن، مس، طلا، سرب و روی، منگنز، باریت، آهک، سنگ ساختمانی، زغال، گرانیت، ژئوپس، کائولینیت، مرمر، پرلیت، پوکه معدنی، پوزولان، سیلیس، تراورتن، شیل، آنالسیم، بنتونیت، دیاتومیت، خاک صنعتی، آلونیت، کلسیت، دولومیت، شن و ماسه در حال بهره برداری می‌باشند. بر اساس آمار وزارت صنعت، معدن، تجارت، استان اردبیل دارای سهم ۱/۵ درصدی از کل ذخایر کشور می‌باشد (۰/۱۱٪ ذخیره فلزی، حدود ۱ درصد ذخیره غیرفلزی، حدود ۲ درصد ذخیره مصالح ساختمانی، ۰/۲ درصد ذخیره سنگ‌های تزئینی و نما). بنا بر این با ذخیره بیش از یک میلیارد و ششصد میلیون تن و با ۰/۱۸ درصد از ارزش تولیدات معدنی کشور، رتبه سی‌ام را داراست. اکتشاف عناصر فلزی در سال‌های اخیر توسط شرکت ایمیدرو با دو پهنه کشف شده در محدوده منطقه مشگین (مس و مولیبدن و سرب) در مرحله صدور مجوزهای لازم جهت بهره‌برداری می‌باشد. در شهرستان کوثر نیز با بررسی‌های انجام شده نتایج خوبی در منطقه مجدر به دست آمده و در منطقه قزل اوزن نیز، سرب و مس توسط شرکت ایمیدرو در حال اکتشاف می‌باشد. شکل (۳-۱) پراکندگی معادن و اندیسهای فلزی و غیر فلزی استان اردبیل را نشان می‌دهد.



**نقشه پراکندهی کانسارهای
فلزی و غیر فلزی استان اردبیل**

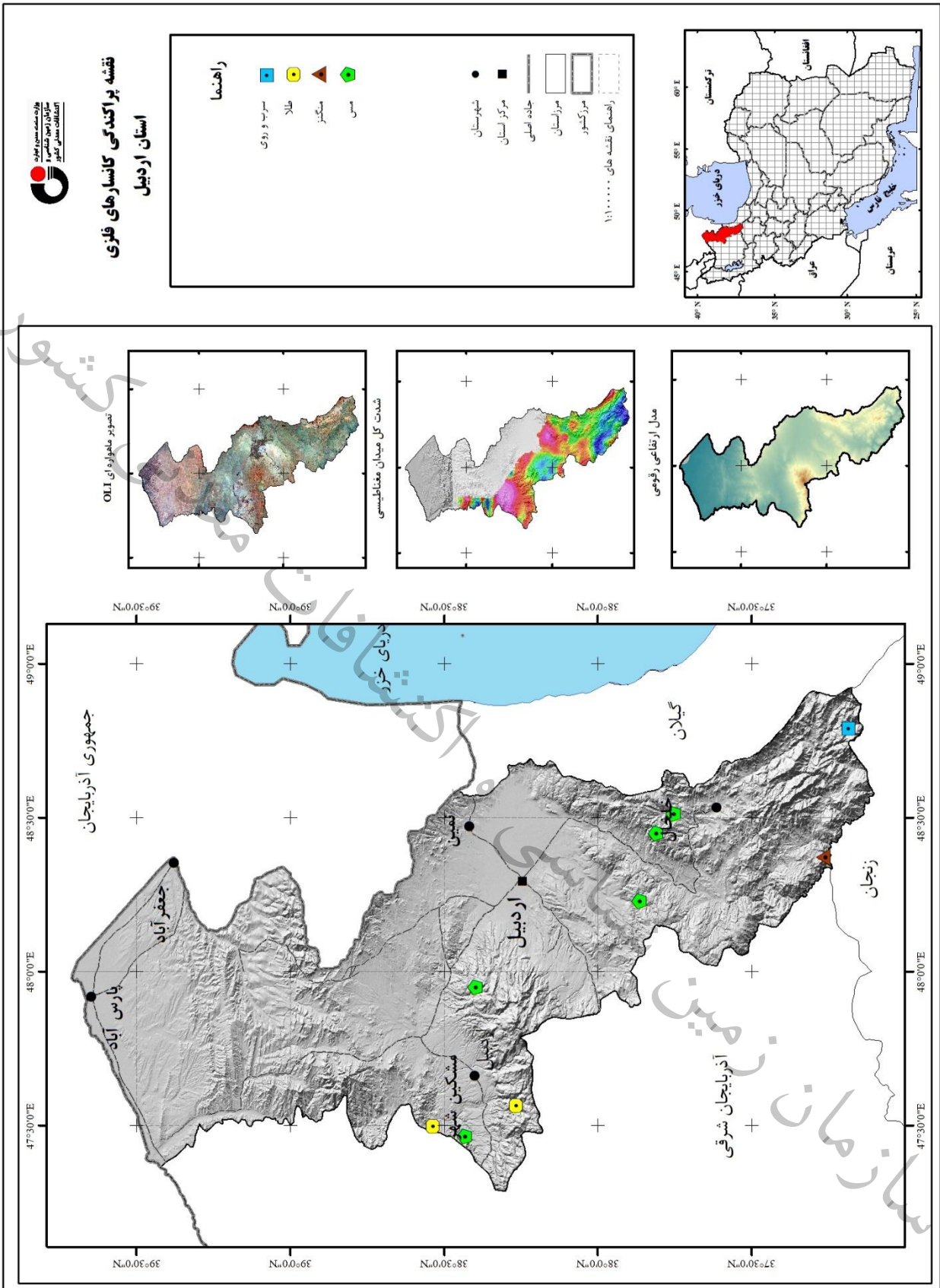


شکل ۳-۱ - نقشه پراکندهی کانسارهای فلزی و غیر فلزی استان اردبیل



۲-۳- معادن فلزی

کانه‌زائی فلزی در استان اردبیل عمدتاً منجر به تشکیل معادن و ذخایری از سرب و روی، طلا و آهن گردیده است. کنسارهای سرب و روی استان، بیشتر در سنگهای دولومیتی پرمین و سنگهای آتشفشانی- رسوبی پالئوژن رخ داده است. بر اثر دگرسانی واحدهای آتشفشانی ائوسن و تشکیل رگه‌های سیلیسی در مناطقی مانند اندزق و بالوقیه شواهدی از کانه‌زائی اپی‌ترمال و پورفیری دیده می‌شود. از دیگر مواد معدنی فلزی استان اردبیل می‌توان به کانه‌زائی آهن اسکارنی منیزیمی و منگنز تیپ اپی‌ترمالی اشاره نمود. بیشتر مواد معدنی فلزی این استان در بخش‌های غربی و جنوبی استان تشکیل شده است (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲- نقشه پراکنده گی کانسارهای فیزی استان اردبیل



۱-۲-۳- سرب و روی

ذخایر سرب و روی با میزبان رسوبی از جمله بزرگترین تأمین کننده سرب و روی در جهان هستند. در ایران با توجه به حضور گسترده سرزمین‌های آواری و کربناتی، انواع مختلفی از ذخایر سرب و روی با میزبان رسوبی در چهار کمربند فلززایی اصلی تشکیل شده‌اند که شامل کمربند فلززایی ملایر- اصفهان، یزد- انارک، طبس- پشت بادام و البرز مرکزی است (رجبی و همکاران، ۲۰۱۲). کانی‌سازی سرب و روی در سنوزوییک ایران (ترشیری) اگر سنگ میزبان آتشفشانی داشته باشند بیشتر با کانی‌های مس همراه بوده و عموماً رگه‌ای هستند. این گونه ذخایر سرب و روی بیشتر در نوار آتشفشانی ارومیه- دختر و آذربایجان و خاور ایران شناخته شده‌اند. پراکندگی کانسارهای سرب و روی در استان اردبیل به طور عمده در پهنه ساختاری البرزغربی در غالب نشانه و محدوده اکتشافی در شرق آبادی زیوه، جنوب آبگرم، غرب قشلاق تیل و جنوب شرق خلخال با سنگ میزبان دولومیتی به سن پالئوزوئیک با تیپ کانی‌سازی می‌سی‌سی پی متمرکز هستند. لازم به ذکر است که در شمال شرق روستای جعفرآباد واحد دولومیتی میزبان با پارازنز گالن توسط سازند زیارت پوشیده شده است. علاوه بر موارد محدود کانی‌سازی در سنگ‌های کربناته، در چند مورد در سنگ‌های دیگر نیز آثاری از کانی‌سازی غیر کربناته دیده شده است که در ذیل آورده شده است.

نشانه شمال شرق آبادی زیوه

نشانه سرب و روی شمال شرق آبادی زیوه واقع در جنوب خلخال می‌باشد که در این ناحیه سنگ‌های دولومیتی با راستای شمال غرب- جنوب شرق گسترش دارند. با فاصله حدود یک کیلومتری شمال شرق آبادی زیوه و با آزمون ۳۴۰ درجه نسبت به این آبادی، رخنمونی از کانی‌زایی سرب و روی شناسایی گردیده است. کانه‌های گالن با رگچه‌هایی به ضخامت ۰/۵ سانتی‌متر به صورت پراکنده حفرات، شکستگی‌ها و فضاهای بین برش‌ها، در متن سنگ میزبان دولومیت برشی پالئوزوئیک بالا- پرمو- کربنیفر تشکیل شده‌اند. در مطالعه کانی‌شناسی به ترتیب فراوانی شامل مجموعه کانی‌های دولومیت، کوارتز، گالن، سروریت، اسفالریت، همی- مورفیت و کلسیت می‌باشند (مهندسین مشاور کاوشگران، ۱۳۷۴).

نشانه شمال شرق روستای جعفر آباد

نشانه سرب و روی شمال شرق روستای جعفرآباد واقع در جنوب خلخال می باشد. این نشانه در در شمال شرق روستای جعفرآباد و در پایین دست محور ارتباطی جعفر آباد به آبادی تیل (به فاصله ۴ کیلومتری جنوب غرب آبادی تیل) واقع شده است. کانی زایی سرب و روی در بخش های دولومیتی شده ائوسن مشاهده می شود و گالن به صورت رگچه ایی حفرات، شکستگی ها و فضاهای بین برش ها را پر نموده است. آلتراسیون شدید سیلیسی کانی زایی را همراهی می کند و عیار سرب و روی در نمونه اخذ شده از سنگ میزبان دولومیتی به ترتیب ppm ۲۹۳۳ و ۹۴۰۷ گزارش شده است و دولومیت های این منطقه توسط سازند زیارت پوشیده شده است (مهندسین مشاور کاوشگران، ۱۳۷۴).

نشانه جنوب آبگرم

نشانه سرب و مس جنوب آبگرم در جنوب خلخال و در فاصله ۵۰۰ متری جنوب آبگرم و در دیواره غربی آبراهه شاهرود، زون آلتره ای وجود دارد که به طرف شمال غرب امتداد پیدا می کند. این آلتراسیون در یک واحد ولکانیکی به رنگ تیره و در داخل دولومیت ها و آهک های پرمین واقع می شود، صورت گرفته است. کانی زایی سرب و مس به صورت کانه های گالن، کالکوپیریت، مالاکیت و آزوریت به همراه گوگرد در متن این سنگ ها مشاهده می شود. عیار سرب در نمونه ها ppm ۸۳۴۳ و عیار مس ppm ۲۴۶ می باشد. مجموعه کانی های کوارتز، گالن، پیریت و کالکوپیریت به ترتیب فراوانی در نمونه مورد مطالعه شناسایی شده است (مهندسین مشاور کاوشگران، ۱۳۷۴).

نشانه غرب قشلاق تیل

نشانه سرب و روی غرب قشلاق تیل در جنوب خلخال و به فاصله ۳۰۰ متری غرب قشلاق تیل در سنگ های دولومیتی و آهکی با یک روند شمال غرب جنوب شرق گسترش دارند. در داخل این دولومیت ها کان زایی گالن شناسایی شده است. سنگ میزبان دولومیتی، برشی شدید بالا و سیلیسی و غنی از لیمونیت به سن پالئوزوئیک بالا با راستای شرقی غربی با رگچه هایی از کانی های مالاکیت، آزوریت، باریت و سایر کربنات های سفید رنگ در آن می باشد (مهندسین مشاور کاوشگران، ۱۳۷۴).



محدوده اکتشافی جنوب شرق خلخال

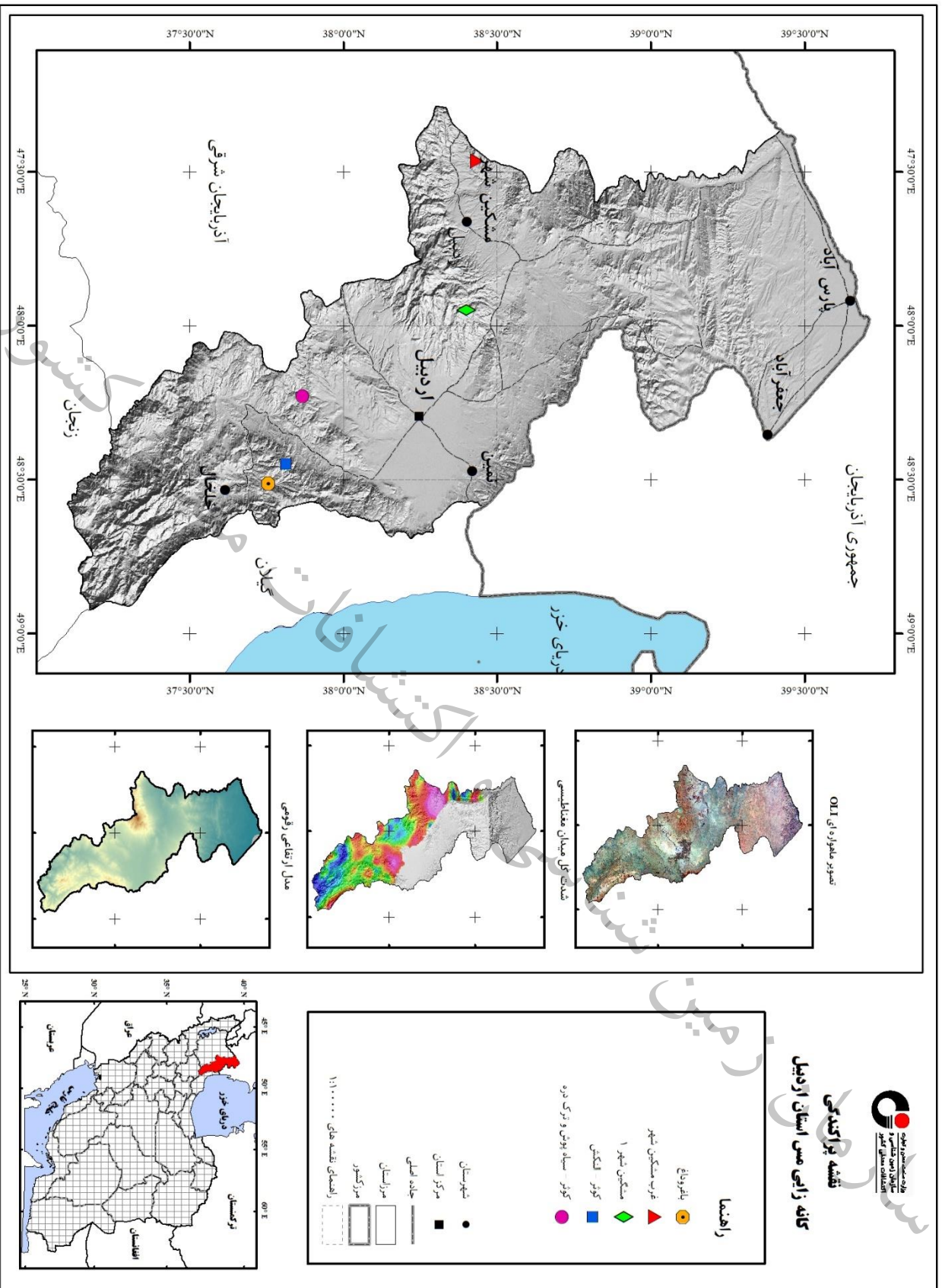
محدوده اکتشافی سرب و روی جنوب شرق خلخال در گستره ای به وسعت بیش از ۶۰ کیلومتر مربع در جنوب استان در مختصات‌های جغرافیایی "۴۸°۴۲'۲۸"، "۴۸°۴۷'۴۴"، "۴۸°۵۲'۲۵"، "۴۸°۵۲'۲۵" و "۴۸°۴۵'۳۰" و طول شرقی و "۳۷°۱۲'۴۰"، "۳۷°۱۲'۴۰"، "۳۷°۱۰'۴۴"، "۳۷°۰۹'۴۸" و "۳۷°۰۹'۴۸" عرض شمالی می‌باشد. راه دسترسی به منطقه از مرکز استان، از طریق شهرهای گیوی، خلخال، بخش کلور- دهستان شال امکان پذیر است. از نظر ساختاری در زون البرز غربی واقع شده است. واحدهای سنگی منطقه عمدتاً متعلق به پالئوزوئیک بالا و شامل مجموعه رسوبات تبخیری و کربناته، تا حدی دگرگون شده هستند. شاخص‌ترین واحد سنگی مربوط به دولومیت‌های ثانویه به رنگ قهوه‌ای هستند و عمدتاً متخلخل و تا حدودی سیلیسی شده اند که باعث دولومیتی شدن سنگ‌های کریستالین منطقه شده است و در نهایت علت کانی‌سازی پراکنده سرب و روی و باریم می‌باشند (آثار آنها به صورت گالن و باریت دیده می‌شود). نکته قابل توجه در رابطه با کانی‌سازی‌های منطقه این است که در سطح زمین شواهد کانی‌سازی بسیار اندک است و آثار معدن کاری نشان دهنده تمرکز کانی‌سازی در داخل دولومیت‌ها و بخش‌های عمقی آن است و نوع کانی‌سازی‌ها تحت عنوان تیپ کانی‌سازی‌های تیپ می‌سی‌سی‌پی (MVT) معروف هستند. نکته قابل توجه در اکتشاف سرب و روی در منطقه، به دلیل ناکافی بودن عملیات اکتشاف مستقیم چکشی، نیاز به انجام عملیات ژئوفیزیک تا عمق ۱۰۰ متر می‌باشد (عزیزمحمدی، ۱۳۸۳). علاوه بر موارد محدود کانی‌سازی در سنگ‌های کربناته، در چند مورد در سنگ‌های دیگر نیز آثاری از کانی‌سازی غیر کربناته دیده شده است. در آبراهه شمال باختری روستای گندم آباد یک توده آذرین کم گسترش با ترکیب سنگ‌شناسی متاسینیت است. البته با توجه به میزان اندک کانی‌سازی کالکوپیریت در این سنگ‌ها، این کانی‌سازی قابل توجه نبوده است. در جنوب روستای رکن آباد سکانشی از لایه‌های ماسه سنگی کوارتزیتی، سنگ آهک ماسه ایی که تا حدی دگرگون شده هستند و رگه‌های سیلیس شیری رنگ آنها را قطع نموده است. آغشتگی شدید هیدروکسیدهای آهن در این سیلیس‌ها، آثاری از کانی‌سازی مالاکیت و هیدروکسیدهای آهن و کالکوپیریت را در لایه‌های ماسه سنگی نشان می‌دهد. در فاصله حدود ۱/۵ کیلومتری شمال خاور روستای کهل دشت مجموعه‌ای به هم ریخته اما کامل کمپاکت، متخلخل و سرشار از اکسید آهن به صورت کنگلومرایی و کوارتزیتی دیده شده است. در این مجموعه علی‌رغم مقادیر بالای آهن، تمرکز سایر عناصر فلزی که ممکن است در ارتباط با آهن افزایش یابند قابل توجه نیست (عزیز محمدی، ۱۳۸۳). بنابراین برخی از پتانسیل‌ها دارای اطلاعات قابل ملاحظه‌ای نمی‌باشند، لذا در جدول ذیل به صورت خلاصه در جدول (۱-۳) بیان گردیده است.

جدول ۳-۱- نشانه های سرب و روی

شماره	نام	نوع	فعالیت	سنگ میزبان	سن	تیپ های احتمالی
۱	شرق آبادی زیوه	سرب و روی	اندیسمعدنی	دولومیت برشی	پالئوزوئیک بالا-پرمو-کربنیفر	می سی سی پی
۳	شرق روستای جعفرآباد	سرب و روی	اندیسمعدنی	دولومیت	پالئوزوئیک بالا-پرمو-کربنیفر؟	
۴	جنوب آبگرم	سرب و روی	اندیسمعدنی	دولومیت و آهک	پرمین	می سی سی پی
۵	غرب قشلاق تیل	سرب و روی	اندیسمعدنی	دولومیت آهکی برشی		
۶	جنوب شرق خلخال	سرب و روی	محدوده اکتشافی	دولومیت	پالئوزوئیک بالا	می سی سی پی
۷	بالاکوه	سرب و روی	اندیس معدنی			

۲-۲-۳- مس

بیشتر ذخایر مس ایران در سنوزوئیک تشکیل شده و وابستگی تنگاتنگی با سنگ های ماگمایی ترشیری دارند. (قربانی ۱۳۸۱). در استان اردبیل بیشترین پراکندگی مس، مربوط به پهنه البرز غربی در شرق اردبیل به صورت محدوده های اکتشافی در مجدر، کوثر (گیوی)، شمال قره سو، باغروداغ و مشگین شهر ۱ دیده شده است. از دیدگاه زمین شناسی در داخل سنگ های آتشفشانی ائوسن آثاری از کانی سازی مس به صورت پراکنده و رگه ای دیده شده است. به غیر از موارد فوق کانه زایی مس در زون اکسیدی رگه ای غرب مشگین شهر همراه با سنگ های مگاپورفیری ائوسن (سنگ میزبان کانسار) و محلول های هیدروترمال می باشد. محدوده سنی کانسارهای مس این منطقه در گستره ائوسن، ائوسن- الیگوسن می باشد. پاراژنرها نیز شامل مس و مولیبدن ± طلا، نقره، باریت و تنگستن هستند. شکل (۳-۳) پراکندگی کانه زایی مس را در استان اردبیل نشان می دهد.



شکل ۳-۲- نقشه پراکنده گی کانه زانی مسی در استان اردبیل

محدوده اکتشافی مجدر (شرق اردبیل)

محدوده اکتشافی مس مجدر در ۵۵ کیلومتری شرق شهرستان اردبیل و ۵ کیلومتری جاده آسفالته اردبیل-خلخال در شمال روستای مجدر می باشد. از نظر ساختاری در زون البرز غربی واقع شده است. در این منطقه حجم گسترده ای از سنگ های آتشفشانی ائوسن با ترکیب متنوع آندزیت، بازالت، ریوداسیت و توده های وابسته وجود دارد. کانی سازی به صورت رگه، رگچه و پرکننده فضاهای خالی آندزیت ها می باشد. بر اساس مطالعات مینرالوگرافی کانی های سازنده این کانسار عبارتند از مس طبیعی، مالاکیت، کالکوسیت، کوولیت و کوپریت. کانی سازی در این کانسار توسط گسل ها کنترل می گردد. با توجه به سنگ میزبان که از نوع آندزیت های مگاپورفیری می باشند و بر اساس فرم کانی سازی، احتمال داده می شود که کانی سازی توسط محلول های هیدروترمال که از سنگ های آندزیت مگاپورفیر منشاء گرفته اند. پاراژنز مس در منطقه عبارتند از نقره (میانگین ppm 83/4 که نشان دهنده آنومالی بالای نقره در محدوده می باشد ولی مقدار طلا ناچیز بوده و کانی سازی خاصی در منطقه وجود ندارد (خسته بند، ۱۳۸۹). (شکل ۳-۴).



ب



الف

شکل ۳-۴- محدوده اکتشافی مس مجدر الف) آلتراسیون پراکنده در شمال شرق روستای مجدر (۱۳۹۳) ب) دره گسله با دیواره پرشیب واقع در جنوب غرب روستای جوق (وثیق ۱۳۹۳)



محدوده اکتشافی کوثر (گیوی)

محدوده اکتشافی مس کوثر در استان اردبیل و در شمال غرب شهرستان خلخال، در ۵۵ کیلومتری جنوب خاوری شهرستان اردبیل و ۵ کیلومتری جاده آسفالته اردبیل - خلخال با دو مختصات در برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ هل آباد نزدیک روستای النکش در مختصات جغرافیایی "۴۸°۲۵'۳۰" تا "۴۸°۲۸'۳۰" طول شرقی "۳۷°۴۶'۰۰" تا "۳۷°۵۱'۳۵" عرض شمالی و برگه ۱:۵۰۰۰۰۰ کورائیم نزدیک روستای سیاه پوش و ترک دره با مختصات جغرافیایی "۴۸°۱۳'۰۰" تا "۴۸°۱۴'۳۰" طول شرقی "۳۷°۵۱'۳۰" تا "۳۷°۵۲'۳۰" عرض شمالی واقع می‌باشد. این محدوده‌ها در زون ساختاری البرز غربی واقع شده است. ترکیب واحدهای سنگی شامل واحدهای آتشفشانی به سن ائوسن تا ترشیاری می‌باشند و سنگ‌های غالب منطقه از نوع حدواسط دارای بافت پورفیری و مگاپورفیری است. کانی‌سازی مس در محدوده به صورت کانی‌سازی مس آزاد و کربناته‌های مس به ویژه مالاکیت و ندرتاً آزوریت و به دو شکل رگه‌ای، رگچه‌ای و افشان مشاهده گردیده است. سنگ میزبان عمدتاً آندزیت‌ها و تراکی آندزیت‌های مگاپورفیری هستند. بنا براین در داخل سنگ‌های آتشفشانی ائوسن آثاری از کانی‌سازی مس به صورت پراکنده و رگه دیده می‌شود. کانه زایی مس نیز در سه زون اکسیدی رگه‌ای همراه با سنگ‌های مگاپورفیری ائوسن (سنگ میزبان کانسار) و محلول‌های هیدروترمال در محدوده مورد مطالعه رخ داده است. همچنین بازالت‌های تحتانی ائوسن به عنوان سنگ ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابل توجه است که در داخل سنگ‌های آتشفشانی واحد نئوژن سنگ‌هایی با بافت پرلیتی و سیاه رنگ دیده می‌شود و از نظر ترکیب شیمیایی مشابه پرلیت است بنابراین جهت استفاده صنعتی نیاز به مطالعه دارد. مارن‌های قرمز واحد نئوژن به ویژه در مناطق شمال خاوری روستای فاراب جهت تهیه آجر ساختمانی مناسب می‌باشد زیرا مقدار گچ و نمک خیلی پایینی دارد و در صد کانی‌های رسی آن بالا است. چشمه‌های فعال آهک ساز، تراورتن‌های متنوعی را به وجود آورده‌اند که با توجه به ضخامت و رنگ مناسب می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد. همچنین بستر رودخانه‌های کیوی چای و سنگورچای می‌تواند محل مناسبی برای استخراج شن و ماسه باشد (منصف، ۱۳۸۳).

محدوده‌های اکتشافی غرب مشگین شهر

محدوده اکتشافی مس غرب مشگین شهر در استان اردبیل و در غرب شهرستان مشگین شهر قرار دارد. راه دسترسی به آن از طریق جاده آسفالته مشگین شهر - اهر به طول حدود ۲۲ کیلومتر و راه خاکی فرعی منشعب از روستای مزرعه جهان به طول ۳ کیلومتر به سمت آبادی اهل ایمان می‌باشد و در مختصات جغرافیایی "۴۷°۲۶'۱۹" تا "۴۷°۲۹'۳۱" طول شرقی و "۳۸°۲۴'۰۲" تا "۳۸°۲۸'۰۵" عرض شمالی واقع شده است. محدوده

اکتشافی به لحاظ توپوگرافی در منطقه کوهستانی با مورفولوژی خشن و پرتگاهی واقع شده است. از نظر تقسیمات ساختاری (نبوی ۱۳۵۵) بخشی از واحد البرز غربی است. اشتوکلین (۱۹۶۸) این منطقه را با توجه به شباهت‌های آن به ایران مرکزی از لحاظ ساختمانی- رسوبی جزو زون ایران مرکزی و افتخارنژاد (۱۳۵۹) در محدوده گودال خزر جنوبی قرار داده است. این محدوده در نوار ولکانوپلوتونیک طارم- قره داغ که خود بخشی از نوار آتشفشانی- رسوبی ترسیر البرز غربی می‌باشد، واقع گردیده است. این منطقه محل برخورد کمربندها و ساختارهای زمین‌شناسی متفاوت از نوع قفقاز، البرز، ایران مرکزی و تاروس می‌باشد که تکوین زمین‌شناسی آن تلفیقی از رویدادهای موثر بر قفقاز از سوی شمال، ایران مرکزی، زون سنندج- سیرجان و کمربند افیولیتی و چین‌خورده زاگرس است. عمده واحدهای سنگی رخنمون یافته شامل سنگ‌های دگرگونه و توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی با ترکیب سنگ‌شناسی کوارتز مونزونیت، کوارتز دیوریت و گرانودیوریت موسوم به گرانیتوئیدهای خانباز و خان‌کندی است که این توده‌ها به داخل سنگ‌های ولکانیکی ائوسن نفوذ نموده است و دایک‌های متعددی این توده‌ها را قطع کرده است. این دایک‌ها از نظر ترکیب سنگ‌شناسی به دو نوع دایک‌های آندزیتی، لاتی‌آندزیتی و دایک‌های داسیتی - ریوداسیتی قابل تقسیم هستند. زون‌های دگرسانی و کانه‌دار چندی در این محدوده شناخته شده است (آلونیته، آرژیلی و سیلیسی). این دگرسانی‌ها از نوع فراگیر نبوده و به سیستم درزه و شکستگی محدود می‌شوند. آنالیزهای شیمیایی صورت گرفته عیارهای بالایی از مس و به خصوص مولیبدن را نشان می‌دهد و احتمال کشف تیپ استوک ورک را نوید می‌دهد. این مناطق امید بخش واقع در شمال آبادی اهل ایمان، شمال شرق آبادی خانباز و بخش‌های مرکزی و غربی محدوده می‌باشد. بررسی‌های ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای حاکی از آن است که طلا و نقره دارای آنومالی‌های قطعی، احتمالی و ممکن، عناصر Cu, Pb, W, Mo دارای آنومالی‌های احتمالی و ممکن بوده و عناصر Zn, Mn تنها دارای آنومالی ممکن هستند. در این میان آنومالی‌های ژئوشیمی عناصر W, Cu, Mo, Au و نیز یکی از آنومالی‌های Ag شمال اهل ایمان حائز اهمیت می‌باشند. بر اساس نوع و گسترش دگرسانی در سنگ‌های گرانیتوئیدی و وضعیت کانی‌سازی در این سنگ‌ها، به نظر نمی‌رسد کانی‌سازی تیپ پورفیری مس و یا مولیبدن در این سنگ‌ها روی داده باشد. لیکن کانی‌سازی نوع رگه- رگچه‌ای موجود برای عناصر مس و مولیبدن (در صورتی که از گسترش سطحی و عمقی قابل توجه برخوردار باشد) حائز اهمیت است. بر اساس مطالعات انجام شده محدوده‌های دارای اولویت جهت ادامه کار اکتشافی پیشنهاد می‌گردد که محدوده‌های زیر به ترتیب اولویت اکتشافی می‌باشد:



اولویت ۱ : شامل محدوده‌های Ia و Ib

الویت ۲ : در فاصله ۵۰۰ متری شمال شرق آبادی خانباز و در حد فاصل ابراهیم‌نخودچی دره‌سی و آلاچیق دره‌سی واقع است.

اولویت ۳ : IIIa و IIIb

الویت ۴ : در امتداد شمال غربی محدوده پیشنهادی III با وسعت ۲۷ هکتار در سنگهای کوارتز دیوریتی - گرانودیوریتی خان‌کندی می‌باشد (واعظی پور و همکاران، ۱۳۷۷).

محدوده اکتشافی شمال قره سو

محدوده اکتشافی مس شمال قره سو بخشی از نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ مشگین شهر و لاهرود واقع شده است. از راههای اصلی، راه آسفالت شمالی جنوبی مشگین شهر، پارس آباد و راه آسفالت اردبیل، لاهرود، مشگین شهر و کهریز، مشیران می‌باشد. از نظر تقسیم‌بندی ساختاری در زون البرز غربی قرار دارد. واحدهای سنگی ولکانیکی ائوسن با ترکیب لیتولوژیکی متفاوت در منطقه سهم عمده‌ای را به خود اختصاص داده است و شامل توف برش‌ها، ایگنمبریت‌ها، آگلومرا و گدازه‌های لاتیت آندزیتی، تراکی و آندزی بازالتی می‌باشند. بر اثر عملکرد گسل‌ها، این واحدها خرد شده و در محل تلاقی گسل‌های اصلی موقعیت مناسبی جهت هدایت توده‌های نفوذی بعدی به سن الیگوسن و محلول‌های گرمابی فراهم گردیده که منجر به دگرسانی شده است. این فرایند در سطح وسیع حاشیه رودخانه قره سو باعث ایجاد زون‌های مختلف دگرسانی از نوع سریسیتی، آلونیتی، آرزیلیتی و سیلیسی شده است. با توجه به شواهد زمین‌شناسی عملکرد این سیستم در سطح وسیع، عناصر فلزی پلی‌متال از جمله طلا، نقره، مس و تنگستن را پدید آورده است (کانی‌های فلزی قره سو، عناصر فلزی و آلونیت قشلاق ترزنق، عناصر فلزی و آلونیت قشلاق زاخور)، (مهندسین مشاور زر آذین گستر، ۸۰-۱۳۷۹).

محدوده اکتشافی باغروداغ

محدود اکتشافی مس باغروداغ در حد فاصل شهرهای خلخال و گیوی در استان اردبیل و در مسیر جاده خلخال به اردبیل پس از حدود ۱۰ کیلومتر در محل دو راهی (جنب کارخانه آسفالت)، در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}29'09''$ تا $48^{\circ}32'34''$ طول شرقی $37^{\circ}42'40''$ تا $37^{\circ}48'00''$ عرض شمالی واقع شده است. این محدوده تماما در بخش میانی حوزه آبریز آرپاجای واقع است. این محدوده بر روی رشته کوه‌های تالش در فلات بالا آمده آذربایجان واقع است که بخشی از رشته کوه البرز می‌باشد و در زمره مرتفع‌ترین مناطق ایران به حساب

می آید. از نظر زون ساختاری، در زون ساختاری البرز غربی واقع گردیده است. در این محدوده سنگ های متعلق به زمان ائوسن قدیمی ترین و تنها واحد سنگی را تشکیل داده و سرانجام به جوان ترین رسوبات که نهشت های کواترنری است پایان می یابد. از نظر ساختمانی تنها ساختمان شناخته شده وجود یک طاق دیس با روند شمالی، جنوبی است که امروزه در محور آن رودخانه آریچای جریان دارد. به علت جوان بودن منطقه ساختمان های گسلی شاخص در آن شناخته نشده و تنها می توان به تعدادی شکستگی گسلی اشاره نمود. تنها پارامتر تکتونیکی فراوان، درزه ها می باشند که از امتداد کلی N10E و N25E تبعیت می کنند. براساس مطالعات ژئوشیمی، زمین شناسی و کانی سنگین انجام شده آثار معدنی خاصی مشاهده نگردیده و فقط در مواردی تکه های سیلیسی آمورف و رگه های کلسیتی مشاهده شده است که بزرگترین رگه کلسیتی در حدود ۵۰ متر طول و ضخامتی در حدود نیم الی ۳ متر را دارا است. واحدهای زمین شناسی منطقه تماماً شامل رخساره های مختلف سنگ های آذرین زمان ائوسن است. تلفیق داده های کانی سنگین و داده های ژئوشیمی به همراه نقشه های زمین شناسی و فیلتره نمودن داده ها منجر به جداسازی دو منطقه امید بخش گردیده است که احتمالاً در آنها کانی سازی مس به همراه باریت و به احتمال ضعیف تر، طلا رخ داده است. با ترسیم نقشه های ناهنجاری عناصر تک متغیره Zn, Au, Pb, Co, Ba, As, Ag و نقشه های چند متغیره فاکتور اول و دوم زون های ناهنجاری مشخص شده است که از تلفیق این زونها چند محدوده به تقریب با اهمیت معرفی گردیده است (عزیز محمدی، ۱۳۸۳).

محدوده اکتشافی مشگین شهر ۱

محدوده اکتشافی مس مشگین شهر ۱ در شمال شرق برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ مشگین شهر در واقع بخشی از نقشه ۱:۵۰۰۰۰ نقدی بالا در مختصات جغرافیایی ۴۷°۵۴' تا ۴۸°۰۰' طول شرقی و ۳۸°۱۹' تا ۳۸°۲۹' عرض شمالی با مساحت ۱۶۰ کیلومتر مربع در ۲۵ کیلومتری مشگین شهر و ۱۰ کیلومتری شمال شرق قله سبلان در استان اردبیل واقع می باشد. مهمترین راه دسترسی، راه اصلی اهر- مشگین شهر و اردبیل مشگین شهر است. این محدوده در زون ساختاری البرز غربی واقع گردیده که دارای فعالیت های وسیع آتشفشانی سنوزوئیک و کواترنری بوده است. سنگ های آتشفشانی و رسوبی سنوزوئیک، در حد تراکی آندزیت، تراکی بازالت بوده و بخش هایی که ترکیب اسیدی دارند گسترش کمتری دارند. این سنگ ها گرایش سدید داشته و در محدوده آلکالن قرار می گیرند. دگرسانی های از نوع کربناتی، آرژیلی، هماتیتی و بعضاً سیلیسی در محدوده مشاهده شده است. با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی احتمال کانی سازی مس و طلا در منطقه وجود دارد و مولیبدن نیز در آن به صورت فرعی یا پراکنده مورد انتظار است. نقشه مغناطیس هوایی محدوده عمومی مشگین شهر



نشان از احتمال یک توده نفوذی در عمق می‌باشد که حاشیه شرقی محدوده مورد مطالعه را شامل می‌شود (عابدینی، ۸۶-۱۳۸۴).

همچنین در آبراهه جنوب شرق روستای مسدرق در مشگین شهر نیز با توجه به مطالعات کانی سنگین شواهد کانی‌سازی کربناته مس (مالاکیت و آزوریت) و مس خالص مشاهده شده است. در نمونه های لیتوژئوشیمیایی احتمال کانی‌سازی طلا به همراه مس اشاره شده است و در نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای که حاکی از پتانسیل مناسب برای کانی‌سازی طلا، اشاره شده است مقایسه داده‌های ژئوشیمی و کانی سنگی نشان می‌دهد که هماهنگی خوبی وجود ندارد اما با توجه به حفاری اکتشافی در جنوب شرق مسدرق توسط یک شرکت معدنی آثار کانی‌سازی مس بدست آمده و مقادیر بالای مس، مولیبدن، منگنز و فسفر را نشان می‌دهد (پیچاب کاوش)، همچنین برخی از پتانسیل‌های مس در منطقه دارای اطلاعات محدودی هستند که به صورت خلاصه در جدول (۲-۳) بیان گردیده است.

جدول ۲-۳- اندیس‌های مس استان اردبیل

ردیف	اندیس / کانسار	ماده معدنی	سنگ میزبان	پاراژنز	سن	موقعیت
۱	قزل اوزن	مس	آندزیت	گالن، اسفالریت، سیلیس	اٲوسن	حوالی شهر هشت چین
۲	خلخال ۱	مس	آندزیت	مالاکیت، آزوریت	ترشیری	حوالی شهر خلخال
۳	خلخال ۲	مس	آندزیت	مالاکیت، آزوریت، پیریت، کوارتز	ترشیری	حوالی شهر هشت چین
۴	خانباز	مس	-	گالن، اسفالریت، کوارتز، کائولینیت	اٲوسن- الیگوسن	حوالی شهر اهر
۵	دوست بیگلو	مس	-	گالن، اسفالریت، کوارتز، آلونیت، سربیسیت	اٲوسن- الیگوسن	حوالی شهر پارس آباد
۶	مشگین چای	مس	-	-	-	حوالی شهر مشگین شهر
۷	سرخ لو	مس	-	-	-	حوالی شهر اهر
۸	ورق	مس	-	گالن، اسفالریت، کائولینیت، کلریت	اٲوسن	حوالی شهر مشگین شهر
۹	شاه علی بیگلو ۱	مس	آندزیت	گالن، هماتیت، کوارتز	ترشیری	حوالی شهر ماسوله
۱۰	شاه علی بیگلو ۲	مس	آندزیت	گالن، هماتیت، کوارتز	ترشیری	حوالی شهر هشتجین
۱۱	سنجده ۲	مس	آندزیت	گالن، هماتیت، کوارتز	اٲوسن	حوالی شهر ماسوله
۱۲	مشگین چای و قلی دره	مس	-	-	-	حوالی مشگین شهر

جدول ۳-۳- محدوده اکتشافی مس در استان اردبیل

شماره	اندیس / کانسار	نوع ماده معدنی	فعالیت	سنگ میزبان	سن	تیپ های احتمالی	دگرسانی
۱	مجدر	مس	محدوده اکتشافی	آندزیت مگاپورفیری	ائوسن	رگه ای	
۲	کوثر- النکش	مس	محدوده اکتشافی	آندزیت و تراکی آندزیت مگاپورفیری	ائوسن	رگه ای	
۳	کوثر-سیاه پوش، ترک دره	مس	محدوده اکتشافی	آندزیت و تراکی آندزیت مگاپورفیری	ائوسن	رگه ای	
۴	غرب مشگین شهر	مس	محدوده اکتشافی	آندزیت و دایک داسیتی	ائوسن	پورفیری	الونیتی- آرژیلی، سیلیسی
۵	شمال قره سو	مس	محدوده اکتشافی	دولومیت	ائوسن	رگه ای	
۶	باغروداغ	مس	محدوده اکتشافی	آذرین	ائوسن	رگه ای	
۷	مشگین شهر ۱	مس	محدوده اکتشافی	تراکی آندزیت	ائوسن	رگه ای	

۳-۲-۳- طلا

پراکندگی طلا در استان اردبیل را می توان به عملکرد فعالیت های زمین ساختی - ماگمایی نسبت داد. به طور غالب دگرسانی واحدهای سنگ های ولکانیکی ائوسن مسبب کانی سازی طلا به همراه نقره، مس و تنگستن در این استان می باشد و گسترش سیلیس های شیری رنگ آغشته به هیدروکسیدهای آهن و کوارتزیت ها در مجموعه دگرگونی و همچنین فرایند سیلیسی شدن همراه با سنگ های دولومیتی نشانگر اهمیت کانی سازی طلا در منطقه است. کانه زایی طلای پهنه البرز غربی در استان اردبیل، ساریخانلو در شمال غرب مشگین شهر به صورت رگه های سیلیسی اپی ترمال، اندزق و بالوقیه با احتمال کانی سازی پورفیری و مشگین شهر ۱ و ۲ در مرحله کنترل نمونه های آنومالی در واحدهای سنگی ولکانیکی ائوسن با ترکیب لیتولوژیکی متفاوت سهم عمده ای را به خود اختصاص داده و شامل توف برشها، ایگنمبریت، آگلومرا و گدازه های لایتیت آندزیتی، تراکی و آندزیت بازالتی می باشند. بر اثر عملکرد گسل ها، این واحدها خرد و در محل تلاقی گسل های اصلی موقعیت مناسبی جهت هدایت توده های نفوذی بعدی به سن الیگوسن و محلول های گرمایی فراهم گردیده که منجر به دگرسانی شده است. این فرایند در سطح وسیع حاشیه رودخانه قره سو باعث ایجاد زون های مختلف دگرسانی از نوع سرپسیتی، آلونیتی، آرژیلیتی و سیلیس شده است. با توجه به شواهد زمین شناسی عملکرد این سیستم در سطح وسیع، عناصر فلزی از جمله طلا، نقره، مس و تنگستن را پدید آورده است.



نشانه ساریخانلو (شمال غرب مشگین شهر)

نشانه طلای ساریخانلو از نظر تقسیمات کشوری در استان اردبیل و بخش کوچکی از آن در محدوده آذربایجان شرقی واقع شده است. این محدوده در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}28'15''$ تا $47^{\circ}31'20''$ طول شرقی و $38^{\circ}30'18''$ تا $38^{\circ}34'10''$ عرض شمالی با مساحت $31/5$ کیلومتر مربع واقع شده است. راه دسترسی به این محدوده جاده آسفالت مشگین شهر به روستای کوچنق و نیز $3/5$ کیلومتر جاده خاکی کوچنق به روستای ساریخانلو می‌باشد. از نظر تقسیم بندی ساختمانی-رسوبی (علوی-م ۱۹۹۱) جز مجموعه ماگمایی البرز محسوب می‌گردد. متالوژنی به طور عمده با سنگ‌های آتشفشانی پالئوژن به ویژه ائوسن ارتباط نزدیکی را نشان می‌دهد. در بخش‌های جنوبی محدوده و اطراف روستای ساریخانلو دگرسانی‌های هیدروترمالی با گوگرد-زایی شدید در میان توف‌ها و گدازه‌های ائوسن، سطح نسبتاً وسیعی را تشکیل می‌دهند. در بخش‌های میانی و شمالی محدوده رگه‌های سیلیسی اپی‌ترمال، مجموعاً بیش از 10 کیلومتر در سطح زمین رخنمون دارند که دگرسانی‌های واضح سیلیسی و آرژیلی از مشخصات بارز این رگه‌ها می‌باشد. نفوذ توده‌های کم عمق و جوانتر (الیگوسن) که در خارج از محدوده مورد مطالعه رخنمون دارند به میان مجموعه آتشفشانی ذکر شده همراه با آثار فعالیت چشمه‌های آب گرم منطقه خاکی از وجود منبع ژئوترمالی مناسب، جهت به جریان انداختن سیستم‌های ژئوترمالی و چرخش سیالات می‌باشد. آب‌های سطحی پس از نفوذ به بخش‌های پایین تر و کسب انرژی حرارتی از سنگ‌های نفوذی و سنگ‌های حاشیه‌ای گرم آنها و ضمن اختلاط با مواد فرار از طریق مناطق سست و شکسته شده به سطح زمین رسیده‌اند. رگه‌های سیلیسی شناخته شده با این مکانیسم به موازات برخی از گسل‌ها تشکیل گردیده‌اند. به عبارتی سیالات ژئوترمالی در امتداد شکستگی‌ها و مناطق سست امکان حرکت و رسوب را پیدا نموده‌اند. و آشکارا به وسیله عوامل تکتونیکی کنترل می‌شوند. دامنه دگرسانی‌ها به علت پایین بودن درجه حرارت و فشار محلول‌ها چندان زیاد نیست و دیواره دگرسانی نیز به همین دلیل غالباً سطح نسبتاً صاف و منظمی را تشکیل می‌دهد. در رگه‌ها دو نوع دگرسانی آرژیلی (با ضخامت بیشتر $7/8$ متر) و نوع سیلیسی (با ضخامت $4/7$ متر) را در بر می‌گیرد.

داده‌های ژئوفیزیکی گویای چند مسئله مهم می‌باشند:

- زون کانی‌سازی سولفیدی غالباً با روند رگه‌ها مطابقت دارد.

- تعداد کمتری از رگه‌ها به سطح زمین رسیده‌اند و در برخی موارد کانی‌سازی فلزی پنهان و به وسیله گدازه‌ها و رسوبات جوانتر پوشیده شده‌اند.

- در شرق محدوده که در سطح زمین فقط تعداد اندکی از رگه‌ها رخنمون دارند از عمق ۲۵ متری کانی‌سازی سولفیدی شروع و در عمق ادامه پیدا می‌کند. ۵ نقطه جهت حفاری پیشنهاد شده که در نقشه زمین‌شناسی محدوده مشخص گردیده است.

بررسی آنالیز طلا و عناصر پاراژنزی نشانگر توزیع فضایی کانه‌های فلزی در داخل رگه‌ها از الگوی پیچیده‌ای تبعیت می‌کند. پیریت در اندازه‌های بسیار ریز و میکروسکوپی در زمینه سیلیس ژله‌ای فراوانترین کانی فلزی را تشکیل می‌دهد. اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و روتیل نیز به فراوانی همراه با پیریت تشکیل شده‌اند. کالکوپیریت و کانی‌های لینثیت تنها در تعداد کمی از مقاطع صیقلی قابل مشاهده هستند. بنابراین عناصر آرسنیک، روی، مس و به مقدار کمتر سرب، جیوه، نقره و آنتیموان حضور دارند. تنگستن در غالب ترانشه‌ها مقدار کم (حداکثر ۴۴ گرم در تن) و در ترانشه‌های ۸، ۹، ۱۰ آن به شدت افزایش یافته (حداکثر ۶۳۰ گرم در تن) را تشکیل می‌دهد.

کانی‌سازی طلا منحصراً در بخش‌های سیلیسی رگه‌ها رخ داده است و آثار مشهودی از کانی‌سازی با غنی‌شدگی آن در بخش‌های غیر سیلیسی، مانند زون آرژیلی و یا سنگ دیواره دیده نمی‌شود. میانگین توزیع طلا در داخل بخش سیلیسی حاکی از آنست که میزان آن در این زون با میزان اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن نسبت مستقیم دارد. کانی‌های سولفیدی عمدتاً در داخل سیلیس مخفی بلور یا ژله‌ای تشکیل می‌شوند به نظر می‌رسد با عدم حضور محلول‌های کلریتی، محلول‌های سازنده بیشتر از نوع محلول‌های سولفیدی بوده‌اند. سیلیس متبلور درشت بلور از نظر میزان کانی‌سازی سولفیدی فقیر می‌باشد. آنالیز طلا در ۱۴۶ نمونه که از زون‌های سیلیسی داخل ترانشه و یا به صورت لقمه‌ای از سطح نمونه برداری شده است مقدار متوسط ppb ۴۸۰ را نشان می‌دهند که فاصله زیادی با حد اقتصادی آن دارد. پس کانی‌سازی در یک محیط آتشفشانی حد واسط تا اسیدی (آندزیت و تراکی آندزیت) با سن ائوسن و سیستم رگه‌ای دگرسانی حرارت پایین (ابی ترمال) صورت گرفته است (تقی زاده، ۱۳۸۲).

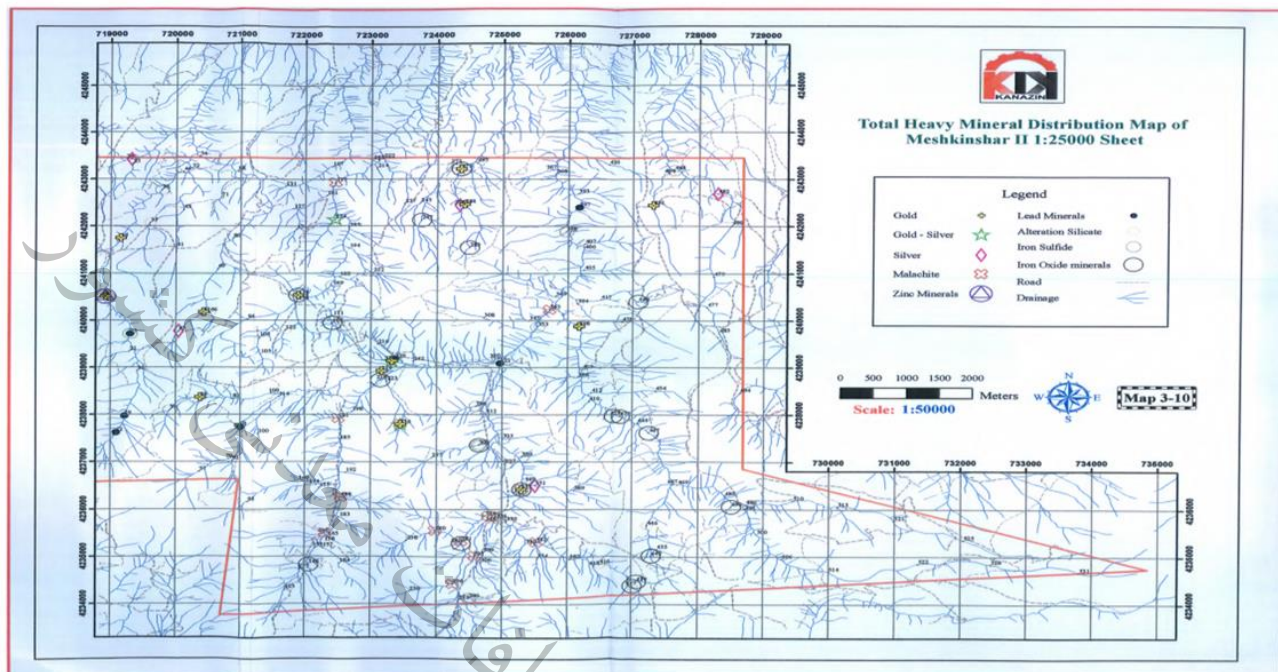
محدوده اکتشافی اندزق و بالوقیه (جنوب برگه ۱:۲۵۰۰۰ مشگین شهر ۲)

محدود اکتشافی طلای اندزق و بالوقیه در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ مشگین شهر در مختصات جغرافیایی ذیل در استان اردبیل قرار دارد.



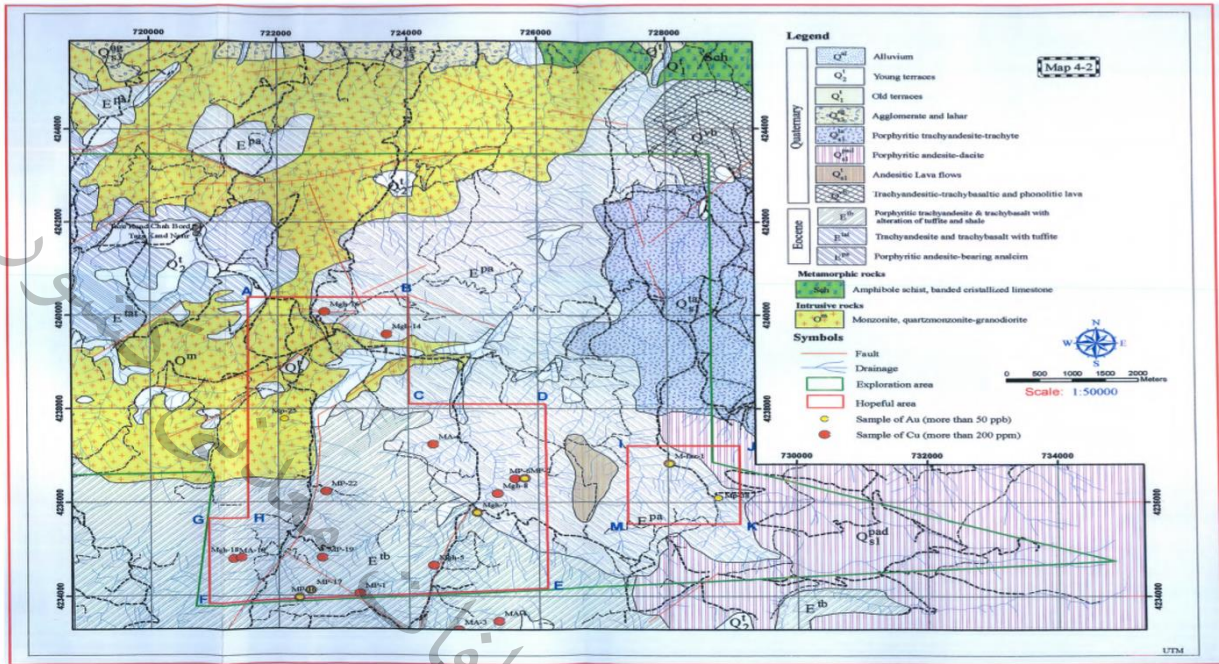
A	X	Y
B	۷۱۸۵۸۶	۴۲۴۳۴۵۴
C	۷۲۸۶۷۵	۴۲۴۳۴۵۶
D	۷۲۸۶۹۱	۴۲۳۶۸۵۴
E	۷۳۴۶۶۰	۴۲۳۴۷۴۷
F	۷۳۰۶۹۸	۴۲۳۳۷۶۳
G	۷۳۰۹۸۴	۴۲۳۶۶۴۰
H	۷۱۸۷۷۲	۴۲۳۶۵۸۰

این محدوده در غرب استان اردبیل و به فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب غرب شهرستان مشگین شهر و همچنین ۱/۵ کیلومتری جنوب غرب آغ بولاغ است. مهمترین راه دسترسی از طریق جاده آسفالته مشگین شهر-آغ بولاغ و در ادامه از طریق جاده‌های خاکی عشایری که در سرتاسر محدوده با راستای کلی شمالی- جنوبی کشیده شده، مقدور می‌باشد. در این محدوده واحدهای ولکانیکی ائوسن با ترکیب آندزیت تا تراکی آندزیت، واحدهای نفوذی با ترکیب مونزونیت، کوارتز مونزونیت و واحدهای گوارتز حضور دارند. با توجه به نقشه کانی سنگین (شکل ۳-۴) ارائه شده طلا در قسمت‌های شمالی، غربی و جنوبی پراکنده می‌باشد. در شمال منطقه همراهی طلا با مس، طلا با نقره، کانی‌های آلتره، سولفیدها و اکسیدهای آهن دیده می‌شود. به نظر می‌رسد وجود کانی‌های سنگین سولفید و اکسیدهای آهن که از سازندهای آذرین اسیدی منطقه سرچشمه گرفته‌اند می‌تواند به عنوان ردیاب کانی‌سازی طلا، نقره، مس، سرب و روی و... باشد. از طرف دیگر با توجه به این که عنصر نقره در فازهای نهایی فعالیت هیدروترمال نهشت می‌گردد و همچنین همراهی آن با دیگر کانی‌های فعالیت هیدروترمالی نظیر طلا، مس، سرب و روی و وجود کانی‌های آلتره فراوان انتظار کانی‌سازی هیدروترمال را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴- نقشه کانی سنگین با پراکندگی کانی های طلا، طلا-نقره، نقره، مولیبدن و روی (عابدیان، ۱۳۸۷)

با توجه به مطالعات انجام شده و برداشت ۵۱۵ نمونه رسوب آبراهه‌ای و ۱۸۴ نمونه کانی سنگین برداشت شده و حضور ذره‌های طلا، مالاکیت، مولیبدن، جاروسیت و ...، نشان از کانی سازی هیدروترمالی در منطقه می‌باشد. قسمت جنوبی محدوده با توجه به نتایج تصاویر ماهواره‌ای و وجود آلتراسیون گسترده می‌تواند زون مساعد برای ادامه عملیات اکتشافی باشد. وجود آلتراسیون گسترده پروپیلیتی، آرژیلی و سیلیسی، وقوع کانی‌زایی به صورت رگچه یا بخش‌های کانی‌زایی شده و نتایج مساعد کانی سنگین حکایت از کانی‌زایی احتمالی پورفیری در محدوده را دارد. باختر برگه رازلیق واقع در شمال سراب جهت اکتشاف طلا و فلزات پایه، حوضه‌های آبریز رازلیق چای و هندرود واقع در شمال سراب و حوضه‌های آبریز جنوب و جنوب غرب سبلان به آجی چای جهت اکتشاف کانسار طلای نوع پلاسری، اطراف آبگرم برجلو در جنوب شرق برگه لای با بررسی ژئوشیمی جهت ناهنجاری طلا و آرسنیک، محدوده‌های جنوب- جنوب غرب روستای اندزق و بالوقیه در جنوب غرب برگه مشگین شهر و شرق روستای گیلر جهت کانی‌سازی احتمالی مس و مولیبدن پورفیری، محدوده اطراف روستای مسدرق واقع در برگه نقدی جهت اکتشاف مس، جنوب روستای لنج آباد و اطراف جهت اکتشاف جیوه، محدوده شمال شرق روستای سقزچی جهت اکتشاف طلا و در زیر معرفی دو محدوده اولویت دار با توضیحات بیشتر معرفی می‌گردد. (شکل ۳-۵) (عابدیان، ۱۳۸۷):



شکل ۳-۵- دو محدوده طلای معرفی شده مشگین شهر ۲

محدوده شماره ۱ مشگین شهر ۲:

محدوده طلای شماره ۱ مشگین شهر ۲ به مساحت تقریبی ۲۵/۴۷ کیلومتر مربع در جنوب محدوده ۱:۲۵۰۰۰ مشگین شهر ۲ جهت ادامه کار اکتشافی پیشنهاد می گردد. محدوده مذکور بر روی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی بر روی واحدهای Epa با ترکیب آندزیت آنالسیم دار، واحد Etb با ترکیب تراکی آندزیت - تراکی بازالت، واحد Om با ترکیب مونزونیتی - کوارتز مونزونیتی و در مواردی گرانودیوریتی و آبرفت های جوان کواترنر (Qt2) قرار گرفته است. علت معرفی این محدوده وجود ۳۵ نمونه آنومالی از نمونه های رسوب آبراهه ای دارای طلا و مس قابل توجه و در مرحله کنترل آنومالی ۴۲ نمونه برداشت گردیده است که از این میان نمونه های دارای مقادیر بسیار بالای طلا و مس می باشد. به عنوان مثال در نمونه Mp-16 عیار طلا ۲۷۰۰ ppb، و نقره ۱۴۰ ppm بسیار چشمگیر و قابل توجه است (ناصر عابدیان، ۱۳۸۷).

محدوده شماره ۲ مشگین شهر ۲:

این محدوده به مساحت تقریبی ۲/۸۶ کیلومتر مربع در جنوب شرق محدوده ۱:۲۵۰۰۰ مشگین شهر ۲ جهت ادامه کار اکتشافی پیشنهاد می گردد. محدوده مذکور بر روی نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی بر روی واحدهای Qslpad گدازه های آندزیتی و داسیتی پورفیری، واحد Epa با ترکیب آندزیت آنالسیم دار قرار گرفته است. علت معرفی این محدوده وجود ۵ نمونه آنومالی از نمونه های رسوب آبراهه ای دارای طلا و مس می باشد. در مرحله

کنترل آنومالی از این محدوده ۴ نمونه برداشت گردیده است که یکی از نمونه ها دارای مقدار بسیار بالای طلا و مس می باشد (طلا ۱۱۰ ppb و مقدار مس ۳۹۹۱۴ppb، ناصر عابدیان، ۱۳۸۷). برخی از پتانسیل های طلا دار در این استان دارای اطلاعات قابل ملاحظه ایی نیستند بنابراین در جدول (۳-۴) به صورت خلاصه بیان می گردد:

جدول ۳-۴- اندیس های طلا

شماره	نام	نوع	فعالیت	سنگ میزبان	سن	تیپ های احتمالی	دگرسانی
۱	ساریخانلو	طلا	اندیس معدنی	آندزیت - تراکی آندزیت	اوسن	رگ های	سیلیسی - آرژیلی
۲	اندزق و بالوقیه	طلا	محدوده اکتشافی	آندزیت و تراکی آندزیت مگاپورفیری	اوسن	پورفیری	
۳	موئیل	طلا		تراکی آندزیت			

۴-۲-۳- آهن

پراکندگی آهن در استان اردبیل را عمدتاً می توان به عملکرد فعالیت های زمین ساختی - ماگمایی فانروزوئیک و به ویژه سنوزوئیک نسبت داد. کانسارهای آهن استان اردبیل در پهنه ساختاری البرز غربی تشکیل شده است. کانی زایی آهن در پهنه البرز غربی به صورت لایه ای و فضا پر کن در اطراف چشمه ژئوترمال فعال، در امتداد یک زون برشی گسلی داخل ریفت های یخچالی و رودخانه ای با ترکیب سنگ میزبان آندزیتی عمل کرده است. از جمله پتانسیل های آهن استان اردبیل می توان به اندیس های نظیر موئیل، کهل دشت و داشکسن اشاره نمود.

معدن موئیل

معدن آهن موئیل در شهرستان مشگین شهر و در ۱۷ کیلومتری جنوب خاوری شهرستان مشگین شهر، اراضی روستای موئیل و در دامنه غربی کالدرای کوهستان سبلان دارد که روستای دیزو در غرب و لهزیر در شمال غرب و موئیل در شمال کانسار واقع شده اند. این کانسار از مرکز استان ۱۱۲ کیلومتر فاصله دارد. راه دسترسی به محدوده کانسار از طریق شهرستان مشگین شهر پس از طی ۱۶ کیلومتر جاده آسفالت به سمت جنوب و حدود ۵۰۰ متر از روستای موئیل در جاده شوشه به سمت شرق می باشد و در یک فرو افتادگی تکتونیکی که اطراف آن را بلندیهای سبلان احاطه کرده اند واقع شده است.



کانسار موئیل

کانسار آهن موئیل در ۱۲ کیلومتری جنوب شرق مشکین شهر و در میدان ژئوترمال شمال غرب سبلان واقع شده است. کانی سازی آهن به صورت لایه‌ای و فضا پر کن در اطراف چشمه ژئوترمال فعال، در امتداد یک زون برشی گسلی داخل ریفت‌های یخچالی و رودخانه‌ای با ترکیب سنگ میزبان آندزیتی عمل کرده است. بررسی مینرالوگرافی نشانگر این است که گوتیت و هماتیت کانی‌های کانسنگی اصلی تشکیل کانسار بوده که توسط مقادیر کمتری از لیمونیت، لیپدوکروسیت و جاروسیت همراه می‌شوند. کانی‌های اصلی باطله نیز شامل کلسدونی و کانی‌های رسی (کائولینیت) می‌باشند که بعضاً توسط مقادیر کمی از ژیپس همراهی می‌شوند. کانسنگ آهن از نظر ژنتیکی مرتبط با سنگ‌های در بر گیرنده بوده و فرایندهای ژئوترمال و سیستم‌های شکستگی در سنگ میزبان نقش مهمی را در آبشویی و تمرکز آهن در طی تشکیل این ذخیره دارند (آذرمی قورتلاز، ۱۳۹۵).

نشانه کهل دشت (جنوب خلخال)

این منطقه در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله، شامل مجموعه‌ایی از تشکیلات مختلف رسوبی و دگرگونی متعلق به دوران پالئوزوئیک فوقانی است. واحدهای رسوبی معادل با سازندهای جیروود، مبارک، درود و روته هستند و واحدهای دگرگونی بخشی از دگرگونه‌های گشت بوده و شامل انواع فیلیت‌ها و شیست‌ها می‌باشند. از نظر زون ساختاری در زون گرگان-رشت قرار دارد. کانی‌زایی در منطقه شامل مگنتیت، لیمونیت و گوتیت در شکستگی‌ها و حفرات است. حضور کانی‌های اپیدوت، اکتینولیت در شیست‌ها و حضور مرمرها در مجاورت نشانه معدنی، حضور اپیدوت‌های بلوری هیدروترمال همراه با مگنتیت‌های بلوری و برونزد توده گرانیتوئیدی ژوراسیک نشان دهنده ارتباط نشانه کهل دشت با سیالات ماگمایی بوده و احتمالاً از نوع اسکارن منیزیمی مگنتیت‌دار می‌باشد. کانسار آهن از نوع اکسیدی با کانی غالب مگنتیت بوده و به شکل توده‌ای و همراه با بلورهای کاملاً شکل‌دار اپیدوت دیده می‌شود. کانی‌های همراه مگنتیت، شامل پیریت با فراوانی خیلی کم است. کانسار آهن کهل دشت بر مبنای حضور آهک‌های دگرگون شده در مرز این نشانه معدنی، فراوانی کانی اپیدوت و اکتینولیت در شیست‌های محدوده نشانه معدنی، همراهی کانیهای پیریت با فراوانی کمتر و برونزد توده‌های گرانودیوریتی ژوراسیک از نوع اسکارن منیزیمی مگنتیت‌دار است (جمشیدی بدر، ۱۳۹۴).

نشانه معدنی آهن داشکسن

در حوالی روستای داشکسن از توابع شهر لاهرود و در زون دگرسانی و در افق سیلیسی- کائولینیتی ذخایر لینییتی ذخایر کوچکی به تعداد ۲ مورد آغشته به آهن از نوع هماتیت و لیمونیت مشاهده گردیده است که نشانه اولی در جوار روستا و ضلع شمالی مدرسه آزادی به ابعاد ۵ × ۱۰ × ۳۰ متر مشاهده می شود. این نشانه در واقع سیلیس برشی آغشته به آهن است. نشانه دوم در یک کیلومتری شمال روستا و در پایین دست راه ارتباطی آن بر روی افق سیلیس برشی واقع شده است که مساحت گسترش آن به ۲۵۰ متر مربع و ضخامت آن نیز به ۳ متر می رسد. میزان ذخیره کل این اندیس ها به ۵۰۰۰ تن بالغ می شود. همچنین در شمال باختر روستای یوسف خان کندی، نهشته های ولکانیکی با ترکیب داسیتی، ایگنمبریتی ائوسن حاوی آرسنیک به فرم رگچه- های نازک می باشد که احتمال وجود جیوه را در این منطقه افزایش می دهد (مهندسین مشاور زر آذین گستر، ۱۳۷۹-۸۰) (جدول ۳-۵).

جدول ۳-۵- آهن در پهنه مورد مطالعه

شماره	نام	نوع	X	Y	فعالیت	سنگ میزبان	سن	تیپ های احتمالی
۱	موئیل	آهن	-	-	معدن	آندزیت	ائوسن	
۲	موئیل	آهن	-	-	اندیس معدنی	آندزیت	ائوسن	
۳	کهل دشت	آهن	-	-	اندیس معدنی	آهک های دگرگون		اسکارن منیزیمی مگنتیت دار
۴	داشکسن	آهن	-	-	اندیس معدنی	نهشته های ولکانیکی	ائوسن	

۵-۲-۳- منگنز

بیشترین ذخایر شناخته شده منگنز ایران در زمان ائوسن- الیگوسن تشکیل شده اند. کانسارهای منگنز این زمان دارای خاستگاه آتشفشانی و آتشفشانی- رسوبی و گرمایی بوده و در مجموعه آذرآواری و آتشفشانی پالئوژن یافت می شود مانند کانسارهای ونارچ قم، رباط کریم، ... بطور کلی محدوده اکتشافی منگنز در جنوب شهرستان خلخال شواهد زمین شناسی نشان می دهد که در این نواحی اکتشافات بیشتر و دقیق تری برای منگنز صورت گیرد. کانی سازی منگنز در استان اردبیل در پهنه ساختاری البرز غربی رخ داده است. وجود سیستم های دگرسانی دما پایین و همچنین آنومالی عناصر عمدتاً سولفیدی و پیریت فراوان در امتداد شکستگیها از شواهد وجود یک سیستم کانی سازی اپی ترمال برای بخش جنوب شهرستان خلخال است. پراکندگی تنها کانی سازی منگنز در جنوب خلخال با سنگ میزبان آندزیتی به سن ائوسن می باشد.



محدوده اکتشافی منگنز منامین (جنوب خلخال)

محدوده اکتشافی منگنز منامین در جنوب شهرستان خلخال در مختصات جغرافیایی "۴۸°۲۰'۵۵" تا "۴۸°۲۳'۳۸" طول شرقی "۳۷°۱۵'۰۰" تا "۳۷°۱۷'۱۰" عرض شمالی در جنوب رشته کوه بقروغ داغ واقع شده است. گستره مورد مطالعه از نظر تقسیمات استانی، در محدوده بخشهای خورش رستم به مرکزیت هشتجین و امامرود به مرکزیت کلور، از توابع شهرستان خلخال قرار دارد. جاده های خلخال - هشتجین، خلخال - شال، راههای اصلی ارتباطی این ناحیه را تشکیل می دهند. بخشهایی از این جاده ها آسفالته بوده ولی بخش اعظم آنها شوسه است. از راههای فرعی موجود در محدوده طرح می توان به راههای شنی درجه ۲ هشتجین - برندق، کلور - جعفر آباد - برندق، کلور - طارم دشت و بالا کوه و طارم دشت - ماجولان - جلال آباد اشاره نمود. از نظر زمین شناسی در واحد ساختاری البرز غربی واقع شده است. محل کانی زایی واحد توفیتی در دامنه شمالی یک تاقدیس کم شیب و در کنتاکت بین واحد آندزیتی صورت گرفته است. واحدهای زمین شناسی موجود در محدوده منامین شامل توفیت های ائوسن واحد (Evt)، گدازه های آندزیتی ائوسن واحد (Eva) همراه با میان لایه هایی از واحد توفیت (Evt_a)، طبقات قرمز نئوژن واحد (Ngm) و رسوبات عهد حاضر و واحدهای زمین شناسی موجود در محدوده زیوه شامل سنگهای پالئوزوئیک بالا واحدهای (Pzc, Pzdo, Pzs) رخساره شیلی، ماسه سنگی و کنگلومرانی ژوراسیک (Jsh)، واحد آهکهای ائوسن زیرین (Els)، واحد توفیت ها (Evt) و گدازه های آندزیتی ائوسن (Eva)، واحد طبقات قرمز نئوژن (Ngm)، واحد کنگلومرای پلیوسن (Plc) و رسوبات عهد حاضر می باشد. به لحاظ زمین شناسی ساختمانی روند گسلها و شکستگی های موجود در ناحیه شمال غرب - جنوب شرق است. اکثر گسلهای موجود از نوع معکوس با شیب صفحه گسلی بیشتر از ۴۵ درجه می باشند، در این محدوده کانی های پیرولووسیت و دیگر کانه های همراه (نظیر مانگانیت و تودورکیت) به صورت رگه، رگچه در متن سنگ میزبان - آندزیت های برشی - صورت گرفته و کانیهای کلسیت، اوپال و کوارتز (محصولات آلتراسیون) آن را همراهی می کنند. پس از مطالعات و شناسایی مقدماتی (بررسی های ژئوشیمی آبراهه ای و کانی سنگین) محدوده منامین با وسعت ۱۶ کیلومتر مربع با کانی سازی اپی ترمال جهت کانی سازی منگنز و زئولیت معرفی شده است (مهندسین مشاور کاوشگران، ۱۳۷۴).

لازم به ذکر است برخی از پتانسیل های منگنز دار منطقه دارای اطلاعات قابل ملاحظه ایی نمی باشد لذا در جدول (۳-۶) به صورت خلاصه بیان گردیده است:

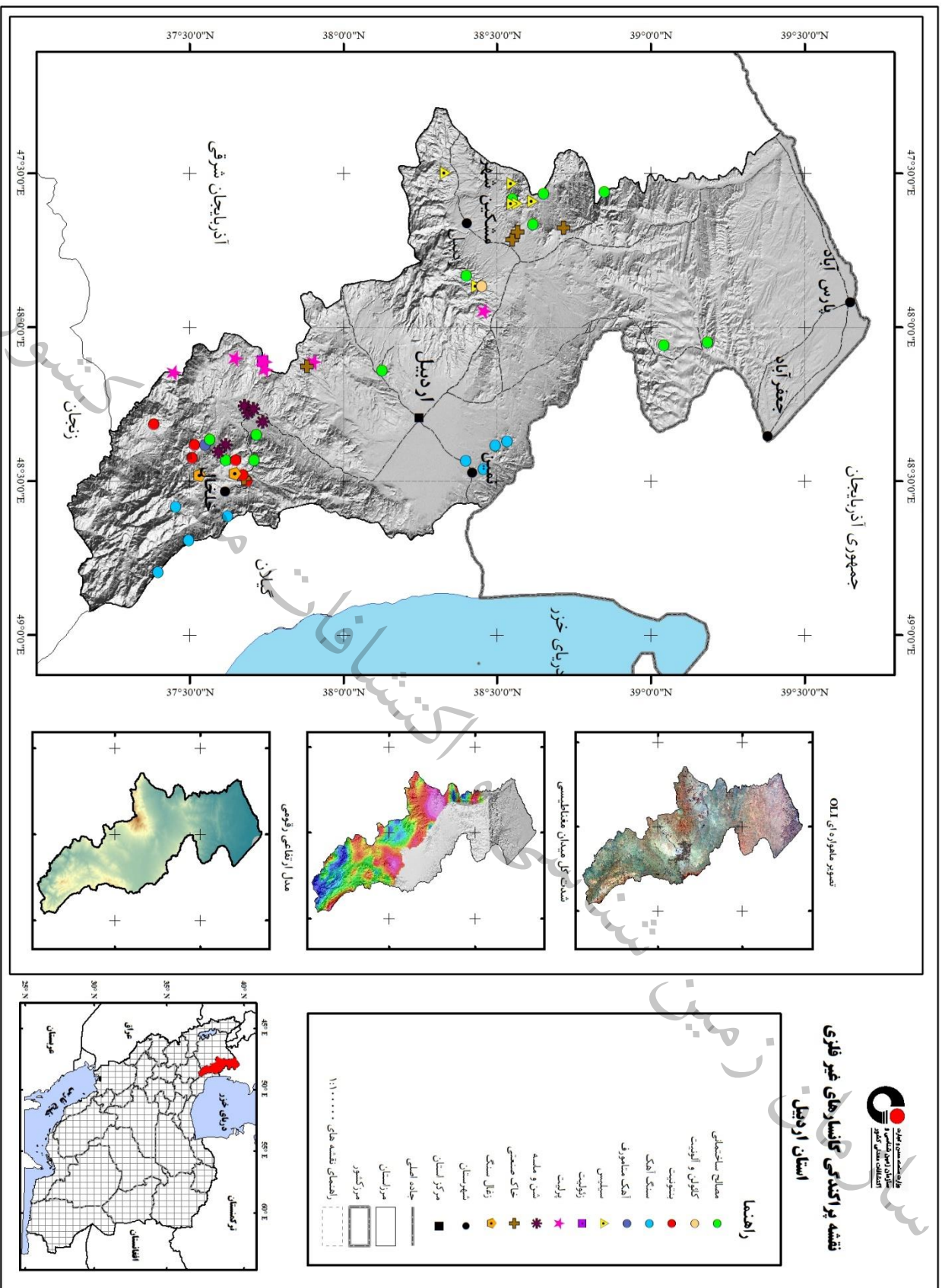
جدول ۳-۶- اندیس های منگنز

موقعیت	ماده معدنی	معدن/اندیس
حوالی شهر اردبیل	منگنز	ویلا دره

۳-۳- معادن غیرفلزی

برپایه 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، سنگ های قیمتی و سوخت های فسیلی نباشد. در این گزارش جهت بررسی و تقسیم بندی مواد معدنی غیر فلزی می بایست به بررسی کانی های صنعتی بپردازیم که بر اساس کتاب Harben & Bates (۱۹۹۰)، به چند گروه اصلی به شرح زیر قابل تقسیم بندی هستند:

- مواد و مصالح ساختمانی (سنگ لاشه، گچ (ژپس)، سیمان، شیشه آتشفشانی و سنگ ساختمانی)
 - رس ها (کائولن، بنتونیت)
 - تبخیری ها (نمک، پتاس، بورات و نترات)
 - سنگ آهک و دولومیت
 - ساینده ها (گارنت، کوارتز، کروندم، سیلیس)
 - مجموعه گروه های فسفات، بوکسیت، باریت، بریل، الماس، فلورین (+ باریت)، لیتیوم، تالک، ورمیکولیت، آزبست، منیزیت، پرلیت، نفلین سینیت، زئولیت، گوگرد، گرافیت و الیوین
- معادن و اندیس های معدنی غیر فلزی استان اردبیل مربوط به گچ، آهک، سنگ لاشه، کانی های صنعتی، خاک- های صنعتی، سنگ ها و مصالح ساختمانی می باشد. شکل (۳-۶)، (۳-۷)، (۳-۸).



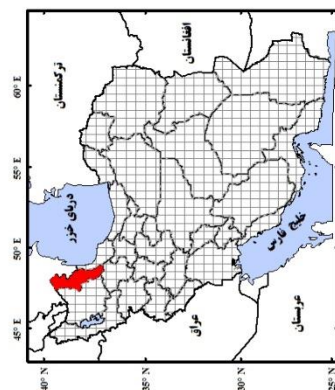
شکل ۳-۶- نقشه پراکنده گیاهان غیر فلزی استان اردبیل

نقشه پراکندگی کانسارهای
مصالح ساختمانی
استان اردبیل

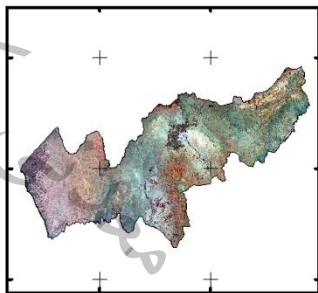
راهنما

- گچ
- تراوس
- سنگ لاشه
- گرانیت
- پوزولان

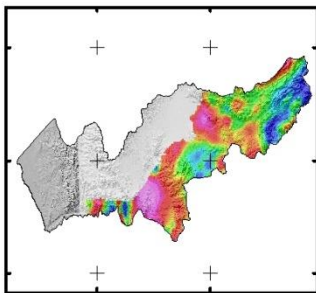
- شهرستان
- مرکز استان
- جاده اصلی
- مرز استان
- مرکز کشور
- راضعای نقشه های ۱:۱۰۰۰۰۰



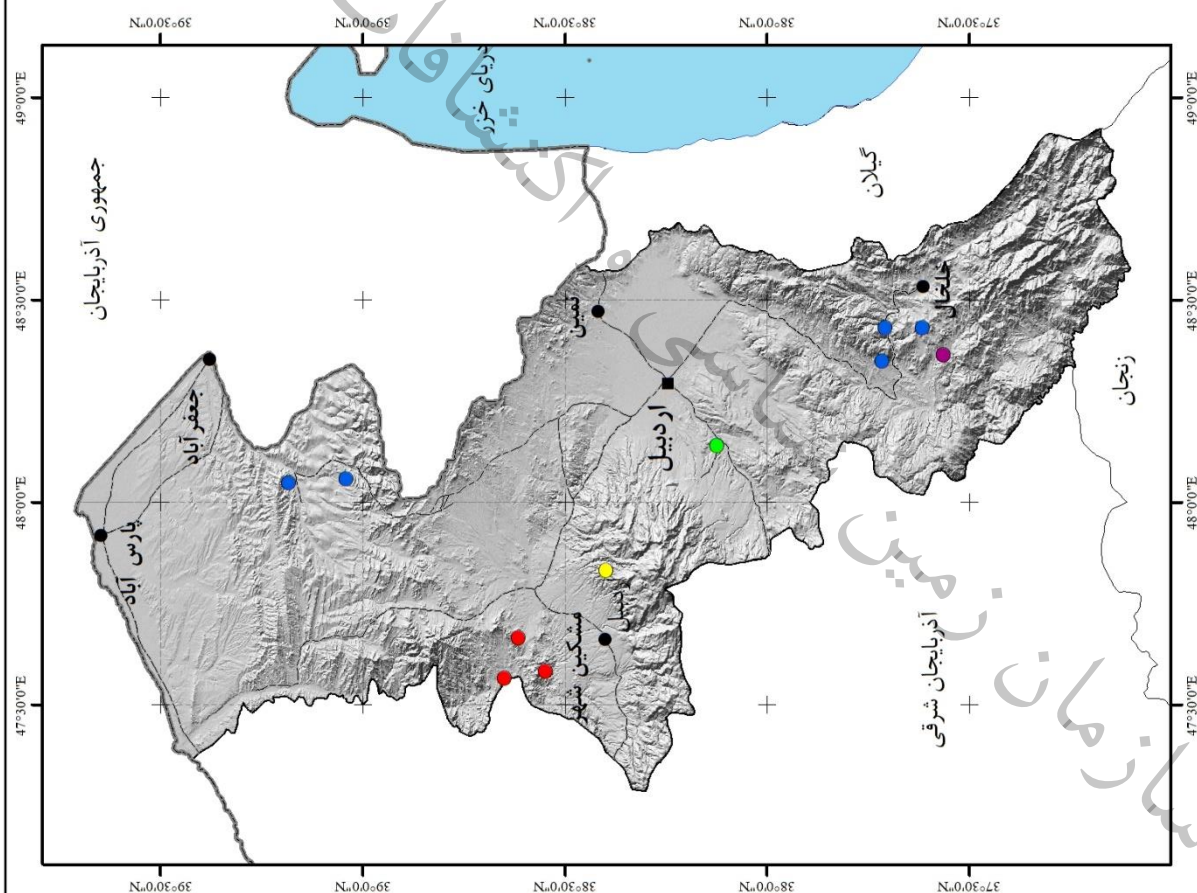
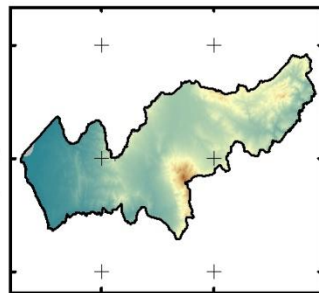
تصویر ماهواره‌ای OLI



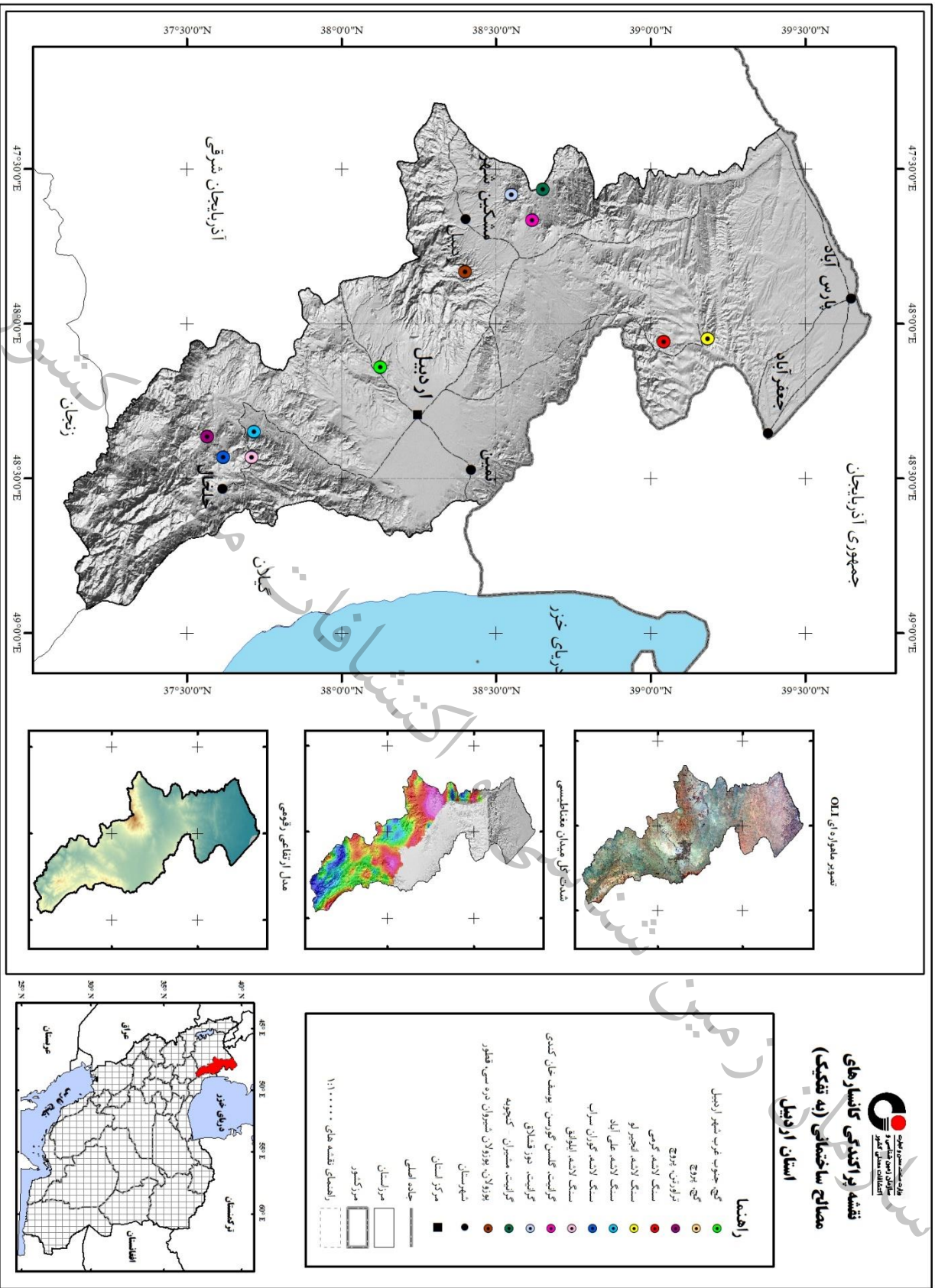
شدت کل میان هفتابسی



مدل ارتفاعی رقومی



شکل ۳-۷- نقشه پراکندگی کانسارهای مصالح ساختمانی استان اردبیل



شکل ۳-۸- نقشه پراکندگی کانسارهای مصالح ساختمانی (به تفکیک) استان اردبیل

۱-۳-۳- مواد و مصالح ساختمانی

۱-۳-۳-۱- گچ

گچ به طور کلی در افقهای چینه‌شناسی گوناگون به شکل عدسی و یا لایه‌ای وجود دارد. سنگ‌های آذرآواری ائوسن، سازند قرمز زیرین، سازند قم و بالاخره ردیفهای سازند قرمز بالایی از جمله منابع گچدار می‌باشند. در استان اردبیل این پتانسیل بیشتر به صورت سنگی مشاهده شده است. ذخایر گچ در جنوب غرب اردبیل، در اطراف آبادی‌های اینانلو، چای سقرلو و رضاقلی قشلاق وجود دارد که بعضاً استخراج نیز می‌شوند. لایه‌های گچ در داخل قدیمی‌ترین بخش رسوبات یک حوضه بسته رسوبی که بر روی سنگهای آتشفشانی به سن ائوسن بالایی قرار دارد، تشکیل شده است. (شاه بیگ، ارژنگ روشن، ۱۳۶۰).

معادن اینانلو

معادن گچ اینانلو در ۲ کیلومتری روستای اینانلو واقع در شهرستان نیر در استان اردبیل می‌باشد و جزء گچ ابریشمی تلقی می‌شود. دارای خلوصی نزدیک به ۱۰۰٪ بوده و محدوده ای بالغ بر ۲ کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد. ذخیره احتمالی آن بالای ۱۵ میلیون تن برآورد شده است (پروژه اکتشاف شرکت زر کاو، ۱۳۹۴).

محدوده جنوب غرب شهر اردبیل

محدوده گچ جنوب غرب شهر اردبیل در میان طولهای جغرافیائی ۴۸°۰۷' تا ۴۸°۱۰' شرقی و عرضهای جغرافیائی ۳۸°۰۵' تا ۳۸°۱۰' شمالی قرار دارد، حوضه رسوبی نئوژن در جنوب غربی اردبیل بر روی سنگهای آتشفشانی به سن ائوسن بالایی به صورت یک حوضه بسته رسوبی که احتمالاً توسط برجستگی‌های اطراف خود محدود بوده تشکیل شده است. در این محدوده رسوبات مربوط به میوسن بطور دگرشیب روی سنگهای آتشفشانی ائوسن بالایی را می‌پوشانند. وجود لایه‌های گچ در داخل قدیمی‌ترین بخش این رسوبات نشان دهنده محیط تبخیری گرم و کم عمق احتمالاً دریاچه‌ای است. در این محدوده سازندها و سری سنگهای مربوط به نئوژن برونزد دارند. سنگهای رسوبی این ناحیه متشکل از ماسه سنگ و مارن قرمز رنگ و گچ‌دار است که به صورت متناوب قرار گرفته‌اند. ضخامت این بخش در حدود ۳۰۰ متر می‌باشد و در افقهای بالاتر به تدریج به مارن های خاکستری گچ‌دار تغییر پیدا می‌کنند. در این واحد یک بخش گچی در قاعده (دارای ارزش اقتصادی) و یک واحد گچی عدسی شکل در بخش فوقانی برونزد دارند. طبق محاسبات انجام شده و برداشت‌های صحرائی، ذخیره زمین‌شناسی این ناحیه حدود ۶۰۰۰۰۰ تن سنگ گچ برآورد می‌شود. انجام مراحل اکتشاف تفصیلی و ژئوشیمیایی جهت بهره برداری از این ذخیره پیشنهاد می‌گردد (فدائیان، ۱۳۹۶).



۲-۱-۳-۳- تراورتن

کانسار پروچ

کانسار تراورتن پروچ در ۲۵ کیلومتری خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}22'$ طول شرقی و $37^{\circ}34'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۷۴۶ از سطح دریا قرار دارد. راه دسترسی آن از پیمودن $16/5$ کلومتر از جاده خلخال به هشتجین و انشعاب جاده‌ای به سمت راست به نام آرسون چای و طی ۱۰ کیلومتر به روستای پروچ رسیده. در $1/5$ کیلومتری پروچ در قسمت راست جاده محل کانسار می باشد. از نظر زمین شناسی شامل تشکیلات آذرین پالئوزن از جمله لاهای آندزیتی با انترکالاسیون‌هایی از توف و سنگ‌های رسوبی آهکی به علاوه رسوبات کواترنری است. عملکرد برخی از گسل‌های شمالی - جنوبی باعث پیدایش چشمه‌های آهک ساز و در نتیجه به جای گذاشتن رسوبات آهکی یا تراورتن‌های منطقه با ضخامت 0.5 تا ۳ متر است. ذخیره آن قابل ملاحظه بوده و از نظر کیفیت دارای رتبه ۳ می باشد (اداره کل معادن و فلزات استان اردبیل، ۱۳۷۳). علاوه بر کانسار فوق، در ناحیه برجلو و سقزچی، تراورتن‌هایی یافت شده‌اند که اطلاعات چندانی در مورد آنها در دسترس نیست.

۳-۱-۳-۳- سنگ لاشه

پراکندگی معادن و کانسار سنگ لاشه را می توان در منطقه گرمی و گیوی بالا مشاهده نمود که مهمترین کانسارها در ذیل بیان می گردد:

معدن گرمی

معدن سنگ لاشه گرمی در مجاورت شمال غرب شهر گرمی در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}03'30''$ طول شرقی و $39^{\circ}02'33''$ عرض شمالی قرار دارد. راه دسترسی آن از داخل شهر میسر است. این واحد یک لایه ماسه سنگ است که دارای رنگ سبز روشن تا تیره می باشد. رخنمون این واحد به صورت یک تاقدیس در اطراف شهر گرمی دیده می شود و به چندین ده کیلومتر مربع می رسد. خردشدگی در میان واحد دیده می شود ولی چون مقاومت خوبی دارد جهت استفاده در پی ساختمان و پل قابل بهره برداری می باشد (سازمان صنایع معادن استان اردبیل، گزارش دور سنجی و زمین شناسی اقتصادی ورقه $1:1000000$ گرمی (شکل ۳-۹)).



شکل ۳-۹- معدن سنگ لاشه در مجاورت گرمی، دید به سوی شمال

معدن انجیرلو

معدن سنگ لاشه انجیر لو در فاصله ۱۵ کیلومتری جاده آسفالته گرمی به طرف بيله سوار و در حدود ۲ کیلومتری غرب این جاده در مختصات جغرافیایی "۴۸°۰۳'۰۰" طول شرقی و "۳۹°۱۱'۰۰" عرض شمالی قرار دارد. ماده معدنی یک ماسه سنگ توفی است. ذخیره قطعی این معدن در حدود ۷۵۰۰۰۰ تن تخمین زده شده است.

کانسار علی آباد

کانسار سنگ لاشه علی آباد در منطقه گیوی بالا در مختصات جغرافیایی '۴۸°۲۱' طول شرقی و '۳۷°۴۳' عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه ۱۷۸۰ متر از سطح دریای آزاد می باشد. دسترسی از طریق جاده خلخال تا گیوی بالا حدود ۲۶ کیلومتر و از آن جا راهی خاکی به مسافت ۵ کیلومتر به سمت علی آباد وجود دارد که نرسیده به علی آباد و در ۱/۵ کیلومتری آن در سمت راست می باشد. در سمت خاور کانسار روستای علی آباد، سنگ های خروجی از جمله آندزیت، توف های آندزیتی گسترش دارند و در سمت باختر رسوبات کواترنری و تشکیلات نئوزن انتهایی از جمله خاک رس قهوه ای، مارن های قرمز رنگ، ماسه سنگ، سیلت استون به همراه کنگلومرا گسترش دارند. سنگ های ناحیه کانسار، لاوهای آندزیتی به رنگ قهوه ای و خاکستری تا سبز به سن پالئوزن می باشد که به عنوان سنگ لاشه مورد استفاده قرار می گیرد .



کانسار ایلوانق

کانسار سنگ لاشه ایلوانق در خلخال در مختصات جغرافیایی $46^{\circ}26'00''$ طول شرقی و $37^{\circ}42'35''$ عرض شمالی در ۳ کیلومتری ایلوانق واقع شده است. راه ارتباطی از طریق ۱۷ کیلومتری جاده خلخال گیوی به سمت شمال (راست) جاده و به فاصله ۲ کیلومتر از جاده واقع شده است. سنگ‌های منطقه عمدتاً تناوبی منفصل از سنگ‌های آذرین خروجی شامل توف‌های سبز تیره و تراکی آندزیت‌ها و بعضاً آندزیت پورفیری‌ها هستند که مربوط به پالئوزن و معادل سازند کرج هستند. سنگ‌های تراکی آندزیت به دلیل متراکم و توده‌ایی بودن به عنوان سنگ لاشه مورد توجه هستند

کانسار گوران سراب

کانسار سنگ لاشه و مالون گوران سراب در ۸ کیلومتری خلخال در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}26'$ طول شرقی و $37^{\circ}37'$ عرض شمالی واقع شده است. راه ارتباطی از طریق پیمودن $2/5$ کیلومتر راه آسفالته خلخال- هشتچین از سه راهی به سمت راست حرکت و پس از طی ۳ کیلومتر راه خاکی به گوران سراب و پس از $2/5$ کیلومتر راه خاکی به معدن منتهی می‌گردد. سنگ‌های منطقه متشکل از آندزیت، تراکیت و توف‌های قرمز و سفید رنگ مربوط به پالئوژن می‌باشد. سنگ‌های کانسار عمدتاً به عنوان سنگ لاشه و بعضاً به عنوان سنگ مالون مورد استفاده قرار می‌گیرد. سنگ‌های استخراجی به واقع لاوهای آندزیتی است که در جاهایی که خرد شدگی کمتری دارد به عنوان سنگ مالون بهره‌برداری می‌شود.

۴-۱-۳-۳- گرانیت

کانسارها و معادن گرانیت در استان اردبیل بیشتر در منطقه مشگین‌شهر و در زون ساختاری البرز غربی پراکنده می‌باشند. این کانسارها شامل دوز قشلاق، کله درق- ماهوتی، مشیران- کنچوبه، گلسن گورسن- یوسف خان کندی می‌باشند.

کانسار دوز قشلاق

کانسار دوز قشلاق در منطقه مشگین‌شهر، شمال روستای آق درق و در منطقه قشلاقی به نام دوز قشلاق در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}35'$ طول شرقی و $38^{\circ}33'$ عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه ۱۱۰۰ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد. دسترسی از طریق جاده مشگین‌شهر - اردبیل و در ۱۰ کیلومتری و انشعابی از کارخانه کبریت سازی و راه معروف ائل یولی به مسافت حدود ۲۲ کیلومتر می‌باشد. ذخایر این کانسار در

واقع بازالت می باشد. بازالت های این منطقه با وسعت محدود نیاز به مطالعه جهت ارزیابی ذخایر دقیق تر پیشنهاد می گردد.

کانسار کله درق - مالاھوتی

کانسار کله درق - مالاھوتی در منطقه مشگین شهر حوالی روستای کله درق از استان اردبیل و در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}33'$ طول شرقی و $38^{\circ}50'$ عرض شمالی با شیب توپوگرافی آن تند و ارتفاع آن از سطح دریا به 1634 متر واقع شده است. راه دسترسی به آن از جاده آسفالتی اردبیل - پارس آباد و از کیلومتر 110 از طریق روستای میرجعفرلو - کله درق می باشد که حدود 20 کیلومتر راه خاکی و صعب العبور دارد. سیل های نفیلین سینیتی با روند خاوری - باختری به طول بیش از 10 کیلومتر و عرض حدود 1 کیلومتر به صورت نواری در منطقه تظاهر دارد. ضخامت ظاهری آن به در حدود 5 تا 10 متر می باشد. بدین ترتیب ذخیره آن به میلیون ها تن بالغ می شود. نفیلین سینیت های منطقه به صورت نواری موازی با سطوح لایه بندی نهشته های تیپ فیلیش، برونزد دارند. زمان تشکیل این سیل ها بعد از ائوسن (الیگوسن) تعیین گردیده است

کانسار مشیران - کنچوبه

گرانیت مشیران - کنچوبه در منطقه مشگین شهر، بخش ارشق غربی و حوالی روستای مشیران و در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}34'$ طول شرقی و $38^{\circ}39'$ عرض شمالی با شیب توپوگرافی تند و ارتفاع 980 متر از سطح دریا واقع شده است و راه دسترسی به آن از جاده آسفالتی اردبیل - پارس آباد و از کیلومتر 80 از طریق راه آسفالتی مشیران است که به حدود 40 کیلومتر بالغ می باشد. ذخایر این کانسار در واقع آندزیت بازالت می باشد که زمان تشکیل این واحد آندزیت بازالتی به دوره ائوسن می رسد که بر روی واحد تفریت آناسیم دار پورفیری قرار گرفته است. این ذخایر در اثر نیروهای تکتونیکی تکتونیزه شده، کوپ دهی نسبتاً ضعیفی دارند.

کانسار گلشن گورسن - یوسف خان کندی

گرانیت گلشن گورسن - یوسف خان کندی در منطقه مشگین شهر، بخش ارشق غربی و مسیر جاده آسفالتی مشیران حوالی روستای گلشن گورسن و یوسف خان کندی در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}40'$ طول شرقی و $38^{\circ}37'$ عرض شمالی واقع شده است. شیب توپوگرافی آن تند و جریان آبراهه ها به سمت غرب است. ارتفاع آن از سطح دریا به 1220 متر می رسد. ذخایر این کانسار در واقع آندزیت، آندزیت بازالت و لاتیت پورفیری می باشند که با عنوان های Eb2، Epa، Epl مشخص گردیده اند. کانسار Eb2 با روند خاوری باختری و گسترش



نسبتاً محدود به صورت ساخت بالشی که ناشی از یک ماگماتیسم زیر دریایی است بر روی واحد Epa قرار گرفته است. کانسار Epa با روند خاوری باختری در جنوب روستای گلسن گورسن برونزد دارد و ساخت لایه‌ای از خود به نمایش گذاشته و یک سیستم گسله با راستای شمالی جنوبی و عمود بر روند ذخیره آن تأثیر گذارده و در بعضی نقاط باعث شکستگی و خرد شدگی شده است. کانسار Epl گسترش نسبتاً خوبی دارد و از حوالی یوسف‌خان‌کندی تا نوری‌کندی و از سمت جنوب تا قره‌سو امتداد می‌یابد. سیستم تکتونیکی حاکم بر منطقه به مقدر کمی ذخیره را تحت تأثیر قرار داده است.

۵-۱-۳-۳- پوزولان

پراکندگی گروه مواد پوزولان در جنوب غرب استان اردبیل، خاور شهرستان مشگین شهر، شمال ارتفاعات سبلان و در حاشیه خاوری رودخانه شیروان دره‌سی می‌باشد.

نشانه غرب هروآباد

نشانه مواد پوزولانی غرب هروآباد در جنوب کوهستان سبلان شامل سنگ‌های آذر آواری از نوع پامیس، آگلومرا، توف لاپیلی و لاهار هستند. این تشکیلات گستره بسیار وسیعی را در ناحیه تشکیل داده‌اند (شاید بیش از ۷۵۰۰ کیلومتر مربع) و بیرون‌زدگی آنها عموماً در حاشیه دره‌ها می‌باشد. ستبرای این تشکیلات در نقاط مختلف متفاوت است و از ۲ متر تا ۵۰ متر در ناحیه خانه شیر متفاوت می‌باشد.

کانسار پوزولان شیروان دره سی، قطور سویی، باللوجه:

کانسار پوزولان شیروان دره سی، قطور سویی، باللوجه در ۲۵ کیلومتری خاور شهرستان مشگین‌شهر و در شمال ارتفاعات سبلان و در حاشیه خاوری رودخانه شیروان دره‌سی قرار دارد. مختصات جغرافیایی پوزولان شیروان دره‌سی و باللوجه $47^{\circ}50'$ طول شرقی و $38^{\circ}24'$ عرض شمالی و در ارتفاع متوسط ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ از سطح دریا است که از خاور به دره قطور سویی و از باختر به شیروان دره سی، از شمال به جاده مشگین شهر - اردبیل و از جنوب به قلعه سبلان بزرگ محدود می‌شود. مهم‌ترین راه ارتباطی جاده قدیم مشگین شهر - اردبیل می‌باشد که از شمال ناحیه گذر می‌نماید. محدوده جزو مناطق کوهستانی بوده و سنگ‌های تشکیل دهنده آن به طور عمده به سنگ‌های آتشفشانی سبلان است که شامل آگلومرا، لاهار، روانه‌های خاکستر پامیس توف داسیتی، توف برش جوش خورده و ایگنمبریت است و به علت داشتن سیمان سست به سرعت تحت تأثیر پدیده‌های حمل و نقل قرار گرفته و بریدگی‌های نسبتاً عمیقی را در محل رودخانه‌ها ایجاد نموده‌اند. این سنگ‌ها دارای خاصیت پوزولانی ۶۰٪ شیشه (در زمینه دارای قطعات پامیس) هستند و فاز بلورین بیش

از ۳۰٪ کل سنگ را تشکیل داده است که با داشتن فاز بلورین به نسبت بالا، کیفیت خوبی را از نظر خاصیت پوزولانی دارا می باشند. میزان ذخیره $10^5 \times 525$ تن می باشد.

۲-۳-۳-۲-۳-۲ رس ها

۱-۲-۳-۳-۲-۳-۲ رس

گروه کانی های رسی شامل خاک رس، کائولن می باشد که در دشت مشگین شرقی و ارشق رخنمون دارند. در منطقه گیوی خاک رس ها مناسب جهت احداث کوره های دستی می باشد. در منطقه مشگین شهر خاک رس ها مناسب جهت احداث چند کوره سنتی می باشد.

کانسار دشت مشگین شرقی

کانسار رس دشت مشگین شرقی به مرکزیت لاهور و در مناطق انار، فخر آباد، گویج، نقدی، ارجق و ... شامل یک سری رسوبات مربوط به عهد حاضر بوده و از گسترش و ضخامت قابل ملاحظه ای برخوردار می باشند. سنگ مادر این رسوبات مربوط به دامنه های سبلان و واحدهای سنگی مرتبط می باشد.

کانسار دشت ارشق

کانسار رس دشت ارشق نیز به مانند دشت مشگین شرقی در مناطق شیخ محمد لو، قاسملو، جبار کندی، دره چی و ... حاوی ذخایر عظیمی از رسوبات رس، ماسه و سیلت عهد حاضر می باشند که نحوه نهشته شدن مانند دشت مشگین شرقی است با این تفاوت که ژنز و سنگ مادر این رسوبات از واحدهای سنگی مناطق شمالی تر پدید آمده است.

۲-۳-۳-۲-۳-۲ کائولن و آلونیت

رخنمون های کائولن و آلونیت در داشکسن و حوالی آن (داشکسن، بنه لر، سد انار) از توابع شهرستان مشگین شهر، مشاهده می گردد که در زیر به آنها اشاره می شود. با توجه به همبستگی کائولن و آلونیت از نقطه نظر شرایط پیدایش و محل شکل گیری در زون های آلتراسیون، تشریح کانسارهای کائولن و آلونیت به طور یکجا می باشد.



کانسار داشکسن

کانسار کائولن و آلونیت داشکسن در شهرستان مشگین شهر، بخش لاهرود، حوالی روستای داشکسن در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}52'$ طول شرقی و $38^{\circ}26'$ عرض شمالی و در ارتفاع 1750 متر از سطح دریا واقع شده است. دسترسی به کانسار از طریق جاده آسفالتی آبگرم معروف به قطور سویی و در 8 کیلومتری شهر لاهرود توسط راهی خاکی به طول 3 کیلومتر تا روستای داشکسن انجام می‌پذیرد. این ذخیره در امتداد دره انار چای از جنوب داشکسن تا شمال آن به صورت طولی گسترش دارد که قسمت اعظم ذخیره در یال غربی دره مزبور انباشته شده و در یال شرقی پوشیدگی دارد که با ایجاد چند حلقه چاهک حدود یک متری و ترانشه طولی کانسار برونزد پیدا نموده است. جایگزینی افق سیلیسی بر روی این واحد بیانگر ژنز دگرسانی کانسار می‌باشد. عوامل پدیدآورنده زون دگرسانی بر واحد سنگی کنگلومرا و گدازه برشی به سن پلیوکواترنر تأثیر گذاشته و سبب شکل‌گیری و تکوین زون مزبور شده است. در محلی به نام زاجلیک این ذخیره فرم کله قندی دارد و در اثر نفوذ آب و انحلال نمک‌های موجود قندیل‌های منحصر به فردی را در پوسته خارجی خود ایجاد کرده است. مزه شوری و رنگ زرد نشانگر واحد آلونیتی می‌باشد.

کانسار بنه لر

کانسار کائولن و آلونیت بنه لر در حوالی روستای بنه لر در همسایگی داشکسن در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}52'$ طول شرقی و $38^{\circ}27'$ عرض شمالی و در ارتفاع متوسط 1600 متر از سطح دریا واقع شده است. دسترسی به آن از طریق انشعابی راه داشکسن از جاده قطرسویی در 8 کیلومتر و امتداد آن به طول 3 کیلومتر به سمت شمال شرقی امکان پذیر است. کانسار در دو بخش رخنمون دارد یکی در سمت شرقی آبادی، در یال ارتفاعاتی به نام گونی (شعاع حدود 60 متر و ضخامت ظاهری بیش از 150 متر) و دیگری در ضلع شمال غربی روستا در امتداد دره ای به نام آسمان دره‌سی (ضخامت حدود 80 متر). هر دو ذخیره به رنگ سفید روشن از دیگر واحدهای سنگی متمایز هستند ضمن این که بخش‌هایی از ذخیره دره سی به سبب نفوذ آب های حاوی محلول‌های آهن دار به رنگ سرخ و زرد دیده می‌شود.

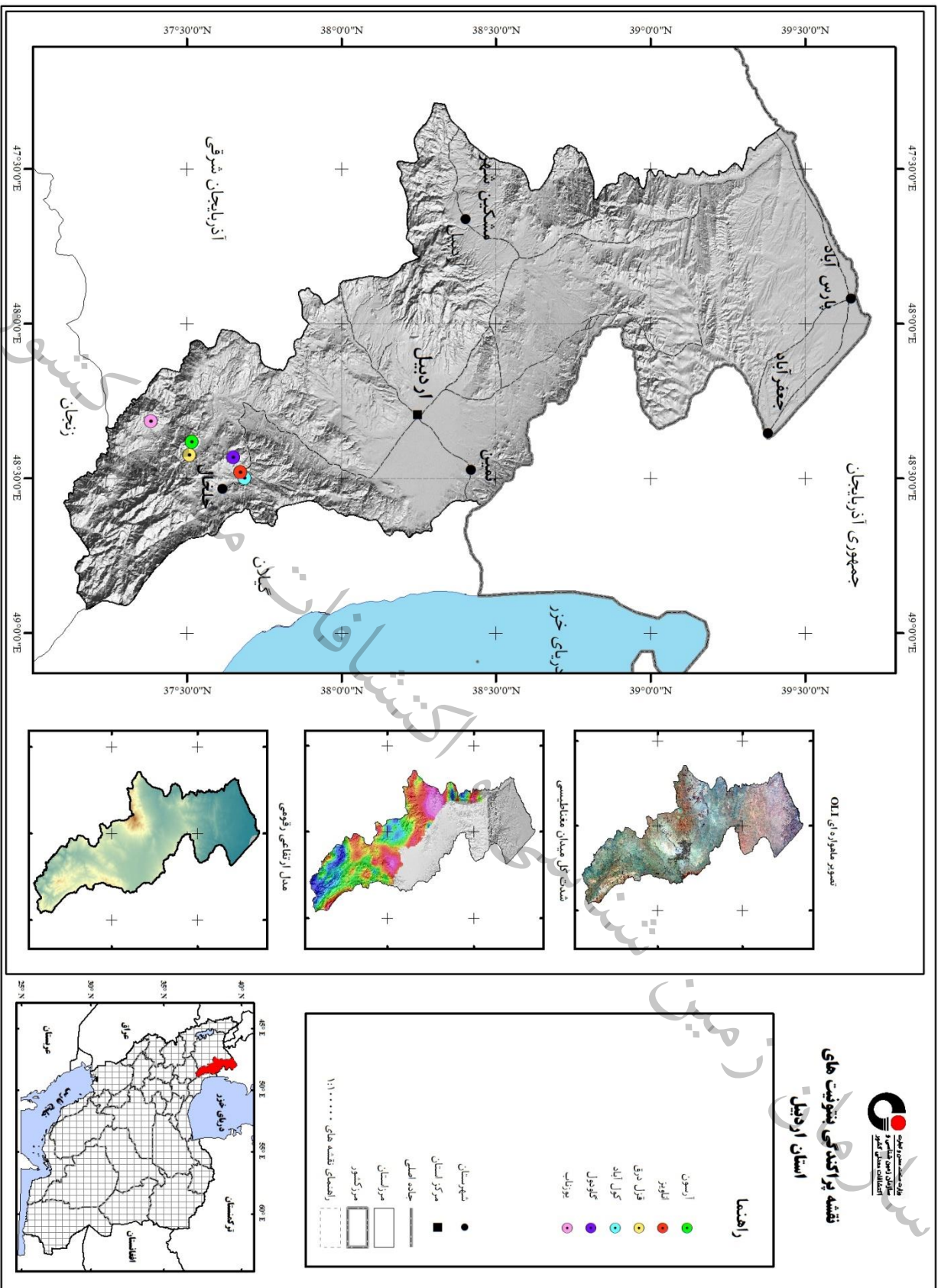
کانسار سد انار

کانسار کائولن و آلونیت سد انار در شهرستان مشگین شهر، بخش لاهرود، حوالی روستای قوزلوجه و در جوار سد خاکی انار در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}52'$ طول شرقی و $38^{\circ}27'$ عرض شمالی و در ارتفاع متوسط 1500 متر از سطح دریا واقع شده است. دسترسی به آن از طریق جاده اردبیل- مشگین شهر و از راه روستای فخر

آباد به انار و سپس قوزلوجه امکان پذیر است. کانسار در بالا دست سد انار و در محل برونزد با رنگ سفید تا سرخ کم رنگ با امتداد شمال شرقی، جنوب غربی گسترش دارد که احتمالاً ادامه کانسار بنه لر می باشد. ذخیره اکتشافی در بالادست سد انار و در محل برونزد با رنگ سفید تا سرخ کم رنگ با امتداد شمال شرقی- جنوب غربی تا حوالی روستای قوزلوجه گسترش دارد. ضخامت در محل رخنمون کانسار حداکثر تا ۵۰ متر می باشد. کمر پایین کانسار واحد سنگی با جنس کنگلومرا و آندزیت برشی به سن پلیوکواترنر و کمر بالای آن واحد کنگلومرا، ماسه سنگ و رس به سن پلیوکواترنر است که جوانتر می شود (مهندسین مشاور زر آذین گستر، ۸۰-۱۳۷۹). لازم به ذکر است به دلیل کمبود اطلاعات به موارد زیر نیز به طور مختصر اشاره می شود:

۳-۳-۲-۳- بنتونیت

معادن بنتونیت در جنوب استان اردبیل، به مرکزیت شهرستان خلخال در مناطق کول آباد، اناویز قرار دارد که به شرح ذیل می باشند (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱- نقشه پراکنده گی بنتوتیت های استان اردبیل

کانسار کول آباد

کانسار بنتونیت کول آباد در ۶ کیلومتری خلخال در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}30'00''$ طول شرقی و $37^{\circ}41'10''$ عرض شمالی و ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی از طریق جاده خلخال به اردبیل تا ۶ کیلومتر که سمت راست جاده آسفالته محل معدن می باشد. واحدهای زمین شناسی لاوهای آندزیتی، آندزیتی های پوفیری و توفهای آندزیتی به سن پالئوژن در منطقه گسترش دارند. این کانسار حاصل آلتراسیون آندزیت پورفیری است. محدوده گسترش آن ۲۰۰ متر مربع می باشد. بنابراین ذخیره قابل توجهی را برای آن نمی توان در نظر گرفت.

کانسار اناويز

کانسار بنتونیت اناويز در ۸ کیلومتری خلخال در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}28'50''$ طول شرقی و $37^{\circ}40'25''$ عرض شمالی و ارتفاع ۱۷۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی از خلخال تا روستای اناويز که در مسیر جاده اردبیل، ۹ کیلومتر می باشد و نرسیده به روستای اناويز و در یک کیلومتری آن در سمت راست جاده به کانسار ختم می گردد. تنها واحدهای زمین شناسی لاوهای آندزیتی، آندزیتی های پوفیری و توفهای آندزیتی به سن پالئوژن در منطقه گسترش دارند. با توجه به نزدیکی جاده اصلی و ضخامت چندین متری و کیفیت نسبتاً خوب این معدن را می توان به عنوان یکی از مهمترین معادن بنتونیت منطقه محسوب کرد.

کانسار گاودول

کانسار بنتونیت گاودول در ۱۷ کیلومتری خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}26'$ طول شرقی و $37^{\circ}39'$ عرض شمالی و ارتفاع ۲۰۸۰ متری از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی از خلخال به سمت اردبیل و پس از پیمودن حدود ۱۱ کیلومتر راه آسفالته، راه خاکی به روستای اناويز و پس از ۱۵ کیلومتر به روستای گاودول و پس از گذر از این روستا و طی ۱ کیلومتر به تپه گیل داغی که محل کانسار است منتهی می شود. از نظر زمین شناسی متشکل از لاوهای آندزیتی و توفهای اسیدی و سنگهای لاتیت و تراکیت می باشد. سن آن را می توان به پالئوژن نسبت داد که معادل تشکیلات کرج است

کانسار یوزناب

کانسار بنتونیت یوزناب در ۳۰ کیلومتری خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}19'$ طول شرقی و $37^{\circ}23'$ عرض شمالی و ارتفاع ۱۶۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی از خلخال به سه راهی آرسون



چای راه آسفالته و ۴ کیلومتر راه شوسه تا سه راهی روستای نیاخرم و پس از پیمایش ۱۱ کیلومتر دیگر به روستای یوزناب رسیده و در ۱/۵ کیلومتر مانده به یوزناب و در خط الغر دره‌ای در سمت چپ جاده که محل کانسار است منتهی می‌شود. از نظر زمین شناسی متشکل از سنگ‌های ولکانیکی آندزیت همراه با لایه‌ای نازکی از توف، تراکیت، لاتیت و ریولیت‌های قهوه‌ای رنگ پالئوزن دارند. همچنین تشکیلات قرمز نئوزن نیز در قسمت شمال مشاهده می‌شوند

کانسار قزل درق

کانسار بنتونیت قزل درق در نزدیکی خلخال و در مختصات جغرافیایی $37^{\circ}30'13''$ طول شرقی و $48^{\circ}25'30''$ عرض شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متری از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی از طریق پیمودن ۲۲/۵ کیلومتر در جاده خلخال هشتجین می‌باشد. کانسار در ۱/۵ کیلومتری روستای قزل درق واقع شده است. از نظر زمین شناسی شامل مارن‌های قرمز مربوط به نئوزن زیرین و گسترش آهک‌های نومولیتی و ماسه‌ای پالئوزن زیرین و در غرب روستای قزل درق توف‌های آندزیتی و ریولیت‌های قهوه‌ای قابل مشاهده است. در غرب روستای متروکه قزل درق بر اثر زمین لغزش برونزدی از بنتونیت با ضخامت ۲ متر به چشم می‌خورد

کانسار آرسون

کانسار بنتونیت آرسون در ۲۲ کیلومتری خلخال و در مختصات جغرافیایی $37^{\circ}31'$ طول شرقی و $48^{\circ}23'$ عرض شمالی و ارتفاع ۱۸۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی از خلخال به طرف هشتجین و وارد سه راهی آرسون چای شده و پس از مسافت ۲ کیلومتری وارد اولین سه راهی سمت چپ و پس از پیمودن ۳/۵ کیلومتر راه خاکی به محل کانسار ختم می‌گردد. از نظر زمین شناسی متشکل از توف‌های پالئوزن که آلتراسیون شدیدی را تحمل نموده و سنگ‌های ولکانیکی آندزیت بازالت و تراکیت در بعضی از مناطق رخنمون دارند. ضخامت بنتونیت‌های این منطقه به ۵ متر می‌رسد. لازم به ذکر است در لایه‌های آهک آثار منگنز قابل مشاهده است. لازم به ذکر است برخی دیگر از پتانسیل‌های بنتونیت این استان دارای اطلاعات محدودی می‌باشند، لذا در جدول (۳-۷) به صورت خلاصه ذکر می‌گردد:

۳-۳-۳- تبخیری ها

گروه تبخیری‌ها شامل نمک، پتاس، بورات و نیترات است که از این میان تنها ذخایر بور و پتاس در این استان مطالعه شده است که در ذیل به آن اشاره می‌گردد:

۱-۳-۳-۳- بور و پتاس

محدوده اکتشافی گرمی

بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمی، این ورقه از نظر ذخایر معدنی بسیار ضعیف بوده و هیچ اندیس فلزی تا کنون در آن گزارش نشده است. به علت گستردگی رسوبات کواترنز این محدوده دارای ذخایر رس فراوان است. طبق گزارش دورسنجی و زمین شناسی اقتصادی برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمی (مهندسین مشاور کاوشگران، ۱۳۸۲)، چندین محدوده اکتشافی با اولویت ۱ و ۲ معرفی شده‌اند که از مهمترین آنها می‌توان به محدوده امید بخش A1 در غرب نقشه و حدود ۱۷ کیلومتری شمال گرمی اشاره نمود که از نظر اکتشاف ذخایر غیرفلزی-رسوبی-تبخیری مانند بور، گچ و پتاس حائز اهمیت می‌باشند. علاوه بر این حضور گدازه‌های آلتره می‌تواند شاهدهی بر کانی سازی فلزی هیدروترمال باشد. (منبه: گزارش دور سنجی و زمین شناسی اقتصادی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمی، مهندسین مشاور کاوشگران، ۱۳۸۲)

محدوده امید بخش A1 با اولویت درجه ۱

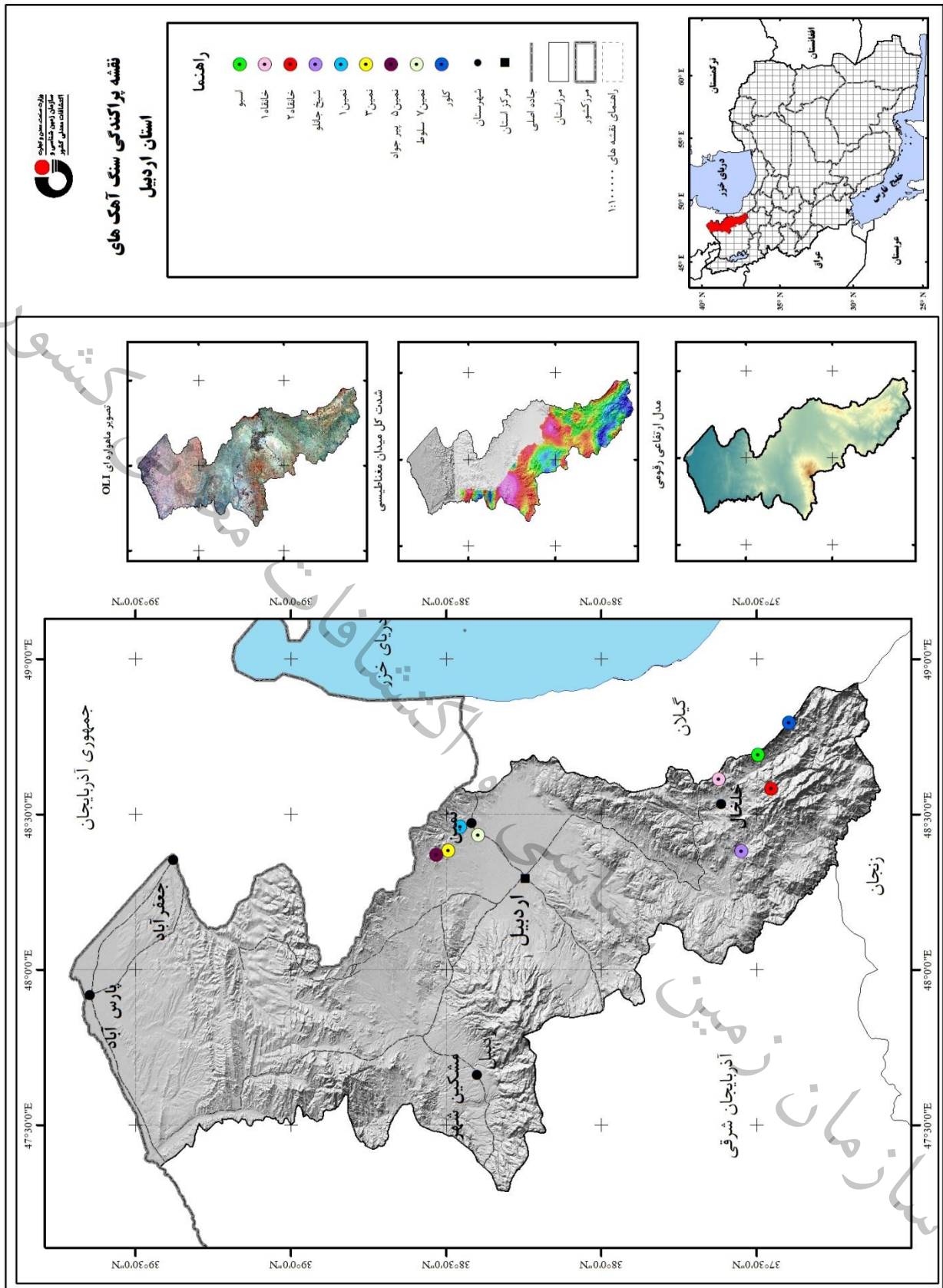
این محدوده در غرب ورقه، حدود ۱۷ کیلومتری شمال گرمی واقع است و دارای آلتراسیون های کانی‌های دارای بنیان OH و اکسیدهای آهن در رابطه با تشکیلات رسوبی و ولکانیک های ائوسن (سنگ های رس، مارن، گچ و گدازه های آندزیتی) می‌باشد. این محدوده می‌تواند برای اکتشاف ذخایر غیرفلزی رسوبی - تبخیری (بور، پتاس و گچ) مهم باشد. علاوه بر این حضور گدازه‌های آلتره شواهدی بر کانی سازی فلزی هیدروترمال می‌باشد.



۳-۳-۴- سنگ آهک و دولومیت

۳-۳-۴-۱- سنگ آهک

پراکنندگی کانسار و اندیس‌های سنگ آهک بر اساس پی‌جویی و مطالعات اکتشافی بر روی سنگ‌های کربناته در دو منطقه نمین و خلخال انجام شده است، منطقه نمین در بخش غرب رشته کوه‌های البرز واقع شده و از لحاظ زمین‌ساختی جزئی از واحد زمین‌ساختی البرز غربی در بخش چین نخورده هورست مانند کوه تالش (رشته کوه‌های بوغسر و داغ) می‌باشد و بیانگر اندیس آهک در جنوب و جنوب شرق خلخال، شمال و جنوب غرب نمین با مشخصات و درجه خلوص بالا و ذخیره قابل است (شکل ۳-۱۱).





کانسار شیخ جانلو

کانسار آهک متامورف شیخ جانلو در ۲۴/۵ کیلومتری خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}23'$ طول شرقی و $37^{\circ}33'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۹۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد. راه دسترسی از طریق جاده خلخال به هشتجین و در ۱۶/۵ کیلومتری این مسیر پس از طی کردن ۶ کیلومتر از سه راهی آرسون چای در سمت راست جاده با پیمودن ۱ کیلومتر راه خاکی دسترسی به کانسار میسر می‌باشد. از نظر زمین شناسی در شرق روستا برونزدهای آذرین از جمله لآواهای آندزیتی با توفهای خاکستری تا روشن و قرمز پالئوژن گسترش دارد و با آهک‌های کرتاسه پوشیده شده است. در غرب روستا تشکیلات نئوژن و کواترنری قابل مشاهده می‌باشد. این کانسار دارای سنگ‌آهک‌های متامورف با روند تقریباً شمالی - جنوبی به سن کرتاسه و با کمترین ناخالصی سیلیس و دارای رگه‌های کلسیتی می‌باشد.

اندیس خانقاه یک

اندیس سنگ آهک خانقاه یک در ۸/۱۸ کیلومتری (فاصله هوایی) جنوب خلخال و ۲۱ کیلومتری شمال روستای خانقاه بفرآجرد و در دامنه غربی کوه ازنو واقع شده است. این نشانه در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}34'17/3''$ طول شرقی و $37^{\circ}33'26/4''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی از طریق محور خلخال - اسالم می‌باشد که پس از ۳ کیلومتر جاده آسفالتی محور مذکور به خورجین و در نهایت جاده خاکی که منتهی به روستای خانقاه می‌گردد. محل نشانه بر روی آهک‌های ریفی و ماسه‌ای مربوط به کرتاسه بالایی است. از نظر ظاهری، به رنگ سفید مایل به صورتی همراه با رگه‌های نازک متمایل به قهوه‌ای دیده می‌شود و گاهی بر اثر اکسیداسیون به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود. این سنگ فاقد تخلخل بوده و متراکم به نظر می‌رسد. (شناسایی مواد معدنی در سازندهای کرباته بخش نمین و خلخال استان اردبیل، سازمان صنایع معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹).

اندیس خانقاه دو

اندیس سنگ آهک خانقاه دو در ۱۰/۲ کیلومتری (فاصله هوایی) جنوب شرق خلخال و یک کیلومتری شمال شرق روستای خانقاه بفرآجرد و در دامنه جنوبی کوه ازنو واقع شده است. این نشانه در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}35'0/3''$ طول شرقی و $37^{\circ}22'31/9''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی از طریق محور خلخال - اسالم می‌باشد که پس از ۳ کیلومتر جاده آسفالتی محور مذکور به خورجین و در نهایت جاده خاکی که منتهی به روستای خانقاه می‌باشد. محل نشانه بر روی آهک‌های ریفی و ماسه‌ای مربوط به کرتاسه بالایی می‌باشد.

از نظر ظاهری، این سنگ کربناتی متمایل به صورتی و فاقد آلوکم است و قطعات فسیلی مشخص در آن دیده نمی‌شود. با توجه به برونزد سنگ‌های خانقاه یک و دو، از نتایج آزمایشات در ناحیه خانقاه ۱ در منطقه خانقاه ۲ استفاده شده است. البته در دید ماکروسکوپی به نظر می‌رسد سنگ موجود در اندیس خانقاه ۲ قدری کمپاکت‌تر و فشرده‌تر از سنگ‌های محدوده خانقاه ۱ باشد. (شناسایی مواد معدنی در سازندهای کرباته بخش نمین و خلخال استان اردبیل، سازمان صنایع معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹).

اندیس کلور

اندیس سنگ آهک کلور در ۳۳ کیلومتری (فاصله هوایی) جنوب شرق خلخال و ۲/۵ کیلومتری جنوب- جنوب شرق روستای کلور واقع شده است. این نشانه در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}43'25/7''$ طول شرقی و $37^{\circ}22'13/2''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی از طریق محور خلخال- اسالم می‌باشد که پس از ۳ کیلومتر جاده آسفالتی محور مذکور به خورجین و در نهایت جاده خاکی که منتهی به روستای کلور از خورجین به سمت راست منشعب شده و از روستای اسبو و درودی می‌گذرد. محل نشانه بر نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله بر روی آهک‌های ریز دانه تا حدی هوازده همراه با فسیل آمونیت به رنگ خاکستری روشن مربوط به کرتاسه می‌باشد. از نظر ظاهری، به رنگ خاکستری روشن، بسیار ریز دانه و منسجم است و با اسید کلریدریک رقیق واکنش داشته و می‌جوشد و در حالت نمونه بوی رس به مشام می‌رسد. (شناسایی مواد معدنی در سازندهای کرباته بخش نمین و خلخال استان اردبیل، سازمان صنایع معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹).

اندیس اسبو

اندیس سنگ آهک اسبو در ۱۶۳ کیلومتری (فاصله هوایی) جنوب خلخال و ۳/۵ کیلومتری شمال غرب روستای اسبو واقع شده است. این نشانه در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}37'27/7''$ طول شرقی و $37^{\circ}29'50/8''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی از طریق محور خلخال- اسالم می‌باشد که پس از ۳ کیلومتر جاده آسفالتی محور مذکور به خورجین و در نهایت دو راهی منتهی به این نشانه از ۱۳ جاده خاکی خورجین به اسبو به سمت راست جدا می‌گردد. محل اندیس در شمال غرب نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله بر روی آهک‌های دوباره متبلور شده ریز دانه کرم- خاکستری روشن متمایل به بنفش مربوط به سازند لار می‌باشد. از نظر ظاهری، سنگی است کربناته به رنگ روشن (سفید مایل به صورتی). دارای رگه نازک قهوه‌ای رنگ (احتمالاً حاوی اکسید آهن). سنگ آهک سبو از نوع سنگ آهک پر کلسیم می‌باشد و با کیفیت عالی در تمامی مصارف سنگ آهک مناسب می‌باشد. ذخیره زمین‌شناسی ۱۵۰۱۲۰۰۰ تن برآورد شده است که ضریب



بهره دهی با توجه به میزان درصد کوپ دهی و باطله تعیین می‌گردد. (شناسایی مواد معدنی در سازندهای کرباته بخش نمین و خلخال استان اردبیل، سازمان صنایع معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹).

اندیس نمین یک

اندیس سنگ آهک نمین یک در ۴ کیلومتری (فاصله هوایی) شمال غرب نمین واقع شده است. این نشانه در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}27'43/6''$ طول شرقی و $38^{\circ}27'22/3''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی از طریق محور اربیل به نمین می‌باشد که جاده خاکی منتهی به محل اندیس مذکور به طول ۴ کیلومتر بوده و از شمال نمین منشعب می‌گردد. محل اندیس در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اردبیل بر روی آهک‌های خاکستری رنگ، کریستالیزه و چرت دار مربوط به کرتاسه پایینی می‌باشد. به لحاظ داشتن درز و شکاف دار بودن و حفرات کارستی زیاد مناسب بهره برداری سنگ زینتی نمی‌باشد. از آن جا که میزان کربنات منیزیم در محدوده صفر تا پنج درصد قرار دارد و مقدار کربنات کلسیم بیش از ۹۰ درصد است. این سنگ آهک برای پخت آهک ساختمانی مناسب بوده و با آن می‌توان آهک پر مایه ساخت. (شناسایی مواد معدنی در سازندهای کرباته بخش نمین و خلخال استان اردبیل، سازمان صنایع معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹).

اندیس نمین سه

اندیس سنگ آهک نمین سه در ۱۱ کیلومتری (فاصله هوایی) شمال غرب نمین و ۱/۷ کیلومتری شرق روستای کرلاندوق پایین واقع شده است. این اندیس در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}23'8/3''$ طول شرقی و $38^{\circ}29'34/8''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی از طریق محور اردبیل به نمین می‌باشد که جاده خاکی منتهی به محل اندیس مذکور به طول ۴ کیلومتر بوده و از شمال نمین منشعب می‌گردد. محل نشانه بر نقشه زمین-شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اردبیل بر روی آهک‌های خاکستری رنگ، کریستالیزه و چرت دار مربوط به کرتاسه پایینی می‌باشد. از نظر ظاهری، سنگی است کربناتی، به رنگ خاکستری متمایل به قهوه‌ای کم‌رنگ. لکه‌های سفید رنگی در بخشی از سنگ دیده می‌شود. با اسید کلریدریک رقیق می‌جوشد و از نوع سنگ آهک پر کلسیم می‌باشد. سنگ‌های آهکی محدوده نمین سه با توجه به درصد بالای کربنات کلسیم (۹۹/۵۵ درصد) جزء سنگ آهک با کیفیت می‌باشد ولی با توجه به بررسی‌های مکانیک سنگ انجام پذیرفته، این اندیس جهت بهره‌برداری سنگ‌های تزینی، مستعد تشخیص داده نشده است. (شناسایی مواد معدنی در سازندهای کرباته بخش نمین و خلخال استان اردبیل، سازمان صنایع معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹).

اندیس نمین پنج - پیرجواد

اندیس سنگ آهک نمین پنج- پیرجواد در ۱۵ کیلومتری (فاصله هوایی) شمال غرب نمین و ۲ کیلومتری جنوب شرق روستای پیر جواد واقع شده است. این اندیس در مختصات جغرافیایی $38^{\circ}22'20.3''$ طول شرقی و $38^{\circ}31'54.5''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی از طریق محور اربیل به نمین می باشد که جاده خاکی منتهی به روستای پیر جواد ۲۰ کیلومتر بوده و از شمال نمین منشعب می گردد. محل نشانه در ۲ کیلومتری جنوب شرق- جنوب روستای پیر جواد بر نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اردبیل بر روی سنگ های آهکی- ریفی دانه ریز مربوط به سازند لار (ژوراسیک بالایی) می باشد. از نظر ظاهری سنگی است کربناته، به رنگ خاکستری متمایل به قهوه ای، دارای رگه های نازک سفید و قهوه ای (رگه های قهوه ای حاوی اکسید آهن و در رگه های سفید کلسیت میکرواسپار شفاف متبلور شده است). با اسید کلریدریک رقیق واکنش داشته و می جوشد. از این نمونه بوی رس به مشام می رسد. (شناسایی مواد معدنی در سازندهای کرباته بخش نمین و خلخال استان اردبیل، سازمان صنایع معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹)

اندیس نمین هفت - سلوط

اندیس سنگ آهک نمین هفت- سلوط در ۵ کیلومتری (فاصله هوایی) جنوب غرب نمین و نزدیکی (جنوب) روستای سلوط واقع شده است. این اندیس در مختصات جغرافیایی $38^{\circ}26'3.9''$ طول شرقی و $38^{\circ}23'52.4''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی از طریق محور اربیل به نمین می باشد که جاده خاکی منتهی به روستای سلوط از ۲۲ جاده اردبیل به نمین به سمت چپ منشعب می گردد. جاده فوق به طول ۳ کیلومتر می باشد. محل نشانه در ۲ کیلومتری جنوب شرق- جنوب روستای پیر جواد بر نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ اردبیل بر روی سنگ های آهکی در پادگانه و کوهپایه های هموار کواترنری می باشد. همچنین برخی از پتانسیل های سنگ آهک در این استان دارای اطلاعات قابل ملاحظه ای نمی باشند، لذا به صورت مختصر در جدول (۳-۷) آورده شده است. از نظر ظاهری، سنگی است کربناته به رنگ خاکستری نسبتاً تیره و دارای لکه های سفید رنگ کربناتی است. این سنگ عمدتاً از کربنات کلسیم تشکیل شده است. دانه های پراکنده کوارتز نیز دیده می شود و جز سنگ آهک های با کیفیت عالی بوده و در تمامی مصارف سنگ آهک مناسب می باشد. (شناسایی مواد معدنی در سازندهای کرباته بخش نمین و خلخال استان اردبیل، سازمان صنایع معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹).



جدول ۳-۷- اندیس های سنگ آهک استان اردبیل

ردیف	اندیس / کانسار	ماده معدنی	سنگ میزبان	سن	موقعیت
۱	نمین ۱	سنگ آهک	آهک خاکستری رنگ چرت داروکرستاله	کرتاسه زیرین	حوالی شهر اردبیل
۲	نمین ۶	سنگ آهک	سنگ آهکی ریفی ریزدانه	ژوراسیک بالایی	حوالی شهر رضی
۸	نمین ۵	سنگ آهک	سنگ آهکی ریفی	ژوراسیک	حوالی شهر رضی
۹	سرچه چای	سنگ آهک	سنگ های دگرگون	-	حوالی شهر اهر
۱۰	اسبول	سنگ آهک	آهک های دوباره متبلور شده سازند لار	ژوراسیک	حوالی شهر ماسوله
۱۱	کلور KH-۵	سنگ آهک	آهک نازک لایه و هوازده	کرتاسه	حوالی شهر ماسوله
۱۲	ازنو	سنگ آهک	آهک های ریفی و ماسه ای	کرتاسه بالایی	حوالی شهر خلخال
۱۳	یلوجه	سنگ آهک	سنگ آهک متامورف	قبل از پالئوژن	حوالی گیوی پایین

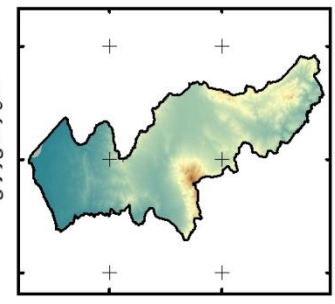
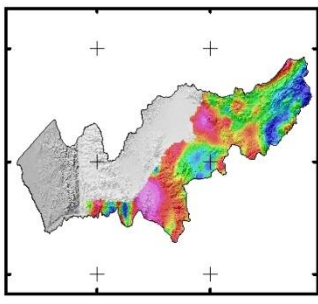
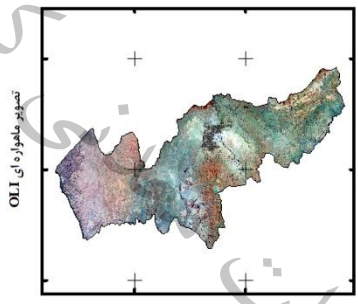
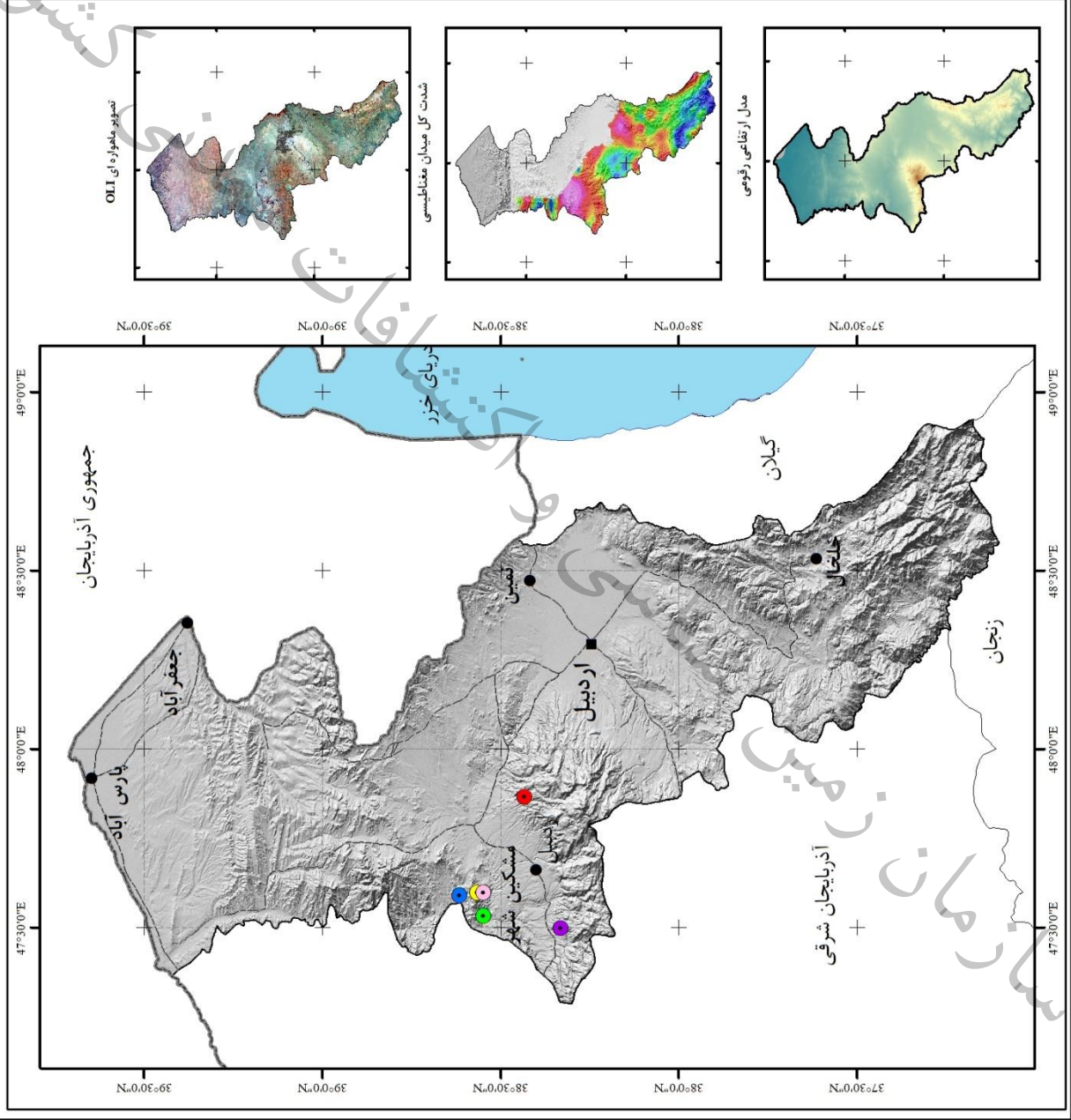
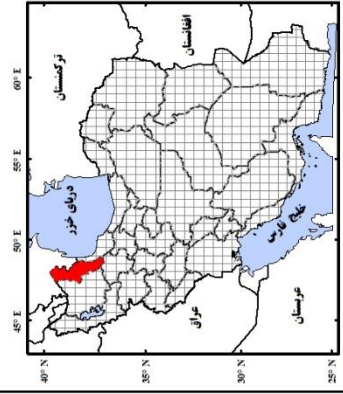
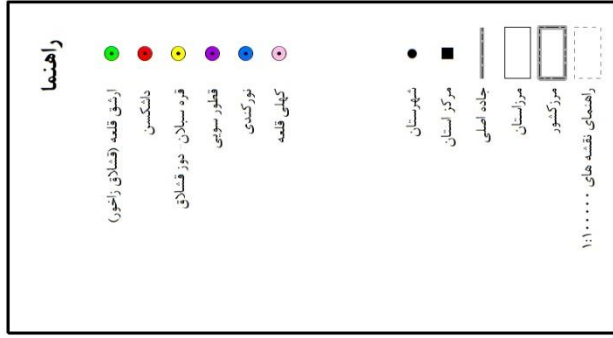
۵-۳-۳- ساینده ها

۱-۵-۳-۳- سیلیس

ذخایر سیلیس در استان اردبیل، شهرستان مشگین شهر به صورت کانساردر مناطق شمال قره سو و قره سبلان- دوز قشلاق، نورکندی، ارشق قلعه (قشلاق زاخور)، کهلی قلعه، داشکسن و قطور سویی می باشند که در ذیل آورده شده است (شکل ۳-۱۲).



نقشه پراکندگی سیلینس های استان اردبیل



شکل ۳-۱۲ - نقشه پراکندگی سیلینس های استان اردبیل



کانسار شمال قره سو

ذخایر کانسار سیلیسی شمال قره سو به طور توده ذخایری با خاستگاه دگرسانی می‌باشند. به غیر از خاستگاه نوری کندی که خاستگاه آذرین دارد. این ذخایر از ارتفاعات موسوم به قره سبلان آغاز و به سمت شمال امتداد یافته و به حاشیه رودخانه قره سو منتهی می‌گردد. این ذخایر به دلیل مقاوم بودن در مقابل عوامل فرسایش افق‌های بالای ستیغ‌ها و ارتفاعات را اشغال نموده و توپوگرافی سخت و خشن دارند و گاهی ستبرای آن به بیش از ۳۰ متر هم می‌رسد.

کانسار قره سبلان - دوز قشلاق

ذخایر کانسار سیلیسی قره سبلان - دوز قشلاق در شهرستان مشگین شهر، بخش مرکزی و در ارتفاعات موسوم به قره سبلان در سمت شمال روستای آق‌درق و در مجاورت روستای دوز قشلاق در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}36'$ طول شرقی و $38^{\circ}34'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. منطقه دارای شیب توپوگرافی تند و خشن است و شیب عمومی آن به سمت جنوب و رودخانه قره سو است. راه ارتباطی آن از طریق شهرستان مشگین شهر و از جوار کارخانه کبریت سازی و راه ائل یولی میسر می‌باشد که با مرکز استان حدود ۱۰۶ کیلومتر فاصله دارد. این ذخایر به احتمال زیاد خاستگاه دگرسانی دارند. برای اثبات دگرسانی بودن کانسار می‌توان به ذخایر سیلیسی در سطوح بالا به صورت کلاهدک انباشته شده‌اند و در افق‌های پائینی زون آلتراسون آلونیتی و کائولینیتی قرار دارد. توجه نمود. (گزارش پی‌جویی اکتشاف چکشی مواد معدنی منطقه مشگین شهر، سازمان صنایع و معادن استان اردبیل، ۱۳۷۹)

کانسار نور کندی

ذخایر سیلیسی نورکندی کانسار در شهرستان مشگین شهر، بخش ارسق باختری و در مجاورت روستای نورکندی در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}35'30''$ طول شرقی و $38^{\circ}37'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۹۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است. منطقه دارای شیب توپوگرافی نسبتاً تند تا ملایم و شیب عمومی آن به سمت شمال غرب است. دسترسی به آن از طریق جاده اردبیل - پارس آباد و از کیلومتر ۸۰ واقع در انشعاب راه آسفالته مشیران میسر است که با طی حدود ۲۲ کیلومتر به روستای نوری کندی رسیده که راهی خاکی به سمت جنوب از روبروی روستای مزبور منشعب می‌گردد و پس از طی $3/5$ کیلومتر به محدوده کانسار منتهی می‌گردد. این ذخیره سیلیسی با رنگ هوازده خاکستری و به شکل تخته سنگ‌های ریز و درشت و زاویه دار بر روی واحدهای سنگی دیگر قرار گرفته است. به نظر می‌رسد این ذخیره ابتدا به صورت یک کلاهدک سیلیسی در بالاترین افق تکوین یافته و سپس در اثر ترد و شکننده بودن ماده معدنی و نیز تأثیر نیروی تکتونیکی خرد

و قطعه قطعه شده و به تبعیت از شیب توپوگرافی به زمین های پائینی واریز شده است. نحوه تشکیل آن می تواند در ارتباط با تفریق نهایی ماگما باشد که به صورت محلول های آبکی سیلیسی از نقاط سست سنگ های مجاور بالا آمده و ذخیره مناسبی را تشکیل می دهند. حداکثر ذخیره کانسار به حدود ۳۵۰۰۰ تن می باشد و از نظر کیفیت قابل مصرف در صنایع نسوز، فروآلیاژها و ... می باشد .

کانسار ارشق قلعه (قشلاق زاخور)

ذخایر سیلیسی کانسار ارشق قلعه (قشلاق زاخور) در شهرستان مشگین شهر، بخش مرکزی و روبروی روستای دوست بیگلو در مکانی موسوم به ارشق قلعه در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}32'$ طول شرقی و $38^{\circ}33'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۹۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. منطقه دارای شیب توپوگرافی تند و خشن و شیب عمومی آن به سمت جنوب و رودخانه قره سو است. دسترسی به آن از طریق جاده مشگین شهر به پریخان و دوست بیگلو امکان پذیر است که مسافتی حدود ۳۰ کیلومتر را بالغ می شود و علاوه بر آن حدود ۲ کیلومتر راه پیاده رو از دره ای موسوم به قزل چینگیل لازم است تا پای کانسار برسد. این ذخیره سیلیسی به صورت قله ای مرتفع و سر به فلک کشیده نسبت به زمین های اطراف حدود ۵۰ متر ارتفاع دارد و چهره منحصر به فردی را به خود اختصاص می دهد. رنگ توده سیلیسی دودی است و از استحکام خوبی برخوردار است. از نقطه نظر پیدایش ادامه کلاهدک سیلیسی قره سبلان می باشد. بنابراین خاستگاه دگرسانی دارد. کانسار به صورت کله قندی و با ضخامت حدود ۵۰ متر و در قاعده به شعاع گسترش حدود ۲۰۰ متر ذخیره عظیمی از سیلیس را دارا است .

کانسار کهلی قلعه

ذخایر سیلیسی کانسار کهلی قلعه در شهرستان مشگین شهر، بخش مرکزی و روبروی روستای جبدرق و جبهه شمالی رودخانه قره سو در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}36'$ طول شرقی و $38^{\circ}33'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا واقع شده است. منطقه دارای شیب توپوگرافی شدیداً کوهستانی، خشن، شیب عمومی آن به سمت جنوب و رودخانه قره سو است. دسترسی به آن از طریق انشعابی از راه کارخانه کبری سازی مشگین شهر و روستای آقدرق میسر است که فاصله ای حدود ۱۵۰ کیلومتر را شامل می شود. این ذخیره مانند کانسار ارشق قلعه در ارتفاعات واقع شده است. مضافاً این که در شعاع حدود یک کیلومتری ذخیره راه ارتباطی وجود ندارد. این ذخیره مانند کانسار ارشق قلعه در ارتفاعات واقع شده و برونزدی مشابه را دارا است. ضخامت آن به حدود ۵۰ متر بالغ می شود و به صورت کله قندی که در جهت (شمالی- جنوبی) کشیده شده باشد دیده



می‌شود. رنگ آن کمی روشن‌تر از دودی است. از نقطه نظر نحوه پیدایش ادامه کلاهدک سیلیسی قره سبلان بوده و منشأ دگرسانی دارد. طول ذخیره در حدود ۱۰۰۰ متر و بیشترین ضخامت آن ۵۰ متر برآورد می‌شود. عرض متوسط آن حدود ۱۶ متر و بر همین مبنا از ذخیره میلیونی برخوردار است.

کانسار داشکسن

ذخایر سیلیسی کانسار داشکسن در شهرستان مشگین‌شهر، بخش لاهرود و در روستایی به نام داشکسن در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}52'$ طول شرقی و $38^{\circ}26'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۷۷۰ متر از سطح دریا واقع شده است. توپوگرافی منطقه کوهستانی و شیب عمومی آن به سمت شمال است. دسترسی به آن از طریق شهر لاهرود و جاده قطور سویی امکان پذیر است. در کیلومتر ۸ جاده لاهرود- قطور سویی راهی به سمت چپ منشعب و پس از طی ۳ کیلومتر به داشکسن منتهی می‌شود. بررسی‌های روی زمین نشان می‌دهد که نحوه تکوین و تشکیل این انباشته از نوع دگرسانی است. در افق بالایی سیلیس و در افق‌های پایینی ذخایر آلونیتی و کائولینیتی با رنگ سفید تا زرد مات انباشته شده‌اند. ذخایر سیلیسی در این محدوده به دو بخش تقسیم می‌شود. در ارتفاعات بالای روستای داشکسن، این ذخایر با ظاهری مقاوم، صخره‌ایی و رنگ تیره از در صد خلوص زیاد برخوردار می‌باشند. از عمده خصوصیات این ماده معدنی برشی بودن آن است که نشانگر انفجارات هیدروترمالی و افزایش بخار آب در زیر زون سیلیسی است. بخش دوم در ضلع جنوبی واقع می‌شود که به دلیل تداخل و استحاله زون آلونیتی- کائولینیتی، رنگی روشن و ظاهری نسبتاً نرم و سطح شکستگی صدفی از خود نشان می‌دهد. سنگ مادر این واحدهای دگرسانی، کنگلومرا و گدازه‌های آندزیت برشی است که به نظر می‌رسد در کواترنری و فاز آتشفشان سبلان تحت تأثیر سیستم هیدروترمال دگرسان و ذخایر فوق را تشکیل داده است. طول ذخیره سیلیسی حدود ۱۰۰۰ متر، ضخامت متوسط آن ۴ متر و عرض رخنمون آن به حدود ۱۰ متر و ذخیره آن به حدود یک میلیون تن می‌رسد. با توجه به کیفیت، مناسب کارخانه‌های آجر سازی، کاشی‌سازی و سیمان می‌باشد.

کانسار قطور سویی

ذخایر سیلیسی کانسار قطور سویی در بخش لاهرود و حوالی آبگرم معروف قطور سویی قرار گرفته است که فاصله آن تا مرکز استان حدود ۸۰ کیلومتر می‌رسد. در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}30'$ طول شرقی و $38^{\circ}20'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۲۵۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. منطقه به علت ارتفاع زیاد و واقع شدن در یال شمالی کوه سبلان دارای زمستان‌های برفی و سرد است و مدت معدن کاری مفید ۶ ماه در سال است.

این ذخیره با رنگ هوازده روشن (سفید تا خاکستری) دارای ریخت خشن تری نسبت به اطراف می باشد. ذخیره به صورت لایه ای باریک و دراز، روندی خاوری باختری دارد و ضخامت آن در بخش رخنمون حدود ۳۰ متر برآورد می گردد. در رابطه با منشأ و ژنز آن نظر قطعی میسر نیست. ولی با توجه به شواهد موجود از جمله دگرسانی در منطقه و برونزد زون های آلتره (آلونیت و کائولینیتی) در بخش شرقی روند طولی ذخیره، کانسار از نوع دگرسانی باشد.

۲-۵-۳-۳- کوارتز

اندیس معدنی کوارتزهای رشته ای قوزلوجه با ذخیره اندک و به ندرت در میان قطعه سنگ های تشکیل دهنده واحد کنگلومرای یافت می شوند.

اندیس قوزلوجه

اندیس معدنی کوارتز رشته ای قوزلوجه به صورت رشته ای به رنگ کاملاً سفید و شکننده و پودرشونده به مثابه پشمک درون واحد سنگی کنگلومرای پیلوکواترنر در شرق روستای قوزلوجه از توابع بخش لاهرود در بستر دره ای به شکل قلوها و نودول های منحصر به فرد یافت می شود (به قطر حدود ۲۰ سانتی متر) بخش هسته و مرکز این نودول ها را بلورهای استوانه ای و گرد به رنگ سبز سیر و گاهی متمایل به زرد تشکیل می دهد که در اثر ضربه ورقه ورقه می شود. ذخیره آنها قابل ملاحظه نیست و به ندرت در میان قطعه سنگ های تشکیل دهنده واحد کنگلومرای یافت می شوند.

۳-۵-۳-۳- زئولیت

پراکندگی اندیس های زئولیت استان اردبیل در مشگین شهر و هشجین به شرح ذیل می باشند:

اندیس گلسن گورسن:

اندیس زئولیت گلسن گورسن در شهرستان مشگین شهر، در گدازه های ولکانیک روستای گلسن گورسن و توف های اسید (ریولیتی) قشلاق تنگ به رنگ سفید، صورتی و به فرم شعاعی حفرات و رگه های سنگ میزبان را پر کرده است .



اندیس منامین

اندیس زئولیت منامین در جنوب خلخال و جنوب شرق منامین، در دو سوی آبراهه نردوانی و در داخل سنگ‌های اندزیت پورفیری متعلق به سازند کرج، کانی سازی صورت گرفته است. سنگ‌های آندزیتی موجود در این منطقه در مقیاس وسیعی تکتونیزه بوده و کانی‌های کلسیت و کوارتز همراه با زئولیت در رگچه‌ها تشکیل شده‌اند. علاوه بر این در متن سنگ میزبان آندزیتی نیز کانی‌های زئولیت به صورت سوزنی و شعاعی دیده می‌شوند. به طور کلی گسترش طولی زئولیت‌ها بیش از یک کیلومتر و گسترش عرضی به ۳۰۰ متر می‌رسد.

اندیس هفت چشمه I

اندیس زئولیت هفت چشمه I در ۹۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان میانه و در محدوده شهرستان خلخال به مختصات جغرافیایی $48^{\circ}06'43''$ طول شرقی و $37^{\circ}44'21''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی به این نشانه از روستای قزل یاتاق واقع در مسیر جاده ترک به کیوی منشعب می‌شود که بخشی از این راه آسفالتی است. راه خاکی منشعب شده از قزل یاتاق با حدود ۴ کیلومتر فاصله از گردنه به کانسار عرصه دوگاه منتهی می‌شود و پس از ۲ کیلومتر به رودخانه هفت چشمه ختم می‌گردد. از نظر ساختاری در زون البرز غربی جای دارد. سنگ میزبان این زئولیت‌ها واحدهای ولکانیسم (داسیت - تراکیت - پرلیت - و پامیس) میوسن می‌باشد.

اندیس هفت چشمه II

اندیس زئولیت هفت چشمه II در نزدیکی نشانه زئولیت هفت چشمه I به مختصات جغرافیایی $48^{\circ}06'43''$ طول شرقی و $37^{\circ}44'21''$ عرض شمالی قرار گرفته است. راه دسترسی به این نشانه از روستای قزل یاتاق واقع در مسیر جاده ترک به کیوی منشعب می‌شود که بخشی از این راه آسفالتی است. راه خاکی منشعب شده از قزل یاتاق با حدود ۴ کیلومتر فاصله از گردنه به کانسار عرصه دوگاه منتهی می‌شود و پس از ۲ کیلومتر به رودخانه هفت چشمه ختم می‌گردد. از نظر ساختاری در زون البرز غربی جای دارد. سنگ میزبان این زئولیت‌ها واحدهای ولکانیسم (داسیت - تراکیت - پرلیت - و پامیس) میوسن می‌باشد. تعیین میزان گستردگی این توف زئولیتی نیاز به بررسی بیشتر دارد.

اندیس کجل - شمس آباد

اندیس زئولیت هشتجین در ۲۰ کیلومتری شمال غربی هشتجین، جنوب غربی استان اردبیل واقع شده و جزئی از زون دگرسانی کجل - شمس آباد در کمربند آتشفشانی طارم - هشتجین است. زئولیت و کانی های همراه آن مانند کوارتز و کلسیت در درز و شکستگی های سنگ میزبان تراکی آندزیتی تشکیل شده اند. در زون های دگرسان زئولیتی مورد بررسی، استیلبیت کانی اصلی بوده و کانی های ایلیت، سانیدین، کلریت، کلسیت و کوارتز به عنوان کانی فرعی حضور دارند. بر اساس مشاهدات سنگ نگاری، کانی های اصلی سنگ های میزبان شامل پلاژیوکلاز، فلدسپار پتاسیم و اوژیت همراه با شیشه های آتشفشانی بوده و بافت پورفیری نشان می دهند. خاستگاه گرمابی زئولیت ها با شواهدی نظیر بلورهای خودشکل، بافت پرکننده فضای خالی و بادامکی و نبود کانی های شاخص دگرگونی تدفینی پشتیبانی می شود (حسین زاده، ۱۳۹۲). لازم به ذکر است برخی از پتانسل های زئولیت دار منطقه دارای اطلاعات محدودی می باشد، لذا به صورت مختصر در جدول (۸-۳) بیان گردیده است:

جدول ۳-۸- اندیس های زئولیت استان اردبیل

اندیس / کانسار	ماده معدنی	سنگ میزبان	موقعیت
محمد آباد	زئولیت	گدازه های آندزیتی و بازالتی	حوالی شهر خلخال

۳-۳-۶- آنالسیم

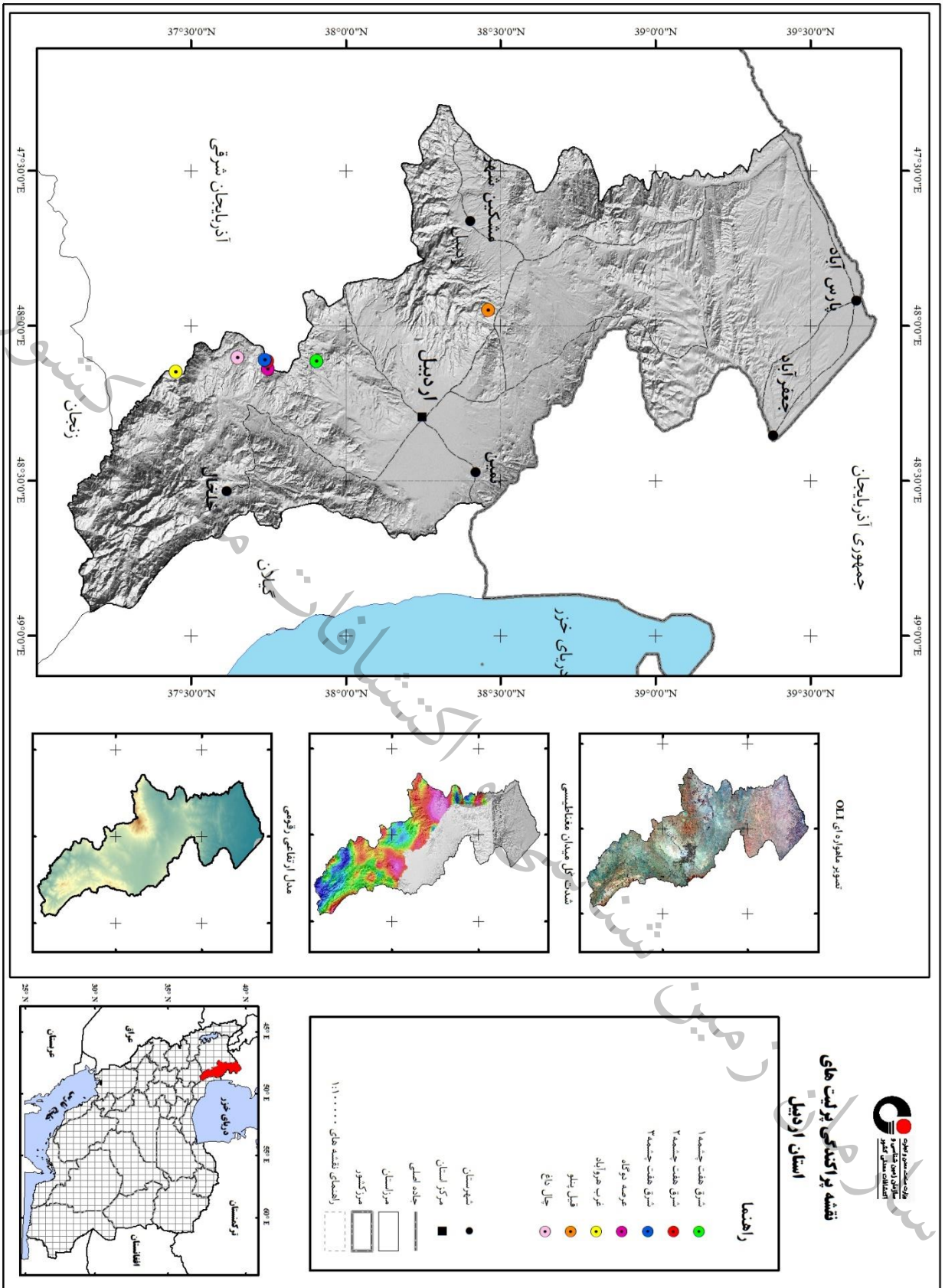
اندیس آنالسیم فقط در شهرستان مشگین شهر گزارش گردیده که اطلاعات محدود در ذیل آورده شده است:

اندیس کنچوبه

اندیس آنالسیم کنچوبه در گدازه های تفریتی با ستبرای ۲۰۰ متر و با سن ائوسن در اطراف روستای کنچوبه دارای درشت بلورهای آنالسیم هستند که از نظر دارا بودن مواد آلومینا حائز اهمیت می باشند.

۳-۳-۷- پرلیت

اندیس معدنی پرلیت در جنوب غرب استان اردبیل، مشگین شهر، غرب گیوی و غرب هروآباد با سنگ میزبان آهکی در مناطق قیل پنلو، هفت چشمه، عرصه دوگاه، چال داغ، پرلیت خانه شیر، پرلیت هفت چشمه، پرلیت کری بزرگ، پرلیت دوشانچه، پرلیت عرصه دوگاه، پرلیت آق چای به شرح زیر می باشند. (شکل ۳-۱۳)



کانسار از طریق جاده شوسه نقدی بالا، مدرق، قیل پنلو میسر است. این نشانه در دو محل جنوب شرقی روستای قیل پنلو و در حد فاصل روستاهای مدرق و شوش بلاغ به فاصله ۱۱ کیلومتری از جاده آسفالته شناسایی شده اند. این ذخیره با رنگ تیره و جلای شیشه‌ایی (پرلیتی) در روستای قیل پنلو سفلی در تپه‌ای مدور به طول ۸۰۰ متر و عرض ۳۵۰ متر و ارتفاع ۱۰ متر با پی سنگ آندزیت و بخش زیرین ایگنمبریت با قطعات انفجاری به قطر چند سانتی متری که به صورت پوکه تا ۲۰٪ واحد را تشکیل داده به ضخامت ۵ متر که به تدریج حالت توفیت به خود گرفته و لایه ایی به ضخامت ۱/۵ متر توفیت در بالا تشکیل می‌دهد. با سنگ میزبان آهکی بر روی این توف گدازه پرلیتی قرار گرفته است. به علت نیروهای تکتونیکی ماده معدنی خرد شده و شیب عمومی به سمت شمال دارد. به علت شیب ملایم توپوگرافی و فرسایش سنگ‌ها در اکثر قسمت‌ها همبری‌ها پوشیده‌اند ولی به علت واضح بودن ضخامت و شیب لایه‌ها در چند نقطه به سهولت ابعاد واحدها مشخص می‌گردد. در حد فاصل روستای مدرق و شوش بلاغ در کنار جاده ترانشه به ارتفاع ۲ متر و طول ۵۰ متر که به طرف خاور با خاک زراعی پوشیده می‌شود و در جهت جنوب غرب با گدازه‌های تراکیتی به ارتفاع حدود ۴ متر با شیب ۳۰ درجه به سمت جنوب غرب پوشیده می‌گردد. ابعاد نشانه ۳۵۰ در ۱۵۰ در ۱۰ متر برآورد می‌شود.

اندیس شرق هفت چشمه و عرصه دوگاه

اندیس پرلیت هفت چشمه در جنوب معدن پرلیت عرصه دوگاه قرار گرفته و شامل ۳ رخنمون متفاوت با مختصات‌های جغرافیایی به شرح زیر می‌باشند:

هفت چشمه I در $48^{\circ}06'54''$ طول شرقی و $37^{\circ}54'19''$ عرض شمالی

هفت چشمه II در $48^{\circ}06'51''$ طول شرقی و $37^{\circ}44'47''$ عرض شمالی

هفت چشمه III در $48^{\circ}06'43''$ طول شرقی و $37^{\circ}44'21''$ عرض شمالی

عرصه دوگاه در $48^{\circ}08'23''$ طول شرقی و $37^{\circ}44'54''$ عرض شمالی

راه دسترسی از روستای قزل یاتاق حدود ۴ کیلومتری شمال غرب روستای عرصه دوگاه منشعب و به طرف جنوب ادامه پیدا می‌کند. پس از طی ۲ کیلومتر از سمت غرب دوقله مجاور هم به سوی شرق پیچیده و در سمت شرق قله‌ها به معدن عرصه دوگاه ختم می‌شود. این نشانه در جنوب شرق معدن عرصه دوگاه قرار دارد. از دیدگاه ساختاری در زون البرز غربی قرار دارد. از نظر زمین‌شناسی شامل رخساره‌های گدازه‌های پرلیتی، تراکیت، توف‌های برشی و پامیسی با لایه‌بندی متفاوت.



اندیس چال داغ

اندیس پرلیتی چال داغ در استان اردبیل (حوالی شهر گیوی) در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}06'09''$ طول شرقی و $37^{\circ}39'00''$ عرض شمالی قرار دارد. راه‌های دسترسی از دو مسیر روستای هفت چشمه (طولانی تر است) و زرج آباد (از نظر مسیر رانندگی و عبور خودرو بسیار مشکل است) امکان پذیر می‌باشد. این نشانه در زون گسله توف و گدازه‌های خاکستری که سن الیگوسن به آنها نسبت داده شده رخنمون دارند و نیز عضوی از گدازه‌های ولکانیکی میوسن می‌باشد. در واقع گدازه‌های تراکی و داسیتی بخش اصلی بدنه کوه را تشکیل داده و در بخش زیرین آن پرلیت و سپس در زیر آن توده‌های سفید رنگ پامیسی قرار دارند. گسترش پرلیت چال داغ از قله به طرف شاخه آبراهه زرج آباد می‌باشد و در بخش مرتفع آن ستبرای پرلیت تا ۱۵ کیلومتر می‌رسد که به طرف شرق یا کم عرض می‌شود یا زمین کشاورزی آن را پوشانده است و از واریزه‌های آن چنین برمی‌آید که به افسیدین تبدیل می‌شود (به طرف غرب) و ستبرای آن به ۴۰ الی ۵۰ متر می‌رسد.

کانسار کری بزرگ

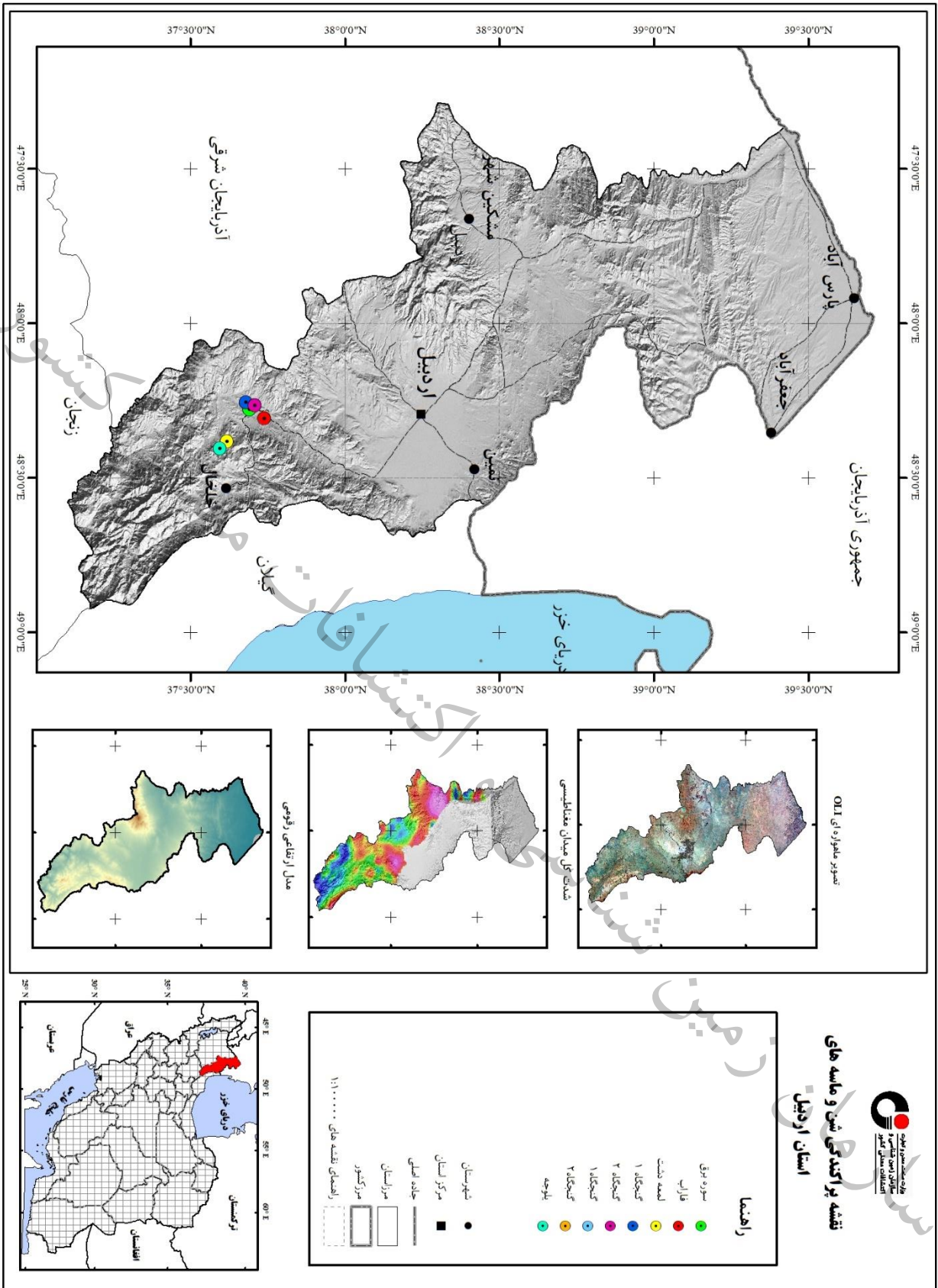
کانسار پرلیت کری بزرگ در استان اردبیل و در شهرستان خلخال قرار دارد. راه دسترسی به این کانسار از مسیر جاده اردبیل به سراب، در فاصله ۴ کیلومتری از قره شیران به طرف کورائیم و پس از طی ۴ کیلومتر دیگر به سمت جنوب به روستای کری بزرگ و در نهایت به جاده خاکی به سوی جنوب غرب و ارتفاعات ییلاق لیوانلو ختم می‌گردد و کانسار در ۴ کیلومتری این جاده خاکی رخنمون دارد. این کانسار در دو ناحیه رخنمون دارد. رخنمون شمالی نزدیک به ۱۸۰ متر ستبرا و حدود ۲۰۰۰ متر درازا و رخنمون جنوبی حدود ۱ کیلومتر-مربع در قشلاق لیوانلو می‌باشد. از نظر ساختاری در زون البرز غربی قرار گرفته است و سنگ میزبان آن گدازه‌های ریولتی مربوط به ائوسن می‌باشد (پیچاب کاوش، ۸۰-۱۳۷۹). همچنین برخی از پتانسیل‌های پرلیت دار منطقه دارای اطلاعات قابل ملاحظه‌ای نمی‌باشد، لذا به طور خلاصه در جدول (۳-۹) بیان می‌گردد:

جدول ۳-۹- اندیس های پرلیت استان اردبیل

ردیف	اندیس / کانسار	ماده معدنی	سنگ میزبان	سن	موقعیت
۱	سرعین یک	پرلیت	-	-	حوالی شهر اردبیل
۲	خانه شیر	پرلیت	آهک	-	حوالی شهر مشگین شهر
۳	مجید آباد	پرلیت	آهک	الیگومیوسن	در حوالی شهر مشگین شهر
۴	کلور KH-۵	مصالح ساختمانی (سنگ آهک)	آهک نازک لایه و هوازده	کرتاسه	حوالی شهر ماسوله

۳-۳-۸- شن و ماسه

کانسارهای شن و ماسه استان عمدتاً در منطقه گیوی پایین با نام کانسارهای گنجگاه ۱، گنجگاه ۲، فاراب، سوره برق و لمعه دشت پراکنده می باشند که به شرح ذیل آورده شده است (شکل ۳-۱۴).



شکل ۳-۱۴- نقشه پراکنندگی شن و ماسه های استان اردبیل

کانسار گنجگاه ۱

کانسار شن و ماسه گنجگاه در فاصله ۳۲ کیلومتری از خلخال و در مختصات جغرافیایی "۲۵'۱۵'۴۸" طول شرقی و "۴۵'۴۰'۳۷" عرض شمالی و در ارتفاع ۱۲۲۰ متر از سطح دریا واقع شده است. راه دسترسی از خلخال به سمت اردبیل و پس از ۳۲ کیلومتر در دو راهی فیروزآباد و در ۳ کیلومتری روستای گنجگاه می باشد. ناحیه کانسار و بستر رودخانه رسوبات کواترنری می باشد و طرفین بستر رودخانه را سنگهای نئوژن بالایی مهم از رسوبات ماسه‌ای، سیلتی، مارنی به رنگ‌های خاکستری و کنگلومرا و غیره تشکیل داده است. بنابراین ژنز ماده معدنی را می توان سنگ‌های آذرین خروجی دانست که در ارتفاعات خاوری و باختری رودخانه گسترش دارند.

کانسار گنجگاه ۲

کانسار شن و ماسه گنجگاه ۲ در فاصله ۳۷ کیلومتری از خلخال و در مختصات جغرافیایی "۰۰'۱۶'۴۸" طول شرقی و "۲۵'۲۲'۳۷" عرض شمالی واقع شده است. راه دسترسی از خلخال به سمت اردبیل و پس از ۳۷ کیلومتر در کنار جاده آسفالته محل معدن می باشد. ناحیه کانسار و بستر رودخانه رسوبات کواترنری می باشد و طرفین بستر رودخانه را سنگهای نئوژن بالایی مهم از رسوبات ماسه‌ای، سیلتی، مارنی به رنگ‌های خاکستری و کنگلومرا و غیره تشکیل داده است. بنابراین ژنز ماده معدنی را می توان سنگ‌های آذرین خروجی دانست که در ارتفاعات خاوری و باختری رودخانه گسترش دارند.

کانسار فاراب

کانسار شن و ماسه فاراب در فاصله ۴۱ کیلومتری از خلخال و در مختصات جغرافیایی "۳۰'۱۸'۴۸" طول شرقی و "۱۸'۴۴'۳۷" عرض شمالی واقع شده است. راه دسترسی از خلخال به سمت اردبیل و پس از ۳۹ کیلومتر به سه راهی فاراب رسیده و مسافت ۲ کیلومتر دیگر را به سمت روستای فاراب که محل معدن می باشد. ناحیه کانسار و بستر رودخانه رسوبات کواترنری می باشد و ارتفاعات سمت خاور منطقه را سنگهای نئوژن بالایی مهم از رسوبات ماسه‌ای، سیلتی، مارنی به رنگ‌های خاکستری و کنگلومرا و غیره تشکیل داده است. کانسار در بستر و اطراف رودخانه فصلی فاریاب مشاهده شده است. به دلیل گسترش شن و ماسه در مناطقی غیر از بستر رودخانه و ترکیب گردشگری دانه‌ها می توان آن را شن و ماسه کوهی معرفی نمود. عمق برداشت به ۲ متر می رسد و ذخیره ماده معدنی قابل ملاحظه است بنابراین ژنز ماده معدنی را می توان به سنگ‌های ولکانیکی ارتفاعات اطراف نسبت داد که بیشتر ترکیب آندزیتی دارند.



کانسار سوره برق

کانسار شن و ماسه سوره برق در فاصله ۳۰ کیلومتری از خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}16'50''$ طول شرقی و $37^{\circ}41'25''$ عرض شمالی واقع شده است. راه دسترسی از خلخال به سمت اردبیل و پس از ۳۰ کیلومتر در سمت راست جاده، روستای سوره برق و رودخانه می باشد. ناحیه کانسار و بستر رودخانه رسوبات کواترنری می باشد و طرفین بستر رودخانه را سنگهای نئوژن بالایی اهم از رسوبات ماسه ای، سیلتی، مارنی به رنگ های خاکستری و کنگلومرا و غیره تشکیل داده است. ارتفاعات خاوری ناحیه کانسار به نام کوه آزنو و شویر داغی معروف است که شامل لاوهای آندزیتی و توف است که سن آنها را به پالئوزن نسبت می دهند. ژنز شن و ماسه رودخانه را سنگهای آذرین منطقه تشکیل داده است. با توجه به ذخیره نه چندان زیاد، این ماده معدنی از ارزش نسبتاً کمی برخوردار است.

کانسار لمعه دشت

کانسار شن و ماسه لمعه دشت در فاصله ۳۰ کیلومتری از خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}23'$ طول شرقی و $37^{\circ}37'$ عرض شمالی واقع شده است. راه دسترسی از خلخال به سمت هشتچین و پس از پیمودن $16/5$ کیلومتر راه آسفالتی و شوسه به سمت آرسون چائی منشعب می گردد که پس از طی ۱۲ کیلومتر به روستای لمعه دشت رسیده و پس از $1/5$ کیلومتر در سمت راست به محل معدن ختم می گردد. علاوه بر سنگ های آذرین حد واسط تا بازیک ترکیب آهکی نیز داشته که باعث می شود این ذخیره منشأ کوهی داشته باشد.

کانسار یلوجه

کانسار شن و ماسه یلوجه در فاصله ۱۶ کیلومتری از خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}24'20''$ طول شرقی و $37^{\circ}35'40''$ عرض شمالی واقع شده است. راه دسترسی از خلخال به سمت هشتچین پس از ۱۰ کیلومتر و انشعاب راه خاکی به سمت راست و پس از طی ۷ کیلومتر به روستای یلوجه منتهی می گردد. این کانسار در محدوده ای که توسط کوههای اطراف محصور شده است گسترش دارد و در ضمن محل جریان رودخانه فصلی نیز است. ژنز ماده معدنی سنگ های آذرین و رسوبی ارتفاعات اطراف می باشد و با توجه به ذخیره نسبتاً خوب آن از اهمیت نسبی خوبی برخوردار است.

۹-۳-۳- باریت

بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی (رسوبات آبراهه، نمونه کانی سنگین) نشان از کانی زایی باریت به صورت رگه ای و احتمالاً پلی متال همراه با باریت در محور سلاسه- دمیچی پایین- تازه کند وجود دارد.

محدوده محور سلاسه- دمیرچی پایین- تازه کند

محدوده باریت محور سلاسه- دمیرچی پایین- تازه کند با نشان از کانی‌زایی باریت به صورت رگه‌ای و احتمالاً پلی متال همراه با باریت براساس مطالعات ژئوشیمیایی (رسوبات آبراهه، نمونه کانی سنگین) می‌باشد. این محدوده در زون به شدت خرد شده گسل‌های چاکندی و ظماره پایین قرار دارد.

۱۰-۳-۳- خاک صنعتی

کانسار و اندیس‌های خاک‌های صنعتی در استان اردبیل در بخش ارشق شرقی و غربی و جنوب روستای کویج از شهرستان مشگین شهر در درون گدازه‌های پورفیری به شکل عدسی قرار دارند.

کانسار قاشقاداش

کانسار خاک صنعتی قاشقاداش در شهرستان مشگین شهر، بخش ارشق غربی، در شمال رودخانه قره سو و آبادی سواربالا در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}43'$ طول شرقی و $38^{\circ}33'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۰۴۰ متر از سطح دریا واقع شده است. راه دسترسی عبارت است از سه راهی کارخانه کبریت سازی مشگین شهر- آق درق- قشلاق تنگ و قاشقاداش. کل مساحت مزبور از مرکز استان حدود ۹۵ کیلومتر است. ذخیره با رنگ سفید از دور دست قابل تشخیص است. به نظر می‌رسد درون واحد سنگی گدازه‌های لاتیت پورفیری به صورت یک عدسی مانند نهشته شده باشد. در مطالعات صحرایی ماده معدنی حالت توف را دارد که در نتیجه تاثیر حرارتی و شیمیایی گدازه‌های در برگیرنده کمی آلتره شده باشد و ماده معدنی از خود دانه بندی و پودر شدگی نشان می‌دهد. ضخامت ذخیره معدنی حدود ۳۰ متر و طول گسترش قابل دید حدود ۵۰ متر می‌باشد و عرض گسترش آن نیز به دلیل پوشیدگی چندان مشخص نیست.

کانسار قوزی قوروغی

کانسار خاک صنعتی قوزی قوروغی در شهرستان مشگین شهر، بخش ارشق غربی، در شمال رودخانه قره سو و در جوار آبادی به نام قوزی قوروزوغی در مختصات جغرافیایی $47^{\circ}41'30''$ طول شرقی و $38^{\circ}34'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۰۴۰ متر از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی آن از طریق سه راهی مشیران واقع در کیلومتر ۸۰ جاده اردبیل- پارس آباد امکان پذیر است. پس از ۱۴ کیلومتر پیش روی در این راه فرعی و نرسیده به روستای یوسف خان‌کندی، راهی خاکی به سمت چپ منشعب می‌شود و با طی حدود ۵ کیلومتر به کانسار منتهی می‌شود. ذخیره با رنگ خاکستری روشن، گاهی متمایل به زرد در لابه‌لای واحد سنگی



گدازه‌های لاتیت پورفیری به سن ائوسن و به صورت لایه بندی با ضخامت‌های متغیر رخنمون دارد. در محل نمونه‌برداری ضخامت این لایه‌بندی به بیش از ۱۰ متر و گسترش آن به حدود ۳۰ متر و طول لایه‌بندی نیز به چند صد متر بالغ می‌شود. مشخصات ظاهری و طرز قرارگیری این واحد بیانگر توفی بودن آن است. ماده معدنی مشابه ماسه دانه‌بندی شده است. بلورهای ژئوپس به طور پراکنده و به ضخامت چند میلیمتر تا سانتی متر در متن ذخیره معدنی دیده می‌شود که بیانگر وجود اسید سولفوریک در محیط و تشکیل سولفات کلسیم است.

کانسار قورت تپه

کانسار خاک صنعتی قورت تپه در شهرستان مشگین شهر، بخش ارشق شرقی و جنوب شرق روستای قورت در مختصات جغرافیایی "۴۰'۴۰" طول شرقی و "۳۸'۴۳" عرض شمالی و در ارتفاع متوسط ۱۴۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی آن از طریق جاده شوسه مرادلو- قره گل- قورت تپه با توجه به عبور جاده از کنار کانسار به سهولت امکان پذیر است. ذخیره مواد معدنی با رنگ سفید تا زرد روشن، مورفولوژی کوهستانی و شیب تند و بعضاً به صورت پرتگاه دیده می‌شود. بخشی از کانسار که از این توده جدا بوده و در فاصله یک کیلومتری شمال توده اصلی در کنار جاده قورت تپه- نولی بلاغ در محلی به نام حسین آقاکندی قرار دارد. این کانسار از دگرسانی واحدهای آندزیت تفریتی، آندزیت پورفیری و پیروکسن آندزی بازالت و مواد پیروکلاستیک همراه آنان به سن ائوسن و با تشکیل کانی‌های رسی دگرسانی از قبیل کائولن، آلونیت و ایلیت و ... حاصل گردیده که به لحاظ داشتن کاربرد در صنعت به عنوان خاک صنعتی معرفی شده است. در بخش جنوبی، سنگ‌ها کاملاً آلتره شده توسط سنگ‌های آذرین بیرونی و نیمه عمیق قطع گردیده‌اند و در قسمت شرقی سنگ‌های تفریتی با دگرسانی کمتر به خوبی سنگ مادر این زون آلتره را معلوم می‌سازد. با توجه به شیارهای ایجاد شده توسط آبراهه‌ها و شیب توپوگرافی کلی محدوده ماده معدنی بیش از ۴۰ متر از ضخامت کانسار قابل رویت می‌باشد و بخش جنوبی به ابعاد ۱۵۰۰ در ۱۲۰۰ و بخش شمالی ۱۵۰۰ در ۵۰۰ متر به صورت نعل اسبی ذخیره قابل توجهی را تشکیل داده است. غیر از کانی‌های رسی دگرسانی کانی‌های پیریت، کالکوپیریت، مالاکیت و اکسید آهن به وفور در محدوده مشاهده می‌گردد.

با توجه به وجود دو گسل در شمال شرق، جنوب غرب محدوده معدنی و تراکم گسل‌های اصلی در منطقه این گسل‌ها تأثیرات ژرفی در هدایت گازهای عامل دگرسانی و نفوذی‌های بعدی و در نهایت در هم ریختگی و خرد شدگی شدید واحدهای آلتره شده سنگی را سبب شده‌اند. به طوری که روی امتداد گسل‌ها جدا کردن زون آلونیت و کائولینیت مشکل می‌باشد. با این وجود بخش‌هایی قابل توجه از ذخیره معدنی به لحاظ تمایز

خصوصیات قابل تفکیک بوده که این امر در مطالعات تکمیلی نقش به سزایی دارد. از جمله خصوصیت، گسترش رگچه های گچی و اکسید آهن، شدت دگرسانی سنگ ها، چسبندگی شدید به زبان و رنگ روشن، وجود رگچه های سیلیس، آثار کانی های پیریت و مالاکیت و کانی های اولیه یا از بین رفتن کامل آنها و سختی نسبی سنگ هاست. با توجه به نتایج XRF و XRD کانی های اصلی این کانسار کانی های رسی دگرسانی است و موارد قابل بهره برداری خاک های صنعتی، کائولن و ... می باشد.

اندیس کویج:

اندیس معدنی خاک صنعتی کویج در ۵۰۰ متری جنوب روستای کویج از توابع شهر لاهرود و در ادامه زون دگرسانی سد انار- قوزلوجه در همبری سه واحد کنگلومرای آندزیتی، کنگلومرا- ماسه سنگ پیلوکواترنر و نهشته های آبرفتی کواترنر، لایه ای از نشانه در محل ترانسه نهرآبادی مشاهده می گردد که رنگ زرد خاکی دارد. اندیس حدود ۳ متر است. طول آن به طور تقریب ۴۰ متر و باطله رویی به ۱/۵ متر.

اندیس خانه شیر

اندیس معدنی خاک صنعتی در جنوب غرب روستای خانه شیر در خلخال، ۱/۵ کیلومتری جنوب خانه شیر و در مختصات جغرافیایی "۴۸°۰۷'۳۹" طول شرقی و "۳۷°۵۲'۵۷" عرض شمالی خلخال قرار دارد. خاک های این محدوده معدنی در ارتباط با توده نیمه عمیق و گندهای ریولیتی اولیگوسن می باشد.

کانسار اناوین

کانسار خاک صنعتی اناوین در ۸ کیلومتری خلخال در مختصات جغرافیایی "۴۸°۲۹'۳۰" طول شرقی و "۳۷°۴۰'۳۵" عرض شمالی و در ارتفاع متوسط ۱۷۳۵ متر از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی آن از طریق جاده خلخال به طرف اردبیل، پس از طی ۷ کیلومتر در سمت چپ در فاصله حدود ۷۰ متری محل کانسار قابل مشاهده است.

سنگ های ولکانیکی از جمله آندزیت، توف های اسیدی و توف های آندزیتی (پالئوزن) در منطقه گسترش دارد. سنگ مادر کانسار توف های سبز کرج می باشد. همچنین برخی از پتانسیل های خاک صنعتی منطقه دارای اطلاعات محدودی می باشند، لذا در جدول (۳-۱۰) به صورت خلاصه ذکر می گردد:



جدول ۳-۱۰- اندیس‌های خاک صنعتی استان اردبیل

ردیف	اندیس / کانسار	ماده معدنی	سنگ میزبان	پاراژنز	سن	موقعیت
۱	کبودچی	خاک صنعتی	آهک ماسه ای	-	پالئوژن	حوالی شهر گیوی
۲	نمعیل	خاک صنعتی	آندزیت-توف آلتزه	آلونیت	ائوسن	حوالی شهر هشت چین

لازم به ذکر است برخی دیگر از پتانسیل‌های این استان دارای اطلاعات محدودی می‌باشند، لذا در جدول (۳-۱۱) به صورت خلاصه ذکر می‌گردد.

جدول ۳-۱۱- دیگر اندیس‌های غیر فلزی

ردیف	اندیس / کانسار	ماده معدنی	سنگ میزبان	پاراژنز	سن	موقعیت
۱	بلا	آزبست	-	-	-	حوالی شهر خواجه
۲	زردالو	دیاتومیت	لاوا-توف آندزیتی	آلونیت	پالئوژن	حوالی شهر هشت چین

۱۱-۳-۳- سوخت‌های فسیلی

زغال سنگ

کانسار سنجیدله

کانسار زغال سنگ سنجیدله در ۶ کیلومتری خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}28'40''$ طول شرقی و $37^{\circ}38'50''$ عرض شمالی و در ارتفاع متوسط ۱۷۷۰ متر از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی آن از طریق راه خاکی از خلخال به سمت شمال غرب منشعب می‌شود و پس از ۷ کیلومتر به روستای سنجیدله منتهی می‌شود. ۱ کیلومتر مانده به روستا محل کانسار می‌باشد. از نظر زمین شناسی سنگ‌های آندزیتی، توف‌ها و لاواهای آندزیتی گسترش بیشتری دارند و سن این سنگ‌ها به پالئوژن نسبت داده می‌شود. به دلیل عدم خلوص کربن و در صد کم کربن می‌توان کانسار را به عنوان شیل زغال‌دار معرفی نمود. ضخامت در رأس جنوبی به صفر و به طرف شمال به ۵ متر می‌رسد که نشانگر افزایش عمق حوضه در جهت شمال است

کانسار آل هاشم

کانسار زغال سنگ آل هاشم در ۱۰ کیلومتری خلخال و در مختصات جغرافیایی $48^{\circ}29'$ طول شرقی و $37^{\circ}32'$ عرض شمالی و در ارتفاع متوسط ۲۲۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است. راه ارتباطی آن از طریق جاده خاکی از جنوب خلخال به روستای آل هاشم با فاصله ۱۰ کیلومتر می باشد. محل کانسار در ارتفاعات غربی کوه قره داغی این روستا می باشد. از نظر زمین شناسی شامل سنگ های آهکی نومولیتیک و ماسه ای و بعضاً ماسه-سنگ می باشد که سن این تشکیلات به پالئوژن می رسد.

کشور

معدنی

چشمیات

مطالعات دور سنجی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۱-۴- مقدمه

با پیشرفت روزافزون فناوری در ماهواره‌ها و تکنولوژی تصویر برداری در دهه‌های اخیر، جایگاه خاصی برای نتایج مطالعات دورسنجی به عنوان لایه‌هایی ارزشمند و مهم در امور پی‌جویی و اکتشاف ذخائر معدنی ایجاد شده است. دورسنجی علم مطالعه پدیده‌ها و عوارض سطحی زمین براساس داده‌های سنجنده‌های فضا برد یا هوا برد می‌باشد که این داده‌ها معمولاً به "تصاویر ماهواره‌ای" تعبیر می‌شوند. اساس این داده‌ها انرژی‌های دریافتی از سطح زمین در قالب امواج الکترومغناطیس است که در واحد پیکسل‌هایی جمع‌آوری می‌گردند و از تبدیل مقادیر انرژی ثبت شده هر پیکسل به واحدهای روشنایی و تن‌های رنگی، و نهایتاً قراردادن این پیکسل‌ها در کنار یکدیگر، یک تصویر حاصل می‌شود. از آنجاییکه سنجنده‌ها اغلب قادر به ثبت چند انرژی برای چند طول موج مختلف یعنی برداشت چند باندهای^۱ بازای هر پیکسل هستند، امکان ایجاد تصاویر مختلف از برداشت یک سنجنده بوجود می‌آید. همچنین با پردازشهای مختلف روی این تصاویر و نیز ترکیب‌های مختلف از آنها، به بیشمار تصویر با کاربردهای متفاوت دست می‌یابیم. این نوع تصویربرداری تصویربرداری راقومی^۲ نامیده می‌شود. با پیشرفتهای تکنولوژی سنجنده‌ها شاهد حضور سنجنده‌هایی با قابلیت برداشت باندهای فراوان^۳ و دقت مکانی بسیار بالا^۴ و کمترین خطاها هستیم. البته شایان ذکر است که در هر حال تصاویر خام برداشت شده، نیازمند تصحیحاتی جهت استفاده نهایی کاربر می‌باشند که بخشی از این تصحیحات توسط سنجنده، بخشی توسط ایستگاههای زمینی دریافت کننده داده‌ها و بعضاً تصحیحاتی نیز توسط کاربر اعمال می‌شوند و سپس این تصاویر مورد پردازش و استفاده قرار می‌گیرد.

کاربردهای تصاویر ماهواره‌ای در علوم زمین و زمین شناسی بسیار زیاد است که من جمله در زمین شناسی اکتشافی نقش برجسته‌ای دارد. اصلی‌ترین کاربردهای تصاویر ماهواره‌ای در ارتباط با اکتشافات معدنی را می‌توان، تفکیک واحدهای سنگی، کشف دگرسانیهایی سطحی مرتبط با کانه‌زایی و همچنین استخراج خطواره‌ها بعنوان کنترل کننده‌های مکانی و بستری برای پدیده‌های گرمایی^۵ برشمرد.

^۱ Multi Spectral

^۲ Digital

^۳ Hyper Spectral

^۴ High Resolution

^۵ Hydrothermal

۲-۴- داده های ماهواره ای

جهت انجام مطالعات دورسنجی در این پروژه، تصاویر سه سنجنده استرا^۱ سنتینل 2A^۲ و آل آی^۳ که برای زمین شناسان شناخته شده هستند مورد استفاده قرار گرفتند.

۱-۲-۴- تصاویر سنجنده استر

سنجنده استر یکی از پنج سنجنده ماهواره ترا^۴ می باشد که در ابتدا در دسامبر ۱۹۹۹ توسط کنسرسیوم صنعت و دولت ژاپن ساخته شد. استر با داشتن ۱۴ باند طیفی مختلف به دانشمندان و محققان امکان بررسی پدیده های زمینی را در طول موج هایی نظیر مادون قرمز نزدیک، کوتاه و حرارتی که توسط چشم انسان قابل رویت نیست را می دهد. تصاویر این سنجنده توسط SIC^۵ دریافت می شود. برخی از مهم ترین مشخصات این ماهواره عبارتند از:

ارتفاع مدار: ۷۰۵ کیلومتر

ابعاد پوشش (روی زمین): ۶۰ کیلومتر در ۶۰ کیلومتر

زمان پوشش کامل زمین: ۱۶ روز

برخی از ویژگیهای باندهای سنجنده استر در جدول ۴-۱ دیده می شوند.

¹ ASTER

² Sentinel 2A

³ OLI

⁴ TERRA

⁵ Satellite Imaging Corporation

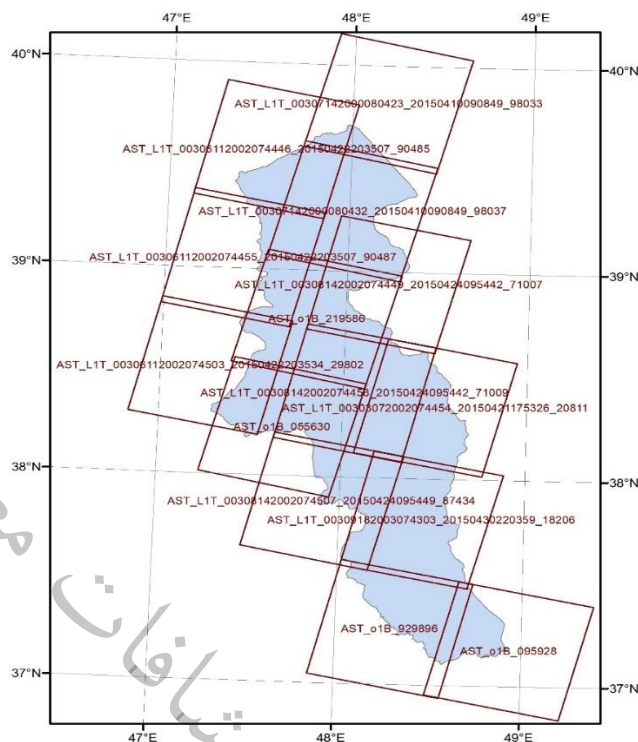


جدول ۴-۱- ویژگیهای باندهای سنجنده ASTER

Band Number	Wavelength(μm)	Spectral Region	Spatial Resolution(m)
1	0.52 - 0.60	VNIR	15
2	0.63 - 0.69		
3N	0.78 - 0.86		
3B	0.78 - 0.87		
4	1.60 - 1.70	SWIR	30
5	2.145 - 2.185		
6	2.185 - 2.225		
7	2.235 - 2.185		
8	2.295 - 2.365		
9	2.360 - 2.430		
10	8.125 - 8.475	TIR	90
11	8.475 - 8.825		
12	8.925 - 9.275		
13	10.25 - 10.95		
14	10.95 - 11.65		

داده‌های زیر شامل تصاویر 14 سین کامل ASTER (شکل ۴-۱) برای استان اردبیل مورد استفاده قرار گرفتند.

AST_L1T_00309182003074303_20150430220359_18206
AST_L1T_00307142000080423_20150410090849_98033
AST_L1T_00307142000080432_20150410090849_98037
AST_L1T_00308142002074449_20150424095442_71007
AST_L1T_00308142002074458_20150424095442_71009
AST_L1T_00303072002074454_20150421175326_20811
AST_L1T_00308142002074507_20150424095449_87434
AST_L1T_00306112002074503_20150422203534_29802
AST_L1T_00306112002074455_20150422203507_90487
AST_L1T_00306112002074446_20150422203507_90485
AST_o1B_055630
AST_o1B_095928
AST_o1B_219586
AST_o1B_929896



شکل ۴-۱- موقعیت سین های سنجنده استر مرتبط با استان اردبیل

۲-۲-۴- تصاویر ماهواره سنتینل 2A

ماهواره سنتینل 2A حامل سنجنده ام اس آی در تاریخ ۲۳ ژوئن ۲۰۱۵ به فضا پرتاب گردید.

برخی از مهمترین مشخصات این ماهواره عبارتند از:

ارتفاع مدار: ۷۸۶ کیلومتر

عرض برداشت (روی زمین): ۲۹۰ کیلومتر

زمان پوشش کامل زمین: ۵ روز

این ماهواره با هدف مشاهده و تحلیل عوارض زمینی، پوشش گیاهی و آب طراحی شده است و از ۱۳ باند طیفی در محدوده های مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز طول موج کوتاه بشرح جدول ۴-۲ برخوردار می باشد.

¹ MSI

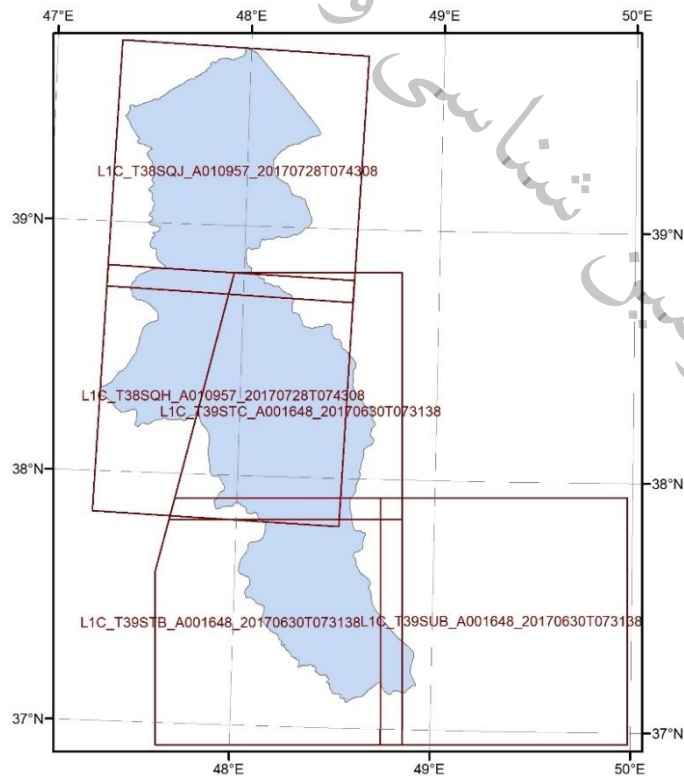


جدول ۴-۲- ویژگی‌های باندهای سنجنده MSI از ماهواره Sentinel 2A

Band Number	Wavelength(μm)	Spectral Region	Spatial Resolution(m)
1	0.421 - 0.457	Coastal Aerosol	60
2	0.439 - 0.535	Blue	10
3	0.537 - 0.582	Green	10
4	0.646 - 0.685	Red	10
5	0.694 - 0.714	Vegetation Red Edge	20
6	0.731 - 0.749	Vegetation Red Edge	20
7	0.768 - 0.796	Vegetation Red Edge	20
8	0.767 - 0.908	NIR	10
8a	0.848 - 0.881	Vegetation Red Edge	20
9	0.931 - 0.985	Water Vapour	60
10	1.338 - 1.414	SWIR-Circus	60
11	1.539 - 1.681	SWIR	20
12	2.072 - 2.312	SWIR	20

چنانچه در شکل ۴-۲ دیده می‌شود برای پوشش کامل محدوده مورد نظر از ۵ تصویر ماهواره Sentinel بشرح زیر استفاده گردید.

L1C_T38SQJ_A010957_20170728T074308
L1C_T38SQH_A010957_20170728T074308
L1C_T39STB_A001648_20170630T073138
L1C_T39STC_A001648_20170630T073138
L1C_T39SUB_A001648_20170630T073138



شکل ۴-۲- موقعیت سین‌های سنجنده MSI از ماهواره سنتینل 2A در استان اردبیل

۳-۲-۴- تصاویر سنجنده آل آی

سنجنده آل آی توسط ماهواره لندست ۸ در ۱۱ فوریه ۲۰۱۳ به فضا پرتاب گردید. برخی از مهمترین مشخصات این ماهواره عبارتند از:

ارتفاع مدار: ۷۰۵ کیلومتر

ابعاد پوشش (روی زمین): ۱۸۵ کیلومتر در ۱۸۵ کیلومتر

زمان پوشش کامل زمین: ۱۶ روز

ویژگیهای باندهای طیفی این سنجنده در جدول ۳-۴ قابل مشاهده است.

جدول ۳-۴- ویژگیهای باندهای سنجنده OLI

Band Number	Wavelength(μm)	Spectral Region	Spatial Resolution(m)
1	0.433 - 0.453	Coastal Aerosol	30
2	0.450 - 0.515	Blue	30
3	0.525 - 0.600	Green	30
4	0.630 - 0.680	Red	30
5	0.845 - 0.885	NIR	30
6	1.560 - 1.660	(SWIR)1	30
7	2.100 - 2.300	(SWIR)2	30
8	0.500 - 0.680	Panchromatic	15
9	1.360 - 1.390	Water Vapour	30
10	10.60 - 11.19	(TIRS)1	100
11	11.50 - 12.51	(TIRS)2	100

شایان ذکر است سنجنده OLI نسبت به سنجنده قبلی ماهواره لندست یعنی سنجنده ETM+ دارای قابلیت‌ها و مزایایی بشرح زیر می باشد:

- قدرت تفکیک طیفی بهتر با محدوده‌های باندهای باریکتر و ۲ باند طیفی بیشتر (اخذ اطلاعات در ۹ باند طیفی).

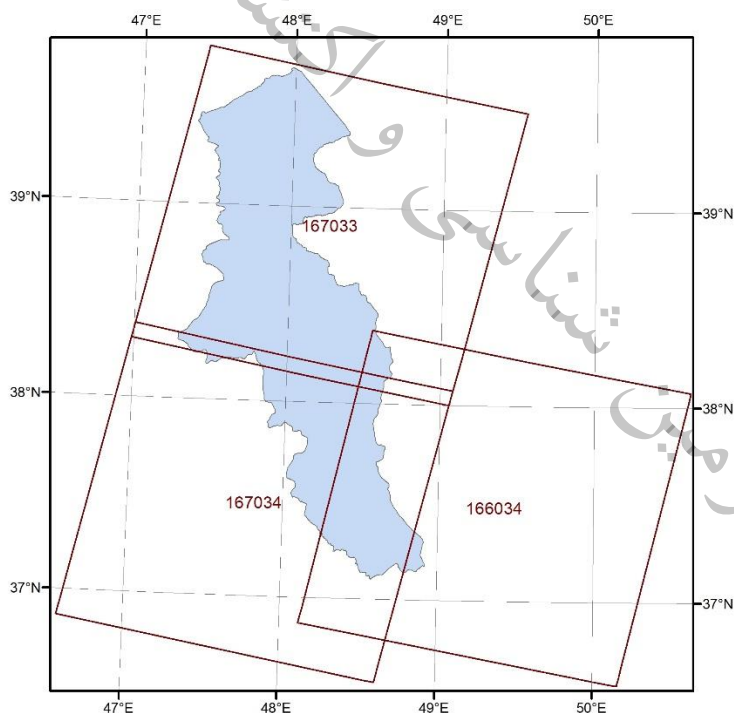
- افزایش چهار برابری دقت ثبت ژئودتیک مطلق تصاویر



- تغییر هندسه تصویر برداری از حالت عمود بر خط پرواز^۱ به حالت همجهت با خط پرواز^۲ و در نتیجه اخذ ۱۵۰ صحنه اطلاعاتی بیشتر در روز (۴۰۰ تصویر در روز)
- بهبود قدرت تفکیک رادیومتریک از ۸ بیت به ۱۲ بیت و امکان توصیف بهتر پوشش زمین
- افزایش نسبت سیگنال به نویز^۳

۷ باند از ۹ باند سنجنده آل آی با سنجنده های TM و ETM+ که بر روی ماهواره های لندست قبلی قرار داشتند؛ یکسان می باشد، که این عمل علاوه بر سازگاری با داده های قدیمی لندست و تداوم آن ها، قابلیت های اندازه گیری را نیز بهبود داده است.
برای پوشش تصویر آل آی، از ۳ سین ماهواره ای (شکل ۳-۴) استفاده گردید.

LC81660342013145LGN00
LC81670332013200LGN00
LC81670342013200LGN00



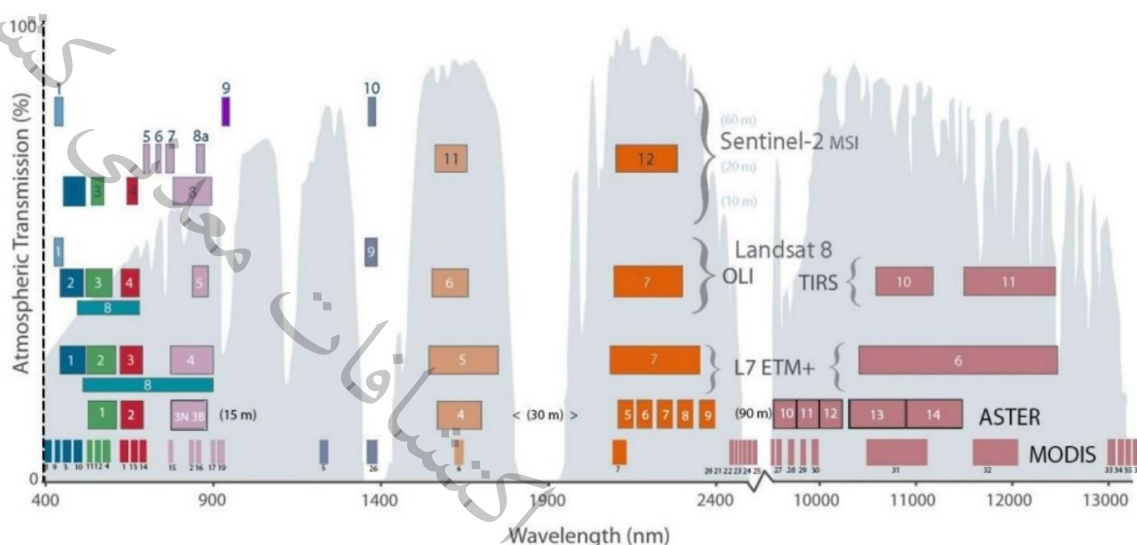
شکل ۳-۴- موقعیت سین های سنجنده OLI از ماهواره لندست ۸ در استان اردبیل

¹ Whisk Broom

² Push Broom

³ Signal to Noise Rate(SNR)

در شکل ۴-۴ نمایی مقایسه‌ای از محدوده طیفی باندها در سنجنده‌های مختلف دیده می‌شود. محدوده طیفی ۱/۵ الی ۲/۵ میکرومتر بهترین محدوده برای تشخیص کانی‌ها بویژه کانی‌های هیدروکسیل است که چنانکه در این شکل مشخص است، در بین سنجنده‌های مطرح شده، سنجنده استر دارای بیشترین باند در این محدوده می‌باشد و از این رو اهمیت بیشتری برای مطالعه دگرسانی دارد.



شکل ۴-۴- مقایسه محدوده طیفی و پهنای باندهای سنجنده‌های استر، آل آی و سنتینل 2 در طیف الکترومغناطیس

۴-۳- روش و مراحل مطالعه دورسنجی

۴-۳-۱- نرم‌افزارها

بررسی‌های دورسنجی در این پروژه با استفاده از نرم‌افزارهای مختلفی انجام پذیرفت که مهمترین آن‌ها عبارتند از:

- نرم‌افزار ژئوماتیکا جهت انجام عملیات پیش پردازش، ایجاد لایه‌های اطلاعاتی مختلف، پردازش‌های بصری، ایجاد و ویرایش وکتورها و آماده سازی نتایج جهت تهیه خروجی.

- نرم‌افزار ENVI جهت انجام محاسبات و اعمال فرمول‌های مختلف مثل نسبت‌های باندی و همچنین بکارگیری روش‌های شناخته شده آنالیز تصویری مثل روش مولفه‌های اصلی^۱ و روش پالایش تطبیقی^۲.

- نرم‌افزار ARC GIS جهت تهیه خروجی نتایج.

¹ Geomatica

² Principal Component(PC)

³ Match Filtering



- نرم افزار SAGA GIS جهت خواندن فایل‌های تصاویر سنتینل ۲ و دسته‌بندی آنها.

۲-۳-۴- پیش پردازش اطلاعات

شامل مجموعه عملیاتی است که قبل از استفاده از تصویر، برای آماده سازی تصویر انجام می‌شود و شامل مراحل زیر است:

۱-۲-۳-۴- خواندن اطلاعات

تصاویر ماهواره‌ای که از منابع اصلی مثل USGS دریافت میشوند غالباً بصورت یک فایل تجمیع شده از باندهای مختلف در یک فرمت خاص و معمولاً فشرده هستند که برای استفاده می‌بایست ابتدا خوانده شده و بهتر است که در چند فایل چند باندهای بر اساس قدرت تفکیک مکانی^۱ دسته بندی گردند. بطور مثال مجموع تصاویر یک سین از سنجنده استر در قالب یک فایل با فرمت hdf ابتدا باید خوانده شوند و سپس در سه گروه VNIR، SWIR و TIR تفکیک گردند که این کار معمولاً در نرم‌افزارها بصورت نیمه خودکار انجام می‌شود.

۲-۳-۴- تصحیحات

تصحیح رادیومتریک

اطلاعات رادیومتریک هر باند بصورت مقادیر عددی^۲ که به اختصار DN گفته می‌شوند ثبت می‌شوند. این مقادیر با مقادیر واقعی انرژی منعکس شده یا گسیل شده از منطقه زمینی متناظر با پیکسل‌های تصویر متفاوت هستند و این تفاوت یا از خطاهای دستگاهی (سنجنده) ایجاد می‌شوند و یا از عوامل اتمسفری نشأت گرفته است.

تصحیح خطای سنجنده

مهم‌ترین خطاهای سنجنده عبارتند از:

خطای نویز^۳

خطای حذف شدن یک سطر یا ستون^۴

خطای نوارشدگی سطری یا ستونی^۵

¹ Resolution

² Digital Number

³ Noise or Bad Pixel

⁴ Line or Column drop line

⁵ Line or column Stripping

خطای حذف ابتدا یا انتهای یک سطر^۱

این نوع خطاها با کالیبراسیون دقیق دستگاهها و رفع اشکالات دستگاه قبل از برداشت تصویر به حداقل می‌رسند اما در صورت بروز، معمولاً توسط خود شرکت ارائه دهنده تصویر تصحیح می‌گردند.

تصحیح خطاهای اتمسفریک

عواملی همچون پخش اتمسفری، تأثیر پیکسل‌های همسایه و زاویه تابش خورشید و دیگر عوامل جوی باعث می‌شوند مقدار انرژی دریافتی توسط سنجنده (رادینانس) نسبت به آنچه که بر روی زمین می‌توانست دریافت شود متغیر باشد و به عبارتی دیگر باعث می‌شود که مقدار انرژی ثبت شده (DN) نمایانگر حقیقی بازتاب نباشد.

تصحیح کامل این نوع خطاها نیازمند ورود به محاسبات پیچیده‌ای از تأثیرات عوامل مختلف می‌باشد که پارامترهای آن در اختیار ما نیست و لذا از روش تصحیح رادیومتریک شبه‌فلکتانس^۲ بنام لاگ رزیچوال^۳ که یک روش شناخته شده است، استفاده شد. در این روش با کمک پارامترهای آماری مانند میانگین طیفی و هندسی، تصویر خام به تصویر تصحیح شده تبدیل می‌گردد.

تصحیح خطای هندسی

مجموعه عواملی که باعث ایجاد خطاهای هندسی در تصاویر ماهواره‌ای می‌گردند، شامل تغییرات در ارتفاع و سرعت سکوی سنجنده، انحنای زمین، جابجایی و پستی و بلندی زمین هستند که موجب خطاهایی همچون خطای دوران، کرویت، پانورامیک و اعوجاجات هندسی بر روی تصویر می‌شوند. پس از تصحیح هندسی، هر پیکسل در تصویر، ابعاد واقعی زمینی‌اش را با توجه به مقیاس تصویربرداری ارائه می‌دهد. با این تصحیح علاوه بر حذف اعوجاج از روی تصویر، پیکسل‌ها در موقعیت مسطحاتی دقیق خود قرار می‌گیرند؛ تا در نهایت بتوان کلیه اطلاعات هندسی از قبیل اندازه‌گیری‌های طول، مساحت و . . . را استخراج نموده و بتوان از تصویر به عنوان یک لایه اطلاعاتی در سیستم‌های اطلاعات مکانی و جغرافیایی (GIS) استفاده نمود. تصحیح هندسی تصویر در نرم‌افزارهای مختلف با اصطلاحاتی مثل تصحیح ژئومتری^۴، رکتیفای^۵، ژئوکدینگ^۶ یا ژئورفرنسینگ^۷ شناخته می‌شود.

¹ Line start-stop problem

² Pseudoreflectance

³ Log Residual

⁴ Geometric Correction

⁵ Rectification

⁶ Geo Coding

⁷ Geo Referencing



برای انجام این نوع تصحیح از یک مرجع تصویری دیگر که قبلاً تصحیح شده است استفاده می‌گردد. تصویر مرجع می‌تواند یک نقشه توپوگرافی تصحیح شده و یا یک تصویر ماهواره‌ای تصحیح شده از همان مکان باشد. این تصحیحات بر اساس انتخاب تعدادی نقطه کنترل زمینی (GCP) بر روی تصویر مرجع و مشابه‌یابی آن بر روی داده‌های ماهواره‌ای مورد نظر انجام می‌شود. در این عملیات با استفاده از روش‌های آماری لازم، خطاهای موجود بین مختصات تصویر و مختصات زمینی پدیده‌ها به حداقل می‌رسد.

در ارتباط با تصحیح داده‌ها در این پروژه باید گفت که تصاویر بکار گرفته شده در این پروژه تصاویر تصحیح شده هستند بطور مثال تصاویر ASTER که بعنوان داده اصلی تشخیص دگرسانی مورد استفاده قرار گرفتند، از نوع level 1B هستند که یک مرحله تصحیح هندسی و رادیومتریک بر روی آن‌ها انجام گرفته است.

۳-۲-۳-۴- موزائیک تصاویر

بمنظور ایجاد تصویر یکدست ماهواره‌ای از کل استان، ابتدا زمین‌های تصحیح شده کل استان، با یکدیگر موزائیک و سپس حاشیه‌های خارج از محدوده حذف گردید. این عمل در مورد تصاویر استر و سنتینل 2A و OLI انجام شد که نتایج آن‌ها بصورت اشکال ۴-۵، ۴-۶ و ۴-۷ دیده می‌شوند.



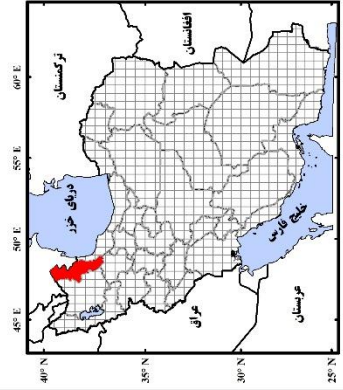
تصویر موزائیک شده استر

R:5 G:3 B:1

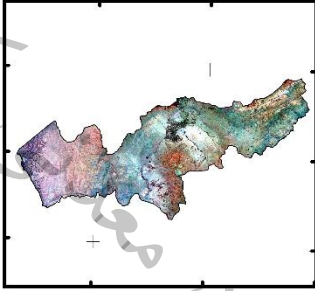
راهنما

- شهرستان
- مرکز استان
- جاده اصلی
- مرز استان
- مرز کشور

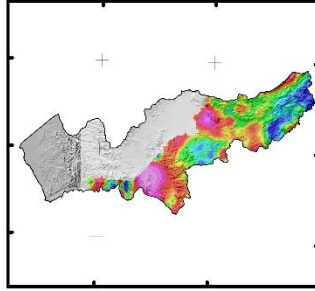
راهنمای نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰



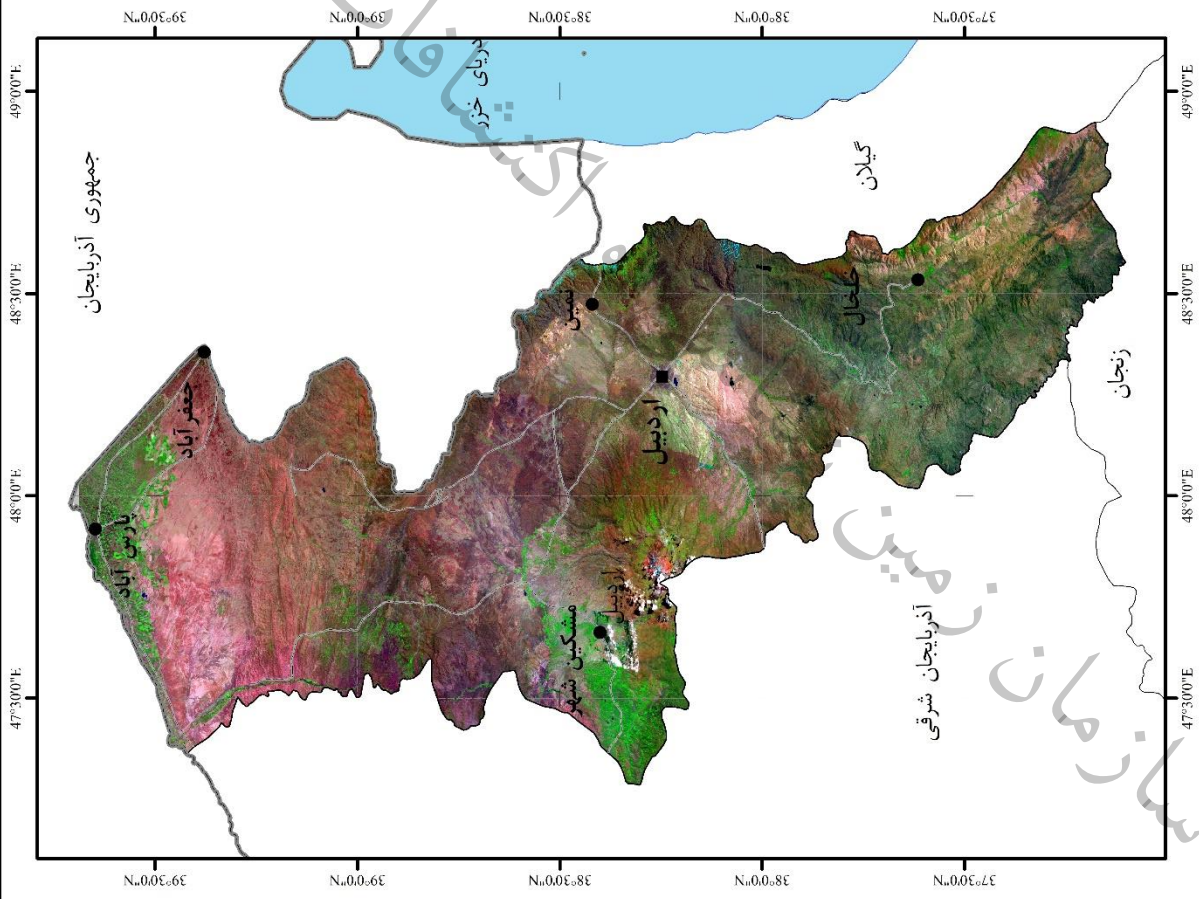
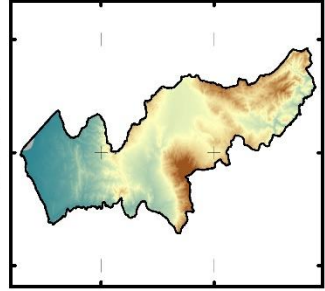
تصویر ماهواره ای OLI



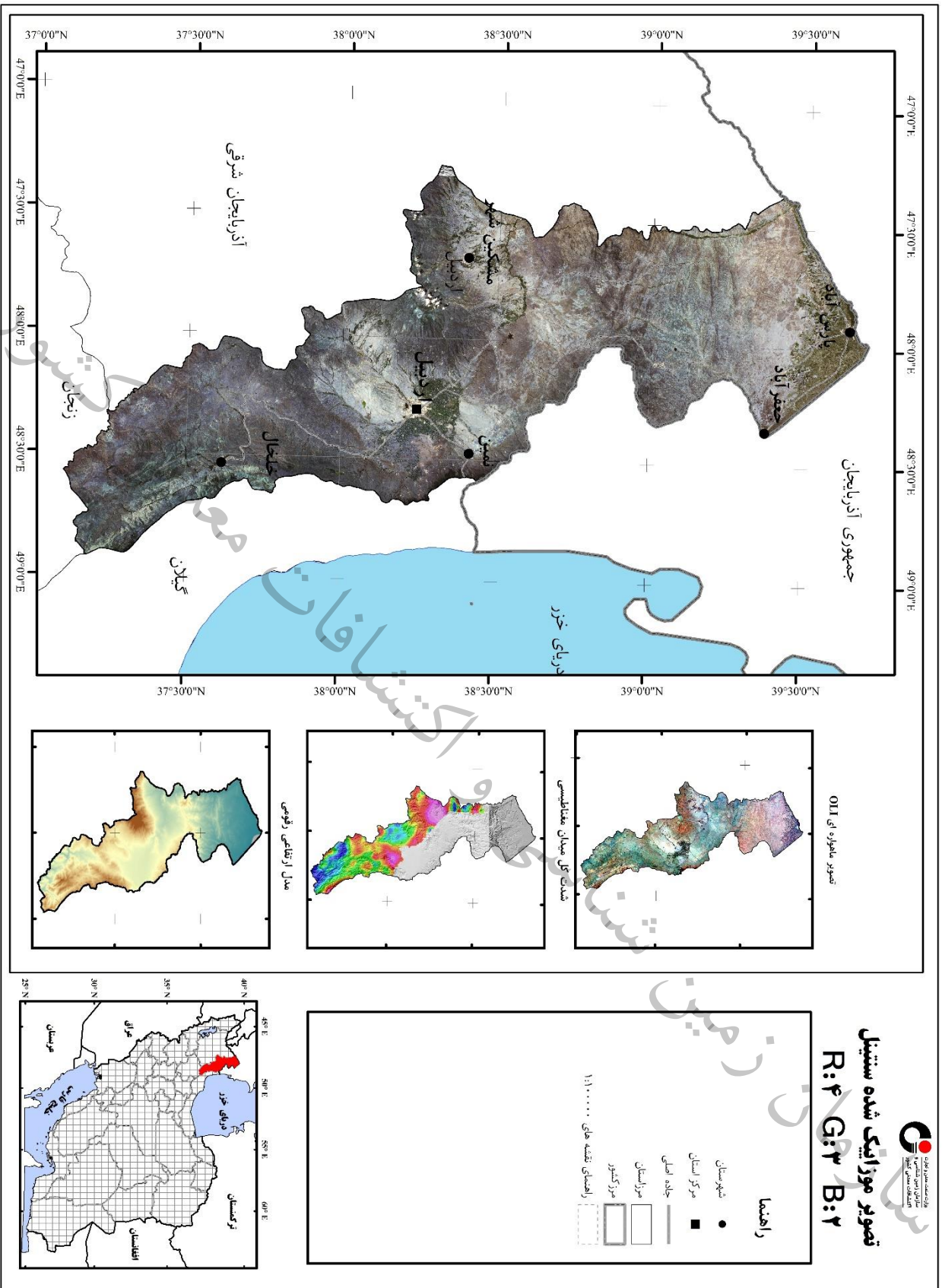
شدت کل میان مغناطیسی



مدل ارتفاعی رقومی



شکل ۴-۵- تصویر موزائیک شده استان اردبیل، از سین‌های استر با ترکیب باندی R:5 G:3 B:1



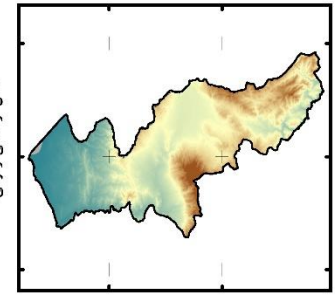
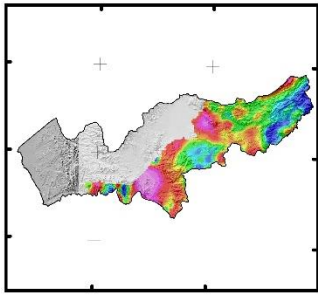
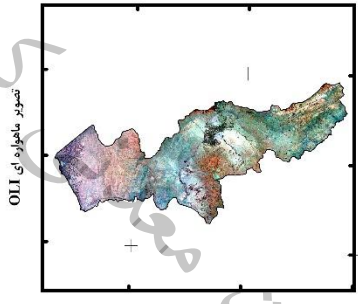
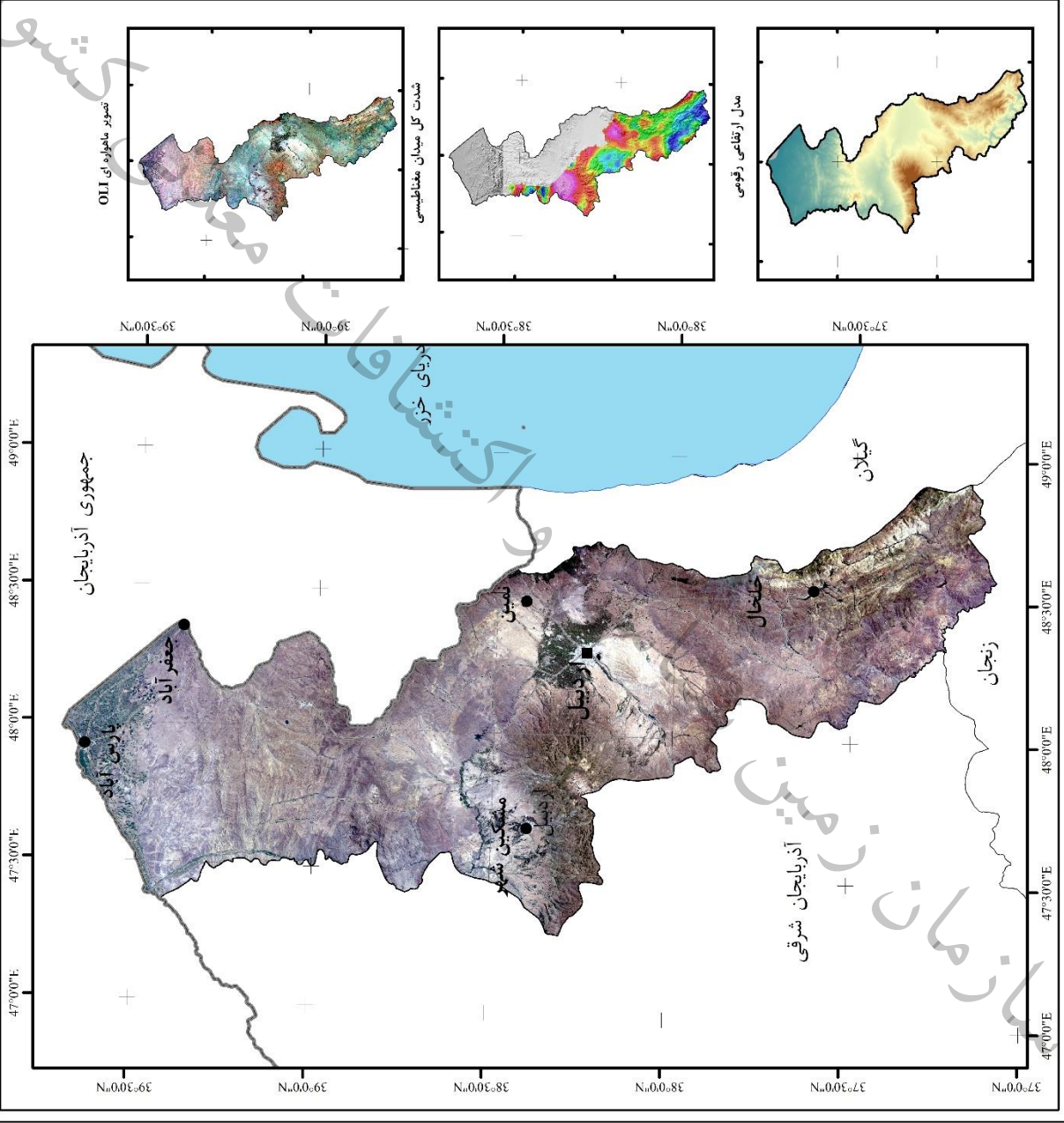
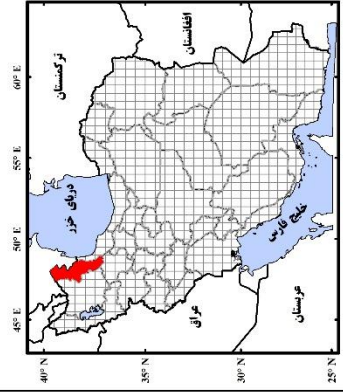
شکل ۴-۶- تصویر موزائیک شده استان اردبیل، از سین های Sentinel 2A با ترکیب باندی R:4 G:3 B:2

تصویر موزاییک شده آل آی
R:۴ G:۳ B:۲

راهنما

- شهرستان
- مرکز استان
- جاده اصلی
- مرز استان
- مرز کشور

راهنمای نشانه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰



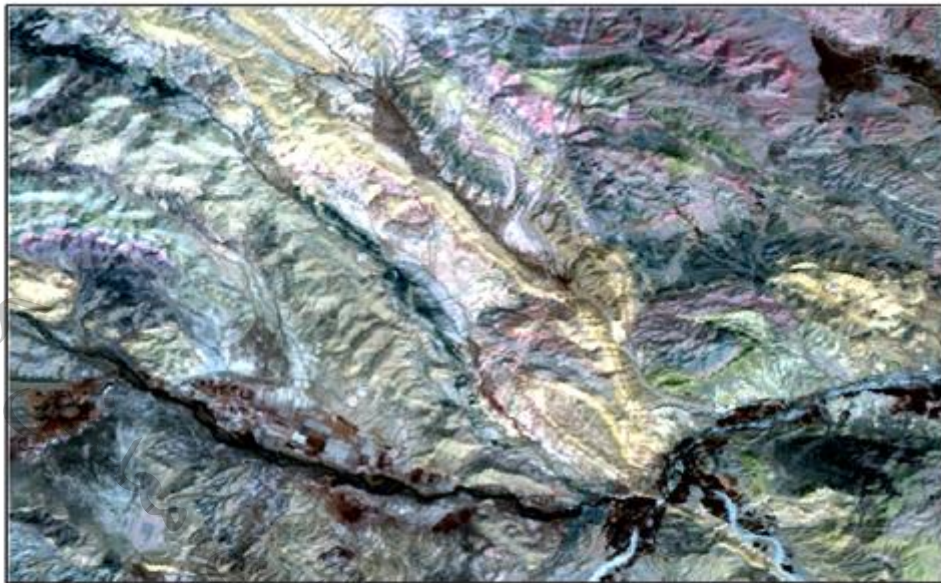
شکل ۴-۷- تصویر موزاییک شده استان اردبیل از ماهواره لندست ۸ (سنجنده OLI) با ترکیب باندی B:2 G:3 R:4



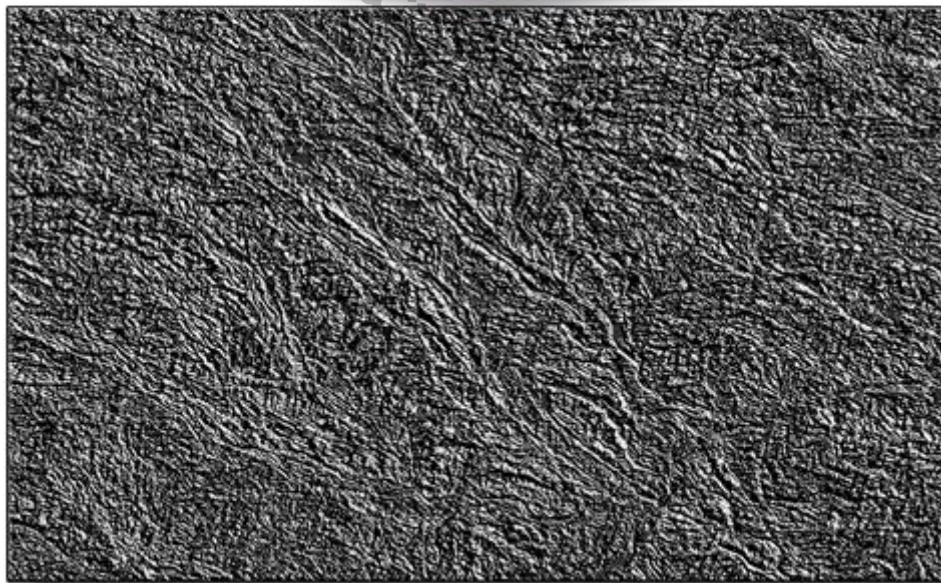
۴-۲-۳-۴- بارزسازی با استفاده از فیلترینگ

شناسایی خطواره‌ها بعنوان یک لایه اطلاعاتی در ارزیابی الگوهای شاخص جهت شناسایی مناطق امیدبخش، حائز ارزش است. به منظور استخراج ساختارهای خطی و حلقوی علاوه بر بکارگیری ترکیبات مختلف RGB، می‌توانیم با استفاده از فیلترهای محاسباتی، نوعی بارزسازی بر روی تصویر انجام دهیم. علاوه بر امکان طراحی فیلتر دلخواه (با استفاده از فرمول‌های ریاضی)، فیلترهای آماده متعددی در نرم‌افزارهای مربوطه وجود دارند. شاخص‌ترین فیلترها جهت برجسته‌تر نمودن ساختارهای خطی در تصاویر ماهواره‌ای که در این پروژه نیز مورد استفاده قرار گرفتند عبارتند از آشکار ساز لبه‌ها^۱، آشکار ساز سوبل^۲ و فیلترهای جهت‌دار مثل فیلترهای زاویه خورشید^۳. نمونه‌ای از فیلتر زاویه خورشیدی در شکل ۴-۸ دیده می‌شود. قابل ذکر است که بسیاری از ساختارهای خطی استخراج شده در این تحقیق، در نقشه‌های زمین شناسی مشخص نشده بودند.

¹ Edge detector
² Sobel detector
³ Sun Angle



اعمال فیلتر زاویه خورشیدی با جهت جنوب غرب



شکل ۴-۸- اعمال فیلتر زاویه خورشیدی با جهت جنوب غرب روی تصویر استر برای واضح تر نمودن ساختارهای شمال غربی- جنوب شرقی



۳-۳-۴- پردازش اطلاعات

روش‌هایی که در این تحقیق برای جداسازی نقاط هدف مورد استفاده قرار گرفتند عبارتند از :

۳-۳-۴-۱- استفاده از ترکیبات رنگی (RGB) مختلف برای تفکیک بصری

قابلیت تصاویر ماهواره‌ای در امکان انتخاب باندهای مختلف برای هر یک از سه رنگ اصلی در سیستم نمایش رنگ RGB، ویژگی برجسته‌ایست که همواره مورد توجه کاربران این تصاویر بوده‌است. از جمله مهمترین ترکیبات رنگی شناخته شده برای تفکیک واحدها و دگرسانی^۱ می‌توان به این موارد اشاره کرد:

ترکیب رنگی 4 6 8 RGB در تصاویر سنجنده ASTER برای تشخیص دگرسانی‌های آرژیلیک (به رنگ صورتی به شرح مقیاس رنگی زیر)، پروپیلیتیک (به رنگ سبز مغز پسته‌ای) و کلسیت (به رنگ زرد) ترکیب رنگی 4 5 6 RGB در تصاویر سنجنده ASTER برای تشخیص دگرسانی‌های آرژیلیک متوسط و پیشرفته (بشرح مقیاس رنگی زیر)

ترکیب رنگی 5 3 1 RGB در تصاویر سنجنده ASTER برای تفکیک واحدها

ترکیب رنگی 14 12 10 RGB در تصاویر سنجنده ASTER برای تفکیک سیلیس (به رنگ قرمز)

ترکیب رنگی 4 3 2 RGB در تصاویر سنجنده آل آل آی به عنوان رنگ حقیقی^۲ و همچنین برای تشخیص اکسیدهای آهن (به رنگ قهوه‌ای)

برخی ترکیبات باندی دیگر، اقتباس از کالی نوفسکی و الیور (۲۰۰۴)^۳ در **Error! Reference source not found.** ۴-۴ دیده می‌شود.

قابل ذکر است که بجای استفاده از باندهای مختلف در نمایش RGB، می‌توان نتایج نسبت‌های باندی، PC ها و یا سایر روش‌های پردازش را نیز به هر یک از اجزای نمایش RGB اختصاص داد.

¹ Alteration

² True Color

³ Kaliknowski and Oliver

جدول ۴-۴- ترکیبات باندهای کاربردی شناخته شده در دورسنجی از کالی نوفسکی و الیور (۲۰۰۴)

Features	Red	Green	Blue	Reference
Vegetation and visible bands**	3, 3/2, or NDVI	2	1	
AlOH minerals/advanced argillic alteration***	5/6 (phen)	7/6 (musc)	7/5 (kaol)	Hewson (CSIRO)
Clay, amphibole, laterite	(5x7)/6 ² (clay)	6/8 (amph)	4/5 (lat)	Bierwith
Gossan, alteration, host rock	4/2 (goss)	4/5 (alt)	5/6 (host)	Volesky
Gossan, alteration, host rock	6 (goss)	2 (alt)	1 (host)	
Decorrelation (envi)	13	12	10	Bierwith
Silica, carbonate, basic degree index	(11x11)/10/12 (silica)	13/14 (carb)	12/13 (basic)	Bierwith
Silica, carbonate	(11x11)/(10x12)	13/14	12/13	Nimoyima
Silica	11/10	11/12	13/10	CSIRO
Discrimination for mapping	4/1	3/1	12/14	Abdelsalam
Discrimination in sulphide rich areas	12	5	3	
Discrimination	4/7	4/1	(2/3) × (4/3)	Sultan
Discrimination	4/7	4/3	2/1	Abrams (USGS)
Silica, Fe ²⁺	14/12	(1/2) + (5/3)	MNF Band 1	Rowan (USGS)
Enhanced structural features	7	4	2	Rowan (USGS)

*Comments by Hewson

**Equivalent to Landsat RGB 432

***Alunite/pyrophyllite, mica, kaolinite/dickite



❖ مقایسه ترکیبات رنگی RGB:4 5 6 و RGB:4 6 8

در تصاویر سنجنده ASTER، ترکیب رنگی RGB:4 6 8، یکی از شناخته شده‌ترین و قابل اطمینان‌ترین راه‌های تشخیص بصری برای تشخیص دگرسانی‌های آرژیلی و پروپیلیتی می‌باشد و از اینرو در اکتشافات ذخائر مرتبط با این نوع از دگرسانی‌ها بویژه ذخائر پورفیری، جایگاه خاصی دارد. از سوی دیگر، ترکیب باندی RGB:4 5 6 از تصویر ASTER نیز برای تشخیص دگرسانی آرژیلی کاربرد دارد و اتفاقاً همانند ترکیب باندی، این دگرسانی به رنگ تقریباً صورتی ظاهر می‌شود، اما تفاوت‌هایی نیز بین این دو ترکیب برای برخی کانی‌های آرژیلی دیده می‌شوند که از این تفاوت‌ها می‌توان به عنوان تکنیکی برای تفکیک دگرسانی‌های آرژیلی و آرژیلی پیشرفته از یکدیگر استفاده نمود.

به عنوان نمونه، کانی پیروفیلیت که در ترکیب باندی ۴،۵،۶ همانند اغلب کانی‌های گروه آرژیلی به رنگ صورتی ظاهر می‌گردد، در ترکیب باندی ۴،۶،۸، نسبتاً متفاوت بوده و به رنگ نارنجی دیده می‌شود. اما کانی مسکویت در این مورد رفتاری برعکس از خود نشان می‌دهد و در حالیکه در ترکیب رنگی ۴،۶،۸ همانند سایر کانی‌های گروه آرژیلی، به رنگ صورتی تا قرمز دیده می‌شود اما در ترکیب باندی ۴،۵،۶، رنگی نسبتاً متفاوت با کانی‌های گروه آرژیلی داشته و متمایل به رنگ نارنجی ظاهر می‌گردد.

کانی پیروفیلیت کانی شاخص دگرسانی آرژیلی پیشرفته است و از اینرو می‌توان گفت که پیکسل‌هایی که در ترکیب رنگی ۴،۶،۸ به رنگ نارنجی و در ترکیب رنگی ۴،۵،۶ به رنگ صورتی ظاهر شده‌اند احتمالاً معرف حضور کانی پیروفیلیت و نتیجتاً دگرسانی آرژیلی پیشرفته هستند.

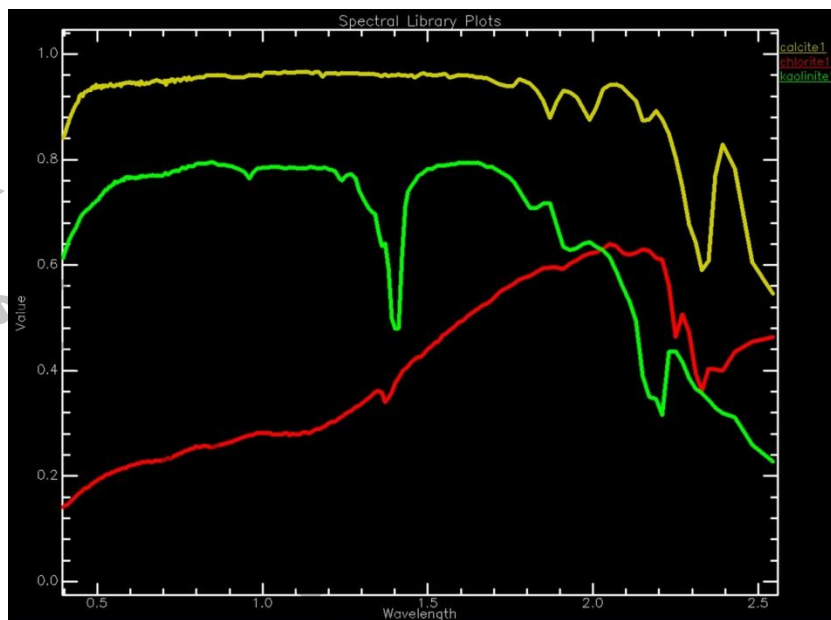
به همین ترتیب، کانی‌های مسکویت و سریسیت، از کانی‌های شاخص دگرسانی فیلیک هستند و از اینرو می‌توان گفت که پیکسل‌هایی که در ترکیب رنگی ۴،۶،۸ به رنگ قرمز تا صورتی و در ترکیب رنگی ۴،۵،۶ به رنگ نارنجی ظاهر شده‌اند احتمالاً معرف حضور کانی سریسیت و مسکویت و نتیجتاً دگرسانی فیلیک یا سریسیتی هستند.

۲-۳-۴- استفاده از نسبت‌های باندی^۱

رفتار طیفی که یک کانی بصورت جذب و انعکاس امواج الکترومگنتیت در طول موج‌های مختلف از خود بروز می‌دهد، امضای طیفی نامیده می‌شود که بعنوان یک مشخصه برای تفکیک هر کانی بکار می‌رود. امضای طیفی هر کانی نمایانگر عکس‌العمل (جذب یا انعکاس) امواج برای همان کانی در باندهای مختلف می‌باشد که به

¹ Band Ratio

صورت یک نمودار نمایش داده می شود. بطور مثال نمودار رفتار طیفی سه کانی کلسیت، کلریت و کائولینیت که از کتابخانه طیفی USGS در نرم افزار Envi اخذ شده است در شکل ۴-۹ دیده می شود.



شکل ۴-۹- نمودارهای طیفی کانیهای کلسیت (زرد)، کلریت (قرمز) و کائولینیت (سبز) برگرفته از کتابخانه طیفی USGS در نرم افزار ENVI

چنانچه می بینیم، میزان انعکاس (Value) هر کانی در طول موجهای مختلف، متفاوت بوده و در بعضی از طول موجها با نوسانات شدیدی همراه است که از این خاصیت می توان برای نسبت گیری بین باندهای مختلف و نهایتاً شناسایی کانی استفاده کرد.

معمولاً نسبت های بین باندهایی با جذب یا انعکاس برجسته، (قعر یا قله) و باندهای مجاورشان بعنوان روش نسبت باندی در دورسنجی استفاده می شود که ممکن است شامل یک نسبت ساده مثل B1/B2 باشد یا پیچیده تر بوده و در قالب یک فرمول ریاضی شامل چند متغیر (باند) باشد.

همچنین به وسیله این روش می توان اثرات توپوگرافی و سایه ها را کاهش داد. این روش یکسری از نویزها را افزایش و بعضی را کاهش می دهد. علاوه بر آن اختلاف بین درجات روشنایی را آشکار کرده و مرزها را مشخص تر می سازد. نمودار طیفی پدیده های مختلف در کتب مرجع و در کتابخانه طیفی نرم افزار Envi موجود است.

بدین منظور تاکنون نسبت های باندی فراوانی در قالب مقالات و یافته ها مطرح گردیده اند که برخی از آنها را در جدول ۴-۵ (اقتباس از کالی نوفسکی و الیور (۲۰۰۴) می بینیم.



جدول ۴-۵- نسبت‌های باندی کاربردی شناخته شده در دورسنجی از کالی نوفسکی و الیور (۲۰۰۴)

Feature	Band or Ratio	Comments	Reference
Iron			
Ferric iron, Fe ³⁺	2/1		Rowan; CSIRO
Ferrous iron, Fe ²⁺	5/3 + 1/2		Rowan
Laterite	4/5		Bierwith
Gossan	4/2		Volesky
Ferrous silicates (biot, chl, amph)	5/4	Fe oxide Cu-Au alteration	CSIRO
Ferric oxides	4/3	Can be ambiguous*	CSIRO
Carbonates / Mafic Minerals			
Carbonate / chlorite / epidote	(7+9)/8		Rowan
Epidote / chlorite / amphibole	(6+9)/(7+8)	Endoskarn	CSIRO
Amphibole / MgOH	(6+9)/8	Can be either MgOH or carbonate*	Hewson
Amphibole	6/8		Bierwith
Dolomite	(6+8)/7		Rowan, USGS
Carbonate	13/14	Exoskarn (cal/dolom)	Bierwith, Nimoyima, CSIRO
Silicates			
Sericite / muscovite / illite / smectite	(5+7)/6	Phyllic alteration	Rowan (USGS); Hewson (CSIRO)
Alunite / kaolinite / pyrophyllite	(4+6)/5		Rowan (USGS)
Phengitic	5/6		Hewson
Muscovite	7/6		Hewson
Kaolinite	7/5	Approximate only*	Hewson
Clay	(5×7)/6 ²		Bierwith
Alteration	4/5		Volesky
Host rock	5/6		Volesky
Silica			
Quartz rich rocks	14/12		Rowan
Silica	(11×11)/10/12		Bierwith
Basic degree index (gnt, cpx, epi, chl)	12/13	Exoskarn (gnt, px)	Bierwith, CSIRO
SiO ₂	13/12	Same as 14/12	Palomera
SiO ₂	12/13		Nimoyima
Siliceous rocks	(11×11)/(10×12)		Nimoyima
Silica	11/10		CSIRO
Silica	11/12		CSIRO
Silica	13/10		CSIRO
Other			
Vegetation	3/2		
NDVI	(3-2)/(3+2)	Normalised difference vegetation index	

۳-۳-۴- استفاده از آنالیز مؤلفه های اصلی

تحلیل مؤلفه اصلی جهت کاهش بعد داده ها به تعداد کمتری مؤلفه اصلی بکار میرود. در تحلیل مؤلفه اصلی تجمع اطلاعات در چند مؤلفه اول بیشتر بوده و مؤلفه های بعدی بیشتر شامل نویز می باشند (این مؤلفه ها فقط وقتی با تصاویر قویتر ترکیب شوند می توانند دارای کاربرد موثری باشند). در واقع PCA تکنیک آماری قدرتمندی است که می تواند برای فشرده سازی تصاویر و از بین بردن اثرات ناخواسته استفاده شود.

در این روش یک محور در راستائی که دارای بیشترین مقدار اطلاعات است، ایجاد شده و تصویر این محور شامل بیشترین اطلاعات نسبت به محورهای دیگر خواهد بود. در این روش اطلاعات چند تصویر در یک تصویر متراکم شده و اختلاف درجات روشنائی به حداکثر می‌رسد، تعداد مولفه اصلی (PC) ساخته شده، بستگی به تعداد باندهای انتخاب شده دارد و ما می‌توانیم پس از اعمال روش PCA، چند تصویر جداگانه داشته باشیم.

۴-۳-۳-۴- آنالیز طیفی^۱

آنالیز طیفی به روش‌هایی اطلاق می‌شود که به نوعی به دنبال قیاس و مشابهت‌یابی بین نمودار طیفی پیکسل برداشت شده از یک ناحیه، با نمودارهای طیفی کانی‌های موجود در یک کتابخانه طیفی می‌باشد. تاکنون روش‌های مختلفی از این نوع آنالیزها ارائه شده‌اند. از جمله این آنالیزها، می‌توان به روش پالایش تطبیقی (MF)^۲، روش کمترین مربعات (LS-Fit)^۳ و نقشه زاویه طیفی (SAM)^۴ اشاره نمود. مجموعه نسبتاً کاملی از این آنالیزها، در نرم‌افزارهای دورسنجی مثل نرم‌افزار ENVI قابل مشاهده و استفاده هستند.

❖ بازسازی کتابخانه طیفی^۵

کتابخانه طیفی شامل نمودارهای رفتار طیفی شماری از کانی‌ها، سنگ‌ها و دیگر پدیده‌های طبیعی روی زمین در محدوده برداشت طیفی ماهواره‌های تصویربرداری و البته بر پایه شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. این نمودارها در نرم‌افزار ENVI بر اساس استاندارد USGS^۶ و با توان تفکیک طیفی حداقل ۴۲۰ باند (برای امواج مرئی حدود ۰,۴ میکرون تا مادون قرمز موج کوتاه SWIR حدود ۲,۵ میکرون) ارائه شده‌اند. در حالیکه سنجنده استر، همین محدوده طیفی را تنها در ۹ باند برداشت و ثبت می‌کند. برای آنکه بتوانیم از این کتابخانه طیفی در آنالیزهای روی تصاویر سنجنده استر استفاده کنیم، می‌بایست توان تفکیک این نمودارها را بر اساس توان تفکیک تصاویر استر، بازسازی نماییم. در این پروژه، بازسازی کتابخانه طیفی براساس تصاویر ۹ باند استر شامل باندهای VNIR و SWIR انجام گردید.

¹ Spectral Analyse

² Match Filtering

³ Linear Band Prediction

⁴ Spectral Angle Map

⁵ Spectral Library Resampling

⁶ United States Geological Survey



۵-۳-۴- پالایش تطبیقی

روش پالایش تطبیقی (MF) یک روش سریع برای آشکارسازی کانی‌ها بر مبنای تطابق آن‌ها با طیف کتابخانه‌ای یا طیف تصویر است. اساس این روش بر تشدید عضو انتهایی اشناخته شده و کاهش زمینه ناشناخته استوار است. در این روش پس از اعمال تصحیحات اتمسفری و همباند نمودن منحنی طیفی هر یک از کانی‌های شاخص، با اعمال الگوریتم مربوطه، تصویری حاصل می‌گردد که در آن، پیکسل‌های هدف (یعنی پیکسل‌های نسبتاً نزدیک به عضو انتهایی مورد نظر) به رنگ تقریباً سفید دیده می‌شوند. برای استخراج پیکسل‌های معرف هر یک از کانی‌های هدف، نیاز به آستانه‌گذاری بر روی تصویر می‌باشد. هیستوگرام تصویر حاصل، معیاری در تعیین حد نزدیکی (آستانه انطباق) به طیف عضو انتهایی می‌باشند. این آستانه‌گذاری با استفاده از یک یا چند نقطه شاخص برای هر دگرسانی و با کمک دیگر تصاویر شاخص همانند ترکیب باندی ۴۶۸ سنجنده استر و بصورت تجربی صورت می‌گیرد. آستانه‌گذاری حاصل سبب خواهد شد تا پیکسل‌هایی که منحنی طیفی آن‌ها بالاترین تطبیق را با منحنی طیفی عضو انتهایی دارند، به رنگ سفید بارز شده و منطقه زمینه، سیاه رنگ دیده شود. بدین ترتیب عارضه مورد نظر با اعمال روش پالایش تطبیقی استخراج خواهد شد.

۴-۴- شرح نتایج مطالعات و پردازش‌ها

چنانچه ذکر شد، روش‌های مختلفی از جمله روش‌های پالایش تطبیقی (MF)، نقشه زاویه طیفی (SAM) و همچنین روش مولفه‌های اصلی (PC) و نیز نسبت‌های باندی مختلف برای تعیین نواحی دگرسان شده بر روی تصاویر استر، سنتینل 2A و آل‌آی مرتبط با محدوده مورد نظر پیاده گردید. پس از بررسی محصولات این روش‌ها و مقایسه آن‌ها با یکدیگر و انطباق با شواهد موجود، در بین این روش‌ها، چند روش بدلیل ارائه نتایج بهتر و قابل قبول‌تر جهت طرح در نتایج این تحقیق انتخاب گردیدند که در این بخش از گزارش بترتیب زیر ارائه می‌گردند.

- ترکیبات رنگی
- نسبت‌های باندی
- پالایش تطبیقی
- مولفه‌های اصلی

¹ End Member

۱-۴-۴- ترکیبات رنگی برای باندهای RGB

۱-۴-۴-۱- ترکیب رنگی RGB:4 6 8 از تصویر سنجنده استر

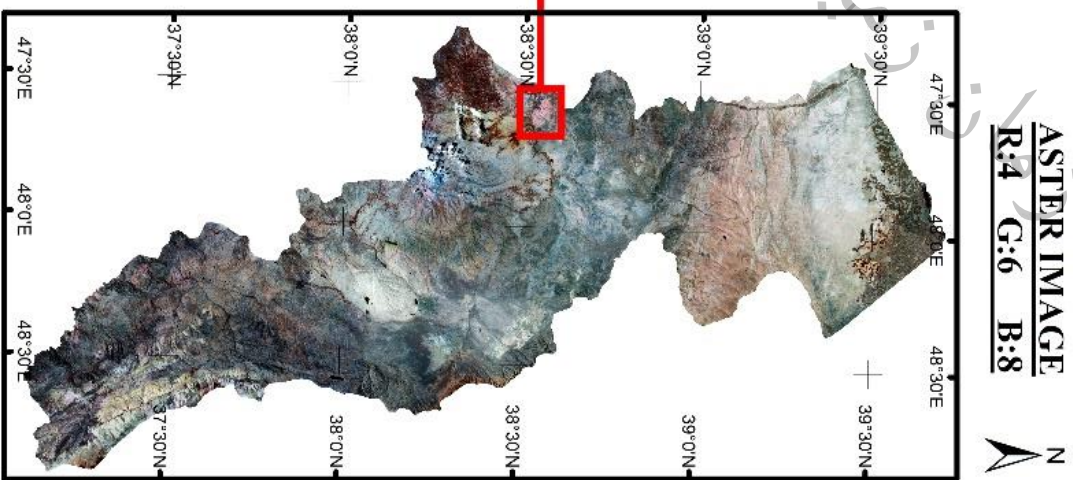
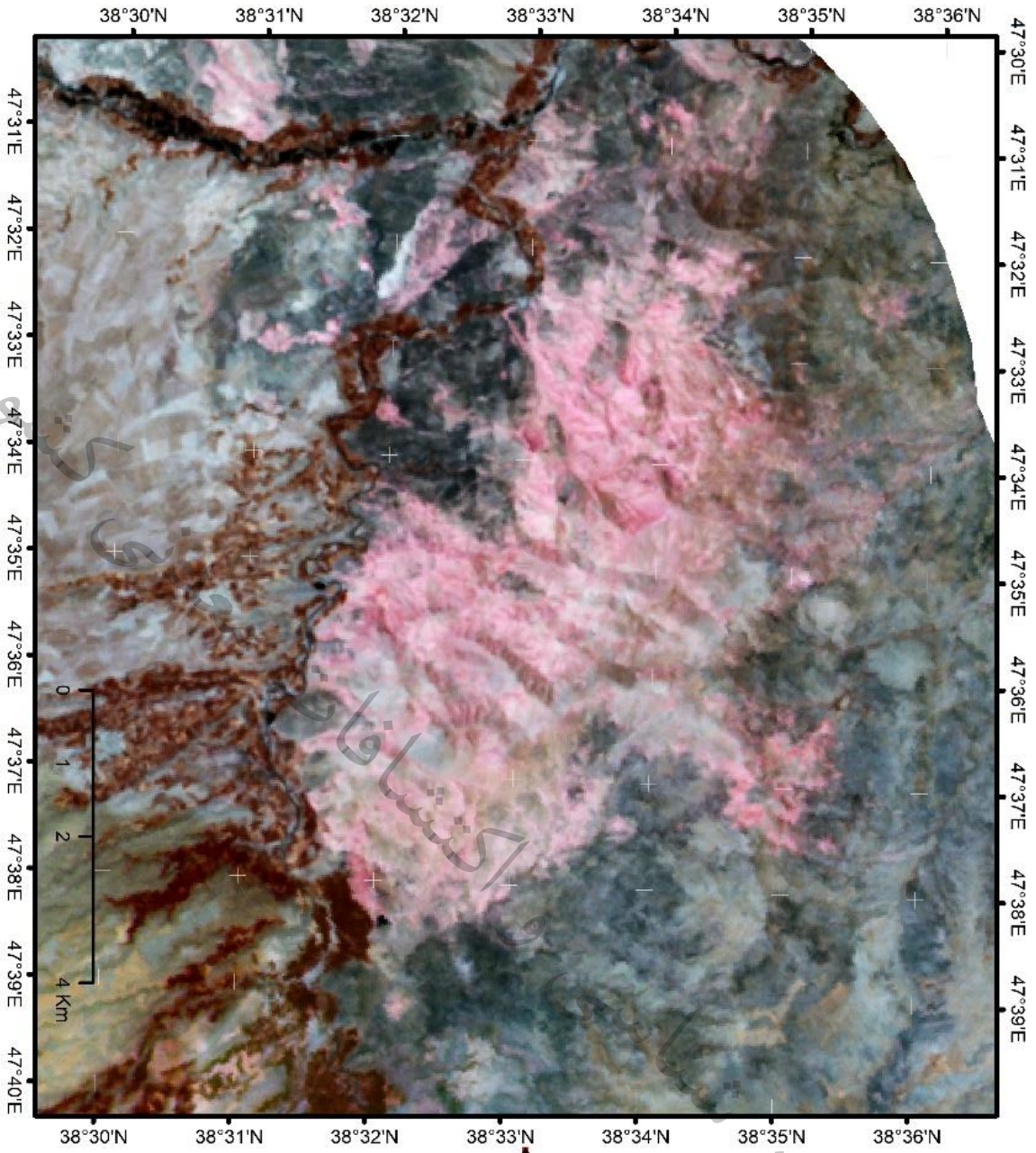
چنانچه قبلاً اشاره گردید این ترکیب رنگی از اهمیت بالایی در تشخیص برخی دگرسانی ها و واحدهای سنگی برخوردار است. در این ترکیب باندهای آرژیلی اعم از واحدهای رسوبی یا هوازگیهای آرژیلی و نیز آلتراسیون آرژیلی به رنگ صورتی دیده می شوند، همچنین آلتراسیون پروپیلیتیک به رنگ سبز مغز پسته ای، بخشهای کلریتی غالباً به رنگ سبز تیره و واحدهای آهکی کلسیتی عموماً به رنگ زرد و گاهی تا زرد مایل به سبز روشن ظاهر می شوند. در مورد رنگ صورتی در این تصاویر قابل ذکر است که برخی کانیهای تبخیری مثل واحدهای گچی هم رنگ صورتی برجسته ای از خود نشان می دهند و باید در این مورد دقت گردد. نمونه ای از این ترکیب باندهای در ناحیه ای در برکه یکصد هزارم لاهرود در شکل ۴-۱۰ دیده می شود.

۲-۴-۴-۱- ترکیب رنگی RGB:4 5 6 از تصویر سنجنده استر

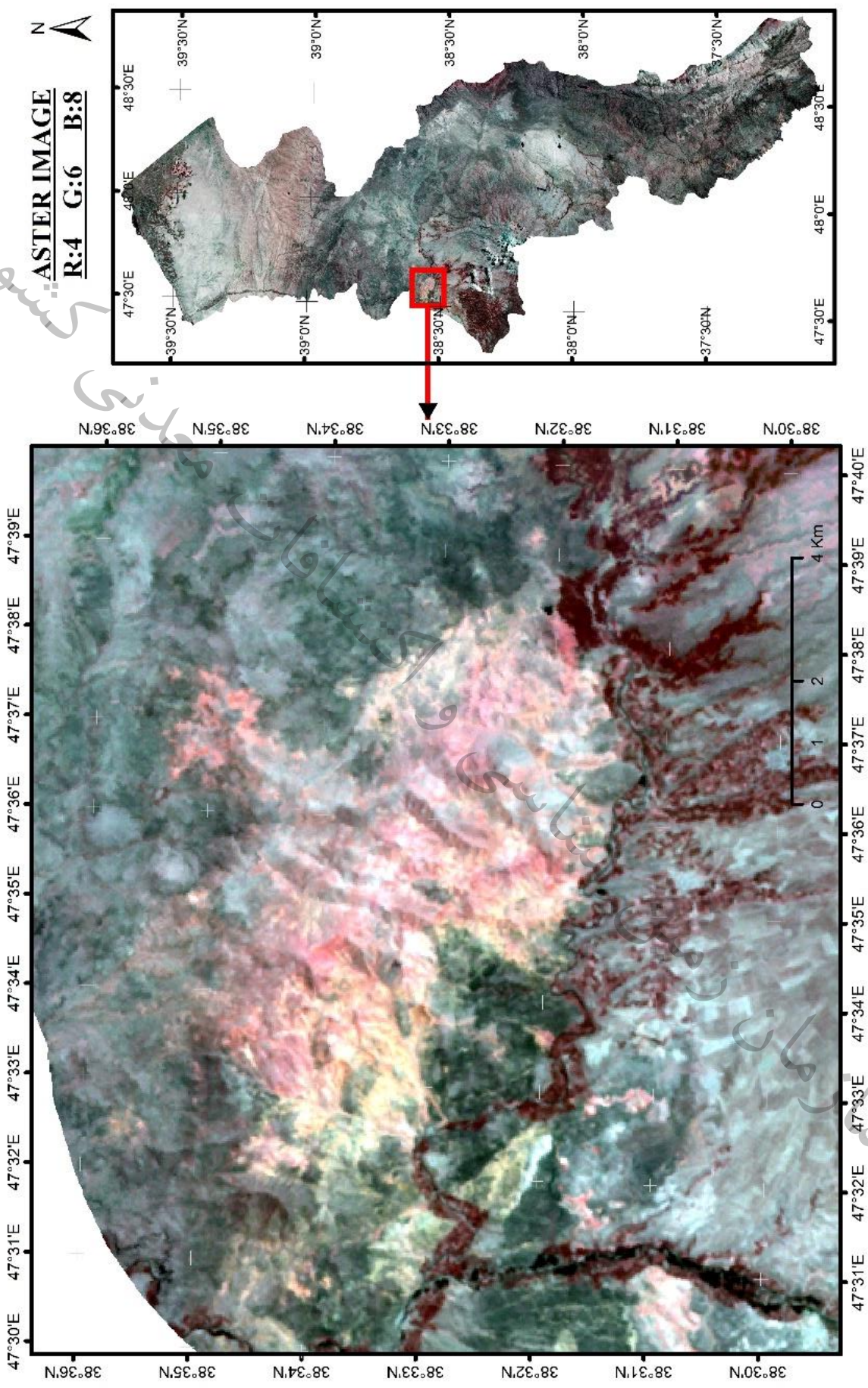
در این ترکیب باندهای رخنمونهای آرژیلی به طور کلی به رنگ صورتی و تقریباً مشابه با رنگ این دگرسانی در ترکیب باندهای RGB: 4 6 8 ظاهر می شوند (شکل ۴-۱۱).

نکته: چنانچه می بینیم اشکال ۴-۱۰ و ۴-۱۱ هر دو مربوط به یک ناحیه می باشند. ناحیه ای با دگرسانی آرژیلی و سریسیتی در مرکز آن. با کنار هم قرار دادن این دو تصویر (شکل ۴-۱۲) براحتی متوجه بخش هایی (مثل ناحیه A) می شویم که در ترکیب باندهای RGB:456 به رنگ صورتی و در ترکیب باندهای RGB:468 به رنگ نارنجی هستند. این نقاط می توانند نمایانگر دگرسانی پیروفیلیت باشند و همچنین در بخشهایی (مثل ناحیه B) برعکس این حالت یعنی در ترکیب باندهای RGB:456 به رنگ نارنجی و در ترکیب باندهای RGB:468 به رنگ صورتی هستند که این نقاط احتمالاً در بردارنده دگرسانی سریسیتی هستند.

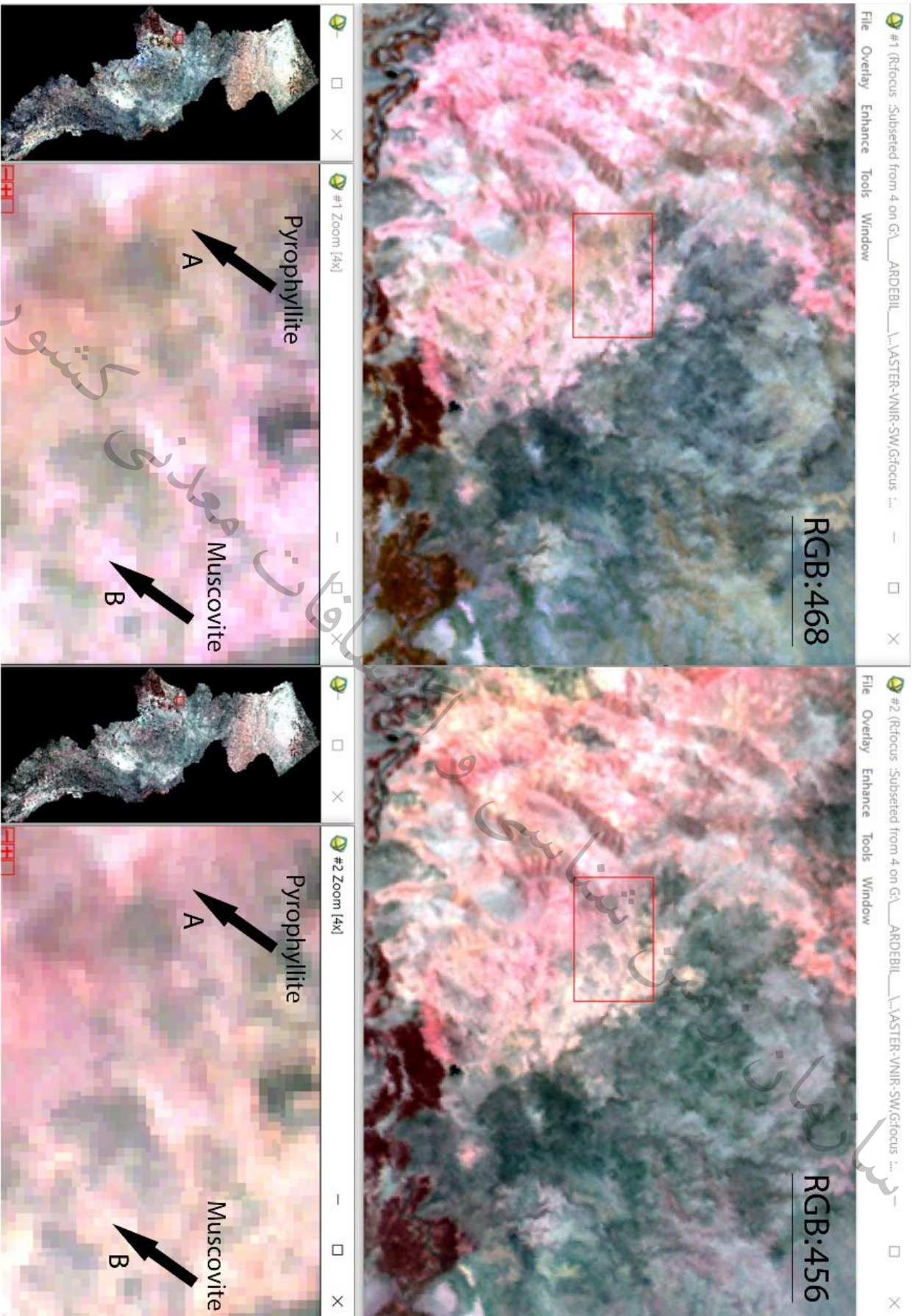
در ارتباط با ترکیبهای باندهای RGB: 468 و RGB: 456 ذکر این نکته ضروریست که رنگ صورتی منحصر به کانیهای آرژیلی نیست و برخی کانیهای تبخیری مثل واحدهای گچی هم به رنگ صورتی تند و گاهی مایل به قرمز ظاهر می شوند و باید در این مورد دقت گردد.



شکل ۴-۱- ترکیب باندهای B:8 G:6 R:4 از سنجنده استر



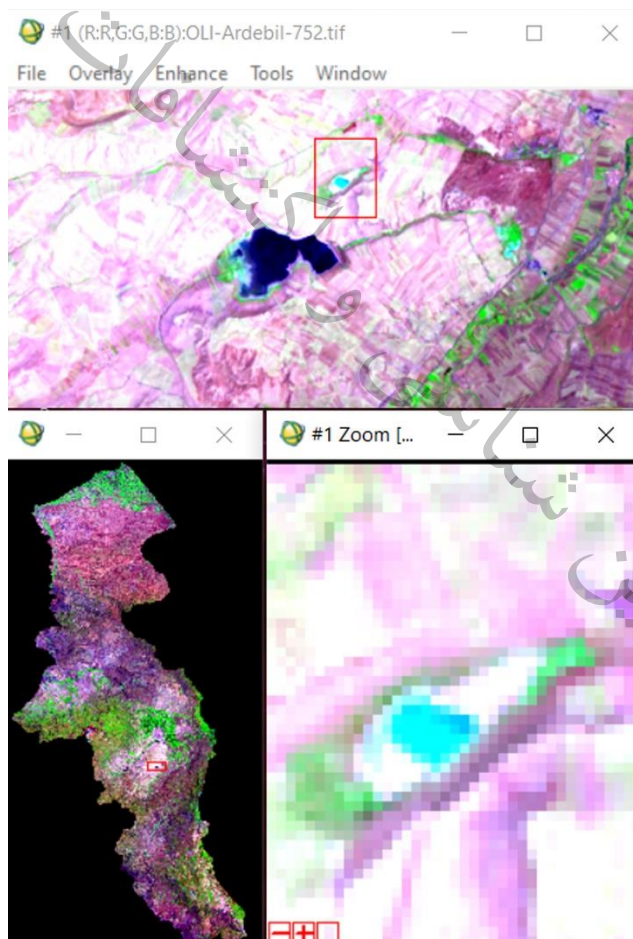
شکل ۴-۱۱ - ترکیب باندی R:4 G:5 B:6 از سنجنده استر



شکل ۴-۱۲- ترکیب بندی RGB:456 (راست) و ترکیب بندی RGB:468 (چپ) از تصویر سنجنده استر

۳-۴-۱- ترکیب رنگی RGB:7 5 2 از تصویر سنجنده OLI

ترکیب رنگی RGB:7 5 2 از تصویر سنجنده OLI برای استخراج نواحی با پوشش کانیه‌های تبخیری ترکیب مناسبی به شمار می‌رود. کانیه‌های تبخیری در این ترکیب باندی معمولاً به رنگ فیروزه‌ای رخنمون دارند (شکل ۴-۱۳). چنانچه قبلاً ذکر شد، در ترکیب باندی RGB: 468 علاوه بر کانی‌های آرژیلی، کانی‌های تبخیری هم به رنگ صورتی ظاهر می‌شوند، از این‌رو، برای تفکیک کانی‌های تبخیری از کانی‌های آرژیلی، استفاده از ترکیب رنگی RGB:7 5 2 از تصویر سنجنده OLI به عنوان یک راه حل بصری مناسب پیشنهاد می‌گردد. در شکل ۴-۱۳ نمونه‌ای از کاربرد این تصویر قابل مشاهده است.



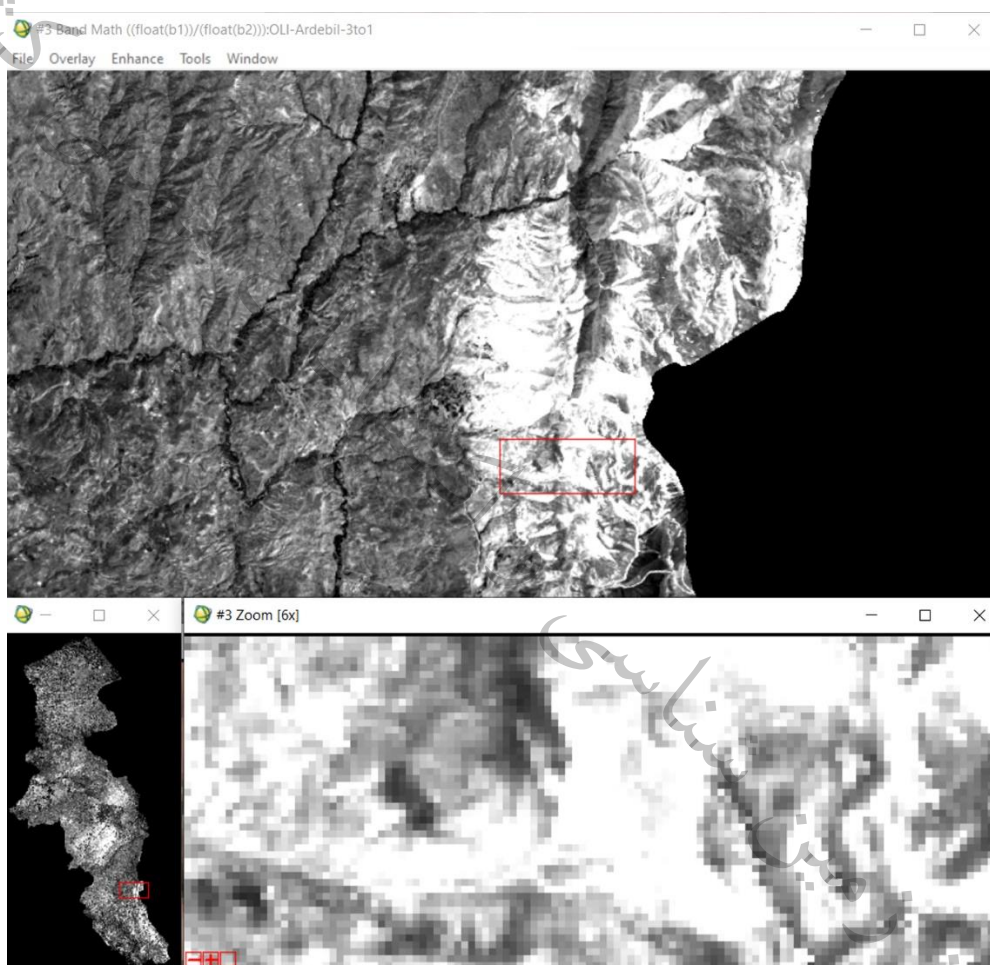
شکل ۴-۱۳- ترکیب باندی R:7 G:5 B:2 از سنجنده OLI-کانیه‌های تبخیری با رنگ فیروزه‌ای نمایان هستند.



۲-۴-۴- نسبت‌های باندهای Band Ratio

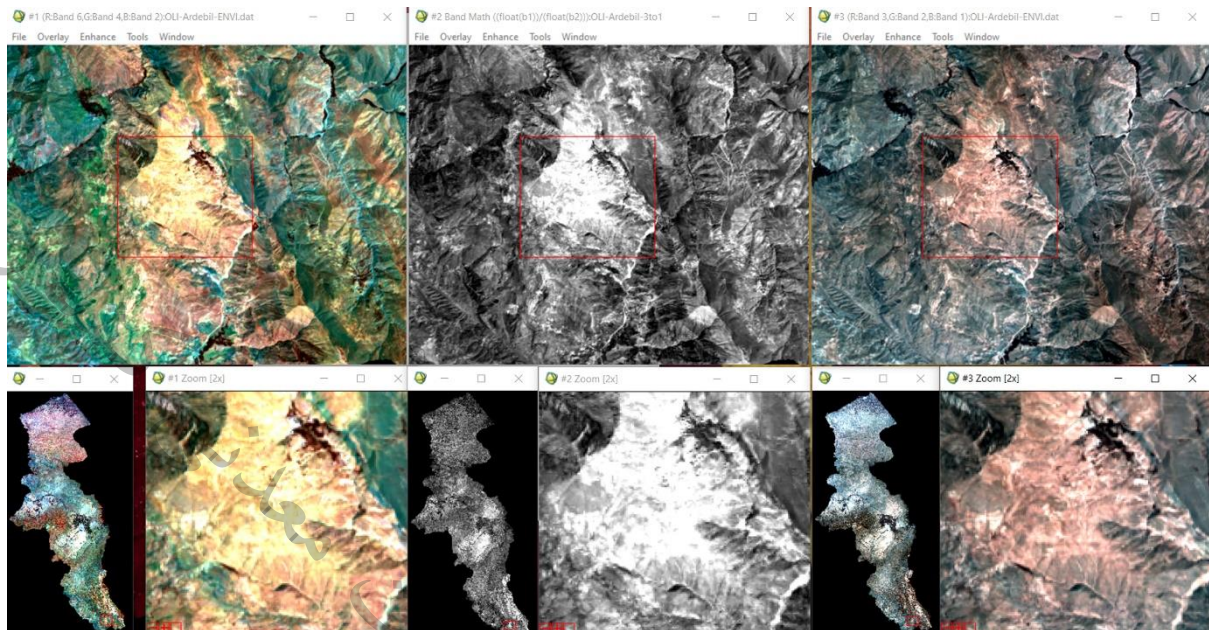
نسبت باندهای ۴ به ۲ از تصویر OLI

چنانچه ذکر شد این نسبت باندهای برای جداسازی اکسیدهای آهن کاربرد دارد (شکل ۴-۱۴).



شکل ۴-۱۴- نسبت باندهای ۴ به ۲ از تصویر OLI برای نمایش اکسیدهای آهن

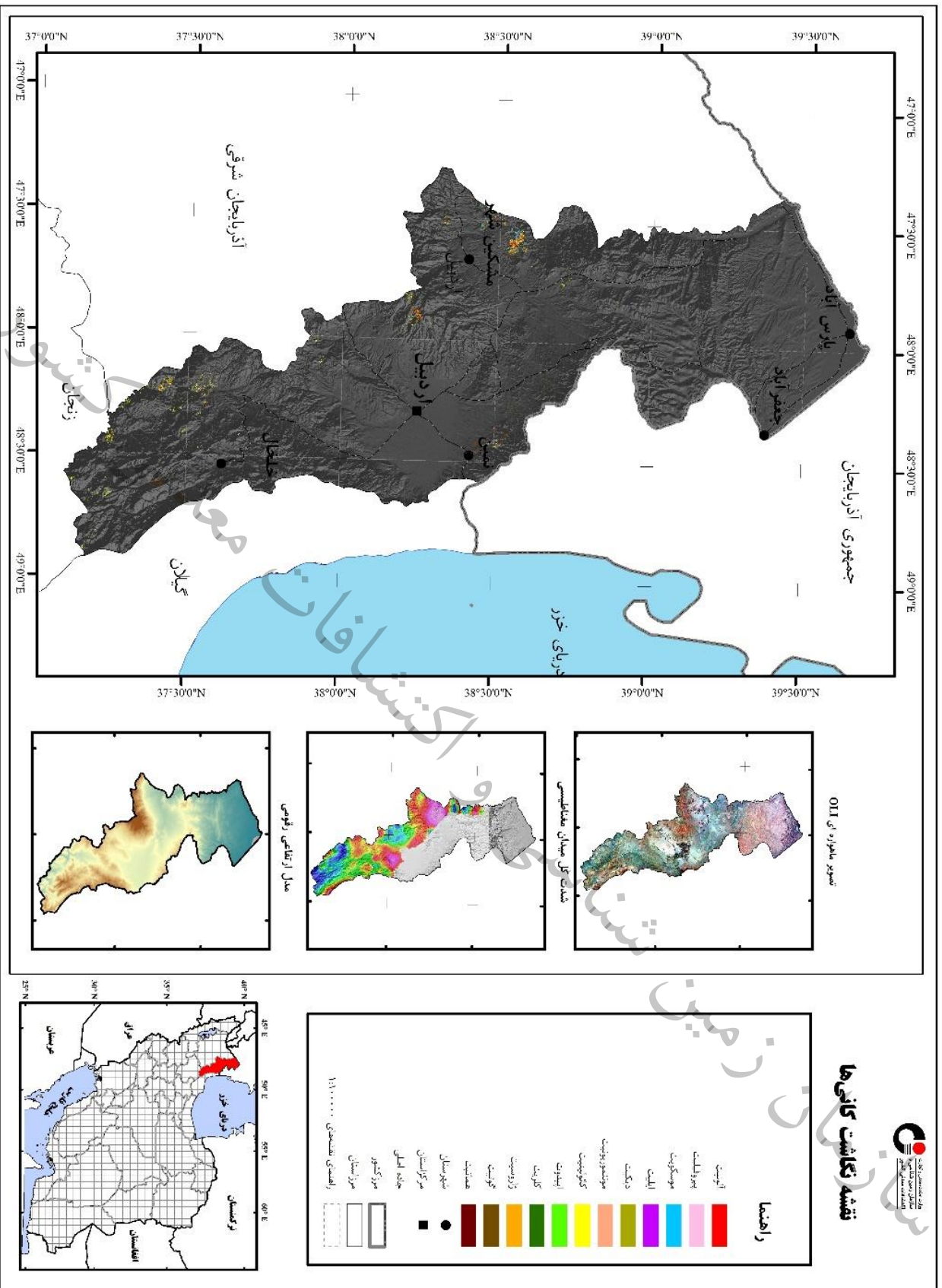
البته تمام پیکسل‌های روشن در این نسبت باندهای الزاماً نمایانگر اکسیدهای آهن نیستند و برای تفکیک دقیقتر رخنمون‌های اکسیدهای آهن می‌توان همانند شکل ۴-۱۵ از ترکیب باندهای R:7 G:5 B:3 تصویر سنجنده OLI که در آن رخنمون اکسیدهای آهن به رنگ طلایی تا نارنجی دیده می‌شوند و همچنین از ترکیب باندهای R:4 G:3 B:2 تصویر سنجنده OLI که در آن رخنمون اکسیدهای آهن به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شوند بهره جست.



شکل ۴-۱۵- رخنمون اکسیدآهنی در سه تصویر OLI بترتیب سمت چپ: R:7 G:5 B:3، وسط: نسبت باندهی ۴ به ۲ و سمت راست: R:4 G:3 B:2 درون کادر قرمز

۴-۴-۳- پالایش تطبیقی (Match Filtering(MF))

با اعمال روش پالایش تطبیقی (Match Filtering) بر روی تصاویر استر، نواحی مستعد برای تجمع ۱۱ کانی شامل کانی‌های کائولینیت، ایلیت، پیروفیلیت، آلونیت، دیکیت، مونتموریونیت، سربیسیت (مسکویت ریز)، اپیدوت، کلریت، ژاروسیت و اکسیدهای آهن بصورت نقشه‌ای تحت عنوان نقشه نگاشت کانی‌ها استخراج گردید (شکل ۴-۱۶).



شکل ۴-۱۶- نقشه نگاشت کانی ها در استان اردبیل بر اساس روش MF

همچنین در این تحقیق، خروجی تجمعی کانی‌ها در قالب نقشه کلی دگرسانی‌ها شامل دگرسانی‌های آرژیلیک (متوسط)، آرژیلیک پیشرفته، پروپلیتیک، فیلیک یا سریسیتیک، اکسیداسیون آهن و ژاروسیتی شدن ارائه گردیده است (شکل ۴-۱۷). خروجی اخیر یعنی نقشه دگرسانی‌ها به دلایل زیر درخور توجه بیشتر می‌باشد: اولاً، با توجه به محدودیت باندی تصاویر سنجنده استر در تفکیک کانی‌هایی که فرکانس جذبی نزدیک به هم دارند، عملاً در اغلب موارد، جدایش این کانی‌ها از یکدیگر غیرممکن یا کم‌اعتبار است. بعنوان مثال بر اساس کتابخانه طیفی USGS در نرم‌افزار ENVI، کانی‌های کائولینیت و دیکیت، طیف‌هایی مشابه با یکدیگر داشته و فرکانس جذب آن‌ها هر دو در محدوده باند ۶ سنجنده استر می‌باشد و لذا تفکیک این دو کانی از یکدیگر بوسیله سنجنده استر، بسیار مشکل است.

ثانیاً، با توجه به همپوشانی شدید کانی‌های همگروه بر روی یکدیگر، احتمال برداشت اشتباه از نقشه نگاشت این کانی‌ها و نتیجتاً تفسیر اشتباه از دگرسانی‌ها بیشتر می‌شود. ثالثاً، هدف نهایی ما از استخراج کانی‌های دگرسانی، عمدتاً همان استخراج دگرسانی‌ها می‌باشد و مسلماً مطالعه نقشه‌ای طبقه‌بندی شده، مطالعه‌ای ساده‌تر و همچنین قابل درک‌تر خواهد بود. از این رو برای نگاشت کانی‌های دگرسانی استخراج شده در این تحقیق، علاوه بر نقشه تفکیکی کانی‌ها، یک نقشه طبقه‌بندی بر اساس دگرسانی‌های زیر نیز ارائه گردید:

آرژیلیک (متوسط)

شامل کائولینیت، ایلیت و مونتورینونیت

آرژیلیک پیشرفته

شامل آلونیت و پیروفیلیت

فیلیک (سریسیتیک)

شامل سریسیت

پروپلیتیک

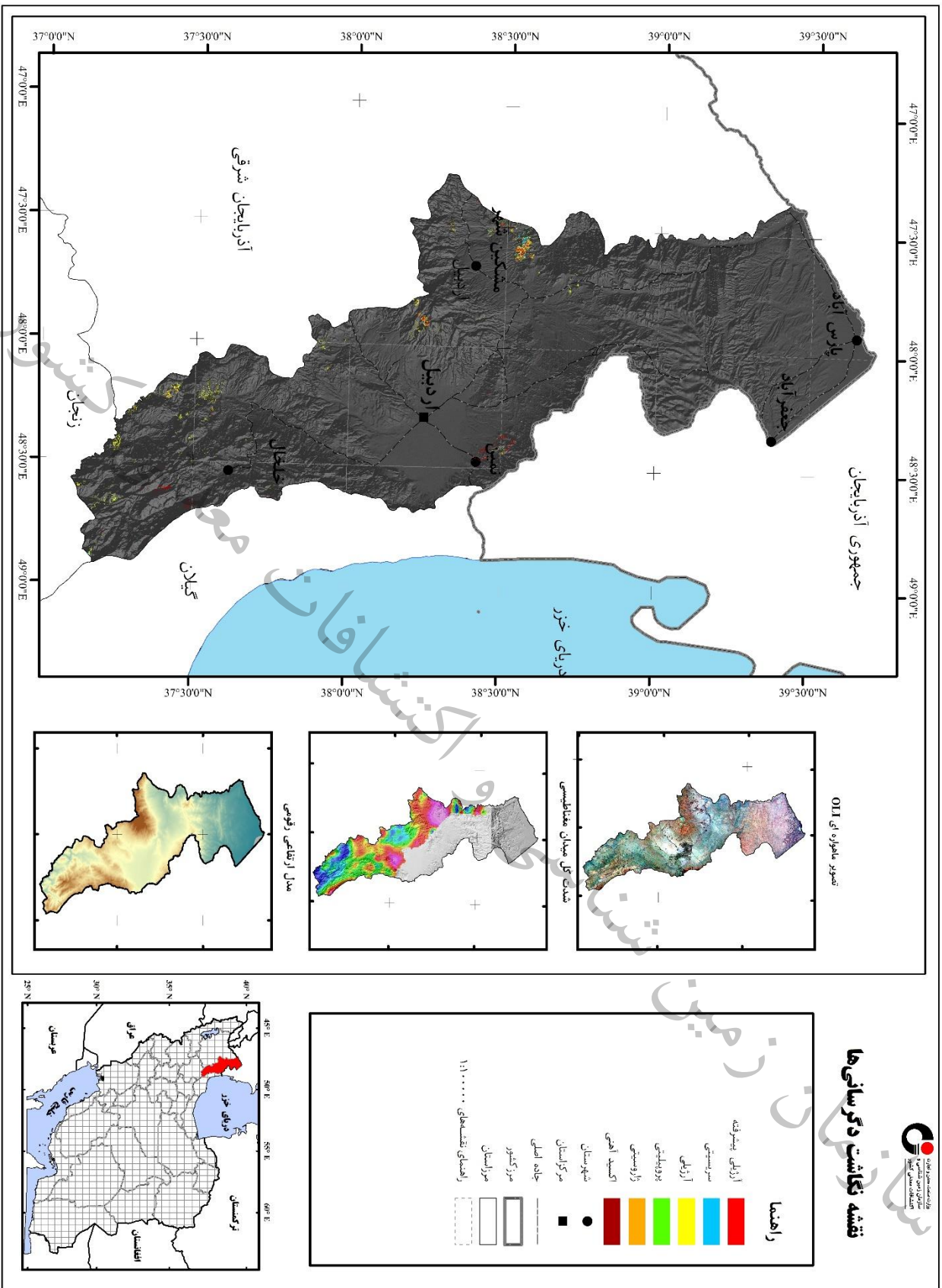
اپیدوت دگرسانی و کلریت

اکسیداسیون آهن

شامل هماتیت و گوتیت

ژاروسیتی

شامل ژاروسیت



۴-۴-۴- مولفه های اصلی (PC) Principal Component

در این تحقیق، از روش مولفه های اصلی (PC) برای سه مورد بشرح زیر استفاده گردید:

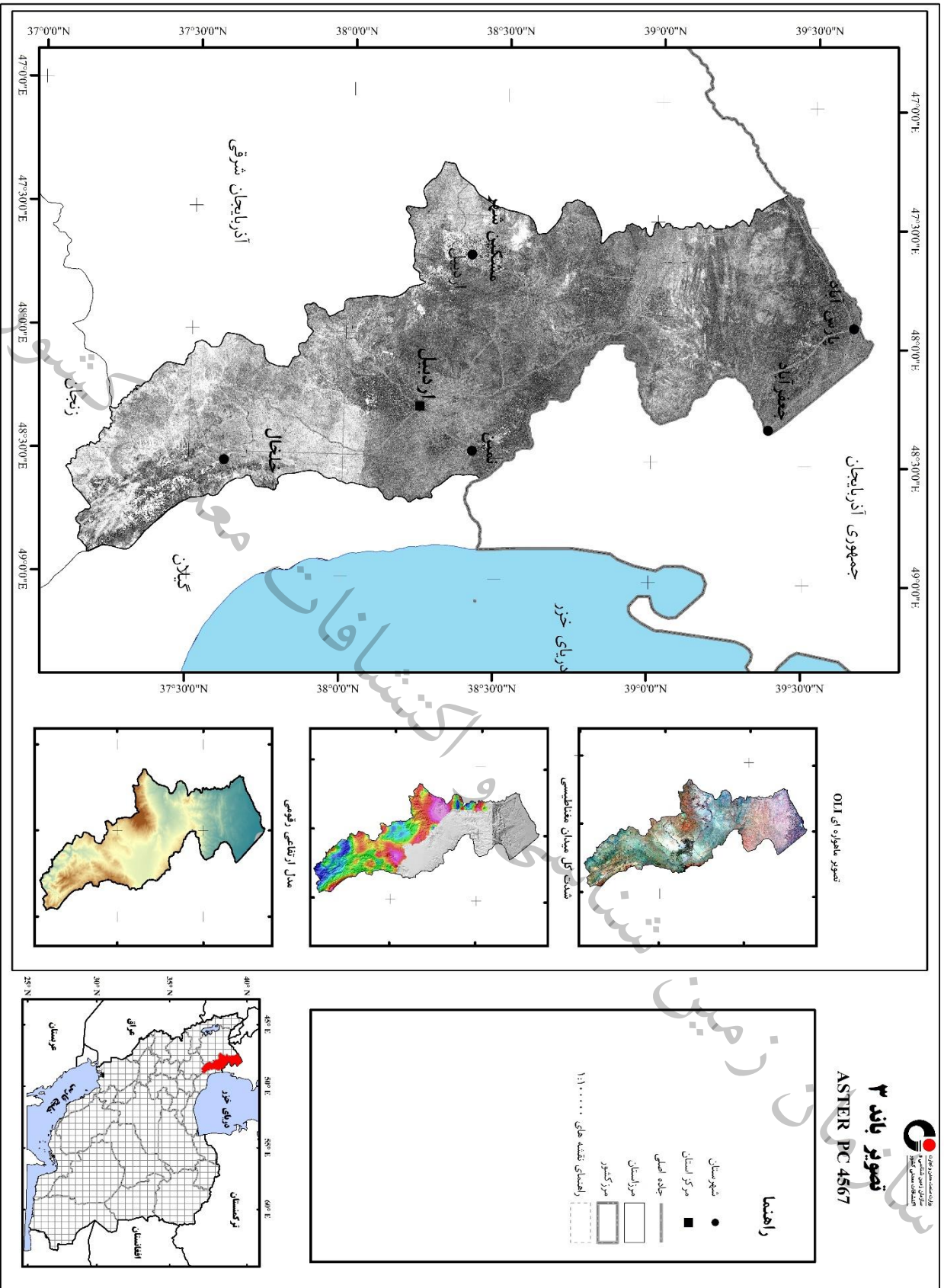
۴-۴-۴-۱- استخراج دگرسانی آرژیلی و سربیسیتی

آنالیز مولفه های اصلی برای استخراج دگرسانی آرژیلی با استفاده از باندهای ۴، ۵، ۶ و ۷ سنجنده استر که شاخص ترین باندها برای تفکیک کانی های آرژیلی هستند صورت گرفت. مطابق با جدول بردار ویژه این آنالیز و با توجه به ویژگی دگرسانی های آرژیلی و سربیسیتی (انعکاس در باند ۴ و جذب در باندهای ۵ و ۶) بهترین نتیجه در فاکتور PC3 بدست آمد (جدول ۴-۶) که البته کل فاکتور PC3 در یک منفی ضرب گردید تا پیکسل های هدف از تیره به روشن تبدیل گردند. شکل های ۴-۱۸ و ۴-۱۹ شامل نتیجه اولیه آنالیز و نواحی دگرسانی آرژیلی و سربیسیتی شده (پس از حذف زمین های کشاورزی یا گچی) می باشند. قابل ذکر است از آنجائیکه در تصاویر استر، باند جذبی برای کانی های دگرسانی آرژیلی و کانی دگرسانی فیلک (سربیسیت) مشابه می باشد، نتیجه بدست آمده از این روش را می بایست در برگیرنده مجموعه هر دو دگرسانی بشمار آورد.

جدول ۴-۶- جدول بردار ویژه آنالیز مولفه های اصلی باندهای ۴، ۵، ۶ و ۷ سنجنده استر

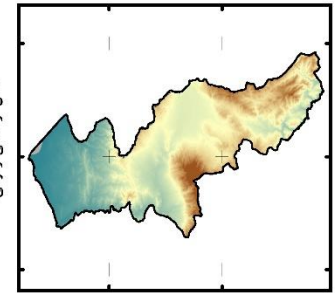
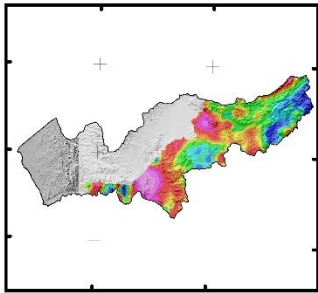
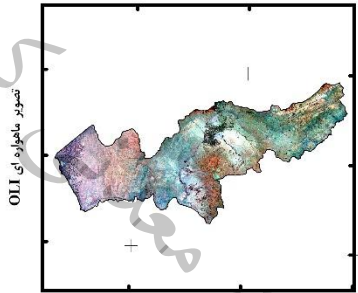
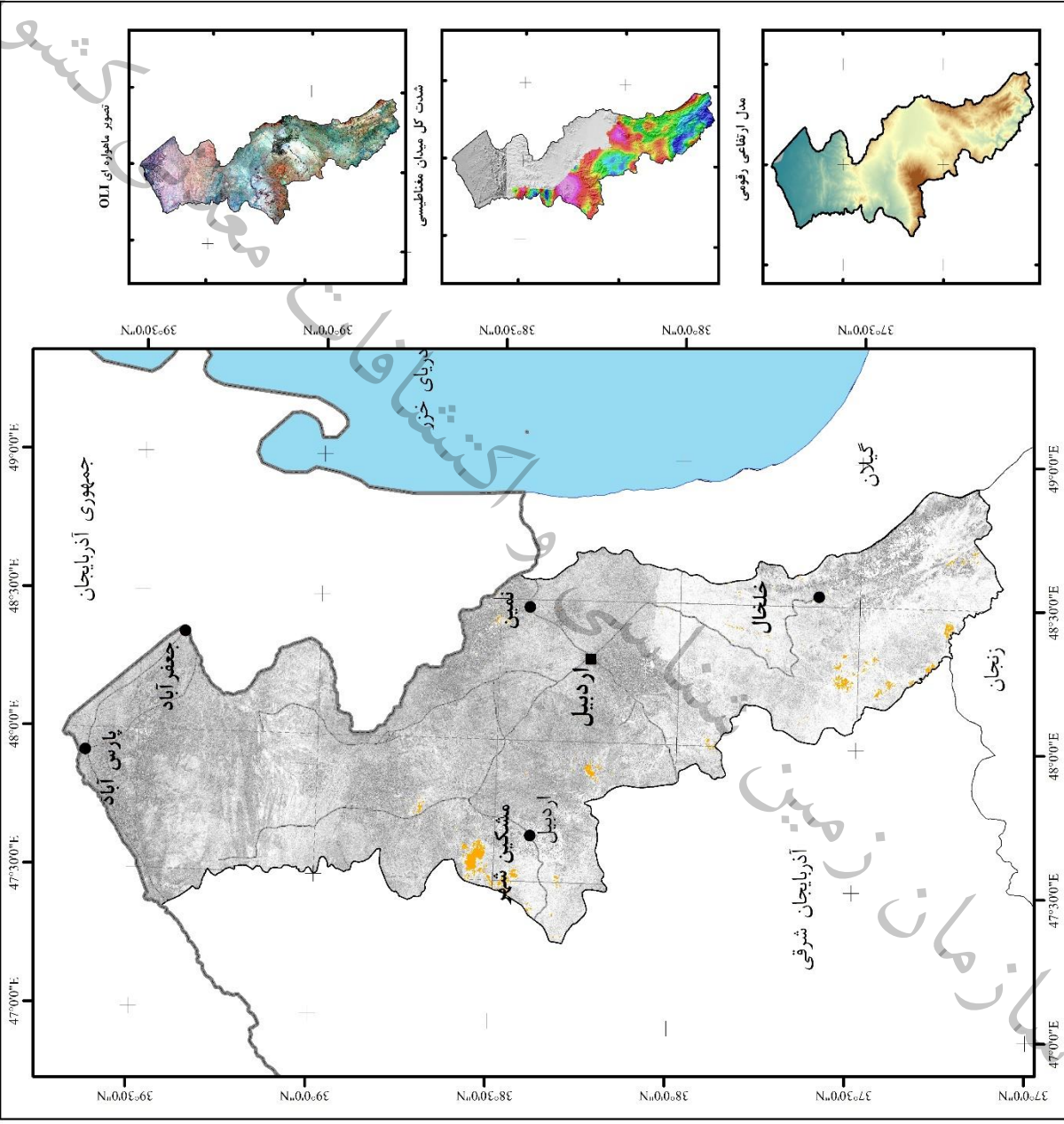
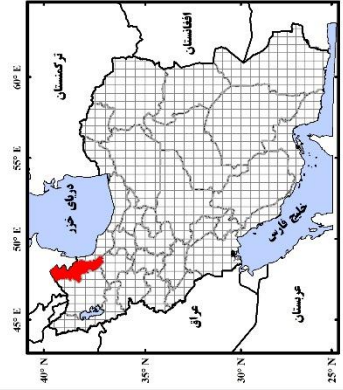
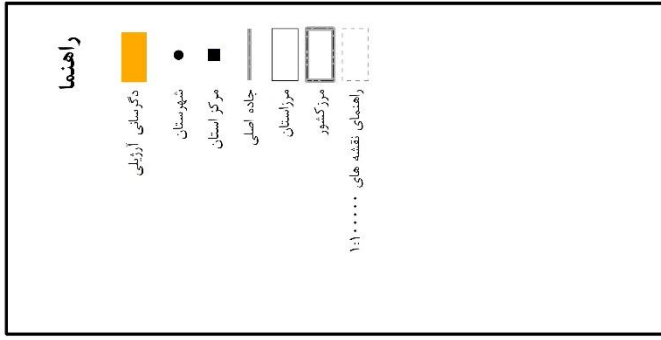
Eigenvector	Band 4	Band 5	Band 6	Band 7
PC1	-0.5265	-0.4862	-0.5035	-0.4824
PC2	0.8388	-0.2330	-0.2414	-0.4286
PC3	-0.1335	0.2385	0.6166	-0.7382
PC4	0.0355	-0.8077	0.5548	0.1960

¹ Eigenvector



شکل ۴-۱۸- تصویر منفی PC3 از آنالیز مؤلفه‌های اصلی باندهای ۴، ۵، ۶ و ۷ سنجنده ASTER

دگرسانی آرزلی ASTER PC 4567



شکل ۴-۱۹ - نقشه دگرسانی آرزلیک (به رنگ نارنجی) بر اساس آنالیز مؤلفه‌های اصلی باندهای ۴، ۵، ۶ و ۷ سنجنده ASTER



۴-۴-۲- استخراج دگرسانی پروپیلیتی

برای استخراج دگرسانی پروپیلیتی با استفاده از روش آنالیز مولفه‌های اصلی، پس از اعمال این روش روی باندهای مختلف سنجنده استر و بررسی و مقایسه نتایج آن‌ها، نهایتاً آنالیز باندهای ۳، ۵، ۶ و ۸ این سنجنده، مورد انتخاب قرار گرفت. این باندها موثرترین باندها در تشخیص کانی‌های اپیدوت و کلریت بعنوان شاخص دگرسانی پروپیلیتی هستند. مطابق با جدول بردار ویژه (Eigenvector) این آنالیز و با توجه به ویژگی دگرسانی پروپیلیتی (انعکاس در باند ۶ و جذب در باند ۸) بهترین نتیجه در فاکتور PC3 بدست آمد (جدول ۴-۷) و کل فاکتور PC3 در یک منفی ضرب گردید تا پیکسل‌های هدف از تیره به روشن تبدیل گردند. شکل‌های ۴-۲۰ و ۴-۲۱ بترتیب نتیجه اولیه آنالیز و نواحی دگرسانی پروپیلیتی شده (پس از حذف واحدهای آهکی و دیگر واحدهای غیر هدف) می‌باشند.

جدول ۴-۷ جدول بردار ویژه (Eigenvector) آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۳، ۵، ۶ و ۸ سنجنده ASTER

Eigenvector	Band 3	Band 5	Band 6	Band 8
PC1	0.5681	0.4724	0.4891	0.4633
PC2	0.8220	-0.3003	-0.3277	-0.3557
PC3	۰/۰۳۶۲	-0.4237	-0.4013	۸۱۱۲۰.
PC4	-0.0086	0.7120	-0.7015	0.0252

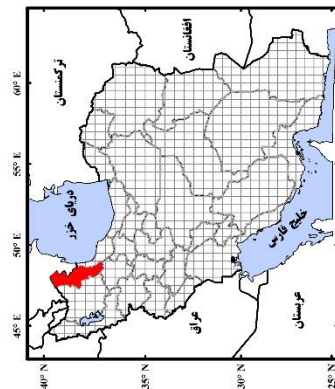


تصویر باند ۳

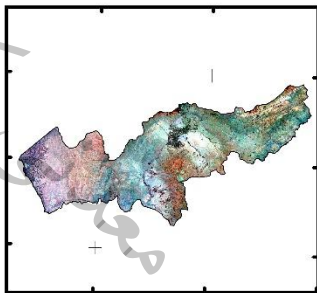
ASTER PC 3568

راهنما

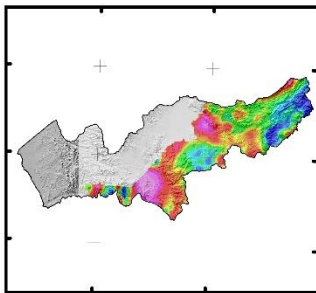
- شهرستان
- مرکز استان
- جاده اصلی
- مرز استان
- مرز کشور
- راه‌های نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰



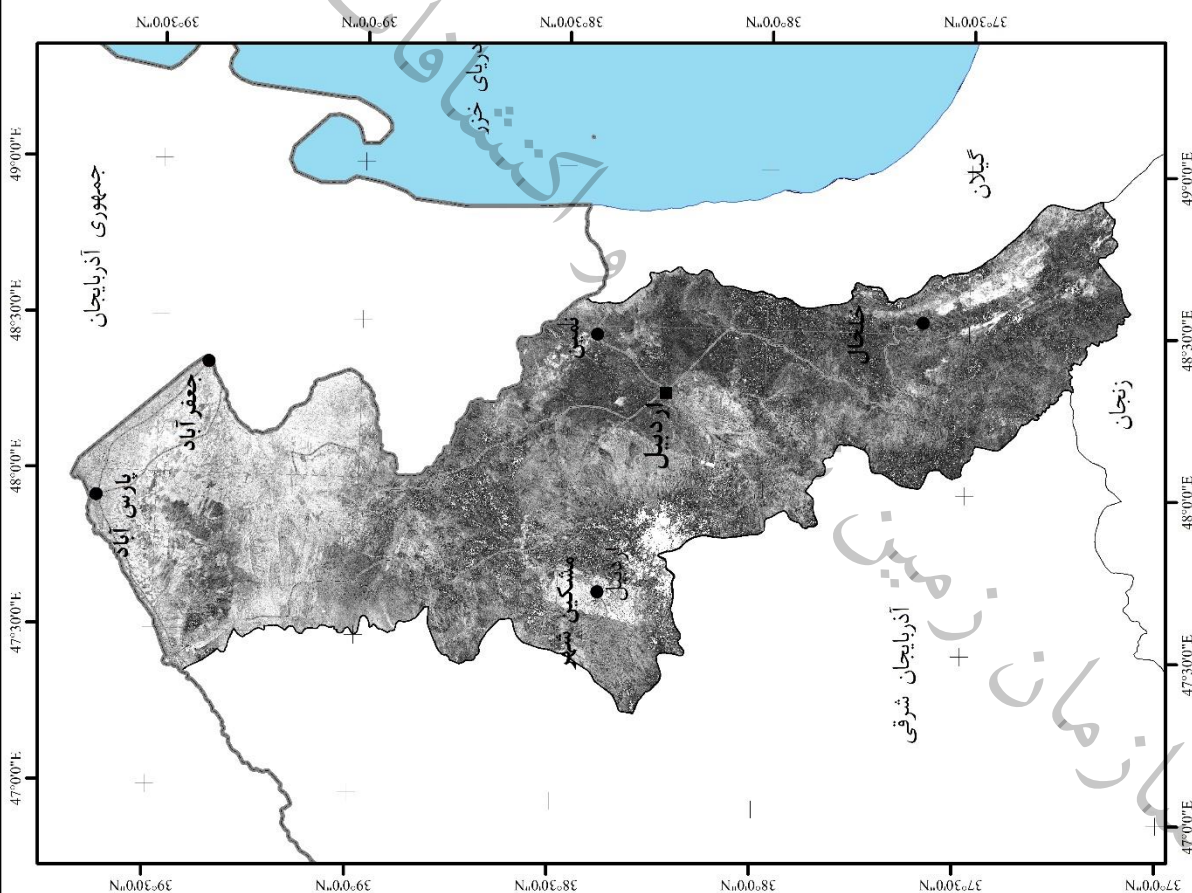
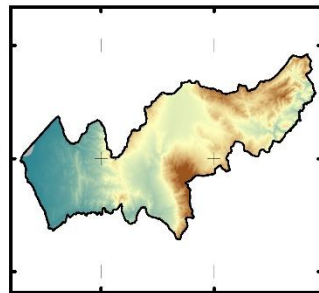
تصویر ماهواره ای OLI



شدت کل میان مغناطیسی



مدل ارتفاعی رقومی



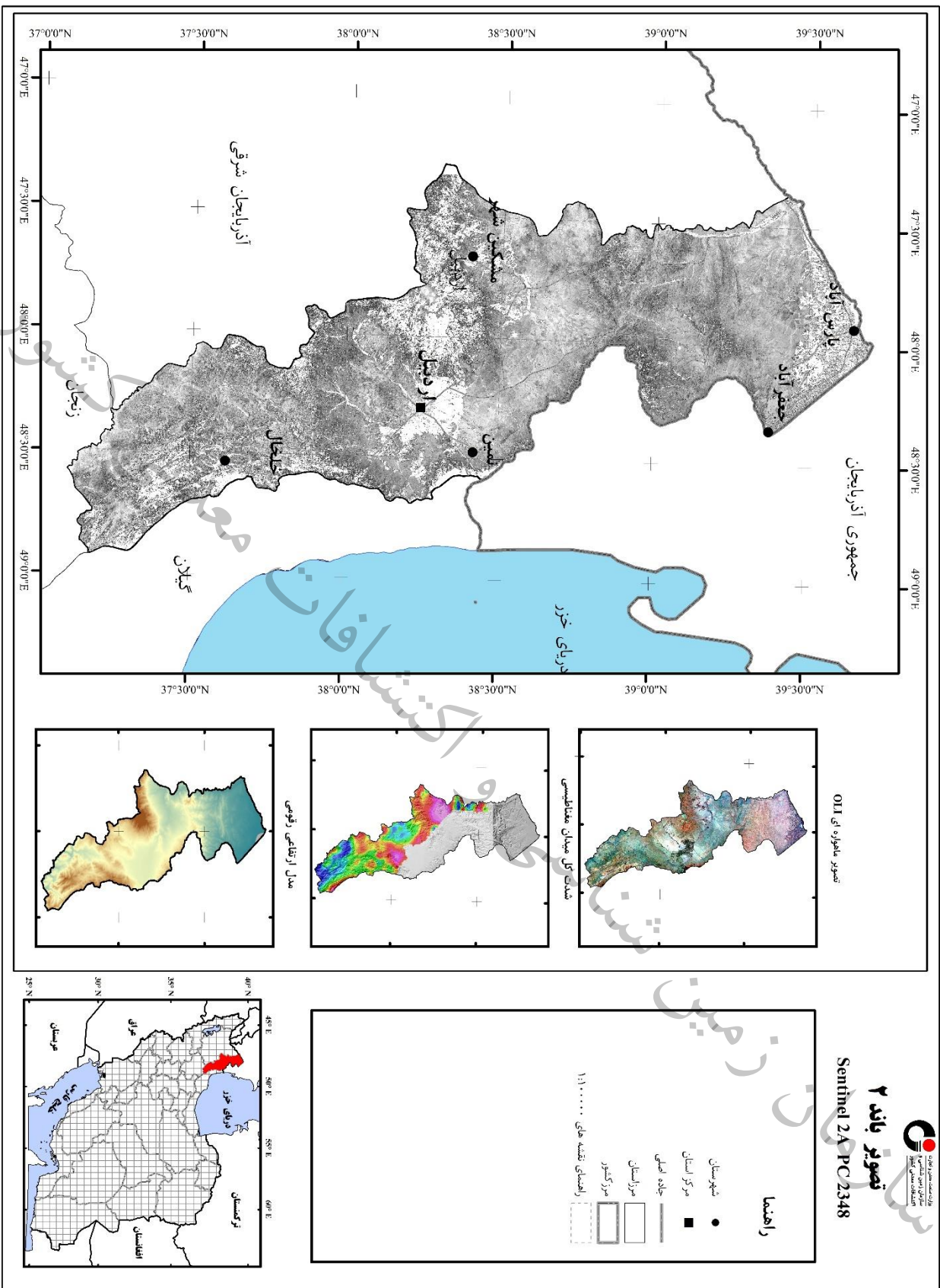
شکل ۴-۲۰- تصویر منفری PC3 از آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۳، ۵، ۶ و ۸ سنجنده ASTE

۴-۴-۳- استخراج اکسیداسیون سطحی آهن

استخراج اکسیداسیون سطحی آهن در این تحقیق بیشتر با هدف کشف گوسن‌ها مدنظر بوده است. به همین منظور، باندهای ۲، ۳، ۴ و ۸ از تصویر سنجنده سنتینل 2A که معادل باندهای ۱، ۲، ۳ و ۴ از تصویر سنجنده معروف ETM+ از ماهواره لندست ۷ می‌باشند برای آنالیز مولفه‌های اصلی مورد انتخاب قرار گرفتند. باندهای مذکور مناسب‌ترین باندها برای تفکیک اکسیدهای آهن به شمار می‌روند. مطابق با جدول بردار ویژه این آنالیز و با توجه به نمودار طیفی اکسیدهای آهن (بویژه هماتیت و گوتیت)، بهترین نتیجه در فاکتور PC2 بدست آمد (جدول ۴-۸). شکل ۴-۲۲ شامل نتیجه اولیه آنالیز و شکل ۴-۲۳ نشان‌دهنده نواحی اکسیداسیون آهن (پس از حذف زمین‌های زراعی) هستند.

جدول ۴-۸- جدول بردار ویژه آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۲، ۳، ۴ و ۸ سنجنده سنتینل 2A

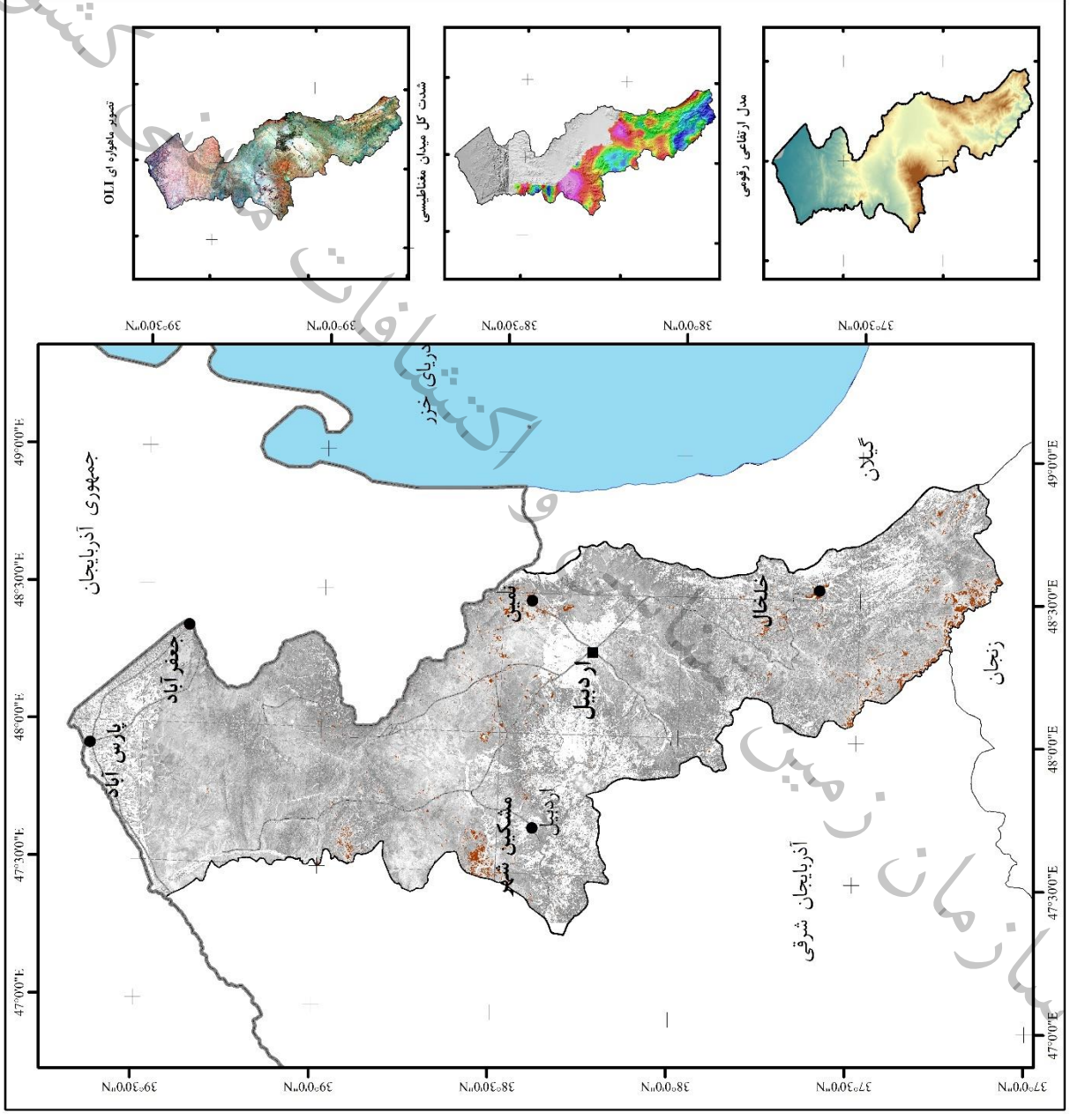
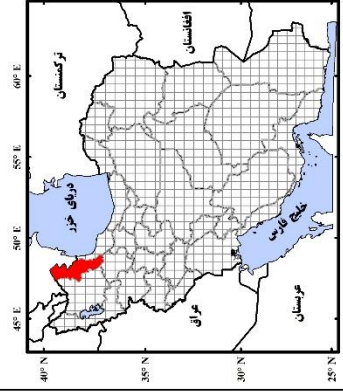
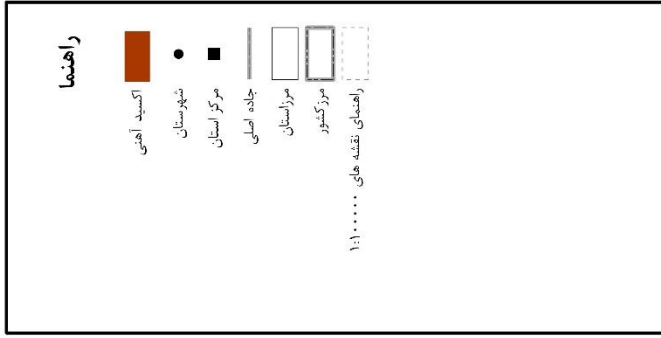
Eigenvector	Band 2	Band 3	Band 4	Band 8
PC1	0.4996	0.4091	0.3788	0.6628
PC2	0.5592	0.2853	0.2462	-0.7384
PC3	-0.6138	0.2612	0.7354	-0.1187
PC4	0.2464	-0.8263	0.5050	0.0357



شکل ۴-۲۲- تصویر PC2 از آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۲، ۳، ۴ و ۸ سنجنده 2A Sentinel



پوشش اکسید آهن SENTINEL PC 2348



شکل ۴-۲۳ - نقشه پوشش اکسید آهن (به رنگ قرمز) بر اساس آنالیز مولفه‌های اصلی باندهای ۲، ۳، ۴ و ۸ سنجنده Sentinel 2A



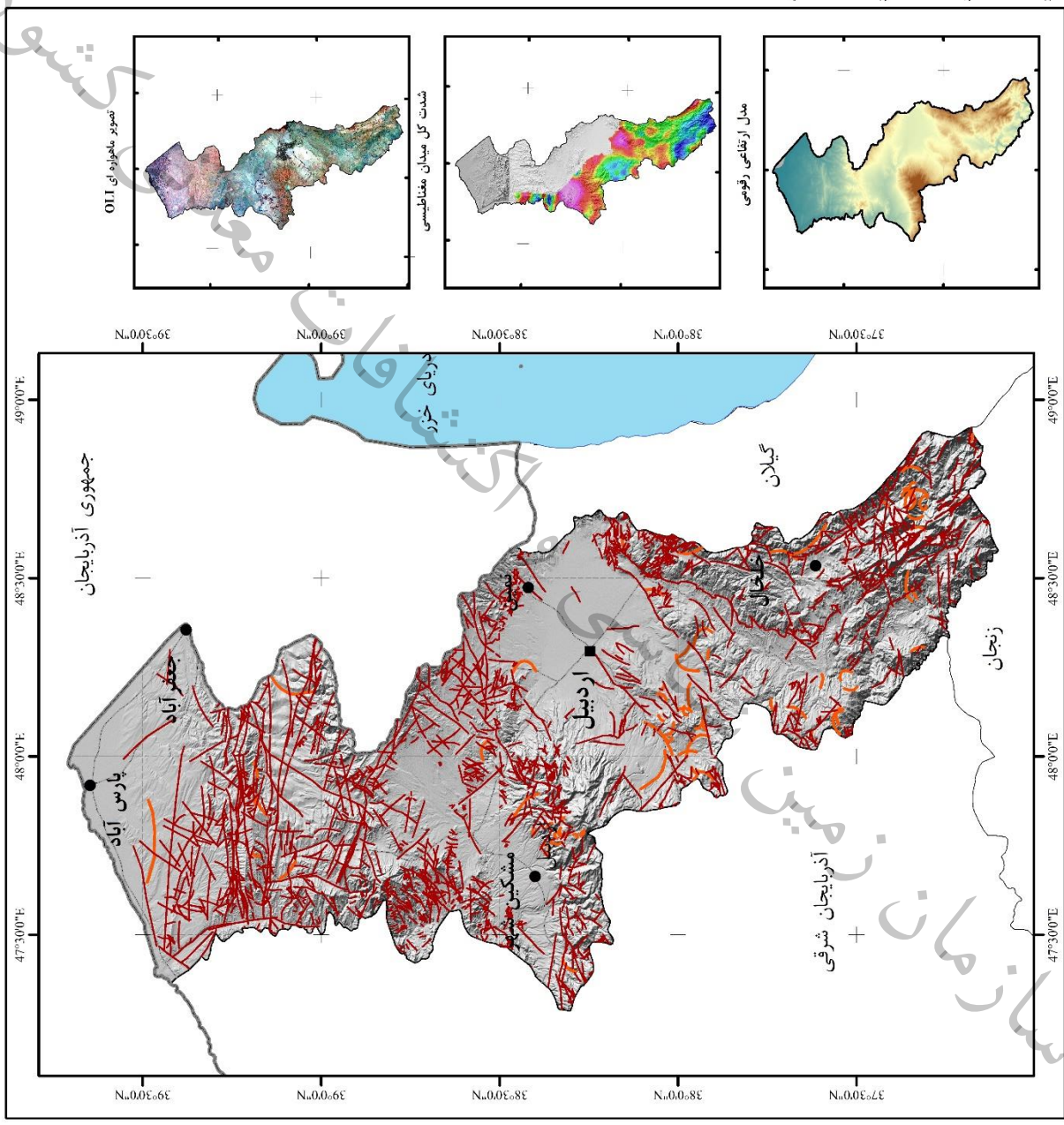
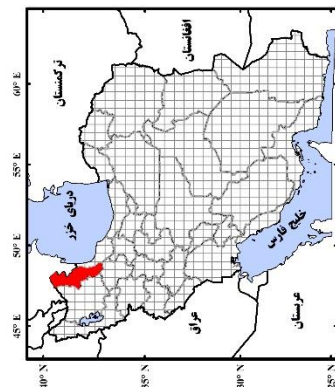
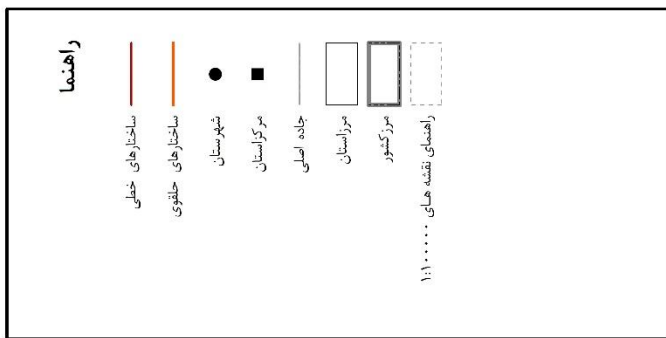
۵-۴-۴- استخراج ساختارهای خطی

برای استخراج خطواره‌ها از تصاویر ماهواره‌ای، تصویر سنجنده استر از ماهواره ترا و همچنین سنجنده MSI از ماهواره سنتینل 2A برای محدوده مورد نظر مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق عوارض خطی زمین شناسی که به آن‌ها خطواره می‌گوییم با مشاهده و کنترل چشمی تصویر در ترکیبات باندهی مختلف با ایجاد یک لایه وکتوری از نوع خط در نرم افزار آرک جی‌آی‌اس ترسیم گردید. همچنین برای بالا بردن قدرت تشخیص، از فیلترهای مختلف بالاگذر از جمله فیلتر تیز کننده لبه^۱ که در نرم‌افزار ژئوماتیکا استفاده شده است.

بدیهی است که اولاً تمام عوارض خطی قابل استخراج از تصاویر ماهواره‌ای الزاماً نشان دهنده گسل نیستند و ممکن است که شامل دیگر عوارض زمین شناسی مثل دگرشیبی‌ها نیز باشند. ثانیاً چنانچه ذکر شد دقت این تصاویر حداکثر در حد ۱۰ یا ۱۵ متر بوده و احتمال خطا در تشخیص برخی از این عوارض وجود دارد. همچنین عوارضی که بصورت کمانی یا حلقوی هستند نیز بصورت جداگانه تفکیک شدند، چرا که ساختارهای حلقوی به لحاظ ردیابی پلوتونیسیم‌های نیمه‌نفوذی که می‌توانند منشأ کانه‌سازی باشند، بسیار حائز اهمیت هستند. نقشه ساختارهای خطی و حلقوی در شکل ۲۴-۴ دیده می‌شود.

¹ Edge sharpening

نقشه ساختارهای خطی و حلقوی



شکل ۴-۲۴- ساختارهای خطی و حلقوی استان اردبیل استخراج شده بر اساس تصویر سنجنده Sentinel 2A



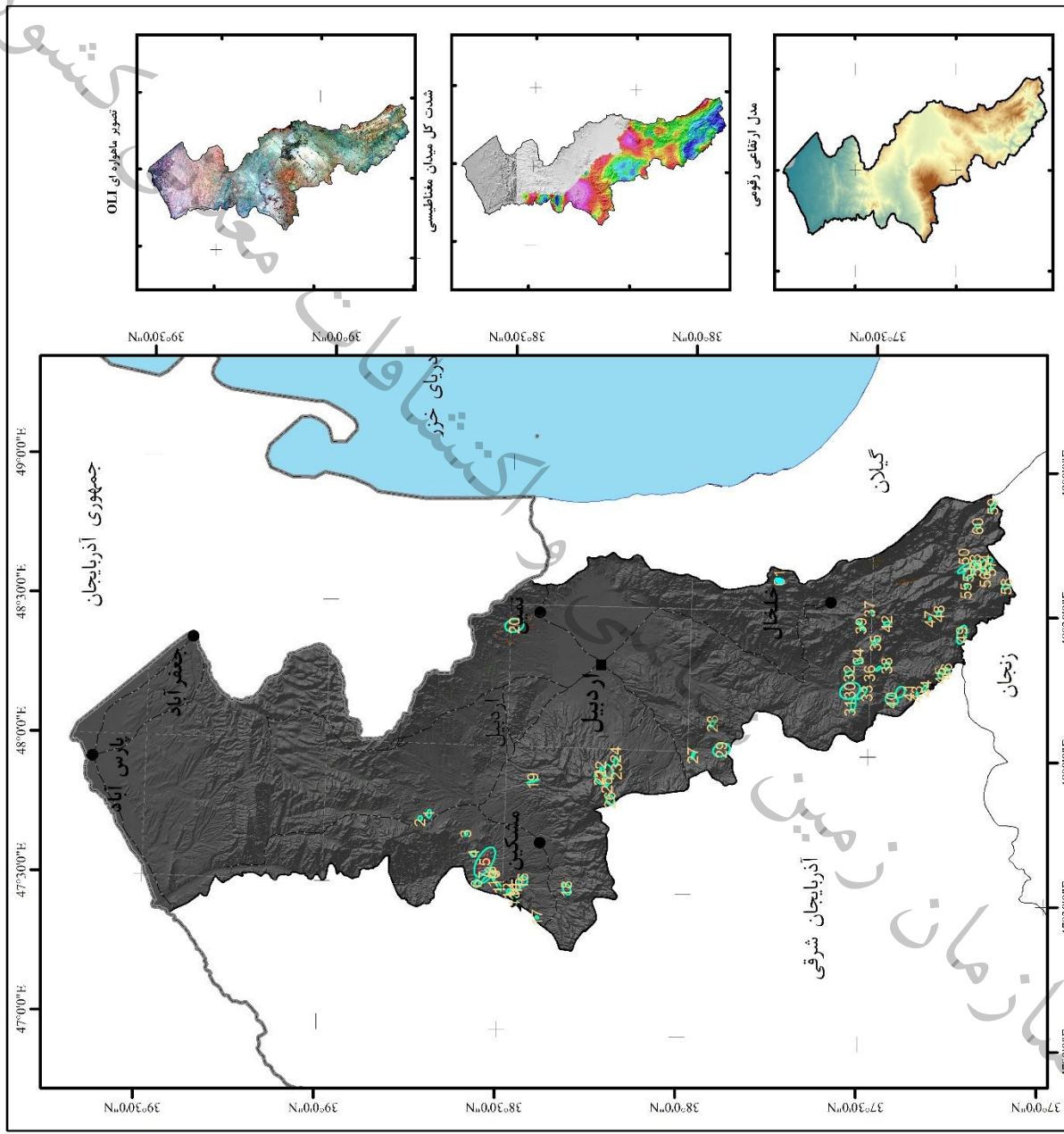
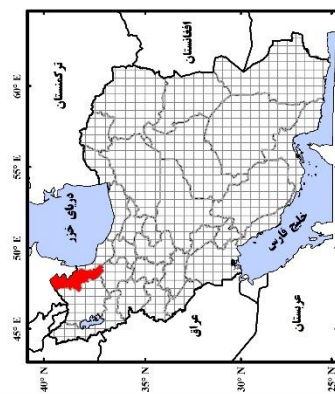
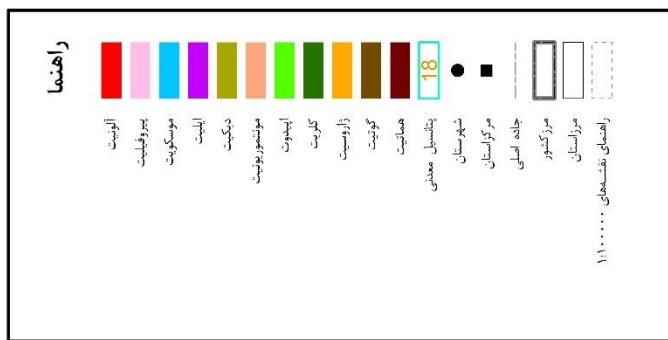
۵-۴- جمع بندی نتایج مطالعات دورسنجی

با تلفیق و جمع بندی نتایج بدست آمده از اعمال روش های مختلف دورسنجی و با توجه به ارتباطی که غالباً بین دگرسانی و کانه سازی وجود دارد، حدود ۶۰ محدوده بزرگ و کوچک نواحی پیشنهادی مستعد کانه سازی بر اساس لایه نهایی تلفیق دگرسانی ها، معرفی گردید. (شماره هر ناحیه در تصویر، برابر شماره محدوده در جدول است).

بمنظور درک بهتر و صحیح تر این نتایج، چند نکته بدیهی بشرح زیر یادآوری می گردد :
اولاً، این محدوده ها، بصورت تقریبی و صرفاً بر اساس مطالعات دورسنجی دفتری، استخراج و معرفی شده اند و حتی عملیات صحرایی (به عنوان یک ضرورت) برای بررسی نتایج این تحقیق انجام نگرفته است.
دوم اینکه، این نتایج بر اساس مطالعه روی تصاویر سنجنده استر عمدتاً با دقت تصویر 30*30 (Resolution) متر صورت گرفته است و مسلماً در برگیرنده اطلاعات دگرسانی هایی با گستره پوششی کمتر از این حد نیست و نمی توان انتظار بالاتری داشت.

نکته سوم اینکه، وسعت بیشتر برخی از نواحی پیشنهادی، الزاماً به معنی اهمیت بالاتر آن محدوده ها نیست و این محدوده ها بر اساس سطح پراکندگی دگرسانی ها تعیین شده اند.
همچنین می بایست به این موضوع بسیار مهم توجه داشته باشیم که اگرچه رخداد کانه سازی غالباً با دگرسانی مرتبط است اما نباید انتظار داشته باشیم که محل دقیق رخنمون کانه سازی الزاماً منطبق بر روی دگرسانی ها باشد، و با فاصله ای (بین چند متر تا چند صد متر و بسته به عمق و وسعت ذخیره معدنی حتی چند کیلومتر) از دگرسانی، شاهد رخنمون آثاری از کانه سازی باشیم. دلیل این مسئله کاملاً روشن است. بدیهیست پدیده دگرسانی معمولاً بصورت هاله هایی در اطراف کانسنگ معدنی ایجاد می شود و غالباً توده اصلی کانسنگ نسبت به دگرسانی ها، مرکزیت دارد اما وقتی ذخیره معدنی در عمق زمین قرار داشته باشد، در افق های بالاتر از توده معدنی و در سطح زمین، صرفاً با آثاری از کانه سازی مواجه می شویم که توسط رگه هایی در امتداد شکستگی ها و گسل های قائم یا مؤرب به سمت سطوح بالاتر حرکت نموده اند و طبیعتاً در چنین شرایطی محل رخنمون کانه سازی با رخدادهای سطحی دگرسانی ها انطباق کاملی نخواهد داشت.

نقشه پتانسیل معدنی بر اساس دورسنجی



شکل ۴-۲۵- نقشه لایه نهایی تلفیق دگرسانی‌ها و محدوده‌های پیشنهادی بر اساس مطالعات دورسنجی در محدوده استان اردبیل



جدول ۴-۹- جدول نواحی دگرسانی براساس مطالعات دورسنجی

شماره محدوده	مختصات مرکز ناحیه (UTM 39S)		آرژیلی				آرژیلی پیشرفته				برونیت		آهن	زادویی
	X	Y	نیکیت	ایلیت	مونوریونیت	عئولیت	مسکویت	پروخیلیت	آونیت	انیدوت	تلیت			
۱	217445	4289619		X	X	X				X				
۲	216007	4292364		X	X	X				X				
۳	211404	4278265								X	X			
۴	205133	4275928		X	X	X				X	X			X
۵	202646	4272515		X	X	X				X	X			X
۶	196031	4275002		X	X	X				X				X
۷	197301	4272118		X	X	X				X				X
۸	200159	4270631		X	X	X				X				X
۹	199074	4269361		X	X	X				X				X
۱۰	197328	4269864		X	X	X				X	X			X
۱۱	195158	4268091		X	X	X				X	X			X
۱۲	193624	4265181		X	X	X				X	X			X
۱۳	191348	4263355		X	X	X				X	X			X
۱۴	193888	4263435		X	X	X				X				X
۱۵	195105	4262509		X	X	X				X	X			X
۱۶	196719	4260710		X	X	X				X			X	X
۱۷	185554	4256423		X	X	X				X	X			X
۱۸	194288	4247274		X	X	X				X				X
۱۹	227507	4257676		X	X	X				X				X
۲۰	275411	4263359		X	X	X				X			X	X
۲۱	228642	4237136		X	X	X				X	X			X
۲۲	231156	4236772		X	X	X				X				X
۲۳	230461	4234391		X	X	X				X	X			X
۲۴	233504	4232142		X	X	X				X				X
۲۵	226327	4234854		X	X	X				X	X			X
۲۶	221697	4233895		X	X	X				X			X	X
۲۷	235449	4208366		X	X	X				X				X
۲۸	245205	4202314		X	X	X				X				X
۲۹	237103	4199635		X	X	X				X				X
۳۰	255340	4160068		X	X	X				X				X
۳۱	251001	4159062		X	X	X				X				X
۳۲	260632	4160279		X	X	X				X	X			X
۳۳	254537	4156397		X	X	X				X				X
۳۴	264181	4157468		X	X	X				X				X
۳۵	270412	4152229		X	X	X				X				X
۳۶	262117	4151317		X	X	X				X				X
۳۷	279143	4153063		X	X	X				X				X
۳۸	263069	4148697		X	X	X				X	X			X
۳۹	275254	4156603		X	X	X				X				X
۴۰	252427	4156603		X	X	X				X	X			X

ادامه جدول ۴-۹- جدول نواحی دگرسانی براساس مطالعات دورسنجی

X				X	X	X	X	X	X	254874	4144610	۴۱
	X						X	X	X	276008	4148678	۴۲
		X	X	X		X		X	X	254312	4139385	۴۳
				X			X		X	256065	4137070	۴۴
X				X		X	X	X	X	260000	4132208	۴۵
X				X		X	X	X	X	261290	4130257	۴۶
							X	X	X	277496	4135416	۴۷
				X			X	X	X	279083	4132638	۴۸
X				X		X	X	X	X	272568	4125660	۴۹
X	X			X			X	X	X	293040	4124932	۵۰
X	X			X			X	X	X	291320	4123609	۵۱
				X			X	X	X	293106	4121261	۵۲
				X			X		X	294859	4121459	۵۳
				X			X		X	294793	4118152	۵۴
							X		X	287616	4124337	۵۵
									X	292313	4118747	۵۶
				X			X		X	293040	4116730	۵۷
									X	287385	4111967	۵۸
X	X			X			X	X	X	311991	4116068	۵۹
	X						X		X	305934	4120694	۶۰
							X		X	289162	4181812	۶۱

کشور

معدنی

چشم افات

فصل پنجم مطالعات ژئوشیمیایی

سازمان زمین شناسی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۵-۱- مقدمه

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 امیدبخش 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.

۲-۵- آماده‌سازی و تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی

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

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

۳-۵- پردازش داده‌های سنسورد

داده‌های سنسورد به داده‌هایی اطلاق می‌شود که به صورت مقادیر کمتر از و یا بیشتر از ($>$, $<$) حد حساسیت دستگاهی گزارش شده‌اند. این داده‌ها با توجه به مقادیر بسیار زیاد و یا بسیار کم عناصر و با عنایت به حد تشخیص دستگاه گزارش می‌شوند. بدیهی است که سنجش مقادیر کمتر از حد حساسیت دستگاه در توانایی دستگاه نبوده و آنرا با نماد ($<$) نشان می‌دهد. با توجه به اینکه این مقادیر، ویژگی کمی (Quantitative) نداشته، لذا نمی‌توانند به صورت یک داده عددی در سیستم داده‌پردازی وارد شوند. در ضمن حذف آنها از سیستم نیز منجر به نادیده گرفتن بخشی از اطلاعات می‌شود. جایگزینی و تخمین داده‌های سنسورد با روش‌های مختلفی انجام می‌شود که از جمله این روش‌ها می‌توان به روش بیشترین درست‌نمایی کوهن (Cohen Maximum Likelihood)، روش ترسیمی و روش‌های جایگزینی ساده اشاره کرد. روش‌های جایگزینی ساده، شامل جایگزینی نصف و یا $\frac{3}{4}$ حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر از ($<$) و $\frac{4}{3}$ حد حساسیت برای مقادیر بزرگتر از ($>$) حد حساسیت دستگاهی می‌باشد.

۴-۵- محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده‌ها

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.

۱-۴-۵- جدایش مقادیر خارج از ردیف

در مباحث آماری به مقادیری که بطور معنی‌داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند، مقادیر خارج از رده گفته می‌شود. این مقادیر گاهی بدلیل وجود خطاهای تجربی مانند خطای آنالیز در داده‌ها وارد می‌شوند ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنی‌های موجود در جامعه داده‌های اکتشافی بروز می‌کند. برای مثال در داده‌های اکتشافی ناحیه‌ای مقادیر ناهنجاری در این رده قرار می‌گیرند. واضح است که چنین توزیع‌هایی را نمی‌توان توزیع نرمال در نظر گرفت. برای تشخیص مقادیر خارج از رده روش‌های متفاوتی وجود دارد که در این جا از روش تجربی که اساس آن بر مرتب کردن نزولی داده‌ها و آزمون آن‌ها استوار است، استفاده شده است.



جدایش مقادیر خارج از ردیف به منظور نزدیک تر نمودن توزیع داده ها به نرمال و نرمال سازی راحت تر آن ها بوسیله نرم افزارهای مختلف خاص این کار است. این مقادیر پس از نرمال سازی داده ها به حالت اولیه برگردانده شده و جامعه اصلی را تشکیل می دهند.

۲-۴-۵- محاسبه پارامترهای آماری تک متغیره

دستیابی به پارامترهای آماری اولین گزینه ای است که به عنوان مهمترین و جامع ترین اطلاعات آماری فرآروی داده پردازان قرار می گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده ها حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه ها و تشابه یا تمایز آن با یک توزیع نرمال را به نمایش می گذارد. آماره های میانگین، میانه و مد میزان و چگونگی تمایل به مرکز داده را نشان می دهند. آماره های انحراف معیار و واریانس معرف نحوه پراکندگی و داده ها از میانگین می باشند. پارامترهای چولگی و کشیدگی که به ترتیب میزان تقارن حول میانگین و تیزی منحنی توزیع را نشان می دهد. در صورت نزدیک شدن به مقادیر صفر برای چولگی و ۳ برای کشیدگی حاکی از نزدیکی توزیع داده ها به توزیع نرمال می باشد. کلیه داده های خام پس از فایل بندی 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.

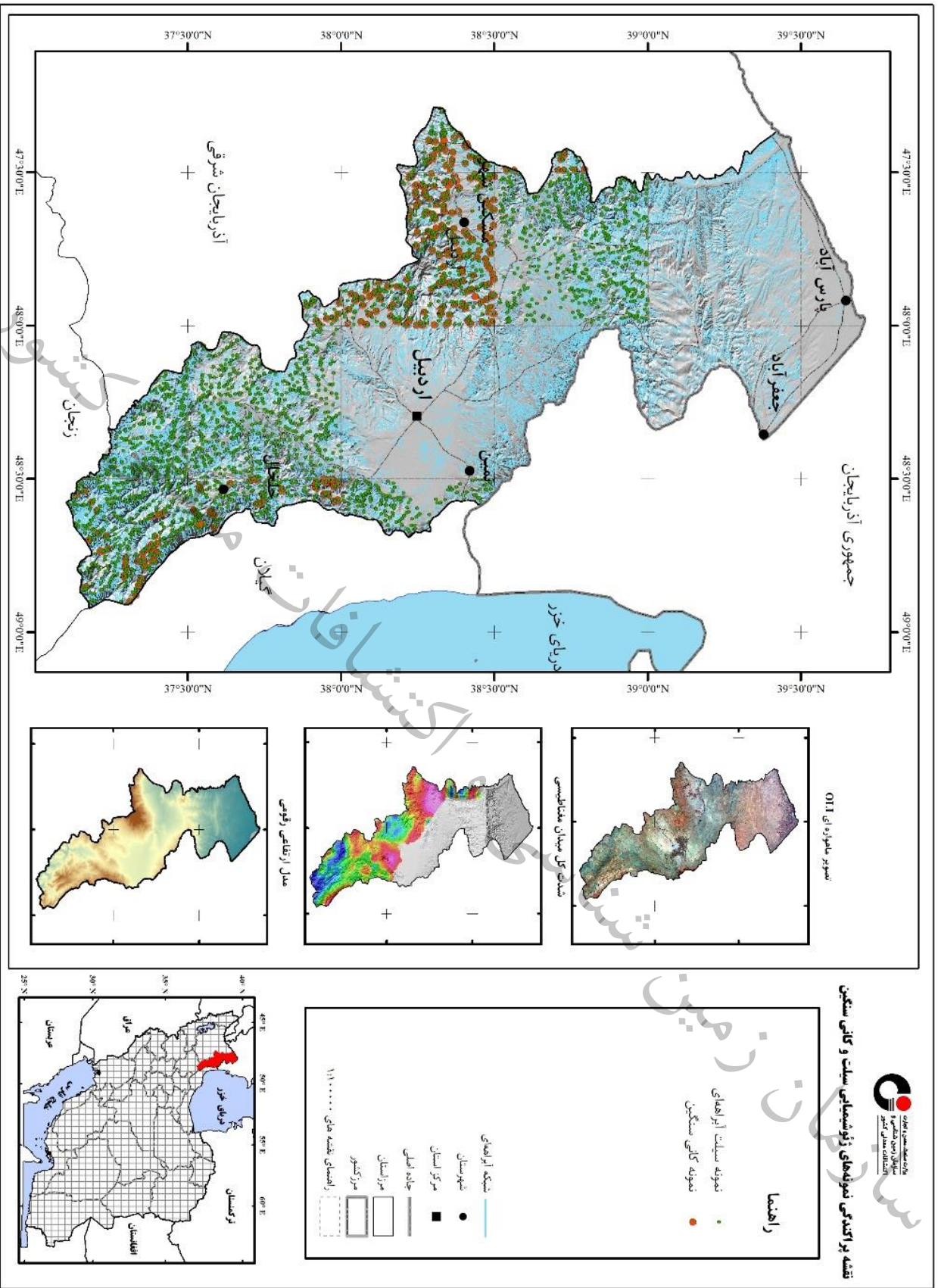
۵-۵- مطالعات و پردازش ژئوشیمیایی برگه های یکصد هزارم استان اردبیل

پهنه استان اردبیل شامل ۱۷ برگه یکصد هزار ژئوشیمیایی می باشد که از این تعداد، برگه های مشگین شهر، لاهرود، هشتجین، گیوی و ماسوله بطور کامل یا بخش اعظم آن در داخل استان قرار می گیرند. برگه های یکصد هزار اهر، کلپیر، سراب، خلخال و آستارا در مرز استانی بوده و تنها بخش کوچکی از آن در استان قرار گرفته است. لازم به ذکر است برگه های یکصد هزار اصلاندوز، زیور، پارس آباد، اردبیل، رضی، گرمی (بیله سوار) و گوشلو فاقد مطالعات ژئوشیمیایی می باشد. پردازش هر یک از این برگه ها به صورت جداگانه انجام و مناطق آنومالی آن بصورت تک عنصری در هر برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ استخراج گردید ولی تنها مناطق آنومالی داخل استان مورد استفاده قرار گرفت و مناطق آنومالی خارج از محدوده استان حذف گردیدند. از آنجایی که پهنه مورد نظر تعداد ۱۰ برگه یکصد هزار ژئوشیمیایی را شامل می شود از این تعداد، برگه هایی که قسمت اعظم آن در پهنه فوق قرار گرفته، به شرح زیر توضیح داده شده است.

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

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

ردیف	نام برگه	شماره برگه	تعداد آنالیز عنصری	تعداد نمونه	تعداد نمونه در محدوده
۱	اهر	۵۴۶۶	۴۴	۶۱۷	۸۳
۲	کلیبر	۵۴۶۷	۲۲	۶۱۴	۲۲
۳	سراب	۵۵۶۵	۲۱	۶۱۰	۳۲
۴	مشکین شهر	۵۵۶۶	۲۱	۶۲۸	۴۱۰
۵	لاهرود	۵۵۶۷	۲۲	۵۹۰	۵۴۵
۶	هشتجین	۵۶۶۴	۲۰	۷۶۸	۲۶۴
۷	گیوی	۵۶۶۵	۲۲	۷۱۴	۶۲۳
۸	ماسوله	۵۷۶۴	۲۲	۸۰۲	۴۰۲
۹	خلخال	۵۷۶۵	۱۵	۷۶۴	۱۹۴
۱۰	آستارا	۵۷۶۶	۲۲	۵۴۳	۱۶۳



نقشه پراکندگی نمونه‌های ژئوشیمیایی سیلت و کانی سنگین

شکل ۵-۱- پراکندگی نمونه‌های ژئوشیمیایی سیلت و کانی سنگین در استان اردبیل

۶-۵- بررسی آماری تک متغیره

در بررسی های ژئوشیمیایی به هر عنصر یا اکسید یا هر ترکیبی که آنالیز نمونه برای آن انجام می شود، متغیر گفته می شود. در مطالعات آماری تک متغیره پردازش روی مقادیر یک متغیر بدون در نظر گرفتن بقیه متغیرها صورت می گیرد. این مطالعات شامل محاسبه پارامترهای آماری، نرمال سازی، رسم نمودارها و پلاتها، تهیه جداول مقادیر (X+nS) برای داده ها و جدایش مقادیر خارج از رده می باشد.

۷-۵- محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده ها

دستیابی به پارامترهای آماری اولین گزینه ای است که به عنوان مهمترین و جامع ترین اطلاعات آماری فرآوری داده پردازان قرار می گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده ها حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه ها و تشابه یا تمایز آن با یک توزیع نرمال را به نمایش می گذارد. آماره های میانگین، میانه و مد میزان و چگونگی تمایل به مرکز داده را نشان می دهند. آماره های انحراف معیار و واریانس معرف نحوه پراکندگی و پردازش داده ها از میانگین می باشند. پارامترهای چولگی و کشیدگی که به ترتیب میزان تقارن حول میانگین و تیزی منحنی توزیع را نشان می دهد. در صورت نزدیک شدن به مقادیر صفر برای چولگی و ۳ برای کشیدگی حاکی از نزدیکی توزیع داده ها به توزیع نرمال می باشد. کلیه داده های خام پس از فایل بندی 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. از آن جایی که پهنه مورد نظر تعداد ۱۰ برگه یکصد هزار ژئوشیمیایی را شامل می شود از این تعداد، برگه هایی که قسمت اعظم آن در پهنه فوق قرار گرفته، به شرح زیر توضیح داده شده است.



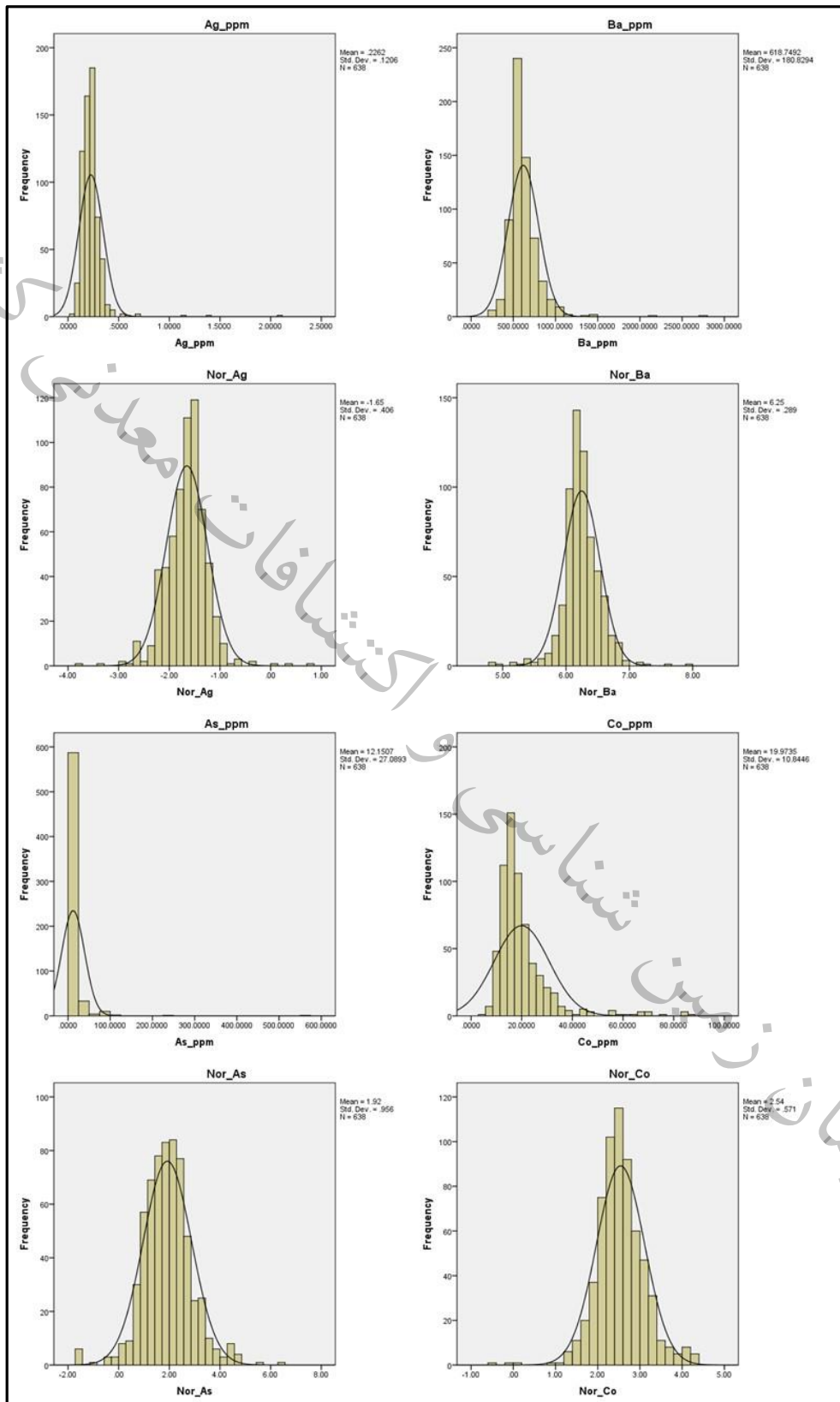
۱-۷-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ مشگین شهر (۵۵۶۶)

این برگه در بخش مرکزی استان واقع شده و شامل ۶۳۸ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۴۱۰ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۳ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۲۱ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است.
Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Pb, Zn

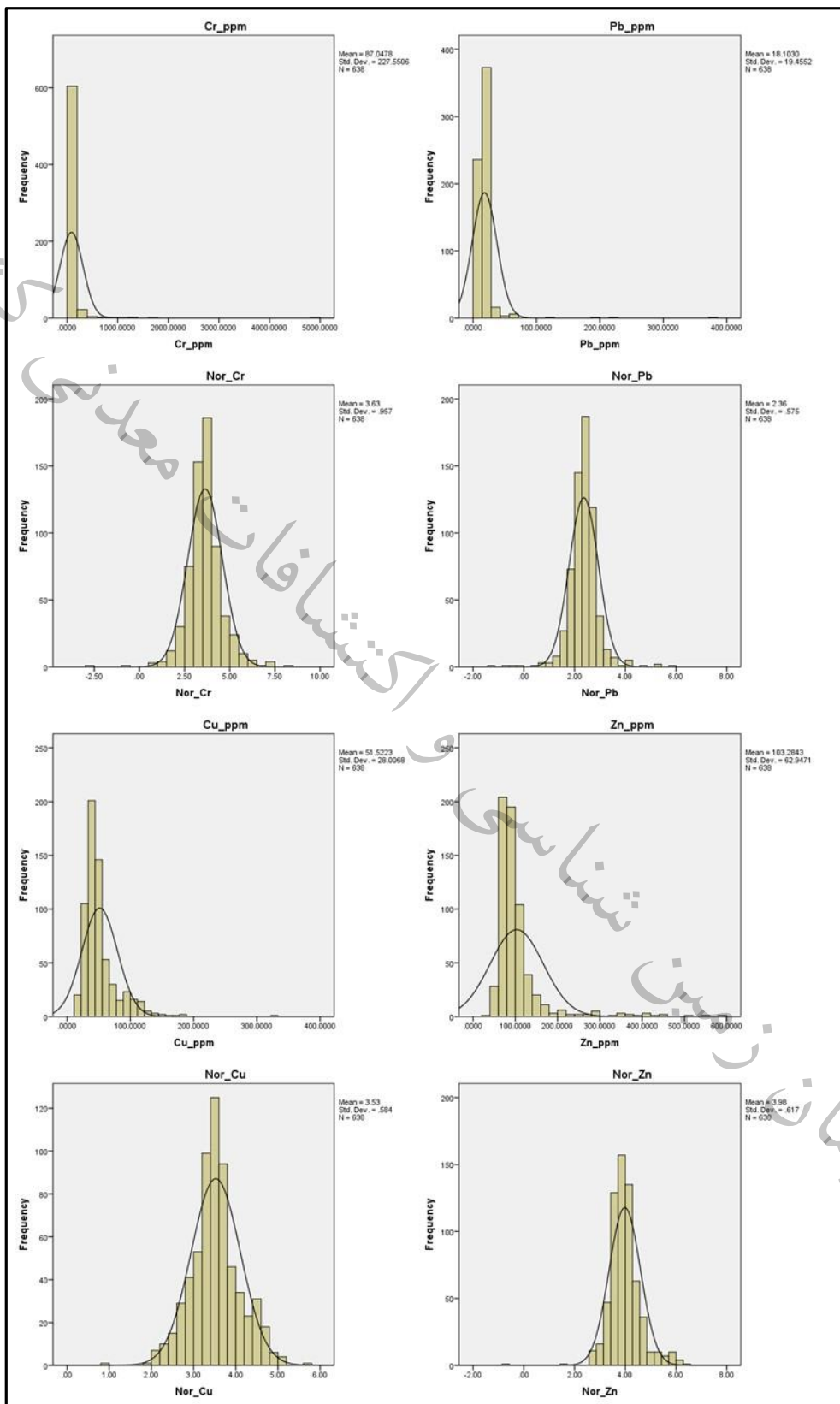
جدول ۲-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه مشگین شهر را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل ۵-۱ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۲۷۶ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که ۱۸۴ نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های کانی‌های گروه سینابر و آرسنیک (سینابر)، گروه سرب و روی (سروزیت، گالن)، گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (هماتیت، لیمونیت، مگنتیت)، گروه پیریت (پیریت و پیریت‌اکسید)، گروه دگرگونی (آمفیبول، اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (ایلمنیت، آناتاز، آپاتیت)، گروه کربنات سولفات و فسفات (باریت) قابل تشخیص بوده اند.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	638	0.226	0.220	0.121	8.029	104.672	0.040	2.080
Nor_Ag	638	-1.653	-1.595	0.406	0.037	4.475	-3.772	0.724
As_ppm	638	12.151	7.100	27.089	13.848	255.355	0.525	552.000
Nor_As	638	1.923	1.918	0.956	0.129	2.059	-1.470	6.313
Ba_ppm	638	618.7	586.0	180.8	4.215	40.223	209.0	2790.0
Nor_Ba	638	6.246	6.227	0.289	-0.042	4.994	4.860	7.905
Co_ppm	638	19.974	17.150	10.845	3.101	12.663	5.500	86.300
Nor_Co	638	2.541	2.506	0.571	-0.013	2.899	-0.511	4.399
Cr_ppm	638	87.048	52.500	227.6	15.593	302.027	15.5	4820.0
Nor_Cr	638	3.634	3.613	0.957	0.116	5.158	-2.526	8.477
Cu_ppm	638	51.522	44.000	28.0	2.914	16.393	13.500	323.000
Nor_Cu	638	3.526	3.497	0.584	0.081	0.892	0.916	5.743
Pb_ppm	638	18.103	15.700	19.5	12.948	206.017	5.2	375.0
Nor_Pb	638	2.365	2.380	0.6	-0.001	9.486	-1.204	5.914
Zn_ppm	638	103.284	87.000	62.9	4.055	19.998	36.900	585.000
Nor_Zn	638	3.982	3.924	0.617	0.131	6.742	-0.693	6.307



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



ادامه شکل ۵-۲- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cr, Cu, Pb, Zn

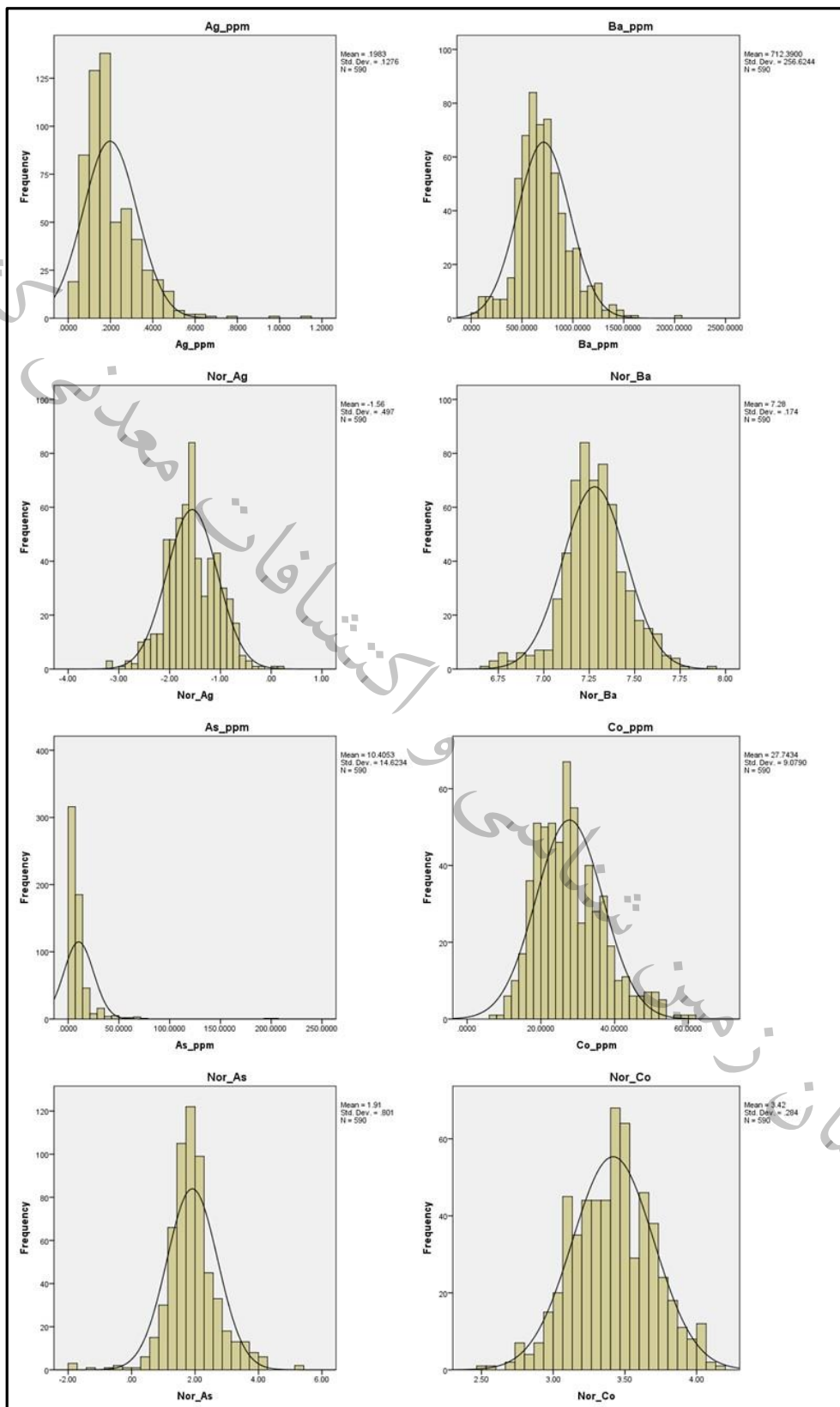
۲-۷-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ لاهرود (۵۵۶۷)

این برگه در بخش مرکزی استان واقع شده و دارای ۵۹۰ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۵۴۵ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۲ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۲۲ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Pb, Zn

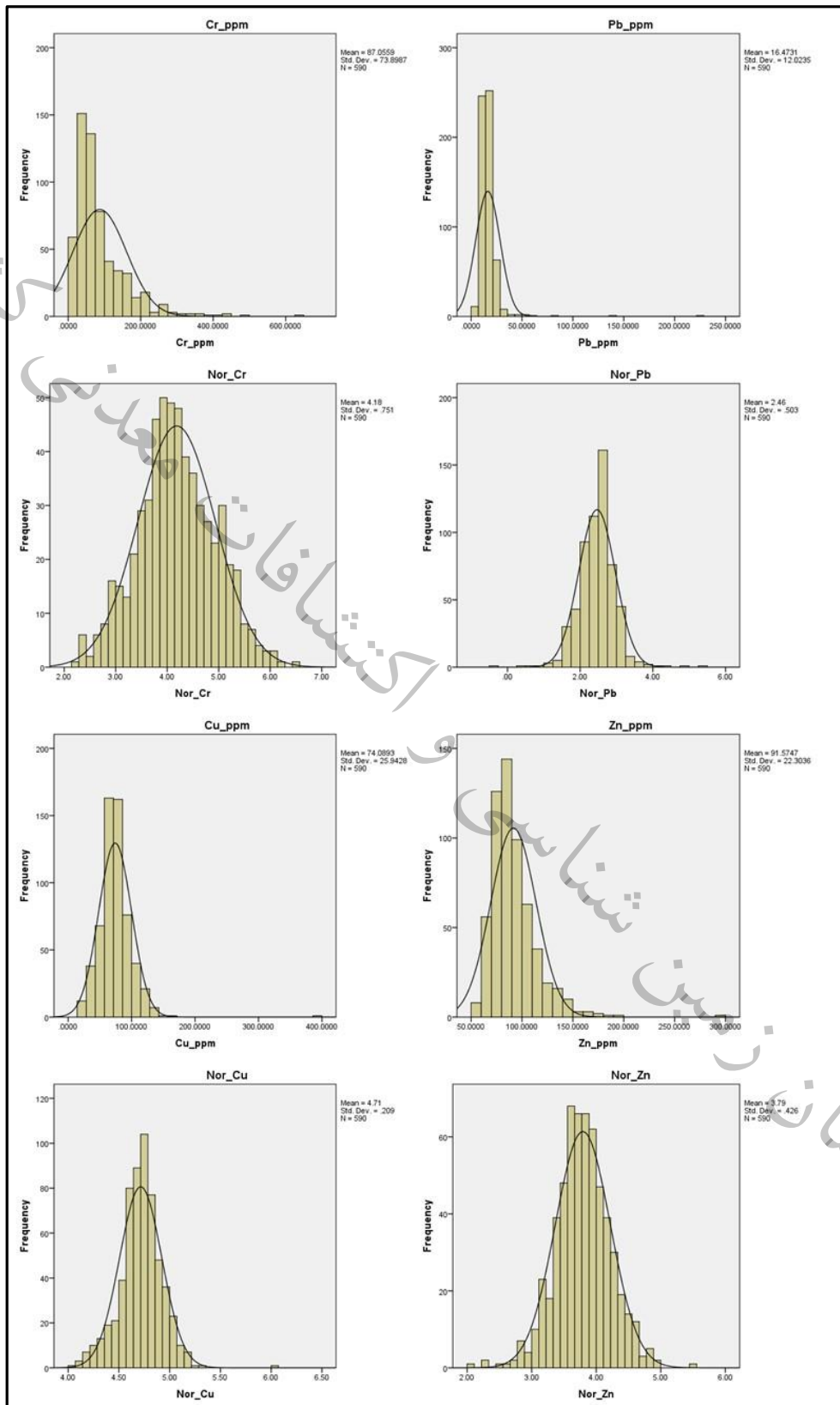
جدول ۳-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه لاهرود را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل ۲-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	590	0.198	0.160	0.128	1.910	7.261	0.001	1.110
Nor_Ag	590	-1.558	-1.609	0.497	-0.009	0.284	-3.194	0.140
As_ppm	590	10.405	6.900	14.623	8.207	94.525	0.700	204.000
Nor_As	590	1.915	1.847	0.801	-0.039	4.174	-1.966	5.315
Ba_ppm	590	712.4	685.0	256.6	0.633	1.792	47.1000	2070.000
Nor_Ba	590	7.280	7.276	0.174	-0.184	1.213	6.693	7.948
Co_ppm	590	27.743	26.600	9.079	0.722	0.464	7.800	60.900
Nor_Co	590	3.418	3.421	0.284	-0.055	-0.078	2.468	4.173
Cr_ppm	590	87.056	63.000	73.9	2.476	9.532	9.000	642.000
Nor_Cr	590	4.184	4.143	0.751	0.050	-0.185	2.197	6.465
Cu_ppm	590	74.089	72.350	25.9	3.338	37.704	18.000	392.000
Nor_Cu	590	4.715	4.722	0.209	0.126	3.160	4.060	6.068
Pb_ppm	590	16.473	15.100	12.0	10.983	167.276	3.600	223.000
Nor_Pb	590	2.465	2.501	0.5	0.037	4.977	-0.357	5.394
Zn_ppm	590	91.575	86.950	22.3	2.192	11.866	51.200	291.000
Nor_Zn	590	3.792	3.783	0.426	-0.096	0.969	2.104	5.513



شکل ۵-۳- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co



ادامه شکل ۵-۳- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Cr, Cu, Pb, Zn



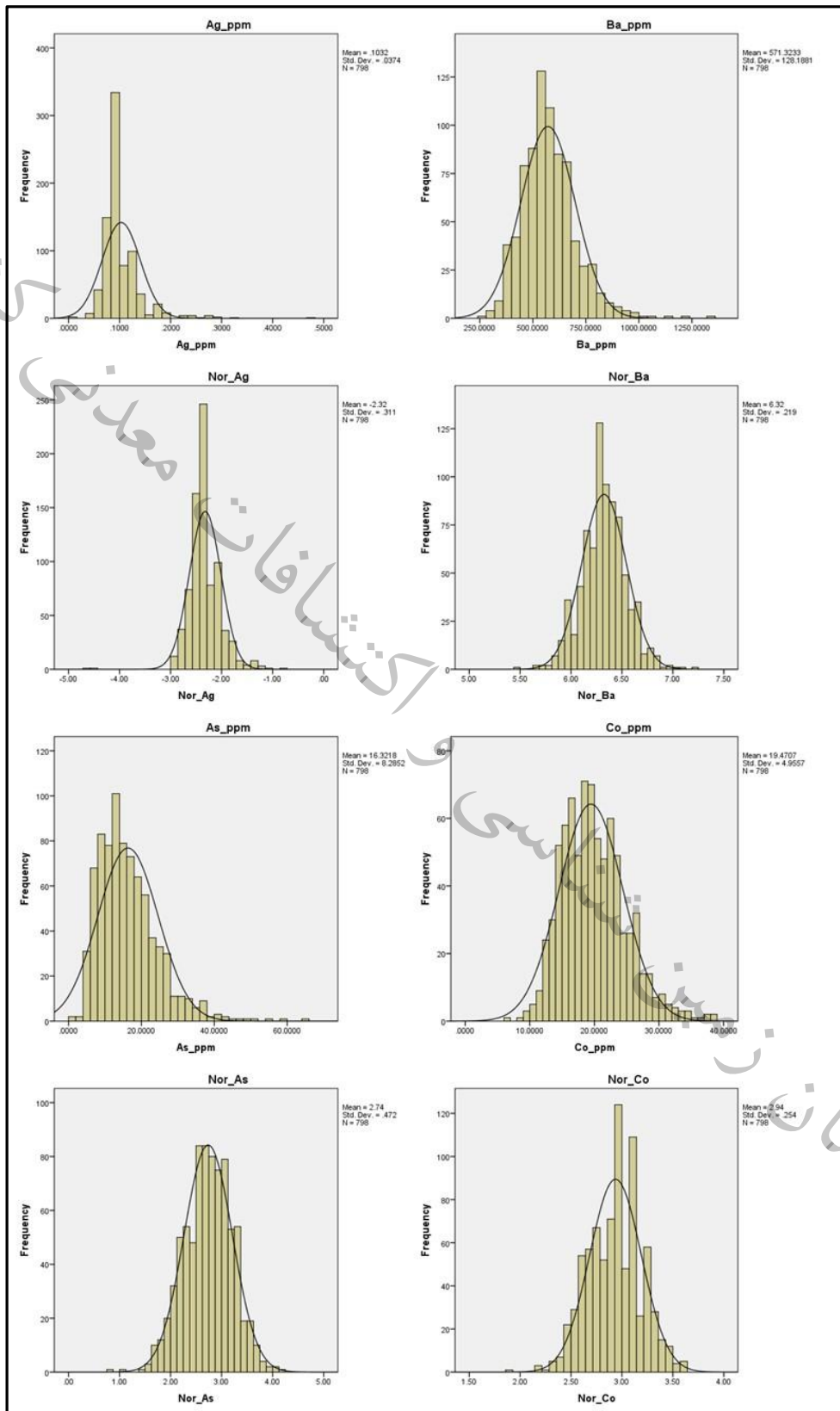
۳-۷-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ هشتجین (۵۶۶۴)

این برگه در بخش جنوبی استان واقع شده است و شامل ۷۹۸ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۲۶۴ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۷ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۴۸ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Pb, Zn

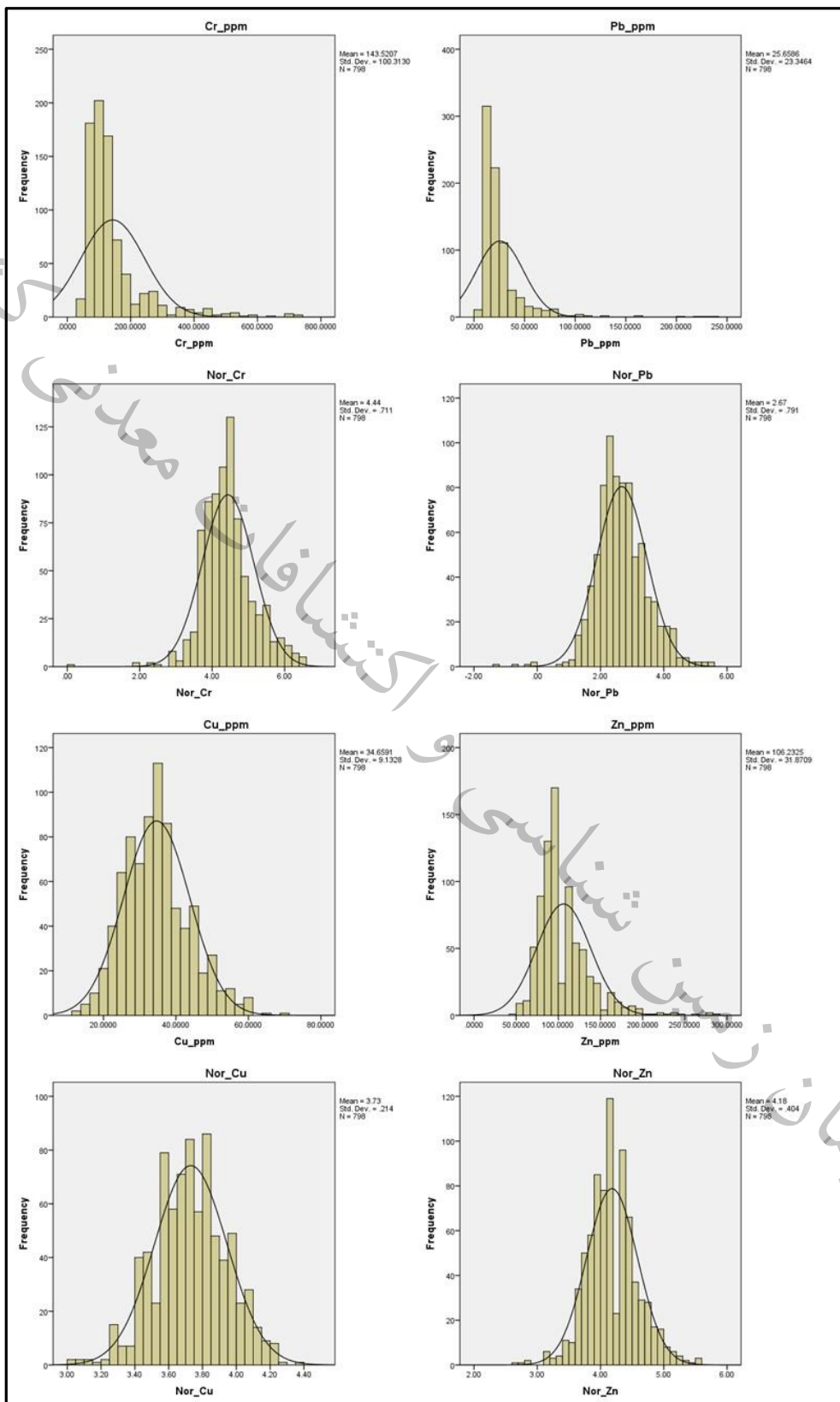
جدول ۴-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه هشتجین را نمایش می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. در شکل ۳-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	798	0.103	0.096	0.037	3.134	18.831	0.010	0.480
Nor_Ag	798	-2.321	-2.343	0.311	-0.111	8.117	-4.605	-0.734
As_ppm	798	16.322	14.700	8.285	1.376	3.444	1.400	65.600
Nor_As	798	2.738	2.747	0.472	-0.166	0.125	0.833	4.197
Ba_ppm	798	571.3	560.0	128.2	0.990	2.887	240	1340
Nor_Ba	798	6.324	6.328	0.219	0.020	0.703	5.481	7.200
Co_ppm	798	19.471	19	4.956	0.645	0.584	6.600	38
Nor_Co	798	2.937	2.944	0.254	-0.118	0.111	1.887	3.638
Cr_ppm	798	143.521	113	100.3	2.802	9.652	34	740
Nor_Cr	798	4.436	4.383	0.711	0.087	2.168	0.095	6.561
Cu_ppm	798	34.659	34	9.1	0.501	0.225	12.500	70
Nor_Cu	798	3.730	3.738	0.214	-0.118	0.020	3.020	4.357
Pb_ppm	798	25.659	18.500	23.3	4.507	29.341	5.500	240
Nor_Pb	798	2.672	2.585	0.8	0.151	1.843	-1.347	5.459
Zn_ppm	798	106.232	98	31.9	1.856	5.508	49	290
Nor_Zn	798	4.182	4.143	0.404	0.153	0.863	2.639	5.541



شکل ۴-۵- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co



ادامه شکل ۵-۴- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cr, Cu, Pb, Zn

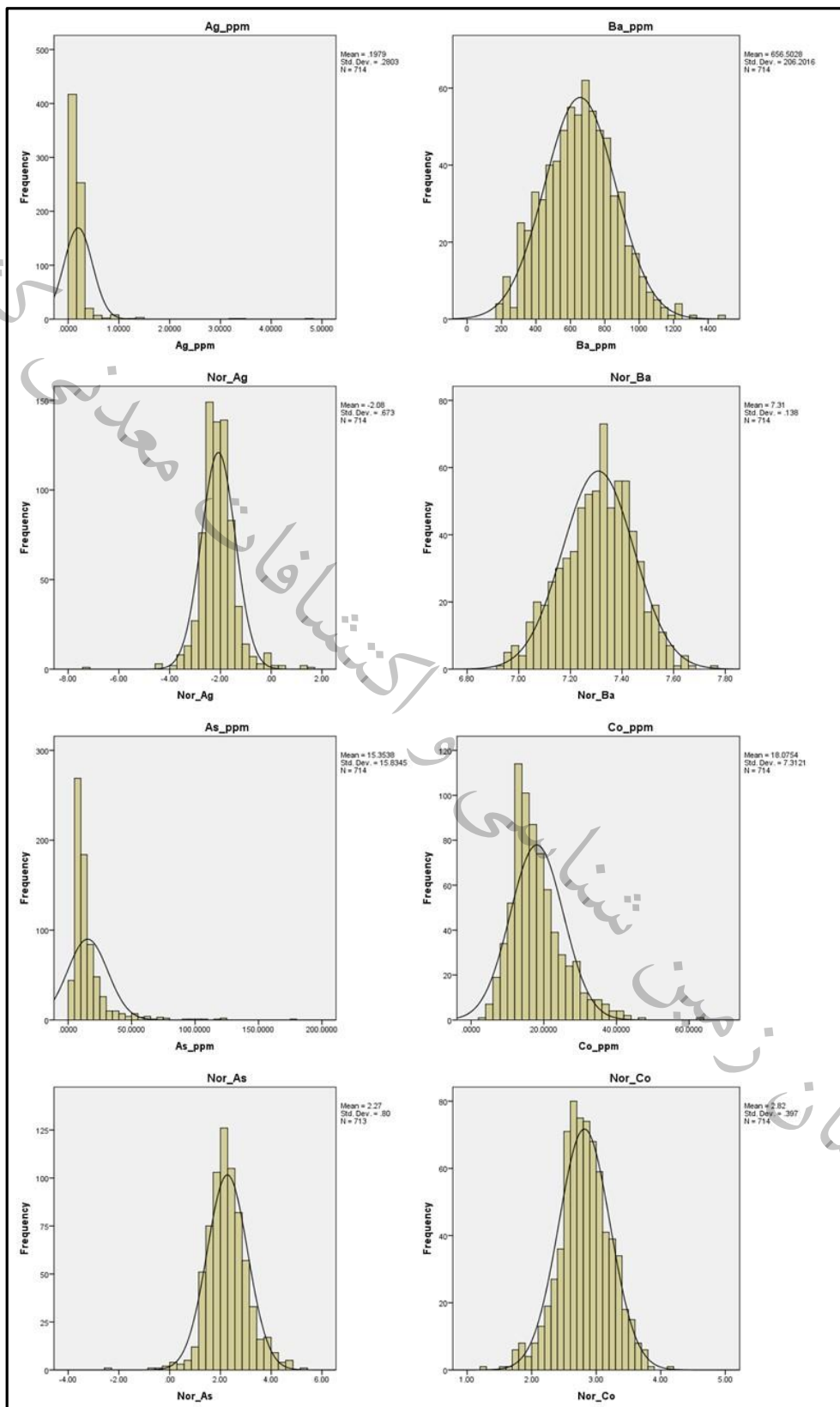
۴-۷-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گیوی (۵۶۶۵)

این برگه در بخش جنوبی استان واقع شده و شامل ۷۱۴ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۶۲۳ نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. از تعداد ۲۲ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Pb, Zn

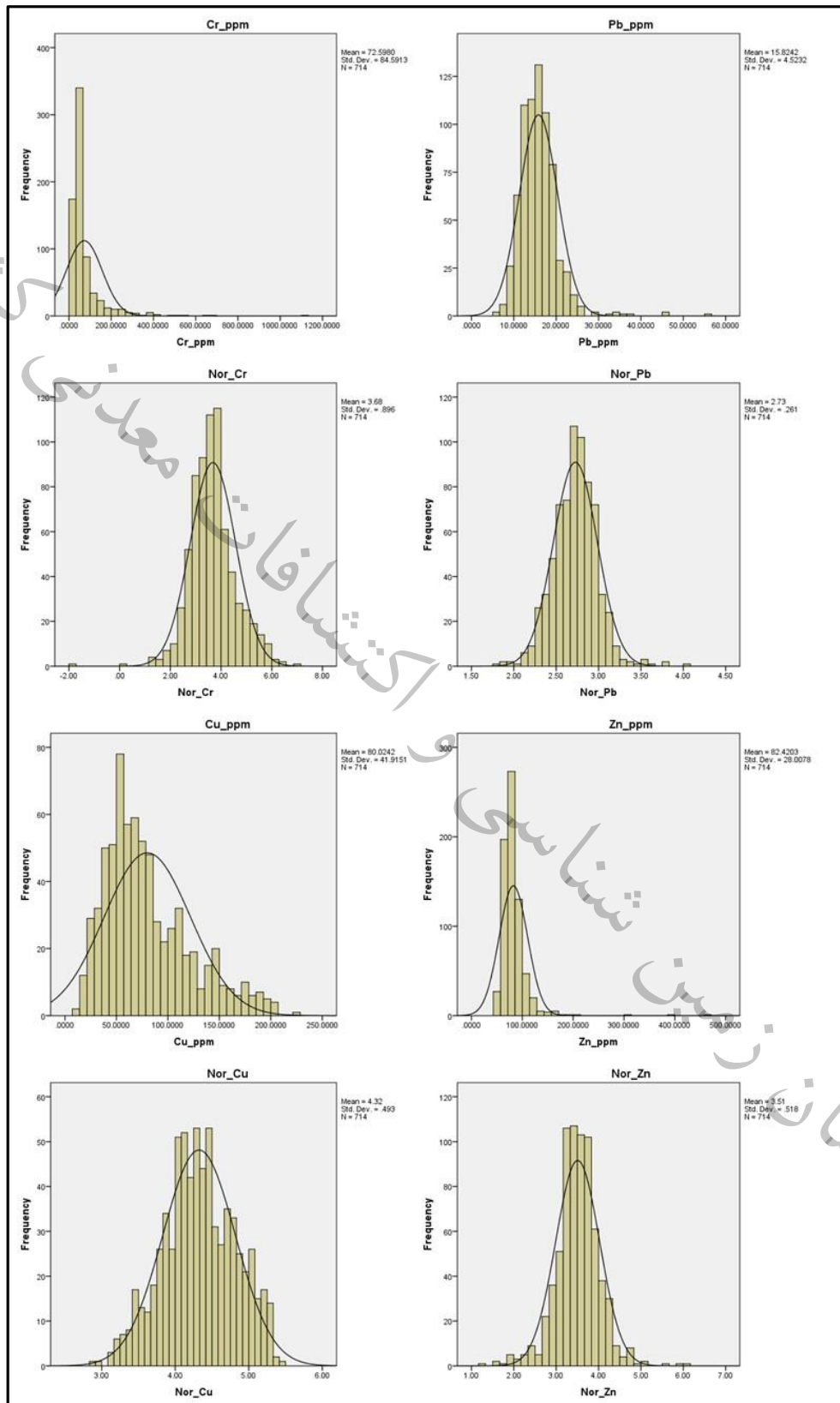
جدول ۵-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه گیوی را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. در شکل ۴-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	714	0.198	0.150	0.280	10.844	147.199	0.030	4.800
Nor_Ag	714	-2.081	-2.115	0.673	0.098	9.181	-7.419	1.562
As_ppm	714	15.354	10.850	15.835	4.355	26.931	1.600	175.000
Nor_As	713	2.275	2.230	0.800	0.044	2.306	-2.303	5.156
Ba_ppm	714	656.5	661.0	206.2	0.195	-0.005	169.0000	1480.000
Nor_Ba	714	7.308	7.321	0.138	-0.179	-0.212	6.927	7.754
Co_ppm	714	18.075	16.650	7.312	1.203	2.545	3.500	62.200
Nor_Co	714	2.817	2.812	0.397	-0.177	0.503	1.253	4.130
Cr_ppm	714	72.598	48.000	84.6	5.182	41.827	11.000	1100.000
Nor_Cr	714	3.678	3.615	0.896	0.065	2.595	-1.833	6.993
Cu_ppm	714	80.024	70.000	41.9	0.939	0.323	13.000	222.000
Nor_Cu	714	4.324	4.317	0.493	-0.098	-0.411	2.890	5.425
Pb_ppm	714	15.824	15.400	4.5	2.365	14.537	5.900	56.200
Nor_Pb	714	2.727	2.734	0.3	0.197	1.922	1.775	4.029
Zn_ppm	714	82.420	77.400	28.0	6.994	78.664	47.300	468.000
Nor_Zn	714	3.507	3.509	0.518	-0.093	2.983	1.194	6.050



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



ادامه شکل ۵-۵- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Cr, Cu, Pb, Zn



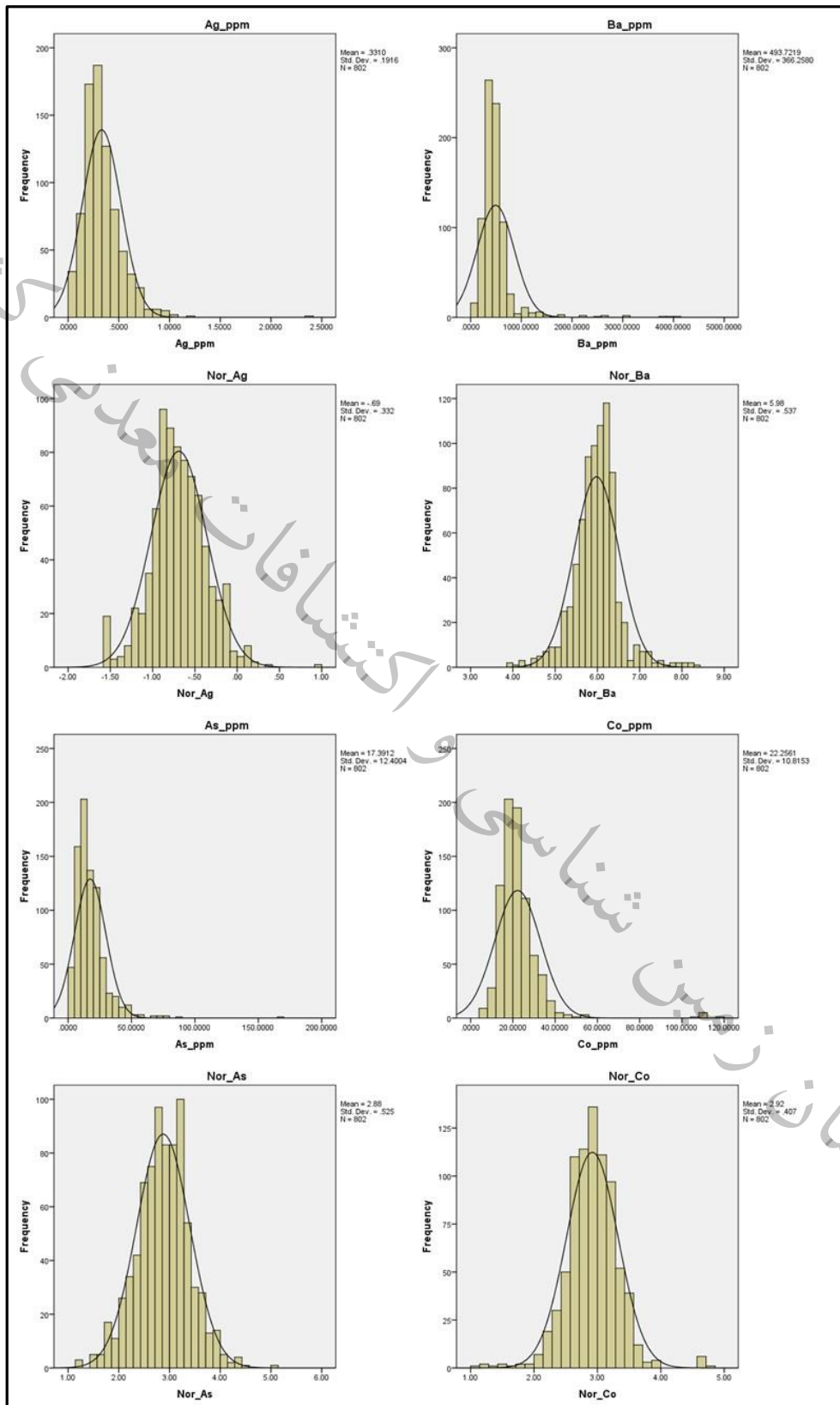
۵-۷-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ ماسوله (۵۷۶۴)

این برگه در بخش جنوبی استان واقع شده و شامل ۸۰۲ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۴۰۲ نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۲ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۲۲ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است.
Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Pb, Zn

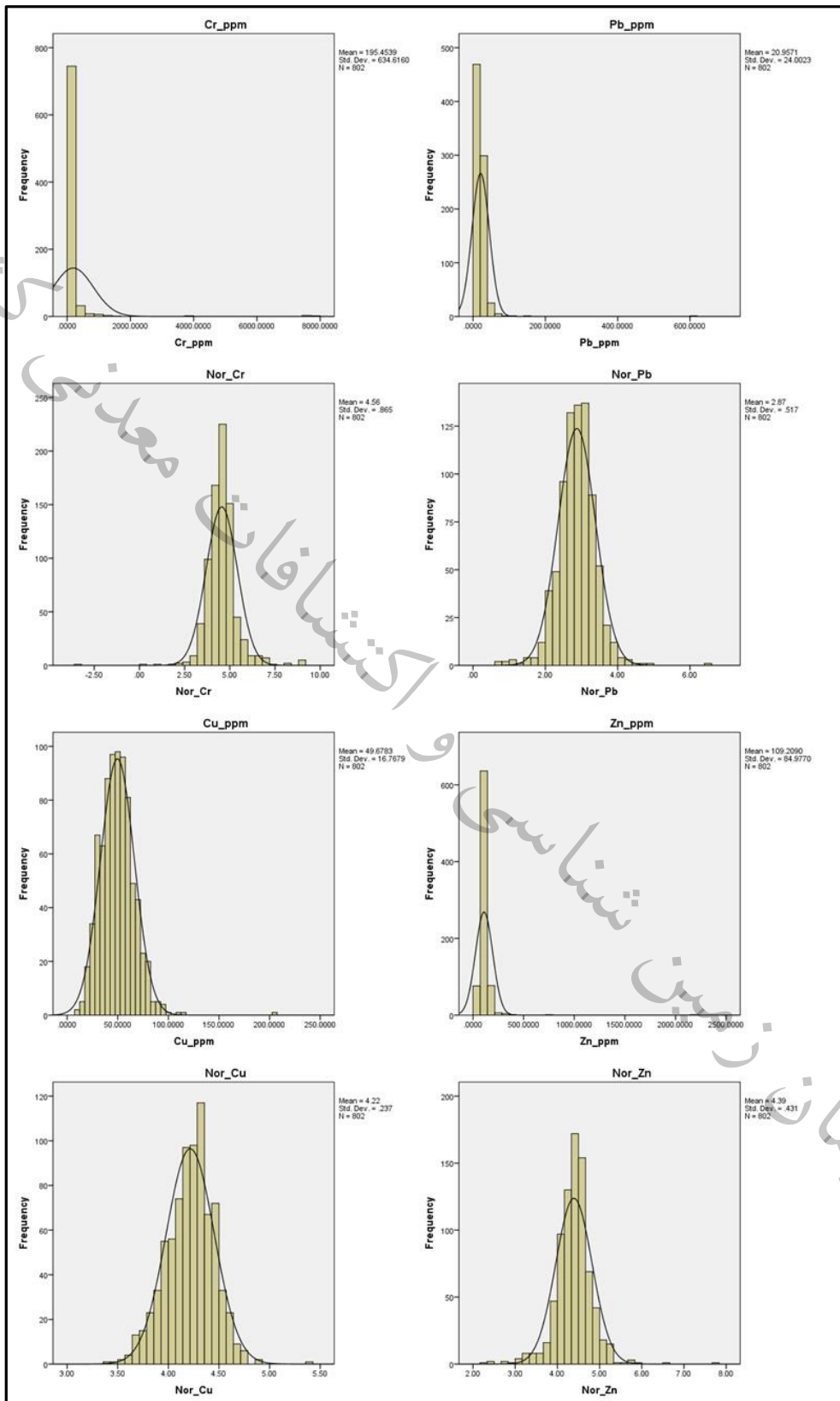
جدول ۵-۶ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه ماسوله را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل ۵-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۹۶ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که ۴۸ نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های کانی‌های گروه سینابر و آرسنیک (سینابر)، گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (هماتیت، لیمونیت، مگنتیت)، گروه مس و مولیبدن (مالاکیت)، گروه پیریت (پیریت)، گروه دگرگونی (آمفیبول، اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (آپاتیت)، گروه کربنات سولفات و فسفات (باریت) قابل تشخیص بوده اند.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	802	0.331	0.295	0.192	2.325	16.446	0.015	2.360
Nor_Ag	802	-0.689	-0.703	0.332	0.099	0.844	-1.537	0.940
As_ppm	802	17	15	12.400	3.534	29	0.375	166
Nor_As	802	2.875	2.885	0.525	0.008	0.561	1.216	5.130
Ba_ppm	802	493.7	435.0	366.3	5.373	40	81	4120
Nor_Ba	802	5.979	6.004	0.537	0.177	3.008	3.932	8.316
Co_ppm	802	22	21	10.815	4.866	36.207	4.800	116
Nor_Co	802	2.920	2.923	0.407	0.143	3.806	1.030	4.736
Cr_ppm	802	195	108	634.6	10.647	119.672	15	7860
Nor_Cr	802	4.555	4.533	0.865	0.068	13.497	-3.219	8.968
Cu_ppm	802	50	50	16.8	1.304	9.304	10	207
Nor_Cu	802	4.216	4.248	0.237	-0.147	0.685	3.401	5.425
Pb_ppm	802	21	18	24.0	19.712	483	2.400	619
Nor_Pb	802	2.871	2.885	0.5	0.126	4.247	0.742	6.428
Zn_ppm	802	109	100	85.0	18.861	446	29	2180
Nor_Zn	802	4.392	4.394	0.431	0.100	7.334	2.303	7.678



شکل ۵-۶- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co



ادامه شکل ۵-۶- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cr, Cu, Pb, Zn

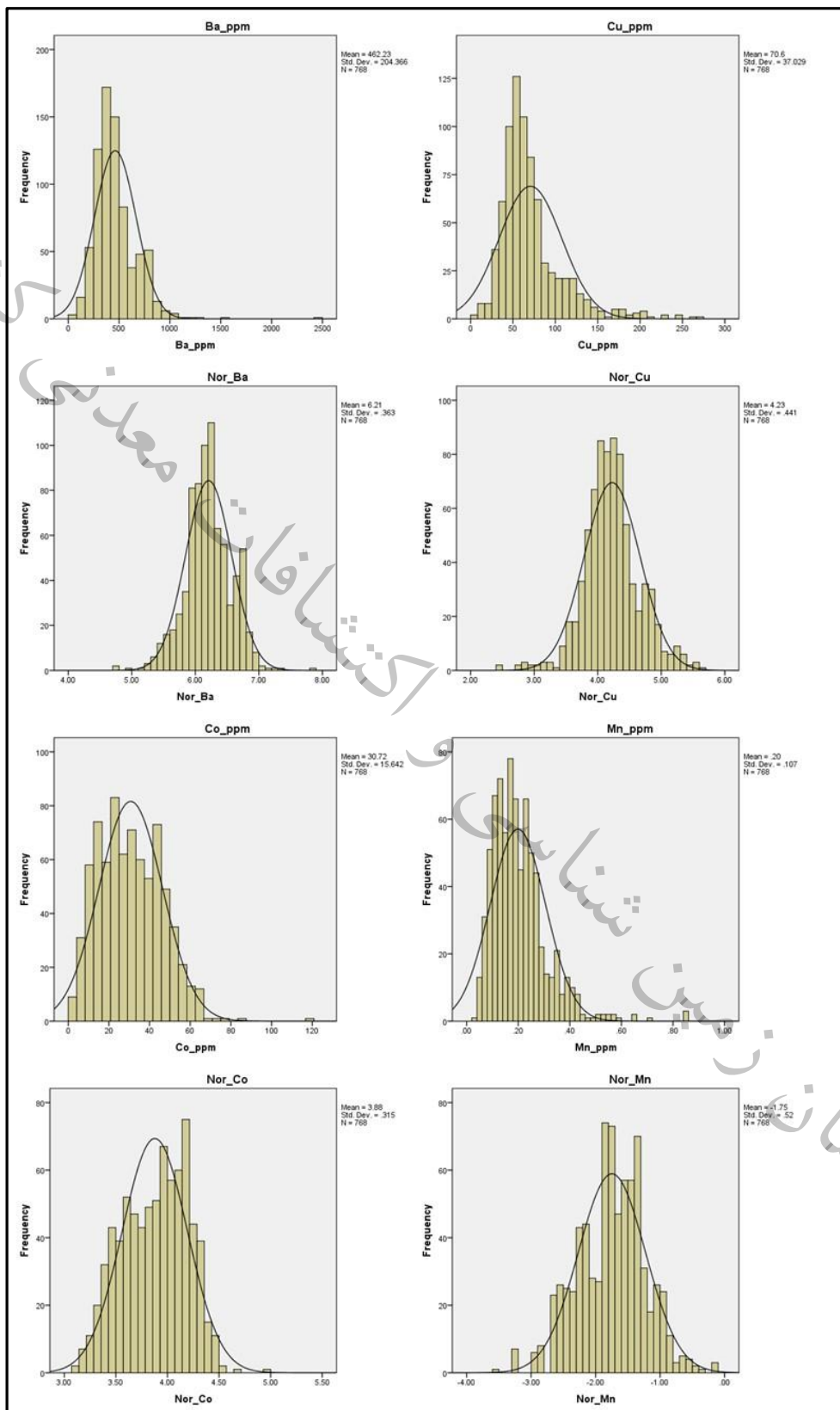
۶-۷-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ خلخال (۵۷۶۵)

این برگه در بخش جنوب شرقی استان واقع شده و شامل ۷۶۴ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۱۹۴ نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۷۷ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۱۵ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. Ba, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn

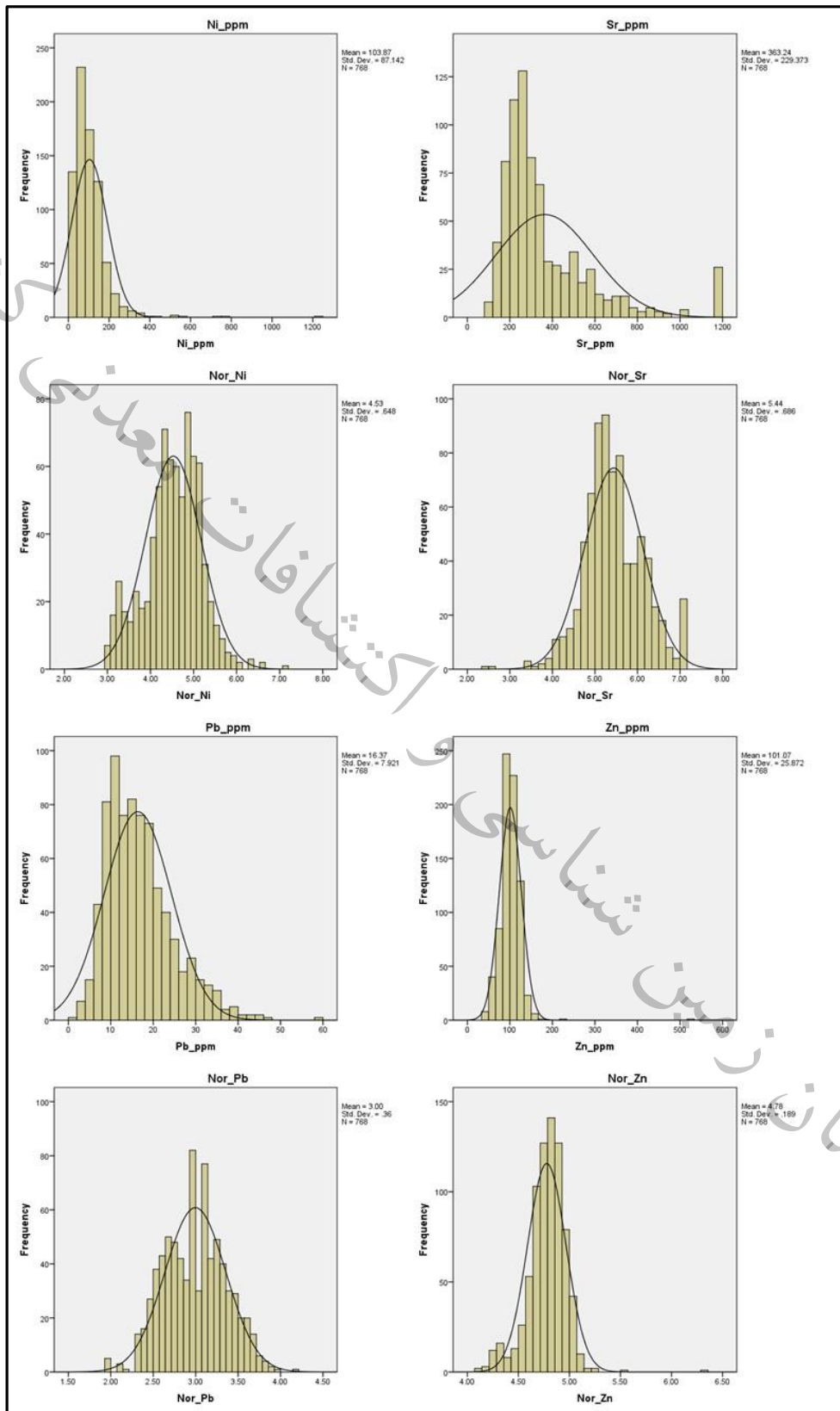
جدول ۵-۷ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه خلخال را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل ۵-۶ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۸۸ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که ۳۹ نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های کانی‌های گروه سینابر و آرسنیک (سینابر)، گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (هماتیت، لیمونیت، مگنتیت)، گروه مس (آزوریت، ملاکیت)، گروه پیریت (پیریت و پیریت‌اکسید)، گروه دگرگونی (آمفیبول، اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (ایلمنیت، آناتاز، آپاتیت)، گروه کربنات سولفات و فسفات (باریت) قابل تشخیص بوده اند.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ba_ppm	768	462	425	204	2.074	13	46	2494
Nor_Ba	768	6.209	6.203	0.363	-0.106	1.017	4.745	7.849
Co_ppm	768	31	30	16	0.521	1	2.900	120
Nor_Co	768	4	3.912	0.315	-0.189	-0.682	3.131	4.942
Cu_ppm	768	70.6	62.0	37.0	1.920	5	7	273
Nor_Cu	768	4	4.205	0.441	0.044	1	2.468	5.628
Mn_ppm	768	0	0	0.107	1.810	6.281	0.030	1
Nor_Mn	768	-1.747	-1.715	0.520	-0.181	0.200	-3.507	-0.163
Ni_ppm	768	104	86	87.1	4.687	44	9	1214
Nor_Ni	768	5	4.564	0.648	-0.161	0.246	2.944	7.110
Pb_ppm	768	16	15	7.9	1.036	1.478	2	58
Nor_Pb	768	2.997	2.996	0.360	0.023	-0.133	1.932	4.143
Sr_ppm	768	363	285	229	2.003	4	82	1198
Nor_Sr	768	5	5	0.7	0.044	0.657	2.485	7.028
Zn_ppm	768	101	101	25.9	6.021	100	40	532
Nor_Zn	768	4.778	4.796	0.189	-0.023	6.519	4.094	6.314



شکل ۵-۷- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Ba, Co, Cu, Mn



ادامه شکل ۵-۷- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ni, Pb, Sr, Zn



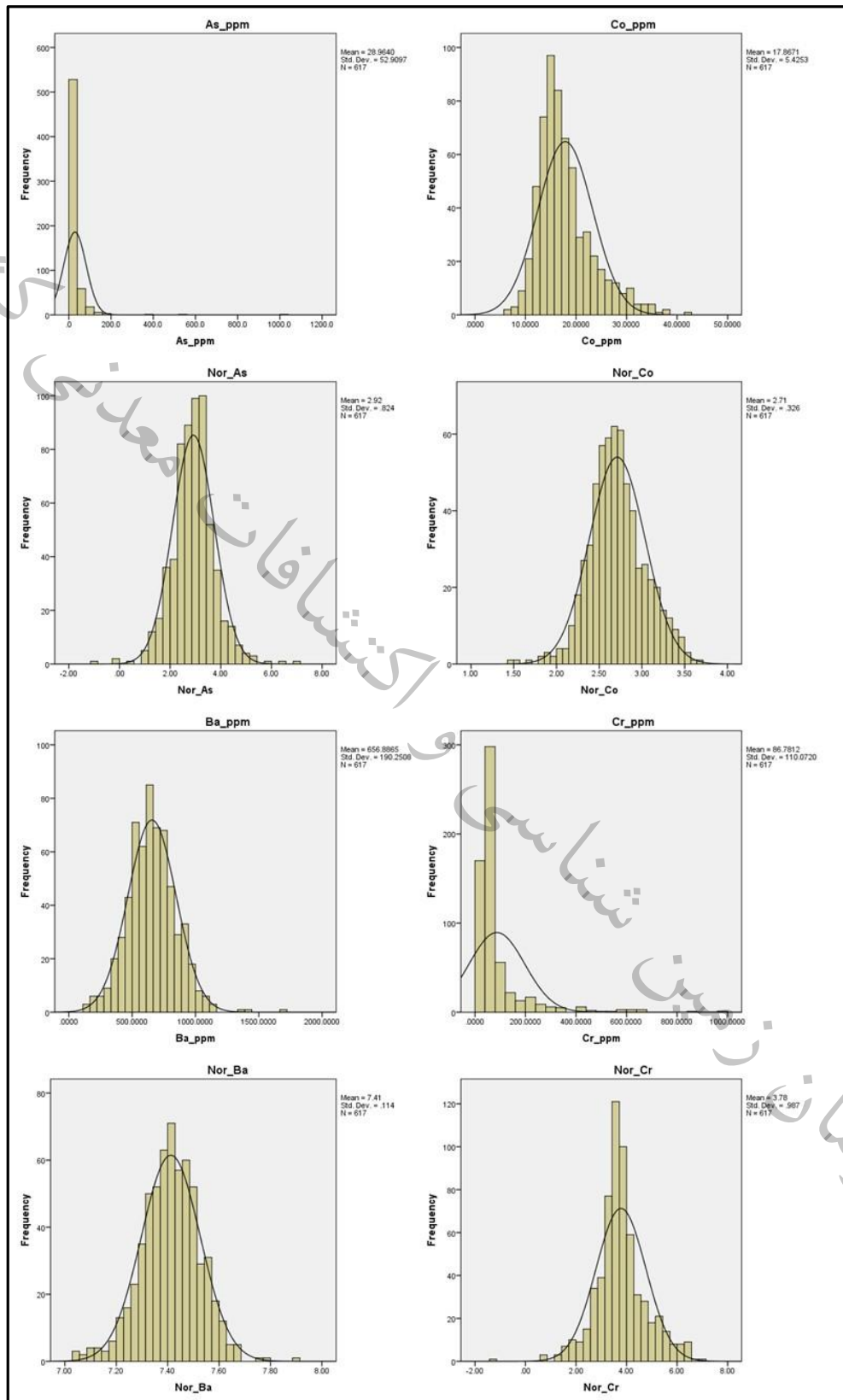
۷-۷-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ (۵۴۶۶)

این برگه در بخش غربی استان واقع شده و شامل ۶۱۷ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۸۳ نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۳ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۴۴ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است.
As, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn

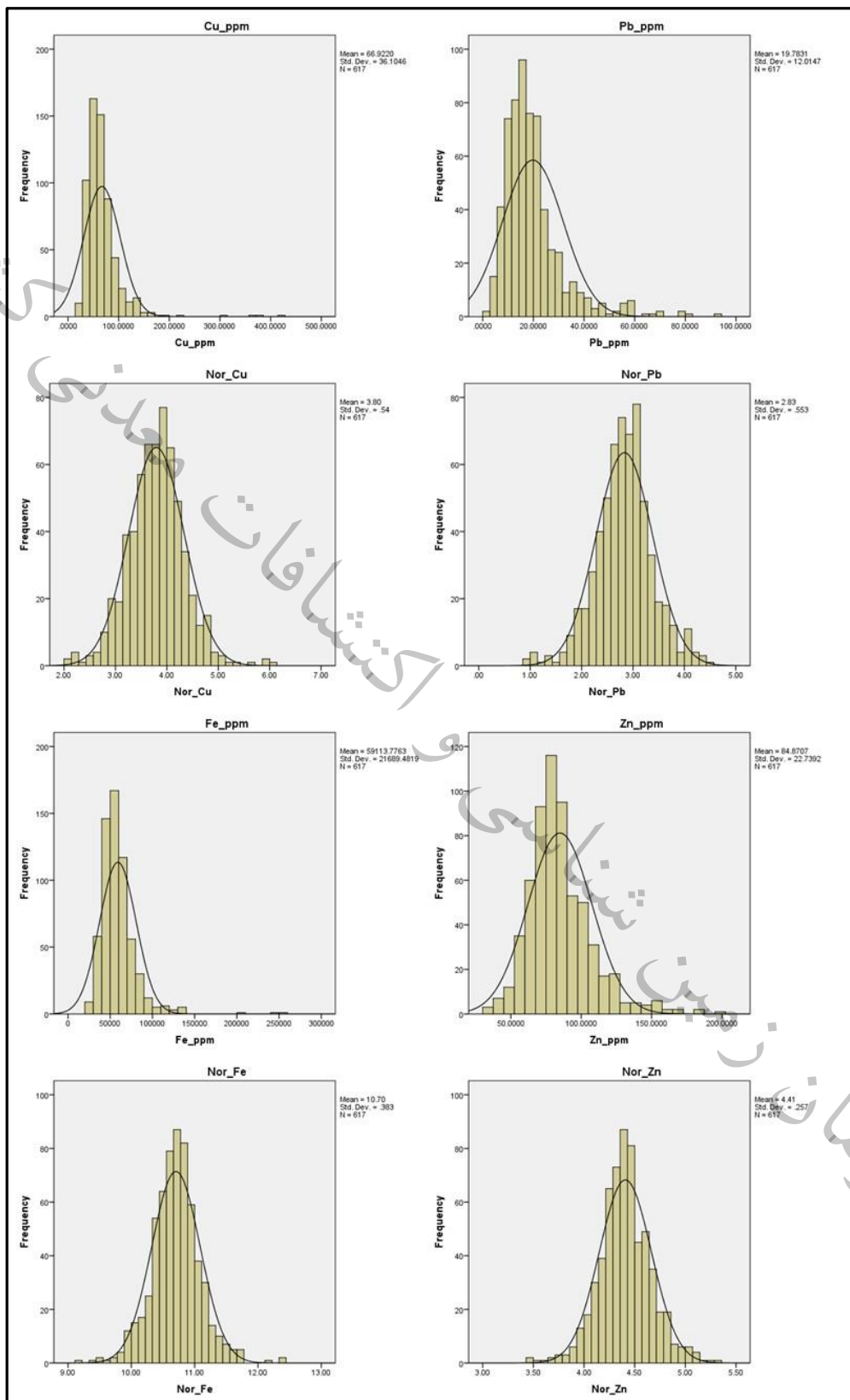
جدول ۵-۸ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه اهر را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل ۵-۷ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۲۰۳ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که ۳۲ نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های کانی‌های گروه سینابر و آرسنیک (سینابر)، گروه سرب و روی (گالن)، گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (هماتیت، لیمونیت، مگنتیت)، گروه مس (آزوریت، مالاکیت)، گروه پیریت (پیریت و پیریت‌اکسید)، گروه دگرگونی (آمفیبول، اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (آناتاز، آپاتیت)، گروه کربنات سولفات و فسفات (سلسستین و باریت) قابل تشخیص بوده‌اند.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
As_ppm	617	29	19.800	53	12.762	211	1.500	1010
Nor_As	617	2.919	2.929	0.824	0.146	2.413	-0.916	6.917
Ba_ppm	617	657	652	190	0.356	1.521	131	1670
Nor_Ba	617	7.412	7.416	0.114	-0.156	0.872	7.040	7.894
Co_ppm	617	17.9	16.7	5.4	1.158	1.586	6.2	41.5
Nor_Co	617	2.711	3	0.326	0.086	0.541	1.435	3.676
Cr_ppm	617	87	52	110	3.856	18.167	12	964
Nor_Cr	617	3.778	3.696	0.987	0.124	1.718	-1.204	6.859
Cu_ppm	617	67	60.400	36.1	4.541	34	22.5	420.0
Nor_Cu	617	3.796	3.816	0.540	0.111	1.254	2.015	6.004
Fe_ppm	617	59114	56100	21689	3.378	23	20800	256000
Nor_Fe	617	10.705	10.717	0.383	0.146	1.915	9.190	12.409
Pb_ppm	617	19.783	17.100	12.0	2.154	6.755	2.4	91.9
Nor_Pb	617	2.833	2.839	0.6	-0.156	0.967	0.875	4.521
Zn_ppm	617	85	81.500	22.7	1.227	3.105	32	202
Nor_Zn	617	4.408	4.401	0.257	0.017	1.228	3.459	5.308



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



ادامه شکل ۵-۸- نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر Cu, Fe, Pb, Zn

۸-۵- جدایش ناهنجاری های ژئوشیمیایی براساس میانه و انحراف معیار $X + nS$

یکی از چالش های اکتشافات معدنی، جداسازی و آشکارسازی مقادیر ناهنجر از زمینه و تشخیص ناهنجاری های کاذب و تصادفی از ناهنجاری های واقعی است. برای جدایش مقادیر ناهنجر می توان از تکنیک های بسیار متنوع آماری که در کتب رفرنس و مقالات ارائه شده است و یا از روش های مبتنی بر توزیع فضایی داده ها یا حوضه تأثیر نمونه در محیط نمونه برداری استفاده نمود. برای تعیین آنومالی های واقعی از کاذب هم بهترین روش استفاده از تکنیک ها و روش های چند متغیره است تا نمونه ها و مناطق ناهنجر با استفاده از چندین عامل معرفی و تایید شوند و در صورت عدم تأیید پارامترهای مختلف برای معرفی یک نمونه یا یک منطقه، آن نمونه یا آن محدوده حذف شده و یا از اولویت کمتری در مراحل بعدی اکتشاف برخوردار خواهند شد. در مراحل پیجویی یا اکتشافات کوچک مقیاس به دلیل مساحت بالای تحت پوشش یک نمونه و ترقیق شدید ناهنجاری به دلیل اختلاط بالای عوامل سنگ ساز، بایستی به مقادیر ناهنجر (حتی تک نمونه ها) توجه لازم را داشت تا با بی توجهی و عدم پالایش درست نمونه ها، حوضه هایی که پتانسیل تبدیل شدن به یک معدن را می توانند داشته باشند، حذف نشوند. از مقادیر زمینه برای تعیین حد آستانه ای استفاده می شود. طبق نظر هاکس و وب (Hawkes and Webb) و لپلتیه (Lepeltier) زمینه را می توان مقدار میانگین داده های ژئوشیمیایی در نظر گرفت. در توابع توزیع غیرنرمال می توان مقدار میانه را برای این منظور در نظر گرفت. در این پروژه از پارامتر میانه جهت محاسبه حدود ناهنجاری ها استفاده گردیده است. لازم به یادآوری است که زمینه یک مقدار مشخص نبوده بلکه دامنه ای از مقادیر را شامل می شود. برای تعیین حد آستانه ای نیاز به پارامتر دیگری به نام انحراف معیار است. طبق تجزیه و تحلیل های آماری در یک توزیع نرمال حدود ۸۴ درصد از داده ها شامل $X + S$ و ۹۷/۵٪ از داده ها شامل $X + 2S$ و بالاخره ۹۹/۵٪ درصد از داده ها شامل $X + 3S$ می شوند. در مطالعات ژئوشیمیایی معمولاً محدوده $X + 2S$ را برای تعیین حد آستانه ای انتخاب می کنند. به عبارت دیگر مقادیر بزرگتر از $X + 2S$ به عنوان ناهنجاری مورد توجه قرار می گیرند. هاوکس و وب خاطر نشان ساختند که مقادیر بین $X + 2S$ و $X + 3S$ می توانند به عنوان ناهنجاری های ممکن (Possible Anomaly) و مقادیر بزرگتر از $X + 3S$ به عنوان ناهنجاری های احتمالی (Probable Anomaly) طبقه بندی شوند. در این پروژه از این روش به لحاظ سادگی و کارایی آن جهت جدایش ناهنجاری های عناصر مختلف استفاده گردیده است. بنابر آنچه که در مطالب بالا بیان شد، حدود ناهنجاری های 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 آستانه ای

مقادیر بین $X + 2S$ و $X + 3S$ به عنوان حد ناهنجاری ممکن

مقادیر بیش از $X + 3S$ به عنوان حد ناهنجاری احتمالی



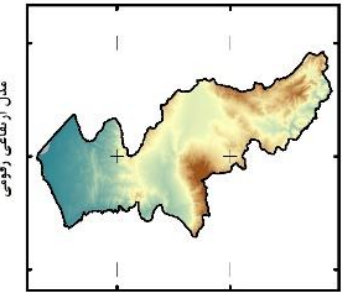
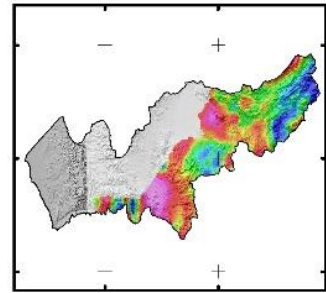
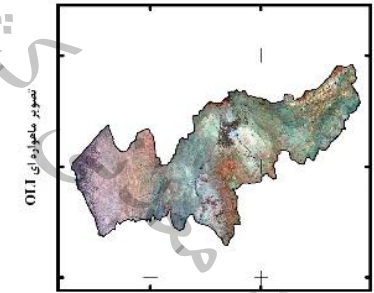
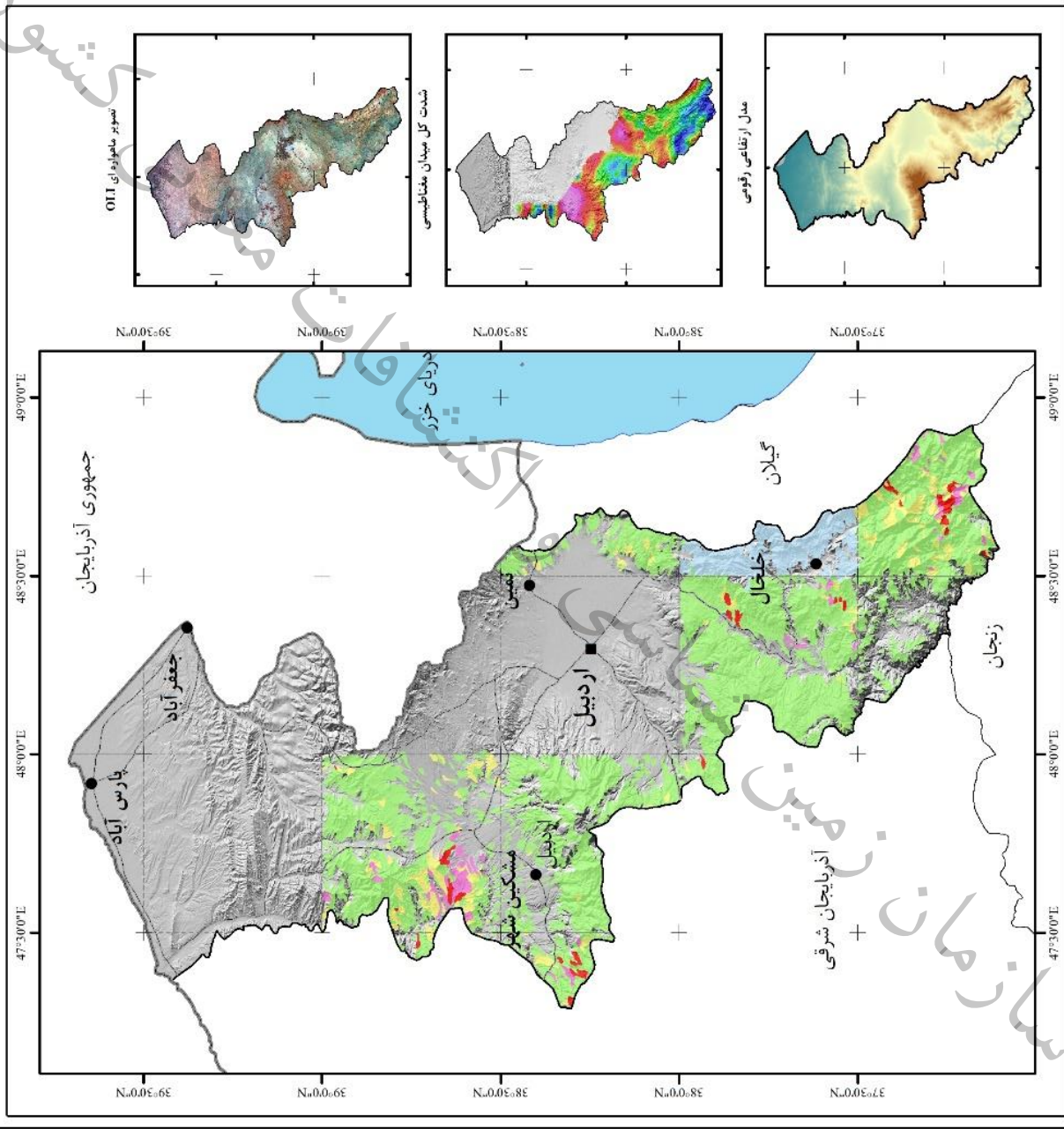
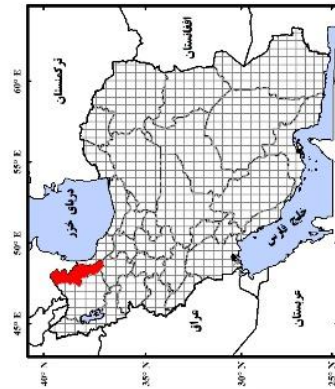
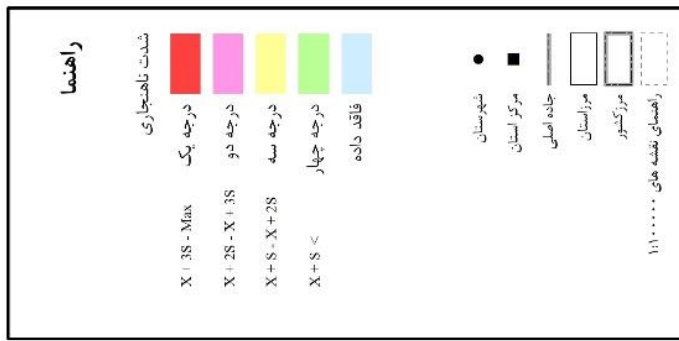
۹-۵- ترسیم نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی

نتیجه اکتشافات ژئوشیمیایی در یک منطقه تهیه نقشه‌های ناهنجاری است که نقش ویژه و ارزنده‌ای را در تعیین مناطق امیدبخش ایفا می‌نماید. در تعیین دقیق مناطق امیدبخش پارامترهایی همچون طراحی مناسب و منطقی، نمونه‌برداری دقیق، آماده سازی، روش آنالیز مفید و کارساز با حد خطای مجاز و سرانجام داده پردازشی‌های مناسب انجام شده بر روی نتایج آنالیزها نقش اساسی و پایه‌ای را به عهده دارند. به‌طور کلی در تعریف یک ناحیه ناهنجار ژئوشیمیایی به پارامترهایی همچون مقدار نمونه‌های ناهنجار با انتشار ناهمگون از هر عنصر، روند گسترش ناهنجاری، سطح و وسعت ناحیه امیدبخش، محل دقیق نمونه‌های ناهنجار، همپوشانی آنومالی‌های ژئوشیمیایی بر آنومالی‌های ژئوفیزیک‌هوایی و نمودهای تکتونیکی، گسترش رخساره‌های سنگی پوشش دهنده محیط ناهنجار و در نهایت برابری مقدار انتشار عنصر مورد نظر با مقدار انتشار در حد زمینه آن عنصر در محیط‌های گوناگون اولیه و ثانویه مد نظر است. در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی، توزیع فضایی مقادیر غلظت عناصر به‌صورت نقشه توصیف می‌شود. نقشه‌های ژئوشیمیایی را می‌توان به دو گروه بخش کرد:

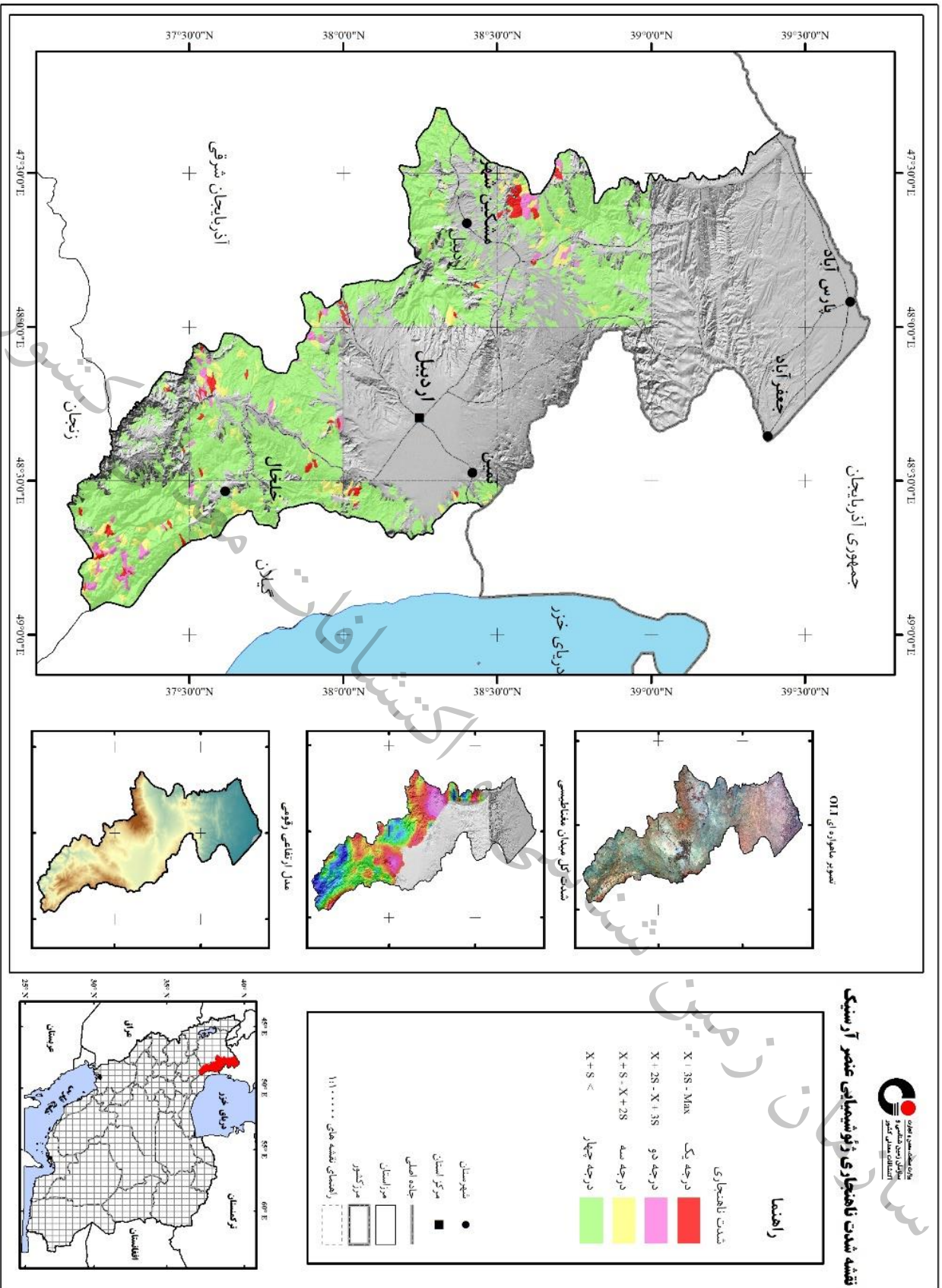
- نقشه‌هایی که تأکید بر الگوی توزیع عناصر در مقیاس ناحیه‌ای و محلی دارند (نقشه‌های کنترولی و طیفی). این‌گونه نقشه‌ها معمولاً با روش‌های مختلف تخمین رده می‌شوند و با رنگ‌های انتخابی مرز بین ناهنجاری‌ها و مقادیر عادی مشخص می‌گردند.

- نقشه‌هایی که غلظت عناصر را در محل نمونه‌هایشان نشان می‌دهند (به‌صورت نقطه‌ای یا ترسیم حوضه آبریز نمونه‌ها). این نقشه‌ها بسیار گویا و ساده می‌باشند و با توجه به نماد انتخابی، بسته به عیار نماد مربوطه، بزرگ و کوچک می‌گردند و به راحتی می‌توان محل ناهنجاری‌ها را مشخص نمود. در محدوده مطالعاتی پس از پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و تعیین حدود ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی بر هر عنصر در هر برگه یکصد هزارم، کلیه داده‌ها یکپارچه شده و سپس حوضه آبریز هر نمونه ترسیم گردید. به طوری که حوضه آبریز هر نمونه تا نمونه بعدی در نظر گرفته شده است. سپس با استفاده از نرم افزار ArcGIS درجه‌بندی ناهنجاری‌های هر نمونه به حوضه بالا دست آن نسبت داده شده و برای هر درجه ناهنجاری یک رنگ خاص اختصاص یافت. در نقشه‌های ناهنجاری ژئوشیمیایی این محدوده، مقادیر فاقد داده ژئوشیمیایی با رنگ آبی، مقادیر کمتر از مقدار $X+S$ با رنگ سبز، مقادیری که در فاصله $X+S$ و $X+2S$ قرار دارند با رنگ زرد، مقادیر بین $X+2S$ و $X+3S$ با رنگ بنفش و مقادیر بزرگتر از $X+3S$ با رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند. نقشه ۵-۲ الی ۵-۱۸ توزیع ژئوشیمیایی عناصر مختلف و نقشه ۵-۱۹ الی ۵-۲۱ پراکندگی کانی‌های سنگین، در استان اردبیل را نشان می‌دهند.

نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره



شکل ۵-۹- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان اردبیل



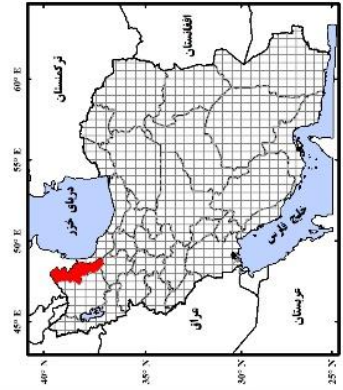
شکل ۵-۱- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک در استان اردبیل

نقشه شدت زلزله‌خیزی ژئوشیمیایی عنصر طلا

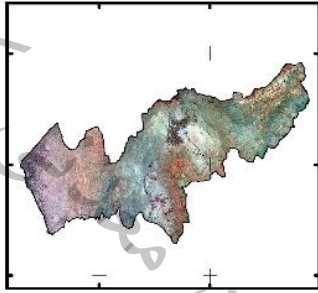
راه‌نما

- شدت زلزله‌خیزی
- درجه یک ■
 - درجه دو ■
 - درجه سه ■
 - درجه چهار ■
- $X + 3S - Max$
 $X + 2S - X + 3S$
 $X + S - X + 2S$
 $X + S <$

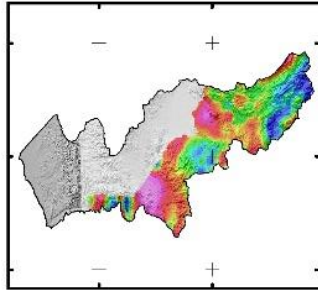
- شهرستان
- مرکز استان
- جاده اصلی
- مرز استان
- مرز کشور
- 1:1000000 نقشه های



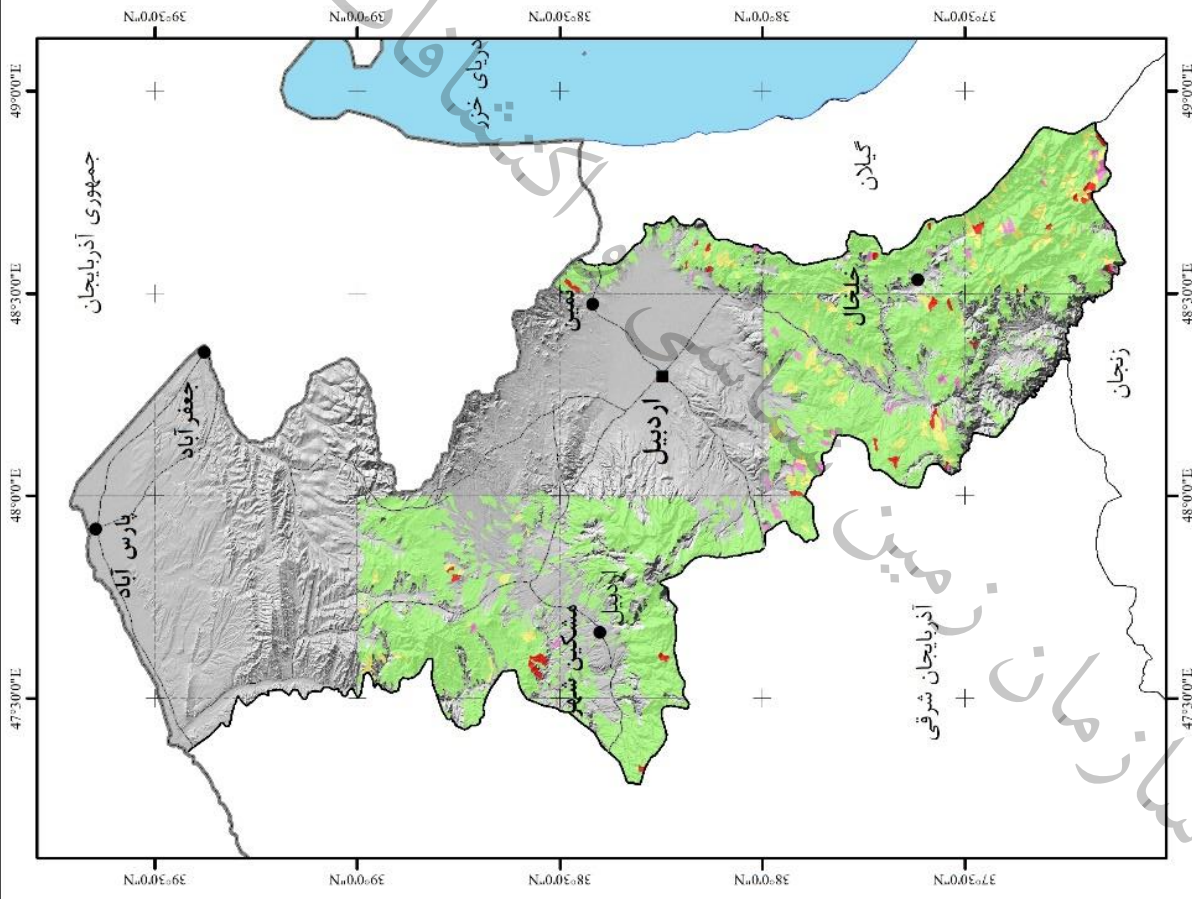
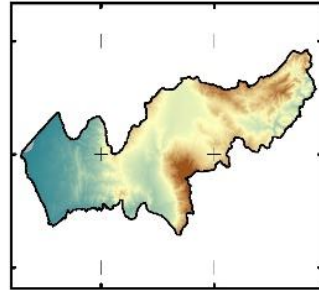
تصویر ماهواره‌ای OI1



شدت کل میدان مغناطیسی

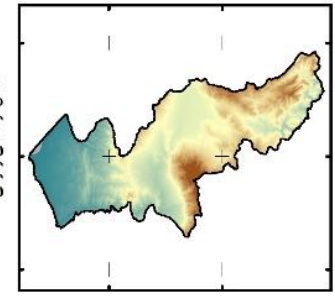
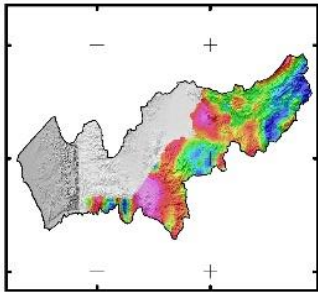
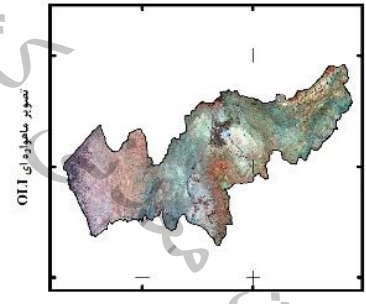
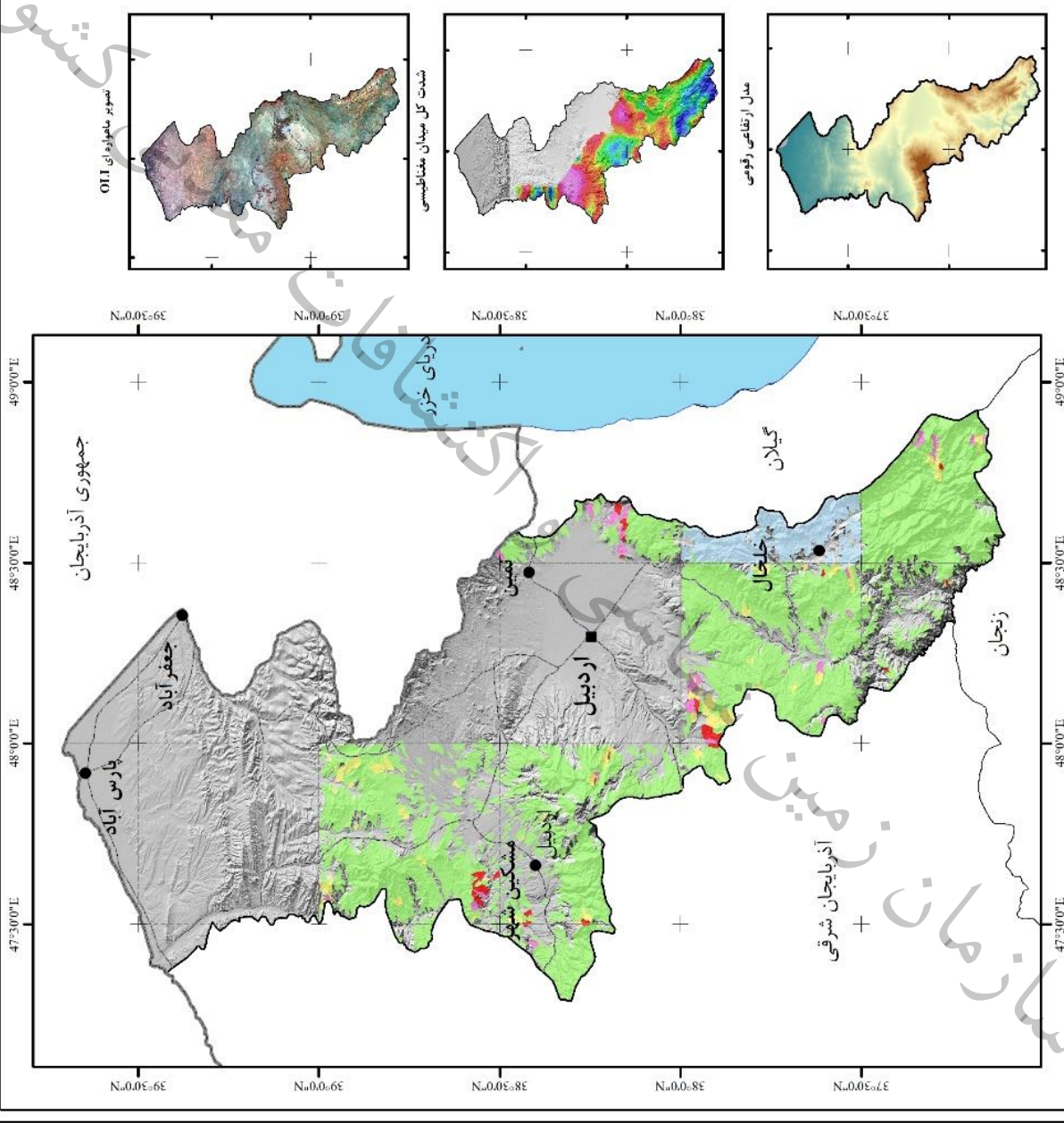
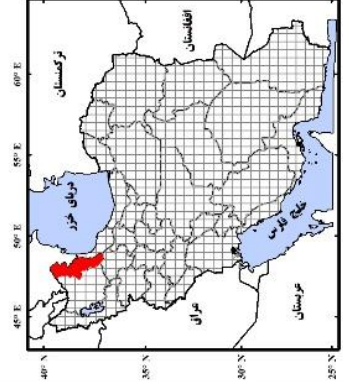
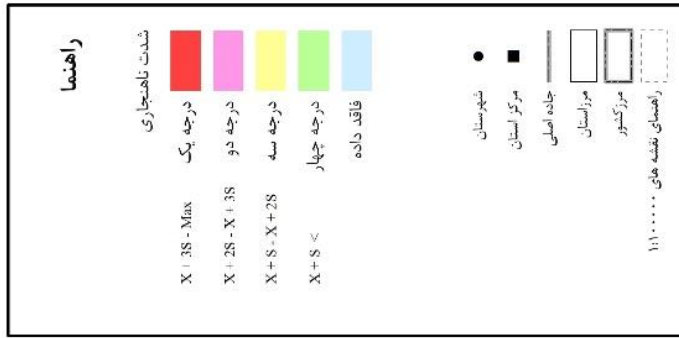


مدل ارتفاعی رقومی

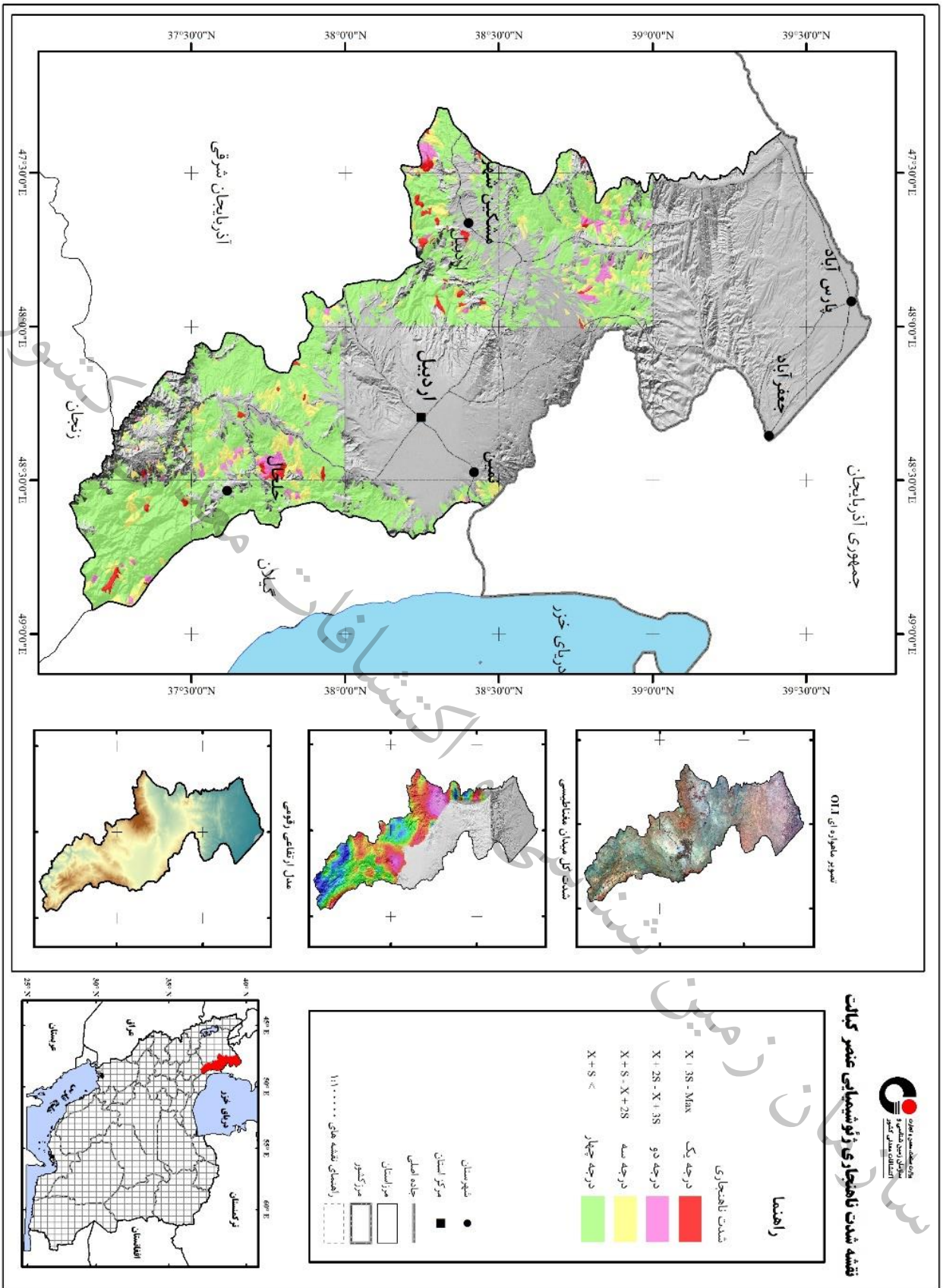


شکل ۵-۱۱ - شدت زلزله‌خیزی ژئوشیمیایی عنصر طلا در استان اردبیل

نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر بیسموت

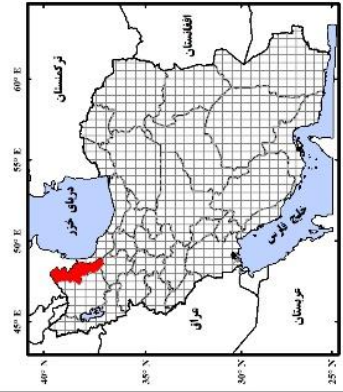
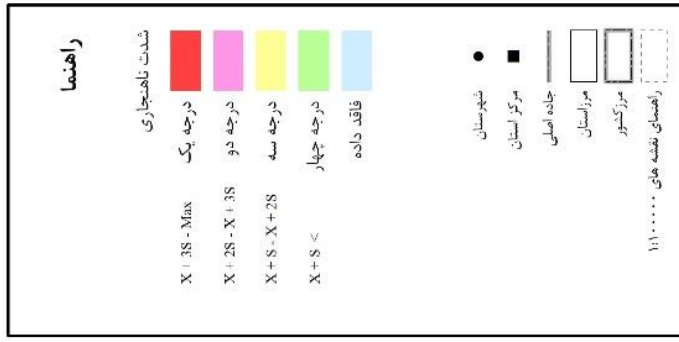


شکل ۵-۱۳ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر بیسموت در استان اردبیل

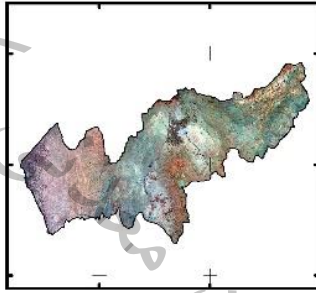


شکل ۵-۱۴- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کربات در استان اردبیل

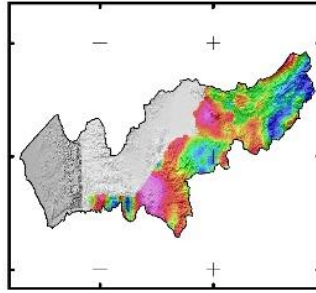
نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم



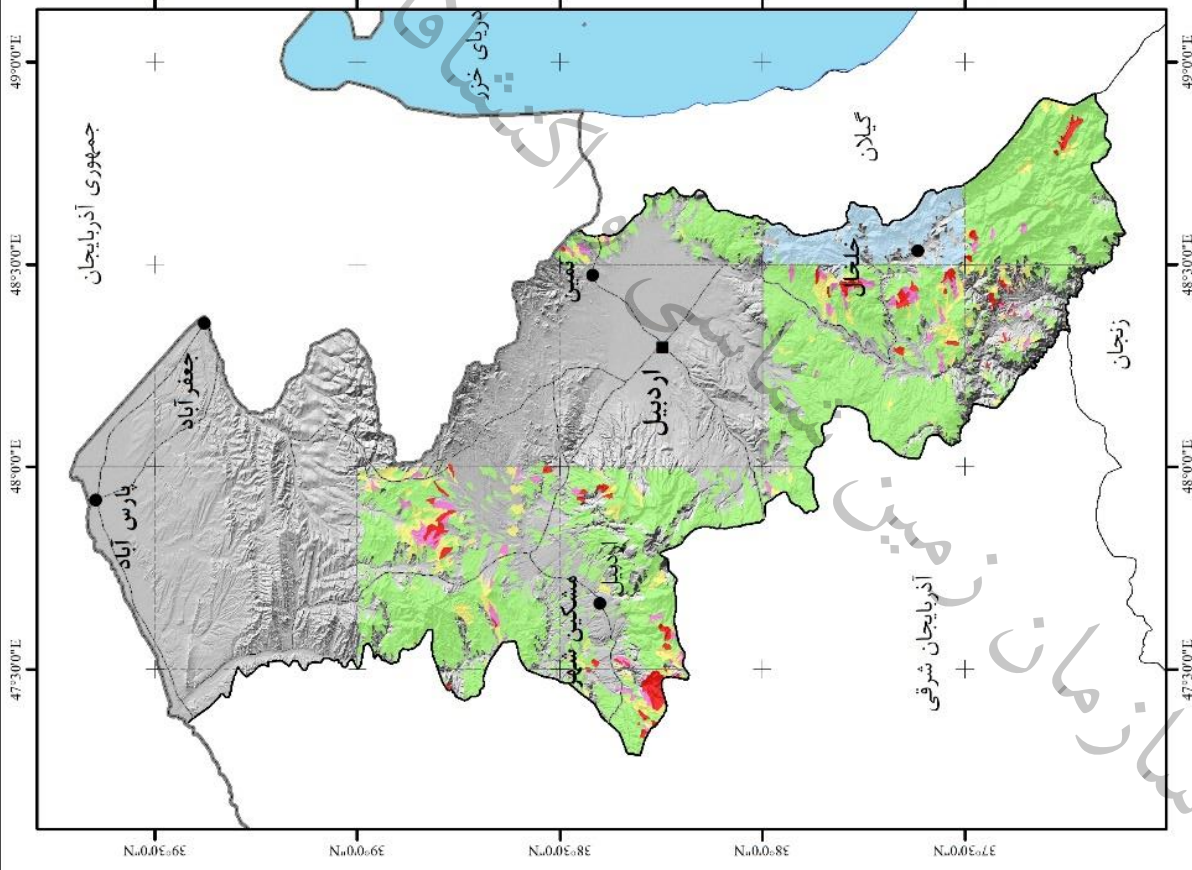
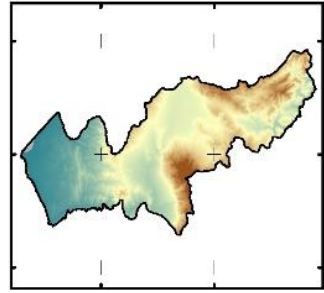
تصویر مجاورای OI1



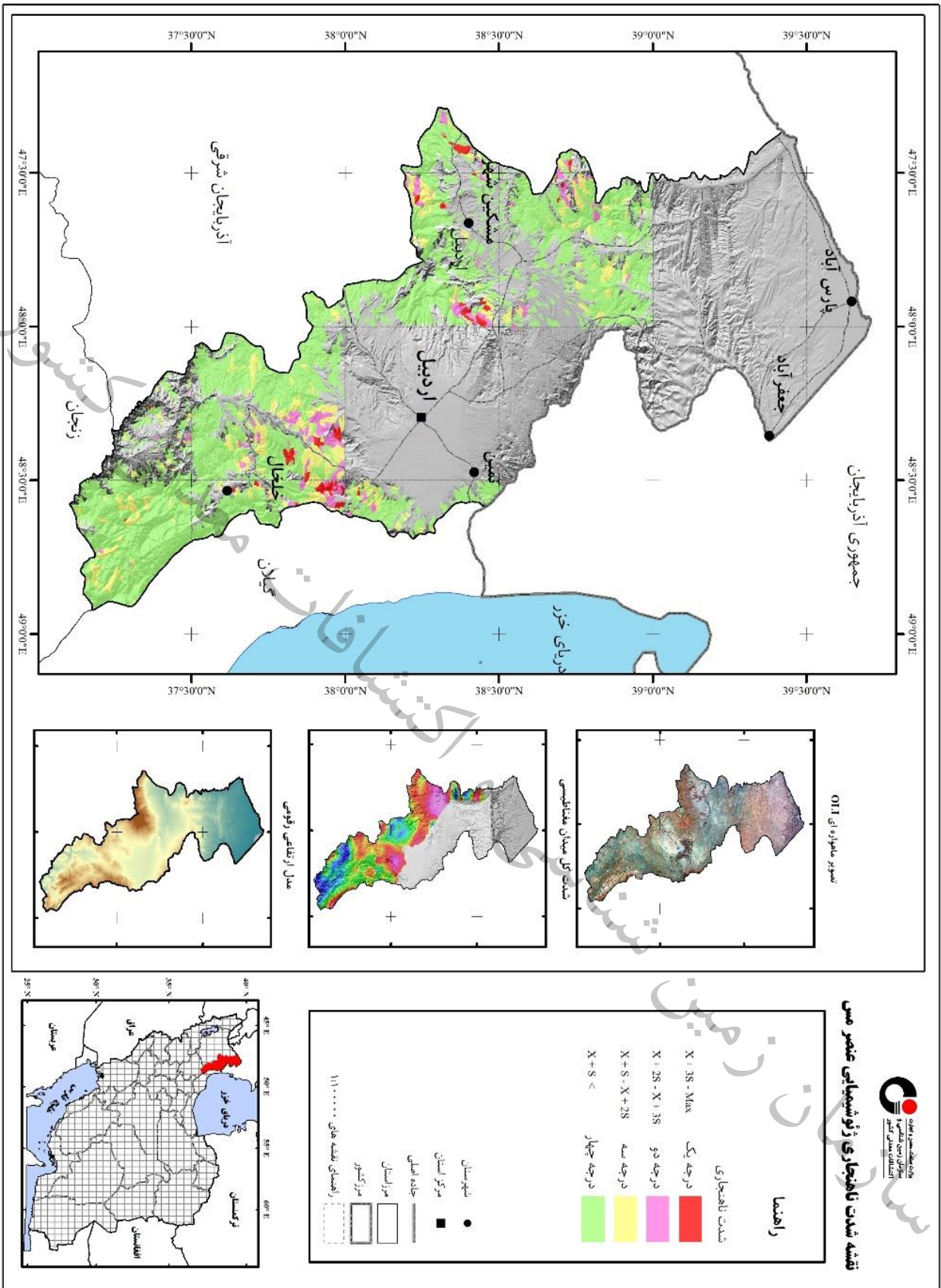
شدت کل میان مناظرسی



مدل ارتفاعی رقومی

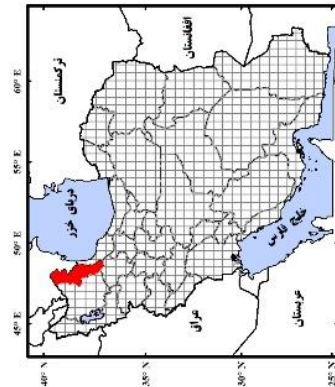
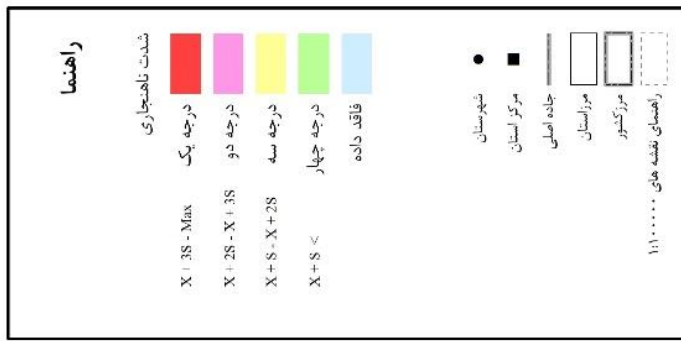


شکل ۵-۱۵ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم در استان اردبیل

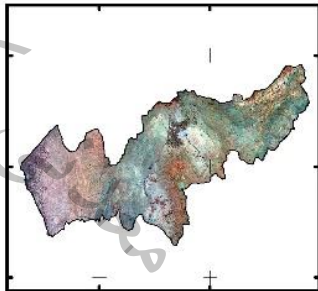


شکل ۱۴-۵- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مس در استان اردبیل

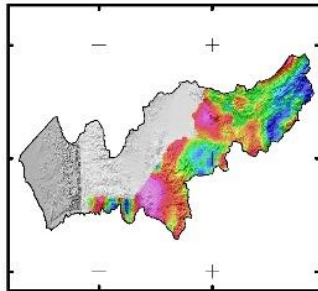
نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر جیوه



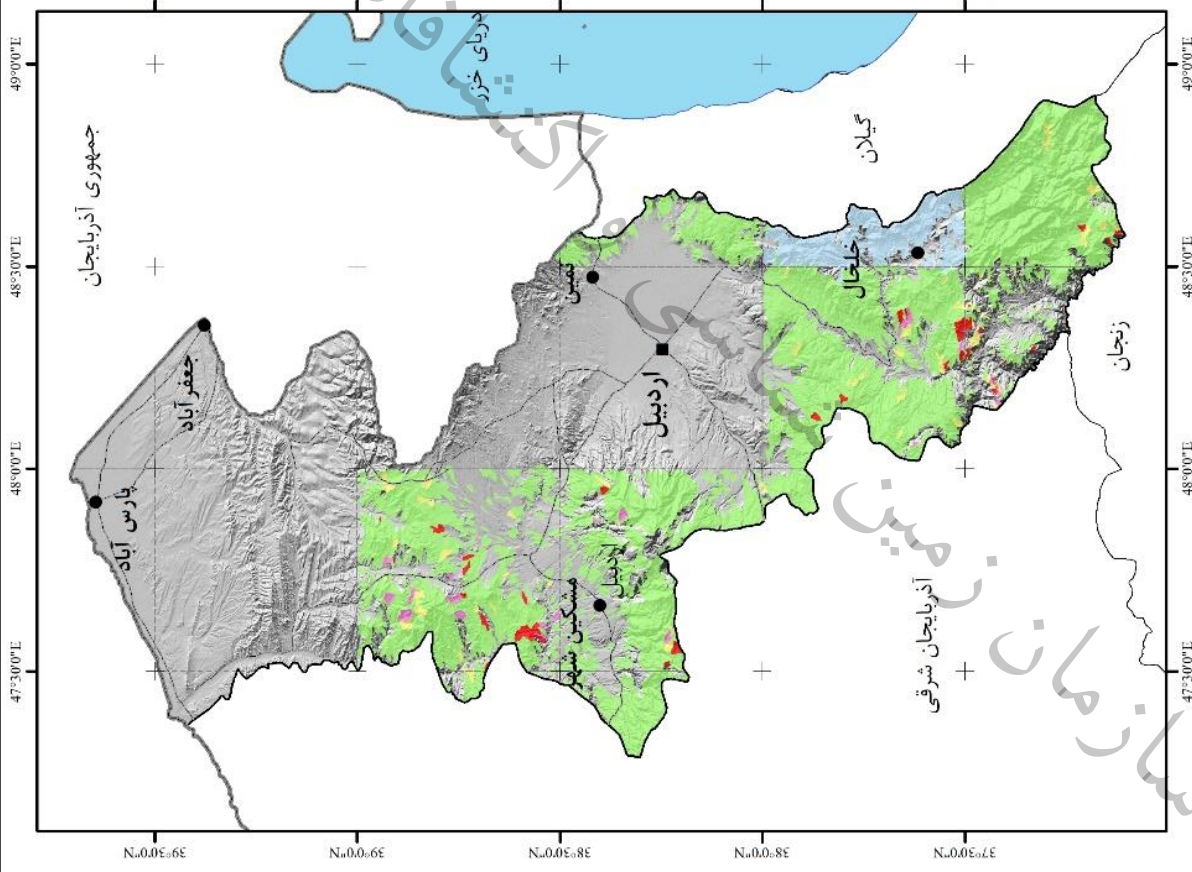
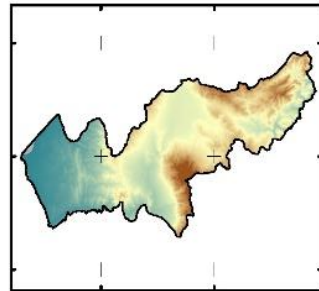
تصویر ماهواره ای OI1



شدت کل میان مناظرسی

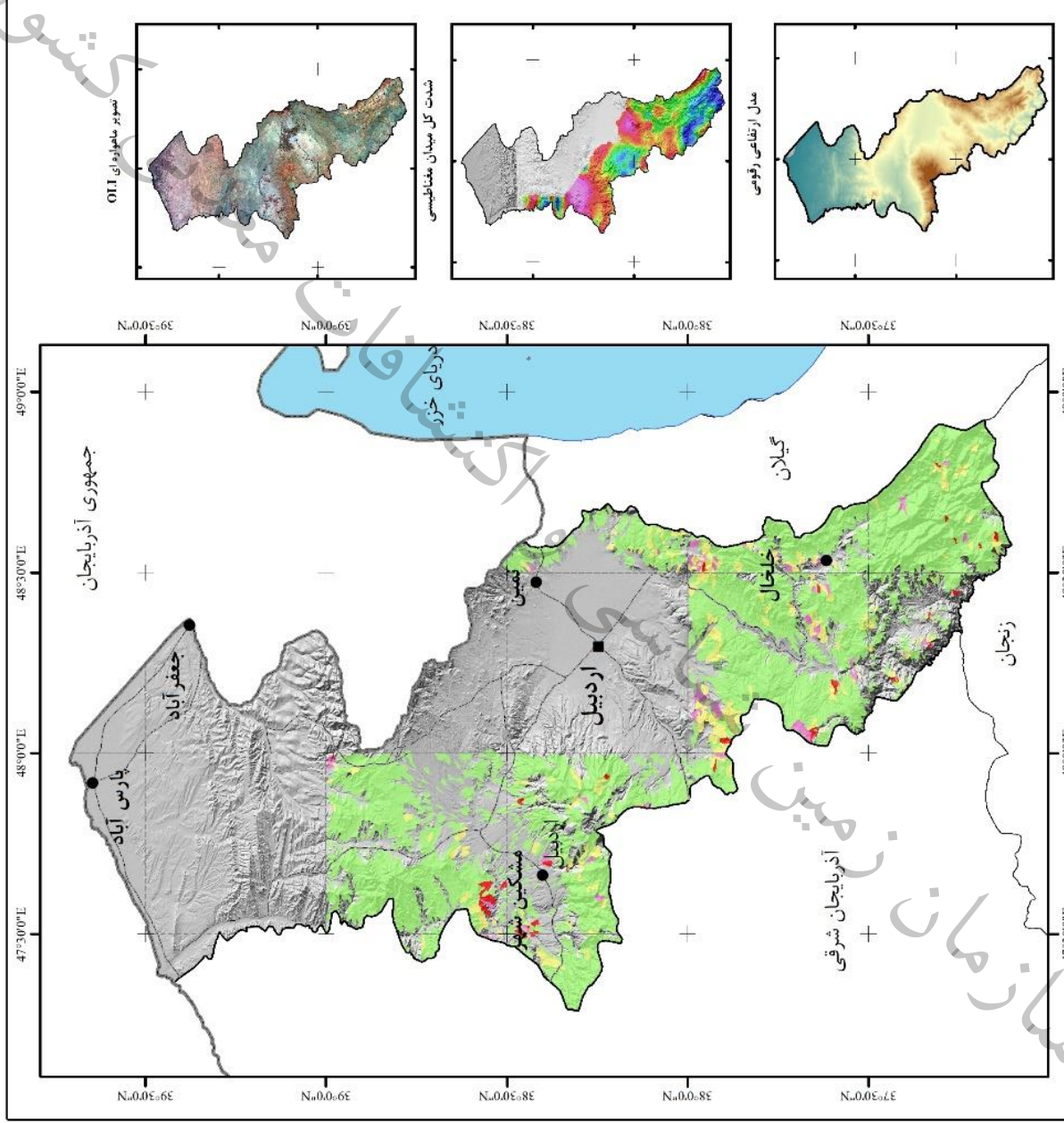
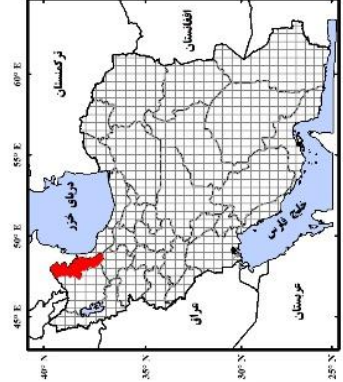
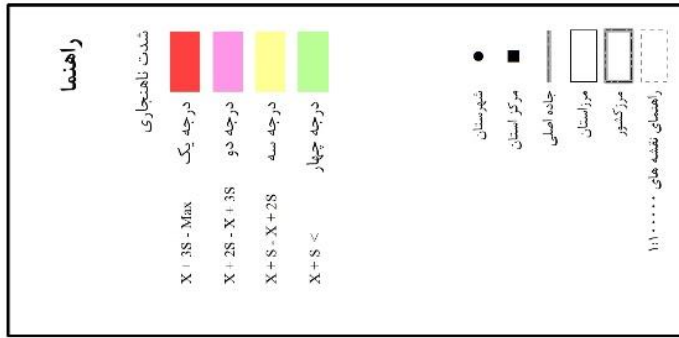


مدل ارتفاعی رقومی

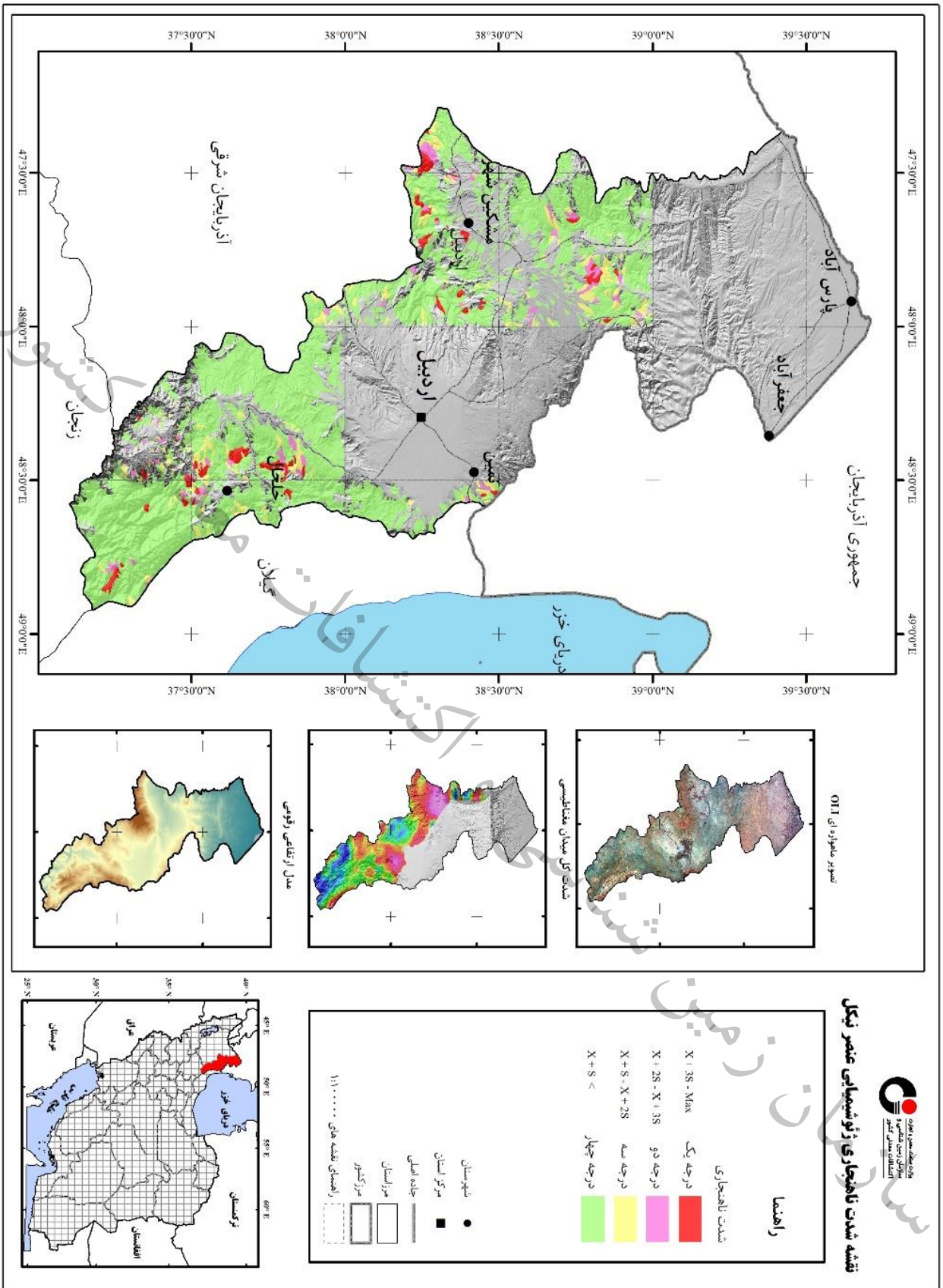


شکل ۵-۱۷ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر جیوه در استان اردبیل

نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن

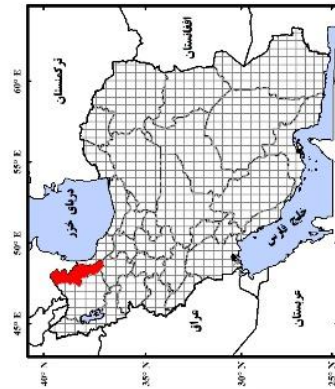
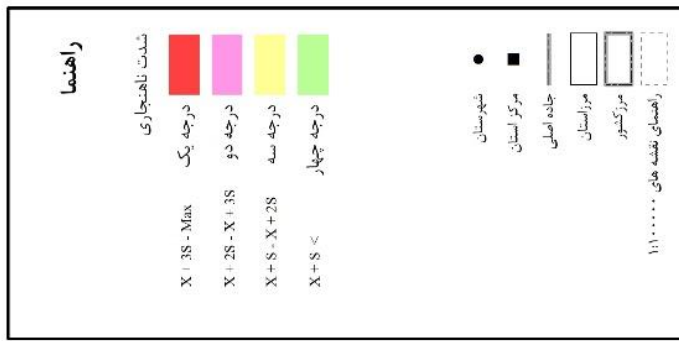


شکل ۱۹-۵ - شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن در استان اردبیل

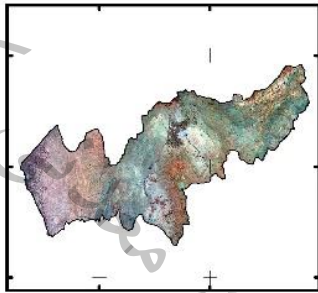


شکل ۵-۲- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل در استان اردبیل

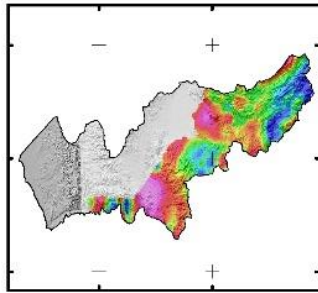
نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب



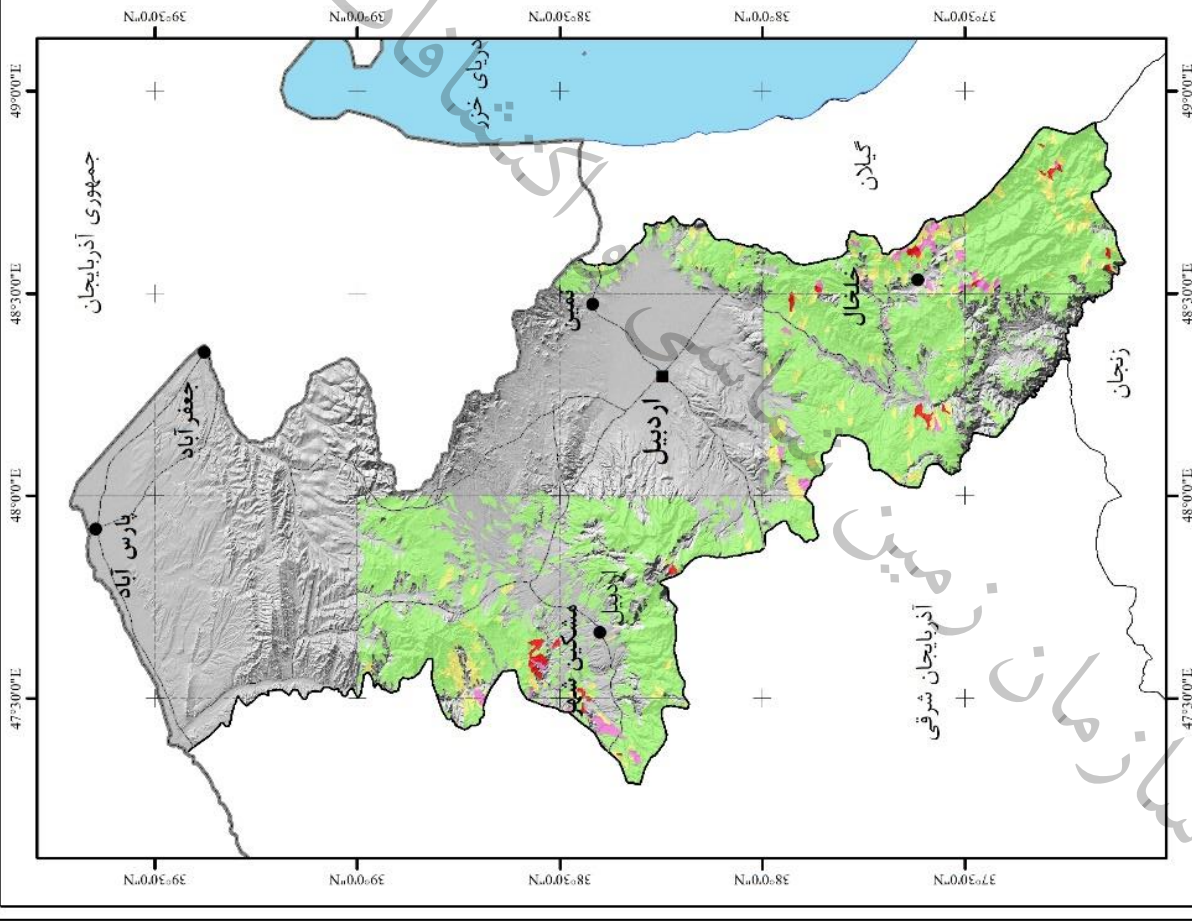
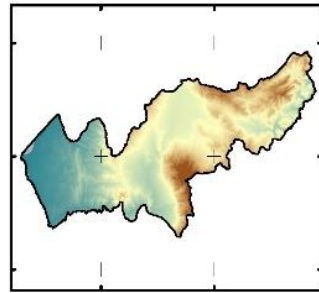
تصویر ماهواره ای OI1



شدت کل میان مناظری



مدل ارتفاعی رقومی



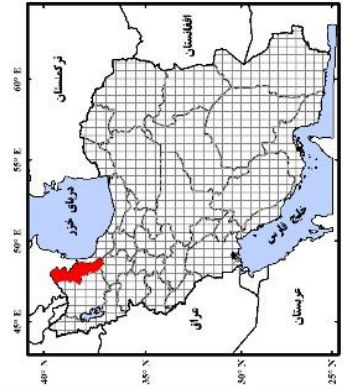
شکل ۵-۲۱- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب در استان اردبیل

نقشه شدت زلزله‌خیزی ژئوشیمیایی عنصر قلع

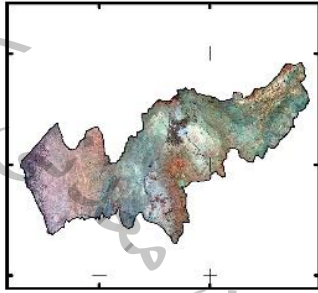
راهنما

- شدت زلزله‌خیزی
- درجه یک
 - درجه دو
 - درجه سه
 - درجه چهار
- $X + 3S \rightarrow \text{Max}$
 $X + 2S - X + 3S$
 $X + S - X + 2S$
 $X + S <$

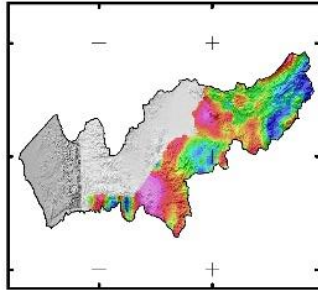
- شهرستان
 ■ مرکز استان
 — جاده اصلی
 □ مرز استان
 □ مرز کشور
 1:100,000 نقشه های



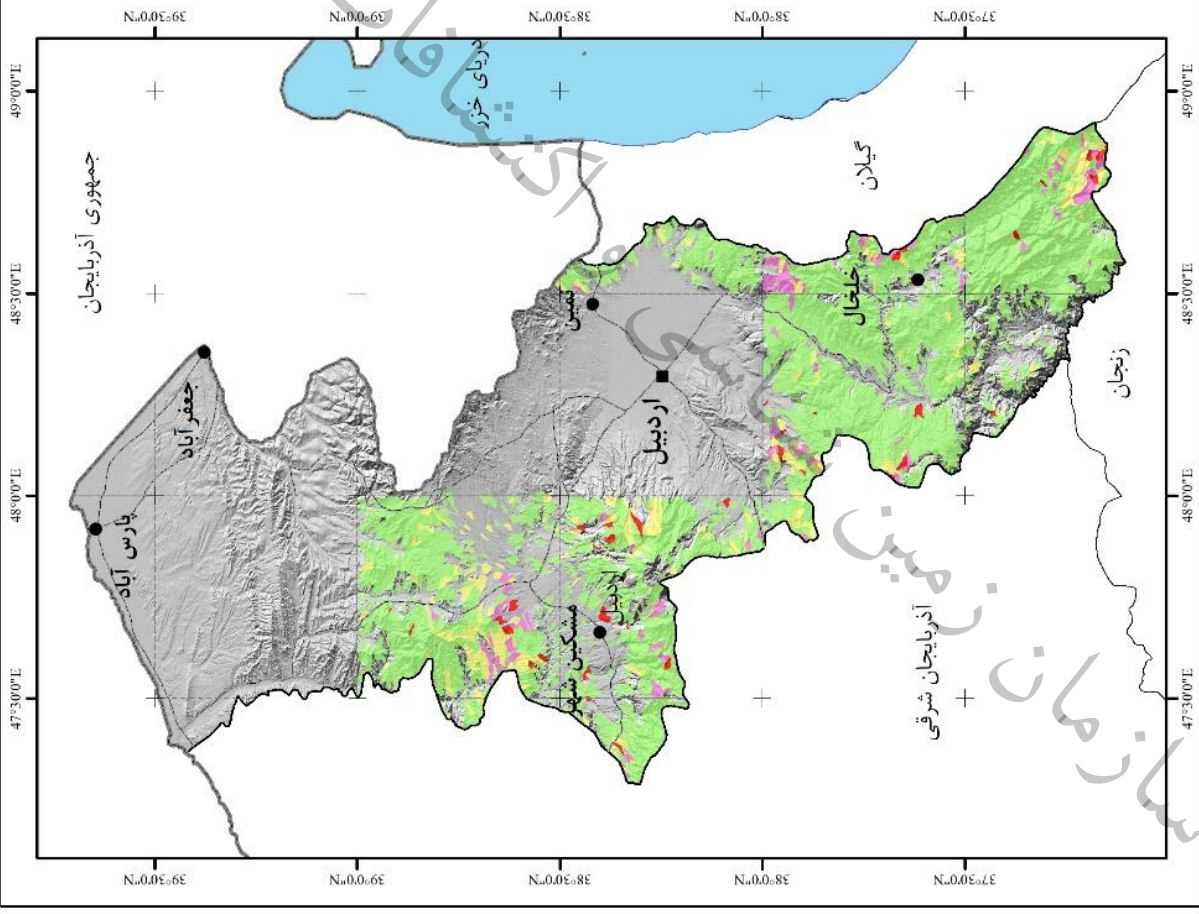
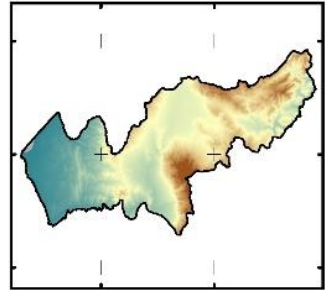
تصویر ماهواره‌ای OI1



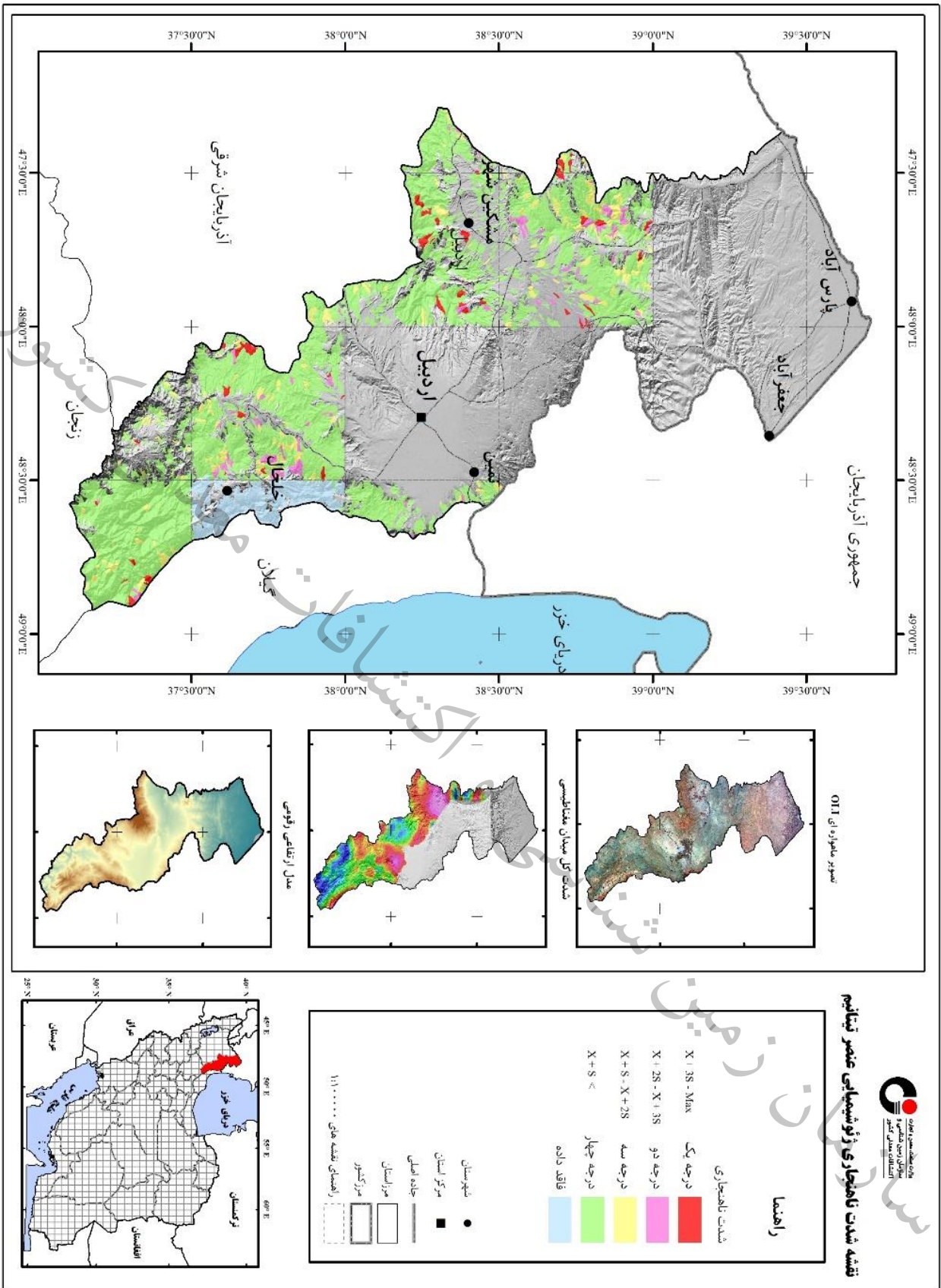
شدت کل میدان مغناطیسی



مدل ارتفاعی رقومی

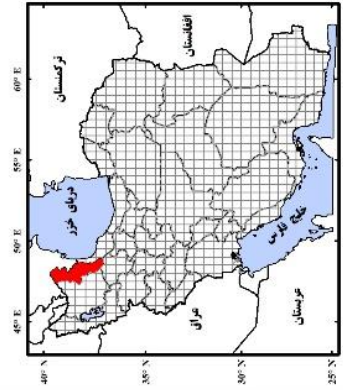
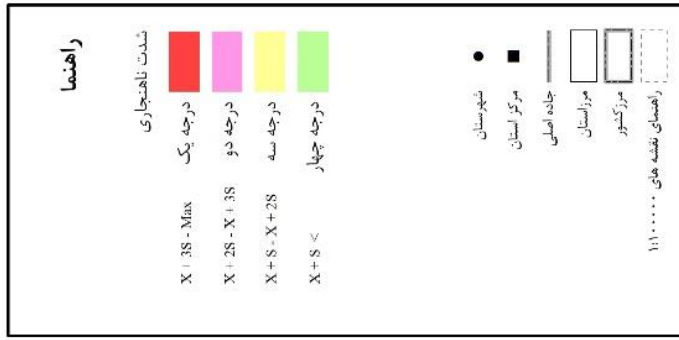


شکل ۵-۳۳ - شدت زلزله‌خیزی ژئوشیمیایی عنصر قلع در استان اردبیل

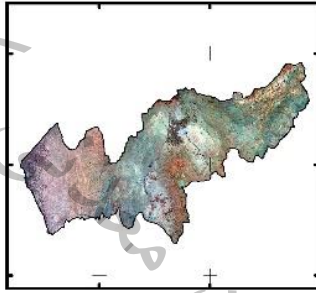


شکل ۵-۲۴- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عصر تیتانیوم در استان اردبیل

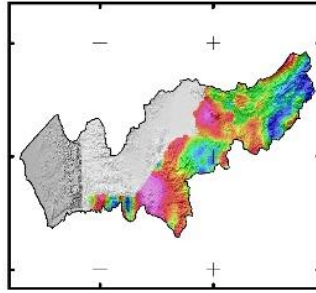
نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی



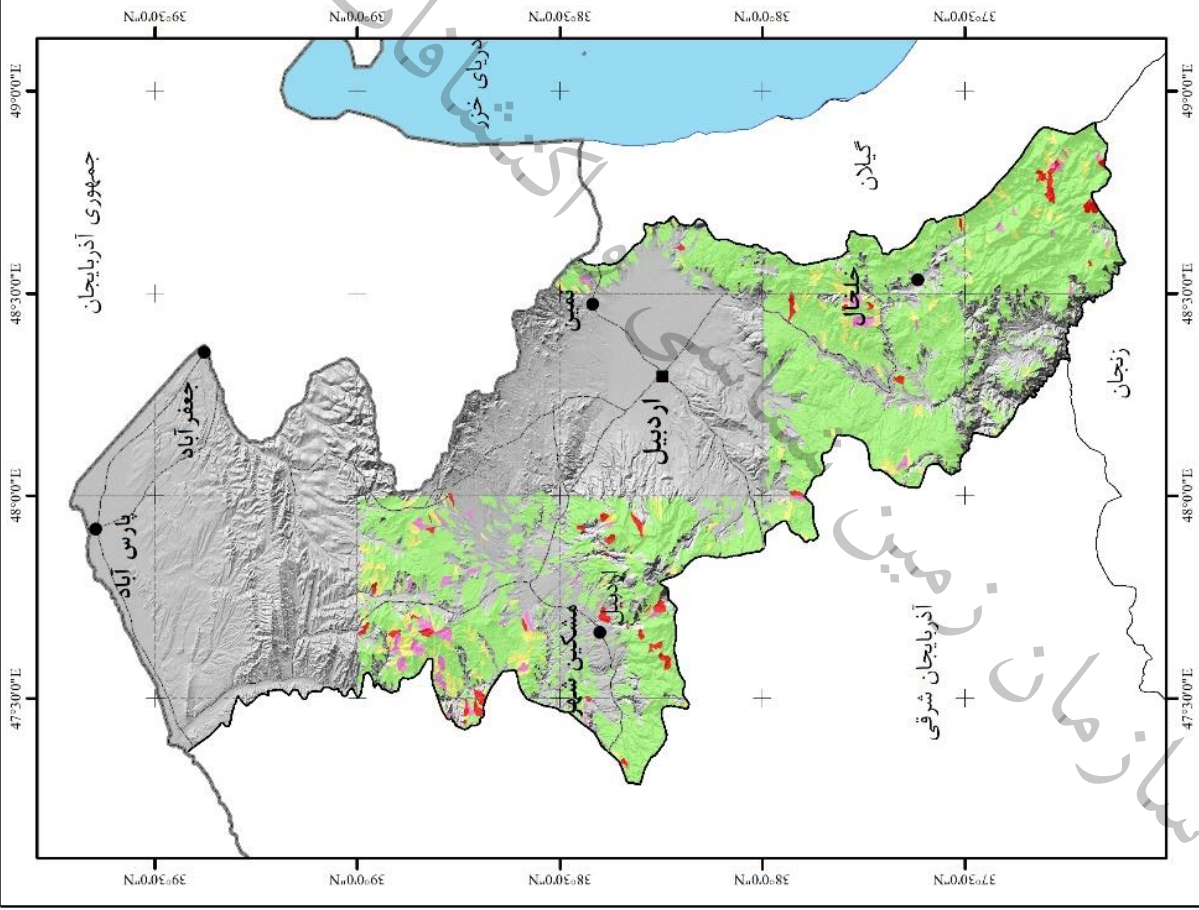
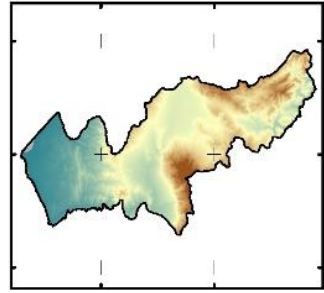
تصویر مجاورهای OI1



شدت کل میدان مغناطیسی



مدل ارتفاعی رقومی



شکل ۵-۲۵- شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی در استان اردبیل

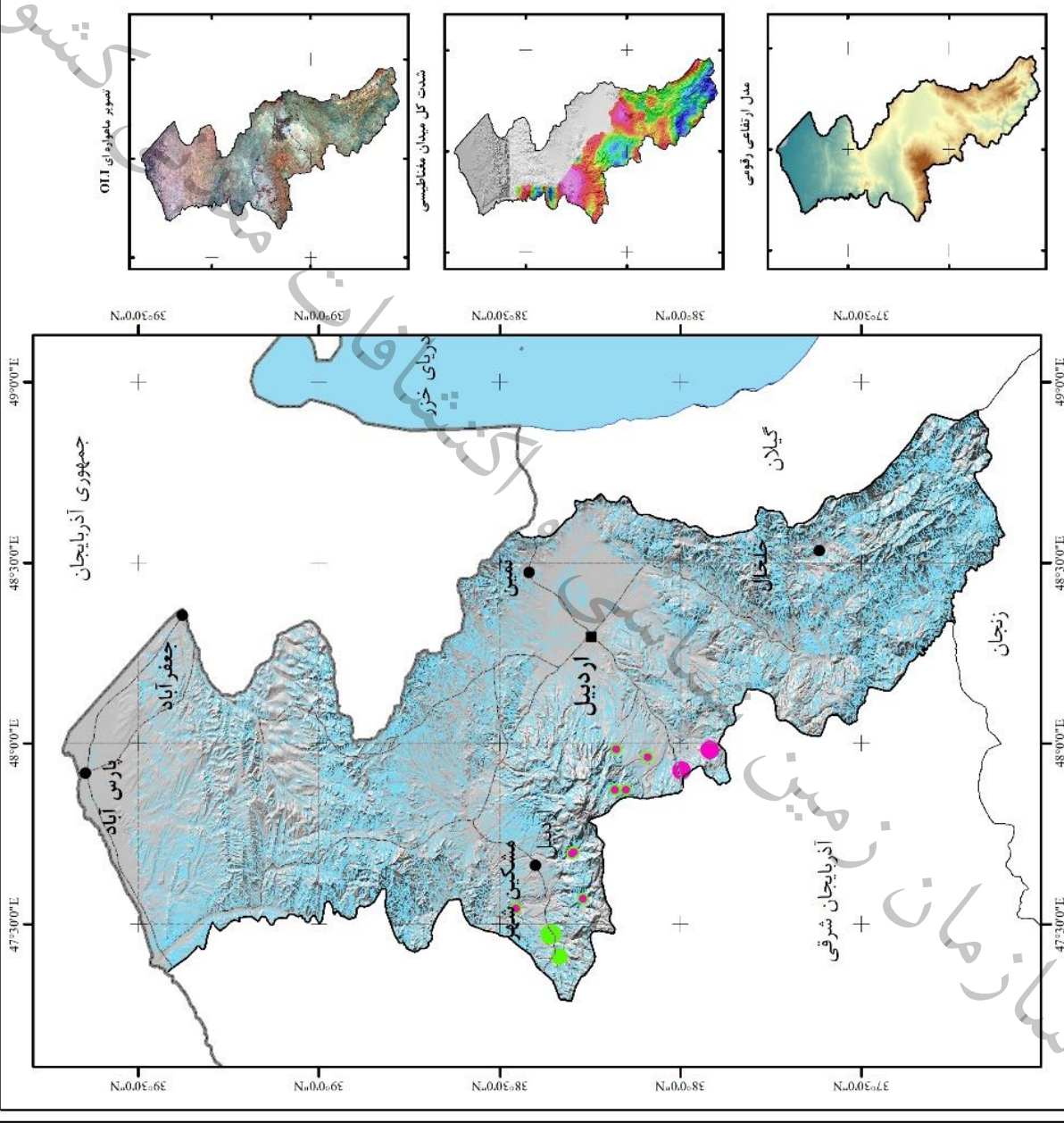
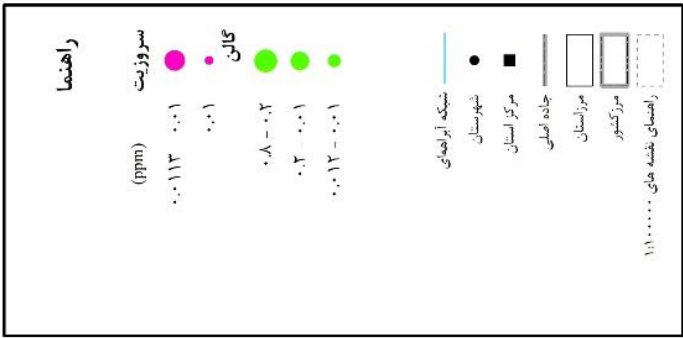


۸-۵- مطالعات کانی سنگین

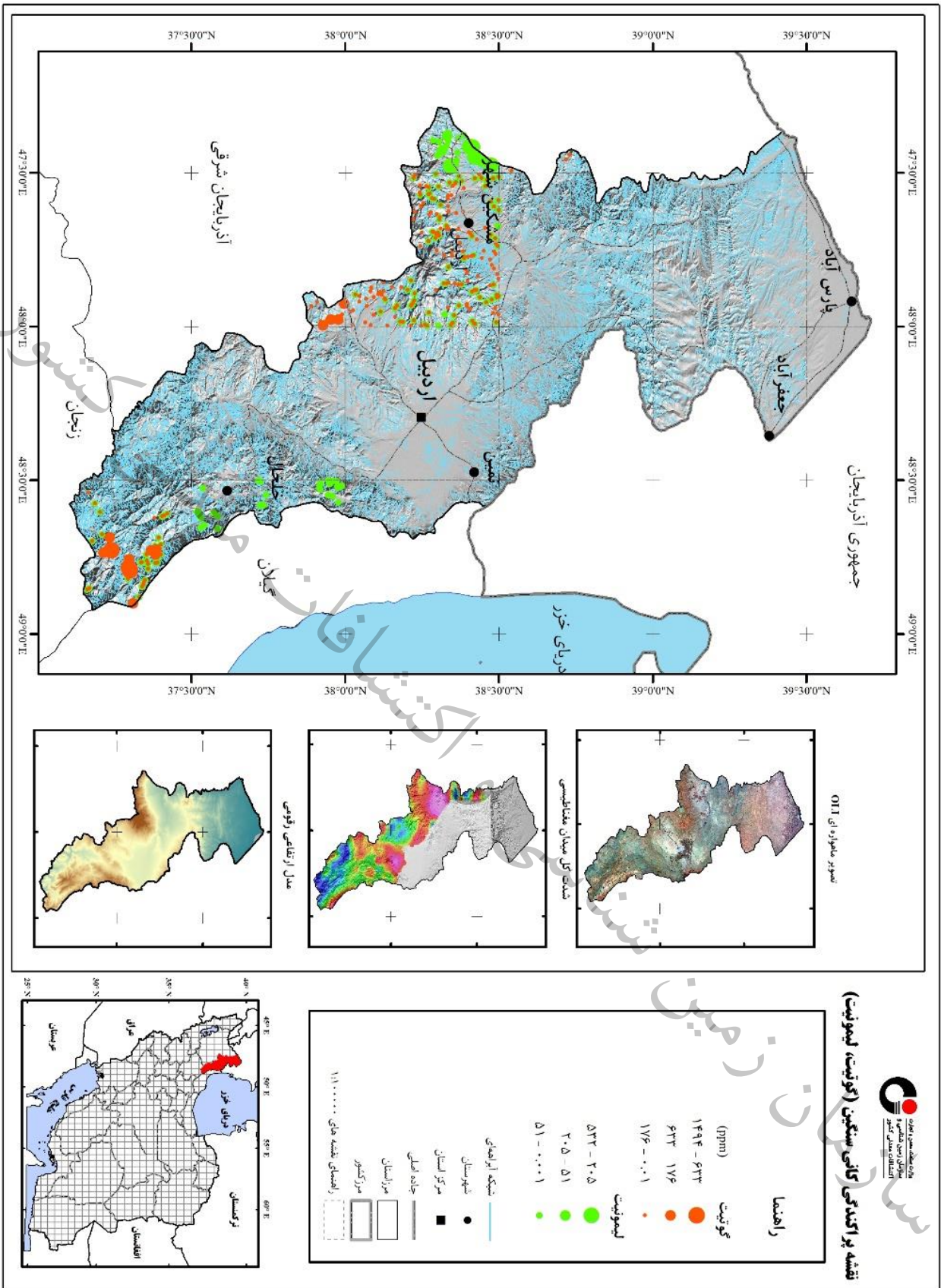
مطالعات کانی سنگین شامل مجموعه مراحل است که از میان آن‌ها می‌توان به نمونه‌برداری از آبرفت‌های با جورشدگی پایین، شستشو، تغلیظ، جدایش با محلول‌های سنگین، جدایش مغناطیسی و در نهایت مطالعه میکروسکوپی اجزاء باقی‌مانده اشاره کرد. آبرفت‌های منشأ گرفته از توده‌های سنگی بالادست در مواردی که خود تشکیل ذخیره پلاستیکی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

با استفاده از این منطق اکتشافی در هر برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ علاوه بر نمونه‌های ژئوشیمی طراحی شده در منطقه تعدادی نمونه کانی سنگین نیز برداشت و پس از نمونه‌برداری و طی مراحل آماده‌سازی به آزمایشگاه مطالعات کانی سنگین ارسال می‌گردد. نتایج کیفی مطالعات میکروسکوپی نمونه‌های کانی سنگین با استفاده از فرمول خاصی و با استفاده از داده‌های موجود تبدیل به گرم در تن شده و جهت محاسبات آماده شده است. در مجموع تعداد ۳۲۰ نمونه کانی سنگین از برگه‌های موجود در استان برداشت گردیده که نتیجه مطالعات به صورت نقشه‌های نمادین یا Symbole Map ترسیم شده است. نقشه ۵-۱۹ الی ۵-۲۱ پراکنندگی گروه‌های کانی‌های سنگین مختلف را در استان اردبیل نمایش می‌دهد.

نقشه پراکنده گیان سنگین (کان، سروزیت)



شکل ۵-۲۶- پراکنده گیان سنگین (کان، سروزیت)



کشور

معدنی

فصل هشتم

ژئوفزیک و هواپی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۱-۶- 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 مغناطیس‌سنجی 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.

۲-۶- روش مغناطیس‌سنجی

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 در آوردن 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 می باشند که این پاسخ بدلیل وجود مقدار کم کانی های مغناطیسی در این نوع واحدهای زمین شناسی می باشد. 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 بازیک و اولترابازیک (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 بازیک است با توجه به ابعاد این دایک‌ها می‌توان آنها را در نقشه‌های مغناطیسی بصورت بی‌هنجاری های کشیده و خطی مشاهده نمود.

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

۱-۲-۶- 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 تاثیر پذیری مغناطیسی متفاوتی نیز برخوردارند. همچنین متأثر از سنگ‌های با خاصیت مغناطیسی بالای پی سنگ نیز می‌باشد.

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

۲-۲-۶- 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.

۳-۲-۶- فیلتر مشتق قائم

یک اصل مهم که در روش های پتانسیل (مغناطیس سنجی و گرانی سنجی) بر بی‌هنجاری های 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، بی‌هنجاری های حاصله در روی نقشه کشیده تر و پهن تر می‌شود (طول موج آن افزایش می‌یابد) این مسئله باعث می‌شود بی‌هنجاری های مربوط به منشأهای عمیق، آنومالی های سطحی را بپوشاند.

جهت حذف اثرات ناحیه ای با طول موج بلند و تداخل بین بی‌هنجاری های مجاور از فیلتر مشتق قائم استفاده می‌شود. مشتق قائم در واقع یک فیلتر بالاگذر می‌باشد. زیرا فرکانس های بالا را نسبت به فرکانس های پائین افزایش می‌دهد. در نتیجه طول موج های بزرگ که مربوط به منابع عمیق و منطقه ای می‌باشند و اثر بی‌هنجاری های بزرگ بر روی بی‌هنجاری های کوچک از بین رفته و بی‌هنجاری های کوچک و محلی بخوبی نمایان می‌گردند.

۴-۲-۶- فیلتر ادامه فراسو

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

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

سیگنال تحلیلی تابعی از مشتق میدان مغناطیسی در سه جهت می‌باشد. این تابع کاملاً مستقل از جهت مغناطیده شدن سنگ ها و جهت میدان مغناطیسی زمین می‌باشد. 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 می‌دهد. سیگنال تحلیلی برابر با جذر مجموع مربعات مشتقات میدان مغناطیسی در جهات مختلف می‌باشد. این فیلتر به طور معمول بر روی لبه و یا محل بی‌هنجاری‌های 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 می‌کند. با استفاده از این نقشه می‌توان نواحی دارای بیشترین تغییرات شدت میدان مغناطیسی را مشاهده نمود.

۳-۶- بررسی داده‌های مغناطیس سنجی محدوده مورد مطالعه

نقشه شدت کل میدان مغناطیسی استان اردبیل در شکل شماره ۶-۱ قابل مشاهده می‌باشد. قسمت‌های شمالی این استان فاقد داده مغناطیس سنجی می‌باشد. با توجه به نقشه، بیشترین شدت میدان مغناطیسی ۴۰۴۱۱ نانوتسلا و کمترین مقدار آن ۳۹۱۵۹ نانوتسلا می‌باشد. دو بی‌هنجاری عمده با شدت بالای مغناطیسی در برکه‌های اردبیل و لاهرود مشاهده می‌شوند.

جهت تفسیر داده‌های مغناطیسی فیلترهای برگردان به قطب، مشتق اول قائم، سیگنال تحلیلی و ادامه فراسو مطابق اشکال ۶-۲ تا ۶-۷ بر روی داده‌های شدت میدان مغناطیسی اعمال شده‌است. با برگردان به قطب مغناطیسی داده‌های شدت کل، مشاهده می‌شود که بی‌هنجاری‌ها مختصری به سمت شمال جابجا شده و اثر قطب منفی بی‌هنجاری‌ها تا حدود زیادی از بین رفته است (شکل ۶-۲). با توجه به نقشه برگردان به قطب و در نظر گرفتن تغییرات شدت میدان مغناطیسی، منطقه را می‌توان به ۵ زون تقسیم کرد که در شکل (۲-۶) مشخص شده‌اند و با توجه به تصاویر مشتق اول قائم (شکل ۶-۳) و ادامه فراسو (شکل‌های ۶-۴، ۶-۵ و ۶-۶) مورد تفسیر و بررسی قرار گرفته‌اند.

۱- بررسی داده‌های مغناطیسی زون ۱

زون ۱ با شدت میدان مغناطیسی کم عمدتاً در شمال غرب برکه ماسوله، غرب برکه خلخال و شرق برکه کیوی قرار دارد. در انطباق با واحدهای زمین‌شناسی، بی‌هنجاری با شدت پایین در برکه ماسوله بر روی رسوباتی نظیر ماسه سنگ، شیل، کنگلومرا، سنگ آهک و توف‌های آندزیتی قرار دارد. در غرب برکه خلخال یک بی‌هنجاری با شدت متوسط منطبق بر توف و واحدهای آندزیتی می‌باشد. این بی‌هنجاری در شرق برکه کیوی نیز بر روی واحدهای آندزیت بازالتی قرار گرفته و برونزدهایی از واحد پلوتونیک گابرو در آن دیده می‌شود. شدت این زون در نقشه مشتق قائم تا حدودی افزایش می‌یابد ولی در نقشه‌های ادامه فراسو با شدت

کمتری ظاهر می گردد که بیانگر عدم وجود واحدهای مغناطیسی در عمق زیاد می باشد. نقشه سیگنال تحلیلی نشان می دهد تغییرات شدت میدان مغناطیسی در این ناحیه نسبتاً پایین می باشد.

- بررسی داده های مغناطیسی زون ۲

این زون با شدت میدان مغناطیسی نسبتاً بالا در شمال شرق برکه هشت چین قرار دارد. در مقایسه با نقشه زمین شناسی وجود واحدهای ولکانیکی تراکی آندزیت، تراکی بازالت، ریولیت، ریوداسیت و توف سنگی گزارش شده است. در تصاویر ادامه فراسو تا حدودی شدت آن کاهش یافته ولی در تصویر مشتق قائم شدت آن افزایش می یابد. که نشان می دهد واحدهای مذکور عمدتاً در سطح گسترش دارند.

- بررسی داده های مغناطیسی زون ۳

زون ۳ با شدت بالا عمدتاً در برکه کیوی و شمال آن با شدت بالاتر در جنوب برکه اردبیل قرار دارد. در انطباق با نقشه زمین شناسی در جنوب برکه کیوی، بی هنجاری منطبق با واحدهای ولکانیک داسیت، ریوداسیت، توف، آندزیت و ایگنمبریت و در شمال برکه کیوی منطبق بر واحدهای ریولیتی، داسیتی و توف می باشد. برونزدی از واحد نفوذی مافیک گابرو نیز در این منطقه به چشم می خورد. بی هنجاری موجود در جنوب برکه اردبیل با شدت بالا عمدتاً بر روی آبرفت های کوتاه تر و رسوبات ماسه سنگ، مارن و آهک قرار گرفته است. این زون در تصاویر ادامه فراسو شدت خود را تا حدودی از دست می دهد ولی در نقشه مشتق قائم بویژه در قسمت های شمالی با شدت بالاتری ظاهر می گردد. نقشه سیگنال تحلیلی نیز نشان می دهد تغییرات شدت میدان مغناطیسی در این ناحیه نسبتاً زیاد می باشد.

- بررسی داده های مغناطیسی زون ۴

زون ۴ شامل یک بی هنجاری با شدت میدان مغناطیسی بسیار کم در غرب برکه اردبیل و شرق برکه مشگین-شهر قرار دارد. انطباق این بی هنجاری با نقشه زمین شناسی بیانگر وجود واحدهای رسوبی، پادگانه های آبرفتی، گدازه های آندزی بازالتی و نهشته هایی از توف و خاکستر آتشفشانی می باشد. تعدادی نشانه معدنی آهن و منگنز در قسمت های جنوبی بی هنجاری گزارش شده است. در صورتی که وجود آهن مرتبط با کانی های مغناطیسی می باشد و با توجه به فاصله خطوط پرواز زیاد (۷/۵ کیلومتر) در این مطالعه، بی هنجاری های مرتبط با کانی های مغناطیسی تحت تاثیر بی هنجاری های غیرمغناطیسی و بزرگ قرار گرفته و مشاهده نشده اند. این بی هنجاری در تمام تصاویر ادامه فراسو با شدت پایین ظاهر گشته است ولی در نقشه مشتق قائم در مناطقی شدت آن



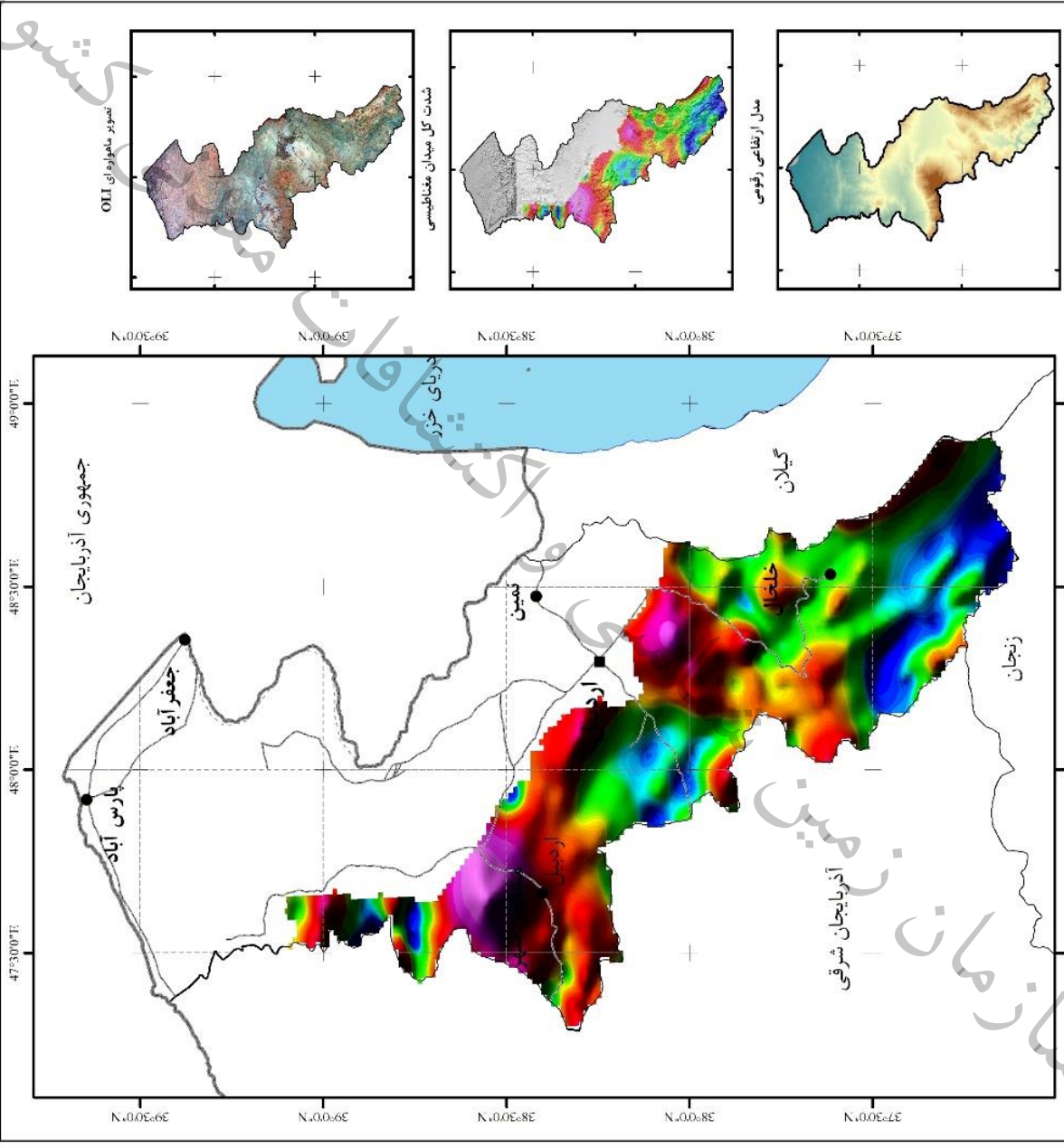
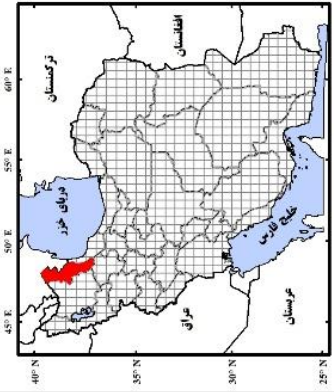
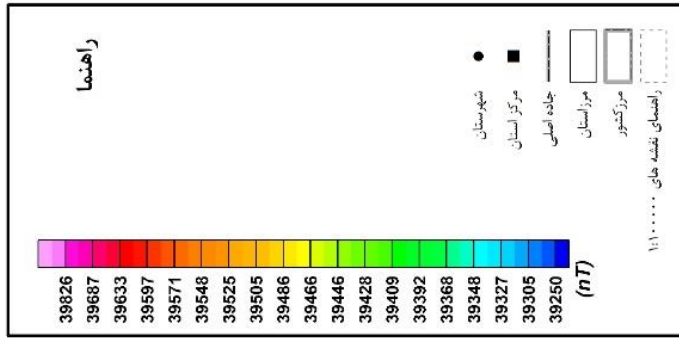
افزایش یافته و سبب بوجود آمدن بی‌هنجاری‌هایی با شدت نسبتاً بالا در شرق برگه مشگین‌شهر شده‌است. این بی‌هنجاری‌ها در انطباق با نقشه زمین‌شناسی بر روی واحدهای ولکانیک آندزیت، داسیت پورفیری، گدازه‌های ریوداسیتی و ریولیتی قرار دارند. نقشه سیگنال تحلیلی نیز بیانگر تغییرات شدت میدان مغناطیسی کم در این ناحیه می‌باشد.

۵- بررسی داده‌های مغناطیسی زون ۵

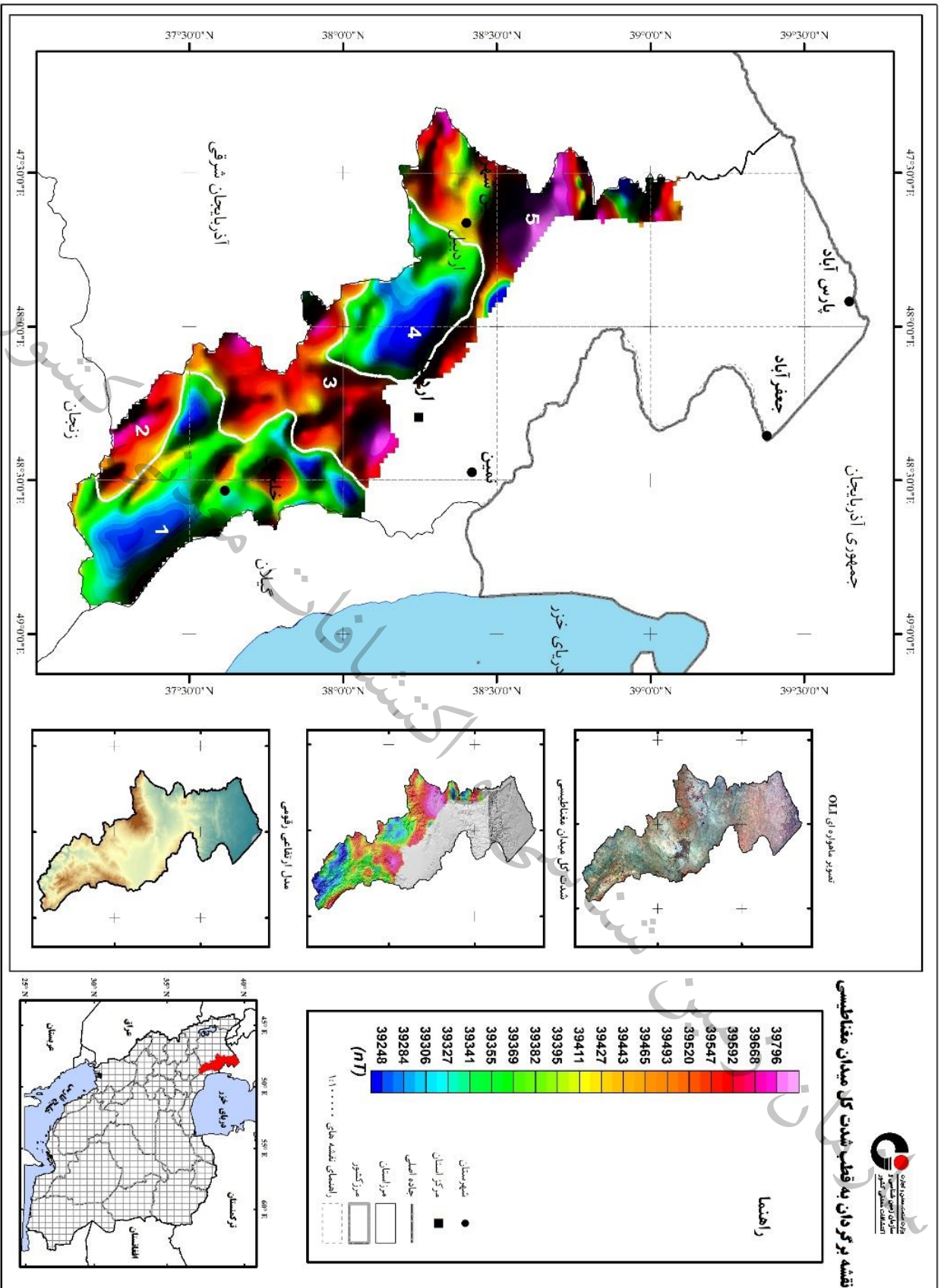
این زون با شدت میدان مغناطیسی بالا از شمال برگه مشگین‌شهر و شمال شرق برگه اهر شروع شده و پس از عبور از غرب برگه لاهرود تا جنوب غرب برگه زیوه امتداد می‌یابد. بررسی تصاویر ادامه فراسو و نقشه مشتق قائم نشان می‌دهد که این زون شدت بالای خود را در عمق و نواحی سطحی حفظ کرده‌است. در جنوب زون ۵، بی‌هنجاری با شدت نسبتاً بالا که به نظر می‌رسد ادامه آن به طرف غرب و خارج از استان اردبیل با شدت بیشتری گسترش دارد، منطبق بر واحدهای پلوتونیک بیوتیت گرانیت و گرانودیوریت خانکندی و ولکانیک‌های آندزیتی بازالتی و توف داسیتی، ریوداسیتی می‌باشد. در جنوب غرب برگه لاهرود یک بی‌هنجاری با شدت بالا و منشأ عمیق منطبق بر واحدهای ولکانیکی آندزیت، بازالت، داسیت، ریولیت و واحد نفوذی گرانودیوریت و نفیلین سینیت می‌باشد. بی‌هنجاری با شدت متوسط در جنوب غرب برگه زیوه منطبق بر واحدهای پیروکسن بازالت، ماسه‌سنگ توفی و سیلت رسی می‌باشد. این بی‌هنجاری در نقشه مشتق قائم با شدت بالاتری ظاهر گشته ولی در تصاویر ادامه فراسو شدت خود را تا حدودی از دست می‌دهد که بیانگر کم عمق بودن منشأ آن می‌باشد. نقشه سیگنال تحلیلی نیز تغییرات زیاد شدت میدان مغناطیسی در این زون را نشان می‌دهد.



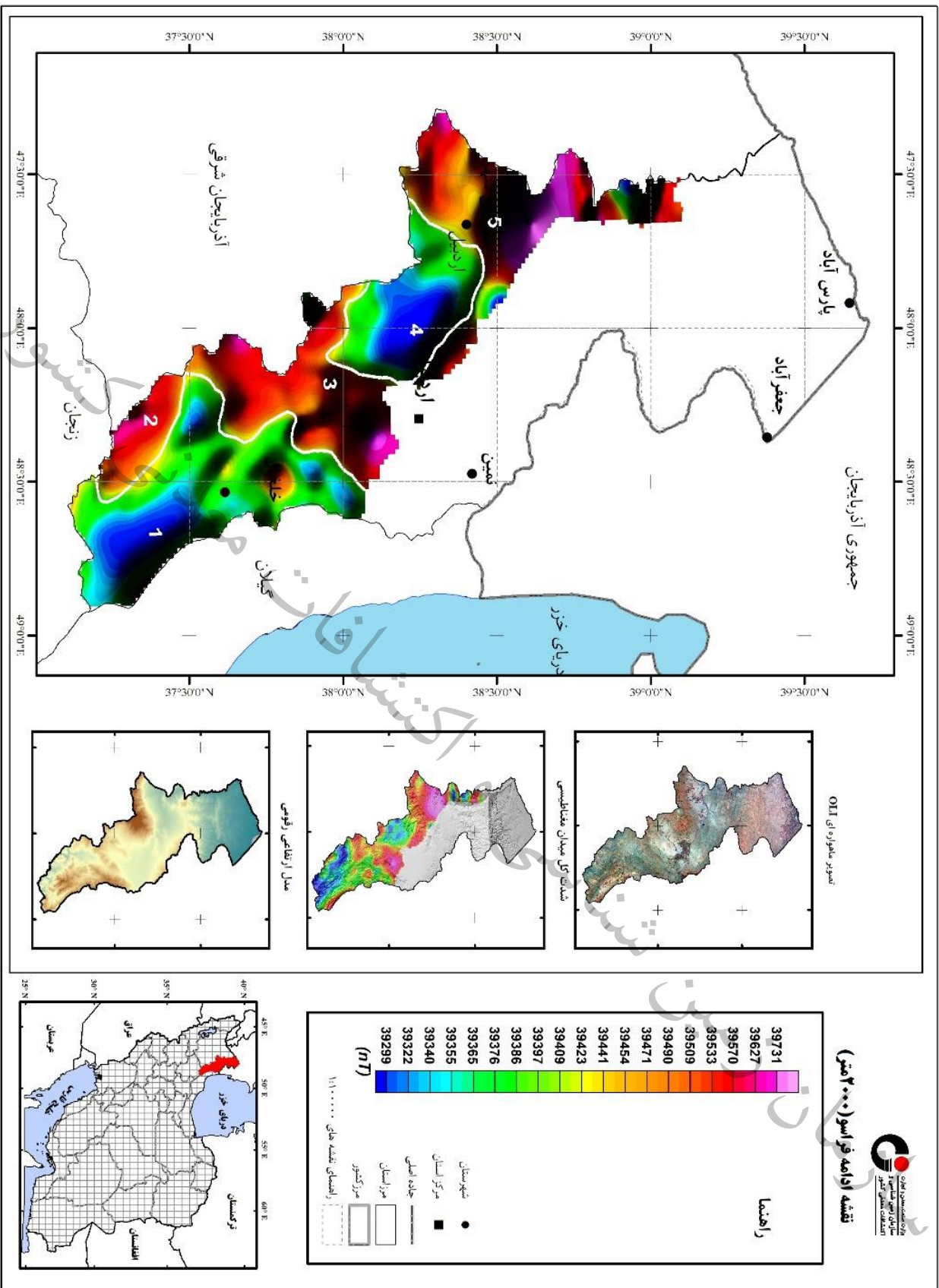
نقشه شدت کل میدان مغناطیسی



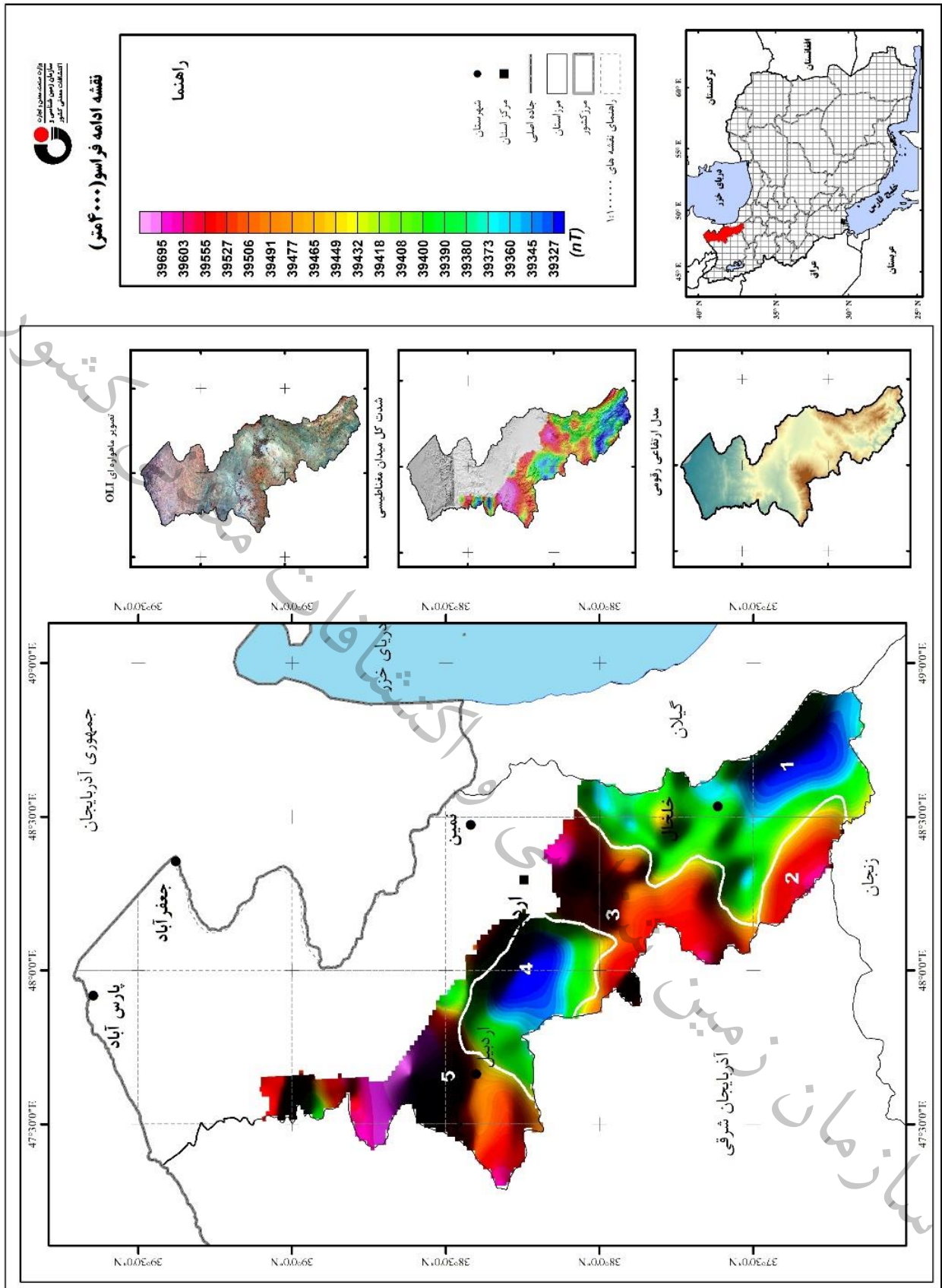
شکل ۶-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی استان اردبیل



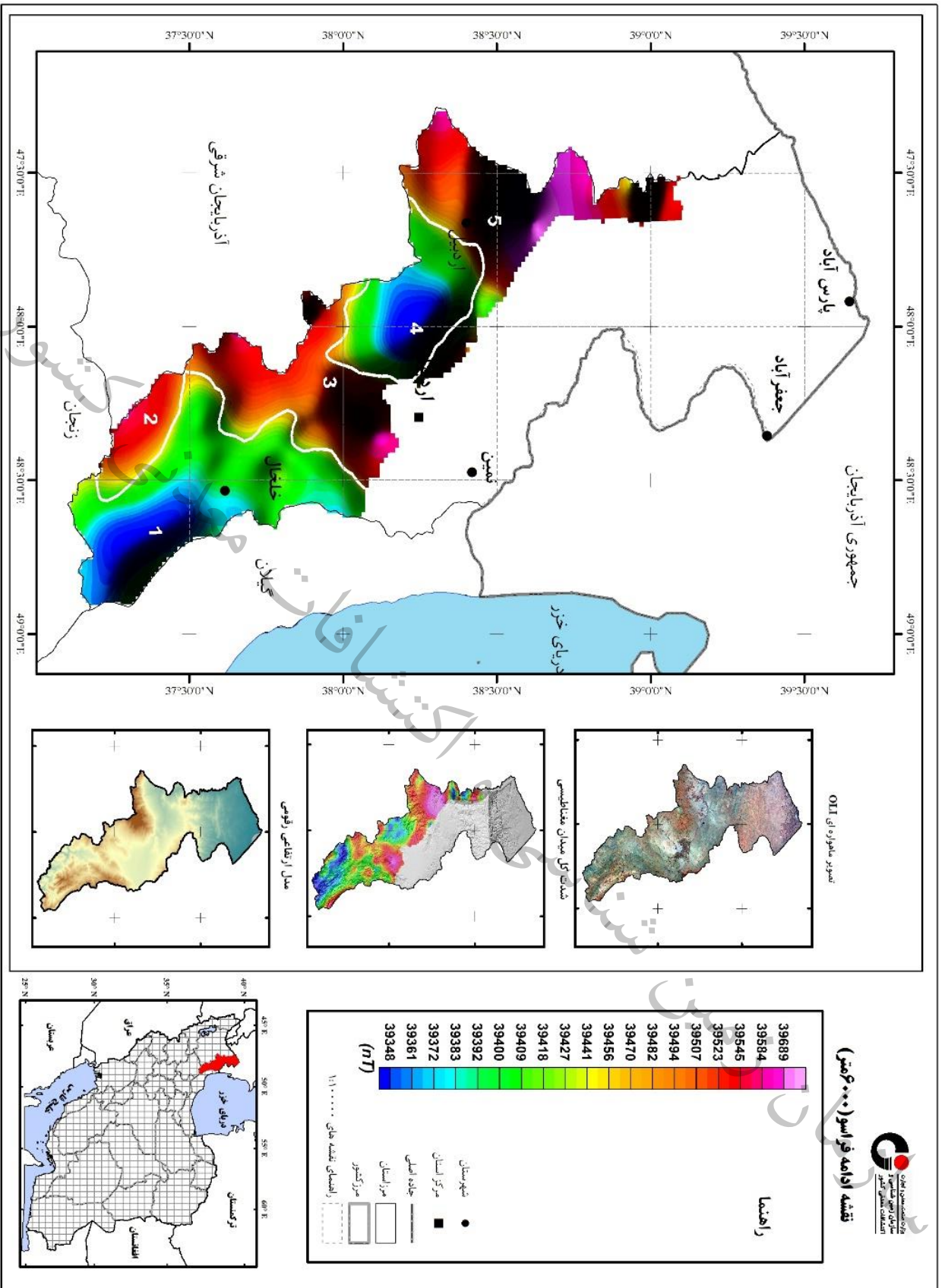
شکل ۶-۲- نقشه برگر دان به قطب شدت میدان مغناطیسی استان اردبیل



شکل ۴- نقشه داده فراسو (۳۰۰متر) استان اردبیل



شکل ۵-۶- نقشه ادامه فراسو (۴۰۰متر) استان اردبیل



شکل ۶- نقشه ادامه فراسو (۰۰۰متر) استان اردبیل



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 :

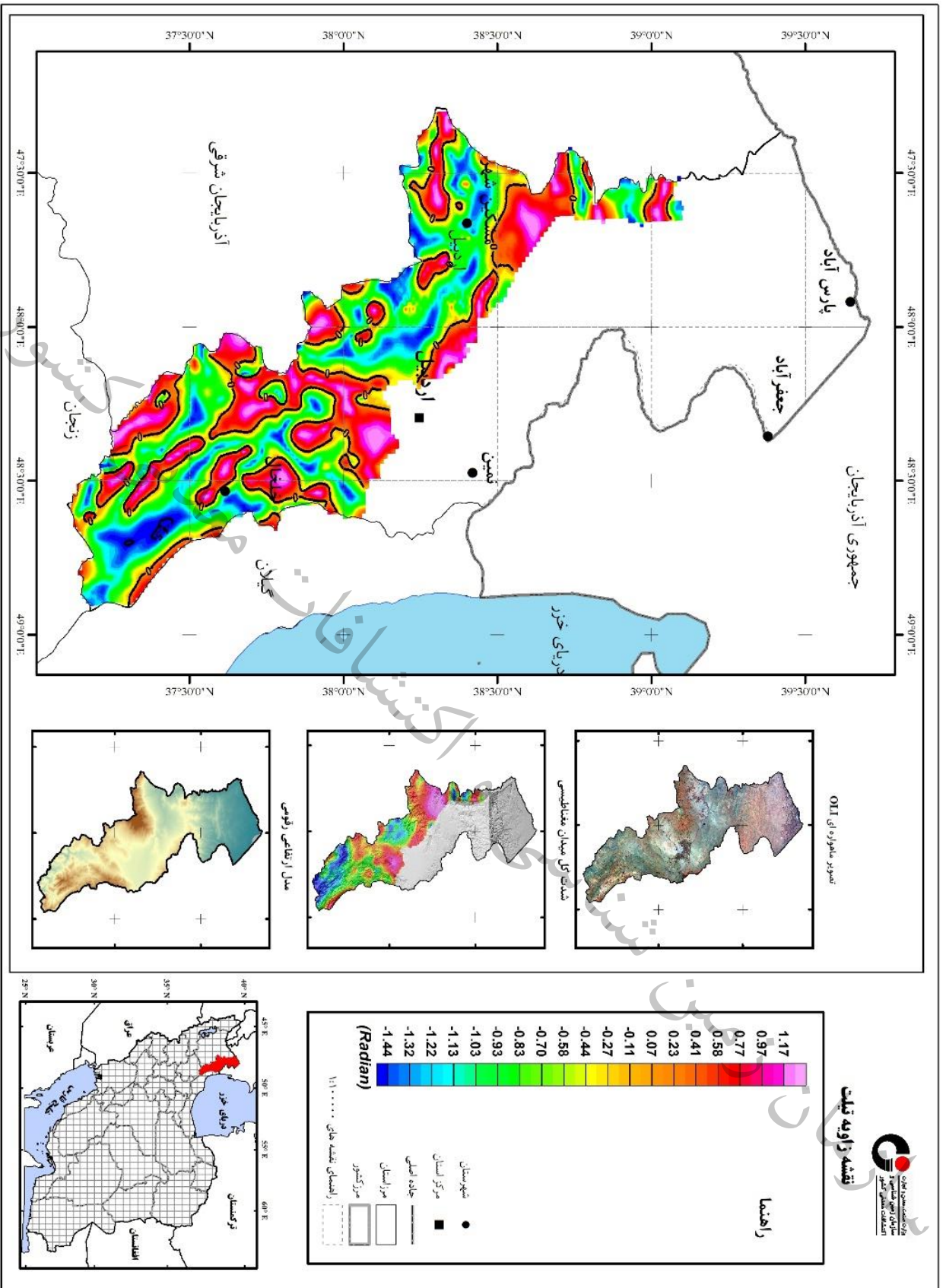
$$h = \pm z_c$$

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

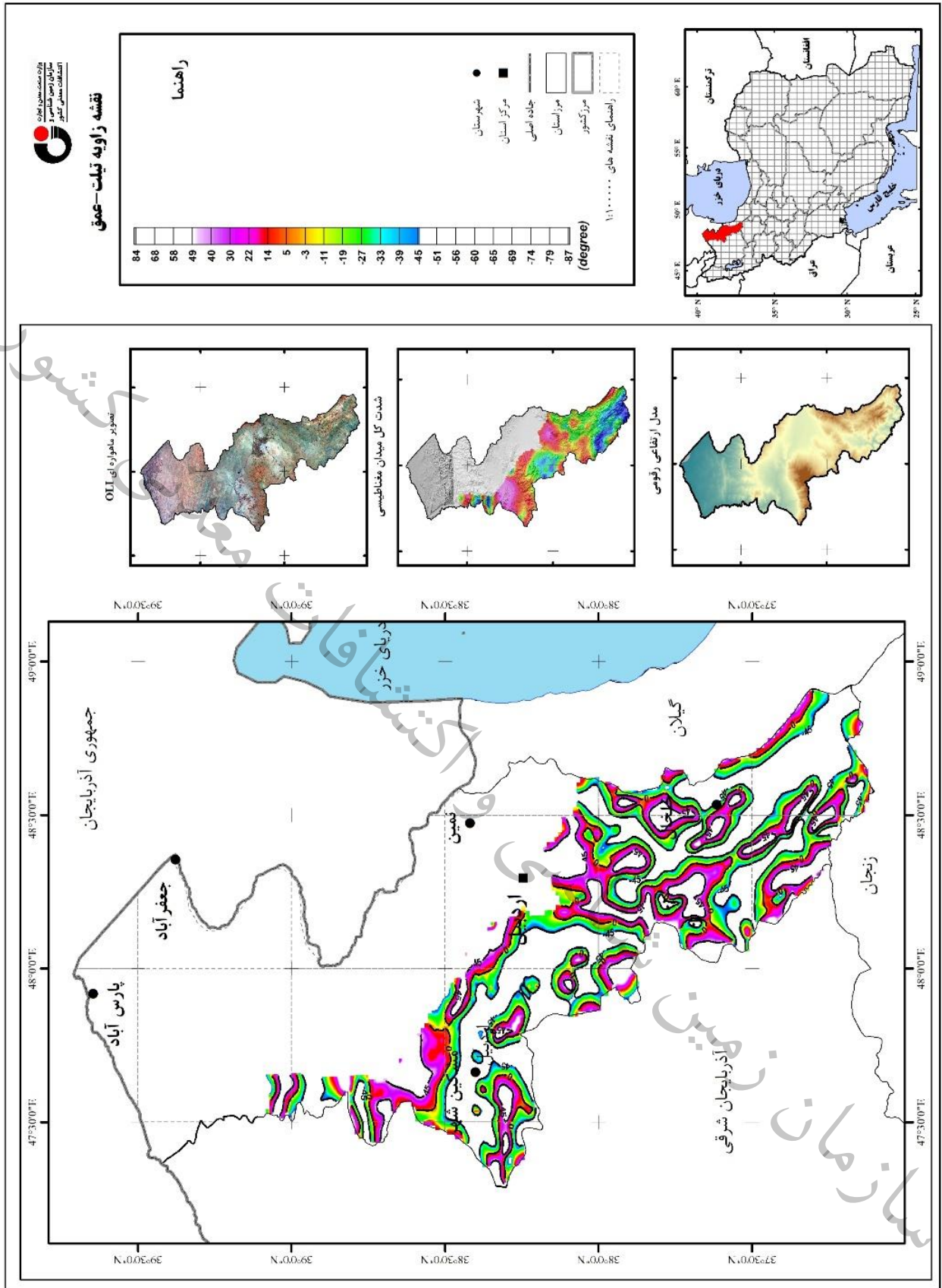
۱-۴-۶- بررسی نقشه زاویه تیلت

کنتور صفر در نقشه زاویه تیلت مطابق شکل (۶-۸) با مرز ناپیوستگی های زمین شناسی متناظر بوده و برای آشکار کردن عوارض خطی بکار می رود که می تواند برای تعیین محدوده واحدهای ولکانیکی و نفوذی مدفون مورد استفاده قرار بگیرد. بی هنجاری های 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 (۶-۹) 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 ۶-۹) 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 ۶-۸- نقشه زاویه تیت و مرز واحدهای مغناطیسی استان اردبیل



شکل ۶-۹- نقشه زاویه تپت-عمق استان اردبیل



۵-۶- بررسی خطواره‌های مغناطیسی منطقه

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 ۶-۱۰) 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 منطقه در جهت شمال غرب- جنوب شرق و در امتداد ساختارهای زمین‌شناسی می‌باشد که توسط خطواره‌هایی با امتداد شمال شرق- جنوب غرب قطع شده‌اند.

۶-۶- نتیجه‌گیری

شناسایی توده‌های نفوذی بویژه توده‌های مدفون و نیز خطواره‌های پنهان مغناطیسی که فقط از طریق روش- های 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 پرمپتانسیل معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا لایه‌های مذکور مطابق شکل (۶-۱۰) 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.

کشور

معدنی

اكتشافات

فصل، منضم

تجزیه کیری و معرفی مناطق امید بخش

شناسایی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۷-۱- نتیجه گیری و معرفی مناطق امیدبخش

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

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

استان اردبیل از (همانگونه که در فصول قبلی ذکر گردیده است) دیدگاه جدیدترین تقسیم بندی زون های ساختاری ایران (سهندی و همکاران، ۲۰۱۴)، در پهنه البرز غربی و آذربایجان و زیر پهنه خزر- تالش بخش واقع شده است همچنین در بخشهای عمده ای از استان، سنگهای آذرین زون ارومیه - دختر نفوذ کرده اند. هر یک از این پهنه ها تکامل تکتونیکی متفاوتی را متحمل گردیده اند که خود منجر به ایجاد تیپ های کانه زائی متنوعی در آنها شده است. در ادامه به بررسی آنها خواهیم پرداخت.

کوههای البرز یک رشته شرقی- غربی نسبتاً پیچ و خم دار را در شمال ایران و جنوب دریاچه خزر تشکیل می دهد.

رشته کوههای البرز بخش حاشیه فلات چین خورده وسیع ایران را تشکیل می دهند که ساختار آن نتیجه دو کوهزایی مهم است. یکی کوهزایی پرکامبرین (آسینیتیک) که این دوره اساساً بوسیله دگرگونی که بهم پیوستگی و سخت شدن پی سنگها را در پرکامبرین منجر شده و نبوده های مهم چینه شناختی مربوط به قبل از دونین و قبل از پرمین که به جنبشهای کوهزایی و یا ناآرامی های خشکی زایی به سن کالدونین یا هرسی نین نسبت داده شده مشخص می شود. دوم کوهزایی آلیپی مربوط به دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک.

از مهمترین مواد معدنی شناخته شده در این رشته جبال می توان به ذخایر سرب و روی، مس، بوکسیت، رسهای نسوز، فسفات رسوبی، ذغالسنگ، لاتریت، منگنز، فلورین، باریت، آلونیت، سیلیس و ... اشاره نمود.

کمان آتشفشانی- نفوذی سنوزوئیک ارومیه- دختر که حاصل فرورانش پوسته اقیانوس نئوتتیس به زیر پوسته بلوک های سیمرین است، خاستگاه اصلی کانسارهای پورفیری- اپی ترمال و اسکارن بوده و تشکیل کانسارهای

مرتبط با چرخه باز و بسته شدن اقیانوس نئوتتیس در آن قابل پیش بینی است. این پهنه ساختاری به عنوان بخشی از کمان ماگمایی حاشیه قاره‌ای- اقیانوسی می تواند محیط مناسبی برای تشکیل کانسارهای مرتبط با آن محیط مانند کانسارهای پورفیری مس- طلا- مولیبدن، اپی ترمال فلزات قیمتی- پایه، اسکارن، IOCG و مرتبط با توده‌های نفوذی باشد.

زیر پهنه خزر-تالش در بخش شرقی و شمالی البرز غربی واقع شده است و متشکل از بقایای پالئوتتیس، سنگهای دگرگونی و سنگهای رسوبی است که در طی زمانهای مختلف زمین شناسی دستخوش تغییرات زیادی گردیده است. این حوادث معلول تاثیر فازهای کوهزایی و حرکات خشکی زایی ناشی از فازهای کوهزایی مختلف بوده است. به طوری که این حرکات باعث ایجاد چین خوردگی، دگرشکلی، دگرگونی، ماگماتیسیم (ولکانیسم و پلوتونیسم)، پیشروی و پسروی دریا، نبوده‌های چینه شناسی و ناپیوستگیهای رسوبی و غیره شده است. ویژگی زمین شناسی این زیر پهنه مناسب اکتشاف ذخایر سرب و روی، بوکسیت، لاتریت، باریت، فلورین، مس و طلا می باشد.

با توجه به وجود لایه‌های مختلف اطلاعاتی در سازمان زمین شناسی 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 زمین شناسی 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 زمین شناسی 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 متالورژی 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 متالورژی کشور برای تیپ‌های مختلف کانساری در محیط GIS تلفیق و مدلسازی شده‌اند (اطلس ملی نقشه‌های پتانسیل معدنی ایران، ۱۳۹۶).

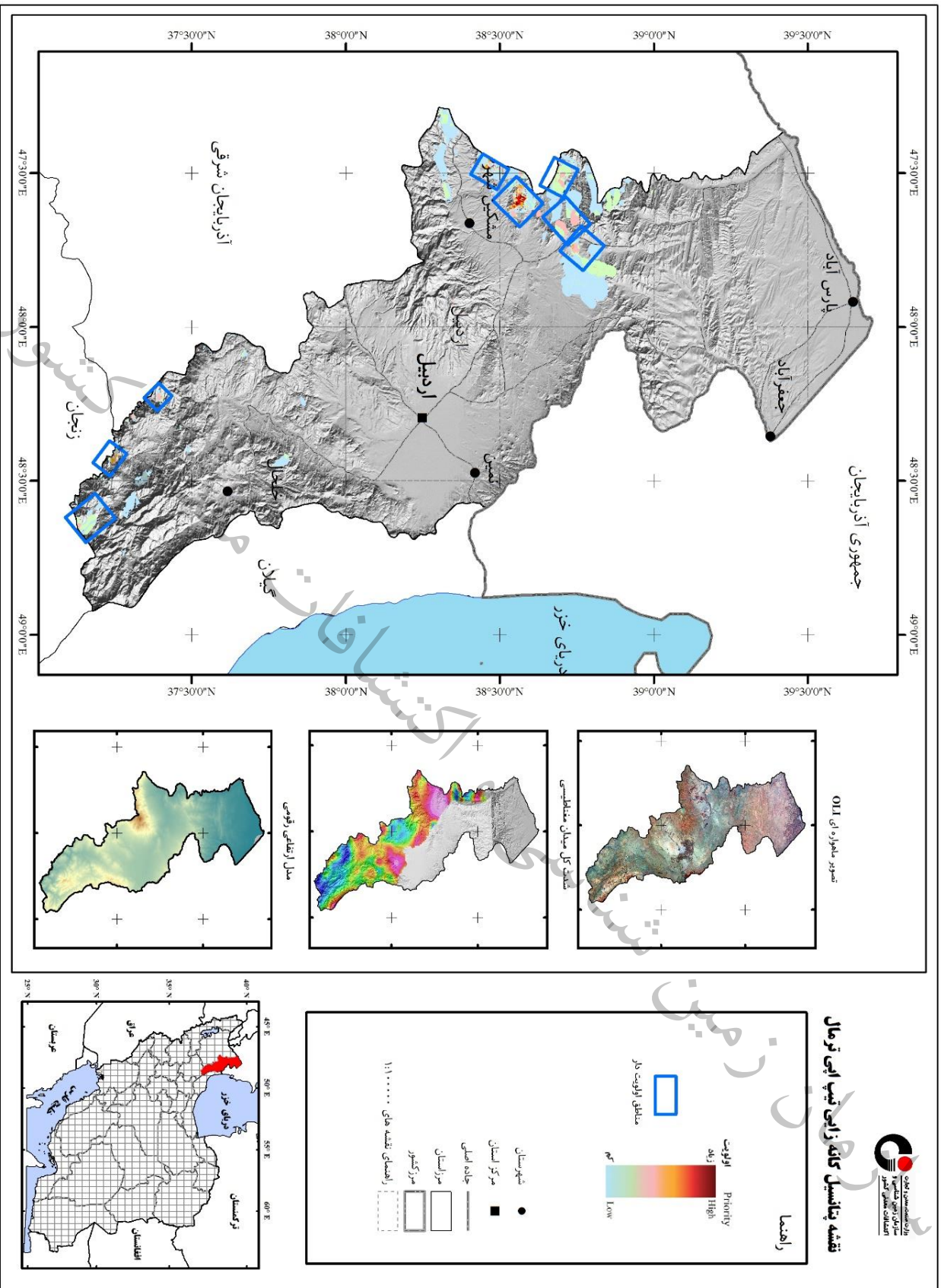
مدلسازی تیپ‌های کانساری برای دستیابی به نقشه پتانسیل مواد معدنی مختلف، روشی جامع و فراگیر در سهولت بخشی به شناخت کانسارهایی است که دارای ویژگی‌های مشترکی در محیط تشکیل و فرآیندهای کانه‌ساز هستند. در این روش مناطق دارای احتمال پیدایش بیشتر تیپ‌های کانساری به دست می‌آید. بعنوان مثال تلفیق و مدلسازی برای کانسارهای تیپ پورفیری با استفاده از تمامی لایه‌های اطلاعاتی شامل سنگ- شناسی، سن، شکستگی‌ها، دگرشیبی‌ها، تجمع شکستگی‌ها، دگرسانی‌های گرمابی، آنومالی عناصر اصلی و



همراه، ناهنجاری‌های مغناطیسی، نقشه ژئودینامیکی و ... پس از تخمین صحت آماری همه لایه‌ها انجام شده است.

در شکل‌های ۷-۱ الی ۷-۸ نتایج مربوط به مدل‌سازی ۸ تیپ کانساری محتمل در این استان شامل تیپ‌های اسکارن، اپی‌ترمال، مس پورفیری، مس مانتو، مس رگه‌ای گرمابی، انواع کانسارهای سرب و روی تیپ سدکس (SEDEX) و تیپ میزبان کربناته (MVT) و آهن-منگنز تیپ رسوبی- برون‌دمی قابل مشاهده است. بر پایه نتایج مدل‌سازی و پردازش لایه‌های مختلف اطلاعاتی موجود در این استان، برای هر تیپ مناطق اولویت دار بر روی نقشه‌ها مشخص شده‌اند.

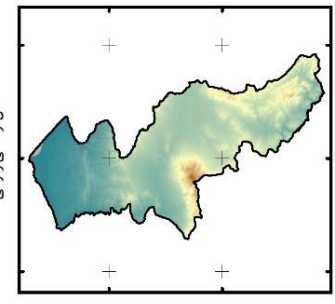
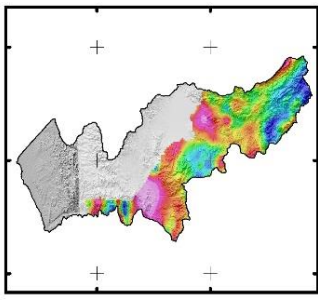
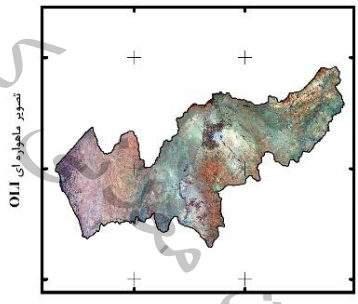
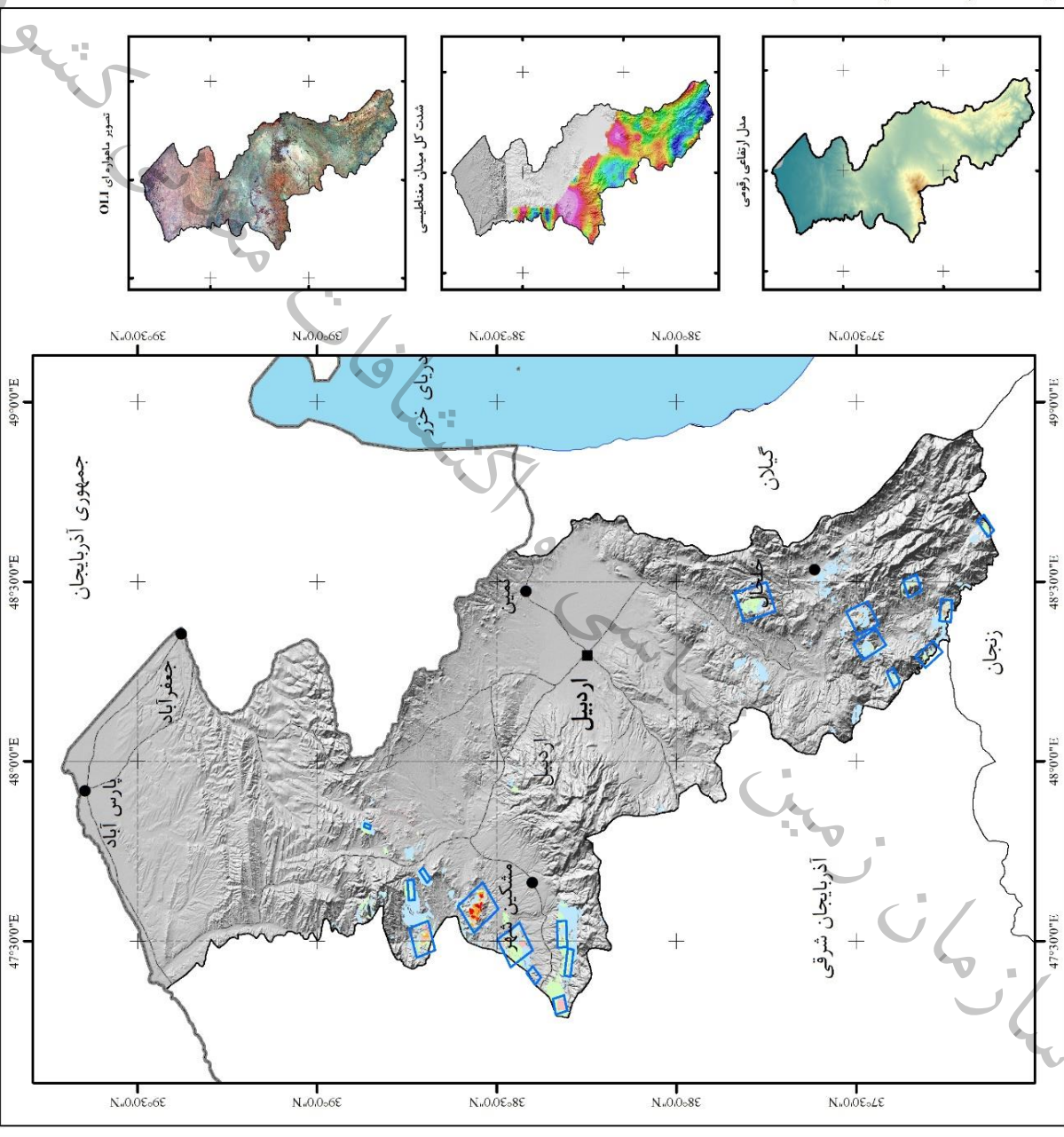
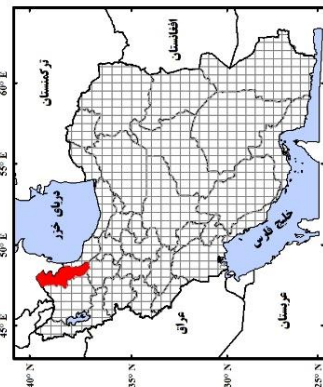
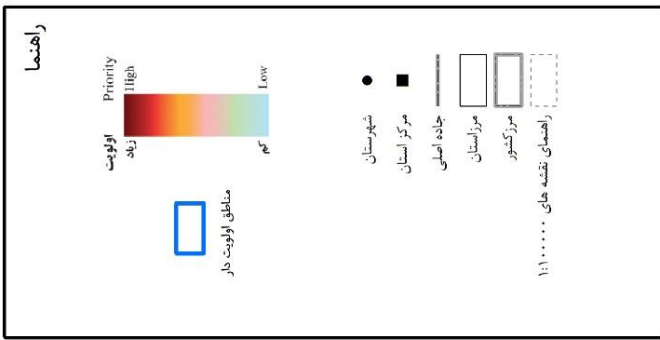
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی



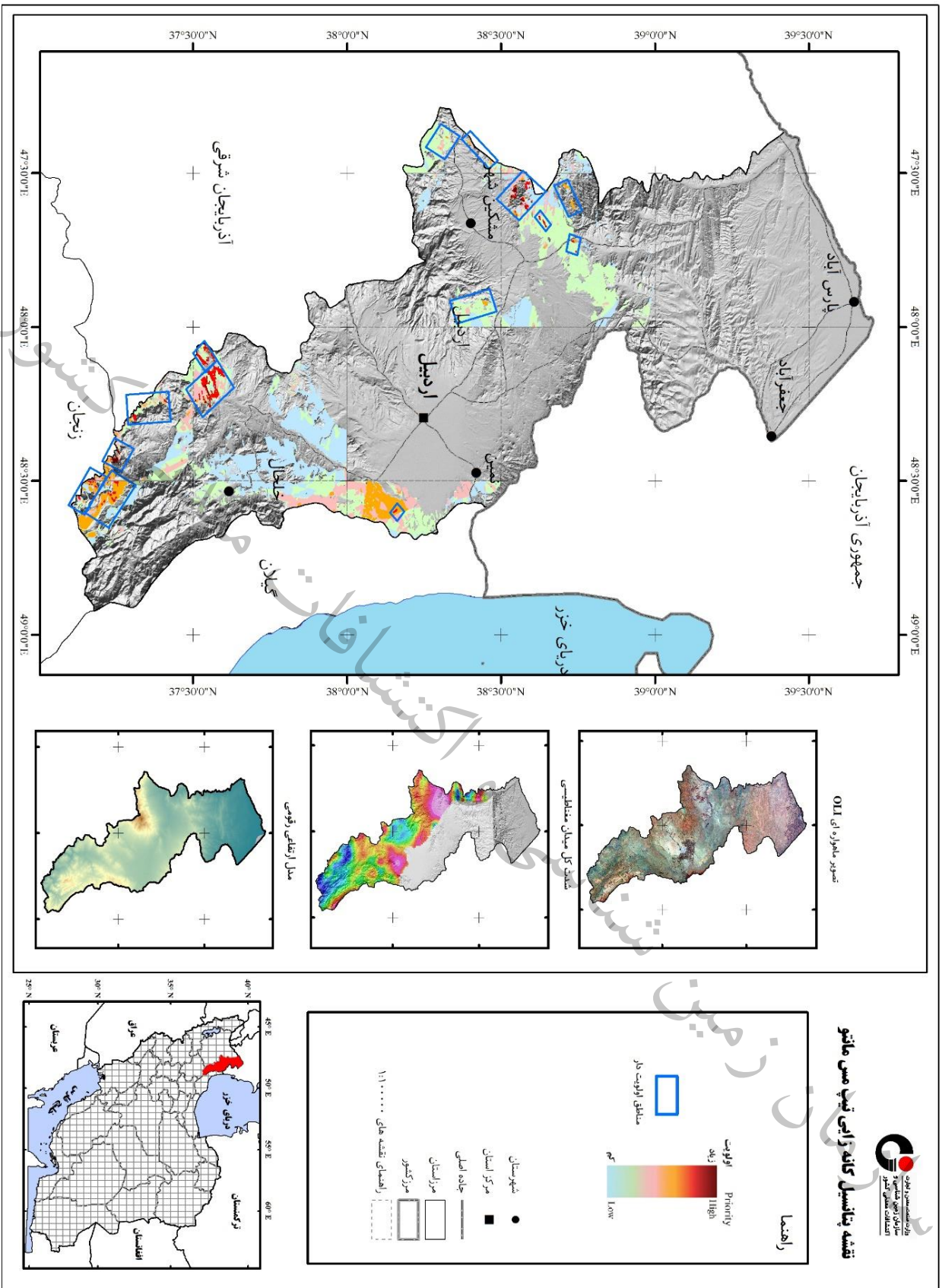
شکل ۷-۲- نقشه پتانسیل کانه‌زایی تپ ایی ترمال



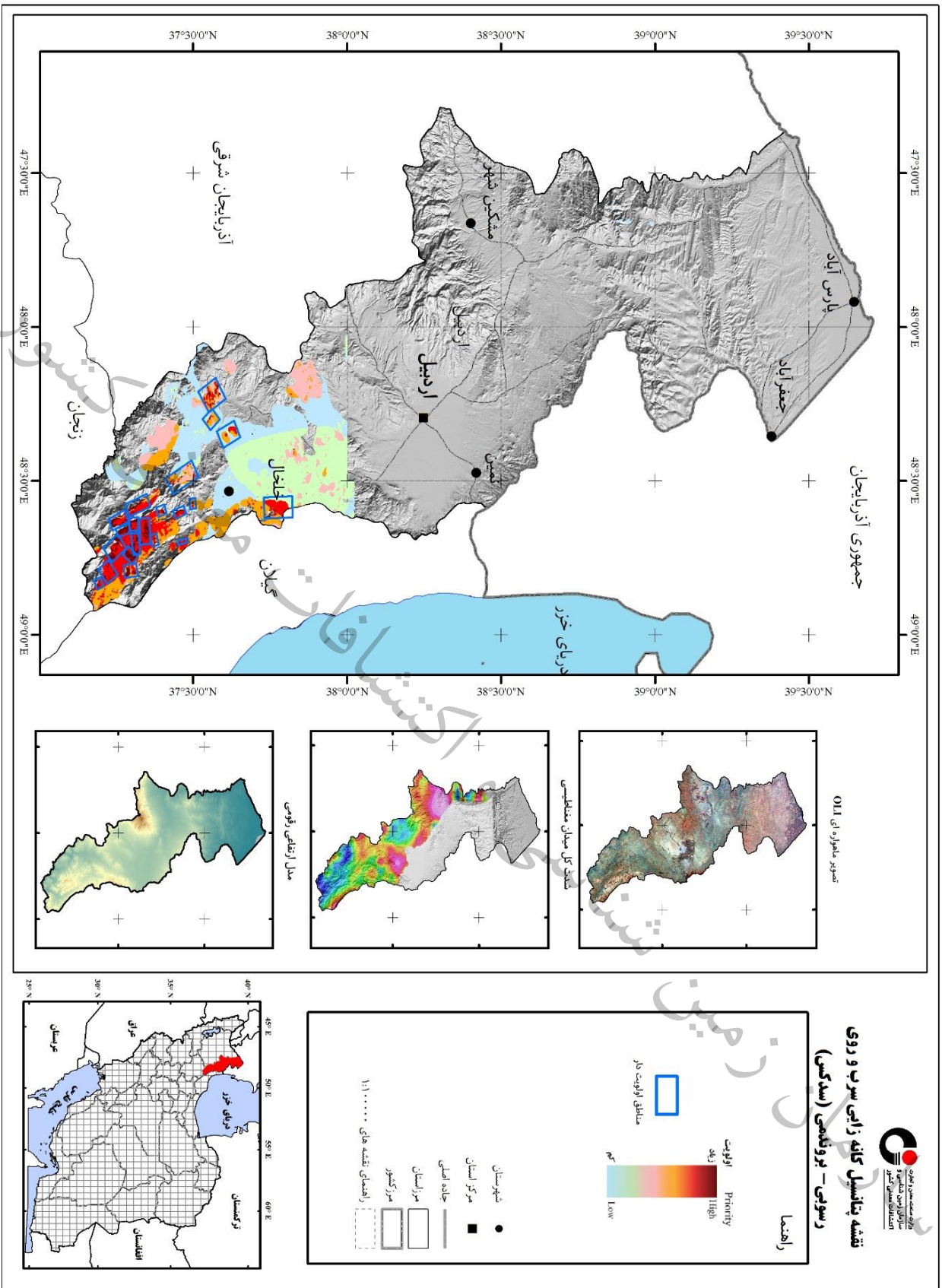
نقشه پتانسیل کانه‌زایی مس پورفیری



شکل ۷-۳- نقشه پتانسیل کانه‌زایی تیپ مس پورفیری



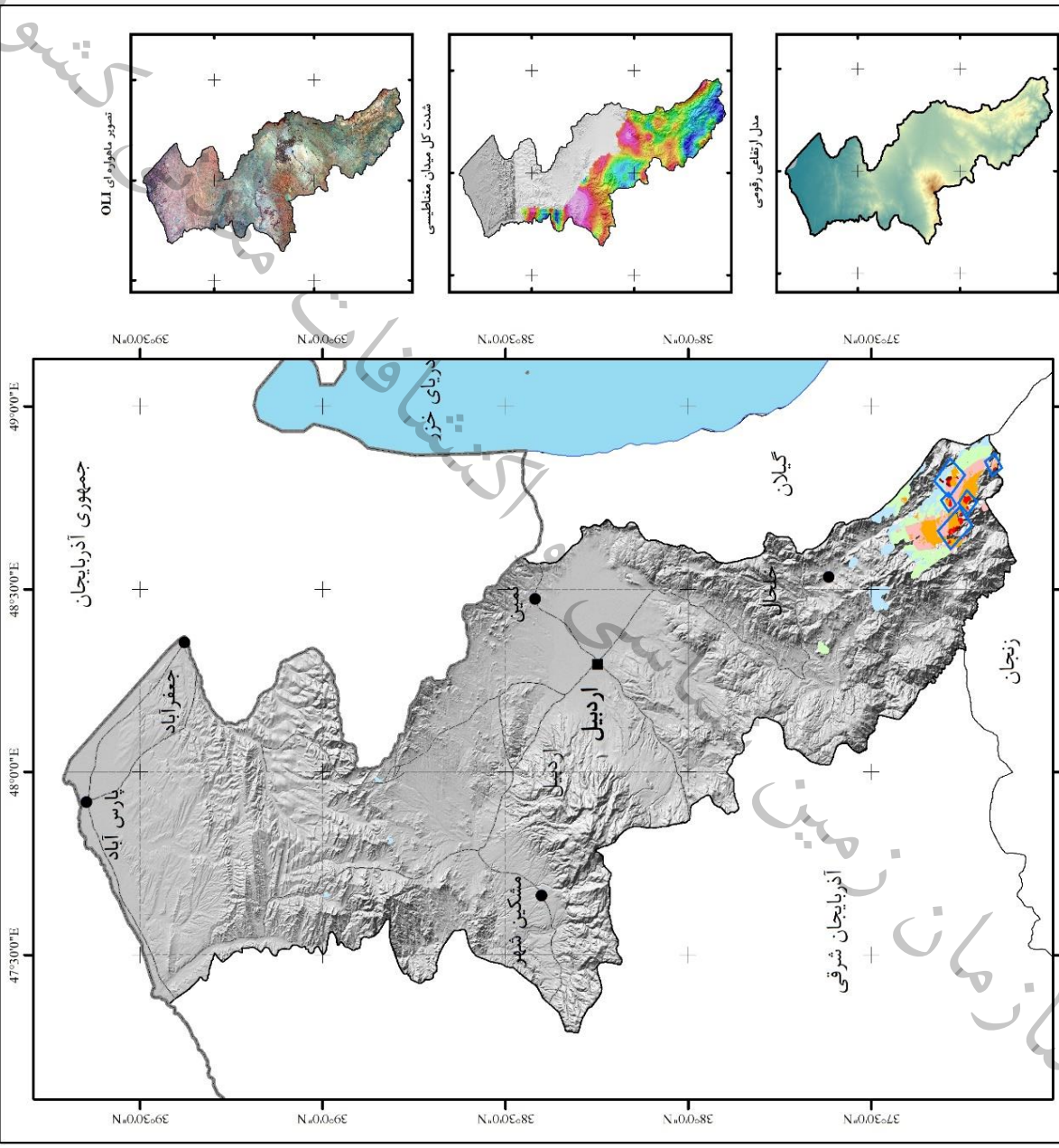
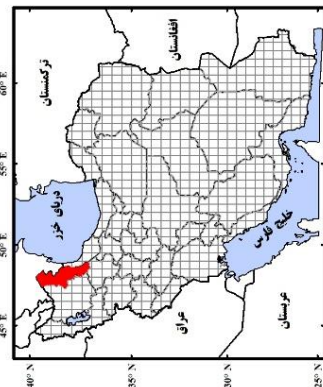
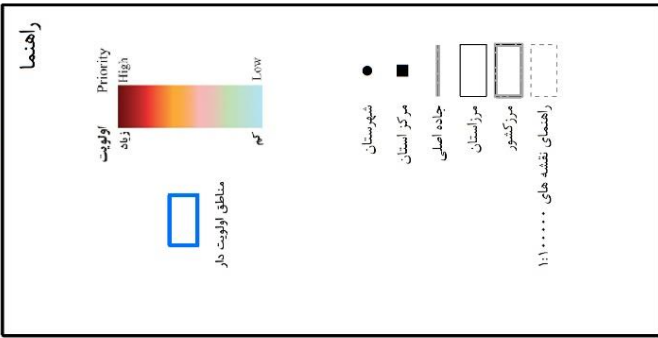
شکل ۷-۴- نقشه پتانسیل کانه‌زایی تیب مس مانتو



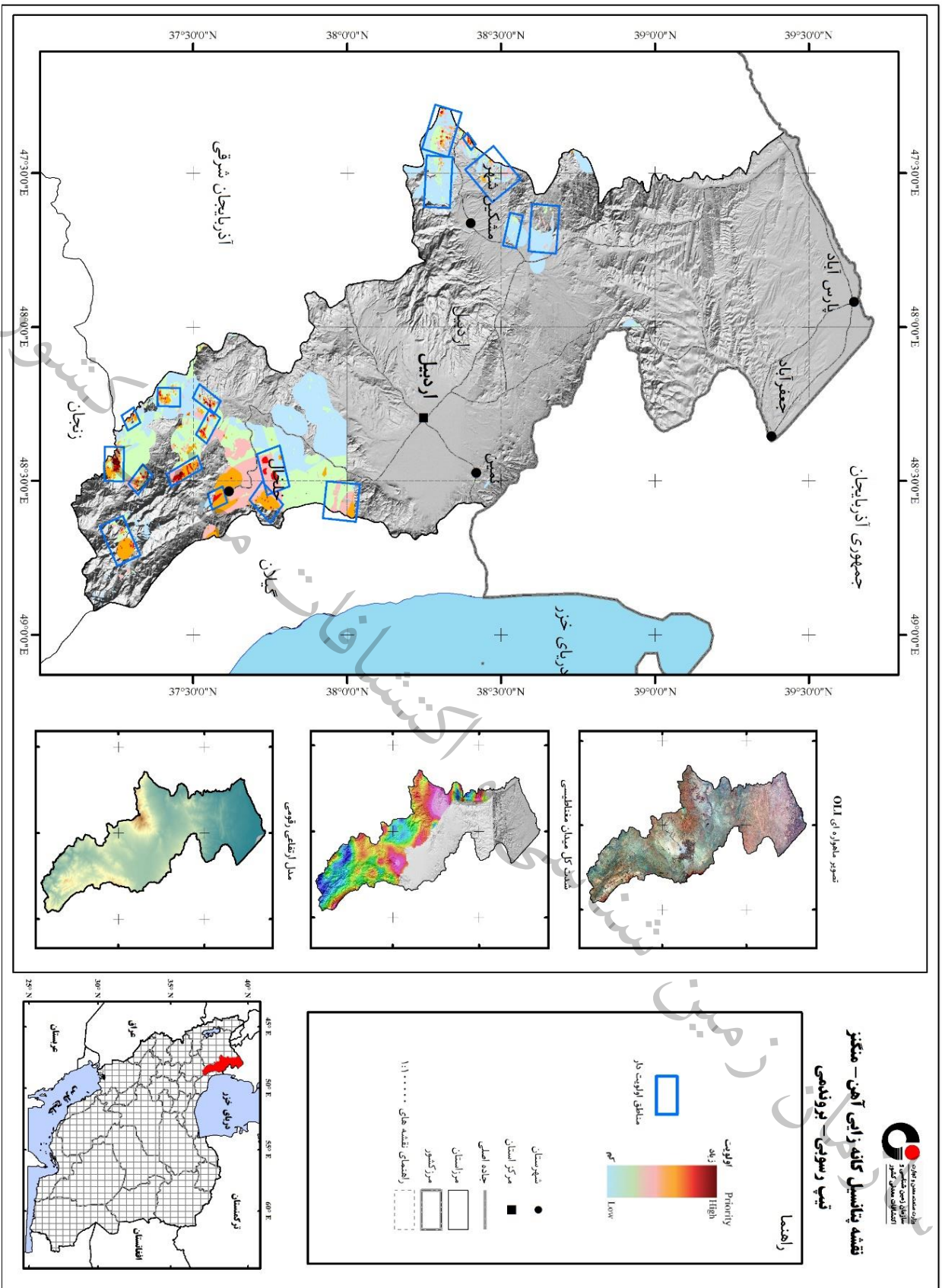
شکل ۶-۷- نقشه پتانسیل کانه‌زایی تیب سرب و روی رسوبی - پروژهای (سدکس)



نقشه پتانسیل کانه‌زایی تپ سرب و روی با میزان کربناته



شکل ۷-۷- نقشه پتانسیل کانه‌زایی تپ سرب و روی با میزان کربناته



شکل ۸-۷- نقشه پتانسیل کانه زایی تیپ آهن - منگنز رسوبی - پروژندمی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

فهرست منابع

و

شناسی

زمین

سازمان

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

منابع فارسی

- آقائباتی، دکتر سید علی، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- آذرمی قورتلاز، س.، سهرابی، ق.، کلاگری، ع.ا.، ۱۳۹۵، مطالعه زمین شناسی، کانی شناسی، ژئوشیمی، ژنز کانی سازی آهن در منطقه موئیل، جنوب شرق مشگین شهر، استان اردبیل
- اداره کل معادن و فلزات استان اردبیل، ۱۳۷۳، گزارش پی جویی مقدماتی گیوی پایین از منطقه خلخال
- اطلاعات تفصیلی پراکندگی مس-اکتشافات سیستماتیک-راهنمای برگه های ۱:۱۰۰،۰۰۰ و ۱:۲۵۰،۰۰۰ استان اردبیل. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ایران: پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور.
- پایگاه ملی داده های علوم زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۴، نقشه راه علوم زمین و معدن استان گلستان.
- تامپسون، ای. جی. بی. تامپسون و جی. اف. اچ.، ۱۳۸۶. اطلس دگرسانی. با ترجمه دکتر علیرضا زراسوندی. اهواز: دانشگاه شهید چمران اهواز.
- سهندی، ر. نقشه زمین شناسی ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ایران، ۱۳۹۱، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.
- تقی زاده، ر.، ۱۳۸۲، بررسی زمین شناسی اقتصادی نشانه طلای منطقه ساریخانلو (شمال غرب مشگین شهر).
- جمشیدی بدر، م.، کریمی، ح.، عجایی، ک.ص.، ۱۳۹۴، معرفی نشانه معدنی آهن کهل دشت، خلخال.
- حاجی مرادی، علی، ۱۳۹۵. بررسی های دورسنجی در استان قزوین جهت پتانسیل یابی مواد معدنی با استفاده از داده های ASTER، سازمان زمین شناسی، دفتر ژئومتیکس.
- حسنی پاک، علی اصغر، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۷
- حسین زاده قادر*، موید محسن، مقدمی اسلام، ۱۳۹۲، ژئوشیمی دگرسانی زئولیتی در سنگ های آتشفشانی منطقه کجل (شمال غرب هشجین - استان اردبیل)
- خسته بند، ن.، ۱۳۸۹، بررسی زمین شناسی اقتصادی محدوده اکتشافی مس مجدر (شرق اردبیل).
- راهنمای نقشه های ۱:۱۰۰،۰۰۰ توپوگرافی زمین شناسی رقومی تصاویر دورسنجی زمین شناسی اقتصادی ژئوفیزیک هوایی و ژئوشیمی. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ایران: پایگاه ملی داده های علوم زمین.
- سازمان صنایع معادن استان اردبیل، گزارش دور سنجی و زمین شناسی اقتصادی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرمی، گزارش پتانسیل یابی مواد معدنی در منطقه جنوب خلخال، مهندسی مشاور کاوشگران، ۱۳۷۴
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان اردبیل، معاونت آمار و اطلاعات پاییز ۱۳۹۶
- شاه بیگ، ا.، ارژنگ روشن، ب.، ۱۳۶۰، بررسی مصالح ساختمانی (خاک رس، سنگ آهک، گچ) در استان آذربایجان شرقی، اطراف اردبیل، خلخال، گیوی و مشگین شهر
- شهاب پور، ج.، ۱۳۸۰، زمین شناسی اقتصادی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان
- صادقی، ب.، مهرابی، ب.، اقبالی، م.ع.، ۱۳۹۲، اکتشافات عمومی در معدن متروکه سرب و روی رکن آباد.
- عزیز محمدی، م.ع.، ۱۳۸۳، گزارش پی جویی سرب و روی و سایر عناصر فلزی جنوب شرق خلخال، سازمان صنایع معادن استان اردبیل.
- عزیز محمدی، م.ع.، ۱۳۸۳، گزارش پی جویی مس و سایر عناصر فلزی باغرو داغ خلخال، سازمان صنایع معادن اردبیل.
- علوی پناه، کاظم، ۱۳۸۲، کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، انتشارات دانشگاه تهران.



- عابدیان، ن.، ۱۳۸۷، گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی برگه ۱:۲۵۰۰۰ مشگین شهر ۲، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح زمین شناسی عمومی (پروژه ژئوشیمی).
- عابدیان، ن.، ۱۳۸۴-۸۶، گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی محدوده ۱:۲۵۰۰۰ مشگین شهر ۱، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- فدائیان، م.، ۱۳۹۶، پی جویی و اکتشاف ذخایر گچ جنوب غرب اردبیل.
- کریم پور، محمد حسن و دیگران، ۱۳۸۴. اکتشاف ذخایر معدنی مدلهای زمین شناسی، ژئوشیمی، ماهواره ای و ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد..
- کریم پور، محمد حسن و دیگران، ۱۳۸۴. اکتشاف ذخایر معدنی مدلهای زمین شناسی، ژئوشیمی، ماهواره ای و ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- گزارش استان اردبیل. سازمان زمین شناسی کشور، ایران: پایگاه ملی داده های علوم زمین.
- گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ لاهرود، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۲
- گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ هشتجین، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۷
- گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ ماسوله، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۲
- گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ خلخال، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۷۷
- گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ اهر، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۳
- گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ مشگین شهر، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۳
- مهندسین مشاور زر آذین گستر، ۸۰-۱۳۷۹، گزارش پی جویی و اکتشاف چکشی مواد معدنی منطقه مشگین شهر.
- منصف، ر.، ۱۳۸۳، پترولوزی و ژئوشیمی خروجی های ائوسن با دیدگاهی بر پتانسیل اقتصادی منطقه کوثر (کیوی).
- مهندسین مشاور زمین آزما، ۱۳۷۹، شناسایی مواد معدنی در سازندهای کربناته بخش نمین و خلخال استان اردبیل.
- مهندسین مشاور پیچاب کاوش، ۸۰-۱۳۷۹، گزارش اکتشافات پتانسیل های معدنیدر منطقه خلخال.
- مطالعات دورسنجی برای پروژه مدل سازی طلا در پهنه ژئودینامیکی سنندج- سیرجان در کمربند ماگمایی (ارومیه - دختر)، سازمان زمین شناسی، دفتر ژئومتیکس
- نقشه های زمین شناسی و گزارش پشت نقشه های ورقه های ۱:۱۰۰،۰۰۰ سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور محدوده استان اردبیل
- واعظی پور، م ج.، ۱۳۷۷، طرح اکتشاف کانی های پلی متال (غرب مشگین شهر)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح اکتشاف سراسری ذخایر معدنی.

References

- Brockman, E.C., Fernandez, A., Ballon, R. and Claire, H., 1978. Analysis of geological
- Crosta, A. P., Filho, C. R. D. S., Azevedo, F. and Brodie, C., 2003, Targeting key alteration minerals in epithermal deposits in Patagonia, Argentina, using ASTER imagery and principal component analysis. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 24, 4233-4240 pp.
- Dentith, M. C., & Mudge, S., 2014. *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*. Cambridge University Press.
- Freek D. van der Meer, Harald M.A. van der Werff, Frank J.A. van Ruitenbeek, Chris A. Hecker, 2012. Multi- and hyperspectral geologic remote sensing, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 112-8
- K. Eric Livo, Fred A. Kruse , Roger N. Clark, Raymond F. Kokaly, and W.C. Hydrothermally Altered Rock and Hot- O Spring Deposits at Yellowstone National Park-Characterized Using Airborne Visible- and Infrared-Spectroscopy Data. Edited by Lisa A. Morgan U.S. Geological Survey.
- Lagat, John, HYDROTHERMAL ALTERATION MINERALOGY IN Nairobi 00101KENYA.
- Mirzababaei, G., Shahabpour, J., Zarasvandi, A. and Hayatolgheyb, S.M., 2016. Structural Controls on Cu Metallogenesis in the Dehaj Area, Kerman Porphyry Copper Belt, Iran: A Remote Sensing Perspective, *journal of sciences islamic republic of iran*, v. 27(3), p. 253-267.
- Milligan , P.R. & Gunn, P.J., 1997. Enhancement and presentation of airborne geophysical data. *AGSO journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 63-75.
- ROST, GARY L, 2014. REMOTE SENSING FOR GEOSCIENTISTS IMAGE ANALYSIS AND INTEGRATION. Boca Raton Florida: Taylor & Francis Group.
- Ranjbar, H., Honarmand, M., Moezifar, Z., Roonwal, G.s., 2002, Application of Crosta technique for porphyry copper alteration mapping, using ETM+ data: A case study of Meiduk and SAR Cheshmehareas, Kerman, Iran, *Exploration and mining geology* 11, 43-48pp.
- Rajabi, A., Rastad, E. and Canet, C., 2012- Metallogeny of Cretaceous carbonate-hosted Zn–Pb deposits of Iran: geotectonic setting and data integration for future mineral exploration.” *International Geology Review*, V.54, p.1649-1672.
- 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
- Brockman, E.C., Fernandez, A., Ballon, R. and Claire, H., 1978. Analysis of geological structures based on Landsat-1 images, Programa del Satelite Tecnologico de Recursos Naturales, Servicio Geologico de Bolivia (GEOBOL), Lapaz, Bolivia.



- Tangestani, M. H., & Moore, F., 2001, Comparison of three principal component analysis techniques to porphyry copper alteration mapping: a case study in Meiduk area, Kerman, Iran. Canadian Journal of Remote Sensing, 27, 176–182 pp.
- Yongming Xu, Qizhong, Lin, Yun Shao, and Lu Wang, 2004. Extraction mechanism of alteration zones. Geosci. & Remote Sensing Symp., IGARSS 04. ALASKA.

کشور
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی