

کشور

معدنی

سازمان زمین شناسی و
معدنی کشور



سازمان زمین شناسی و
معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

نگاهی به داده های زمین شناسی و اکتشافی استان گلستان

مجموعه مطالعات زمین شناسی، زمین شناسی اقتصادی، ژئوشیمی،

دورسنجی، ژئوفیزیک هوایی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

مدیر پروژه

محمد صادقی

مدیر فنی پروژه:

مهدي ذبيحي

" گزارش حاضر طبق کد ۱۴۰۱/۱۳۹ گ ۳۵۸۴-۶۱۰۰-۱۴۰۱ 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

تهیه کنندگان:

زمین شناسی

لیلی فتح اله پور

متالورژی و زمین شناسی اقتصادی

لیلی فتح اله پور

ژئوشیمی

مهدی ذبیحی

سنجش از دور

فاطمه حاجی محمدی

ژئوفیزیک هوایی

فاطمه علوی

تلفیق و مدلسازی

زهرا اکبری

ویرایش و صفحه آرایی

پرستو جلالی مدد

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

تشکر و قدردانی

بنام خداوند بی همتا که با یاری و اراده او تهیه و تدوین این گزارش صورت پذیرفته است. قدرمسلم تهیه این گزارش بدون مشورت و راهنمایی صاحب نظران و کارشناسان میسر نبود لذا از زحمات بی دریغشان تشکر می‌گردد.

ازجناب آقای دکتر شهیدی معاون وزیر و ریاست محترم سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور؛ آقای دکتر محمد صادقی مدیریت محترم ژئوماتیکس، سرکارخانم شهین‌دخت ابوالمعالی رئیس گروه تلفیق و مدلسازی و سایر همکاران سازمان؛ سپاسگزاری می‌گردد.

مجموعه حاضر، حاصل تلاش کارشناسان مدیریت ژئوماتیکس سازمان زمین‌شناسی کشور در زمینه‌های مختلف می‌باشد که بدین وسیله سپاسگزاری و قدردانی می‌گردد.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست مطالب
فصل اول - کلیات

پیشگفتار ۱

- ۱-۱- مقدمه ۱
۲-۱- جغرافیای طبیعی ۱
۳-۱- جغرافیای انسانی ۲

فصل دوم - زمین شناسی عمومی و ساختمانی

- ۱-۲- چینه شناسی ۵
۱-۲-۲- پرکامبرین ۵
۲-۲-۲- پالئوزوئیک ۷
۳-۲-۲- مزوزوئیک ۱۴
۴-۲-۲- سنوزوئیک ۲۰
۳-۲-۳- پهنه‌های ساختاری ۲۴
۱-۳-۲- زون کپه داغ ۲۵
۳-۳-۲- زون فروافتادگی کواترنری ۲۷
۴-۲-۳- گسل ها ۲۸

فصل سوم - زمین شناسی اقتصادی و متالورژی

- ۱-۳- مقدمه ۳۵
۲-۳- معادن استان ۳۷
۳-۳- منابع فلزی ۳۸
۱-۳-۳- سرب و روی ۴۰
۴-۳- مواد معدنی غیر فلزی ۴۴
۱-۴-۳- مصالح ساختمانی ۴۵
۲-۴-۳- صدف کوهی (لوماشل) ۴۷
۳-۴-۳- تبخیری ها ۵۳
۴-۴-۳- سنگ آهک ۵۴
۵-۴-۳- سیلیس ۵۶
۶-۴-۳- فلدسپات ۵۶
۷-۴-۳- بوکسیت ۵۷
۸-۴-۳- ید ۵۹
۹-۴-۳- زغال سنگ ۶۲

فصل چهارم - مطالعات دورسنجی

- ۱-۴- مقدمه ۷۱
۲-۴- داده های ماهواره ای ۷۲

۷۷	۳-۴- تصاویر و داده های ماهواره ای استفاده شده
۷۷	۳-۴-۱- پیش پردازش
۸۳	۳-۴-۲- پردازش
۸۹	۳-۴-۳- استخراج اطلاعات (پس پردازش)
۱۰۳	۴-۴- تفسیر نتایج پردازش تصاویر

فصل پنجم - مطالعات ژئوشیمیایی

۱۰۵	۱-۵- مقدمه
۱۰۵	۲-۵- آماده سازی، پردازش و تفسیر داده های ژئوشیمیایی
۱۰۶	۳-۵- پردازش داده های ژئوشیمیایی
۱۰۶	۴-۵- محاسبه پارامترهای آماری و رسم نمودارهای مربوط به توزیع داده ها
۱۰۶	۵-۴-۱- جدایش مقادیر خارج از ردیف
۱۰۷	۵-۴-۲- محاسبه پارامترهای آماری تک متغیره
۱۰۷	۵-۵- مطالعات و پردازش ژئوشیمیایی برکه های یکصد هزارم استان گلستان
۱۰۹	۵-۵-۱- برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ بهشهر (۶۷۶۳)
۱۱۲	۵-۵-۲- برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرگان (۶۸۶۳)
۱۱۵	۵-۵-۳- برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ علی آباد (۶۹۶۳)
۱۱۸	۵-۵-۴- برکه ۱:۱۰۰۰۰۰ گنبد قابوس (۷۰۶۴)
۱۲۱	۵-۶- جدایش ناهنجاری های ژئوشیمیایی بر اساس میانه و انحراف معیار $X + nS$
۱۲۱	۵-۷- ترسیم نقشه های آنومالی ژئوشیمیایی
۱۴۲	۵-۸- مطالعات کانی سنگین
۱۴۶	۵-۹- معرفی مناطق امید بخش ژئوشیمیایی

فصل ششم - ژئوفیزیک هوایی

۱۴۹	۶-۱- مقدمه
۱۴۹	۶-۲- مراحل تفسیر داده های مغناطیس سنجی
۱۵۱	۶-۲-۱- شدت کل میدان مغناطیسی
۱۵۱	۶-۲-۲- روش برگردان به قطب
۱۵۱	۶-۲-۳- روش مشتق قائم
۱۵۲	۶-۲-۴- روش سیگنال تحلیلی
۱۵۲	۶-۲-۵- روش ادامه فراسو
۱۵۲	۶-۳- تفسیر کیفی و بررسی بینجاری های مغناطیسی
۱۵۳	۶-۳-۱- بینجاری شماره ۱
۱۵۳	۶-۳-۲- بینجاری شماره ۲
۱۵۴	۶-۳-۳- بینجاری شماره ۳
۱۵۴	۶-۳-۴- بینجاری شماره ۴
۱۵۵	۶-۳-۵- بینجاری شماره ۵

۱۵۵	۶-۳-۶-بیهنجاری شماره ۶
۱۵۶	۶-۴-روش تیلت-عمق (Tilt-Depth)
۱۵۷	۶-۵-بررسی خطواره های مغناطیسی منطقه
۱۵۷	۶-۶-نتیجه گیری

فصل هفتم- تلفیق و مدل سازی

۱۶۷	۷-۱- نتیجه گیری و معرفی مناطق امیدبخش
۱۶۹	منابع فارسی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فهرست اشکال

فصل اول - کلیات

شکل ۱-۱- نقشه ایندکس ورقه‌ها و چهار گوشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ و راه‌های دسترسی ۳

فصل دوم - زمین‌شناسی عمومی و ساختمانی

شکل ۱-۲- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دورانهای زمین‌شناسی ۶

شکل ۲-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی پرکامبرین ۷

شکل ۳-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی پالئوزوئیک ۸

شکل ۴-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی کامبرین ۹

شکل ۵-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی اردوویسین و سیلورین ۱۰

شکل ۶-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی دونین ۱۱

شکل ۷-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی کربونیفر ۱۳

شکل ۸-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی پرمین ۱۴

شکل ۹-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی مزوزوئیک ۱۵

شکل ۱۰-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی تریاس ۱۶

شکل ۱۱-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی ژوراسیک ۱۸

شکل ۱۲-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی کرتاسه ۱۹

شکل ۱۳-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی سنوزوئیک ۲۰

شکل ۱۴-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی پالئوژن ۲۲

شکل ۱۵-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی نئوژن ۲۳

شکل ۱۶-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی کواترنری ۲۴

شکل ۱۷-۲- پهنه‌های ساختاری استان گلستان ۲۸

شکل ۱۸-۲- موقعیت گسل‌های استان گلستان ۲۹

فصل سوم - زمین‌شناسی اقتصادی و متالورژی

شکل ۱-۳- تعداد معادن در حال بهره‌برداری استان‌های کشور در سال ۹۵ (مرکز آمار ایران) ۳۶

شکل ۲-۳- تعداد معادن در حال بهره‌برداری در استان گلستان تا سال ۹۷ (مرکز آمار ایران) ۳۶

شکل ۳-۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه‌های معدنی فلزی و غیر فلزی استان گلستان ۳۸

شکل ۴-۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه‌های معدنی فلزی استان گلستان ۳۹

شکل ۵-۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه‌های معدنی سرب و روی استان گلستان ۴۴

شکل ۶-۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه‌های معدنی غیر فلزی استان گلستان ۴۵

شکل ۷-۳- نقشه پراکندگی معادن و اندیس‌های مصالح ساختمانی استان گلستان ۴۷

شکل ۸-۳- نمایی از توالی لایه‌های لسی و پالئوسول در معدن نگین ۵۰

شکل ۹-۳- نمایی از برونزد چهل سیبلی ۵۰

شکل ۱۰-۳- نمایی از ماسه سنگ گلوکونیت‌دار در پایین و رسوبات لوماشل در بالا، معدن کانسار جویان ۵۱

شکل ۱۱-۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه‌های معدنی صدف کوهی استان گلستان ۵۳

شکل ۱۲-۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه‌های معدنی نمک و سنگ آهک در استان گلستان ۵۵

- شکل ۳-۱۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی سیلیس و فلدسپات استان گلستان ۵۷
- شکل ۳-۱۴- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی بوکسیت و ید استان گلستان ۶۲
- شکل ۳-۱۵- پراکندگی معادن و اندیسهای زغال سنگ ۶۳
- شکل ۳-۱۶- نقشه موقعیت معدن زمستان یورت ۶۵
- شکل ۳-۱۷- ورودی یکی از تونل های معدن رضی ۶۷
- شکل ۳-۱۸- نمایی از منطقه تخت (الف: نگاه به سمت شمال شرق ب: نگاه به سمت جنوب غرب) ۶۹
- شکل ۳-۱۹- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی زغال سنگ در استان گلستان ۷۰

فصل چهارم - مطالعات دورسنجی

- شکل ۴-۱- ارتباط بین هندسه تصویر، مدل رقومی ارتفاع، سطح مبنا و وضعیت پیکسلها در حالت قبل و بعد از تصحیح ۷۹
- شکل ۴-۲- ایندکس ASTER سینهای پوشش دهنده استان گلستان ۸۰
- شکل ۴-۳- سینهای اطلاعاتی پوششی تصاویر Sentinel-2A ۸۲
- شکل ۴-۴- سینهای اطلاعاتی پوششی تصاویر لندست ۸ (OLI) ۸۳
- شکل ۴-۵- مقایسه نمودار منحنی طیفی برخی کانیها براساس کتابخانه طیفی قبل و بعد از Resample شدن با دادههای ASTER ۸۷
- شکل ۴-۶- ترکیب باندی (432): RGB، ماهواره لندست ۸ ۹۰
- شکل ۴-۷- ترکیب باندی (654): RGB، ماهواره لندست ۸ ۹۱
- شکل ۴-۸- ترکیب باندی (642): RGB، ماهواره لندست ۸ ۹۲
- شکل ۴-۹- تصویر ترکیب رنگی (RGB: ۴۶۸) سنجنده ASTER ۹۳
- شکل ۴-۱۰- تصویر ترکیب رنگی RGB:456 سنجنده ASTER ۹۴
- شکل ۴-۱۱- تصویر ترکیب رنگی RGB:14,12,10 سنجنده ASTER ۹۵
- شکل ۴-۱۲- تصویر ترکیب رنگی حقیقی ماهواره Sentinel-2A ۹۶
- شکل ۴-۱۳- تصویر ترکیب رنگی کاذب استاندارد ماهواره Sentinel-2A ۹۹
- شکل ۴-۱۴- تصویر ترکیب رنگی RGB:11,4,2 ماهواره Sentinel-2A ۹۸
- شکل ۴-۱۵- تصویر ترکیب رنگی RGB:11,12,3 ماهواره Sentinel-2A ۹۹

فصل پنجم - مطالعات ژئوشیمیایی

- شکل ۵-۱- پراکندگی نمونه های ژئوشیمیایی سیلت و کانی سنگین در استان گلستان ۱۰۸
- شکل ۵-۲- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co ۱۱۰
- شکل ۵-۲- ادامه شکل ۲- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Cr, Cu, Pb, Zn ۱۱۱
- شکل ۵-۳- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ag, As, Ba, Co ۱۱۳
- شکل ۵-۳- ادامه شکل ۳- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Cr, Cu, Pb, Zn ۱۱۴
- شکل ۵-۴- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ag, Bi, Co, Cr ۱۱۶
- شکل ۵-۴- ادامه شکل ۴- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Cu, Ni, Pb, Zn ۱۱۷
- شکل ۵-۵- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر As, Ba, Co, Cr ۱۱۹
- شکل ۵-۵- ادامه شکل ۵- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Cu, Mn, Pb, Zn ۱۲۰
- شکل ۵-۶- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان گلستان ۱۲۳
- شکل ۵-۷- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک در استان گلستان ۱۲۴

- شکل ۵-۸- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر طلا در استان گلستان ۱۲۵
- شکل ۵-۹- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر باریم در استان گلستان ۱۲۶
- شکل ۵-۱۰- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر بیسموت در استان گلستان ۱۲۷
- شکل ۵-۱۱- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کبالت در استان گلستان ۱۲۸
- شکل ۵-۱۲- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم در استان گلستان ۱۲۹
- شکل ۵-۱۳- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مس در استان گلستان ۱۳۰
- شکل ۵-۱۴- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آهن در استان گلستان ۱۳۱
- شکل ۵-۱۵- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر جیوه در استان گلستان ۱۳۲
- شکل ۵-۱۶- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر منگنز در استان گلستان ۱۳۳
- شکل ۵-۱۷- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن در استان گلستان ۱۳۴
- شکل ۵-۱۸- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل در استان گلستان ۱۳۵
- شکل ۵-۱۹- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب در استان گلستان ۱۳۶
- شکل ۵-۲۰- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان در استان گلستان ۱۳۷
- شکل ۵-۲۱- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر قلع در استان گلستان ۱۳۸
- شکل ۵-۲۲- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر وانادیم در استان گلستان ۱۳۹
- شکل ۵-۲۳- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تنگستن در استان گلستان ۱۴۰
- شکل ۵-۲۴- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی در استان گلستان ۱۴۱
- شکل ۵-۲۵- نقشه پراکندگی کانی سنگین گروه مس ۱۴۳
- شکل ۵-۲۶- نقشه پراکندگی کانی سنگین گروه اکسید آهن ۱۴۴
- شکل ۵-۲۷- نقشه پراکندگی کانی سنگین گروه سرب و روی ۱۴۵
- شکل ۵-۲۸- نقشه مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی ۱۴۷

فصل ششم- ژئوفیزیک هوایی

- شکل ۶-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی ۱۵۸
- شکل ۶-۲- نقشه بر گردان به قطب مغناطیسی ۱۵۹
- شکل ۶-۳- نقشه مشتق اول قائم ۱۶۰
- شکل ۶-۴- نقشه سیگنال تحلیلی ۱۶۱
- شکل ۶-۵- نقشه ادامه فراسو (۳۰۰۰ متر) ۱۶۲
- شکل ۶-۶- نقشه زاویه تیلت و مرز واحدهای مغناطیسی ۱۶۳
- شکل ۶-۷- نقشه زاویه تیلت و عمق توده های مغناطیسی ۱۶۴
- شکل ۶-۸- نقشه تفسیری مغناطیس سنجی هوابرد ۱۶۵

فهرست جداول

فصل سوم - زمین شناسی اقتصادی و متالورژی

- جدول ۳-۱- نتیجه آنالیز نمونه برداشتی از رخداد معدنی حسینا به روش XRF برحسب ppm ۴۱
- جدول ۳-۲- آنالیز نمونه های برداشت شده از محدوده استینوا ۴۱
- جدول ۳-۳- معادن و نشانه های معدنی سرب و روی در استان گلستان ۴۳
- جدول ۳-۴- معادن و نشانه های معدنی مصالح ساختمانی در استان گلستان ۴۶
- جدول ۳-۵- معادن و نشانه های معدنی صدف کوهی در استان گلستان ۵۲
- جدول ۳-۶- معادن و نشانه های معدنی نمک و سنگ آهک در استان گلستان ۵۵
- جدول ۳-۷- معادن و نشانه های معدنی سیلیس و فلدسپات در استان گلستان ۵۶
- جدول ۳-۸- میانگین غلظت کاتیون های محلول در آب های یددار ۶۰
- جدول ۳-۹- میانگین غلظت برخی از آنیون های محلول در آب های یددار ۶۱
- جدول ۳-۱۰- معادن و نشانه های معدنی بوکسیت و ید در استان گلستان ۶۱
- جدول ۳-۱۱- معادن و نشانه های معدنی زغال سنگ در استان گلستان ۶۹

فصل چهارم - مطالعات دورسنجی

- جدول ۴-۱- داده های استفاده شده در این بررسی ۷۳
- جدول ۴-۲- خصوصیات سنجنده OLI و TIRS ۷۴
- جدول ۴-۳- خصوصیات سنجنده ASTER ۷۵
- جدول ۴-۴- خصوصیات تصاویر Sentinel-2 ۷۵
- جدول ۴-۵- مقایسه خصوصیات تصاویر ASTER، تصاویر OLI و تصاویر ماهواره Sentinel-2 ۷۶
- جدول ۴-۶- مقایسه محدوده طیفی و پهنای باندهای Sentinel2A با SPOT5, Landsat8, ASTER, HyMap و WorldView3 در طیف الکترومغناطیس (F.D van der Meer et al, 2014) ۷۶
- جدول ۴-۷- هم پوشانی محدوده های طیفی Sentinel-2A (shaded) and ASTER (line) در محدوده طول موج (F.D van der Meer et al, 2014). VNIR(top) and SWIR (bottom) ۷۷
- جدول ۴-۸- شماره تصاویر ASTER ۸۱
- جدول ۴-۹- شماره و تاریخ برداشت تصاویر Sentinel-2A ۸۲
- جدول ۴-۱۰- شماره و تاریخ برداشت تصاویر لندست ۸ (OLI) ۸۳
- شکل ۴-۱۶- ترکیب نسبت های باندی (RGB:11/12,4/2,4/11). ماهواره Sentinel-2A ۱۰۲

فصل پنجم - مطالعات ژئوشیمیایی

- جدول ۵-۱- مشخصات برکه های داده های ژئوشیمیایی در پهنه اکتشافی ۱۰۸
- جدول ۵-۲- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برکه بهشهر ۱۰۹
- جدول ۵-۳- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برکه گرگان ۱۱۲
- جدول ۵-۴- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برکه علی آباد ۱۱۵
- جدول ۵-۵- پارامترهای آماری داده های خام و نرمال عناصر مختلف در برکه گنبد قابوس ۱۱۸
- جدول ۵-۶- عناصر و کانی های سنگین در مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی ۱۴۶

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

پیشگفتار

سازمان زمین‌شناسی همواره به عنوان متولی پی‌جویی و اکتشاف مواد معدنی کشور مطرح بوده و دفتر ژئومتیکس نیز در این مدت همواره در این زمینه، بخش اکتشاف را یاری نموده است. این سازمان در راستای وظیفه اصلی خود، پروژه بررسی استان‌های مختلف کشور از دیدگاه زمین‌شناسی و اکتشاف را در دستور کار خود قرار داد. در این پروژه تحقیقاتی که بر روی استان گلستان متمرکز گردیده، اطلاعات نسبتاً جامعی از زمین‌شناسی و ساختارها و معادن و ذخایر فلزی و غیر فلزی و مناطق پرپتانسیل معدنی ارائه شده است. استان گلستان در شمال ایران و جنوب شرق دریاچه خزر می‌باشد و مرکز این استان، گرگان و از شمال به کشور ترکمنستان و از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان شمالی و از غرب به استان مازندران و دریای خزر محدود می‌شود. پیشینه تاریخی این سرزمین به ۷ هزار سال پیش بر می‌گردد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

فصل اول

کلیات

سازمان زمین شناسی و
معدنی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۱-۱- مقدمه

استان گلستان در مختصات جغرافیایی $36^{\circ} 30'$ تا $38^{\circ} 08'$ عرض شمالی و $51^{\circ} 51'$ تا $56^{\circ} 19'$ طول شرقی واقع شده است. این استان در بخش شمالی کشور واقع شده که از شمال به کشور ترکمنستان " دارای ۴۳۸ کیلومتر مرز خشکی (نزدیکترین شهر حسنقلی) و ۹۰ کیلومتر مرز آبی " و از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان شمالی و از غرب به استان مازندران و دریای خزر محدود می شود. این استان دارای ۱۴ شهرستان به نام های آزادشهر، آق قلا، گرگان، گنبد کاووس، بندر ترکمن، گمیشان، رامیان، کردکوی، بندرگز، علی آباد کتول، گالیکش، کلاله، مراوه تپه و مینودشت، ۲۷ بخش، ۳۳ شهر، ۶۰ دهستان و ۱۰۴۹ آبادی می باشد. این استان از طریق راه آهن سراسری (راه آهن شمال) از شهر گرگان تا بندر ترکمن و از آنجا به ساری و سوادکوه و گرمسار و تهران متصل شده است. این استان بیش از پنج هزار کیلومتر راه اصلی و فرعی دارد که در شکل ۱-۱ آورده شده است.

۱-۲- جغرافیای طبیعی

استان گلستان از نظر ناهمواری به سه ناحیه زیر تقسیم می شود:

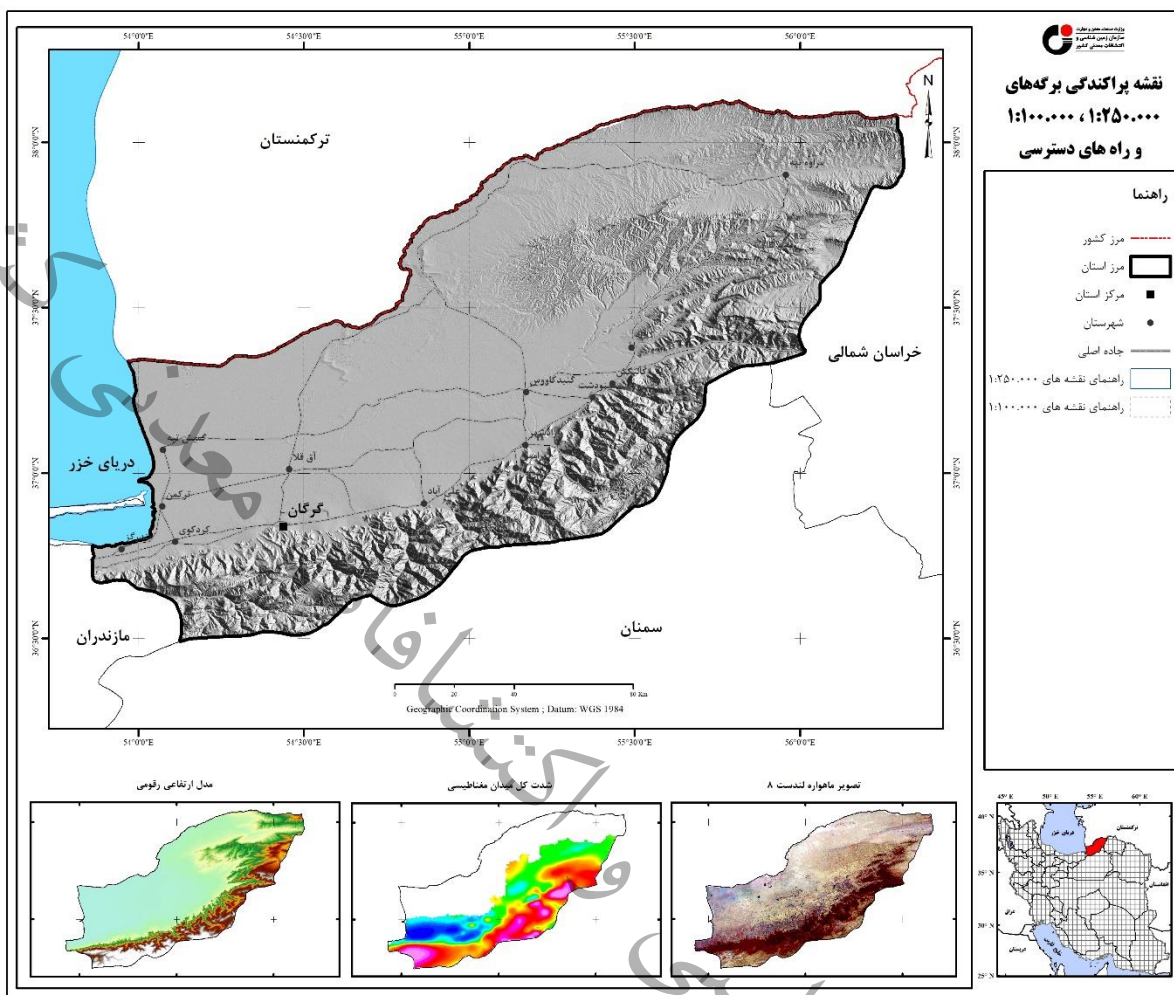
- ناحیه کوهستانی: این ناحیه از ارتفاع ۵۰۰ متری تا بیش از ۳۰۰۰ متر را دربر گرفته و پوشیده از گونه های جنگلی و مرتعی است.
- ناحیه کوهپایه ای: این ناحیه شامل تپه های کوچک بادرفت، تپه ماهورها است که پوشیده از اراضی جنگلی هستند.
- ناحیه جلگه ای و اراضی پست: ارتفاع این ناحیه در حاشیه دریاچه کاسپین و خلیج گرگان پایین تر از سطح دریای آزاد و به تدریج به سمت شرق به ارتفاع افزوده می شود. این منطقه محل استقرار شهرها و اکثر روستاهای استان است. به لحاظ تراکم جمعیت، اراضی کشاورزی، صنایع، دامپروری از اهمیت بسزایی برخوردار است.

از ۱۳ اقلیم شناخته شده در جهان، استان گلستان دارای ۸ اقلیم معتدل مرطوب، معتدل مدیترانه ای، معتدل خشک، معتدل کوهستانی، سرد کوهستانی، خشک سرد، نیمه خشک و خشک می باشد. متوسط بارندگی سالانه ۴۷۰ میلیمتر و پتانسیل آب سطحی و زیرزمینی میزان ۲۴۸۵ میلیون مترمکعب است. گندم، جو، پنبه و آفتابگردان از فرآورده های کشاورزی اصلی این استان است. بیش از ۵۰ درصد از پنبه و ۱۰ درصد گندم کشور از این استان به دست می آید. یکی دیگر از عوامل مؤثر بر اقتصاد استان گردشگری است. این استان با داشتن مناطق و شهرستان های زیبا هر ساله گردشگران داخلی و خارجی زیادی را به خود جذب می کند. مراکز

دیدنی این استان به دلیل آب و هوا، پوشش گیاهی و پارک های طبیعی، مانند پارک ملی گلستان، از مرکزهای مهم گردشگری ایران به شمار می آید.

۱-۳- جغرافیای انسانی

استان گلستان با دارا بودن ۲۰۳۶۷ کیلومتر مربع مساحت، ۱/۳ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. مرکز استان شهر گرگان و با وسعت حدود ۲۲ هزار کیلومتر مربع می باشد. حدود ۶۱ درصد جمعیت استان را اهل تشیع و حدود ۳۹ درصد مردم اهل تسنن را تشکیل می دهد. جمعیت استان براساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، ۱,۸۶۸,۸۱۹ نفر است که از این تعداد ۹۹۵,۶۱۵ نفر شهرنشین و ۸۷۱,۵۴۶ نفر روستایی و ۱,۶۵۸ نفر غیرساکن می باشند. بیشترین تراکم جمعیت در گرگان با ۲۹۷,۴ نفر و کمترین آن در مراوه تپه با ۱۹ نفر در هر کیلومتر است. اقوام متعددی در این استان زندگی می کنند که شامل ترکمن ها، فارسی زبانان، سیستانی ها، بلوچ ها، ترک ها (آذربایجانی و قزلباش)، مازندرانی و قزاق ها می شوند.



شکل ۱-۱- نقشه ایندکس ورقه‌ها و چهار گوشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ و راه‌های دسترسی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

فیات

فصل دوم

زمین شناسی عمومی و ساختمانی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۲-۱- چینه شناسی

این استان دربردارنده برگه های یکصد هزار اینچه برون، بهشهر، چات، داشلی برون، دامغان، دوزین، رامیان، رباط قره بیل، ری آباد، سیدآباد، علی آباد، غزنین، گرگان، گمیشان، گنبد کاووس، مراوه تپه و نازلی و همچنین برگه های یک دویست و پنجاه هزار بیگ پولاد، چشمه یلچه، مراوه تپه، گنبد کاووس، میامی، گرگان و ساری است که بیشتر این برگها توسط متخصصین زمین شناسی سازمان زمین شناسی کشور تهیه شده است.

از نظر ویژگی های زمین شناسی، وجود انواع نهشته ها به خصوص سنگ های رسوبی از دوره های زمین شناسی پرکامبرین تا دوره ی کنونی، این استان را در ردیف مناطق استثنایی قرار داده است. سطح وسیعی از استان به وسیله رسوبات عهد حاضر (رودخانه ای، دلتایی و ساحلی) و مرز شرقی آن به وسیله لایه های ضخیم لس پوشیده شده است. ارتفاعات منطقه در نتیجه کوهزایی دوران سوم زمین شناسی به وجود آمده و اواخر دوران سوم و دوران چهارم رسوبات آبرفتی دشتی را تشکیل داده اند. قدیمی ترین رسوبات این منطقه دولومیت های سلطانیه مربوط به دوران پرکامبرین پسین است.

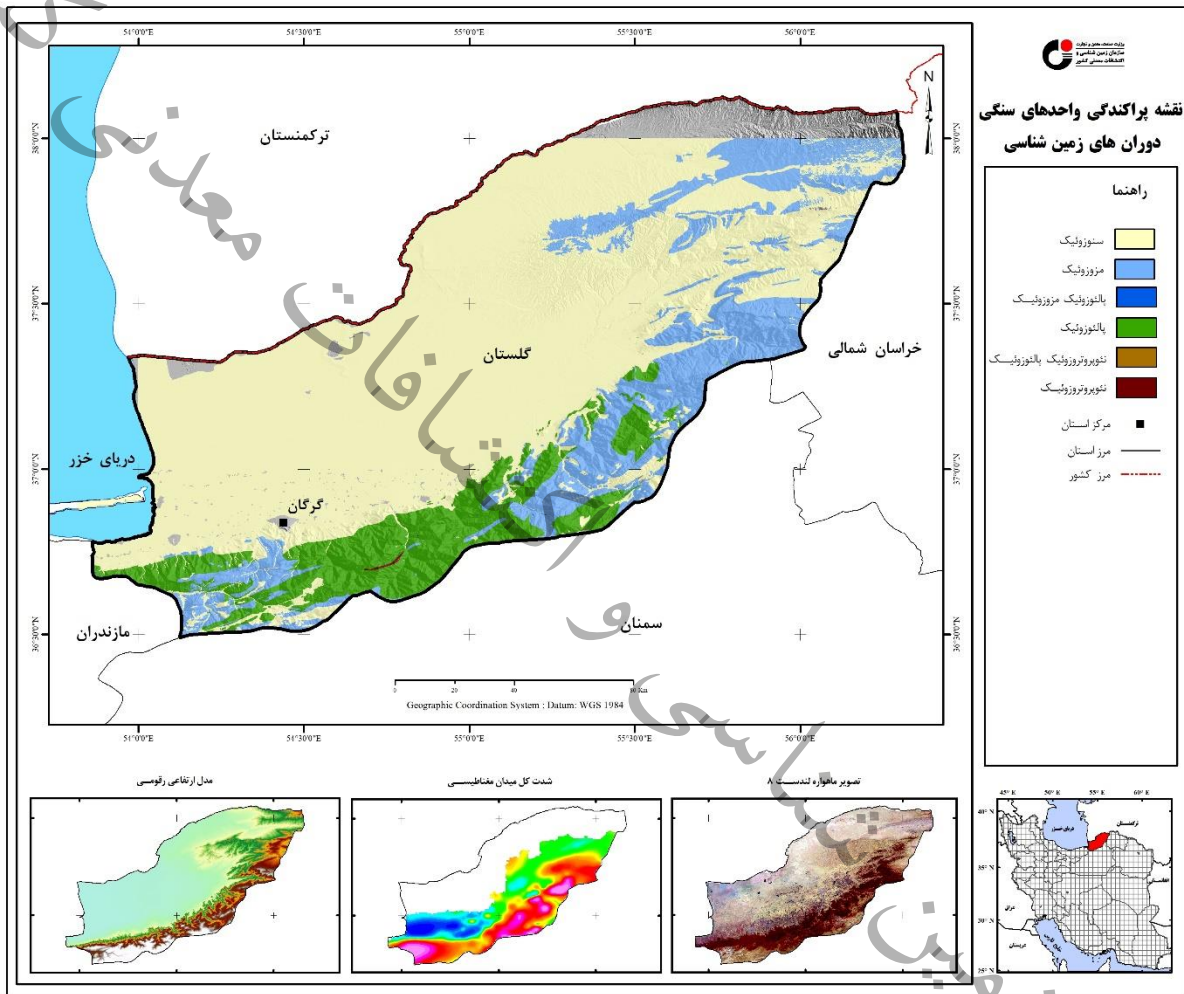
کلیه سنگ های تشکیل دهنده رشته کوه کپه داغ از نوع سنگ های رسوبی و بیشتر سنگ های کربناته و کمتر سنگ های تخریبی است. این رسوبات دریایی در شرایط نه چندان ژرف تا کم ژرفا نهشته شده اند. در بخش جنوبی و یا در حقیقت رشته کوه های البرز، می توان سنگ های رسوبی آذرین و دگرگونه را مشاهده کرد. در رشته کوه های البرز شرقی، قدیمی ترین سنگ های پالئوزوئیک از جنس سنگ های آذرین، سنگ های رسوبی تخریبی و سنگ های رسوبی کربناته (شیمیایی) تا عهد حاضر وجود دارد.

واحدهایی که در سطح استان بیرون زدگی دارند، بر اساس سن به چهار گروه بزرگ شامل پرکامبرین، پالئوزوئیک، مزوزوئیک و سنوزوئیک تفکیک شده اند که در ادامه تشریح آن ها خواهد آمد (شکل ۲-۱).

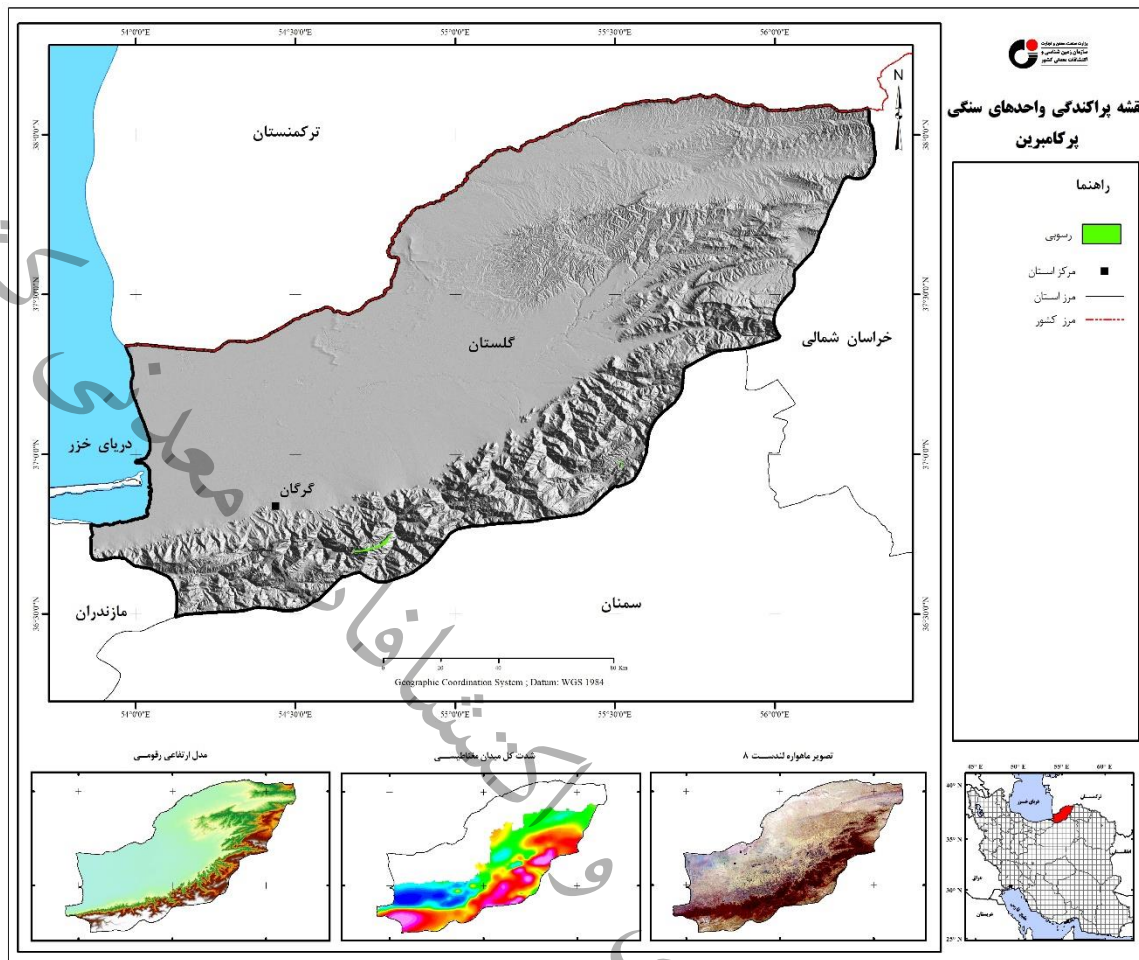
۲-۲-۱- پرکامبرین

یکی از رویدادهای زمین ساختی عمده و سرنوشت ساز ایران، حرکت های کوهزایی است که با رخداد کاتانگایی در قاره گندوانا و یا رخداد بایکالی در قاره اوراسیا قابل قیاس است. پیامدهای کوهزایی وابسته به رخداد کاتانگایی سبب شده تا بتوان همه سنگ های پرکامبرین ایران را به دو گروه بزرگ تقسیم کرد. گروه نخست مجموعه های دگرگون و دگرشکل اند که به طور عموم از آن ها به عنوان پی سنگ پرکامبرین ایران یاد می شود در زیر ناپیوستگی کاتانگایی قرار دارند. گروه دوم بیشتر ردیف های کنار قاره ای هستند که پس از رخداد کاتانگایی انباشته شده اند و سنگ های پرکامبرین پسین نام دارند.

کهن ترین رخنمون چینه ای در استان گلستان مربوط به سازند سلطانیه با زمان پرکامبرین - کامبرین می باشد. این سازند به صورت دولومیت های زرد و خاکستری تیره، بدون لایه بندی و حاوی نوارهایی از چرت به رنگ سیاه و کرم که در بخش هایی به گرهک های چرت تبدیل می شوند، برونزد یافته است (شکل ۲-۲).



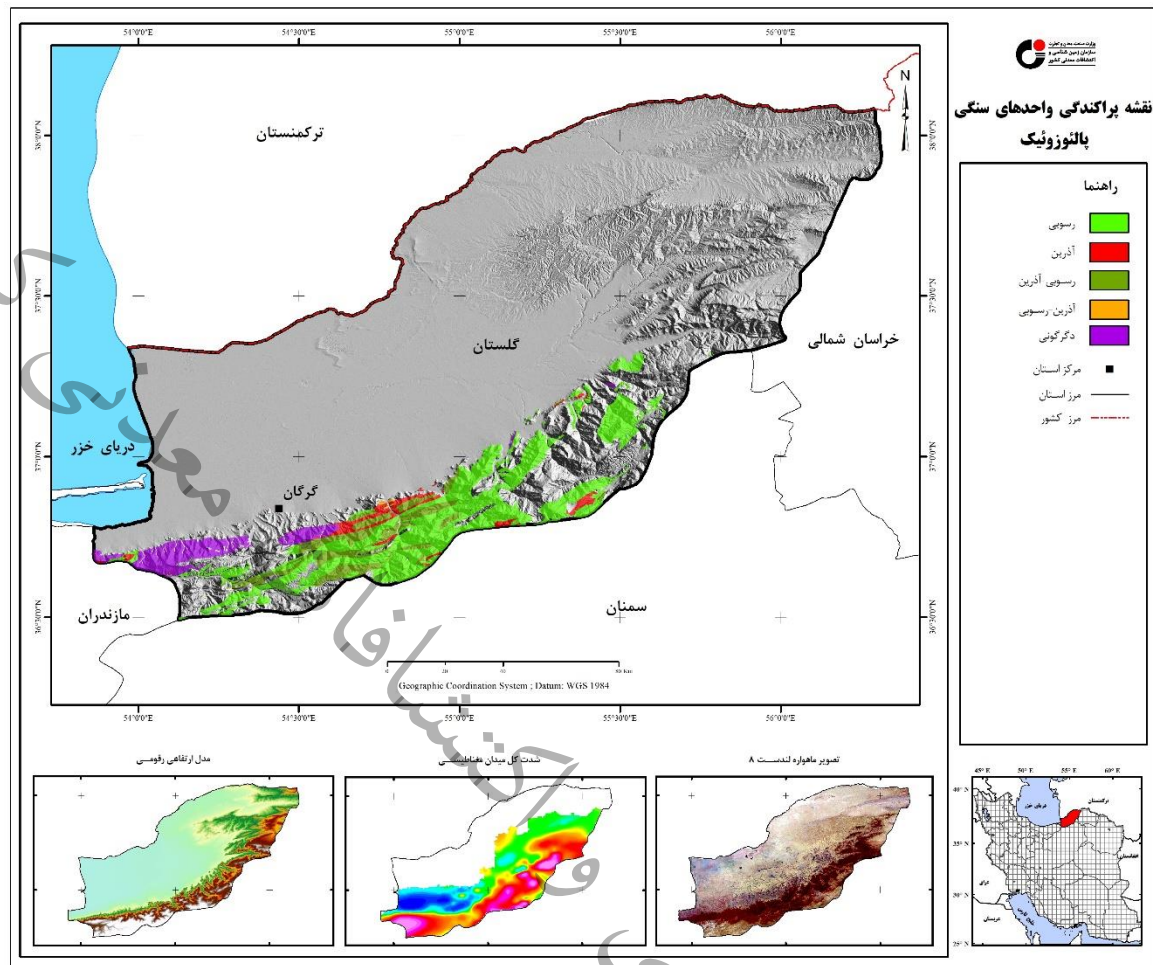
شکل ۲-۱- نقشه پراکندگی واحدهای سنگی دوران های زمین شناسی



شکل ۲-۲- نقشه بروزند واحدهای سنگی پرکامبرین

۲-۲-۲- پالئوزوئیک

پالئوزوئیک با طول مدت ۳۴۰ میلیون سال (از ۵۷۰ تا ۲۳۰ میلیون سال پیش) طولانی‌ترین دوران فانروزوئیک است. بررسی‌های دیرینه‌جغرافیایی نشان می‌دهد که پس از رخداد کوهزایی کاتانگایی، از زمان پرکامبرین پسین تا پایان تریاس میانی، سرزمین ایران، به عنوان یک سکوی با ثبات، با دریای کم ژرفا پوشیده که گاه با حرکت رو به بالای زمین و پسروری دریا به خشکی تبدیل می‌شد. به همین دلیل در اکثر نواحی ایران سنگ‌های پالئوزوئیک از نوع رسوبات کنار قاره‌ای است (شکل ۲-۳).



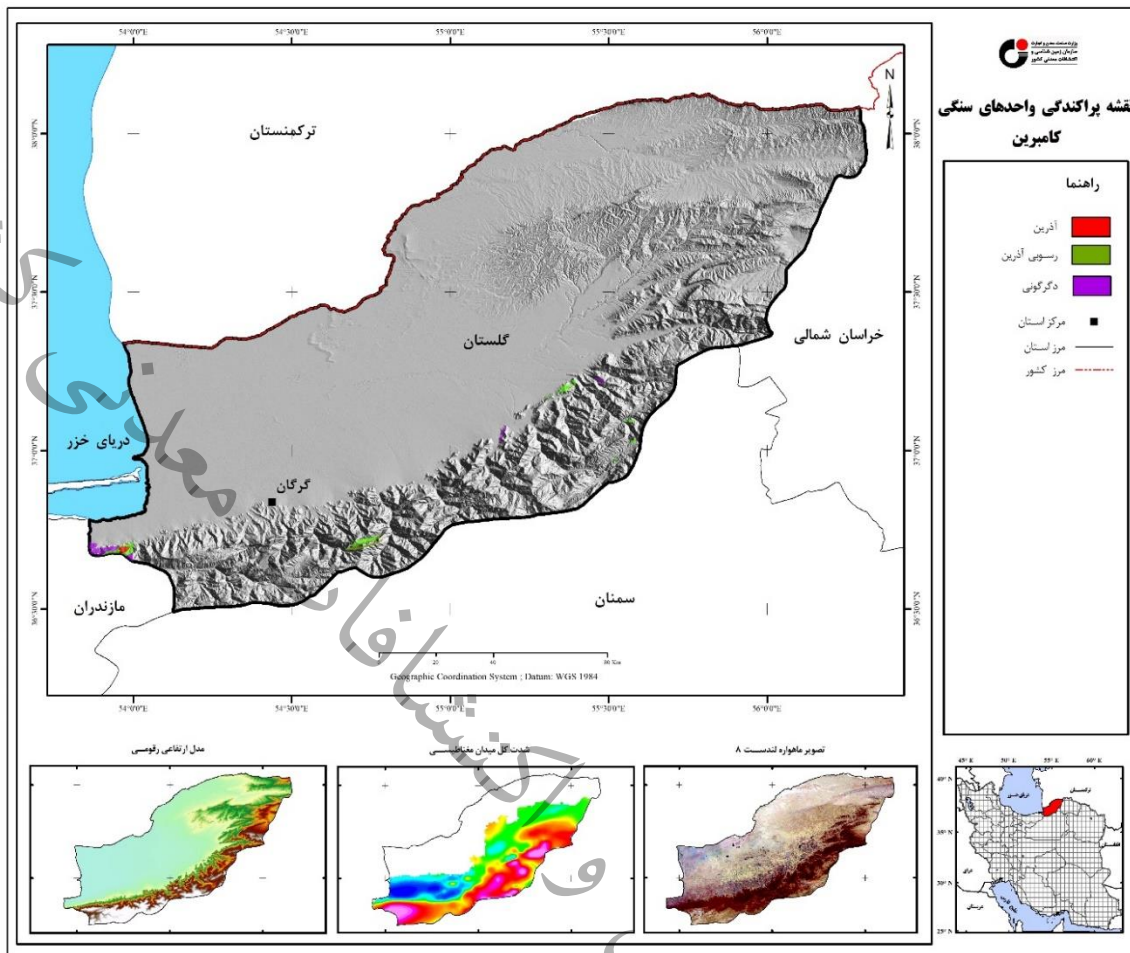
شکل ۲-۳- نقشه بروزند واحدهای سنگی پالئوزوئیک

کامبرین

سازند باروت به سن کامبرین، عمدتاً با لیتولوژی شیل و ماسه سنگهای شیلی میکادار به رنگ سبز، ارغوانی، بنفش و سیاه با میان لایه هایی از دولومیت های خاکستری تیره تا زرد رنگ جای دارند، که در برخی نقاط این دولومیت ها دارای نوارهای سیاه و کرم رنگ می باشند. در برخی نواحی، دایکهای دیابازی از جنس میکرو مونزو گابروی دگرسان شده، این واحد را قطع نموده است.

سازندهای زاگون و لالون با لیتولوژی ماسه سنگهای آركوزی و ارغوانی رنگ غالباً در همبری سازند باروت قرار گرفته است.

سازند میلا به سن کامبرین پسین با لیتولوژی سنگهای آهکی، سنگ های آهکی دولومیتی فسیل دار با لایه بندی نازک گاه همراه با افق کم ضخامت ماسه سنگ کوارتز آرنایتی به روی ماسه سنگهای ارغوانی لالون جای گرفته اند (شکل ۲-۴).

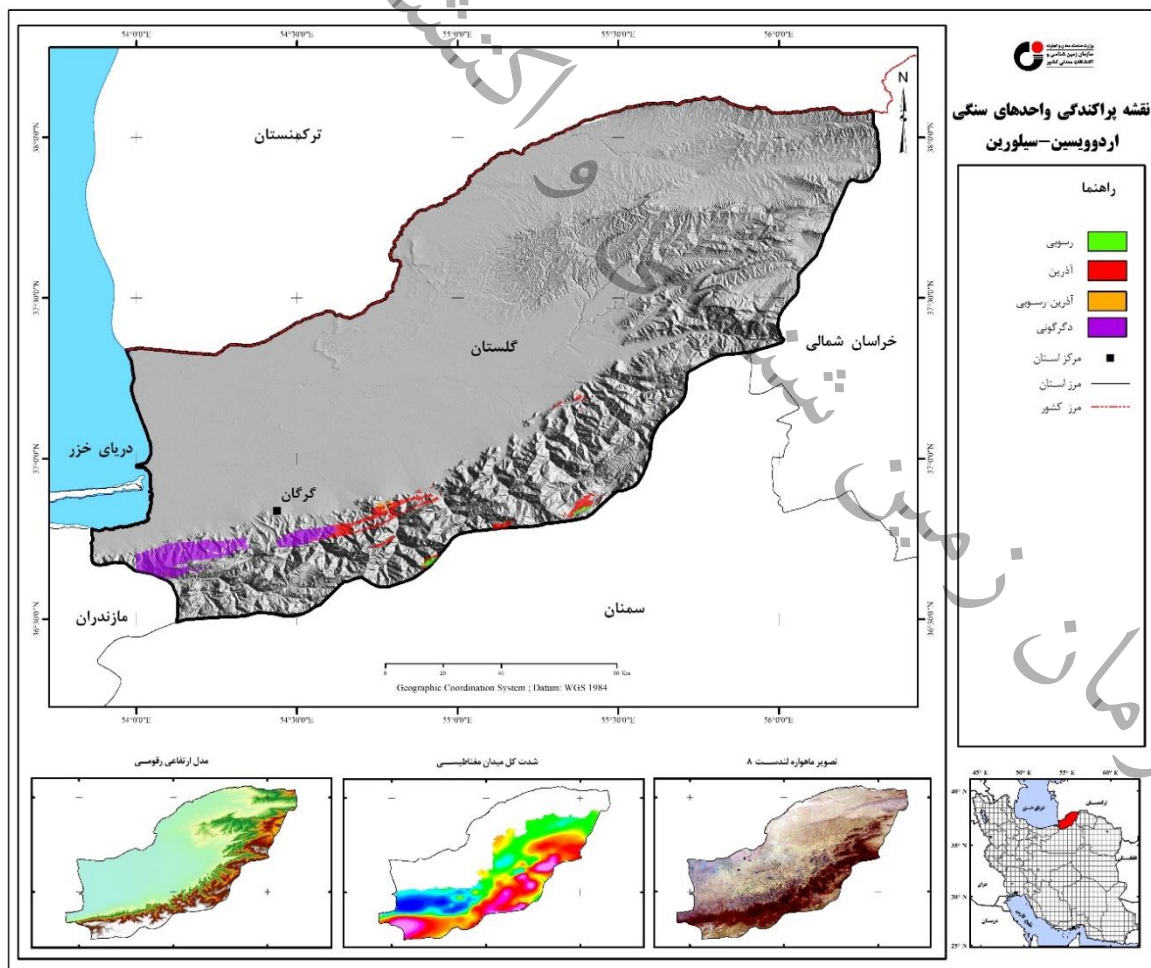


شکل ۲-۴- نقشه برنزد واحدهای سنگی کامبرین

اردوویسین و سیلورین

مجموعه دگرگونی گرگان که از شمال توسط گسل رانده خزر و از جنوب توسط گسل معکوس رادکان محصور گردیده است به صورت نواری با جهت تقریباً شرقی - غربی از ۵ کیلومتری جنوب شهر گرگان واقع در شمال ایران می گذرد، عمدتاً شامل سنگهایی با درجه دگرگونه پایین مانند، اسلیت، فیلیت و شیست اسلیتی می باشد. همراه با این سری سنگها، بسیاری از محققین حضور سنگ های آذرین مافیک را در نقاط مختلف این مجموعه گزارش نموده اند. این سنگ ها به شکل میان لایه های نازک گدازه در توالی شیست های گرگان و همچنین به شکل توده های نفوذی کوچک و دایک های پراکنده در منطقه رخنمون دارند. میان لایه های گدازه با ظاهر ملانوکرات، دارای ساخت جریانی و حفره دار هستند، به شدت دگرسان شده و ترکیب بازالتی نشان می دهند. تا کنون جایگاه زمین ساختی شیستهای گرگان به عنوان بقایای پالئوتتیس در کوهزاد البرز نامشخص، مبهم و یا با تفسیرهای متناقضی همراه بوده است. واحدهای سنگی اردوویسین و سیلورین در

بعضی از مناطق به صورت ولکانیک های زیر دریایی از نوع آندزی بازالت می باشد. واحدهای ولکانیک متعلق به سازند سلطان میدان به سن سیلورین با لیتولوژی بازالت، آندزیت، آندزیت-بازالت و توف های قرمز و سبز رنگ با میان لایه هایی از کنگلومرا و ماسه سنگ سبز که حاصل عملکرد ماگماتیسم پالئوزوئیک است، همراه می باشد. توسعه سنگ های سیلورین منحصر به بخش شرقی رشته کوههای البرز نمی باشد. نواحی جاجرم، کوه کور خود، رباط قره بیل، بجنورد و شمال شاهرود، برونزدهایی از سنگ های سیلورین دارند. در نواحی رباط قره بیل، جاجرم و همچنین در ناحیه قلی، سنگ های سیلورین شامل یک بخش شیلی تریلوبیت و مرجان دار در پایین، یک بخش کربناتی حاوی مرجان و بازوپایان در وسط و یک بخش ماسه سنگی در بالا می باشد. رخساره سنگهای سیلورین البرز شرقی، مشابه ایران مرکزی است. سازند نیور در همبری سازند خوش بیلاق، با لیتولوژی شیلهای خاکستری مایل به سبز، سنگ آهک و سنگ آهک آرژیلی و سنگ-های ماسه ای فسیل دار به همراه ماسه سنگ کوارتز آرنایت همراه می باشد (شکل ۲-۵).

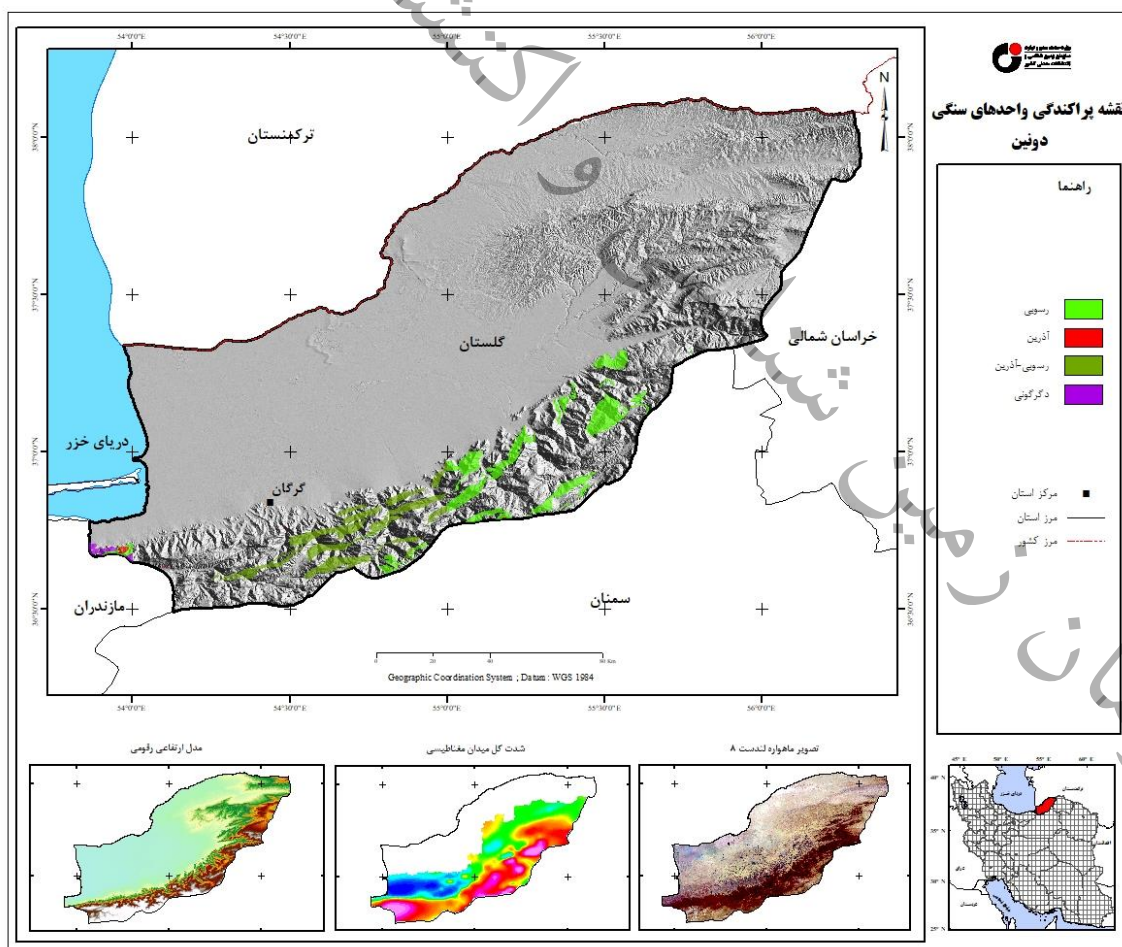


شکل ۲-۵- نقشه برونزد واحدهای سنگی اردوویسین و سیلورین



دونین

در برخی نقاط استان گلستان سنگ آهک های متوسط لایه با افق هایی از شیل و ماسه سنگهای قهوه ای رنگ در همبری سنگ های نازک لایه کربنیفر مشاهده می شود. سازند پادها به سن دونین با لیتولوژی کنگلومرا و تناوبی از لیتولوژی ماسه سنگی با قلوه های ولکانیکی، شیل، سیلتستون، توف، ماسه سنگ، سنگ آهک و دولومیت همراه می باشد. سازند خوش ییلاق در جنوب روستای حاجی آباد و زیارت گسترشی نسبتاً وسیع دارد و به طور کلی مجموعه ای تکتونیزه و درهم ریخته است. این سازند از مجموعه سنگ آهک های مارنی نازک تا متوسط لایه با میان لایه های شیل های سیاه رنگ، مارن و رده هایی نازک از زغال، سنگ آهک ماسه ای و سنگ آهک دولومیتی متوسط تا ضخیم لایه همراه با دیاباز اسپیلیتی پدید آمده است. در برکه های رامیان، بهشهر و علی آباد، سنگ هایی از جنس گرانیت، سینیت، آندزیت، بازالت (با ساختار بالشی) برونزد دارند (شکل ۲-۶).



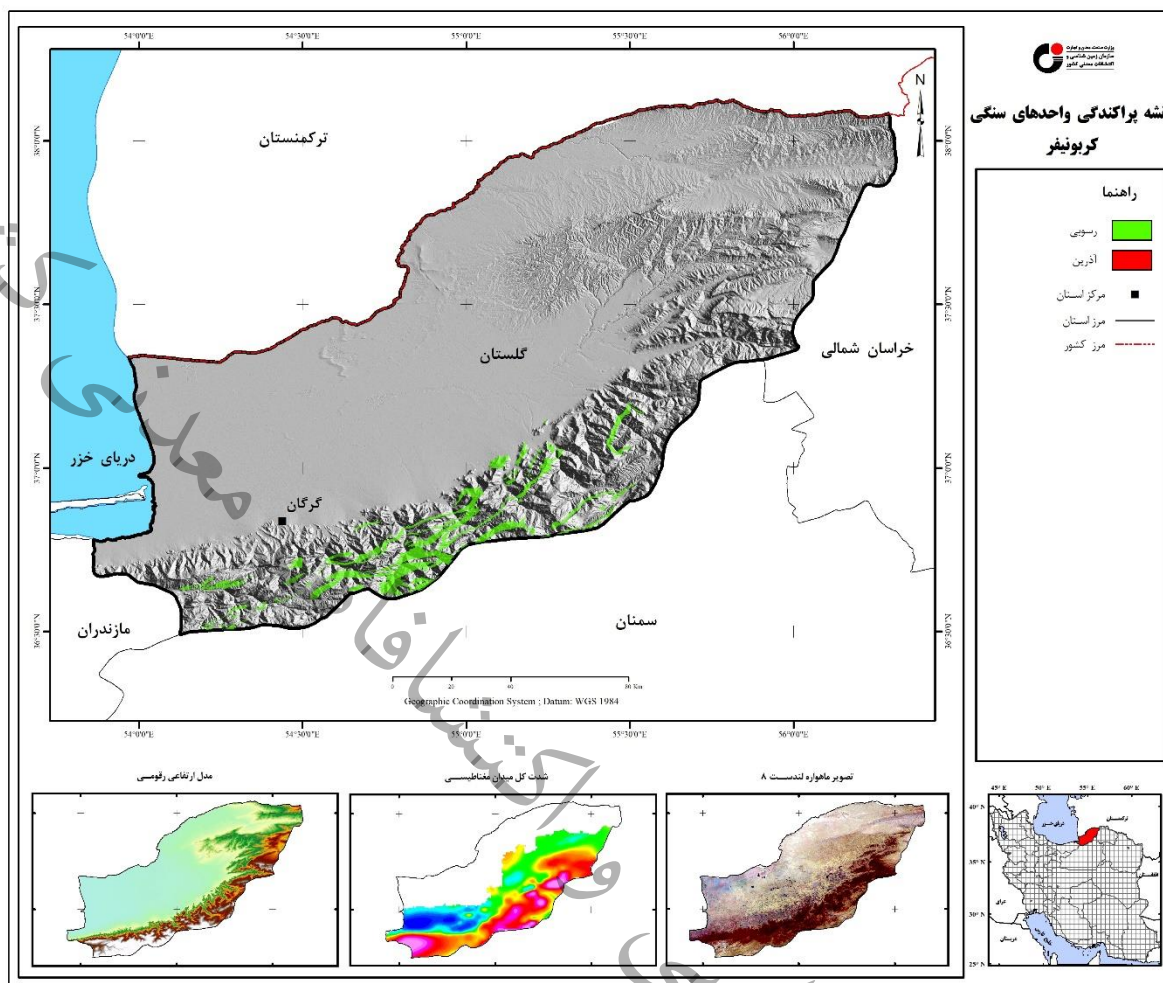
شکل ۲-۶- نقشه برونزد واحدهای سنگی دونین

کربونيفر

کربونيفر در استان گلستان را می توان در قالب سازندهای باقراآباد، مبارک و قزل قلعه مشاهده نمود. سازند باقراآباد متعلق به ردیف های ویزئن میانی-نامورین می باشد. سازند باقرا آباد در استان گلستان از جنس سنگ آهک های نازک و متوسط لایه به رنگ خاکستری تیره ، سنگ آهک شیلی ورقه ای و شیل های سیاه رنگ محتوی فسیل می باشند. سازند باقراآباد در دره خوش ییلاق (رامیان) شامل چهار عضو سنگ آهک ماسه‌ای (در زیر)، سنگ آهک زیرین، ماسه سنگ و سنگ آهک بالایی (در بالا) مربوط به آشکوب های ویزئن تا باشگیرین می باشد.

سازند مبارک به سن کربونيفر با لیتولوژی سنگ آهک های نازک تا متوسط لایه به رنگ خاکستری و حاوی فسیل است که در برخی نقاط با سنگ آهک های شیلی ورقه ای و شیل های سیاه رنگ در این استان دیده می شود. این سازند که در مقایسه با سازند خوش ییلاق در منطقه گسترش کمتری دارد، شامل ماسه سنگ کوارتزیتی، سنگ آهک با قلوه های سیلیسی و پوسته های براکیوپود می باشد. سنگ های کربناته این سازند به شدت چین خورده و در آن فسیل هایی نظیر بریوزوا، کربنوئید و مرجان وجود دارد که به دلیل تغییر شکل، در بیشترشان جنس آنها قابل تشخیص نیست. سن این سازند کربونيفر زیرین است.

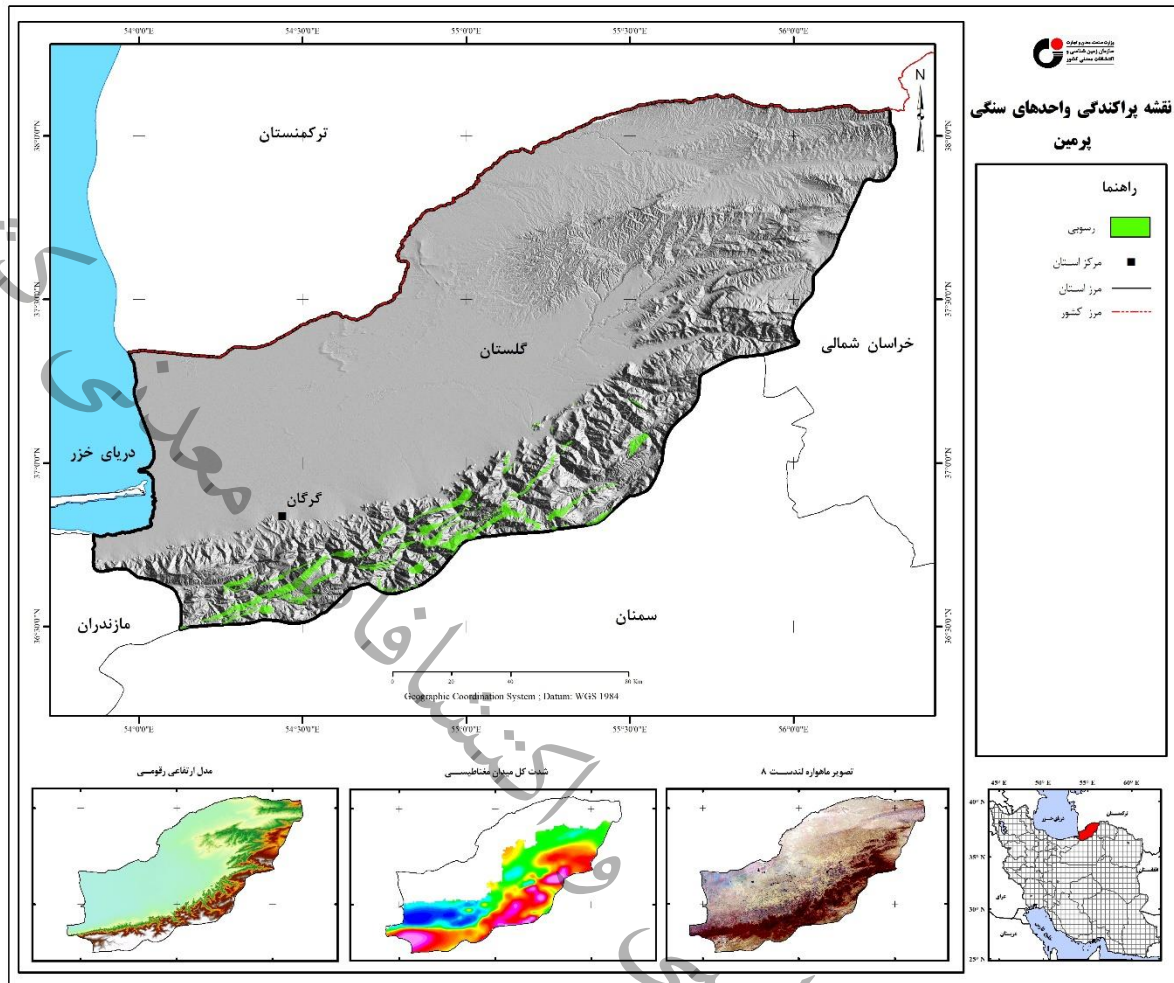
سازند قزل قلعه بر روی سازند مبارک، به صورت لایه های از شیل، مارن و سنگ آهک قرار می گیرد و جایگاه آن بر روی سازند مبارک و زیر سازند دورود با سن کربونيفر میانی-بالائی جای دارد (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷- نقشه برونزد واحدهای سنگی کربونیفر

پرمین

سازندهای دورود و روته، واحدهای چینه ای پرمین استان گلستان را تشکیل داده اند. سازند دورود با لیتولوژی ماسه سنگ و شیل های قرمز و خاکستری رنگ و سنگ آهک های فسیل دار کرم و سفید رنگ، در بخش های جنوبی استان مشاهده می شوند. سازند دورود با ناپیوستگی هم شیب بر روی واحدهای زیرین خود جای گرفته و به سوی بالا با گذر تدریجی و هم شیب به سازند روته تبدیل می شود. سازند روته از جنس سنگ آهک و سنگ آهک های دولومیتی خاکستری رنگ و فسیل دار با قلوه های سیاه چرتی است که در نواحی زیادی از البرز شرقی و شرق گرگان گسترش دارد (شکل ۲-۸).

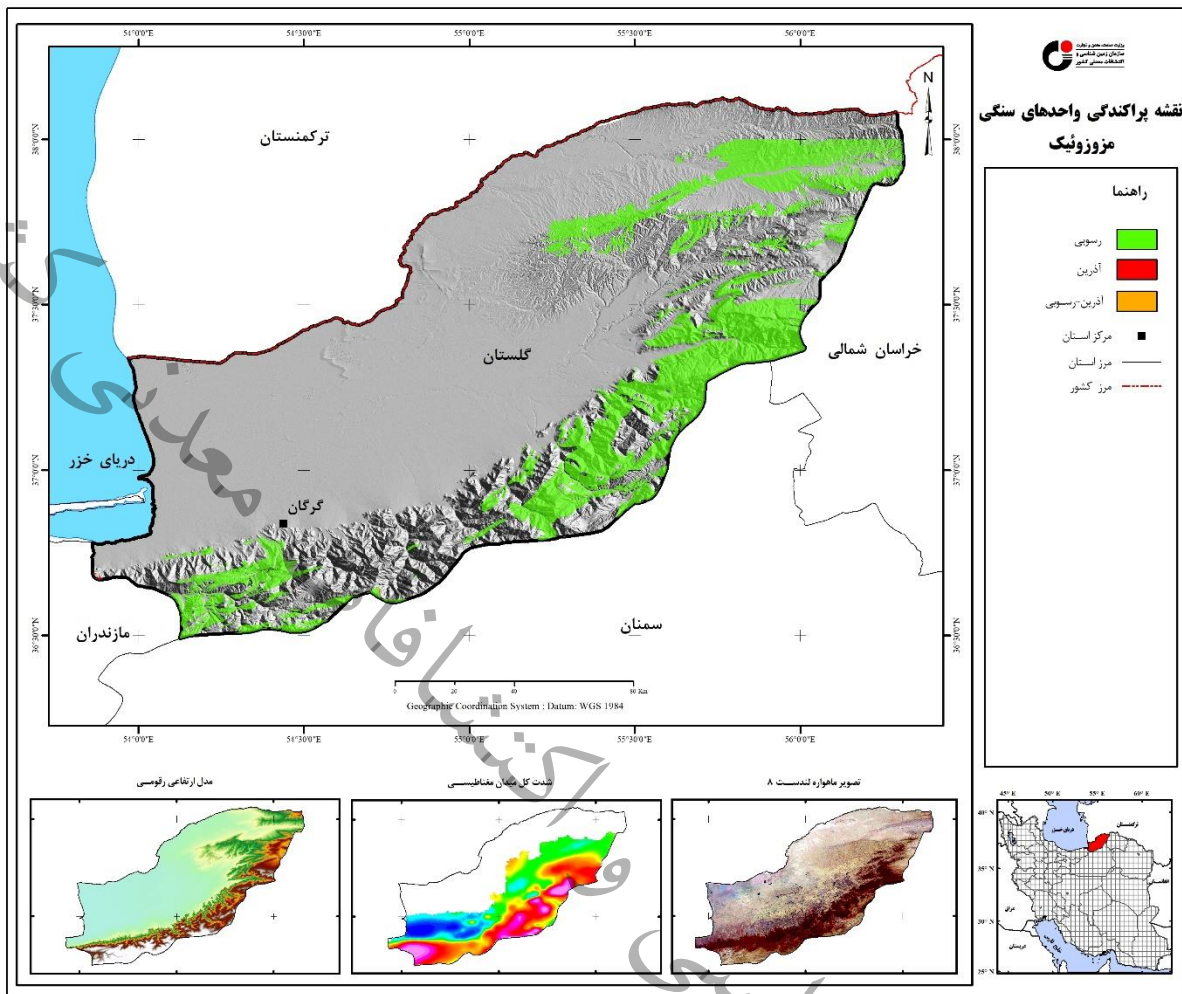


شکل ۲-۸- نقشه برونزد واحدهای سنگی پرمین

۲-۲-۳- مزوزوئیک

دوران مزوزوئیک، به عنوان دومین دوران از ابر دوران فانروزوئیک، حدود ۱۶۰ میلیون سال از تاریخ کره زمین (۲۲۵-۶۵ میلیون سال پیش) را به خود اختصاص می دهد. فرگشت ژئودینامیکی کره زمین در این دوران درخور توجه بوده است؛ به گونه ای که مزوزوئیک را دوران اشتقاق قاره ها و گسترش کف اقیانوس ها نام داده اند. در ایران نیز بررسی جغرافیای دیرینه گویای آن است که شرایط سکویی پالئوزوئیک بدون هیچ گونه رویداد زمین ساختی مهمی تا تریاس میانی ادامه یافته است.

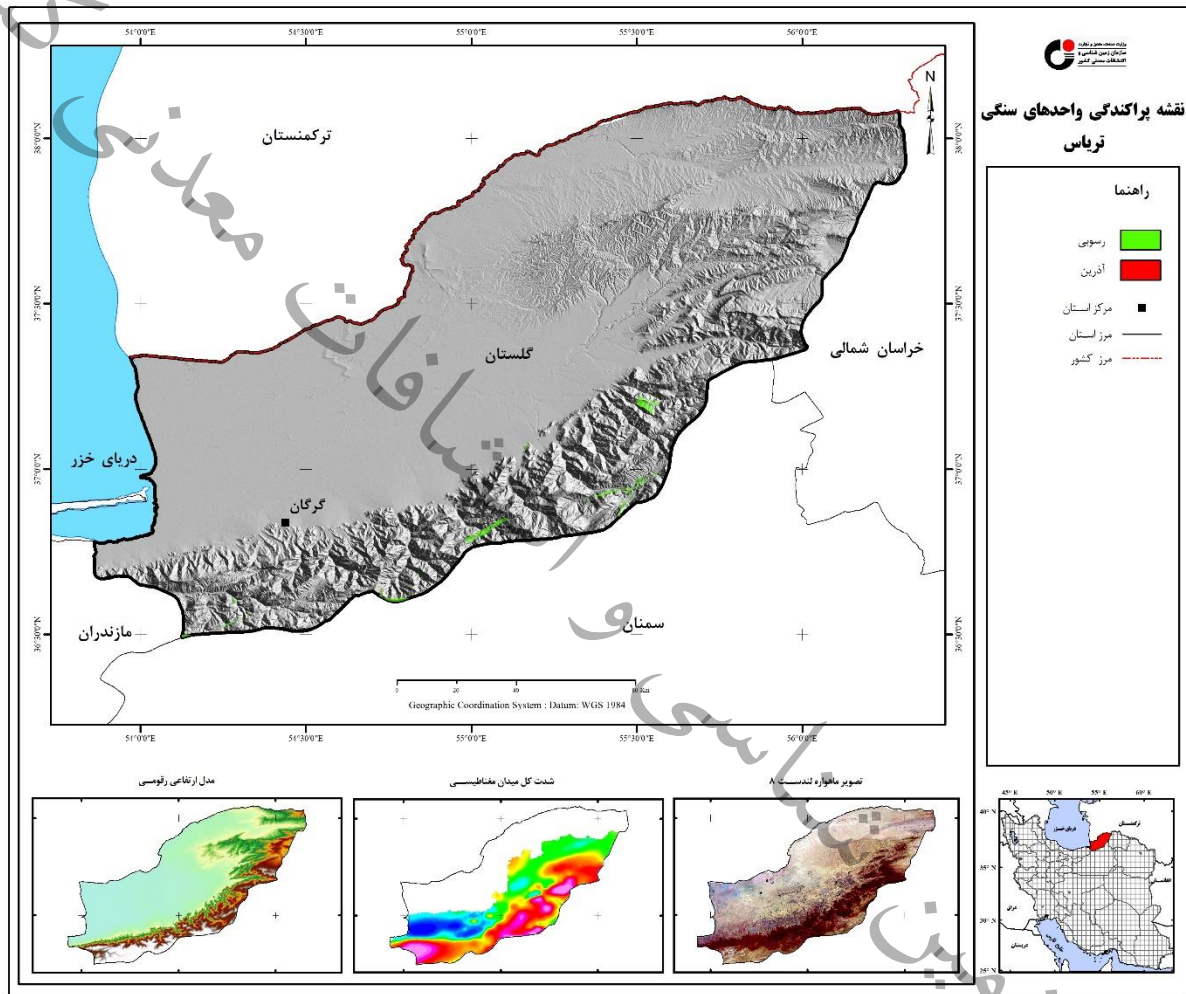
برونزد واحد های سنگی دوران مزوزوئیک در شکل (۲-۹) آورده شده است.



تریاس

رسوبات تریاس را می توان به سه زیر سیستم پایینی، میانی و بالایی تقسیم کرد. رسوبات تریاس در استان گلستان عمدتاً شامل سازند الیکا با بروزند سنگ آهک ماسه ای و سنگ آهک های ورمیکوله غالباً نازک لایه مشاهده می شود. در ورقه رامیان این سازند شامل لیتولوژی ماسه سنگی و لاتریتی می باشد که واحدهای سنگ آهک دولومیتی با میان لایه های کنگلومرایی روی آن را پوشانده است. به طور کلی سازند الیکا شامل سه بخش می باشد، بخش زیرین شامل مارن های سبز روشن تا کرم، با میان لایه های نازک سنگ آهک ماسه ای و سنگ آهک دولومیتی می باشد. بخش میانی از لایه های نازک ورقه ای سنگ آهک کرم تا خاکستری و نیز سنگ آهک دولومیتی با میان لایه های مارنی تشکیل شده است.

بخش فوقانی نیز از جنس مارن به رنگ روشن با میان لایه های نازک ورقه ای و طبقات ضخیم و دولومیت توده ای به رنگ خاکستری تیره تشکیل شده است. غیر از نهشته های سازند الیکا، ردیفی از دولومیت، سنگ آهک، ماسه سنگ و مارن ماسه سنگی در برکه گرگان، دولومیت های چرتی در برکه دوزین و سنگ آهک کرم تا نخودی در برکه ری آباد مشاهده می گردد شکل (۱۰-۲).



شکل ۱۰-۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی تریاس

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. سازند کشف رود به سن ژوراسیک شامل سه بخش است. لیتولوژی بخش زیرین از نوع کنگلومرا با سیمان متراکم و محکم، بخش شیلی میانی با درون لایه های ماسه سنگی و همچنین بخش کنگلومرای بالایی به رنگ سبز تا خاکستری، عموماً لیتولوژی غالب در این سازند می باشد.

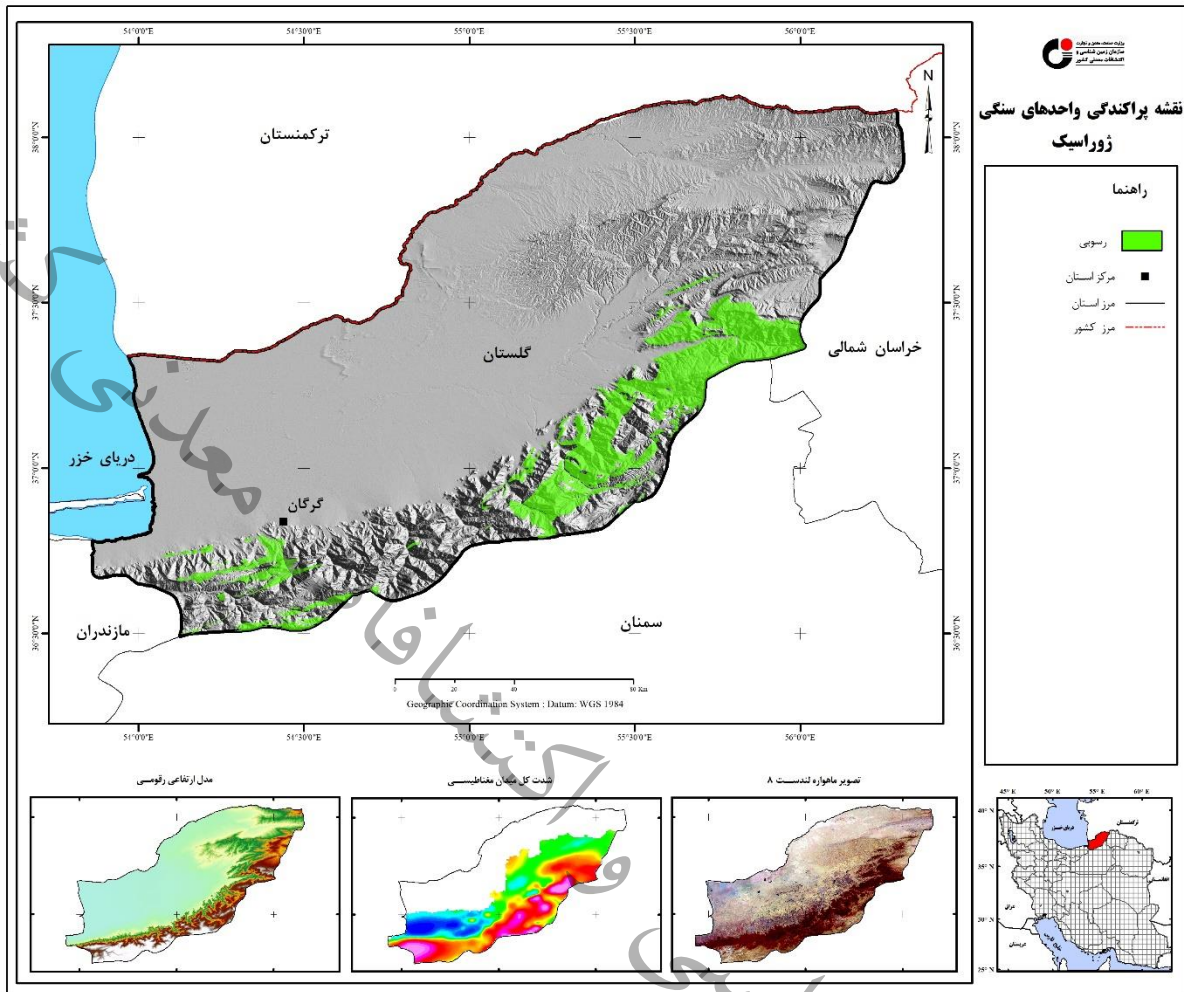


سازند چمن بید از سنگ آهک های آرژیلی نازک تا متوسط لایه با میان لایه هایی از مارن تشکیل شده است. سازند شمشک دارای لیتولوژی کنگلومرا، ماسه سنگ، شیل، سیلتستون، مارن و افق هایی از زغال در برخی نقاط و با گسترش اندکی در استان گلستان رخنمون دارد. سازند شمشک به سن رتولیا، از کنگلومرا، ماسه سنگ، شیل، سیلتستون، مارن و عدسیه های کوچک زغالی تشکیل شده است. این سازند با ناپیوستگی هم شیب و زاویه دار بر روی سازند الیکا قرار می گیرد. قلوه سنگهای کنگلومرای به طور عمده شامل سنگ های آهکی دونین، کربنیفر و قطعات زاویه دار شیبست گرگان می باشد. سن این واحد ژوراسیک میانی است و ضخامت آن از دره نهارخوران به سمت غرب کاسته می شود. ضخامت سازند شمشک در استان گلستان به طور میانگین کمتر از ۲۰۰ متر است. ژوراسیک میانی - بالایی (از کالووین تا کیمریجین)

متشکل از سنگ آهک است که در بخش بالا، چرت دار و آمونیت دار است. واحدهای کرتاسه به سن سنومانین تا مایسترشتین اغلب به صورت سنگ های آهکی دیده می شود. ضخامت رسوبات ژوراسیک میانی - بالایی و کرتاسه در منطقه بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ متر تغییر می کند. طبقات ژوراسیک بالایی و کرتاسه در یک برجستگی تاقدیسی قرار دارند و سازند شمشک (ژوراسیک زیرین) به طور دگرشیب، سنگ های پایه را می پوشاند.

سازند لار که غالباً در بخش های جنوبی استان گلستان رخنمون دارد، دارای لیتولوژی سنگ آهک ماسه ای و سنگ آهک مارنی با ضخامت متوسط تا ضخیم است. این سازند در نیمه جنوب ورقه گرگان گسترش بسیار زیادی دارد. در دره زیارت، حد زیرین آن بر روی سازند شمشک است و مرز بالایی آن در مناطق شمال گسل البرز، با ناپیوستگی هم شیب به وسیله سنگهای کرتاسه بالایی پوشیده شده است. لیتولوژی این سازند شامل سنگ آهک های ماسه ای و سنگ آهک مارنی متوسط تا ضخیم لایه است. در جنوب ناحیه کردکوی، سنگ آهک ها فسیل دار بوده که بر این اساس سن ژوراسیک پسین را به آن نسبت می دهند. در جنوب شرقی گرگان (پهنه البرز) مرز بالایی سازند لار به وسیله گدازه های عدسی شکل و یا سنگهای آهکی کرتاسه بالایی پوشیده شده است.

سازند مزدوران، دارای لیتولوژی سنگ آهک و سنگ آهک های دولومیتی است که در بعضی قسمت ها دارای چرت به صورت گرهک و نوار مانند به رنگ کرم تا خاکستری میباشد. گسترش این سازند مربوط به قسمت های شرقی استان گلستان است (شکل ۱-۲).



شکل ۲-۱۱- نقشه برونزد واحدهای سنگی ژوراسیک

کرتاسه

کرتاسه با ۷۵ میلیون سال سن، طولانی ترین دوره مزوزوئیک است. مرز ژوراسیک-کرتاسه در ایران با رخداد سیمرین پسین مشخص می گردد.

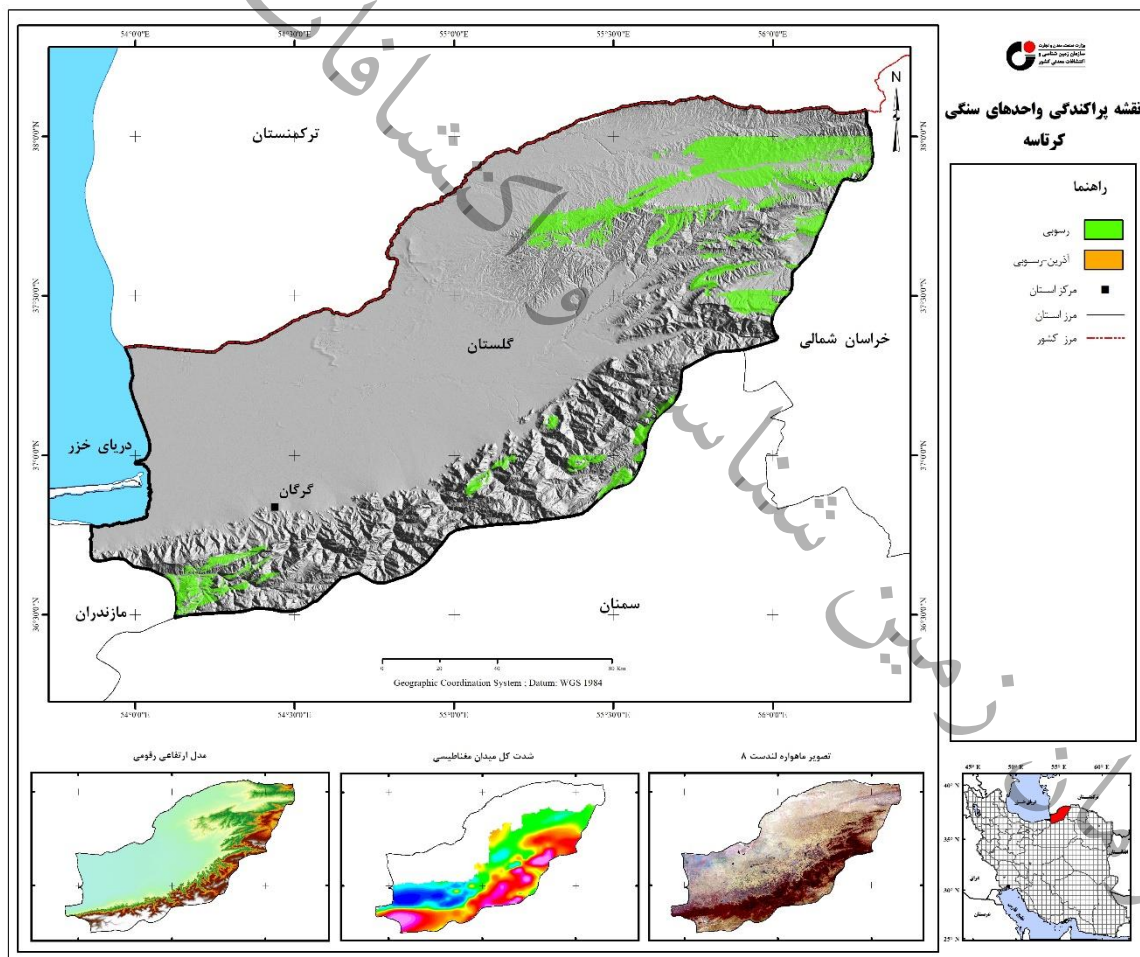
سازند تیرگان با سنگ آهک های میکرایتی و بیو اسپارایتی متوسط تا ضخیم لایه به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن با میان لایه های سنگ آهک مارنی و شیل آهکی رخنمون دارد. در البرز شرقی تنها رسوبات آهکی کرتاسه، مربوط به سازندهای تیرگان و کلات می باشد که ضخامت کم رسوبات کرتاسه باعث پدیدار شدن طبقات قدیمی تر شده که غالباً آهکی هستند.

آهک های کرتاسه در استان گلستان با رخنمون های متفاوتی برونزد یافته و حتی در برخی نقاط استان، به صورت سنگ آهک های مارنی گسترده شده و گاهی دارای مورفولوژی صخره ساز می باشند.

سنگ های کرتاسه بالایی را می توان به صورت چهار زیر واحد بیان نمود، که عبارتند از:



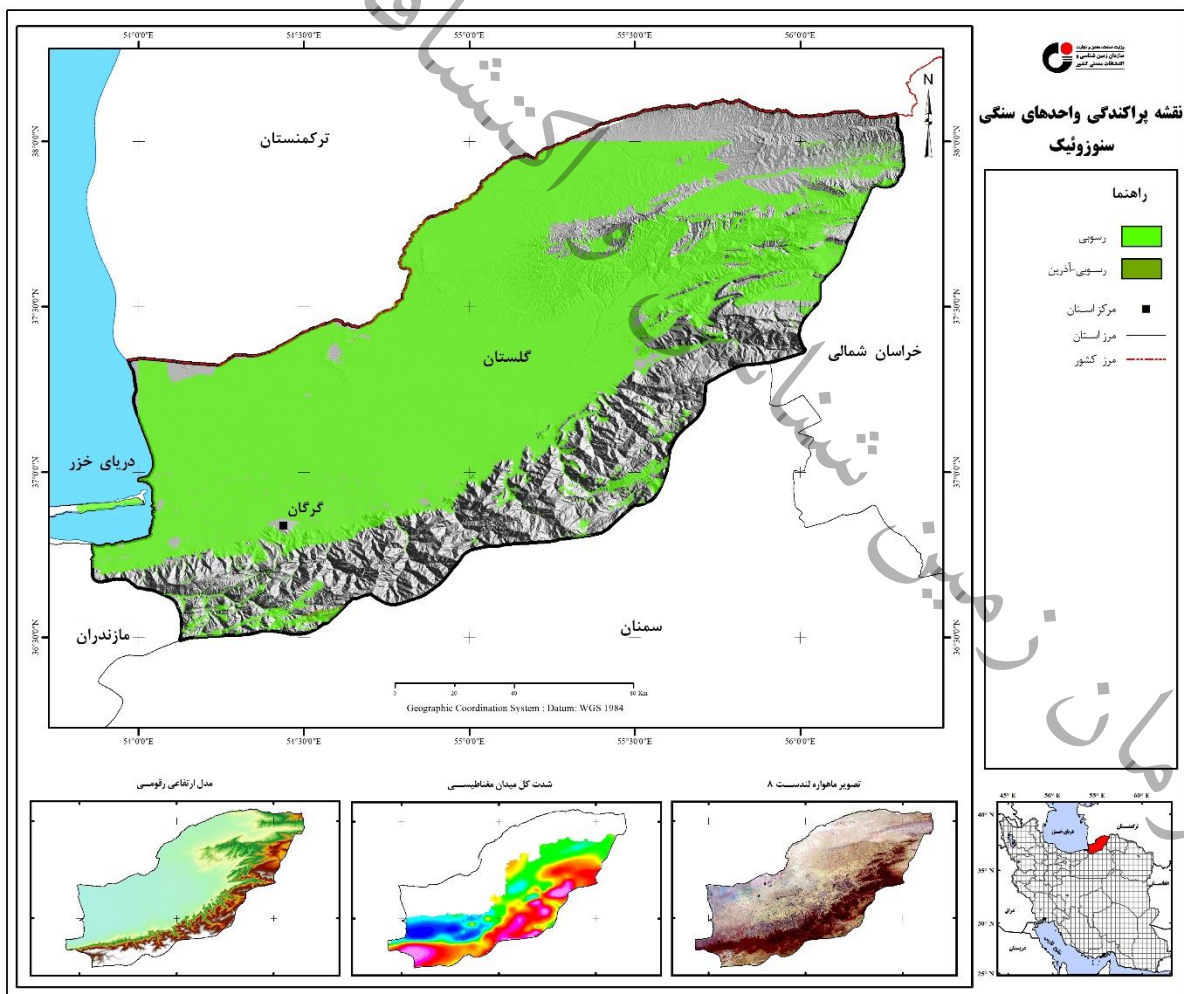
واحد ۱ که دارای بیشترین گسترش در منطقه است. این واحد از لایه های سنگ آهک مارنی با میان لایه هایی از مارن می باشد و دارای فسیل های اینوسراموس، بلمنیت و اکینودرم است.
واحد ۲ دارای لیتولوژی نرم از سنگ آهک مارنی و میان لایه هایی از مارن می باشد و به طور هم شیب روی واحد ۱ قرار گرفته است.
واحد ۳ شامل سنگ آهک ماسه ای صخره ساز و مرتفع است که به طور هم شیب روی واحد ۲ قرار می گیرد.
واحد ۴ دارای لیتولوژی نرم با تناوبی از سنگ آهک مارنی و مارن خاکستری است که دارای فسیل شاخصی نبوده ولی بطور هم شیب روی واحد ۳ قرار می گیرد و روی آن با ناپیوستگی هم شیب، سنگ های پالئوسن جای دارند. برونزد واحدهای سنگی این دوره در شکل (۲-۱۲) نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۲- نقشه برونزد واحدهای سنگی کرتاسه

۴-۲-۲- 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 حوضه های رسوبی مستقل سنوزوئیک تشکیل شده اند. در شمال شرقی ایران در آغاز سنوزوئیک، رخداد لارامین همچنان سبب پسروی دریا و انباشت نهشته های قاره ای پالئوسن (سازند پسته لیق) شده است. ولی، از اواخر پالئوسن به طور محلی (سازند چهل کمان) و از ابتدای ائوسن به طور سراسری محیط دریایی سازند خانگیران برقرار شده است. در مرز تقریبی ائوسن-الیگوسن، عملکرد رخداد پیرنئن سبب خروج گسترده و پس نشست دریا برای همیشه از کپه داغ گردیده به همین رو سنگ های نئوژن این ناحیه، ته نشست قاره ای-اکسیدی هستند که گسترش بسیار محدود دارند (شکل ۲-۱۳).



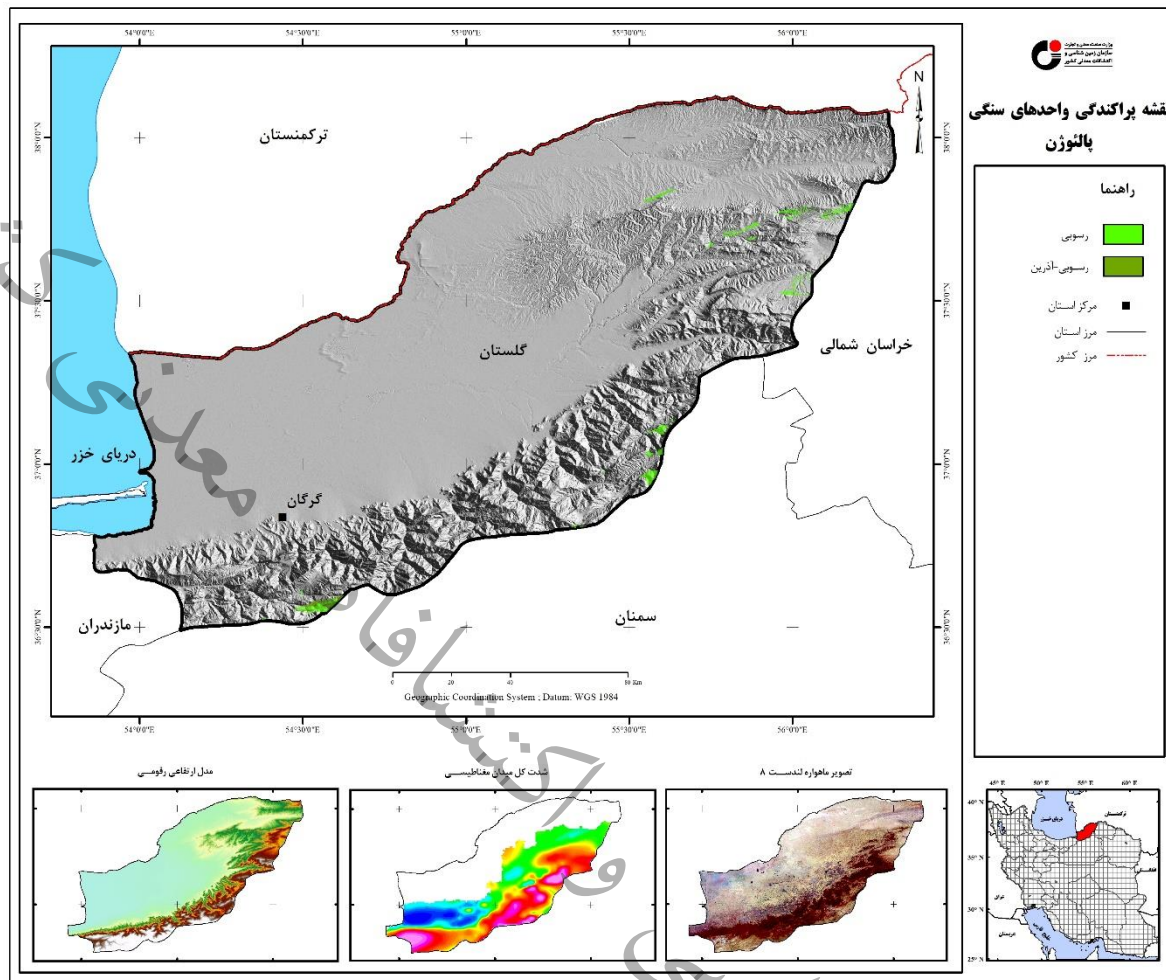
شکل ۲-۱۳- نقشه برونزد واحدهای سنگی سنوزوئیک



پالئوژن

دوره پالئوژن شامل ایپاک پالئوسن، ائوسن و الیگوسن است. در کپه داغ به علت پسروی دریا در پالئوسن، قسمت عمده ناحیه از آب خارج شده است و چین خوردگی محسوسی مشاهده نمی شود. طی ائوسن یک نشست ناحیه ای، موجب پیشروی دوباره دریای ائوسن در ناحیه کپه داغ شده است. چین خوردگی ائوسن در ناحیه کپه داغ شباهت زیادی به زاگرس داشته و از چین های نامتقارن تشکیل شده است که مانند زاگرس از آخرین جنبش های کوه زایی آلپ نتیجه شده است. روند کلی این چین ها شمال غربی - جنوب شرقی است. در محدوده استان گلستان، ردیف های پالئوژن شامل سه سازند پسته لیق، چهل کمان و خانگیران است. سازندهای فجن و زیارت نیز به صورت محدود در برکه های علی آباد و رامیان بروزند دارند. سنگ های الیگوسن گسترش بسیار اندکی در منطقه دارند و شامل مجموعه ای از مارن های ماسه ای هستند که مرز زیرین آن به گونه دگرشیب، روی سنگ های پالئوزوئیک قرار گرفته و حد بالایی آن را رسوبات و ته نشست های پلیوسن می پوشاند.

سازند پسته لیق تناوب نامنظمی از شیل قهوه ای مایل به قرمز، گل سنگ، ماسه سنگ آهکی و کنگلومرا است. سازند چهل کمان، به طور هم شیب ولی ناهمساز، بر روی سازند پسته لیق قرار دارد و عمدتاً شامل سنگ آهک بیومیکرایت رس دار و ماسه ای به رنگ خاکستری نخودی، دولومیت و با میان لایه های ناچیز از مارن و شیل آهکی است. سازند خانگیران که به طور هم شیب سازند آهکی چهل کمان را می پوشاند توالی همگنی از شیل آهکی - سیلتی با میان لایه های ماسه سنگ زیتونی و خاکستری است. سازند فجن در جنوب شرقی ورقه گرگان به صورت تناوبی از کنگلومرای قرمز رنگ و ماسه سنگ که با ناپیوستگی فرسایشی بر روی سنگ آهک های کرتاسه بالایی جای می گیرد دیده می شود و به سوی شرق ورقه توسط سنگ آهک های نومولیت دار ائوسن زیرین پوشیده می شود (شکل ۲-۱۴).

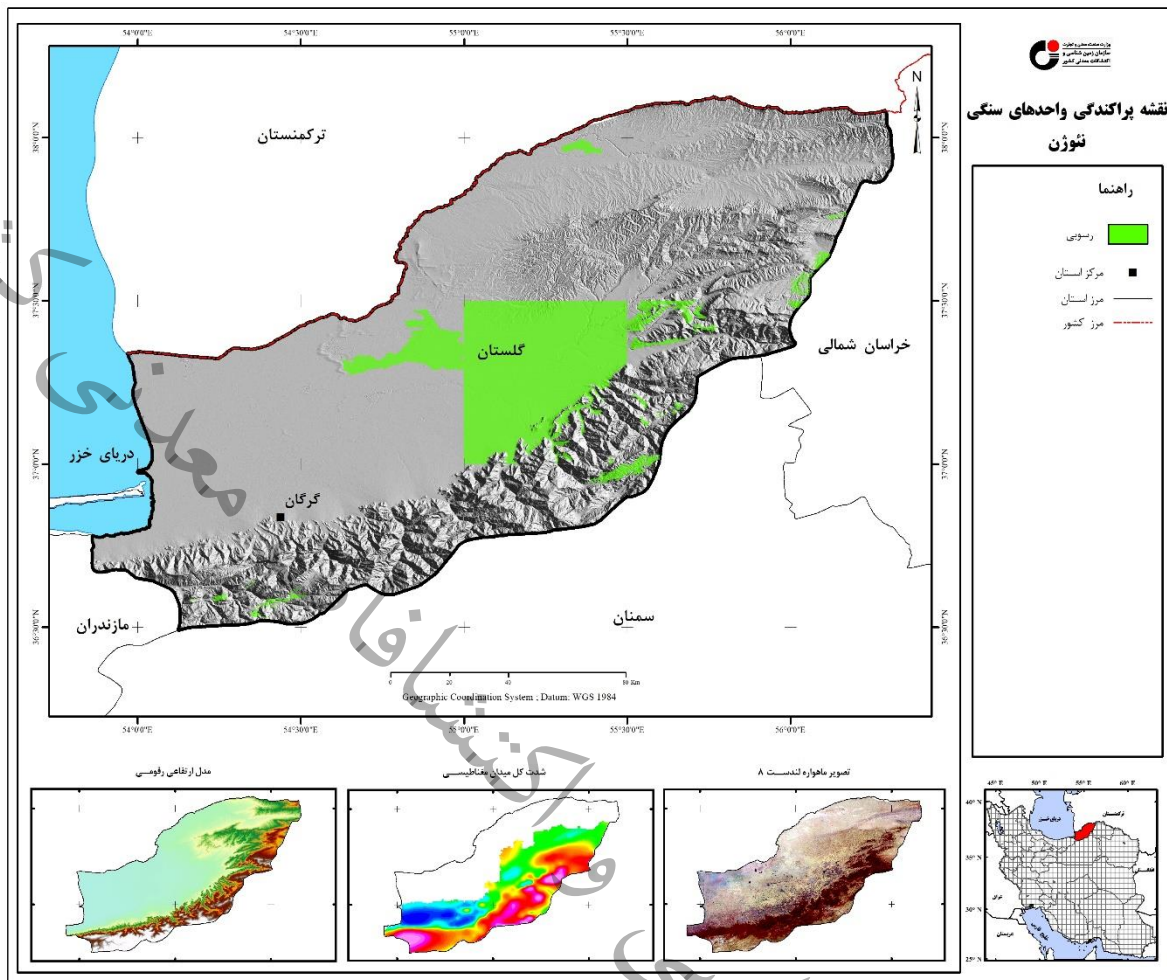


شکل ۲-۱۴- نقشه برنزد واحدهای سنگی پالٹوژن

نئوژن

طی رویداد زمین ساختمانی پیرنژن و با پسروی دریای ائوسن پسین-الیگوسن پیشین، رسوبگذاری در کپه داغ محدود به محیط‌های قاره‌ای میان کوهی شده و به همین دلیل ردیف‌های نئوژن در این پهنه نهشته‌های آواری اکسیدی است. دوره نئوژن در بردارنده ایپاک میوسن و پلیوسن است.

سنگ‌های میوسن در این منطقه به نام سازند خزر (کاسپین) معروف بوده که سن آن را بر پایه فرامینیفرها به میوسن زیرین و یا جوان تر نسبت می دهند. سنگ‌های پلیوسن در مجموع از کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن تشکیل شده اند که نشانگر مراحل پایانی رسوب گذاری قاره ای است و کم و بیش هم ارز سازند هزار دره البرز جنوبی می باشد. قله سنگ های بخش کنگلومرای از سنگ آهک، دولومیت و ماسه سنگ تشکیل شده است. مرز زیرین آن بر روی واحدهای سنگی کهن تر و مرز بالایی به وسیله ته نشست های جوان تر پوشیده می شود. در بخش مارنی این واحد تیغه هایی از ژیبس ثانویه هم دیده می شود. (شکل ۲-۱۵).

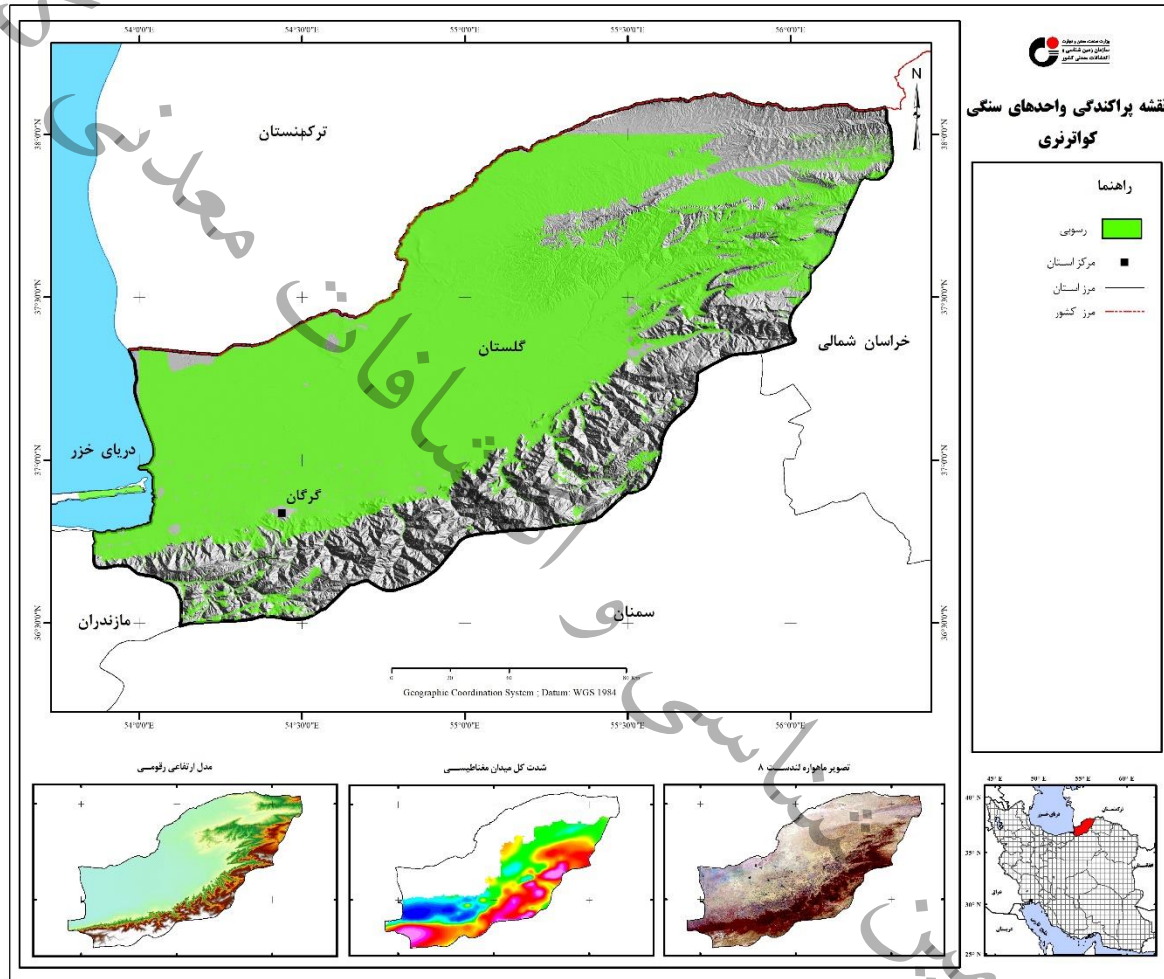


شکل ۲-۱۵- نقشه برونزد واحدهای سنگی نئوژن

کواترنری

ته نشست های پلیو کواترنز از کنگلومرای کم و بیش افقی با لایه بندی نامشخص با میان لایه هایی از ماسه سنگ تشکیل شده است که با ناپیوستگی روی سنگ های کرتاسه قرار می گیرند. رسوبات کواترنری مانند سایر نقاط، واحدهای کهن تر را می پوشاند و از بخش های گوناگونی تشکیل شده است. واحد کواترنر ناحیه، دارای ضخامت کمی از رس، رس ماسه ای و سیلت است که به گمان قوی، بخش های حمل شده و فرسایش یافته ته نشست های پلیوسن - کواترنری، میوسن یا کهن تر است. از نظر لیتولوژی شامل کنگلومرا با سیمان سست بوده و بیشتر سطح پادگانه های منطقه را می پوشاند. رسوبات جوان کواترنر از کنگلومرای بدون سیمان تشکیل می شود و در برگیرنده کفه های رسی و ماسه ها هستند. این بخش به طور عمده در شمال گسل گرگان (خزر) و فرورفتگی دشت گرگان گسترش دارند.

یکی دیگر از بخش های کواترنری، ته نشست های بادرفتی (لس) است که بر روی شیبهای گرگان و سنگ های وابسته قرار گرفته اند. انباشته های رودخانه ای عهد حاضر نیز جوان ترین واحد ردیف های کواترنری را تشکیل داده اند (شکل ۲-۱۶).



شکل ۲-۱۶- نقشه برونزد واحدهای سنگی کواترنری

۲-۳- پهنه های ساختاری

ویژگی های زمین شناسی و تاریخچه رخدادهای زمین ساختی در هر یک از زون های ساختاری منجر به تشکیل مواد معدنی گوناگون در این زون ها شده است، بطوریکه هر زون توان معدنی خاص خود را دارا می باشد. از این رو قرارگیری مکانی استان ها و نحوه پوشش آنها توسط زون های ساختاری به عنوان اصلی ترین عامل در تشکیل یا عدم تشکیل ذخایر معدنی و نیز نوع ذخایر تشکیل شده در آنها می باشد. بنابراین بررسی ویژگی های



زمین‌شناسی و ساختاری یک استان منجر به شناخت پتانسیل‌ها و قابلیت‌های معدنی طبیعی آن منطقه از کشور خواهد گردید.

از دیدگاه زمین‌شناسی ساختمانی این استان در دو پهنه زمین‌ساختی متفاوت قرار گرفته است. بخش شمال استان، پاره‌ای از صفحه توران و بخش جنوبی جزئی از صفحه ایران است. روزگاری بین این دو صفحه، اقیانوسی به نام پالئوتتیس وجود داشته است. در اثر جدا شدن صفحه ایران از بزرگ قاره جنوبی "گندوانا" و مهاجرت آن به سوی شمال در طی پالئوزوئیک در زمان تریاس میانی، با صفحه توران برخورد کرده و رشته‌کوه‌های قدیمی پالئوزوئیک و مزوزوئیک زیرین را به وجود آورد. از این پس صفحه ایران بخشی از بزرگ قاره شمال (اوراسیا) محسوب شده و حوضه رسوبی مشترکی با البرز داشته است. حدفاصل بین این دو صفحه زمین‌درزی به نام زمین‌درز پالئوتتیس وجود دارد که بیشتر کانون‌های زمین‌لرزه‌های قدیمی و کنونی این منطقه، بر گستره این زمین‌درز است. عمده مساحت استان گلستان بر روی زون‌های ساختاری کپه داغ، البرز مرکزی و فروافتادگی کواترنری واقع گردیده‌اند، البته بخش‌های کوچکتری در زون ساختاری البرز شرقی و زیرزون خزر-تالش-زیوه قرار گرفته است (شکل ۲-۱۷).

۲-۳-۱- زون کپه داغ

در بخش شمال شرقی استان گلستان، ریخت‌شناسی و ویژگی‌های ساختاری - رسوبی پهنه کپه داغ به چشم می‌خورد. این پهنه نسبت به سایر نقاط ایران دارای ویژگی‌های ساختاری متفاوتی بوده و در منتهی‌الیه شمال شرق ایران قرار دارد. از نظر زمین‌شناسی بین این قسمت و البرز تفاوت فاحشی مشاهده می‌شود. یکی از دلایل جدایش پهنه کپه داغ از البرز، بالا آمدگیها یا بالازدگی‌های قدیمی جنوب دریاچه خزر مربوط به پرکامبرین است. به نظر می‌رسد که این بالازدگیها همیشه این دو حوضه رسوبی را از هم جدا کرده است. از نظر پهنه رسوبی، کپه داغ وضع تقریباً مشابهی با پهنه رسوبی زاگرس داشته چرا که بیشتر چین‌ها نامتقارن، ممتد و کم و بیش با یکدیگر موازی هستند و روند NW-SE دارند. با استناد به شواهدی همچون بالا بودن شدت چین‌خوردگی در جبهه جنوبی و هم‌چنین نامتقارن و پرشیب بودن پهلوئی جنوب غربی چین‌ها، به نظر می‌رسد که حرکت ورق ایران به سمت کپه داغ در چین‌خوردن رسوب‌ها، نقش اساسی تری داشته است.

طبق بررسی زمین‌شناسان شرکت ملی نفت ایران، ضخامت رسوبات ممتد دریایی، در این حوضه تا ۶۰۰۰ متر می‌رسد. این رسوبات از ژوراسیک و به اعتقاد برخی، از تریاس میانی تا الیگوسن به طور هم‌شیب روی یکدیگر قرار گرفته‌اند.

از لحاظ چینه شناسی، بررسی ها نشان می دهد که پهنه کپه داغ به صورت یک ناودیس رسوبی در تریاس بالایی به وجود آمده و رسوبات قاره ای رتولیا، به رسوبات کاملاً دریایی در لیاس بالا تبدیل شده است. رسوب گذاری دریایی تا اواخر کرتاسه ادامه داشته و تنها حرکات ملایم خشکی زایی در اواخر ژوراسیک و اوایل کرتاسه، آن ها را متأثر ساخته است. در پالئوسن به علت پسروری دریا، قسمت عمده ناحیه از آب خارج شده است، اما چین خوردگی محسوس مشاهده نمی شود. اگرچه در ائوسن البرز و ایران مرکزی سنگ های آتشفشانی به فراوانی وجود دارد، که سازند کرج در البرز و ارومیه- دختر در ایران مرکزی نمونه هایی از آنها هستند، ولی در کپه داغ سازند آتشفشانی ائوسن دیده نمی شود. چین خوردگیهای این ناحیه شباهت به زاگرس داشته و از چینهای نامتقارن تشکیل می شود. این عوارض، مانند زاگرس، از آخرین جنبش های کوهزایی آلپ نتیجه شده اند. روند کلی این چینها شمال غرب- جنوب شرق می باشد. به طور کلی رسوبات پهنه کپه داغ در دوره ژوراسیک مشابه رسوبات البرز است؛ ولی از دوره کرتاسه به بعد ویژگیهای مخصوص به خود را دارد.

از لحاظ ساختاری، تغییرات رسوب گذاری بین حوضه های کپه داغ و البرز شرقی با گسل هایی با امتداد شمال شرق - جنوب غرب کنترل می گردد. به نظر می رسد گسلهای قدیمی که در دوره کرتاسه فعال بوده اند و امتداد آنها کم و بیش بر گسل های فعلی منطبق است، رسوب گذاری کرتاسه را کنترل کرده اند. مرز بین البرز شرقی و کپه داغ کم و بیش بر گسل کورخود منطبق است.

از لحاظ ریخت شناسی نیز بین کپه داغ و البرز شرقی تفاوت فاحشی وجود دارد؛ در البرز شرقی ضخامت کم رسوبات باعث پدیدار شدن طبقات قدیمی تر، که اغلب آهکی هستند، شده است؛ در حالی که در کپه داغ رسوبات ضخیم شیلی و مارنی کرتاسه ریخت شناسی متفاوتی با البرز را سبب شده که شاید در مرز بندی گذشته، عامل مؤثری بوده است.

۲-۳-۲- زون البرز

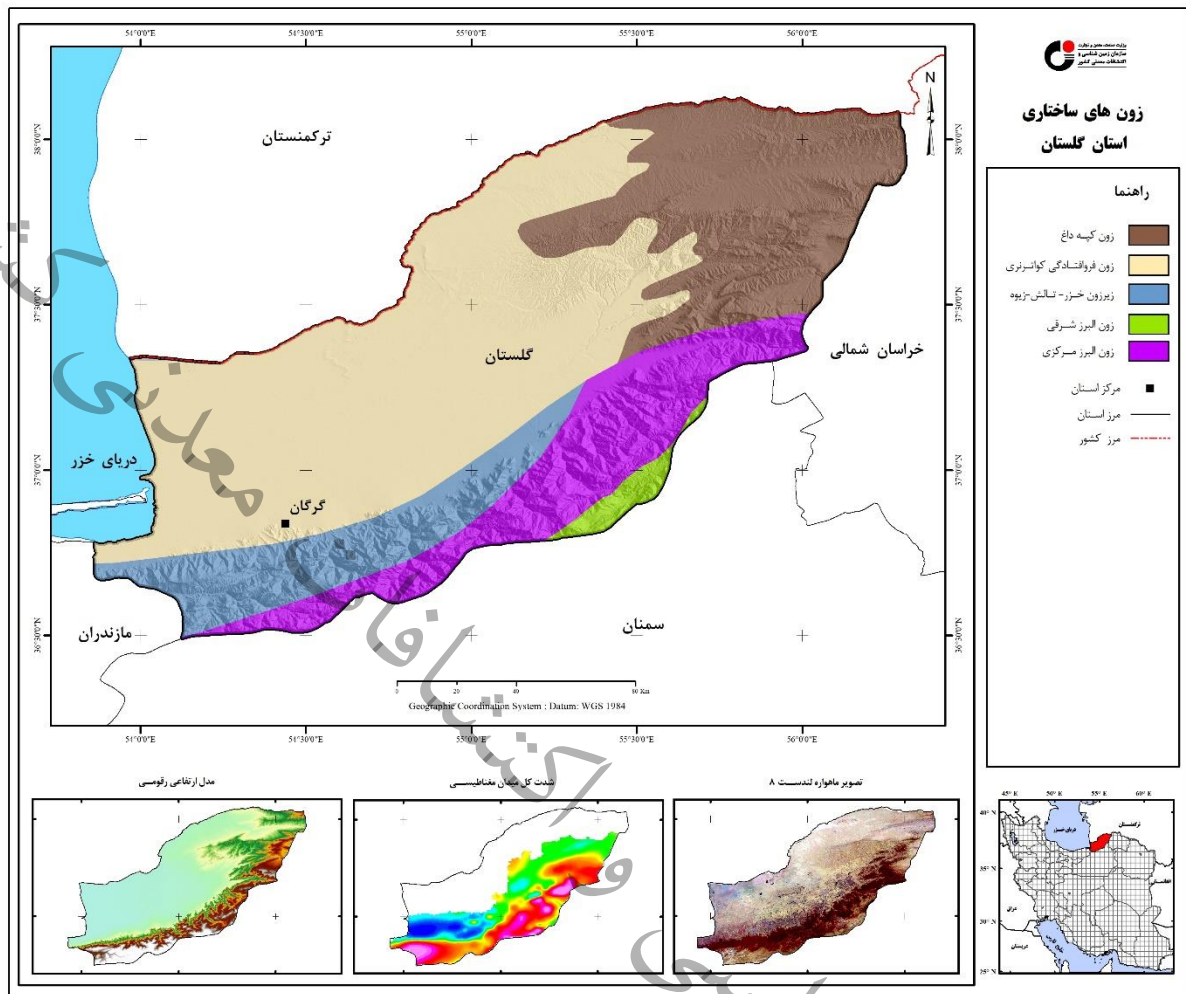
پهنه رسوبی ساختاری البرز شامل بلندیهای شمال صفحه ایران است که به شکل تاقدیسی مرکب، در یک راستای عمومی شرقی- غربی، از آذربایجان تا خراسان امتداد دارد. از نگاه زمین ریخت شناسی، مرز شمالی البرز، منطبق بر تپه ماهورهای متشکل از ته نشست های ترشیری و دشت ساحلی خزر است. از نگاه زمین شناختی، مرز شمالی البرز محدود به زمین درز تئیس کهن است که از برخورد سنگ کره قاره ای البرز با سنگ کره توران، در تریاس پسین به وجود آمده است. ولی در بیشتر نقاط، محل زمین درز با ورق های رانده شده از شمال به جنوب پوشیده شده است. حد جنوبی البرز چندان روشن نیست.



گسل تبریز (علوی، ۱۹۹۱)، آنتی البرز" (ریویه، ۱۹۴۱) گسل گرمسار (بربریان، ۱۳۷۵)، گسل سمنان (نبوی، ۱۳۵۶) و گسل عطاری (علوی نایینی، ۱۹۷۲)، مرز جنوبی البرز دانسته شده اند. چنین به نظر می رسد که مرز شاخصی در جنوب البرز وجود نداشته باشد و گذر از پهنه ایران مرکزی به پهنه البرز، تدریجی باشد. از نظر کوه نگاری، مرز غربی البرز تا قفقاز کوچک و مرز شرقی آن تا کوه های پاراپامیسوس افغانستان (علوی، ۱۹۹۱) گسترش دارد. فراوانی سنگهای آتشفشانی و آذرآواری ترشیری، در دامنه جنوبی البرز، سبب شده بود تا در نخستین نقشه زمین ساخت اروپا (خائین، ۱۹۷۲)، البرز بخشی از بزرگ ناودیس قفقاز - ترکیه دانسته شود. ولی، وجود سنگهای ماگمایی همسان با آن در دیگر نواحی ایران، و به ویژه با دستیابی به یافته های بیشتری از زمین شناسی ایران، یقین شد که بسیاری از واحدهای سنگ چینه ای البرز و ایران مرکزی، از دیدگاه رخساره و شرایط تشکیل، همانند هستند. به گونه ای که البرز را می توان چین های حاشیه ای ایران مرکزی دانست که در شکل گیری آن، برخورد دو صفحه ایران و توران و پیامدهای آن نقش اساسی داشته اند. همسانی البرز با ایران مرکزی به ویژه در دامنه جنوبی بیشتر است. ولی در دامنه شمالی تفاوت هایی دارد (اشتوکلین، ۱۹۶۸ الف). به ظاهر سرگذشت ساختاری و چینه ای البرز در همه جا یکسان نیست. به همین رو، جدا از واژه های جغرافیایی همانند البرز غربی، البرز مرکزی، البرز شرقی، البرز شمالی، البرز جنوبی، از نظر زمین شناسی، از زیر پهنه هایی همچون ماکو-تبریز، رشت-گرگان، بینالود (نبوی، ۱۳۵۵) و حتی کپه داغ یاد شده است که نیاز به بازنگری دارند. برای نمونه، پهنه رشت-گرگان یا زون البرز مرکزی که توسط نبوی (۱۳۵۵) نامگذاری شده است و دشت های جنوب دریای خزر و بخش های شمالی رشته کوه های البرز را در برمی گیرد، در شمال گسل البرز یا به عبارت بهتر در شمال زمین درز پوشیده تئیس کهن قرار دارد؛ از این رو وابستگی آن به لبه جنوبی ورق توران به مراتب بیشتر است و یا پهنه بینالود، خویشاوندی زمین شناختی بیشتری با ایران مرکزی دارد تا البرز. مهم تر آن که شرایط زمین شناختی حاکم بر کپه داغ با البرز متفاوت است.

۲-۳-۳- زون فروافتادگی کواترنری

به دلیل عدم رخنمون واحدهای سنگی امکان شناسایی ساختارهای فعال بدون انجام مطالعات زیرسطحی وجود ندارد.



شکل ۲-۱۷- پهنه های ساختاری استان گلستان

۲-۴- گسل ها

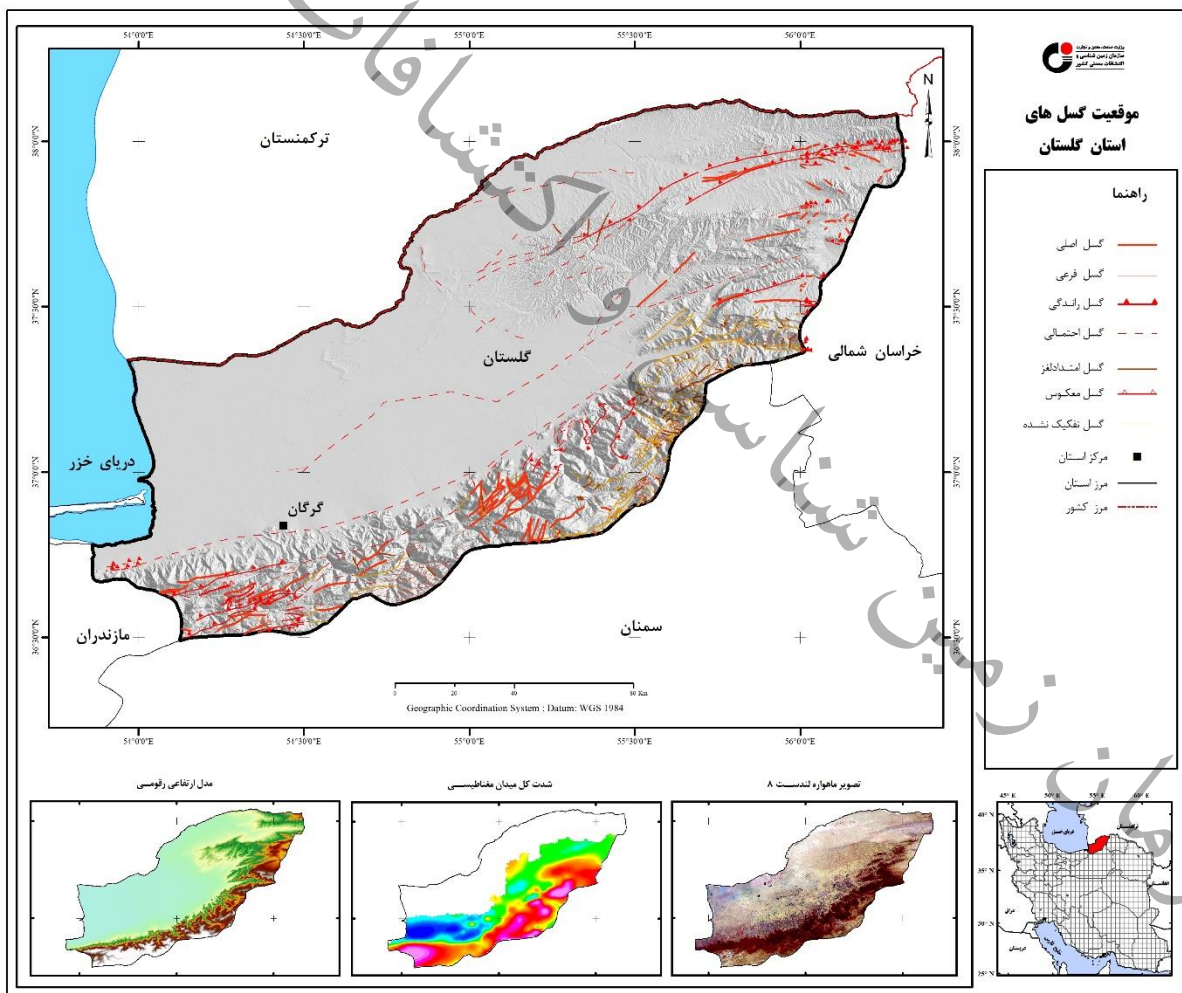
گسل ها نوعی ساختار خطی همراه جابجایی هستند که بر تحولات زمین ساختی و همچنین تکوین حوضه های ساختاری-رسوبی اثر درخور توجه دارند. گسل ها با شکستگی هایی که در پوسته زمین ایجاد می کنند فضای مناسبی جهت حرکت ماگما و محلول های گرمابی فراهم می نمایند. بسیاری از عناصر معدنی همراه محلولهای گرمابی در همین شکستگیها جای گیر می شوند. لذا یکی از داده های کلیدی جهت اکتشاف مواد معدنی همین گسل ها می باشند.

زون کپه داغ در بخش های شرقی دارای روند شمال غربی-جنوب شرقی و در بخش های غربی دارای روند شمال شرقی-جنوب غربی است. ساختارهای زمین شناسی و حوضه های آبریز و بسیاری از پدیده های مرتبط از این روندها تبعیت می کنند.



مهم‌ترین ساختارهای موجود در گستره استان گلستان را گسل‌های خزر (یا مازندران) و گسل شمال البرز تشکیل می‌دهند. قطعات یا پاره‌های مختلف این گسل‌ها سبب رویداد زمین‌لرزه‌های متعددی در ناحیه مورد مطالعه گردیده‌اند. اغلب گسل‌های موجود در گستره استان گلستان دارای روند شمال‌شرق - جنوب غرب تا شرق، شمال‌شرق - غرب، جنوب غرب بوده و سازوکار اکثر آن‌ها از نوع رانده-رورانده و امتدادلغز چپگرد با مؤلفه معکوس (جنوب‌شرق حوضه خزر جنوبی - پهنه ساختاری البرز) یا امتدادلغز راستگرد با مؤلفه معکوس (پهنه ساختاری کپه داغ) گزارش می‌شود. البته گسل‌هایی با راستای شمال‌غرب - جنوب شرق نیز در گستره استان گلستان، به‌ویژه در کپه داغ مشاهده می‌شوند. (شکل ۲-۱۸).

در ادامه به شرح گسل‌های مهم استان گلستان می‌پردازیم.



گسل خزر

این گسل با راستای شرقی - غربی و جهت شیب به سمت جنوب از شهر گرگان آغاز شده و در سواحل خزر با روند ذکر شده ادامه می یابد تا به شهر لاهیجان می رسد. این گسل که حدود ۶۰۰ کیلومتر طول دارد، از گسل های اصلی استان گلستان است. بربریان (۱۹۸۳) بر این باور است که سازوکار این گسل از نوع معکوس بوده و عملکرد این گسل از اواخر نئوژن تاکنون سبب شده است که سازندهای مختلف البرز بریده شده و در راستای آن شیست های گرگان و دیگر سازندهای پالئوزوئیک بر روی رسوبات کواترنری دشت کرانه ای خزر جنوبی قرار گرفته و رسوبات در دو طرف گسل حدود ۳۰۰۰ متر جابه جا شوند. گسل خزر به عنوان مرز جلگه خزر و کوه های البرز یک ساختار زمین ساختمانی مهم است و می توان آن را گسله پیشانی شمالی رشته کوه البرز در نظر گرفت.

انتهای شرقی گسل خزر به گسل های سقا و تکل کوه نزدیک می شود. به موازات گسل خزر و در جنوب آن سامانه گسل شمال البرز کشیده شده و در فاصله بین این دو چین خوردگی هایی در سنگ های کرتاسه بالایی و نئوژن دیده می شود که از آن جمله تاقدیس خزر در فرادیواره این گسل است. بخش میانی فرادیواره گسل خزر نیز همراه با گسل های معکوس فرعی با شیب به سوی شمال است.

در راستای این گسل، برخاستگی کوه های البرز (در جنوب) و فرونشست دشت خزر جنوبی (در شمال) روی داده است. همچنین ریخت شناسی دشت های ساحلی مازندران و گیلان به دلیل حرکت های رخ داده در راستای این گسل می باشد. در حال حاضر بخش شمالی این گسل همراه با کف دریای خزر در حال فرونشینی تدریجی است (بربریان و همکاران، ۱۳۷۱).

یافته های قاسمی (۲۰۰۵) نشان می دهد که هرچند برونزد صفحه گسل به دلیل پوشش گیاهی زیاد، کمیاب است با این وجود در شرق بهشهر رخنمون صفحه گسلی به صورت راندگی، دگرگونه های گرگان را بر روی نهشته های آبرفتی کواترنری قرار داده است. مشخصات صفحه گسل در این مقطع N89E/27SE است.

گسل شمال البرز

گسل شمال البرز، گسل راندگی با شیب عمومی به سوی جنوب است که مرز جنوبی رخنمون های نئوژن خزر را شکل می دهد. راستای نیمه شرقی گسل، شرق - شمال شرق و راستای نیمه غربی آن غرب - شمال غرب است. این گسل در فاصله چند کیلومتری جنوب گسل خزر و به موازات آن قرار دارد.

گسل مزبور، سازندهای گوناگون رشته کوه های البرز را بریده و در بخش هایی از این گسل سازندهای پرکامبرین - پالئوزوئیک در مقابل رسوبات کواترنری حاشیه خزر قرار گرفته اند (نبوی، ۱۳۵۵). گسل شمال



البرز در بخش‌هایی سنگ‌های رسوبی مزوزوئیک را بریده و آنها را بر روی سنگ‌های سنوزوئیک قرار داده است. به نظر می‌رسد، این گسل جنوبی‌ترین مرز نهشته‌های نئوژن حوضه کاسپین را مشخص می‌نماید (اشتوکلین، ۱۹۷۴).

گسل شمال البرز جدا کننده البرز از حوضه ترشیری حاشیه جنوبی خزر است و این احتمال وجود دارد که این گسل نشانگر محل تقریبی زمین درز تتیس کهن باشد. با وجود این که زمین لرزه‌های بسیاری بر روی گسل شمال البرز گزارش شده اما تاکنون گسیختگی سطحی آشکاری بر روی این گسل گزارش نشده است (نظری و ریتس، ۲۰۰۸).

گسل مراوه تپه

گسل مراوه تپه به شکل کمانی با راستای شرقی- غربی در شمال مراوه تپه، در بخش غربی کپه داغ واقع شده است و از باش تپه در شرق تا آق بند در غرب ادامه می‌یابد. این گسل با توجه به راستایش به دو بخش تقسیم می‌شود. این گسل بر اساس مطالعات ریخت زمین ساختی به دو پاره غربی و شرقی قابل تفکیک است. درازای بخش غربی ۱۲۰ کیلومتر و پاره شرقی ۱۵۰ کیلومتر است.

بخش شرقی دارای راستای N110 و بخش غربی دارای راستای N240 است. بخش غربی از دو گسل موازی تشکیل شده که در فاصله تقریبی ۵ کیلومتری از یکدیگر قرار گرفته اند. قسمت انتهایی بخش غربی در شمال گنبد کاووس به نام گسل آق بند معرفی شده است. راستای کلی گسل از راستای چین خوردگی عمومی منطقه پیروی می‌نماید و لذا نسبت به ساختارهای منطقه یک گسل طولی به شمار می‌رود.

گسل مراوه تپه در طول خود سازندهای سرچشمه، سنگانه و آیتامیر را قطع و جابجا نموده به گونه‌ای که می‌توان راندگی شیل‌های سازند سنگانه بر روی سنگ ماسه‌های سازند آیتامیر را در امتداد آن مشاهده نمود.

گسل تکل کوه

گسل تکل کوه با بیش از ۱۰۰ کیلومتر طول در جنوب گسل مراوه تپه قرار گرفته و دارای روندی مشابه با آن است. دو پاره شرقی و غربی بر اساس سازوکار و شواهد ریخت زمین ساختی قابل تشخیص است به طوری که پاره شرقی گسل تکل کوه- که گسل آشخانه نیز نامیده می‌شود- دارای راستای غرب- شمال غرب و شرق- جنوب شرق، سازوکار رانده (معکوس) و درازای حدود ۷۰ کیلومتر و پاره غربی راستای شمال شرقی- جنوب غربی، سازوکار راستالغز چپگرد و درازایی حدود ۱۲۰ کیلومتر دارد.

بررسی های میدانی نشاندهنده فعالیت پاره غربی گسل تکل کوه در کواترنری است.

بخش شرقی گسل مرز بین سازندهای تیرگان و سرچشمه در شمال را با رسوبات نئوژن و کواترنری در جنوب تشکیل می‌دهد. بخش غربی آن نیز به صورت یک خطواره وارد پهنه لسی در جنوب غرب مراوه تپه می‌شود.

گسل گلیجه

این گسل با طول حدود ۷۰ کیلومتر و راستای تقریبی شمال شرق - جنوب غرب در شمال و شمال شرق پازره غربی گسل مراوه تپه و به موازات آن سازنده یک پرتگاه توپوگرافی کوتاه بین نهشته های آبرفتی کواترنری است.

گسل دوزین

این گسل با راستای شمال شرق - جنوب غرب و طول ۶۰ کیلومتر در ادامه جنوبی گسل رباط قره بیل قرار دارد. این گسل دارای سازوکار راندگی با شیب به سمت شمال غرب و مؤلفه حرکتی راستالغز چپگرد است.

گسل گلستان

این گسل با درازای حدود ۸۵ کیلومتر و با راستای شمال غربی - جنوب شرقی (موازی با راستای گسل اصلی کپه‌داغ) در شرق شهرستان کلالة واقع شده است.

گسل رباط قره بیل

گسل رباط قره بیل با درازای ۸۰ کیلومتر و راستای شرق شمال شرق - غرب جنوب غرب در جنوب شرق شهر آشخانه و در حدفاصل جنگل گلستان در غرب و شهر آشخانه در شرق قرار دارد. گسل رباط قره‌بیل به موازات گسل کورخود در شمال و گسل سیاهکوه در جنوب است. چین خوردگی‌های متعددی نیز در طرفین گسل وجود دارد.

گسل کورخود

گسل کورخود از جنوب شهرستان آشخانه آغاز و به سمت جنوب غرب با راستای کلی 250° - $N240^{\circ}$ امتداد می‌یابد. این گسل به صورت تکه‌های متعددی است که یک پهنه گسلی گسترده را تشکیل می‌دهند. ساز و کار آن به صورت راندگی با شیب به سمت شمال است. واحدهای رسوبی ژوراسیک در بلوک شمالی این گسل به طور وسیعی رخنمون دارند.



این گسل در بخش شرقی با گسل چمن بید همراه است و در بخش غربی نیز با گسل دوزین یکی می‌شود. گسل کورخود در شمال گسل رباط قره بیل و به موازات آن واقع شده است.

گسل علی آباد-زیارت

گسل علی آباد-زیارت دارای روند تقریبی شرقی-غربی و شیب به سمت جنوب بوده و در غرب موجب راندگی سازند خوش بیلاق بر روی مجموعه دگرگونی گرگان و در شرق سبب راندگی سازند خوش بیلاق بر روی ولکانیک های محمدآباد شده است. لازم به توضیح است، شاه پسندزاده (۱۳۷۱) شیب این گسل را به سمت شمال می داند.

گسل زیارت-درازنو

این گسل دارای روند شرقی-غربی و شیب به سمت جنوب بوده است. عملکرد این گسل سبب قرارگیری سازند لار در کنار شیست های گرگان شده و در جنوب شמושک پرتگاه گسلی ایجاد کرده است.

گسل اردکان-جهان نما

این گسل با ساز و کار احتمالی معکوس موجب قرار گرفتن سازند قزل قلعه در مجاورت سازند لار و شمشک شده است. طول این گسل حدود ۱۵ کیلومتر است و روند شرقی-غربی دارد.

گسل اردکان-چاه سفید

این گسل در مجاورت رودخانه نکا با روند شرقی-غربی و با ساز و کار راندگی توسط شاه پسندزاده (۱۳۷۱) معرفی شده است. عملکرد این گسل سبب رانده شدن واحدهای سنگ آهکی ضخیم لایه کرتاسه فوقانی بر روی شیست‌های گرگان شده است. طول این گسل حدود ۳۲ کیلومتر می باشد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

اقتصادیات

فصل سوم

زمین شناسی اقتصادی

و متالوژنی

سازمان زمین شناسی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

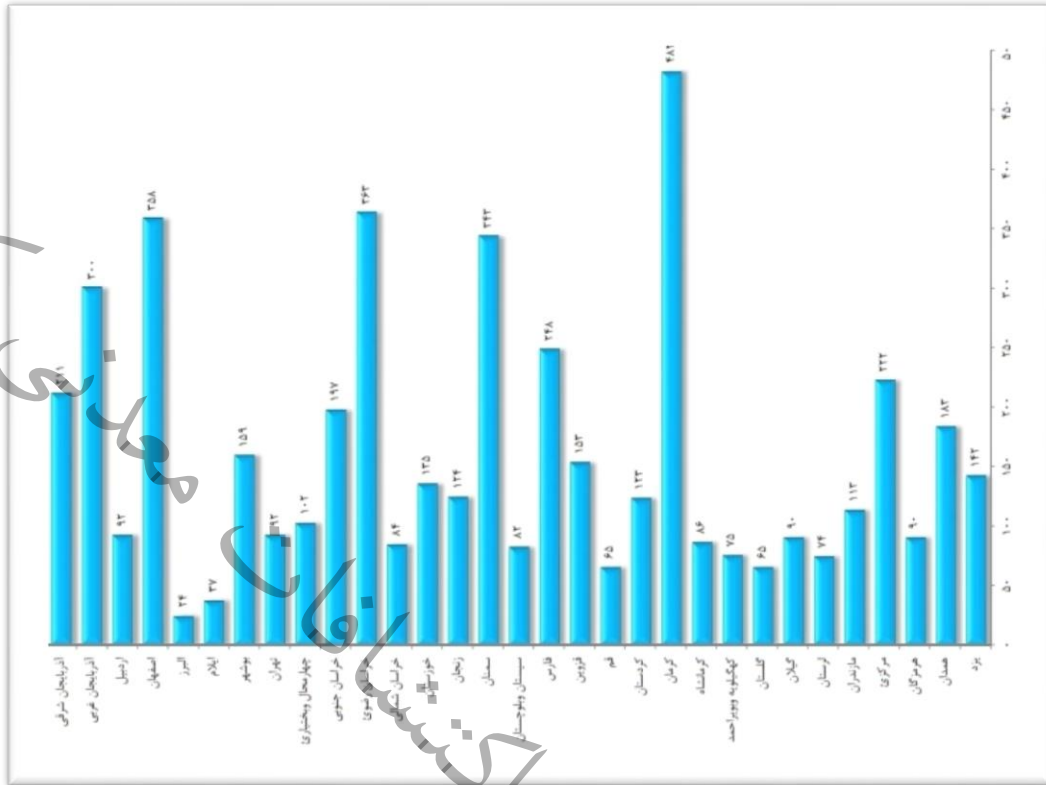


۳-۱- مقدمه

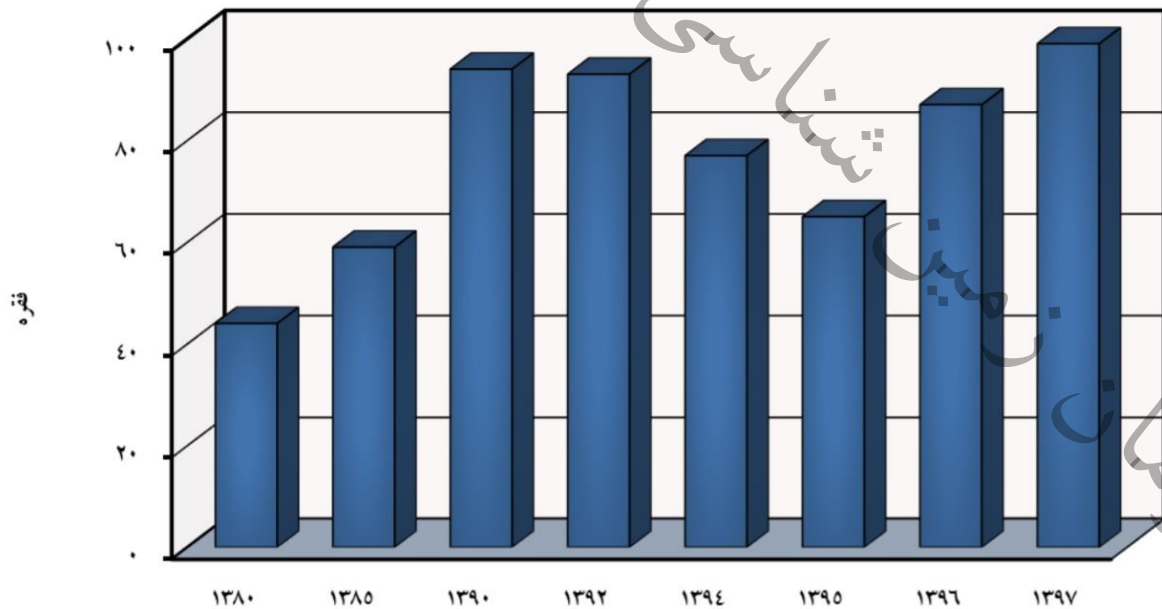
استان گلستان از نظر وجود منابع معدنی دارای تنوع نسبتاً زیادی است ولی پوشش‌های جنگلی انبوه و نیز مراتع استان گلستان سبب گردیده تا در این استان سنگ‌ها رخنمون کافی نداشته باشند و لذا ذخایر معدنی استان نمود آشکار ندارد به همین رو معدن کاری و توجه به ذخایر معدنی چندان مورد توجه نبوده است. بر اساس آمارهای وزارت صنعت، معدن، تجارت و مرکز آمار ایران، استان گلستان از لحاظ میزان ذخایر معدنی در ردیف رتبه های آخر کشور قرار گرفته است (شکل ۳-۱).

از دیدگاه زمین‌شناسی ساختمانی این استان در دو پهنه زمین ساختی متفاوت قرار گرفته است، حاشیه شمال خاوری استان گلستان بخشی از پهنه ساختاری کپه داغ است که به دلیل شکل چین خوردگی این رشته کوه ها، امکان تجمع مواد هیدروکربوری و به تله افتادن آنها و در نتیجه تشکیل پهنه هایی با پتانسیل ذخایر نفت و گاز در این بخش از استان فراهم شده است. حاشیه اترک عرصه ای غنی از ذخایر نفت و گاز است. در بخش جنوبی استان و یا در حقیقت پهنه ساختاری البرز می توان سنگ‌های رسوبی آذرین و دگرگون را مشاهده کرد. زمینه فعالیت معادن استان در این پهنه استخراج زغال سنگ، سنگ لاشه آهکی، آهک صدفی (لوماسل)، صدف کوهی، ید، سنگ آهک و سنگ نسوز می باشد.

بر اساس نتایج طرح آمارگیری از معادن فعال استان در سال ۱۳۹۷، تعداد ۹۹ معدن در حال بهره برداری در استان وجود داشته است. (شکل ۳-۲). نتایج به دست آمده نشان می دهد، در مجموع ۱۸۴۳ نفر در این معادن به کار اشتغال داشته اند که تعداد شاغلان نسبت به سال ۱۳۹۶، ۱۴/۱ درصد افزایش یافته است. در سال ۱۳۹۷ ارزش تولیدات معادن استان ۱۶۶۶۳۱۶ میلیون ریال بوده که در بین فعالیت های مختلف، معادن استخراج ید، استخراج شن و ماسه ، و استخراج زغال سنگ به ترتیب با ۶۷۴۱۲۵ ، ۵۵۵۰۰۶ و ۳۸۹۸۰۹۲ میلیون ریال بالاترین ارزش تولیدات سالانه را داشته اند. ارزش افزوده حاصل از فعالیت معادن در حال بهره برداری استان در سال ۹۷ برابر ۱۱۹۲۰۶۶ میلیون ریال بوده است که استخراج ید، معادن استخراج زغال سنگ، و استخراج شن و ماسه به ترتیب ۶۰۲۴۳۵ ، ۲۹۷۵۱۵ و ۲۵۳۶۱۹ میلیون ریال دارای بالاترین میزان ارزش افزوده بوده اند. مجموع ارزش افزوده این معادن بیش از ۹۶/۷ درصد از کل ارزش افزوده این بخش را به خود اختصاص داده است.



شکل ۳-۱- تعداد معادن در حال بهره برداری استان های کشور در سال ۹۵ (مرکز آمار ایران)



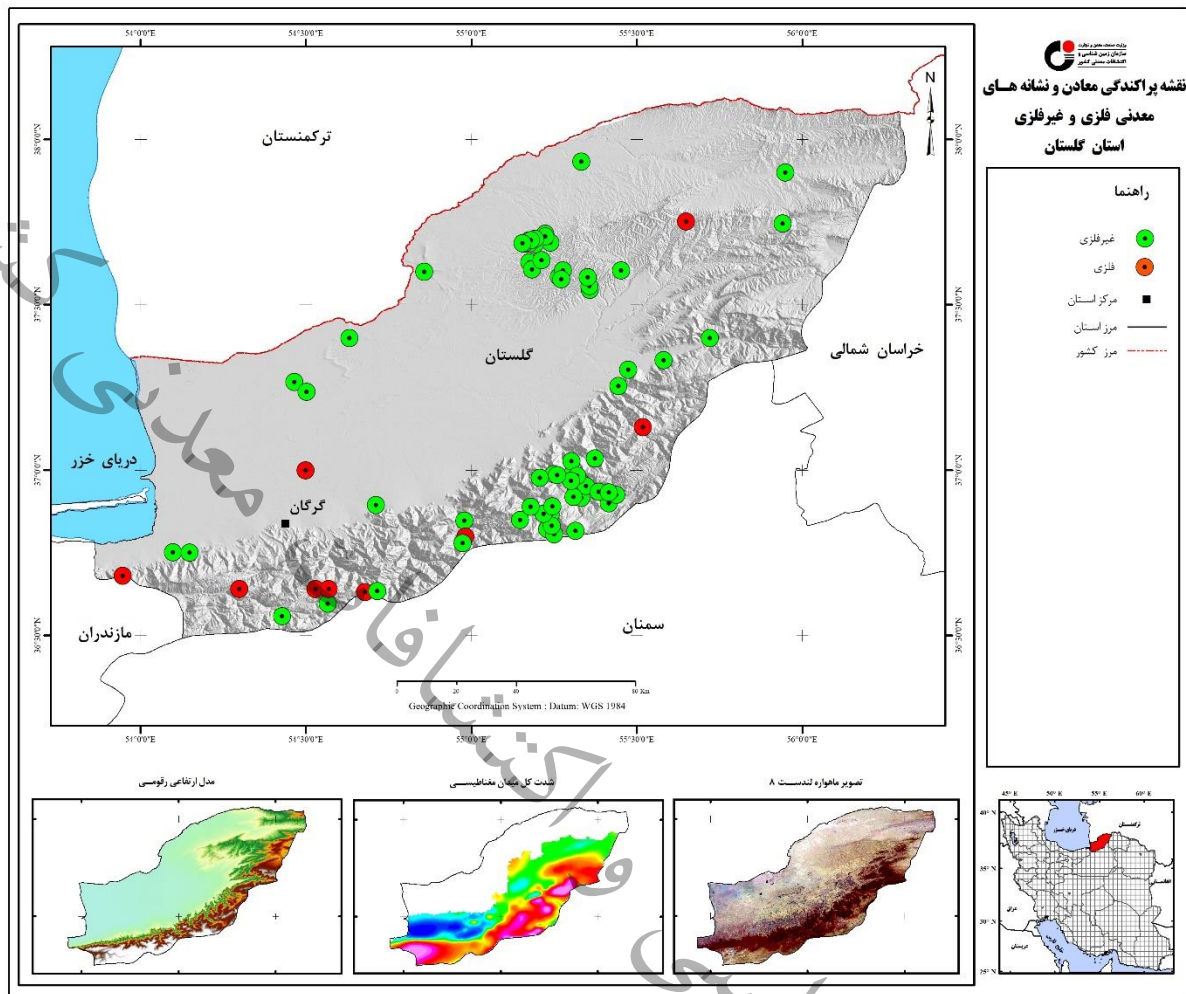
شکل ۳-۲- تعداد معادن در حال بهره برداری در استان گلستان تا سال ۹۷ (مرکز آمار ایران)



۳-۲- معادن استان

یکی از مواد معدنی غیرفلزی حائز اهمیت، صدف کوهی است، سازند آقچه‌گیل مهم‌ترین میزبان صدف کوهی است (آق دربند و نگین). ۱۳ معدن صدف کوهی در استان گلستان وجود دارد که حاوی ذخایر بالایی از این ماده معدنی هستند. این استان در بر دارنده بزرگ‌ترین و غنی‌ترین منبع ید کشور نیز است (اینچه). استخراج ماده معدنی ید برای نخستین بار در ایران در ۲۷ کیلومتری شمال شهرستان آق فلا آغاز گردید که به عنوان بزرگ‌ترین معدن و کارخانه ید ایران و خاورمیانه می باشد. پهنه ساختاری البرز در شمال ایران، میزبان نهشته های بوکسیتی متعددی است. نهشته بوکسیت قشلاق یکی از این نهشته‌ها است. از جمله معادن سنگ ساختمانی استان نیز می‌توان به آشیلی، بش اوپلی و دار آباد اشاره نمود.

استان گلستان یکی از قطب‌های تولید زغال سنگ در کشور است. ذخایر زغال سنگ البرز شرقی استان گلستان بیشترین ذخیره زغال سنگ را دارا می‌باشند. البرز شرقی به دلیل ضخامت زیاد شمشک دارای ذخیره زیادی از زغال سنگ می‌باشد تا آنجا که این ذخایر، زغال سنگ البرز از نظر ذخیره بسیار حائز اهمیت می‌نماید و در کشور مقام نخست بیش‌ترین ذخیره را دارا می‌باشد. مهم‌ترین معادن زغال سنگ در منطقه شامل معدن زغال سنگ رودبار - قشلاق، زمستان یورت و چشمه ساران می‌باشند. در شکل ۳-۳ پراکندگی معادن و نشانه‌های معدنی فلزی و غیر فلزی استان گلستان نشان داده شده است.



شکل ۳-۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی فلزی و غیر فلزی استان گلستان

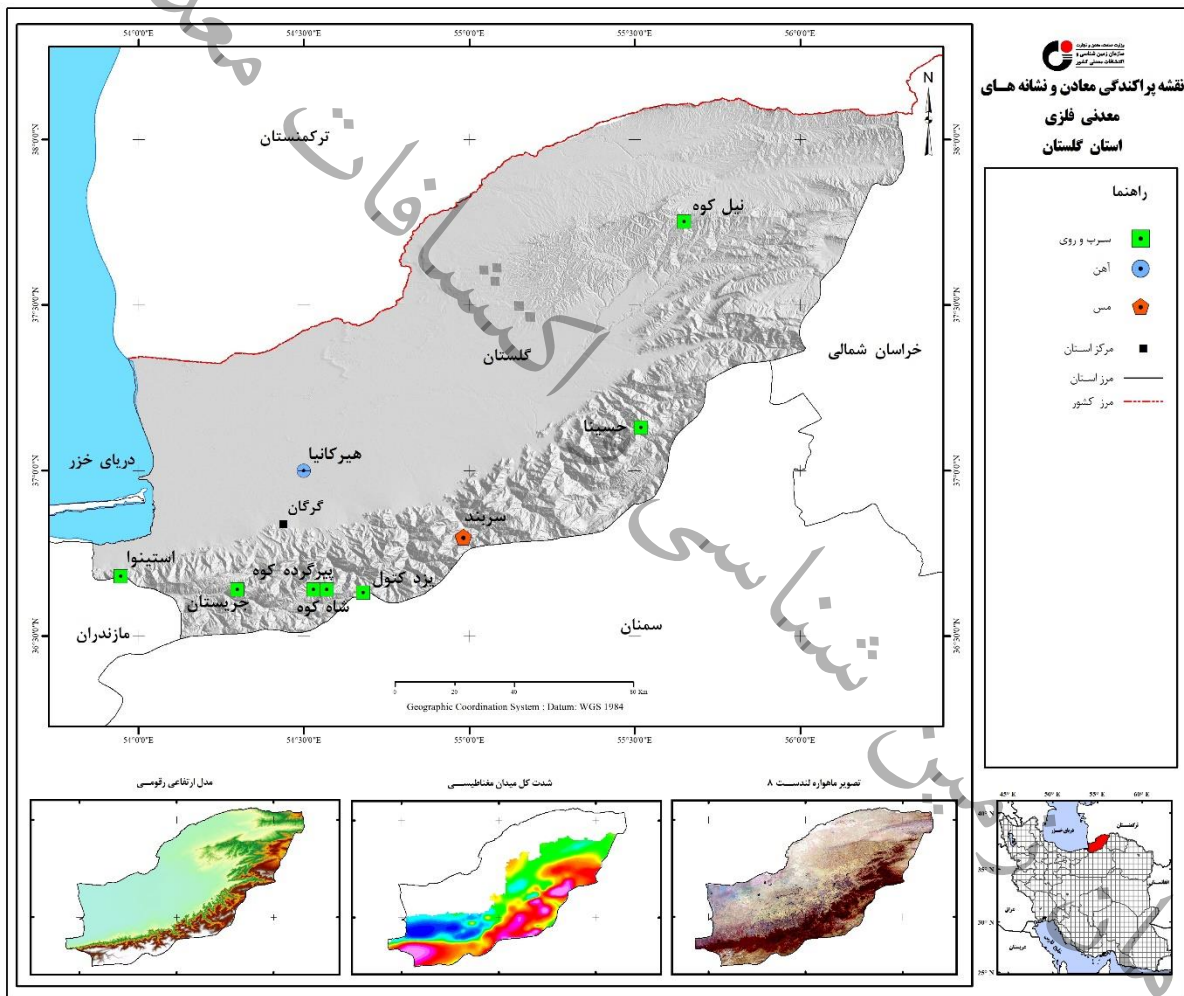
۳-۳- منابع فلزی

به علت شرایط زمین شناسی خاص منطقه و قرارگیری بخش عمده ای از استان در زون ساختاری کپه داغ که فاقد هرگونه فعالیت آذرین به عنوان تامین کننده سیالات و عناصر حاصل از آنهاست، شرایط مناسب جهت حرکت شورابه های حوضه ای که در متحرک شدن برخی عناصر و ایجاد برخی کانسارها نقش دارند، از بین رفته است. با این حال در بخش های غربی و جنوبی تر استان شرایط تا حدی مساعدتر بوده و امکان وجود پتانسیل های فلزی کاملاً منتفی نیست. ولیکن به یقین می توان گفت حضور کانی سازی مرتبط با فعالیت های آذرین در این استان منتفی است. از طرف دیگر یکی از موارد مهم در کانی سازی وجود شرایط مناسب در ته نشست عناصر می باشد. اصولاً سنگ های کربناته ای میزبان مناسب کانی سازی هستند که در اثر فرآیندهای ثانویه همچون دولومیتی شدن، فضای موثر آنها افزایش قابل توجهی پیدا کرده باشد. این افزایش فضا، عبور و ته نشست عنصر را ممکن می سازد. مطالعات نشان می دهند سنگ شناسی غالب منطقه کربنات



کلسیم است که علاوه بر تخلخل بسیار اندک، از عدم تاثیر فرآیندهای ثانویه در آن حکایت دارد. برآیند مطالب فوق نشان از عدم استعداد کلی استان جهت حضور کانسارهای فلزی دارد.

بر اساس آمار سازمان صنایع و معادن استان گلستان در حال حاضر هیچ معدن فلزی در حال استخراج و یا دارای پروانه بهره برداری در این استان وجود ندارد و وجود پتانسیل در خور توجه برای عناصر فلزی جهت سرمایه گذاری با تردید مواجه است. شکل ۳-۴ پراکندگی معادن و اندیس‌های فلزی استان گلستان را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴- نقشه پراکندگی معادن و نشانه‌های معدنی فلزی استان گلستان

۳-۳-۱- سرب و روی

ذخایر سرب و روی در ایران از گسترش و اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. تاکنون بیش از ۶۰۰ کانسار و نشانه معدنی سرب و روی شناخته شده است. ولی تا به حال کار اکتشافی و سیستماتیک برای شناخت غالب آنها صورت نگرفته و روند کانی‌زایی سرب و روی و ایالت متالورژی آنها به طور کامل شناخته نشده است (قربانی و همکاران، ۱۳۷۹).

ذخایر سرب و روی ایران در دوره های زمانی پرکامبرین-کامبرین، دونین، پرمین، تریاس، ژوراسیک و کرتاسه رخ داده است. سنگ میزبان اغلب ذخایر سرب و روی ایران، کربناته و سپس به ترتیب اهمیث، شیل، ماسه سنگ، سنگ‌های آذرین، مرمر و شیست می‌باشد. ذخایر سرب و روی درون سنگ‌های کربناته در ایران بخشی از یک واحد فلززایی بزرگ، یعنی کمربند فلززایی اوراسیا-تتیس هستند. الگوی کانسار سازی ذخایر سرب و روی در ایران متفاوت بوده و دارای گسترش زمانی، مکانی و مرتبط با حوادث تکتونیکی مشخص می‌باشند، اما از آنجایی که کارهای مطالعاتی دقیق و کامل بر روی اکثر کانسارها صورت نپذیرفته است نمی‌توان درباره ژنز آنها با قطعیت اظهار نظر نمود (قربانی و همکاران، ۱۳۷۹). جدول ۳-۳ لیست معادن و اندیس های سرب و روی و شکل ۳-۵ پراکندگی معادن و اندیس‌های سرب و روی استان گلستان را نشان می‌دهد.

محدوده امیدبخش حسینا

این اندیس در جنوب شرقی مینودشت واقع شده است. دسترسی به این معدن از مسیر مینودشت-دروک میسر است. پس از طی ۱۸ کیلومتر از این جاده، سه راهی حسینا قرار دارد که جاده شرقی پس از حدود یک کیلومتر به روستای حسینا منتهی می‌گردد. از روستای حسینا به طرف شرق، پیاده حدود ۴۵ دقیقه تا محل حفاری راه است. مختصات این محدوده "۵۰'۰۷" عرض شمالی و "۱۰'۳۱" طول شرقی می‌باشد. سنگ میزبان این اندیس سنگ آهک-دولومیت است و دیرینگی آن به دوره دونین می‌رسد. در این اندیس، پارائزهای کلسیت-الیزبیت یافت می‌شوند. رگه های گالن همراه با کلسیت سفید رنگ کانه سازی منطقه را تشکیل می‌دهند که در آهک های نازک تا ضخیم لایه خاکستری رنگ سازند خوش بیلاق جای گرفته اند. عیار نمونه برداشت شده از این کانی سازی چندان قابل توجه نبوده است. شکل آن رگه ای و ژنز آن را رسوبی می‌دانند (جدول ۳-۱).

پوشش شدید جنگلی در منطقه حسینا و مشکلات زیست محیطی باعث شده است امکان ادامه فعالیت در این منطقه به راحتی مقدور نباشد و همچنین ضخامت کم و گسترش محدود رگه از دلایلی است که از الویت



اکتشافی منطقه کاسته است. همچنین وجود شیل ها در کنار شرایط جنگلی باعث کاهش کارایی روش های ژئوفیزیکی متداول می باشد.

جدول ۳-۱- نتیجه آنالیز نمونه برداشتی از رخدادهای معدنی حسینا به روش XRF برحسب ppm

sample	Pb	Zn	U	Sr	S	V	F	Ce	La
HA	9617	936	3	99	1109	3	13.94	101	21

لازم به ذکر است اطلاعات مربوط به معدن حسینا از گزارشات قدیمی برگرفته شده است که در مورد اعتبار آن اطمینان وجود ندارد. علاوه بر این اطلاعات این معدن از کاستی هایی برخوردار است و به نکاتی همچون گسترش و ابعاد کانی سازی، نحوه رخداد آن، خصوصیات دقیق سنگ میزبان و مواردی از این دست اشاره نشده است.

محدوده امیدبخش استینوا

منطقه استینوا در مسیر گلوگاه به سمت آبادی های گز، جفا کنده قرار دارد (بعد از روستای استینوا در غرب نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ به شهر). رخنمون های منطقه شامل فیلیت های خاکستری، کمپلکس گرگان و سنگ های ولکانیک اسیدی به همراه کنگلومرای کمپلکس گرگان و لس های کوارتزاردار مخلوط با آبرفت های کواترنر و ولکانیک های دیابازی می باشد که حاوی مقادیری آنومال از عنصر روی است. جدول ۳-۲ نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از محدوده استینوا را نشان می دهد.

جدول ۳-۲- آنالیز نمونه های برداشت شده از محدوده استینوا

شماره نمونه	Au (ppm)	Zn (ppm)	Sr (ppm)	لیتولوژی
BR-33-82	1	76	262	دیاباز
BR-34-82	3	40	2310	ولکانیک دگرگون دیاباز
BR-35-82	<1	97	-	سیلیس کمپلکس گرگان
BR-36-82	<1	34	350	فیلیت های دگرگون
BR-39-82	<1	374	137	همبری ولکانیک های اسیدی و فیلیت های خاکستری

در جنوب روستای استینوا و دقیقا در همبری بین ولکانیک های اسیدی و فیلیت های خاکستری کمپلکس گرگان نمونه BR-39-82 گرفته شده است که در آن مقدار نسبتا ناهنجاری از روی وجود دارد. ضمنا نمونه BR-34-82 نیز مقدار استرانسیم نسبتا بالایی را نشان می دهد. از دیگر نکات قابل توجه، حضور کانی پیریت در سیلیس های موجود در کمپلکس های دگرگونی می باشد. به طور کلی، این آنومالی را می توان با شواهد آزمایشگاهی و صحرایی، با تکیه بر هم پوشانی آن با نتایج آنالیز های ژئوشیمیایی مورد تایید قرار داد زیرا حدود ۷ برابر نسبت به نمونه های نقاط اطراف دارای روی کی باشد. به همین دلیل این ناحیه جهت مطالعات دقیق تر و بررسی های بیشتر به عنوان آنومالی روی معرفی شده است. علی رغم اینکه روی و استرانسیم نسبت به نمونه های اخذ شده دیگر ناهنجار می باشد اما نباید از نظر دور داشت که شیل و شیست به طور معمول عیارهای نسبتا بالایی از این عناصر را در خود دارند. همچنین نمی توان به یافتن منابع با ارزش درون واحدهای شیلی و یا معادل دگرگونی آن چندان امیدوار بود اما مرز چنین واحدهایی با سازندهای کربناته می توانند در زمره نواحی مستعد و امیدبخش جهت انجام عملیات پی جویی باشد.

حاجی آباد جریستان

کوه جریستان در جنوب روستای حاجی آباد، واقع در جنوب گرگان قرار گرفته است. با بررسی های میدانی منطقه مقداری سرباره یافت که مشابه سرباره های یافت شده در کوه شاه پسند است و زنگ زده به نظر می رسند. با این وجود اثری از حفاری و یا رگه معدنی در این کوه دیده نشد. محدوده سرب دار کوه جریستان در مختصات " ۵۴۷، ۳۰' ۳۸° عرض شمالی و " ۵۹،۹۷۱' ۱۷° طول شرقی واقع شده است. در گزارش های موجود به نوع سنگ میزبان این رخداد اشاره ای نشده است.

شاه کوه

اطلاعات محلی بر وجود پتانسیل هایی از عنصر سرب در دامنه شمالی رشته کوه های شاهوار و برفکه و همچنین ادامه این روند به سمت شرقی این ارتفاعات حکایت دارد. با این حال پی جویی های انجام شده در سمت غرب و بالای روستای شاه کوه پایین و پای دامنه کوه های کهکشان و کوه گاوکشان نشان داد که تمامی معادن قدیمی و یا آثار و اندیس های گزارش شده و معادن فعال منطقه، معادن زغال سنگ هستند و هیچ گونه سرباره و یا اثری از معادن قدیمی فلزی توسط مشاور یافت نگردید. در مورد نوع سنگ میزبان، سازند و



مختصات دقیق اطلاعاتی بدست نیامده است. با توجه به نقشه توپوگرافی و موقعیت روستای شاه کوه، مختصات این محدوده " ۵۳۱،۳۰'۳۸° عرض شمالی و " ۱۱،۹۹۷'۳۴° طول شرقی می باشد.

معدن سرب نیل کوه

در قسمت خاوری مینودشت، دهستانی به نام نیل کوه وجود دارد که احتمالاً نام محدوده از آن گرفته شده است. اطلاع دقیقی از معادن سرب و آهن و قلع در دست نیست. مختصات این محدوده " ۳۷'۴۵،۶۳۸° عرض شمالی و " ۵۹،۹۷۶'۳۸° طول شرقی می باشد.

معدن سرب کوه یزد کتول

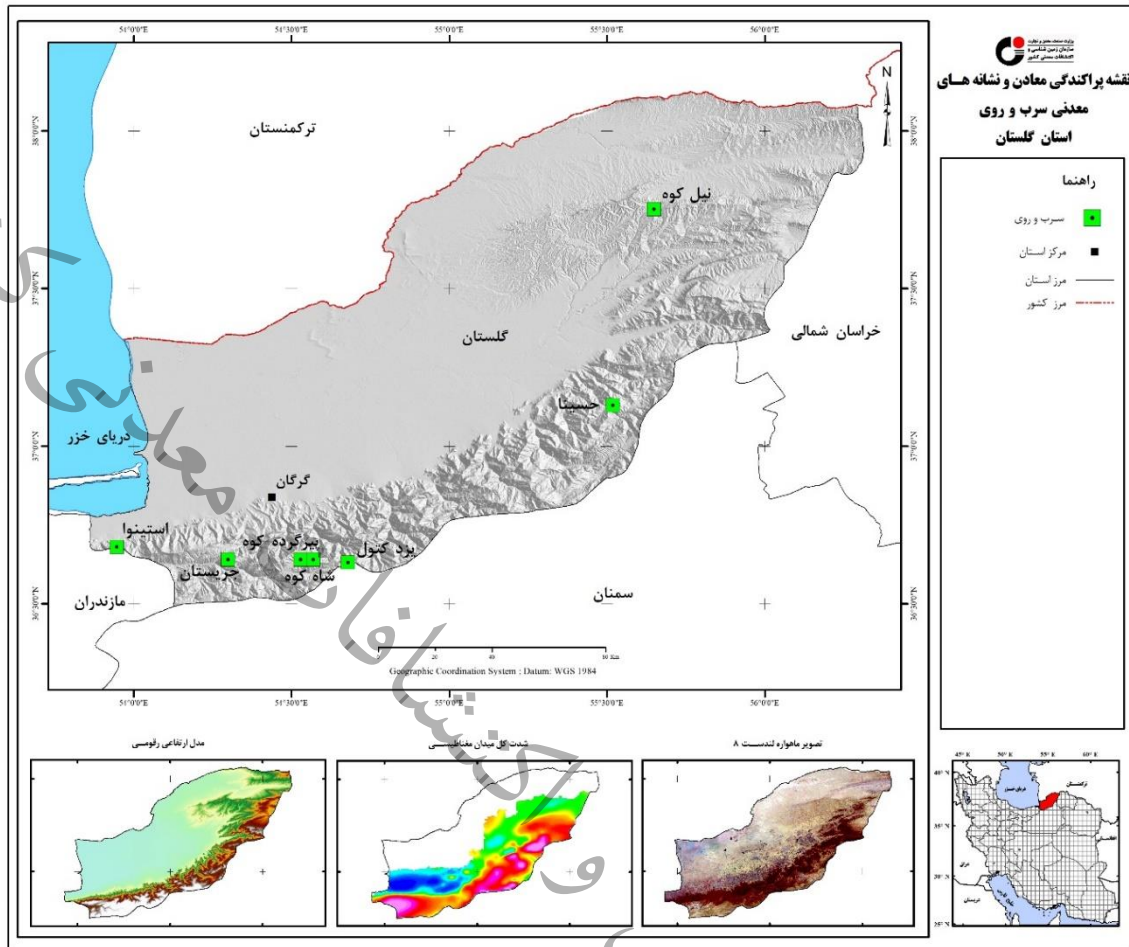
در روستای تاش بالا واقع در جنوب کوه یزد کتول (احتمالاً کوه یزدگی در جنوب غرب علی آباد کتول نام صحیح است) معدن سرب متروکه ای وجود دارد که در آن آثار کانی سازی یافت نشده است. مختصات این محدوده " ۳۷'۵۴،۵۳۰° عرض شمالی و " ۴۷،۹۹۹'۴۰° طول شرقی می باشد.

پیرگرده کوه

با توجه به اطلاعات گذشته این محدوده می تواند دارای پتانسیل فلزی (سرب) باشد با این حال در پیمایش های صورت گرفته اثری از معدنکاری در محدوده مورد بحث دیده نشد. مختصات این محدوده " ۳۸'۳۰،۵۵۳° عرض شمالی و " ۴۷،۹۸۵'۳۱° طول شرقی می باشد.

جدول ۳-۳- معادن و نشانه های معدنی سرب و روی در استان گلستان

ردیف	ماده معدنی	نام معدن	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	سرب	پیرگرده کوه	54.52999571	36.64182015
۲	سرب	چاله خان شاه کوه	54.56999923	36.64181421
۳	سرب	حاجی آباد جریستان	54.29999192	36.6418186
۴	سرب	حسینا	55.51944444	37.13055556
۵	سرب	یزد کتول	54.67999979	36.63181393
۶	سرب-آهن-قلع	نیل کوه	55.6499934	37.75184379
۷	سرب-طلا-استرانسیم	استینوا	53.947222	36.681389



شکل ۳-۵- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی سرب و روی استان گلستان

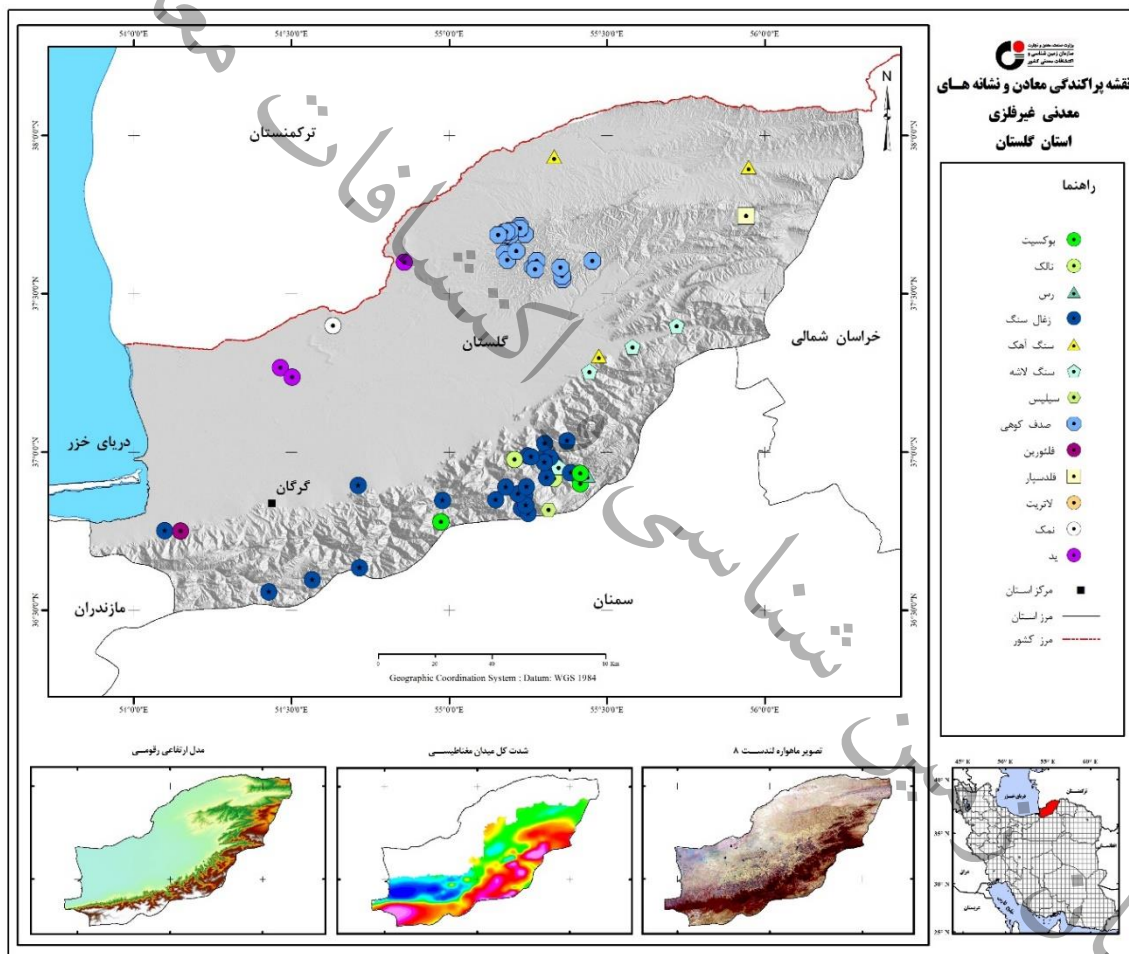
۳-۴- مواد معدنی غیر فلزی

بر پایه کتاب Ore Geology & Industrial Minerals، مواد معدنی غیرفلزی 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 غیرفلزی 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، مرمیت، شیشه آتشفشانی، گرانیت، بازالت و سنگ ساختمانی)
- رس ها (کائولن و بنتونیت)
- تبخیری ها (نمک، پتاس، بورات و نیترات)



- سنگ آهک و دولومیت
 - ساینده‌ها (گارنت، کوارتز، کروندوم و سیلیس)
 - مجموعه گروه‌های فسفات، بوکسیت، باریت، بریل، الماس، فلوئورین (±باریت)، لیتیوم، تالک، ورمیکولیت، آزبست، منیزیت، سلسستین، پرلیت، نفلین سینیت، گوگرد، گرافیت، زئولیت و الیون
- و در ادامه به شرح برخی از مهم‌ترین معادن استان گلستان در قالب گروه‌های مواد معدنی پرداخته‌ایم. در شکل ۳-۶ نقشه پراکندگی معادن و کانسارهای غیرفلزی استان نشان داده شده است.



۳-۴-۱- مصالح ساختمانی

بر پایه تقسیم‌بندی فوق، مواد و مصالح ساختمانی شامل سنگ لاشه، گچ (ژیپس)، سیمان، مرمیت، شیشه آتشفشانی، گرانیت و سنگ ساختمانی می‌باشد که در استان گلستان از این گروه، تنها معادن سنگ لاشه آهکی وجود دارند که در ادامه به بررسی آنها خواهیم پرداخت. عموم سنگ‌های ساختمانی که به صورت مالون

(سنگ تراشیده و چکش خورده) یا اشکال غیر منظم برای پی ساختمان، دیوار و پایه پل بکار می‌روند. در ردیف سنگ های لاشه قرار دارند. به عبارت دیگر معادن سنگی که سنگ قواره و کوپ نمی‌دهند. به صورت لاشه مورد استفاده و بهره برداری قرار می‌گیرند. جدول ۳-۴ لیست معادن و اندیس های مصالح ساختمانی و شکل ۳-۷ پراکندگی معادن و اندیس های مصالح ساختمانی در استان گلستان را نشان می‌دهد.

معادن سنگ لاشه اشیری

این معدن در شهرستان پشتکوه واقع شده است. شکل ماده معدنی به صورت لایه‌ای بوده و جنس سنگ میزبان سنگ آهک به سن ژوراسیک بوده است. میزان ذخیره قطعی معدن ۵۸۰ هزار تن و ذخیره احتمالی ۶۰۰ هزار تن برآورد گردیده است. آغاز بهره‌برداری معدن از سال ۱۳۸۲ بوده است.

معادن بش اویلی

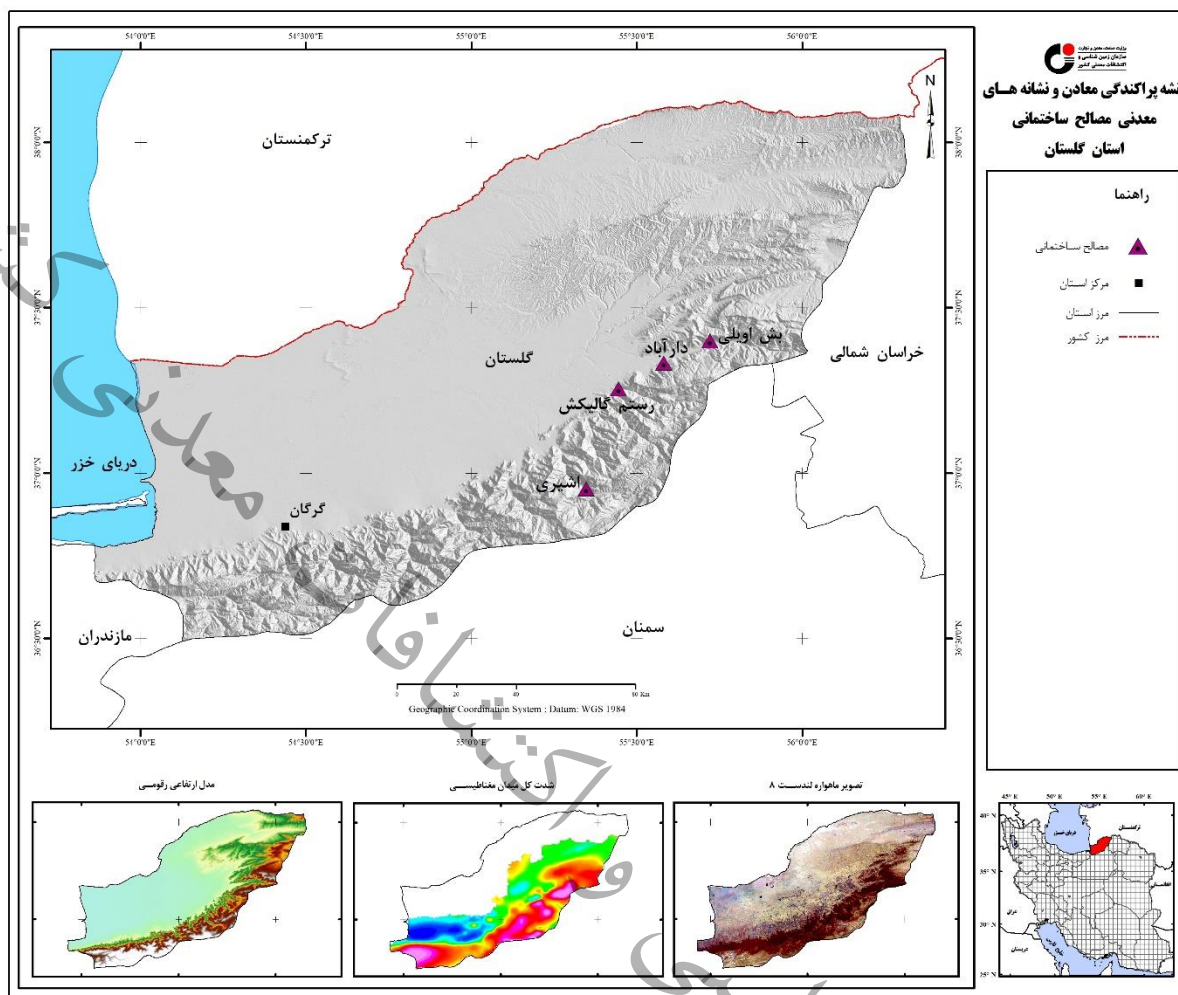
در شهرستان رودپی شمالی به مختصات جغرافیایی "۵۵°۴۳'۰۸" طول شرقی و "۳۷°۲۳'۰۷" عرض شمالی واقع شده است. میزان ذخیره قطعی ۵۰۰۰ تن و ذخیره احتمالی ۱۰۰۰۰ تن می‌باشد. معدن از نوع روباز است.

معادن دارآباد

در شهرستان رودپی شمالی و در مختصات جغرافیایی "۵۵°۳۵'۱۰" طول شرقی و "۳۷°۲۰'۱۵" عرض شمالی قرار گرفته است. میزان ذخیره قطعی ۴۲۰۰ تن و ذخیره احتمالی ۱۸۵۵ تن است.

جدول ۳-۴- معادن و نشانه های معدنی مصالح ساختمانی در استان گلستان

ردیف	ماده معدنی	نام معدن	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ذخیره احتمالی (هزار تن)	ذخیره قطعی (هزار تن)
۱	سنگ لاشه	اشیری	55.34998731	36.95749425	600	580
۲	سنگ لاشه	بش اویلی	55.71889	37.39917	-	5000
۳	سنگ لاشه	دارآباد	55.58611	37.3375	-	4200
۴	سنگ لاشه	رستم گالیکش	55.44889	37.255	-	3892



شکل ۳-۷- نقشه پراکندگی معادن و اندیس های مصالح ساختمانی استان گلستان

۳-۴-۲- صدف کوهی (لوماشل)

معدن صدف کوهی یا صدف لوماشل (گوش ماهی)، لایه‌های عظیم فشرده‌ای از فسفیل گوش ماهی است، نزدیک به ۲ میلیون سال پیش با پسروری آب دریای خزر صدف‌های کوهی تبدیل به سنگ شده است. مهم‌ترین ویژگی این ماده معدنی می‌تواند وجود منشأ آلی آن باشد که موجب متمایز شدن آن از سایر منابع کربنات کلسیم شده است. صدف برخی از جانوران دریایی و دریاچه‌ای از جمله شکم‌پایان و نرم‌تنان، دربرگیرنده مقادیر بالا از کربنات کلسیم است. این جانوران هم‌اکنون در بسیاری از دریاها و دریاچه‌ها زندگی می‌کنند. پس از مرگ جانور بخش‌های نرم از میان می‌رود و بخش‌های سخت (صدف اسکلت) توسط امواج به ساحل حمل می‌شوند و گردآمدگی‌های شایان توجه از صدف را پدید می‌آورند. این گونه گردآمدگی‌های صدف جزو ذخایر عهد حاضر صدف هستند. پدیده انتقال و انباشته شدن صدف‌ها در سواحل، در دوره‌های گذشته نیز انجام پذیرفته و باعث پیدایش انباشتگی‌های عظیمی صدف کوهی (لوماشل) شده است. در صورت بالا بودن مقدار

ذخیره و عیار کلسیم لوماشل استخراج و بهره برداری آن ها می توانند از دیدگاه اقتصادی مقرون به صرفه باشد. کشور ما نیز دارای ذخایر عظیمی از این ماده معدنی است که اکثر این ذخایر در استان گلستان و شهرستان گنبد کاووس قرار گرفته است و با برنامه ریزی و سرمایه گذاری مناسب می توان پس از بهره برداری از آن در صنایع مختلف استفاده نمود.

در منطقه شمال گنبد کاووس نهشته های عظیمی از آهک صدفی با خلوص بالا وجود دارد که ذخیره احتمالی آن بالغ بر ۱,۳ میلیارد تن است. اجزا ترکیب دهنده این آهک شامل بقایای فسیلی جلبک، دانه های میکرایتی، فسیل های دوکفه ای و شکم پایان، ائیدهای میکرایتی و مقداری کمی کوارتز تخریبی است. با توجه به مطالعات میکروسکوپی انجام شده می توان این سنگ آهک را ابایوپل اسپارایت الگ دار نامید. با در نظر گرفتن عیار بالای کانسار آهک صدفی و شرایط مساعد اقتصادی، سرمایه گذاری در زمینه استخراج این ماده معدنی قابل توجیه است.

به طور کلی این ذخایر به سبب داشتن مقادیر زیادی کربنات کلسیم، کاربردهای فراوانی در صنایع مختلف از جمله رنگ سازی، نفت و گاز، صنایع پی وی سی، مواد اتیلنی، آرایشی و بهداشتی، سیمان، قند سازی، لاستیک سازی، تهیه کودهای ارگانیک، کاغذ سازی، تهیه ظروف میلامین، عایق های رطوبتی، برخی صنایع دستی و داروسازی دارد اما به علت نبود کارخانه های فرآوری برای تبدیل این ماده معدنی به پودر میکرونیزه، در حال حاضر از این ماده فقط در بخش خوراک دام و طیور و تا حدودی ساخت بتن سبک و نوعی چسب برای مصارف کاشی کاری استفاده می شود. تحقیق و پژوهش بر روی معادن صدف کوهی استان برای فرآوری این ماده با ارزش معدنی، متناسب با کاربردهای فراوانی که دارد و پرهیز از خام فروشی، بدون تردید در ایجاد ارزش افزوده و رونق اقتصادی بالا، ایجاد درآمد، اشتغال و در نهایت توسعه پایدار منطقه و استان گلستان بسیار موثر خواهد بود. فعالیت و استخراج معادن صدف کوهی در شرق استان گلستان و در حوزه شهرستان گنبد کاووس اواخر سال ۷۹ آغاز شد و شامل ۱۶ معدن است که در حال حاضر ۹ معدن آن فعال بوده که براساس پروانه بهره برداری صادر شده، سالانه ۱۰۰ تا ۱۵۰ هزار تن از این ذخیره گاه با ارزش استخراج و پس از تبدیل به پودر بیشتر در مصارف دامی و طیور که ارزش اقتصادی بالایی ندارد، استفاده می شود.

وجود و در دسترس بودن ذخایر صدف کوهی، کیفیت تقریباً یکنواخت و بسیار بالای ماده معدنی کلسیت (حدود ۹۷ درصد)، عدم وجود باطله در بطن ماده معدنی استان نسبت به صدف های دوره حاضر، باطله برداری و استخراج آسان و بدون نیاز به آتش باری، فرآوری و خردایش آسان، هزینه های بسیار پایین عملیات اکتشافی، آماده سازی و بهره برداری، نیروی کار ارزان و ارزش افزوده بسیار بالا، از جمله مهم ترین مزایای اکتشاف و بهره برداری از ذخایر صدف استان گلستان است. در سال ۹۲ بیش از ۸۰ هزار و ۱۰۰ تن صدف کوهی از معادن



استان گلستان استخراج شده است. مطالعات میدانی کارشناسان سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور حاکی از آن است که میزان کل ذخیره زمین شناسی این ماده معدنی در زمینی به مساحت ۲۵۰ کیلومتر مربع بالغ بر یک میلیارد تن است.

معادن صدف کوهی مناطق شمالی گنبد کاووس در محدوده موسوم به "آق بند و اوچ قویی" با گستره حدود چهار هزار هکتار و با حجم و ظرفیت پیش بینی شده یک میلیارد و ۵۰۰ میلیون تن واقع هستند و نبود نمونه دیگری از این معدن در خاورمیانه، فرصت خوبی برای بهره برداری علمی از این ذخایر خدادادی ایجاد کرده است. از معدن های مهم صدف کوهی می توان آق بند، آزادگان، کانسار جویان و معدن نگین را نام برد که در یک امتداد شرقی به غربی نسبت به هم قرار گرفته اند. جدول ۳-۵ لیست معادن و اندیس های صدف کوهی و شکل ۳-۸ پراکندگی معادن و اندیس های صدف کوهی استان گلستان را نشان می دهد.

معادن صدف آق بند

این معدن در شمال و شمال شرق شهرستان گنبد کاووس و در فاصله ۳۷,۷ کیلومتری جنوب شهر چات در حوضه ای به وسعت ۳۰۰ کیلومتر مربع گسترده است. این منطقه به علت دور افتاده بودن، مدت ها ناشناخته مانده بود. مختصات این معدن "۵۹,۸۱۵'۴۰ ۳۷° عرض شمالی و "۳۶,۲۹۴'۱۱ ۵۵° طول شرقی است.

معادن صدف آزادگان

این معدن در شهر کمه بخش رودبنه استان گلستان واقع شده است. فعالیت این معدن از سال ۱۳۷۹ آغاز شده و عمر معدن با توجه به میزان ذخیره و استخراج ۲۴ سال تعیین گردیده است. نوع ژنز کانسار رسوبی و جنس سنگ میزبان آهکی با سن پلیوسن است. میزان ذخیره قطعی این معدن ۷۳۰ هزار تن و ذخیره احتمالی ۹۴۰ هزار تن تعیین گردیده است. استخراج به روش روباز و به صورت سطح برداری و ایجاد پله می باشد، میزان استخراج سالیانه معدن ۳۰ هزار تن در سال است. مختصات این معدن "۰۷,۰۰۸'۴۱ ۳۷° عرض شمالی و "۱۵,۹۹۶'۱۰ ۵۵° طول شرقی است.

معادن نگین

این معدن در اثر بالآمدگی توسط گسل در سطح نمایان شده است جنس کربنات کلسیم این معدن از دو کفه ای ها و گاستروپودها است و رسوبات بخش فوقانی معدن از توالی لایه های لسی و پالئوسول تشکیل شده

است (شکل ۳-۸). نودول های آهکی در لایه های پالتوسول لایه کلیدی هستند. مختصات این معدن $37^{\circ}41'31.985''$ عرض شمالی و $55^{\circ}09'14.974''$ طول شرقی است.



شکل ۳-۸- نمایی از توالی لایه های لسی و پالتوسول در معدن نگین

برون زد چهل سیبلی

تناوبی از رسوبات آهکی از جنس دوکفه ای ها است که در اثر گسل برون زد یافته اند (شکل ۳-۹). آثار فرسایش به صورت واضح در این رخنمون دیده می شود. فرسایش بیشتر در اثر انحلال و فرسایش بادی است. قسمتی از این رسوبات دچار دگرشیمی شده و از حالت افقی خارج شده اند.



شکل ۳-۹- نمایی از برون زد چهل سیبلی



معدن کانسار جویان

این معدن در قسمت کمرپایین، از ماسه سنگ گلاکونیت دار و بعد از آن لوماشل و در قسمت کمر بالا از لسها تشکیل یافته است. در سازند آتامیر قرار گرفته است و سن کرتاسه دارد. گلاکونیت و صدف در اعماق کم دریا ایجاد می شوند. گلاکونیت می تواند در اعماق ۳۰ تا ۴۰ متری شکل گیرد، ولی لوماشل در اعماق کمتر ایجاد می شود. این معدن هم در اثر گسلی که در این راستا قرار دارد رخنمون پیدا کرده است درزه های فراوانی در این ماسه سنگ ایجاد شده است که توسط کانی های ثانویه مانند کلسیت، ژیپس و سیلیس پر شده است. از ماسه سنگ گلاکونیت دار برای تهیه کود شیمیایی، تفسیر محیط های رسوبی، پیشروی و پسروی دریا و سن سنجی استفاده می کنند. قسمت پایین تصویر ماسه سنگ گلاکونیت دار و قسمت بالای آن رسوبات لوماشل قرار گرفته است (شکل ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰- نمایشی از ماسه سنگ گلاکونیت دار در پایین و رسوبات لوماشل در بالا، معدن کانسار جویان

کانسار صدف سرت لالی اسماعیل

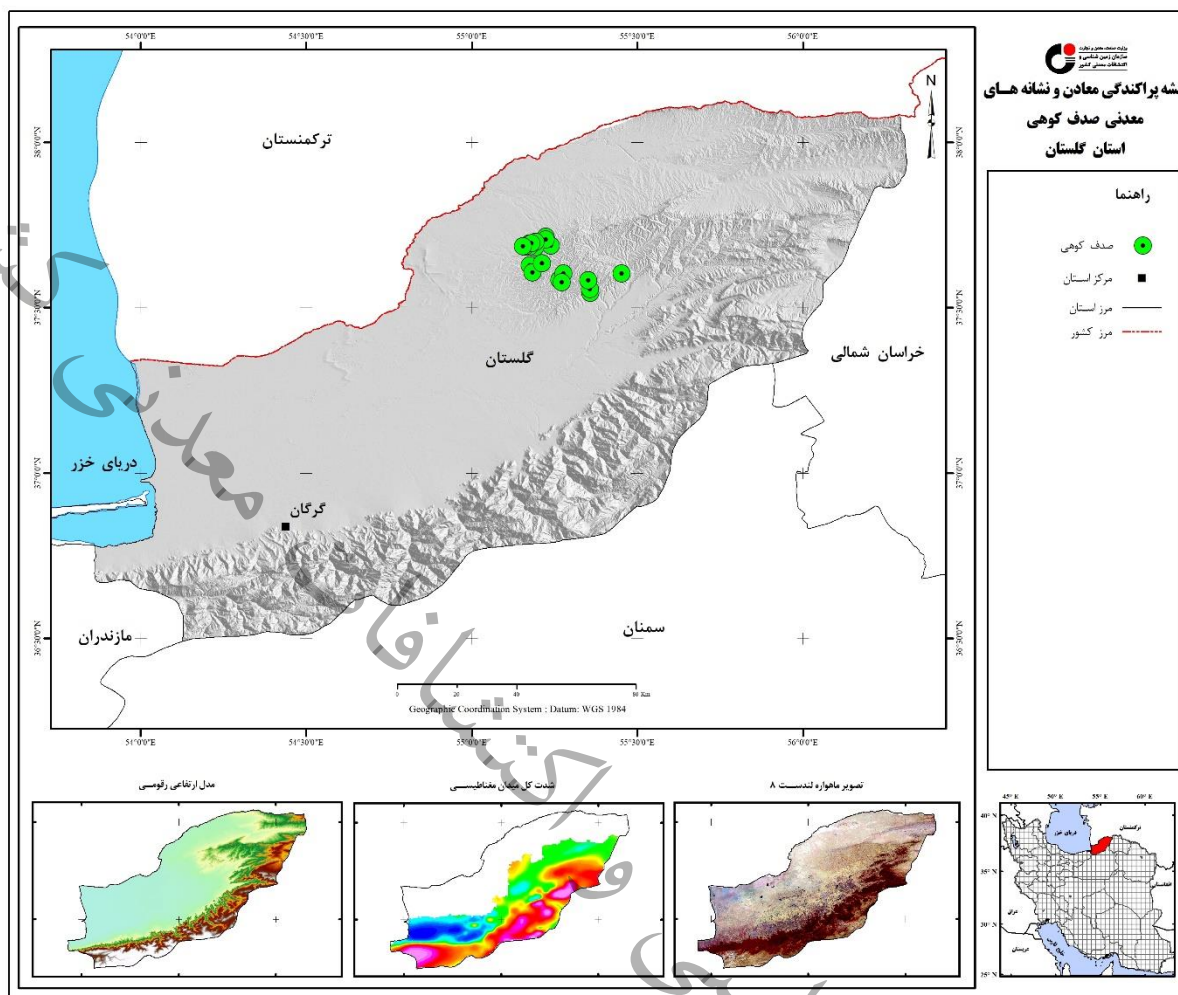
یک کانسار غیرفلزی از نوع لایه ای می باشد که در شهر کنه، بخش رودبنه استان گلستان قرار دارد و ماده معدنی اصلی آن صدف است. از راه های اصلی دسترسی به این کانسار ۲۵ کیلومتری راه آسفالت گنبد- آق بند و از راه های فرعی دسترسی به معدن راه، راه خاکی ۵,۴ کیلومتر به طرف کانسار را می توان معرفی کرد.

نگاهی به داده های زمین شناسی و اکتشافی استان گلستان

فصل سوم: زمین شناسی اقتصادی و متالورژی

جدول ۳-۵- معادن و نشانه های معدنی صدف کوهی در استان گلستان

ردیف	ماده معدنی	نام معدن	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ذخیره احتمالی (هزار تن)	ذخیره قطعی (هزار تن)
1	صدف کوهی	اگری واجقویی	55.22490285	37.70756202		
2	صدف کوهی	اوج قویی	55.22443998	37.71554891		
3	صدف کوهی	آزادگان	55.17111	37.68528	940	730
4	صدف کوهی	آق بند	55.18167	37.68444	2900	2100
5	صدف کوهی	بقچه	55.176488	37.629021	115	93
6	صدف کوهی	جانبازان	55.19304472	37.706384	1700	1400
7	صدف کوهی	کانسار جویان	55.15889	37.68528		
8	صدف کوهی	دم دم	55.17361	37.60917	1700	470
9	صدف کوهی	سرت لالی اسماعیل	55.175	37.69444		
10	صدف کوهی	شوردرد	55.34581986	37.59443895	1170	380
11	صدف کوهی	طلایی	55.35888713	37.54610658		
12	صدف کوهی	غنچه حسن	55.19583	37.62972	8000	5000
13	صدف کوهی	قره قویلو	55.1818768	37.6899182		
14	صدف کوهی	قلوقوی	55.24028	37.68889		
15	صدف کوهی	کانسار جویان	55.163141	37.686486	800	600
16	صدف کوهی	کیمیاسنگ	55.17858195	37.70221406	525	438
17	صدف کوهی	ماسن	55.26583	37.58472	590	330
18	صدف کوهی	مسنکوب	55.27778	37.60417		
19	صدف کوهی	نگین	55.15415957	37.69221816	460	350
20	صدف کوهی	بائغی	55.35830986	37.55694075		
21	صدف کوهی	یلی بدران	55.46389	37.60833	1700	1000



شکل ۳-۱۱- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی صدف کوهی استان گلستان

۳-۴-۳- تبخیری ها

گروه تبخیری ها شامل نمک، پتاس، بورات، سولفات و نیترات است که از این میان تنها یک کانسار نمک دار در استان گلستان گزارش شده است که در ذیل به آن اشاره می گردد جدول ۳-۶ لیست معادن و اندیس های تبخیری ها و سنگ آهک و شکل ۳-۱۲ پراکندگی معادن و اندیس های این دو گروه را در استان گلستان را نشان می دهد.

نمک آبی تنگلی

اندیس غیرفلزی نمک آبی تنگلی که در ۲ کیلومتری جنوب غرب روستای تنگلی از توابع اینچه برون قرار دارد و ماده معدنی موجود در آن نمک است. سنگ میزبان این اندیس آبرفت است و دیرینگی آن به دوران

کواترنریمی رسد. شکل ماده معدنی به صورت لایه ای و ژنز آن رسوبی است. مختصات این اندیس $37^{\circ} 24'$ عرض شمالی و $54^{\circ} 38'$ طول شرقی است.

۳-۴-۴- سنگ آهک

سنگ آهک عمدتاً از کربنات کلسیم شکل گرفته است. اما برای زمین شناسان، سنگ آهک یکی از بی شمار انواع سنگ های کربناتی می باشد. این سنگ ها بیش از ۵۰ درصد کانی های کربناتی، و معمولاً کانی کلسیت (کربنات کلسیم خالص) یا دولومیت (کربنات کلسیم-منیزیم) یا هر دوی آن ها تشکیل شده اند. کانسارهای رسوبی سنگ آهک می توانند با ضخامت و کیفیتی یکنواخت، صدها کیلومتر مربع گسترش یابد. بنابراین لاشه های سنگ آهک می توانند بزرگ و با عمر بالا باشند، لایه ای از سنگ آهک قابل معدنکاری می تواند صدها متر ضخامت و چندین کیلومتر مربع وسعت داشته باشد.

مراوه تپه

مراوه تپه یک اندیس غیرفلزی است که در شمال شرق استان گلستان، در فاصله ۷,۷ کیلومتری شمال روستای آق امام قرار دارد و ماده معدنی موجود در آن، کلسیت است. سنگ میزبان این اندیس سنگ آهک است و دیرینگی آن به دوران پالئوژن می رسد. شکل ماده معدنی به صورت رگه ای و ژنز این اندیس رسوبی است. مختصات این اندیس $37^{\circ} 54'$ عرض شمالی و $55^{\circ} 57'$ طول شرقی است.

بلوک B فارسیان

بلوک B فارسیان یک اندیس سنگ آهک است که در حوالی شهر رامیان و ۸,۵ کیلومتری غرب فارسیان واقع شده است و ماده معدنی موجود در آن، سنگ آهک است. سنگ میزبان این اندیس سنگ آهک لار است و دیرینگی آن به دوران ژوراسیک پسین می رسد. سنگ آهک این ذخیره دارای میزان قابل توجهی سیلیس که در برش سنگ مشکل ساز است. شکل ماده معدنی به صورت لایه ای و ژنز آن رسوبی است. مختصات این اندیس $36^{\circ} 56'$ عرض شمالی و $55^{\circ} 20'$ طول شرقی است.

بلوک C فارسیان

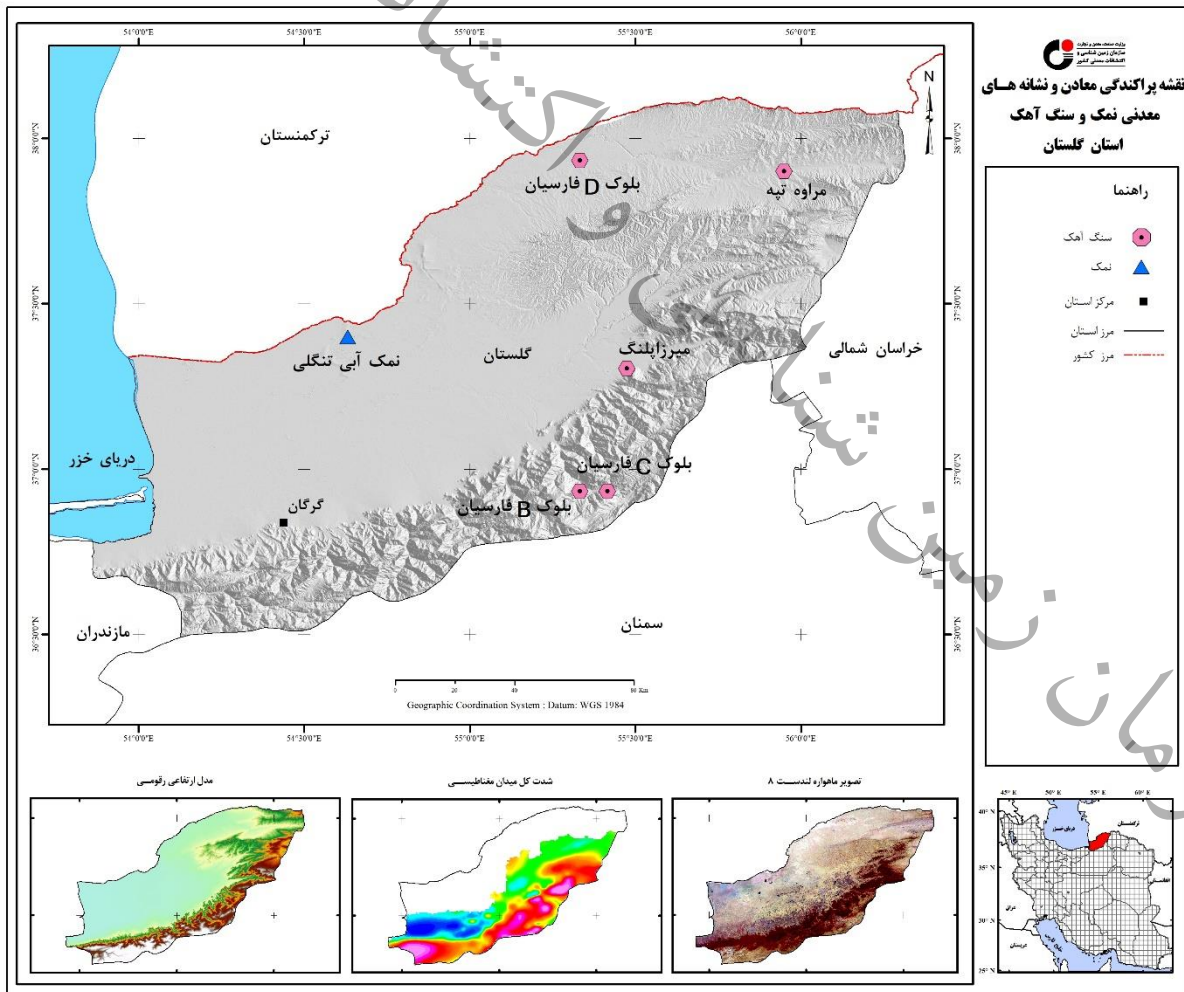
بلوک C فارسیان یک اندیس آهکی است که در حوالی شهر رامیان، در فاصله ۱ کیلومتری فارسیان و در مسیر جاده آزادشهر به فارسیان قرار دارد و ماده معدنی موجود در آن، سنگ آهک است. سنگ میزبان این اندیس



آهک است و دیرینگی آن به دوران ژوراسیک پسین می‌رسد. شکل ماده معدنی به صورت توده ای و ژنز آن رسوبی است. مختصات این اندیس "۵۵'۵۹،۹۷۶° ۳۶° عرض شمالی و "۵۹،۹۸۹' ۲۴' ۵۵° طول شرقی است.

جدول ۳-۶- معادن و نشانه های معدنی نمک و سنگ آهک در استان گلستان

ردیف	ماده معدنی	نام معدن	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
1	سنگ آهک	بلوک D فارسیان	55.333333	37.933333
2	سنگ آهک	بلوک B فارسیان	55.333333	36.933333
3	سنگ آهک	بلوک C فارسیان	55.4166635	36.93332655
4	سنگ آهک	مراوه تپه	55.95	37.9
5	سنگ آهک	میرزا پلنگ	55.47582802	37.30416276
6	سنگ آهک	نیلکوه	55.649993	37.751844
7	نمک	نمک آبی تنگلی	54.633333	37.4



شکل ۳-۱۲- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی نمک و سنگ آهک در استان گلستان

۳-۴-۵- سیلیس

گردنه خوش ییلاق

سیلیس گردنه خوش ییلاق یک اندیس غیرفلزی است که در ۲۵ کیلومتری جنوب شرق شهررامیان استان گلستان قرار دارد و ماده معدنی موجود در آن، سیلیس است. مختصات این اندیس "۰۰۱'۴۹° عرض شمالی و "۰۰۱'۱۹° طول شرقی است.

۳-۴-۶- فلدسپات

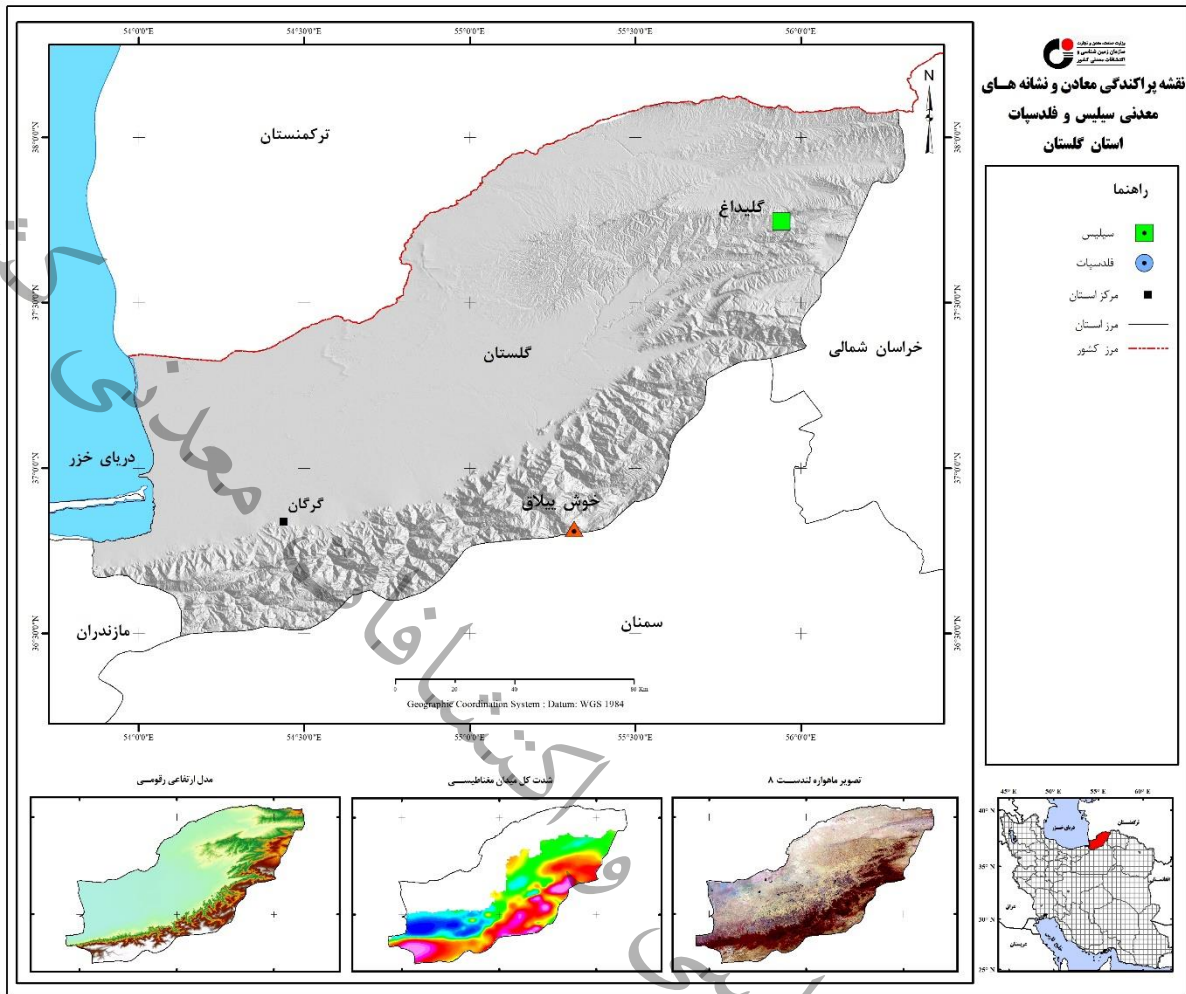
فلدسپات یکی دیگر از ذخایر غیر فلزی موجود در استان گلستان می باشد که تنها اندیس گلیداغ از این نوع می باشد جدول ۳-۷ لیست معادن و اندیس های سیلیس و فلدسپات و شکل ۳-۱۳ پراکندگی معادن و اندیس های این دو ماده معدنی را در استان گلستان را نشان می دهد.

اندیس گلیداغ

اندیس غیرفلزی گلیداغ که در استان گلستان، در ۶ کیلومتری جنوبی روستای گلیداغ از توابع شهرستان مراوه تپه قرار دارد و ماده معدنی موجود در آن، فلدسپات است. در مورد نوع کانی فلدسپات اطلاعاتی در دست نیست. سایر کانی های همراه عبارتند از کائولینیت، میکا و کبالت. سنگ میزبان این اندیس سنگ آهک است و قدمت آن به دوران کرتاسه می رسد. شکل ماده معدنی به صورت عدسی و ژنز آن رسوبی است. مختصات این اندیس "۰۰۱'۴۴'۴۴° عرض شمالی و "۰۰۱'۵۶'۵۵° طول شرقی است.

جدول ۳-۷- معادن و نشانه های معدنی سیلیس و فلدسپات در استان گلستان

ردیف	ماده معدنی	نام معدن	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	سیلیس	گردنه خوش ییلاق	55.316667	36.816667
۲	فلدسپار	گلیداغ	55.941667	37.745833
۳	فلدسپار	مراوه تپه ۱	55.94166628	37.74582884



شکل ۳-۱۳- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی سیلیس و فلدسپات استان گلستان

۳-۴-۷- بوکسیت

بوکسیت قشلاق

پهنه ساختاری البرز در شمال ایران، میزبان نهشته های بوکسیتی متعددی است. نهشته بوکسیت قشلاق که یکی از این نهشته ها است، در ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرقی به مختصات جغرافیایی $36^{\circ}54'$ عرض شمالی و $55^{\circ}25'02''$ طول شرقی گرگان واقع شده است. این نهشته به صورت یک افق چینه سان با طول بیش از ۲ کیلومتر و ضخامت حدود ۲۵ متر در بین کرینت های سازندهای روته و الیکا تشکیل شده است. تجزیه و تحلیل های بافتی، هر دو خاستگاه برجازا و نابرجازا را برای این نهشته نشان می دهد. بوهمیت، دیاسپور، آنتاز، روتیل، هماتیت، گوتیت، کائولینیت، سوانبرگیت، پیریت و کوارتز در پاراژنز کانسنگ شناسایی شد. بر اساس شواهد بافتی و کانی شناسی، این نهشته به پنج واحد مجزا شامل بوکسیت بالایی، کائولینیت بالایی، بوکسیت

سخت، کائولینیت پایینی و بوکسیت پایینی قابل تقسیم است. ضریب تجمع عناصر جزئی و شاخص های ژئوشیمیایی مانند Ti/Cr , TiO_2/Al_2O_3 , Zr/Ti و Nb/Y ، همراه با شواهد زمین شناسی، پیشنهادکننده بازالتی های سازند سلطان میدان به عنوان منشأ اصلی مواد بوکسیتی است. تلفیق داده های کانی شناسی و زمین شیمیایی نشان می دهد که این نهشته در طی دو مرحله اصلی تشکیل شده است. ابتدا، مواد بوکسیتی، اکسیدهای Fe و Ti ، و کانی های رسی بر اثر فرآیندهای بوکسیتی شدن در جازا از بازالت ها تشکیل شده اند. سپس، این مواد به حفرات کارستی انتقال و به صورت یک افق بوکسیتی نهشته شده اند (فرامرزی و همکاران، ۱۳۹۱).

شیرین آباد

بوکسیت شیرین آباد تقریباً در ۱۴ کیلومتری جنوب شرق شهر علی آباد و ۳ کیلومتری غرب روستای افراخته واقع شده است و ماده معدنی موجود در آن، بوکسیت است. نوع کانی تشخیص داده شده در این اندیس گیبسیت و دیاسپور است. سنگ میزبان این اندیس شیل های رسی و رس بوکسیتی است و دیرینگی آن به دوران پرمین می رسد. شکل ماده معدنی به صورت لایه ای و ژنز این اندیس رسوبی است. مختصات این اندیس $۴۷^{\circ} ۳۶'$ عرض شمالی و $۵۴^{\circ} ۵۷'$ طول شرقی است.

علی آباد کتول

این اندیس غیرفلزی در فاصله ۴۲ کیلومتری شهر گنبد و ۱۹ کیلومتری جنوب شرق آزادشهر قرار دارد و ماده معدنی موجود در آن، بوکسیت (دیاسپور) است. سنگ میزبان این اندیس دولومیت و کنگلومرا است و سن سنگ میزبان به دوران تریاس و ژوراسیک می رسد. ژنز این اندیس رسوبی است. در این اندیس، کانی های بوهمیت و شاموزیت به صورت پاراژنز یافت می شوند. مختصات این اندیس $۵۶^{\circ} ۳۶'$ عرض شمالی و $۲۵^{\circ} ۵۵'$ طول شرقی است.

پل غزنوی

این اندیس حوالی رامیان در ۱۵ کیلومتری جنوب شهرستان آزاد شهر و در فاصله ۳۸ کیلومتری شهر گنبد کاووس واقع شده است. ماده معدنی مورد استخراج بوکسیت است که در اثر دگرسانی شدید کانیهای رسی ایجاد شده است. سنگ میزبان این اندیس سنگ آهک است و سن آن را پرموتریاس تخمین زده اند.



شکل ماده معدنی به صورت عدسی فرم و ژنز این اندیس رسوبی است. مختصات این اندیس $۳۶^{\circ} ۵۶'$ عرض شمالی و $۵۵^{\circ} ۲۰'$ طول شرقی است.

۳-۴-۸- ید

ید عنصری غیر فلزی جامد و برنگ آبی تیره است که در سیستم ارتورومبیک متبلور می شود. ید در کانی اولیه خاصی متمرکز نمی شود. با این حال می توان گفت در اکثر کانی های کلردار مانند سودالیت و ائودالیت به دلیل جایگزینی عنصر کلر یافت می شود. ید در کانی های سنگ های آذرین و دگرگونی در تمرکز های کمتر وجود دارد در حالی که غلظت آن در سنگ های رسوبی متغیر بوده و عیار آن در کانی های رسی به حداکثر می رسد. به طور کلی تمرکز ید در سنگ های رسوبی غنی از مواد آلی بیشتر است. ید بر خلاف هالوژن های دیگر بوسیله اکسیژن جو به یون یدات اکسید می شود. این کانی را از شوراب ها و گیاهان دریایی تولید می کنند. عنصر ید شدیداً بیوفیلیک است به عبارت دیگر تمایل زیادی دارد تا به مواد آلی متصل شود. ید در برخی موجودات دریایی مانند جلبک و اسفنج غلظت بیشتری دارد. رسوبات دانه ریز و غنی از مواد آلی و دارای ید در کف دریا پس از حمل ته نشین می شوند. تحت تاثیر فرایند فشردگی در مراحل اولیه دیاژنز بخشی از ترکیبات ید دار به آب های زیر زمینی و فضاهای بین دانه ای می پیوندند. در چنین حالتی شورابه های غنی از ید و برم شکل می گیرد که می تواند برای تولید ید مصرف شود. منشاء ید در این آب ها افزایش موجودات غنی از ید با رسوبات سرشار از مواد آلی است.

اکتشاف و استخراج ید در حاشیه دریای خزر از اواخر دهه ۶۰ میلادی در جمهوری ترکمنستان، آذربایجان و روسیه آغاز شده است. ید در این کشورها از شورابه های سازندهای پلیوسن و حتی قدیمی تر استخراج می شود. از آنجا که وضعیت زمین شناسی این نواحی شباهت قابل توجه ای به بخش ایرانی دارد لذا احتمال وجود ید اقتصادی در بخش ایرانی نیز وجود دارد. ماده معدنی ید فقط در مناطق خاصی از جهان کشف و استخراج می شود که یکی از مناطق مهم آن قسمت هایی از سواحل اقیانوس آرام و دریای خزر می باشد. ۹۰ درصد ید مورد نیاز جهان بوسیله کشورهای شیلی و ژاپن تولید می شود. ۱۰ درصد باقی مانده نیز توسط کشورهای روسیه، آمریکا، چین، ترکمنستان، آذربایجان و اندونزی تولید می گردد.

به طور کلی ید در علم پزشکی، صنایع شیمیایی، هوا و فضا، الکترونیک کاربرد زیادی دارد. همچنین این ماده معدنی در ساخت ضد عفونی کننده ها، اسید استیک، کائوچو، رنگدانه، مواد آلی، تولید فلزات با خلوص بالا مورد مصرف قرار می گیرد. ید به عنوان کاتالیزور، مکمل غذایی و تهیه کودهای ید دار استفاده می شود (خواجه و همکاران، ۱۳۸۵). در حال حاضر تولید ید جهان در انحصار کشورهای روسیه، چین، ژاپن، اندونزی،

شیلی، امریکا، ترکمنستان و جمهوری آذربایجان قرار دارد و حدود یک دهه است ایران نیز توانسته به جمع این کشورها بپیوندد. معادن ید در شمال استان گلستان و در دو شهرستان آق قلا و گنبدکاووس متمرکز هستند. ۳ معدن فعال ید استان شامل ید اینچه، اینچه ۲ و صوفیکم در شهرستان آق قلا واقع شده اند. کیفیت بالا، تولید بر اساس استانداردهای داروسازی یواس پی و سی پی و نبود عناصر مزاحم در شورابها از امتیازات ید تولیدی در استان گلستان است. این ماده معدنی هم‌اکنون از ۱۴ حلقه چاه در استان گلستان استخراج می‌شود. جدول ۳-۱۰ لیست معادن و اندیس‌های سیلیس و فلدسپات و شکل ۳-۱۴ پراکندگی معادن و اندیس‌های این دو ماده معدنی را در استان گلستان را نشان می‌دهد.

ید اینچه

این معدن و کارخانه ید جزو هشت تولیدکننده بزرگ ید در جهان و بزرگ‌ترین تولیدکننده این محصول در ایران و خاورمیانه است. ید از عمق ۱۲۰۰ متری زمین بیرون کشیده شده و سپس فرآوری می‌شود. با توجه به مطالعات محدود پی‌جویی میزان عیار ید در چاه تخریب‌شده اینچه بیش از سایر نواحی است. میزان ید در گل‌فشان گمیشان نیز حدود ۲۸ ppm می‌رسد که در نوع خود غنی‌شدگی زیادی را نشان می‌دهد. بر اساس آنالیزهای انجام‌شده ماده معدنی ید در سازندهای بخش تحتانی آپشرون بالایی، آپشرون پائینی و سازندهای آگچاگیل و چلکن در حد اقتصادی موجود است. اگر چه عیار ماده معدنی در این سازندها به دلیل تفاوت‌های رسوب‌شناسی، کانی‌شناسی و میزان آبدهی لایه متفاوت است، اما بیشینه ید در سازندهای آپشرون پائینی و آگچاگیل مشاهده می‌شود. بر اساس نتایج آزمایش‌های انجام‌شده متوسط عیار ید در آب‌های درون‌سازندی باکو (کمتر از ۴۰ گرم برتن)، آپشرون بالایی (۵۵ گرم برتن) آپشرون پائینی (۷۶ گرم برتن) آگچاگیل (۷۵ گرم برتن) و سازند چلکن (۶۵ گرم برتن) می‌باشد. بر اساس نتایج آنالیزهای انجام‌شده به‌طور متوسط آب‌های یددار سازندهای میزبان دارای یون‌هایی مختلف است. جداول ۳-۸ و ۳-۹ نوع و میزان متوسط برخی یون‌های موجود در آب‌های یددار را نشان می‌دهد (خواجه و همکاران، ۱۳۸۵).

جدول ۳-۸- میانگین غلظت کاتیون‌های محلول در آب‌های یددار

ردیف	کاتیون	غلظت (میلی گرم بر لیتر)
۱	کلسیم	۴۸۱۲
۲	منیزیم	۳۹۲۷
۳	آمونیم	۱۵۳
۴	سدیم	۲۳۶۲۰



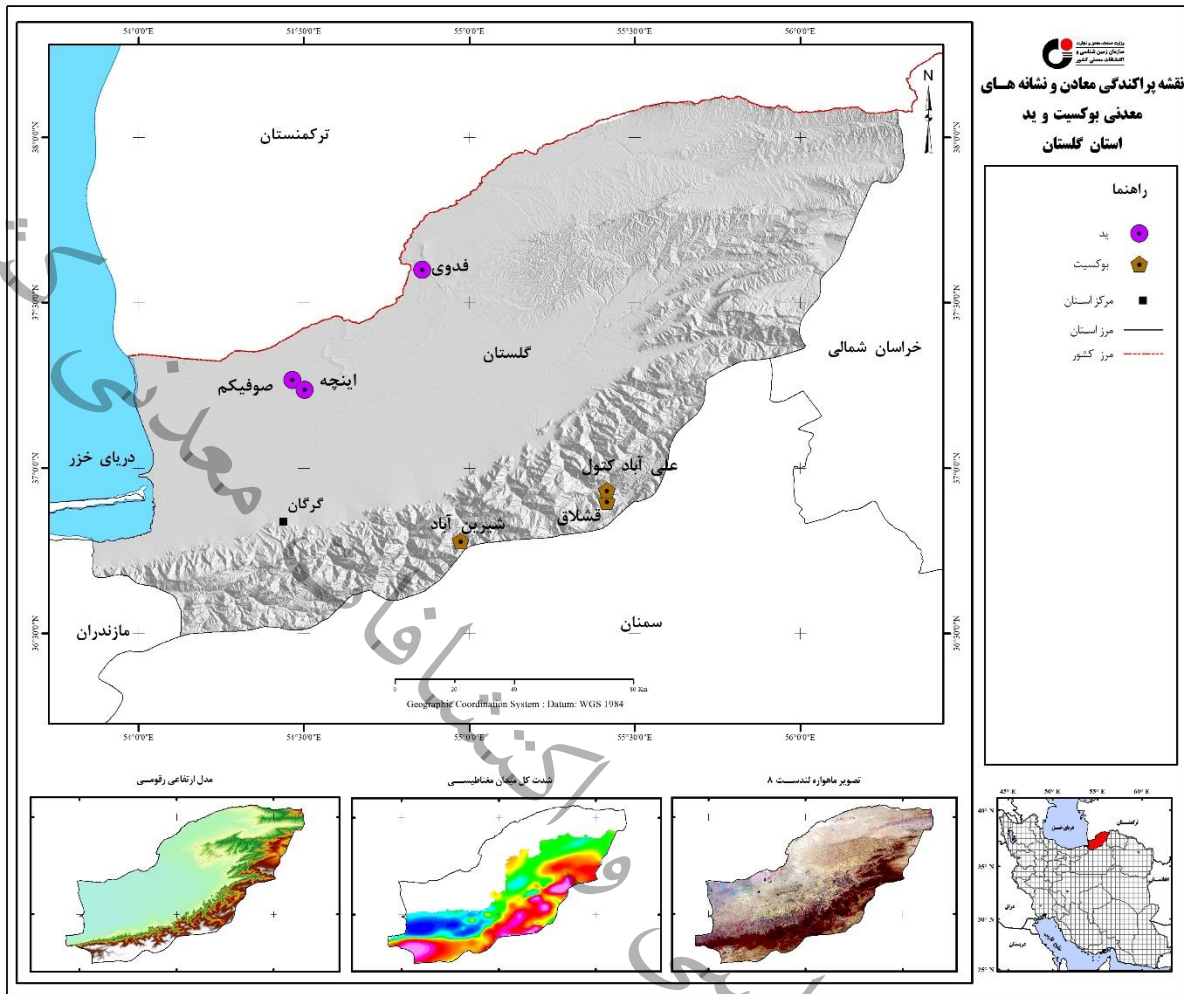
جدول ۳-۹- میانگین غلظت برخی از آنیون‌های محلول در آب‌های یددار

ردیف	آنیون	غلظت (میلی گرم بر لیتر)
۱	کربنات	۰
۲	بیکربنات	۷۲/۵
۳	کلر	۵۸۵۳۳
۴	سولفات	۳۳/۴
۵	ید	۶۵
۶	برم	۲۰۴

سازند باکو بر روی سازند آپشرون به صورت هم‌شیب قرار گرفته است که به لحاظ لیتولوژی شامل رس خاکستری چسبنده با مقادیر کمی سیلت در قاعده می‌باشد. سازند باکو نقش یک سنگ پوشش را برای شورابه‌های یددار و گاز متان حل شده در آن ایفا می‌کند. البته در نواحی گسل خورده و ضعیف شده نقش پوششی این سازند کم‌رنگ شده و حباب‌های گاز به همراه شورابه‌های رقیق شده از خلال مجاری موجود به سطح راه یافته‌اند. غنی‌شدگی ید در گل‌فشان نفتلجه گمیشان در جنوب شرقی خزر به میزان ۲۸ ppm خود شاهد این مدعاست. سازند باکو نقش مؤثری در حفظ شورابه‌های یددار داشته است. این مهم باعث گردیده تا شورابه‌های یددار تحت فشار باشند به طوری که در چاه‌های حفر شده آب با نیروی خود به خودی با دبی ۲ لیتر بر ثانیه بدون کمک پمپ از دهانه چاه به‌طور مداوم خارج می‌شود (خواجه، ۱۳۸۵).

جدول ۳-۱۰- معادن و نشانه‌های معدنی بوکسیت و ید در استان گلستان

ردیف	ماده معدنی	نام معدن	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	بوکسیت	شیرین آباد	54.95	36.78333333
۲	بوکسیت	علی آباد کتول	55.41666667	36.93333333
۳	بوکسیت	قشلاق	55.41665675	36.89999421
۴	بوکسیت	پل غزنوی ۱	55.333333	36.933333
۵	ید	اینچه	54.503717	37.237736
۶	ید	صوفیکم	54.46652381	37.26727203
۷	ید و برم	فدوی	54.85876654	37.5997808



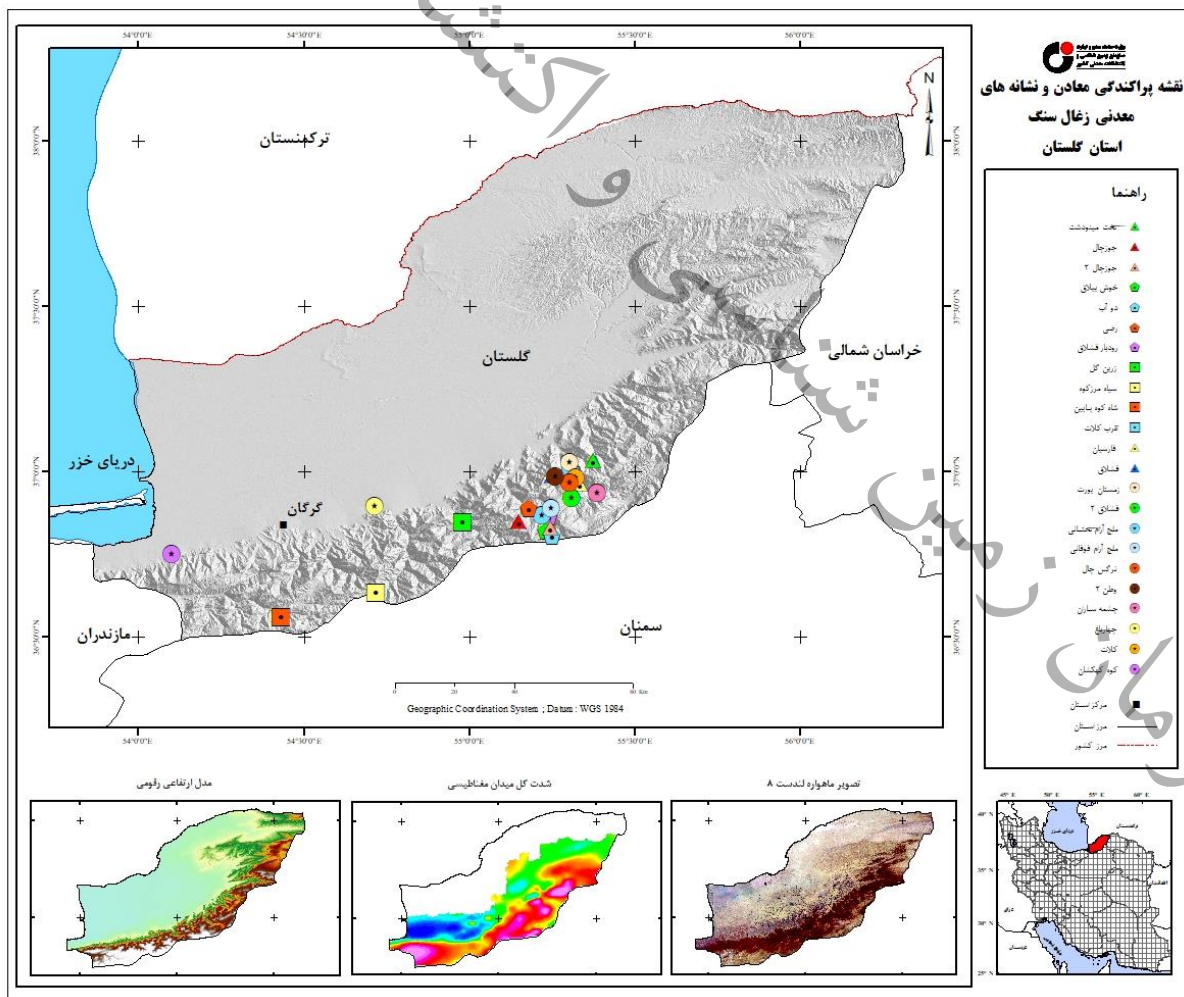
شکل ۳-۱۴- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی بوکسیت و ید استان گلستان

۳-۴-۹- زغال سنگ

رسوبات زغالی ایران بخش وسیعی از شمال و مرکز ایران را در بر گرفته است. این رسوبات از لایه های متفاوت ماسه سنگ، سیلتستون، آهک و در بعضی از نقاط از لایه های آهکی یا ماسه سنگی ساخته شده اند. رسوبات زغالدار ایران در مزوزوئیک میانی، کربونیفر و ترشیاری وسعت پیدا کرده اند، و از نظر زمین شناسی مربوط به دوره های تریاس بالایی و ژوراسیک زیرین می باشند که در البرز به نام سازند شمشک معروف است. حوضه البرزشرقی در حال حاضر شامل کلیه رسوبات زغال داری است که در محدوده بین جاده فیروزکوه و جاده بجنورد-اسفراین قرار دارد. مناطق زغالدار این ناحیه عبارتند از منطقه اولنگ و قشلاق که شامل معادن تخت، ملج آرام و معادن وطن و زمستان یورت می باشد و منطقه طزره که شامل کلاریز، پشکلات، رزمجا و ممدویه می باشد. حوضه رسوبی سنکینال قشلاق- اولنگ از نظر زمین شناسی یکی از نواحی زغال خیز غنی ایران در محدوده عملیاتی شرکت البرزشرقی است که در دامنه شمالی سلسله جبال البرز واقع شده است. رسوبات



زغالدار این ناحیه مانند سایر نواحی زغال خیز ایران مربوط به دوران دوم، دوره های تریاس بالایی و ژوراسیک پیشین و متعلق به سازند شمشک است. منطقه اولنگ شامل زیربخش های رضی، ملج آرام فوقانی، ملج آرام تحتانی و بخش آراپاتوکلند است. و منطقه قشلاق که شامل بخش زغالدار وطن، بخش کلات، زمستان یورت و رودبار هستند (محمودی، ۱۳۹۰). ۱۱ درصد ذخیره زغال سنگ کشور (۱۲ میلیون تن) در استان گلستان موجود است. ماده معدنی زغال سنگ پس از استخراج در معادن گلستان به کارخانجات ذوب آهن و فولاد مبارکه اصفهان ارسال و به عنوان احیاکننده آهن به کار می رود. اغلب معادن زغال سنگ گلستان در شرق این استان واقع شده اند. مهم ترین معادن زغال سنگ در منطقه شامل معادن زغال سنگ رودبار قشلاق و زمستان یورت می باشند. البته چندین معدن زغال سنگ دیگر نیز در این منطقه وجود دارد اما از نظر ذخیره در رتبه های بعدی قرار می گیرند. جدول ۳-۱۱ لیست معادن و اندیس های زغال سنگ و شکل ۳-۱۵ پراکندگی معادن و اندیس های این ماده معدنی را در استان گلستان را نشان می دهد.



شکل ۳-۱۵- پراکندگی معادن و اندیس های زغال سنگ

معدن زغال سنگ رودبار قشلاق

قدیمی ترین معدن زغال سنگ استان گلستان است. در ۳۵ کیلومتری جاده آزادشهر-شاهرود و در ۶ کیلومتری جاده فرعی قرار دارد که به دو روستای رودبار و قشلاق منتهی می شود. فاصله هر دو روستا از معدن، ۳ کیلومتر است. این معدن به رودبار قشلاق نیز معروف است. کوه علی قارا در شمال معدن و کوه های بزلر و قنبر تپه در جنوب آن قرار دارند. رودخانه قشلاق از کنار معدن گذشته و از آب آن در جهت استفاده تأسیسات معدن بهره برداری می شود. معدن قشلاق در ناودیس بزرگی به همین نام قرار دارد. این ناودیس، گاهی جوزچال نیز نامیده می شود. وسعت آن ۴۰×۱۰ کیلومتر می باشد. روند محور ناودیس از شمال شرق به جنوب غرب است و از مینودشت تا اولنگ ادامه دارد. در شمال شرق، جنگلی با پوشش انبوه و در جنوب غرب حالت خشک و استپی می یابد. ارتفاع نسبی منطقه ۱۵۰۰ تا ۱۷۰۰ متر است. مجموع ذخایر تخمینی ناودیس قشلاق، ۴۵۰ میلیون تن است که ۱۷۴ میلیون تن از این ذخایر تا عمق حدود ۶۰۰۰ متر قرار دارند. ذخایر زغال سنگی این ناودیس در شهرستان های رامیان، آزادشهر و مینودشت پراکنده اند. معدن قشلاق همراه با ۵ معدن زغال سنگ دیگر در شهرستان آزادشهر واقع شده است. برداشت زغال سنگ از معدن قشلاق به روش زیرزمینی و با حفر تونل استخراجی صورت می گیرد. علت آن، لایه ای بودن ماده معدنی و شیب دار بودن آن و وضعیت توپوگرافی منطقه است. به تونل های شیب دار، گزنگ گفته می شود. این معدن دارای ۷۵ لایه است که ۱۵ لایه آن زغال دار است. تمامی این لایه ها مربوط به سازند شمشک است که در اوایل دوره ژوراسیک از دوران دوم زمین شناسی تشکیل شده است. در این دوره، شرایط مساعد و آب و هوای گرم و مرطوب سبب رویش جنگل های انبوه در سراسر شمال ایران شده است، وجود مناطق مردابی و دریاچه های کم عمق در منطقه سبب شده است که بقایای پیکر گیاهان در این حوضه ها انباشته شده و در اثر فشار و فرآیند دیاژنز به زغال سنگ تبدیل شوند.

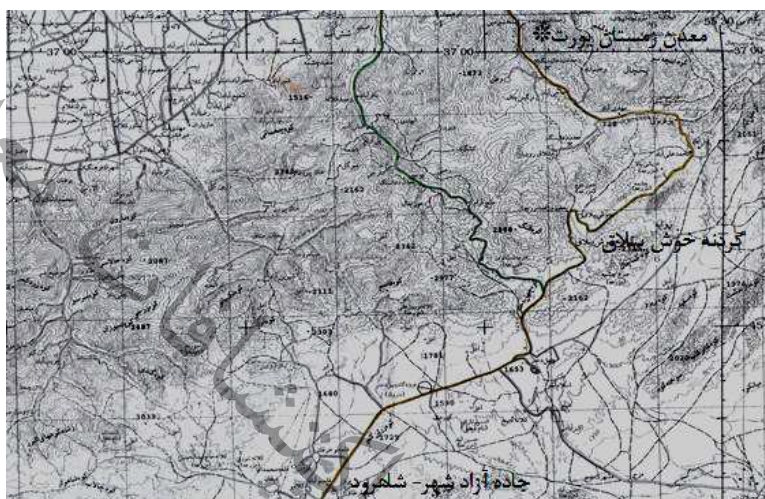
معدن زغال سنگ زمستان یورت

معدن زمستان یورت یا به عبارت دیگر کلات زمستان یورت در روستای به نام چشمه ساران می باشد. این معدن در گذشته توسط شرکت زغال سنگ البرز شرقی اکتشاف و مورد بهره برداری قرار گرفته است. حفاری اکتشافی آن نیز توسط این شرکت بوده است. در حال حاضر توسط شرکت صنعتی و معدنی شمال شرق شاهرود مورد آماده سازی و استخراج زغال سنگ قرار گرفته است (ربانی، ۱۳۹۱).

مجموعه معادن زمستان یورت یکی از مهم ترین معادن در شرق استان گلستان است و در سال ۱۳۸۵ بیشترین اشتغال و استخراج زغال سنگ استان به این معدن تعلق داشته است. منطقه زمستان یورت در فاصله ۱۱۰ کیلومتری شمال شرق شاهرود و در فاصله ۱۴ کیلومتری شهرستان آزادشهر از توابع استان گلستان قرارداد



(شکل ۳-۱۶). این معدن هم‌اکنون در حال بهره‌برداری از افق ۴۳۷+ به بالا دارای پروانه بهره‌برداری از استان گلستان با میزان ذخیره قطعی زغال‌سنگ در این معدن در سال ۱۳۸۲ معادل ۱،۲۶۵،۰۰۰ تن برآورد گردیده است. این معدن شامل زیر بخش‌های زمستان یورت غربی، زمستان یورت شرقی و سوسرا بوده که تأمین‌کننده بخش عمده زغال معادن شرکت صنعتی معدنی شمال شرق شاهرود می‌باشد.



شکل ۳-۱۶- نقشه موقعیت معدن زمستان یورت

منطقه زغال دار ملج آرام (اولنگ)

منطقه زغال دار اولنگ که از قدیمی‌ترین رسوبات در اطراف سنکلینال قشلاق- اولنگ رخنمون دارد شروع می‌شود. معدن ملج آرام تحتانی قسمتی از منطقه اولنگ واقع در ۴۰ کیلومتر جاده اولنگ-رامیان به مساحت ۲۵ کیلومترمربع بوده است. میزان ذخیره قطعی زغال‌سنگ در این معدن در سال ۱۳۸۲ معادل ۲،۶۰۰،۰۰۰ تن و احتمالی آن ۱۶،۷۰۰،۰۰۰ تن برآورد گردیده است. تعداد ۵ تونل در حال کار در منطقه وجود داشته که یکی از عمده‌ترین منابع تأمین زغال شرکت صنعتی و معدنی شمال شرق شاهرود این معدن می‌باشد.

معدن چشمه‌ساران

به مختصات جغرافیایی $55^{\circ}20'$ طول شرقی و $36^{\circ}55'20''$ عرض شمالی با ذخیره قطعی ۱۵۷ هزارتن و ذخیره احتمالی ۲۷۳/۵ که زیرزمینی به روش ستونی بالارو و جبهه کار بلند نیمه مکانیزه استخراج می‌شود. میزان استخراج اسمی معدن در سال ۱۳۹۰ حدود ۱۳ هزارتن بوده است.

معادن رضی

بخش زغال دار رضی در دامنه شمالی منطقه اولنگ در قسمت شرقی البرز واقع شده است. منطقه اولنگ در ۸۵ کیلومتری شمال شرقی شاهرود، ۲۰ کیلومتری جاده آسفالته شاهرود آزادشهر و در فاصله ۲۱ کیلومتری جنوب و جنوب شرقی رامیان واقع شده است. منطقه اولنگ در محدوده عرض جغرافیایی $36^{\circ} 48' 26''$ تا $37^{\circ} 03' 05''$ عرض شمالی و $55^{\circ} 02' 24''$ تا $55^{\circ} 16' 47''$ طول شرقی واقع شده است. نزدیکترین محل مسکونی این بخش دهکده رضی می باشد که در فاصله ۲ کیلومتری آن قرار دارد. وجه تسمیه و نامگذاری بخش زغال دار رضی نیز به خاطر همجوار بودن با این روستا است.

در اوایل سال ۱۳۵۹ برای اولین بار ناحیه زغال خیز رضی توسط زمین شناسان شرکت زغال سنگ البرز شرقی مورد بررسی مقدماتی قرار گرفته و در اواخر همان سال اکیپ اکتشافی جهت مطالعه دقیق تر در منطقه اولنگ مستقر گردید. با توجه به اطلاعات موجود در آرشیو فنی اکتشافات البرز شرقی و گزارش های گروه های پیجویی مبنی بر وجود زغال در بخش زغال دار رضی در سال ۱۳۶۰ عملیات نمونه برداری از این زغال ها به عمل آمد و با توجه به نتایج مثبت به دست آمده و تائید وجود زغال های کک شو، اکتشافات تکمیلی در این منطقه صورت گرفت و اکیپ های زمین شناسی و نقشه برداری و راه سازی جهت مطالعه دقیق تری بر روی لایه های زغال دار در این منطقه مستقر گردید.

در مرحله بعد حفر ترانشه های سراسری آغاز و نتایج اولیه بیانگر ذخیره نسبتا زیاد و خاصیت کک پذیری زغال منطقه اولنگ بود. به تدریج محدوده مورد اکتشافی گسترش یافت و با حفر چاه های عمیق و تونل های اکتشافی بیشتر، اکتشاف وارد مرحله جدی و دقیق تر گردید. در منطقه رضی تعداد ۹ تونل حفر گردیده است. معدن زغال سنگ رضی تحت پوشش شرکت زغال سنگ البرز شرقی است. استخراج زغال سنگ از این معدن از سال ۱۳۶۸ شروع و ذخیره باقیمانده هر افق ۳۰۰۰۰۰ تن برآورد شده است. جمع کل ذخیره این منطقه ۱۰۹۹ هزار تن برآورد شده که محاسبه ذخیره بر اساس نقشه های هیپسومتری و مشخص نمودن بلوک های قابل کار تعیین گردیده است. در مجموع ذخیره قابل استخراج برای دو افق تونلی ۶۰۰۰۰۰ تن تخمین زده می شود. زغال سنگ معدن رضی از کیفیت بسیار بالایی برخوردار بوده و با زغال های مرغوب وارداتی برابری می کند (خدایی انارکی، ۱۳۹۴) (شکل ۳-۱۷)



شکل ۳-۱۷- ورودی یکی از تونل های معدن رضی

ناحیه زغالدار قشلاق

بعد از تأسیس کارخانه ذوب آهن اصفهان و نیاز کارخانه به زغال سنگ برای تولید آهن، شرکت ملی ذوب آهن تصمیم به انجام عملیات تجسسی بر روی حوضه های دارای پتانسیل از لحاظ تأمین زغال سنگ گرفت. در راستای این اهداف، در سال ۱۳۵۰ اولین گروه زمین شناسی شرکت البرز شرقی ناحیه زغال خیز اولنگ- قشلاق را مورد بررسی قرار دادند. بعد از آنها، گروه پیجویی گنبد به منطقه اعزام گردید و طبق گزارشات مربوطه مشخص شد که ناودیس فوق پتانسیل بالایی را از نظر تأمین زغال سنگ دارا می باشد.

حوضه رسوبی اولنگ-قشلاق از نظر جغرافیایی حدود ۷۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان شاهرود در ۳۰ کیلومتری جنوب رامیان واقع شده است. حوضه زغالدار فوق دارای وسعتی حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع و مشخصات عرض جغرافیایی $36^{\circ} 45'$ تا 37° شمالی و طول جغرافیایی 55° تا $55^{\circ} 20'$ شرقی می باشد.

رسوبات زغالدار این ناحیه مانند سایر نواحی زغال خیز ایران مربوط به دوران دوم، سری های تریاس پسین- ژوراسیک پیشین و متعلق به گروه شمشک می باشد که در ناودیس بنام اولنگ-قشلاق رسوبگذاری شده است. این حوضه زغالی از شمال و جنوب توسط آهک های مقاوم و مرتفع که اکثراً مربوط به تشکیلات پرموتریاس می باشد، احاطه شده و دارای گسترش شرقی-غربی به طول ۴۰ کیلومتر و سطح تقریبی ۴۰۰ کیلومتر می باشد.

ناحیه زغالدار قشلاق در گستره رسوبات گروه شمشک در ناحیه البرز شرقی و به طور خاص در ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ خوش بیلاق واقع گردیده است. این ناحیه زغال دار دارای وسعت ۷۰ کیلومتر مربع با عرض جغرافیایی 37° تا $37^{\circ} 23'$ شمالی و طول جغرافیایی $55^{\circ} 15'$ تا $55^{\circ} 20'$ شرقی بوده و دو استان سمنان و گلستان توسط جاده شاهرود-آزادشهر که از این ناحیه می گذرد، به یکدیگر متصل می شوند (ربانی، ۱۳۹۱).

نرگس چال

منطقه نرگس چال در بخش مرکزی ناحیه زغالدار قشلاق در ۲۰ کیلومتری جنوب آزادشهر واقع گردیده و حدود ۴ کیلومتر مربع را در بر دارد. حدود جغرافیایی منطقه عبارتست از شمال به زمستان یورت و از جنوب به گسل کلات و از طرف شرق به دره رودخانه و از غرب به رودخانه وطن ختم می گردد. منطقه نرگس چال از نظر زمین شناسی در یال جنوبی سنکینال وطن واقع گردیده و دارای امتداد شمال شرقی-جنوب غربی می باشد و از رسوبات تریاس، ژوراسیک، نئوژن و رسوبات دوره کواترنر تشکیل گردیده است. زغال خیزی صنعتی مربوط به رسوبات تریاس بالایی می باشد که بر روی رسوبات پرموتریاس قرار گرفته و توسط رسوبات ژوراسیک پایینی پوشیده می شود (ربانی، ۱۳۹۱).

تخت مینودشت

منطقه تخت از نظر جغرافیائی در جنوب شرقی شهرستان مینودشت و به فاصله ۱۲ کیلومتری آن واقع شده است. وجه تسمیه این نام از روستای همجوار آن به نام تخت گرفته شده است که در شمال شرقی این منطقه قرار گرفته است. منطقه از نظر تقسیمات کشوری تابع استان گلستان و شهرستان آزادشهر و مینودشت میباشد. فاصله این منطقه تا مینودشت ۱۲ کیلومتر بوده که از طریق دو جاده چهل چای و جنگله ارتباط دارد. راه دیگر رسیدن به زغال های این منطقه از طریق روستای سوسرا بوده که در جنوب غربی آن واقع شده است. منطقه تخت از شمال به دره چهل چای از جنوب به دره سوسرا، از شرق با ارتفاعات حاجی لر و از غرب به روستاهای لیس، محمد زمان خان، امام عبدالله، لولم، سراپو، از داران محدود می گردد. طول جغرافیائی منطقه بین $55,22^{\circ}$ تا $55,28^{\circ}$ شرقی و عرض جغرافیائی آن بین $37,02^{\circ}$ تا $37,12^{\circ}$ شمالی می باشد. این منطقه از نظر جغرافیائی طبیعی قسمتی از سلسله جبال البرز شرقی بوده که از شمال شرقی به جنوب غربی شامل: مناطق تخت، حیدر کلا، صندوق سنگ، ساسنگ، مازو تخته و سوسرا می باشد. شناسایی رسوبات زغالدار در این منطقه برای نخستین بار در سال ۱۳۴۱ توسط شرکت میناک انجام گرفت و از آن تاریخ تا سال ۱۳۵۰ هیچ گونه عملیاتی در منطقه انجام نپذیرفت و تنها در همین سال تعدادی ترانسه در این ناحیه حفر گردید. مجدداً



در سال ۱۳۶۹ عملیات اکتشافی وسیعی به منظور مطالعه و شناخت بهتر رسوبات زغالدار تخت توسط شرکت زغال سنگ البرز شرقی انجام پذیرفت که هم اکنون نیز ادامه دارد. بخش زغالدار تخت در یال جنوبی ناودیس بزرگ قشلاق قرار دارد. ناودیس فوق دارای محور شمال شرقی- جنوب غربی می باشد. رسوبات زغالدار تخت که سنی معادل رسین تا ژوراسیک تحتانی را دارا می باشد به وسیله سازندهای قدیمی تر (آهک های پرموتریاس) احاطه شده است. ضخامت کل سازند شمشک در تخت حدود ۱۸۵۰ متر تخمین زده می شود که حدود ۳۵۰ متر مربوط به اکراسر و حدود ۴۰۰ متر آن مربوط به الله بند و مابقی که حدود ۱۱۰۰ متر است مربوط به سری زغالدار کلاریز می باشد (نوروزی، ۱۳۹۳) (شکل ۳-۱۸).



شکل ۳-۱۸- نماهایی از منطقه تخت (الف: نگاه به سمت شمال شرق ب: نگاه به سمت جنوب غرب)

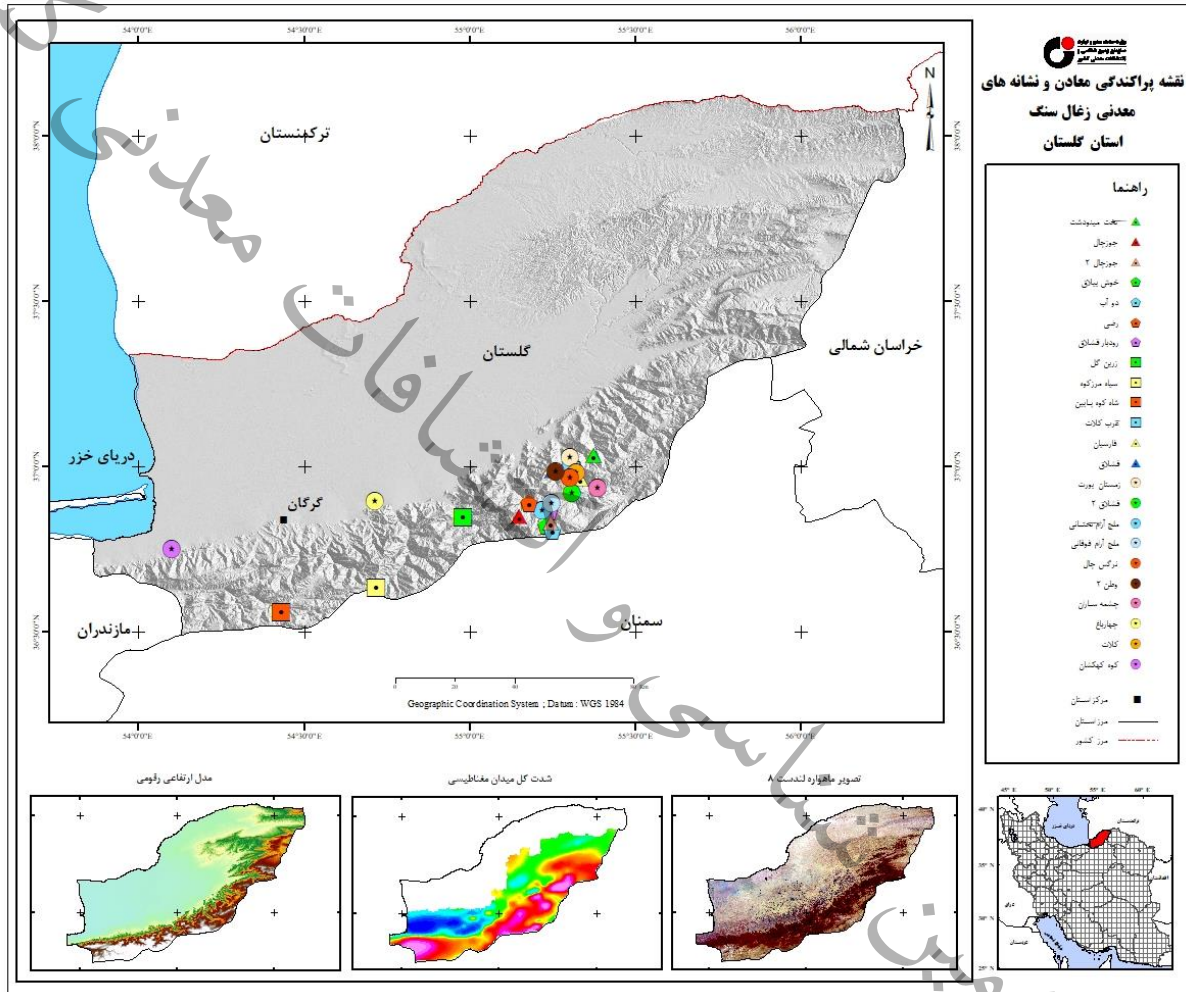
جدول ۳-۱۱- معادن و نشانه های معدنی زغال سنگ در استان گلستان

ردیف	ماده معدنی	نام معدن	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ذخیره احتمالی (هزار تن)	ذخیره قطعی (هزار تن)
1	زغال سنگ	تخت میودشت	55.375	37.03639	17000	6938
2	زغال سنگ	جوزچال	55.248333	36.851111	-	331
3	زغال سنگ	جوزچال ۲	55.244036	36.832334	3200	500
4	زغال سنگ	چشمه ساران	55.33333333	36.92222222	-	157
5	زغال سنگ	چهارباغ	54.71257945	36.89479458		
6	زغال سنگ	خوش بیلاق	55.23054581	36.82221369		
7	زغال سنگ	دوآب	55.251408	36.806419	16.4	11.7
8	زغال سنگ	رضی	55.15860129	36.90638701	3100	1100
9	زغال سنگ	رودبار قشلاق	55.24167	36.86667		
10	زغال سنگ	زرین گل	54.98055211	36.84805381		
11	زغال سنگ	زمستان یورت	55.303469	37.02782	-	1265
12	زغال سنگ	سیاه مرزکوه	54.717193	36.635209	27	20
13	زغال سنگ	شاه کوه پایین	54.42970299	36.5591609		
14	زغال سنگ	غرب کلات	55.30081192	36.99305233	450	160
15	زغال سنگ	فارسیان	55.33499679	36.96249472	38	24
16	زغال سنگ	قشلاق	55.25	36.988333	-	1477

نگاهی به داده های زمین شناسی و اکتشافی استان گلستان

فصل سوم: زمین شناسی اقتصادی و متالورژی

		36.751944	54.1	کوه کهکشان	زغال سنگ	17
5100	23400	36.93333	55.33333	ملج آرام (اولنگ)	زغال سنگ	18
75	-	36.96138889	55.28888889	نرگس چال	زغال سنگ	19
424	502	36.985988	55.2608	وطن ۲	زغال سنگ	20



شکل ۳-۱۹- نقشه پراکندگی معادن و نشانه های معدنی زغال سنگ در استان گلستان

کشور

معدنی

ثبات

فصل ہمارم

مطالعات دور سہی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۴-۱- مقدمه

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

پردازش تصاویر ماهواره‌ای و کاربرد آن در اکتشاف مواد معدنی امروزه مورد توجه خاصی قرار گرفته است. تفاوت طیفی سنگهای دگرسان شده با سنگهای غیردگرسان مهمترین راه تشخیص نواحی دگرسان و به تبع آن اکتشاف کانسارها در پردازش تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. دقت استفاده از برخی از تکنیک‌ها در پردازش داده‌های ماهواره‌ای به حدی است که می‌تواند کانی‌هایی را که در مقاطع میکروسکوپی از یکدیگر قابل تشخیص نیستند و تنها با دستگاه پراش اشعه ایکس (XRD) می‌توان آنها را شناسایی کرد (مانند کانی‌های رسی)، تفکیک کند. این مسئله به تفاوت‌های جزئی در دامنه طیف جذبی و انعکاسی امواج الکترومغناطیس کانیها برمی گردد.

منطقه مطالعاتی این گزارش، استان گلستان واقع در شمال ایران و جنوب شرق دریاچه خزر می‌باشد که چندین کانسار و اندیس غیر فعال را در بر می‌گیرد و احتمال می‌رود کانسارهای ناشناخته جدیدی نیز در این منطقه موجود باشد. بکارگیری فناوری دورسنجی، بارزسازی و تفکیک زون‌های دگرسانی می‌تواند در شناسایی مناطق کانی‌زایی فلزی جدید و پتانسیل دار و مستعد کانی‌زایی پلی متال نقش بسیار موثری داشته باشد.

¹ Spectral reflectance signature

۴-۲- داده های ماهواره ای

بررسی های دورسنجی استان گلستان بر اساس داده های ماهواره های ^۱ ASTER و ^۲ OLI و Sentinel-2A انجام گرفت، (جدول ۴-۱). در گام نخست جهت مشخص شدن محدوده های امید بخش معدنی مطالعات بر روی داده های ماهواره ای OLI صورت گرفت. این ماهواره دارای دو سنجنده است: یکی به نام OLI (مشاهده زمینی) و دیگری ^۳ TIRS (حرارتی) این دو سنسور با هم ۱۱ باند را تشکیل می دهند که ۷ عدد از آنها با ^۴ ETM+ اشتراک دارند. ۸ باند دارای رزولوشن ۳۰ متری، باند پانکروماتیک ۱۵ متری و دو باند حرارتی ۱۰۰ متری است. هر سین اطلاعاتی ماهواره لندست ۸ محدوده ای برابر با ۱۸۵*۱۸۵ کیلومتر را پوشش می دهد. (جدول ۴-۲).

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

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

¹ Advanced Space borne Thermal Emission and Reflectance Radiometer

² Operational Land Imager

³ Thermal Infrared Sensor

⁴ Enhanced Thematic Mapper



تصاویر ماهواره Sentinel-2A دارای توان تفکیک مکانی متغیر ۱۰ تا ۶۰ متر و شامل ۱۳ باند در محدوده طیفی مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز موج کوتاه می‌باشند. Sentinel-2A از توان تفکیک مکانی ۵ روز در استوا و ۳ روز در عرض‌های میانی برخوردار می‌باشد. مساحت سین‌های اطلاعاتی این ماهواره ۲۹۰*۲۹۰ کیلومتر می‌باشد و به صورت بلوک های ۱۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. اطلاعات باندهای این ماهواره در جدول (۴-۴) ارائه شده است. حداکثر وضوح سنجنده‌ها با قدرت تفکیک مکانی بالا، در حدود ۱۰ متر (زیر ۱۰۰ متر) تعریف شده است. اینگونه داده‌ها اغلب به طور همزمان در حالت های تصویربرداری پانکروماتیک و چند طیفی همراه با سهم قابل توجهی از باند طیف نوری مادون قرمز بدست می‌آیند. این توان تفکیک بالا مزیت عمده این تصاویر نسبت به تصاویر ASTER می‌باشد. (F.D van der Meer et al, 2014) ، (جدول ۴-۴). (۷)

جدول ۴-۱- داده های استفاده شده در این بررسی

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

با توجه به این نکته، دگرسانی‌های اولیه استخراج شده از داده‌های OLI، توسط داده‌های Sentinel- و ASTER 2A تکمیل و زون‌های مختلف دگرسانی‌ها تفکیک گردید. در نهایت نتایج حاصل شده به صورت لایه‌های مختلف دورسنجی شامل شکستگی‌ها، دگرسانی‌ها و نواحی امیدبخش معدنی جهت استفاده در پی‌جویی‌های اکتشافی ارائه می‌شود. محدوده مورد مطالعه در ۱۴ برگه ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۶۳ برگه ۱:۱۰۰،۰۰۰ قرار دارد که برای هر کدام از برگه‌ها به طور جداگانه و براساس مطالعه موردی از تصاویر Sentinel-2A و OLI و ASTER استفاده شده است.

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

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

اهداف تحقق یافته در بررسی های دورسنجی در این فاز مطالعاتی عبارتند از:

- شناخت و تفکیک ساختارهای تکتونیکی منطقه شامل ساختارهای خطی با استفاده از تصاویر OLI ماهواره لندست ۸ و تصاویر ماهواره Sentinel-2A
- شناخت مناطق دگرسانی و ارتباط این مناطق با کانی سازی مواد معدنی با استفاده از تصاویر ASTER ماهواره TERRA و تصاویر ماهواره Sentinel-2A
- کنترل صحرایی (تا زمان تهیه گزارش این فاز انجام نشد).

جدول ۴-۲- خصوصیات سنجنده OLI و TIRS

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



جدول ۴-۳- خصوصیات سنجنده ASTER

TABLE 1. BAND-WAVELENGTH-SPATIAL RESOLUTION.

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

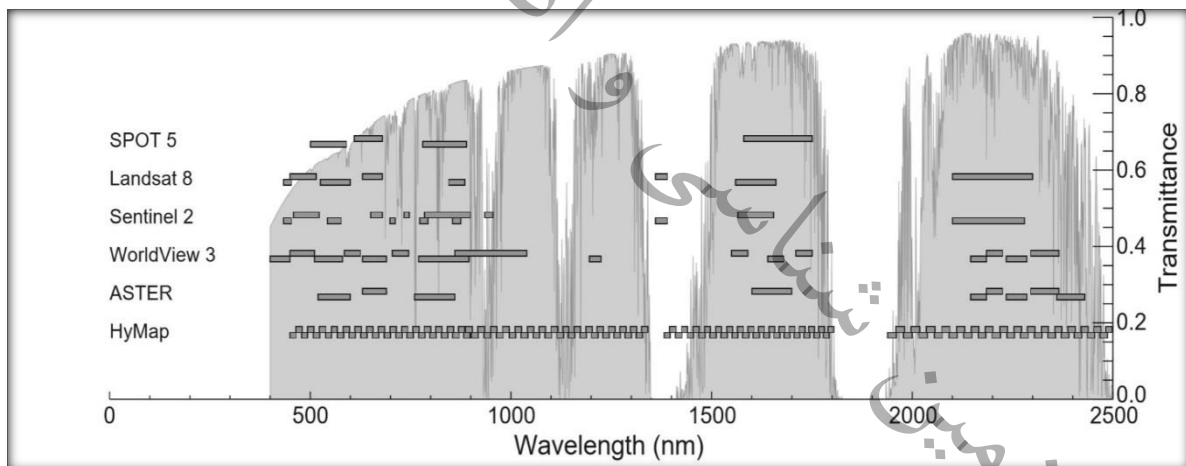
جدول ۴-۴- خصوصیات تصاویر Sentinel-2

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

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

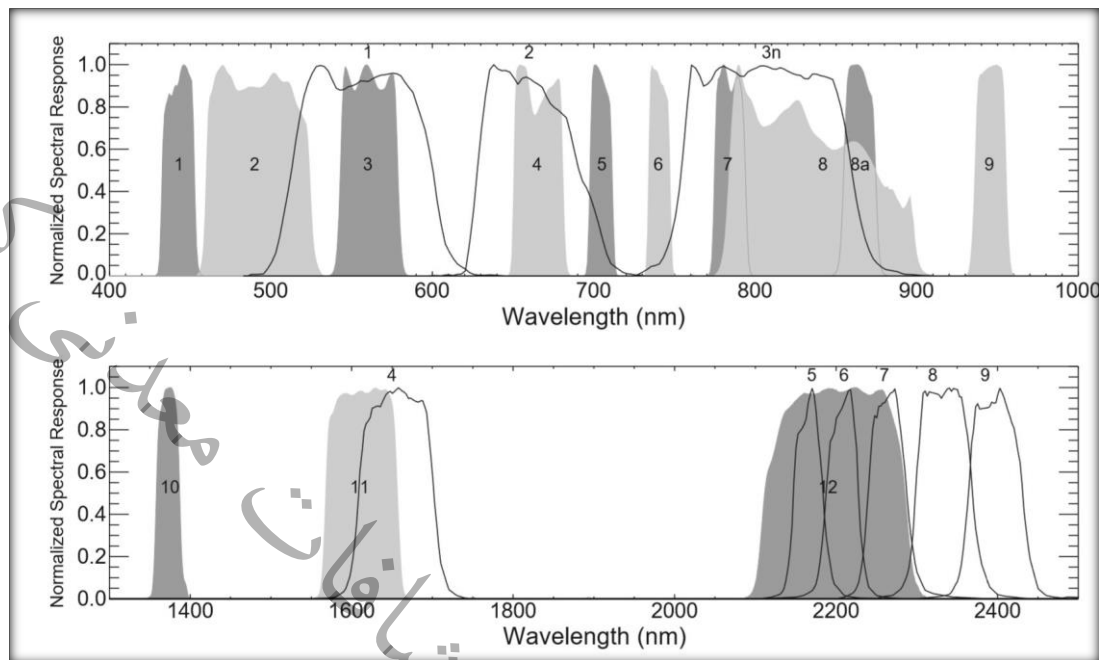
Sentinel-2A			OLI			ASTER		
Band	Central Wavelength (nm)	Spatial Resolution (m)	Band	Central Wavelength (nm)	Spatial Resolution (m)	Band	Central Wavelength (nm)	Spatial Resolution (m)
1	0.4430	60	1	0.4430		1	0.5560	
2	0.4900		2	0.4826		2	0.6610	15
3	0.5600	10	3	0.5613		3N	0.8070	
4	0.6650		4	0.6546	30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

جدول ۴-۶- مقایسه محدوده طیفی و پهنای باندهای Sentinel2A با SPOT5,Landsat8,ASTER,HyMap و WorldView3 در طیف الکترومغناطیس (F.D van der Meer et al,2014)





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



۴-۳- تصاویر و داده های ماهواره ای استفاده شده

بعد از دانلود داده ها، به منظور آماده سازی ابتدا فایل های معرف صحنه ها توسط نرم افزارهای ویژه پردازش تصویر (مانند ArcGIS، ENVI و Geomatica) خوانده شد و سپس مراحل زیر به ترتیب انجام گرفت. روش کار از سه مرحله تشکیل شده است که عبارت است از پیش پردازش، پردازش و پس پردازش تصاویر ماهواره ای.

۴-۳-۱- پیش پردازش

پیش پردازش شامل عملیاتی است که لازم است قبل از آنالیز اصلی داده ها و استخراج اطلاعات صورت گیرد. ابتدا داده هایی که با استفاده از برهمکنش امواج الکترومغناطیسی با پدیده های مختلف زمین توسط سنجنده ثبت شده در مرحله پیش پردازش تصاویر ماهواره ای مورد استفاده قرار می گیرد تا خطاها و نویزهای موجود در آنها برطرف و تصحیح گردد. در همین راستا خطاها در تصاویر ماهواره ای می توانند بصورت سیستماتیک و غیر سیستماتیک باشند. خطاهای سیستماتیک جزو آن دسته از خطاهایی هستند که مرجع آن ماهواره و سنجنده بوده و می توان آن را پیش بینی و تصحیح نمود. اما این در حالی است که خطاهای غیر سیستماتیک، مرجعی غیر از ماهواره و سنجنده داشته (مانند اتمسفر و سیاره زمین) و با استفاده از مدل های تجربی و فیزیکی می توان نسبت به تصحیح و برطرف سازی آنها در تصاویر ماهواره ای اقدام نمود. از لحاظ نوع خطا، آنها را می توان به دو دسته خطاهای رادیومتریک و هندسی طبقه بندی کرد.

• تصحیحات رادیومتریک^۱

خطاهای رادیومتریکی به صورت کلی به آن دسته از عواملی اشاره دارد که به اشکال گوناگون بر روی امواج الکترومغناطیسی رسیده به سنجنده اثرگذار هستند. این عوامل می‌تواند اتمسفر، توپوگرافی زمین و همچنین سنجنده ماهواره باشد. با این حال در این مرحله توجه بیشتر بر روی خطاهایی است که توسط اتمسفر و توپوگرافی زمین ایجاد می‌شود. اتمسفر با توجه به اثرات جذب و پخش امواج الکترومغناطیسی بصورت قابل توجهی می‌تواند بر روی امواج محدوده مرئی و مادون قرمز بازتابی و حرارتی تاثیرگذار باشد. از سوی دیگر توپوگرافی زمین با توجه به شیب و جهت آن اثرات قابل توجهی را بر روی امواج الکترومغناطیسی ایجاد می‌نماید. مجموع اثراتی که توسط اتمسفر و زمین ایجاد می‌شود می‌تواند با استفاده از مدل‌های اتمسفری مطلق و نسبی تا حد زیادی تعدیل و نرمال سازی شده به گونه‌ای که بتوان اطلاعات طیفی دقیق و با مفهومی را تصاویر ماهواره‌ای استخراج نمود.

در مورد خطاهای اتمسفریک از آن جا که حذف کامل خطای رادیومتریک و ایجاد یک تصویر دقیق انعکاسی مستلزم در اختیار داشتن پارامترهای محیطی و جوی زیادی است و این اطلاعات در مورد تصاویر ASTER مورد استفاده در دسترس نبود. لذا از روشهای تصحیح رادیومتریک Pseudo Reflectance استفاده شد. یکی از روشهای تصحیح رادیومتریک که از قابلیت و دسترسی خوبی برخوردار است روش Log Residual می‌باشد. در این روش با کمک پارامترهای آماری مانند میانگین طیفی و هندسی تصویر خام به تصویر تصحیح شده تبدیل می‌شود. برای منطقه مورد مطالعه نیز تمامی تصاویر ASTER به این شکل تصحیح رادیومتریک شدند. بعد از تصحیح رادیومتریک شیب نمودار منحنی طیفی بیشتر و اشکال طیفی عمیق تر می‌شوند. در این مطالعه از تصاویر لندست ۸ و Sentinel تنها برای بررسی کلی منطقه استفاده شده و در مرحله پردازش فقط از روش‌های نسبی باندها استفاده شد نه روش‌های مطلق، به همین دلیل نیازی به اینگونه تصحیحات نداشتیم.

• تصحیحات هندسی^۲

تصحیحات هندسی تصاویر ماهواره‌ای شامل آن دسته از تصحیحاتی است که در ارتباط با ساین پیکسل، سیستم مختصات، زمین مرجع نمودن تصاویر ماهواره‌ای، نمونه برداری مجدد، اورتو کردن تصاویر ماهواره‌ای، رجیستر سازی تصاویر ماهواره‌ای و تعداد سطر ستون‌ها در تصویر می‌شود. خطاهای هندسی به طور معمول تحت تأثیر رابطه بین تصویر برداری ماهواره و شکل و توپوگرافی زمین ایجاد می‌شود. سیستم‌های مختصاتی در فرایند

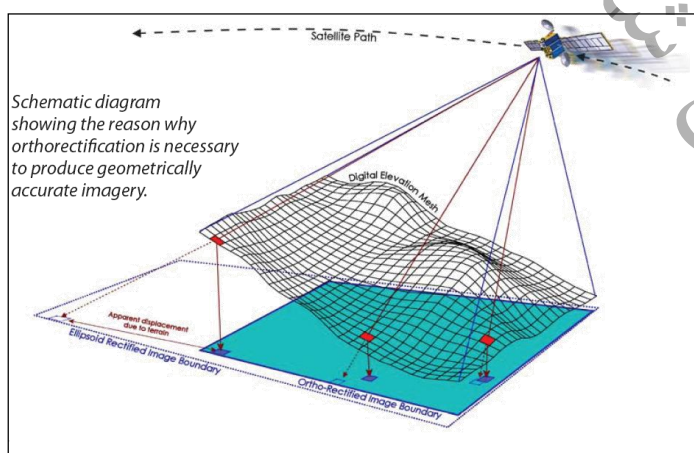
¹ Radiometric Correction² Geometric corrections



پردازش داده‌های ماهواره‌ای از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. عدم وجود سیستم مختصات دقیق و بهینه برای تصاویر ماهواره‌ای مانع از آن می‌شود که بتوان تصاویر ماهواره‌ای و محصولات تولید شده از آنها را با سایر داده‌های زمینی در سیستم اطلاعات زمینی با یکدیگر ترکیب نمود. از سوی دیگر سیستم‌های مختصات امکانی را فراهم می‌آورند که بتوان تصاویر و داده‌های ماهواره‌ای مختلف را با یکدیگر ترکیب نموده و بصورت چند سنسوره پردازش‌ها را مدیریت نمود.

جهت انجام تصحیح هندسی نیاز به تهیه مدل ارتفاعی رستری منطقه و انتخاب نقاط کنترل زمینی^۱ (GCP) برای ایجاد ارتباط بین مختصات زمینی با تصاویر و محاسبه مدل ریاضی می‌باشد که در ادامه شرح داده شده است (شکل ۴-۱). جهت ایجاد و برقراری ارتباط بین مختصات زمینی با تصاویر، از نقاط کنترل زمینی (GCP) که دارای مختصات مشخص می‌باشند، استفاده می‌شود. به کمک نقاط کنترل زمینی می‌توان تصاویر خام را با استفاده از مختصات زمینی شناخته شده، مختصات دار نمود. مختصات زمینی را می‌توان از منابع مختلفی نظیر سیستم موقعیت‌یابی جهانی^۲ (GPS)، نقشه‌برداری و بازدید زمینی، تصاویر تصحیح شده قبلی، لایه‌های رقومی شده موجود، سیستم اطلاعات جغرافیایی^۳ (GIS) و نقشه‌های توپوگرافی به دست آورد. نقاط کنترل زمینی برای تعیین ارتباط بین تصاویر خام و زمین بوسیله ارتباط پیکسل (P) و خط (L) در تصاویر خام به مختصات X, Y و Z زمین استفاده می‌شوند.

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



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

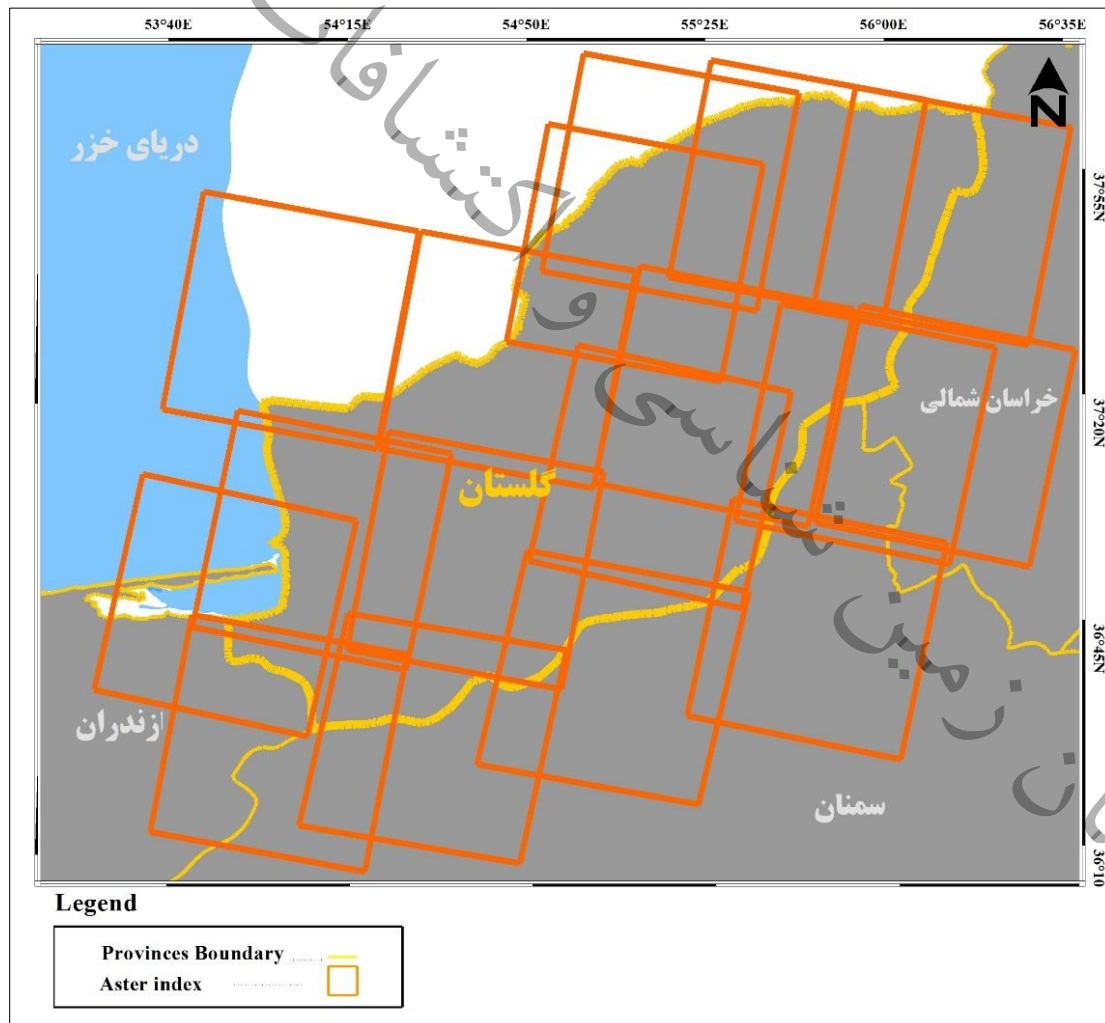
¹ Ground Control Point

² Global Positioning System

³ Geographic Information Systems

• ایجاد موزاییک تصاویر

با توجه به اینکه محدوده مورد مطالعه در بیش از ۱۸ سین اطلاعاتی ASTER (شکل ۲-۴ و جدول ۴-۸ و تاریخ برداشت تصاویر (2000 تا 2008) و ۷ سین اطلاعاتی Sentinel-2A (شکل ۳-۴ و جدول ۴-۹) و ۴ سین اطلاعاتی OLI (شکل ۴-۴ و جدول ۴-۱۰) قرار گرفته است، لذا برای دستیابی به یک تصویر واحد در اولین مرحله می بایست عملیات موزاییک بین داده ها انجام می شود. این عمل با استفاده از نرم افزار Geomatica V2015 انجام گرفت. برای به دست آوردن تصویری یکسان از منطقه تعدادی نقاط مشترک در مناطق هم پوشانی دو تصویر انتخاب گردید. خط موزاییک با توجه به توپوگرافی منطقه و بهترین مسیر عبور این خط ترسیم شد تا اثر خط و اختلافات دو تصویر در دو طرف این خط دیده نشود.

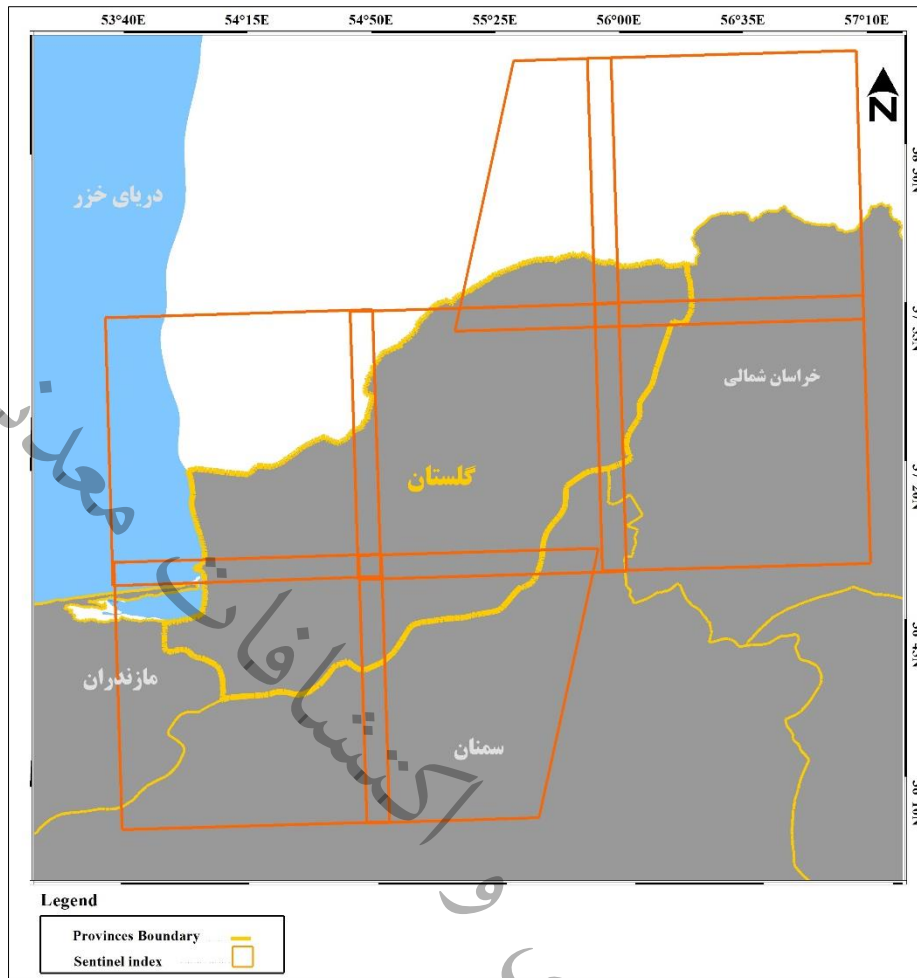


شکل ۲-۴ - ایندکس ASTER سین های پوشش دهنده استان گلستان



جدول ۴-۸- شماره تصاویر ASTER

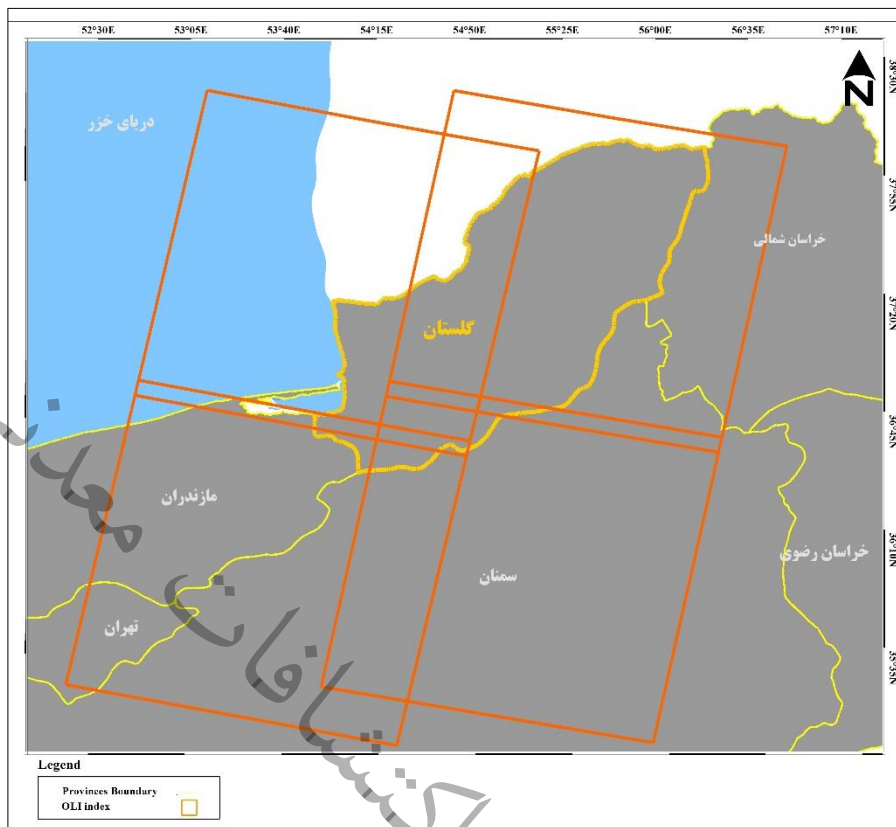
ردیف	شماره تصویر
1	AST_L1T_00310032004071202_20150506131157_77945
2	AST_L1T_00310032004071202_20150506131157_77945
3	AST_L1T_00308302003071158_20150430164227_39921
4	AST_L1T_00308302003071149_20150430164227_39923
5	AST_L1T_00306032006071232_20150514162851_28912
6	AST_L1T_00308312001072553_20150419051528_39370
7	AST_L1T_00305282004071250_20150504145810_23151
8	AST_L1T_00301152002071504_20150421071652_19807
9	AST_L1T_00306242002071429_20150422235637_98518
10	AST_L1T_00308192005071205_20150510200148_97779
11	AST_L1T_00309062000072750_20150411142923_96695
۱۲	AST_L1T_00310242003071907_20150501075709_1711
13	AST_L1T_00308302003071207_20150430164225_9748
14	AST_L1T_00306032006071223_20150514162851_2890
15	AST_L1T_00306242002071438_20150422235653_2324
16	AST_L1T_00308032005071220_20150510143246_122392
17	AST_L1T_00308052003071807_20150430093821_118911
18	AST_L1T_00308052003071816_20150430093821_118910



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

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

ردیف	تاریخ برداشت تصویر	شماره تصویر
1	۰۷-۰۹-۲۰۱۹	L1C_T40SBG_A021982_20190907T071908
2	۳۱-۰۱-۲۰۲۰	L1C_T40SCF_A027988_20201031T071124
3	۱۷-۰۹-۲۰۱۷	L1C_T40SBF_A011686_20170917T071818
4	۰۲-۱۰-۲۰۲۰	L1C_T40SCG_A019008_20201026T071106
5	۲۵-۰۸-۲۰۱۷	L1C_T40SCH_A011357_20170825T070733
۶	۲۵-۰۸-۲۰۱۷	L1C_T40SDG_A011357_20170825T070733
۷	۲۵-۰۸-۲۰۱۷	L1C_T40SDH_A011357_20170825T070733



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

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

ردیف	تاریخ برداشت تصویر	شماره تصویر
۱	۲۰۱۳	LC81620342013197LGN00
۲	۲۰۱۳	LC81620352013197LGN00
۳	۲۰۱۵	LC81630342015226LGN00
۴	۲۰۱۴	LC81630352014239LGN00

۴-۳-۲ - پردازش

تصاویر اخذ شده توسط سنجنده‌ها به ایستگاه‌های زمینی مخابره می‌شوند و پس از دریافت، یک سری پردازش‌های اولیه بر روی تصاویر انجام می‌گیرد تا تصاویر آماده استفاده برای کاربران مختلف گردد. هدف از پردازش اطلاعات ماهواره‌ای، استخراج الگوریتم‌های خاص به منظور تفکیک و جداسازی انواع دگرسانی‌ها، واحدهای زمین‌شناسی و ساختارهای تکتونیکی می‌باشد. پردازش تصاویر ماهواره‌ای با روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. روش‌های پردازش اطلاعات ماهواره‌ای به دو روش پردازش بصری و پردازش رقومی می‌باشد. در پردازش

بصری کاربر با توجه به ویژگی های تصویر عوارض مختلف را از تصویر استخراج می کند، در حالی که در پردازش رقومی الگوریتم های مختلف در نرم افزار اعمال می شود تا ویژگی های مورد نظر را استخراج نماییم.

• بارسازی

بارسازی با استفاده از ترکیب رنگ ها یک روش بسیار موثر و کاربردی برای نمایش تصاویر ماهواره ای و کاربرد آنها است. در کار سنجش از دور رنگ ها به طور گسترده به کار می روند. استفاده از رنگ ها، اطلاعات بصری و مفهومی بیشتری از تصویر را در اختیار ما قرار می دهند. برای بدست آوردن این اطلاعات می توان از ترکیب رنگی (RGB) استفاده کرد، هر سه باند از باندهای مادون قرمز و حرارتی می توانند در سه رنگ آبی- قرمز- سبز ترکیب شوند و تصویر رنگی به وجود بیاورند، انتخاب این سه باند بسته به نوع کاربرد فرق دارد. ترکیب رنگی حقیقی^۱، که این ترکیب رنگی بسیار مشابه با آنچه بیننده به طور طبیعی می بیند می باشد، ولی اطلاعات زیادی به کاربر نمی دهد. در ترکیب رنگی کاذب^۲ (FCC) انواع دیگر ترکیبات باندی به صورت RGB نمایش داده می شود. اگر تصاویر رنگی کاذب به طور مناسب و صحیح تهیه شده و هیستوگرام باندهای استفاده شده تشابه ظاهری داشته باشند، تصویر حاصله خوش ترکیب و قابلیت تفسیر بالایی خواهد داشت (Gupta, 1991). در ساخت ترکیب رنگی دروغین بهتر است از باندهایی که همبستگی کمتری نسبت به هم دارند، استفاده شود. در بارسازی تصاویر ماهواره ای با استفاده از ترکیبات رنگی (RGB)، معمولاً به طول موج های کوتاه رنگ آبی و طول موج های بلند رنگ قرمز اختصاص داده می شود. برای مثال روش های تجربی نشان داده اند که تصویری با ترکیب های رنگی RGB=468، RGB=456 و RGB=321 برای شناسایی نواحی دگرسانی آرژیلیک، فیلیک و اکسید آهن در تصاویر ASTER مناسب می باشند. هدف از انتخاب باندهای مناسب برای ساختن تصاویر رنگی، به حداقل رسانیدن داده های کم ارزش و استفاده حداکثر از اطلاعات مفید می باشد.

• نسبت باندی^۲

روش نسبت باندی از طریق تقسیم باند بازتاب به باند جذب مربوط به یک کانی، سبب بارسازی آن کانی می شود. در واقع این روش اختلاف بین درجات روشنایی را آشکار و مرزها را مشخص تر می کند. برای بارسازی بهتر تفاوت ها در تصاویر خاکستری رنگ حاصل از روش نسبت باندی به منظور برجسته سازی مرز بین

¹ True Color Composite

² False color composite

² Band Ratio



واحدهای مختلف، از تکنیک ترکیب بانندی استفاده می‌شود. روش‌های نسبت‌های بانندی و ترکیب‌های رنگی با وجود موفقیت آمیز بودن برای جدایش مناطق دگرسانی، به خاطر شباهت اثر طیفی پوشش گیاهی با بعضی کانی‌های شاخص دگرسانی‌ها، اثر طیفی این گروه از کانسارها را کاهش می‌دهند، (جدول ۴-۱۱).

• آنالیز مؤلفه‌های اصلی^۱

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

• آنالیز طیفی^۲

روش‌های پیچیده زیادی برای تجزیه و تحلیل داده‌های فراطیفی برای نقشه برداری مواد معدنی وجود دارد. بسیاری از این روش‌ها از تحلیل‌های بسیار پیچیده ریاضی برای تولید عضوهای انتهایی^۳ استفاده می‌کنند. یکی از روش‌های پیشرفته پردازش تصاویر ابرطیفی و همچنین داده‌های ASTER با استفاده از کتابخانه طیفی^۴ کانی‌های مورد نظر می‌باشد. اساس این روش تحلیل کتابخانه طیفی کانی‌ها برای نقشه برداری مواد معدنی است. کتابخانه طیفی مجموعه‌ای متشکل از پروفیل‌های طیفی مواد معدنی است که در شرایط آزمایشگاه با استفاده از اسپکترومترهای مادون قرمز جمع آوری شده است.

¹ Principal Component Analysis

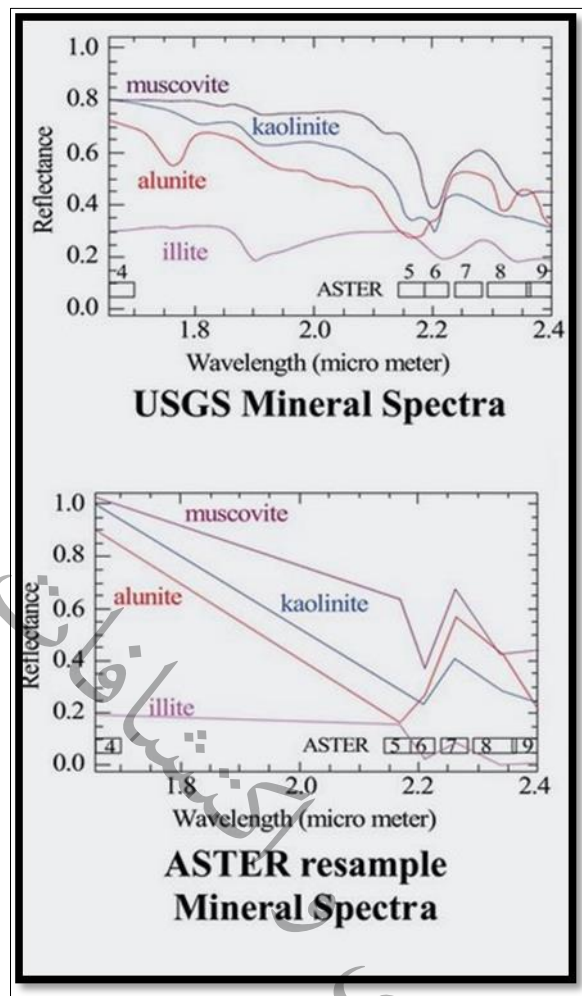
² Spectral Analysis

³ End Members

⁴ Spectral Library

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

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



شکل ۴-۵- مقایسه نمودار منحنی طیفی برخی کانی‌ها براساس کتابخانه طیفی
قبل و بعد از Resample شدن با داده‌های ASTER

روش‌های آنالیز طیفی مختلفی برای شناسایی دگرسانی‌ها استفاده می‌شود. مهم‌ترین آن‌ها شامل پیش بینی خطی باند (LS-Fit)، روش Matched Filtering یا فیلتر گذاری تطبیقی، روش SAM (Spectral Angle Mapper)، فیلتر گذاری تطبیقی تنظیم شده آمیخته (MTMF) و انطباق سیمای طیفی (SFF) می‌باشد، که در زیر شرح داده شده است.

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

خروجی این الگوریتم دو تصویر سیاه و سفید^۱ می باشد که شامل Prediction Image و Residual Image می باشد. تصویر Prediction چون براساس پیش بینی سایر باندها بوده بنابراین بیشترین شباهت را با سایر باندها دارا است. اما در مقابل تصویر Residual چون خطای پیش بینی می باشد، نشان دهنده اختلاف باند مذکور با سایر باندها است. از این تصویر می توان جهت بارزسازی و استخراج عوارض مشخص استفاده کرد. در این تصویر مناطقی که دارای خطای کمتری می باشند (پیکسل های تیره) مناطق هدف می باشند. امتیاز این روش به سایر روش های رقومی مثل PCA, Ratio و... کاهش نویزها در تصویر می باشد.

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

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

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

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

¹ Grayscale

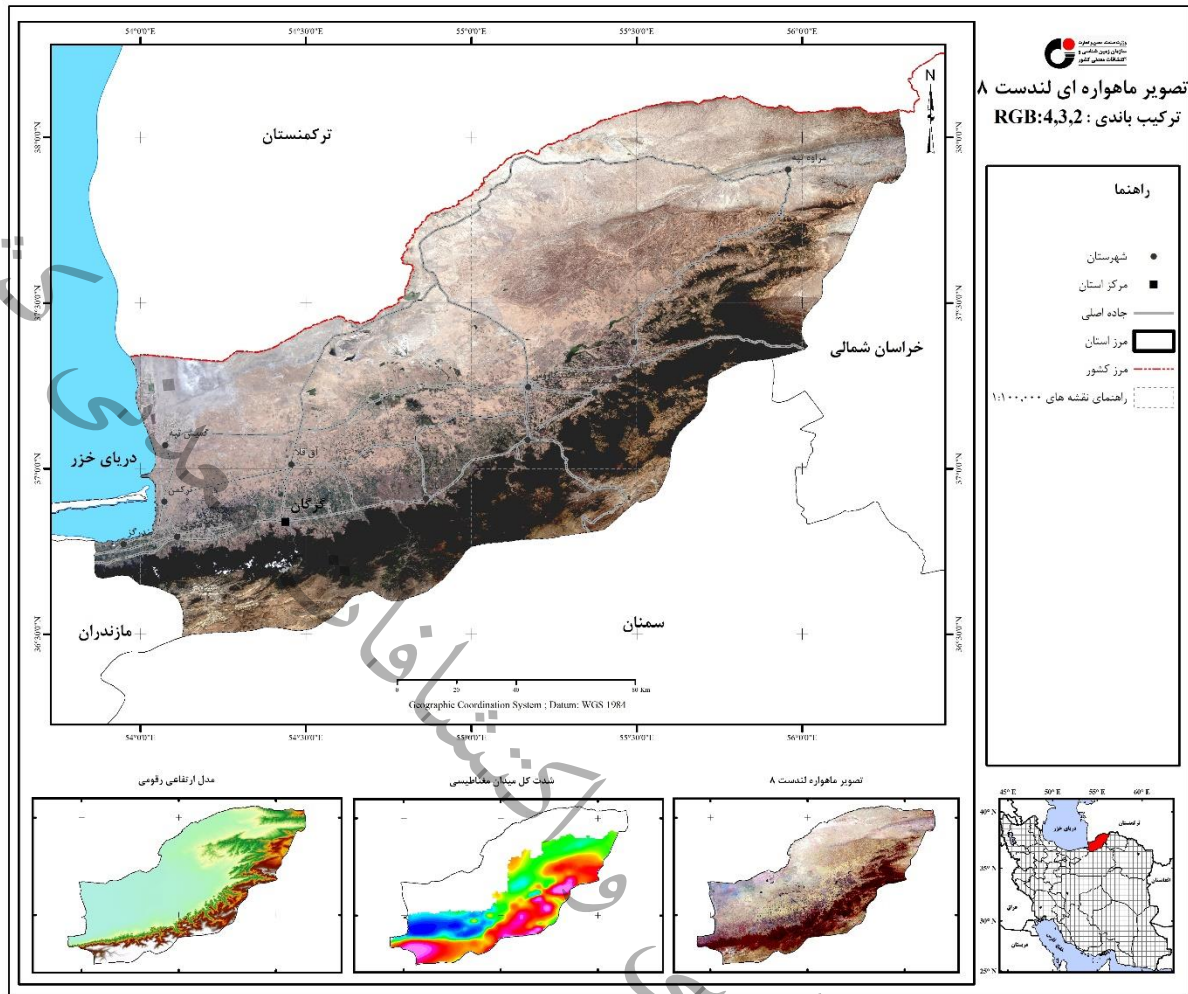


۴-۳-۳- استخراج اطلاعات (پس پردازش)

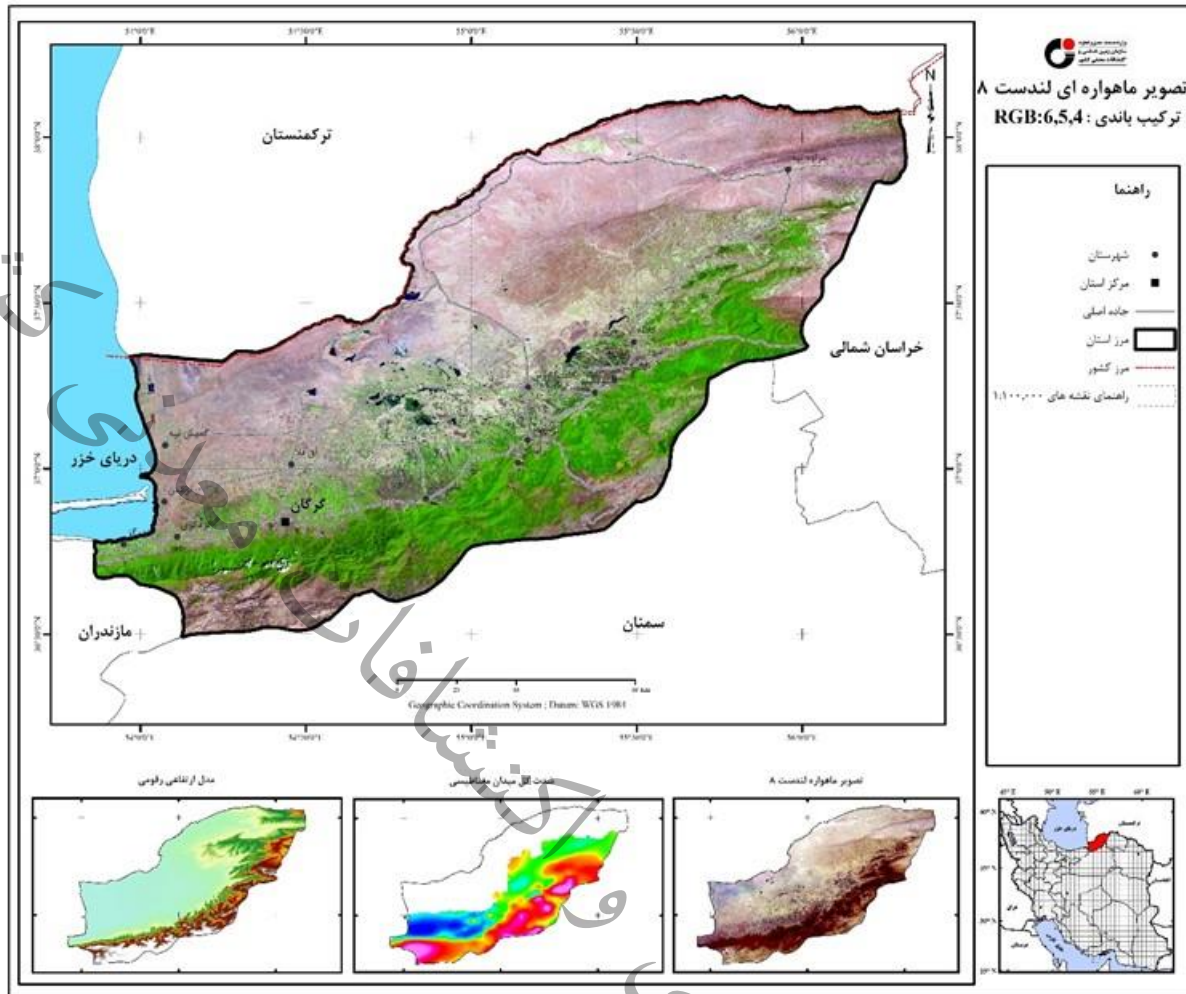
• ایجاد ترکیب بانندی

برای تشخیص عوارض در تصاویر ماهواره‌ای لازم است تا آن‌ها به نحو قابل تشخیص برای چشم انسان نمایش داده شوند. در این روش با قرار دادن باندهای مناسب تصویر در جعبه‌های قرمز، سبز و آبی، عوارض مورد نظر مفسر به رنگ‌های دلخواه در تصویر حاصل پدید می‌آیند، تا به راحتی و با تفسیر بصری عوارض مطلوب از تصویر حاصله استخراج شود. روش‌های تجربی نشان داده‌اند که در تصاویر ASTER، تصاویری با ترکیب‌های رنگی RGB=468، RGB=456 و RGB=321 برای شناسایی نواحی دگرسانی آرژیلیک، فیلیک، اکسید آهن و ترکیب رنگی RGB=14,12,10 در محدوده طیفی TIR برای تفکیک دگرسانی سیلیسی مناسب می‌باشند. در RGB=468 زون دگرسانی آرژیلیک پیشرفته به رنگ قرمز، زون آرژیلیک به رنگ صورتی روشن و زون پروپیلیتیک به رنگ سبز تیره و واحدهای کربناته به رنگ زرد - سبز روشن دیده می‌شوند. در RGB=456 زون دگرسانی فیلیک نارنجی رنگ دیده می‌شود، (شکل‌های ۴-۹ و ۴-۱۰)، همانطور که ملاحظه می‌شود، در محدوده استان دگرسانی قابل توجهی مشاهده نمی‌شود. در RGB=14,12,10 واحدهای سیلیسی به رنگ صورتی می‌باشند، (شکل ۴-۱۱).

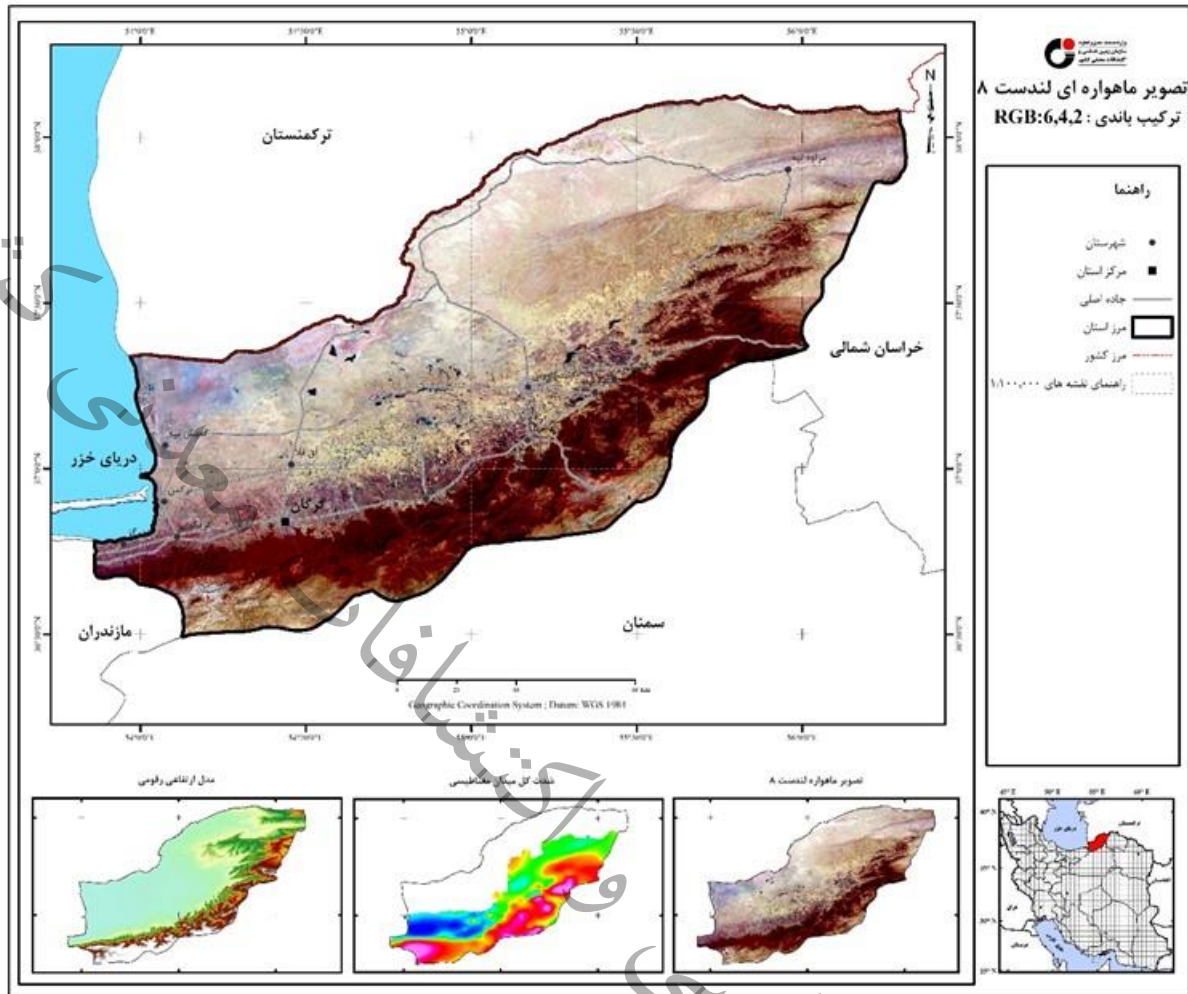
در سنجنده OLI لندست ۸ ترکیب بانندی RGB:432 ترکیب رنگی حقیقی (شکل ۴-۶)، در ترکیب بانندی RGB:642 نواحی غنی از کانی‌های اکسید آهن به رنگ نارنجی تا زرد دیده می‌شوند، (شکل ۴-۸). در ترکیب بانندی RGB:654 پوشش گیاهی به رنگ سبز دیده می‌شود، (شکل ۴-۷). همانطور که ملاحظه می‌شود محدوده وسیعی از جنوب استان شامل پوشش گیاهی می‌باشد و دگرسانی قابل توجهی مشاهده نمی‌شود. در ماهواره Sentinel2A ترکیب بانندی RGB:432 ترکیب رنگی حقیقی، ترکیب بانندی RGB:843 ترکیب رنگی استاندارد می‌باشد. در ترکیب بانندی RGB:11,4,2 مناطق دگرسانی به ویژه اکسید آهن به رنگ نارنجی تا زرد دیده می‌شوند، در ترکیب بانندی RGB:11,12,3 مناطق دگرسانی آرژیلیک به رنگ صورتی دیده می‌شوند، (شکل‌های ۴-۱۲ و ۴-۱۵). تصاویر ترکیب رنگی در حقیقت پایه و اساس سایر تکنیک‌ها هستند، زیرا نتایج حاصل از سایر روش‌ها با ترکیبات رنگی تفسیر می‌شوند، همانطور که ملاحظه می‌شود، در تصاویر Sentinel2A هم دگرسانی قابل توجهی مشاهده نمی‌شود.



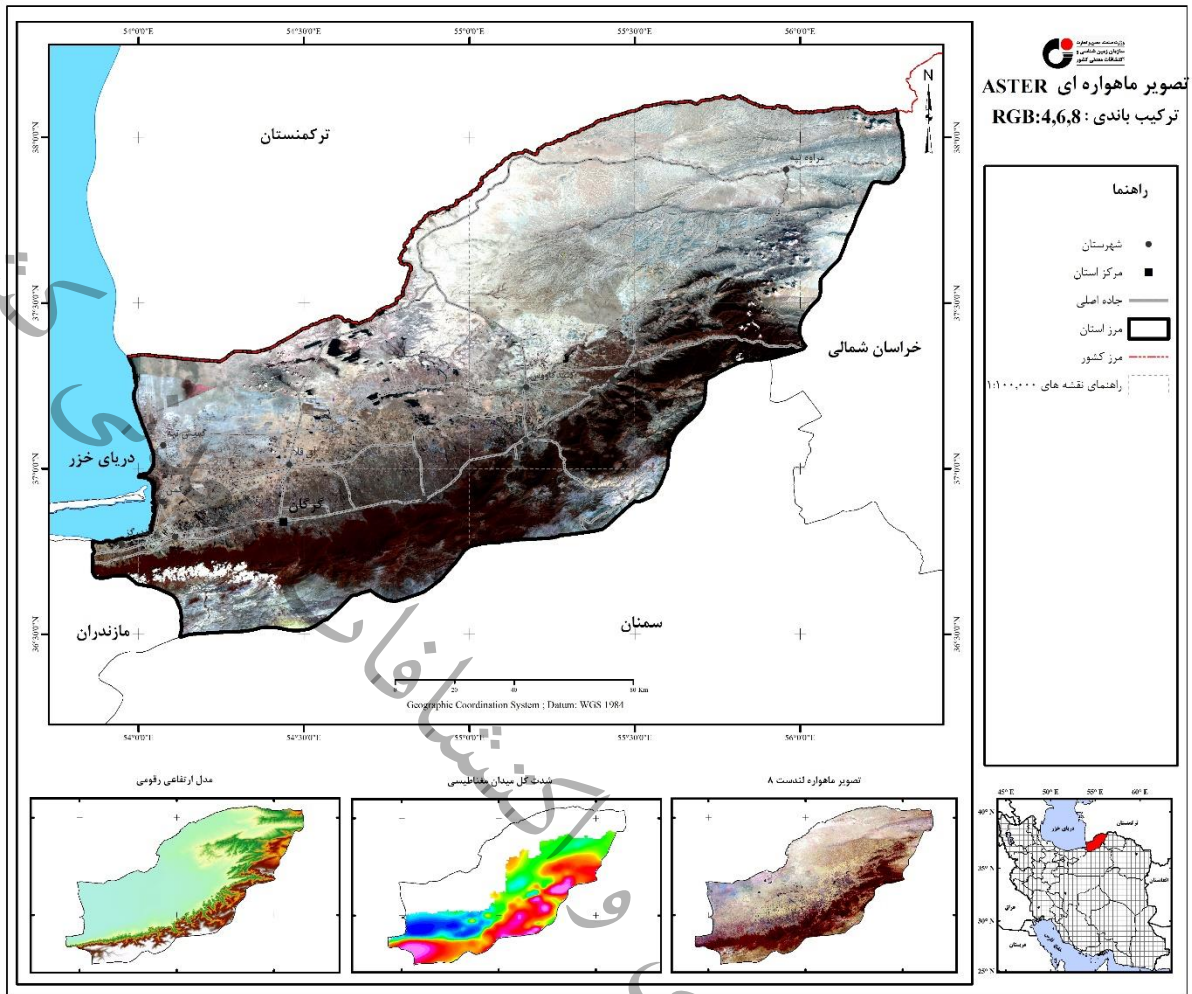
شکل ۴-۶ ترکیب باندی (RGB:432)، ماهواره لندست ۸



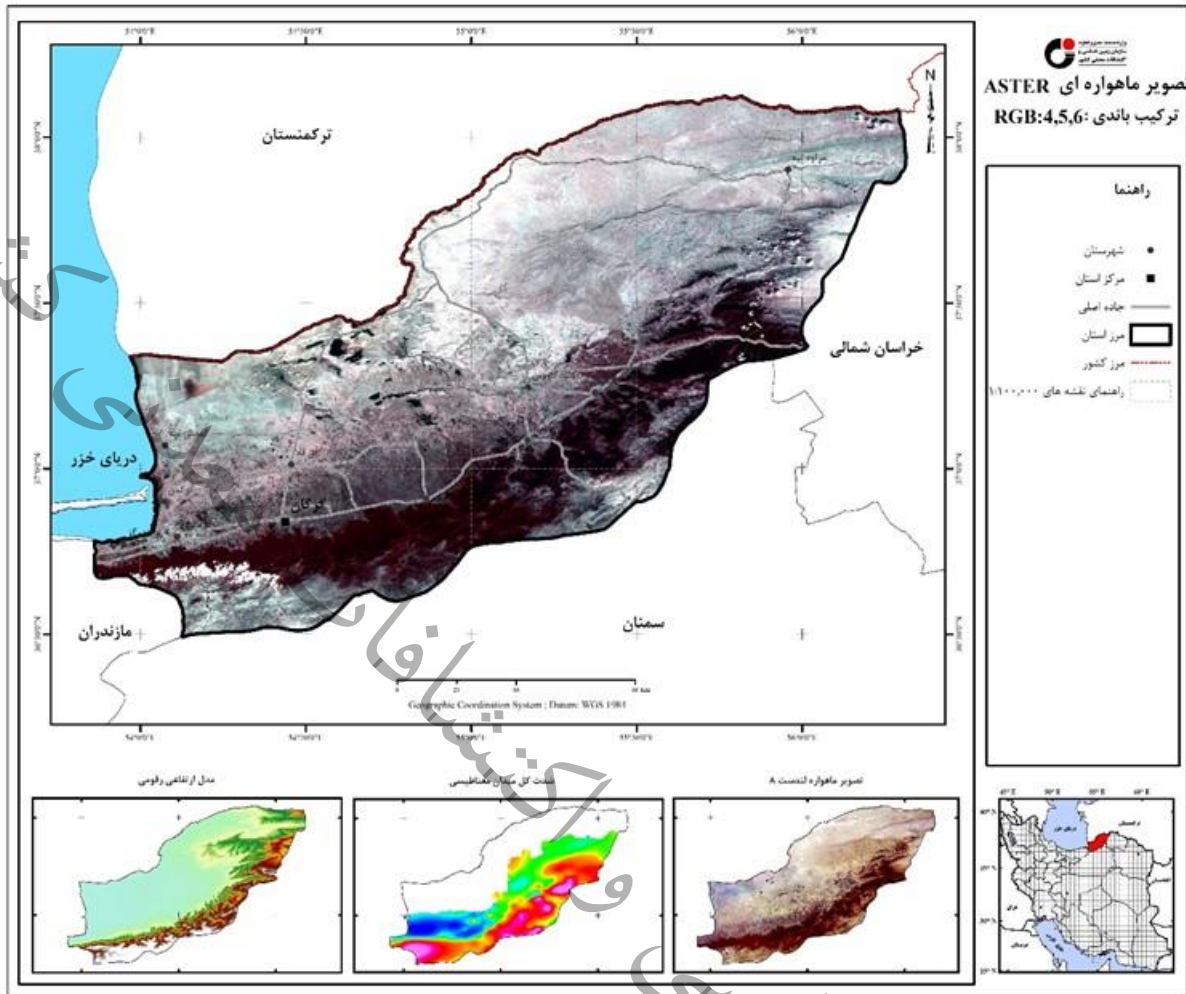
شکل ۴-۷- ترکیب باندی (654) ، ماهواره لندست ۸



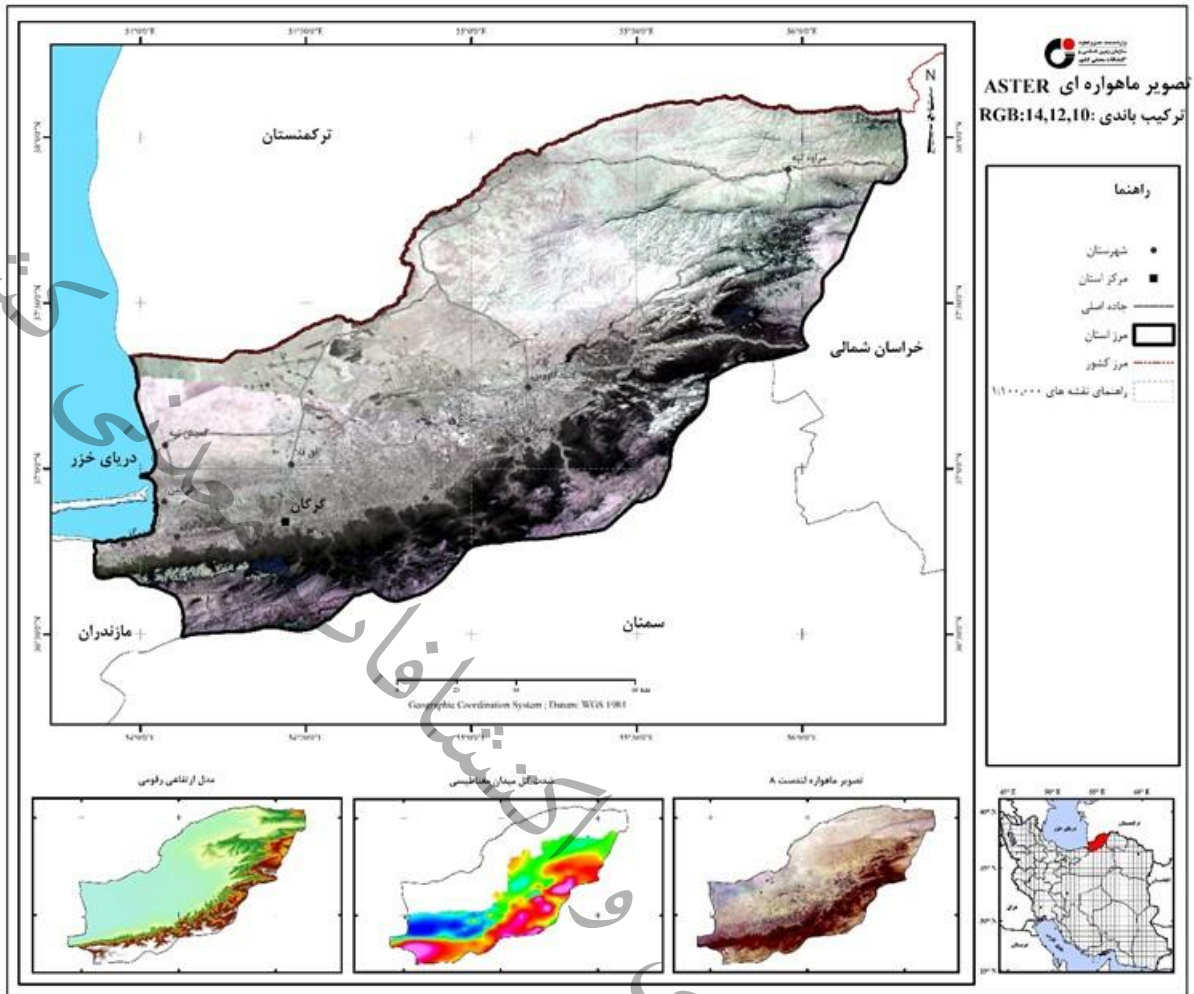
شکل ۴-۸ ترکیب باندی (642) RGB، ماهواره لندست ۸



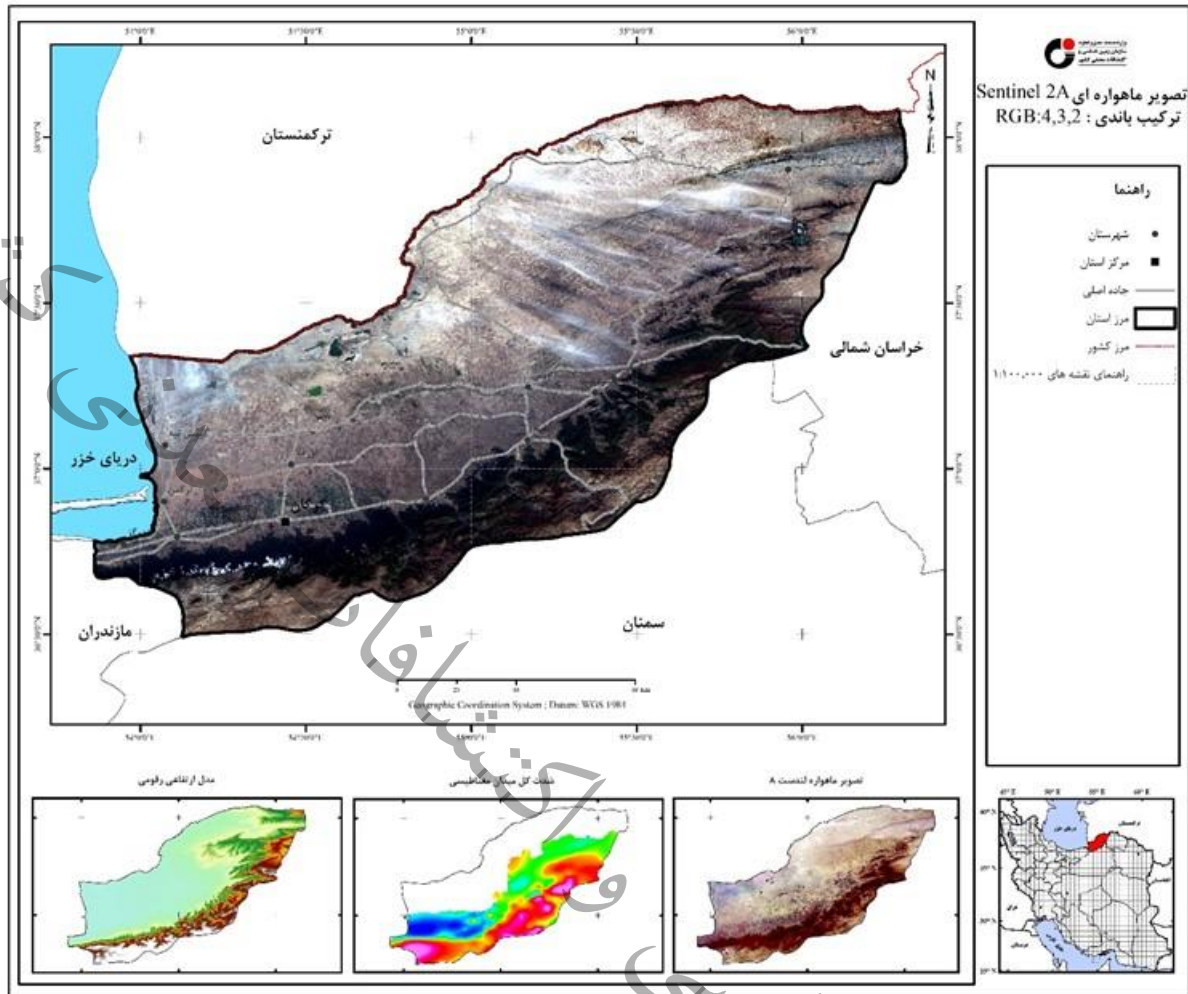
شکل ۴-۹- تصویر ترکیب رنگی (RGB: ۴۶۸) سنجنده ASTER



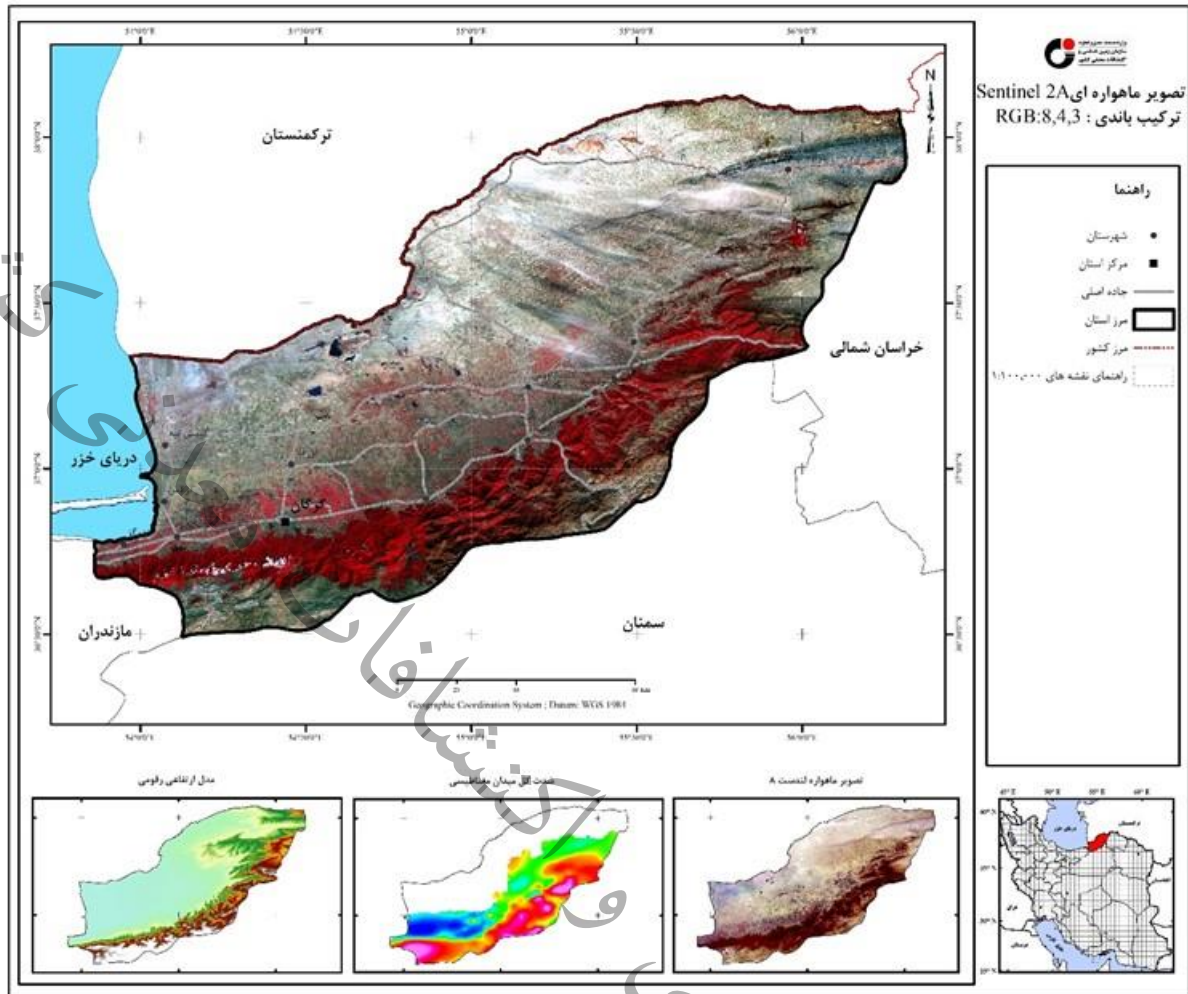
شکل ۴-۱۰ تصویر ترکیب رنگی RGB:456 سنجنده ASTER



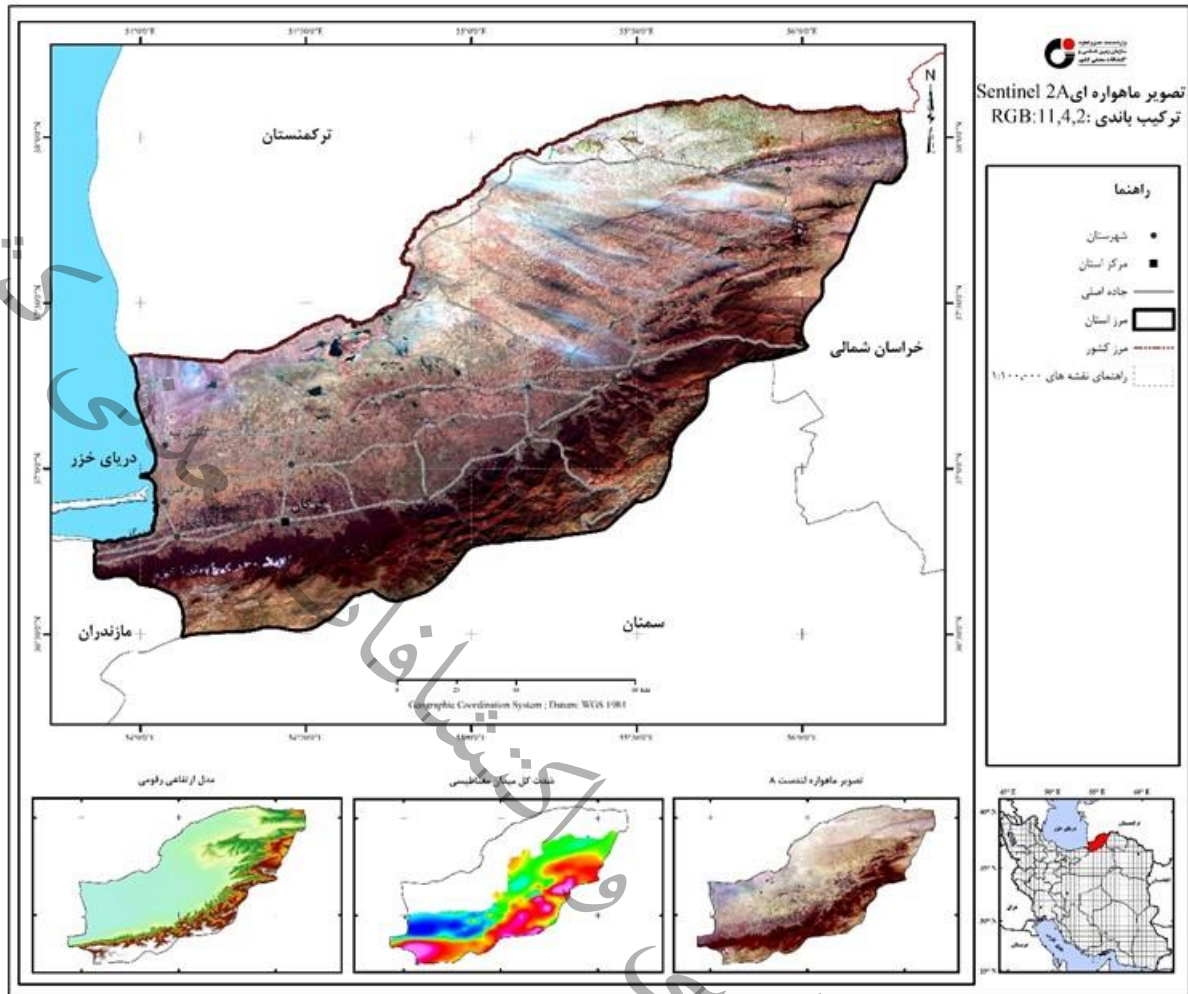
شکل ۴-۱ - تصویر ترکیب رنگی RGB:14,12,10 سنجنده ASTER



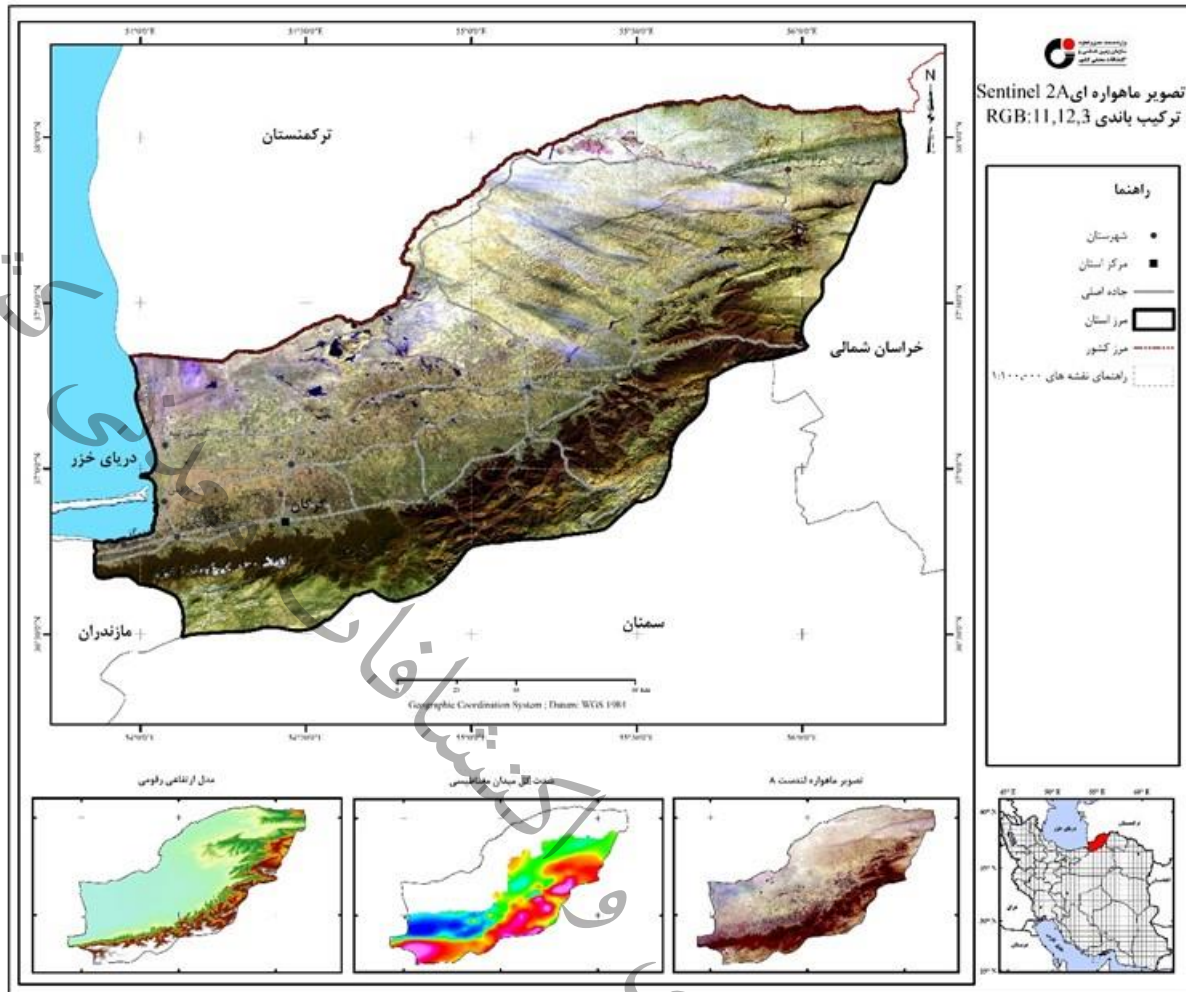
شکل ۴-۱۲= تصویر ترکیب رنگی حقیقی ماهواره Sentinel-2A



شکل ۴-۱۳ = تصویر ترکیب رنگی کاذب استاندارد ماهواره Sentinel-2A



شکل ۴-۱۴ = تصویر ترکیب رنگی RGB:11,4,2 ماهواره Sentinel-2A



شکل ۴-۱۵- تصویر ترکیب رنگی RGB:11,12,3 ماهواره Sentinel-2A

• آنالیز طیفی

در این روش برای شناسایی زون های مختلف دگرسانی بیشتر از داده های سنجنده ASTER با توجه به توانایی های این سنجنده در تشخیص مناطق دگرسانی استفاده شده است. قدرت تفکیک بهتر و تنوع باندهای سنجنده ASTER در محدوده فرورسرخ طول موجهای کوتاه، امکان بررسی دقیق تر رفتار طیفی کانی های شاخص زون های دگرسان شده را میسر ساخته است که از برتری های انکار ناپذیر آن بر سایر سنجنده های چند طیفی می باشد.

روش های آنالیز طیفی متعددی در پردازش تصاویر ASTER در زمینه شناسایی مناطق دگرسانی وجود دارد که از مهم ترین آنها می توان به روش های فیلتر گذاری تطبیقی (MF)، نقشه بردار زاویه طیفی (SAM)، انطباق سیمای طیفی (SFF) و روش پیش بینی خطی باند (LS-fit) اشاره کرد. الگوریتم های مذکور بر روی تصاویر ASTER استان گلستان اعمال شد، نتایج حاصل شده نشان دهنده این است که این استان یا فاقد نواحی مستعد کانی زایی فلزی می باشد یا در صورت دارا بودن، اندیس های فلزی رخنمون سطحی ندارند.

- نقشه موضوعی ساختارهای تکتونیکی

به طور کلی تشخیص ساختارهای تکتونیکی در هر منطقه کمک بسیار ارزنده ای برای شناسایی و اکتشاف مواد معدنی می نماید. شناخت پدیده های تکتونیکی مثل گسل های عادی، گسل های تراستی یا راندگی، گسل های امتداد لغز سبب تشخیص ساختارهای کششی و فشاری در منطقه است. اما آنچه بیش از همه حائز اهمیت است، این است که بررسی امتداد و راستای گسل ها و محل تلاقی آن ها با یکدیگر راهنمای خوبی برای اکتشاف مواد معدنی است. چرا که این جایگاه ها، می تواند مکان مناسبی برای نفوذ و جایگیری ماگما و احتمالاً کانه زایی در صورت وجود شرایط فیزیکی و شیمیایی متناسب باشد. یکی از امکاناتی که هنگام تفسیر رقومی اطلاعات ماهواره ای و استفاده از کامپیوتر در اختیار مفسر قرار می گیرد، اختصاص ارزش های جدید بر اساس ارزش پیکسل های مجاور برای ایجاد تصویر جدید می باشد که تحت عنوان فیلتر کردن می باشد. عمل فیلتر به این صورت انجام می پذیرد که یک پنجره متحرک، پیکسل به پیکسل روی تمامی قسمت های تصویر حرکت کرده و در هر مکان بر اساس ضرایب و فرمولی که برای خانه های آن پنجره تعریف شده است، محاسبات صورت می گیرد و آن ارزش محاسبه شده برای خانه های آن پنجره تعریف شده است. برای عمل فیلتر کردن، معمولاً از جعبه فیلترهایی به اندازه 3×3 ، 5×5 ، 9×9 استفاده می شود. معمولاً در پردازش تصاویر ماهواره ای، از سه نوع فیلتر استفاده می شود که شامل:

- فیلتر پایین گذر

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

- فیلتر بالا گذر

انجام این فیلتر، موجب انتقال میزان بیشتری از ارزش های طیفی بالا می شود. برای درک فیلتر بالا گذر، کافی است که نتیجه فیلتر پایین گذر را از تصویر اصلی کم کنیم. در تصویر حاصل، در پدیده های دارای ارزش طیفی بالا، جزئیات بیشتری ظاهر می شود و خصوصاً آن که اختلاف میان پیکسل های مجاور که در آن ها ارزش

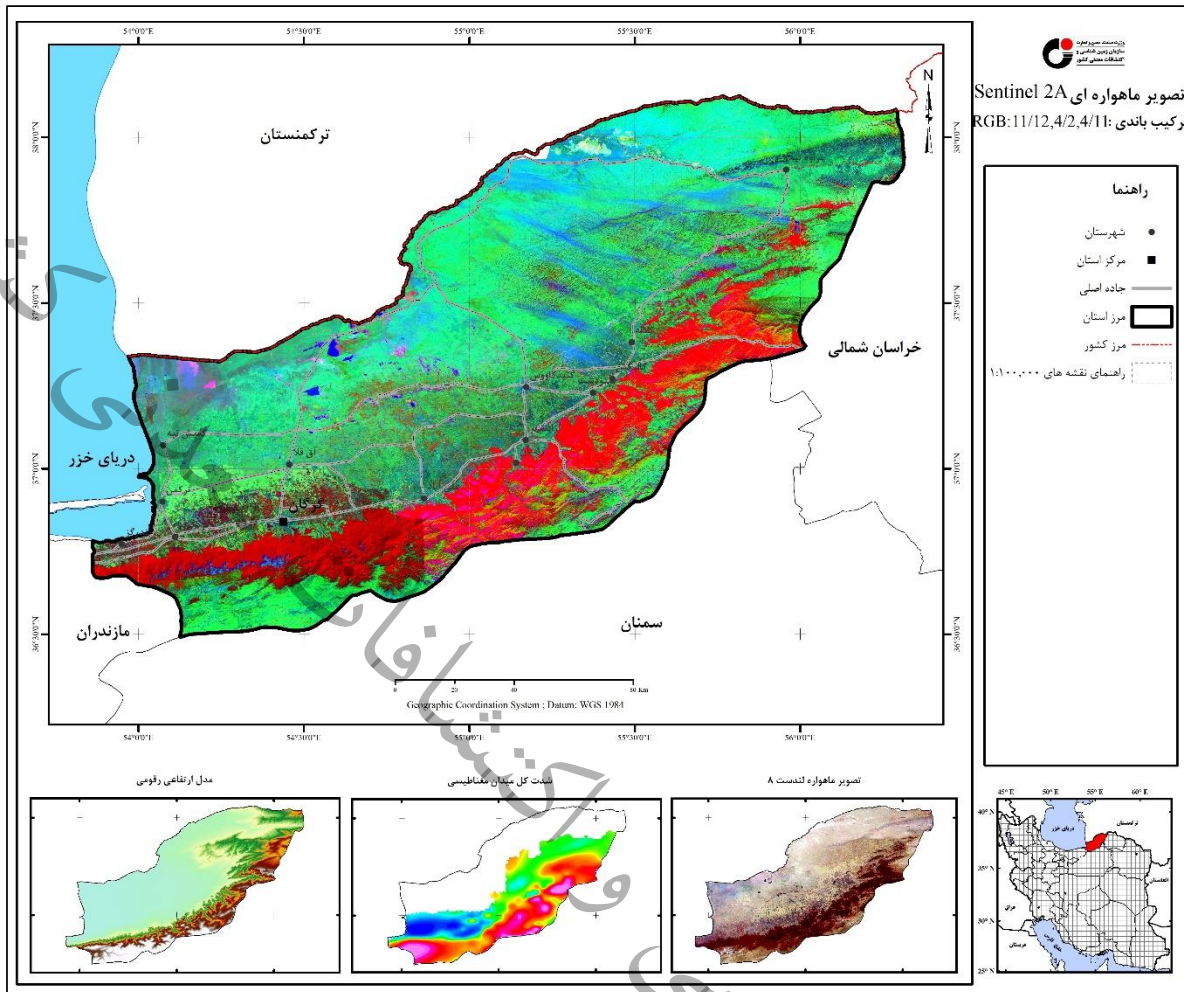


طیفی تغییر ناگهانی یافته، بیشتر می‌شود از این خاصیت در مطالعه و بررسی عوارض خطی و مرزها استفاده می‌شود. این فیلتر مخصوصاً برای مقاصد بارزسازی بسیار مفید است که گاه به همین دلیل به آن‌ها واضح کننده یا بارز ساز لبه گویند .

○ فیلترهای میان‌گذر

اجرای این فیلتر سبب انتقال میزان بیشتری از ارزش‌های طیفی بخصوص می‌شود. (منظور از باند در این فیلتر ، باندهای یک سنجنده نیست بلکه محدوده‌ای از یک باند طیفی است) البته تعیین اینکه چه محدوده‌ای برای این عمل مورد استفاده قرار می‌گیرد ، بر اساس نوع و هدف تحقیق متفاوت است.

برای تشخیص شکستگی‌ها در این مطالعه از تصاویر تک باندهای و یا رنگی با اعمال فیلترهای مختلف استفاده گردید. با به کارگیری فیلترهای پایین‌گذر (Low pass) مانند فیلتر median با ماتریس 3×3 و 7×7 و با به کارگیری فیلترهای بالا گذر (High pass) مانند فیلتر آشکارسازی لبه‌ها (Edge sharpen) با ماتریس‌های مختلف از جمله 3×3 و 5×5 بر روی باندهای مختلف باعث بارز شدن لبه‌ها و شناسایی پدیده‌های خطی و خطواره‌ها می‌شود. توجه به نشانه‌های زمین ریخت شناسی تغییرات ناگهانی توپوگرافی ، جابجایی رودخانه‌ها و واحدهای سنگی از عوامل مهم در تشخیص و تعیین شکستگی‌های منطقه می‌باشد. هدف اصلی این گزارش، تعیین نقاط امیدبخش معدنی و اکتشاف آن‌ها می‌باشد، لذا در تحلیل‌های تکتونیکی گسل‌ها به دو نوع اصلی و فرعی تقسیم‌بندی و مطالعه شده‌اند. از آن‌جا که ساختارهای کوچک و محلی کمتر در کانه‌سازی نقش دارند روندهای اصلی و یکپارچه جدا شده‌اند. در این پروژه از فیلترهای بالا گذر یا High Pass جهت تفکیک ساختارهای حلقوی و گسل‌ها استفاده شد. این فیلترها در نرم افزار Geomatica وجود دارند. در این نرم افزار از فیلتر Edge Sharpening Filter و سپس از فیلتر Laplacian Edge detector جهت تفکیک ستیغ کوه‌ها از گسل‌ها استفاده شد. در نهایت استخراج خطواره‌ها و ساختارهای خطی به صورت بصری و دستی انجام گرفت. (شکل ۴-۱۶)



شکل ۴-۱۶- ترکیب نسبت های باندی (RGB:11/12,4/2,4/11)، ماهواره Sentinel-2A



۴-۴- تفسیر نتایج پردازش تصاویر

با پردازش داده‌های ASTER ، Sentinel2A و OLI و استفاده از روش‌های ترکیب باندی، نسبت باندی، آنالیز مولفه‌های اصلی و آنالیز طیفی هیچ اثری از کانه زایی فلزی در سطح استان مشاهده نشد. واحدهای سنگی و زمین شناسی استان حاکی از این است که ذخایر معدنی منطقه بیشتر شامل پتانسیل‌های معدنی غیرفلزی می‌باشد. نتایج حاصل شده نشان دهنده این است که این استان یا فاقد نواحی مستعد کانی‌زایی فلزی می‌باشد و یا در صورت دارا بودن اندیس‌های فلزی به دلیل پوشش گیاهی وسیع رخنمون سطحی ندارند.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

فصل پنجم

مطالعات ژئوشیمیایی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۵-۱- مقدمه

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

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

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

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

۵-۳- پردازش داده های ژئوشیمیایی

داده های سنسورد به داده هایی اطلاق می شود که به صورت مقادیر کمتر از و یا بیشتر از ($>$, $<$) حد حساسیت دستگاهی گزارش شده اند. این داده ها با توجه به مقادیر بسیار زیاد و یا بسیار کم عناصر و با عنایت به حد تشخیص دستگاه گزارش می شوند. بدیهی است که سنجش مقادیر کمتر از حد حساسیت دستگاه در توانایی دستگاه نبوده و آنرا با نماد ($<$) نشان می دهد. با توجه به اینکه این مقادیر، ویژگی کمی (Quantitative) نداشته، لذا نمی توانند به صورت یک داده عددی در سیستم داده پردازش وارد شوند. در ضمن حذف آنها از سیستم نیز منجر به نادیده گرفتن بخشی از اطلاعات می شود. جایگزینی و تخمین داده های سنسورد با روش های مختلفی انجام می شود که از جمله این روش ها می توان به روش بیشترین درست نمایی کوهن (Cohen Maximum Likelihood)، روش ترسیمی و روش های جایگزینی ساده اشاره کرد. روش های 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 می باشد.

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

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.

۵-۴-۱- جدایش مقادیر خارج از ردیف

در مباحث آماری به مقادیری که بطور معنی داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند، مقادیر خارج از رده گفته می شود. این مقادیر گاهی بدلیل وجود خطاهای تجربی مانند خطای آنالیز در داده ها وارد می شوند ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنی های موجود در جامعه داده های اکتشافی بروز می کند. برای مثال در داده های اکتشافی ناحیه ای مقادیر ناهنجاری در این رده قرار می گیرند. واضح است که چنین توزیع هایی را نمی توان توزیع نرمال در نظر گرفت. برای تشخیص مقادیر خارج از رده روش های متفاوتی وجود دارد که در این جا از روش تجربی که اساس آن بر مرتب کردن نزولی داده ها 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.

۵-۴-۲- محاسبه پارامترهای آماری تک متغیره

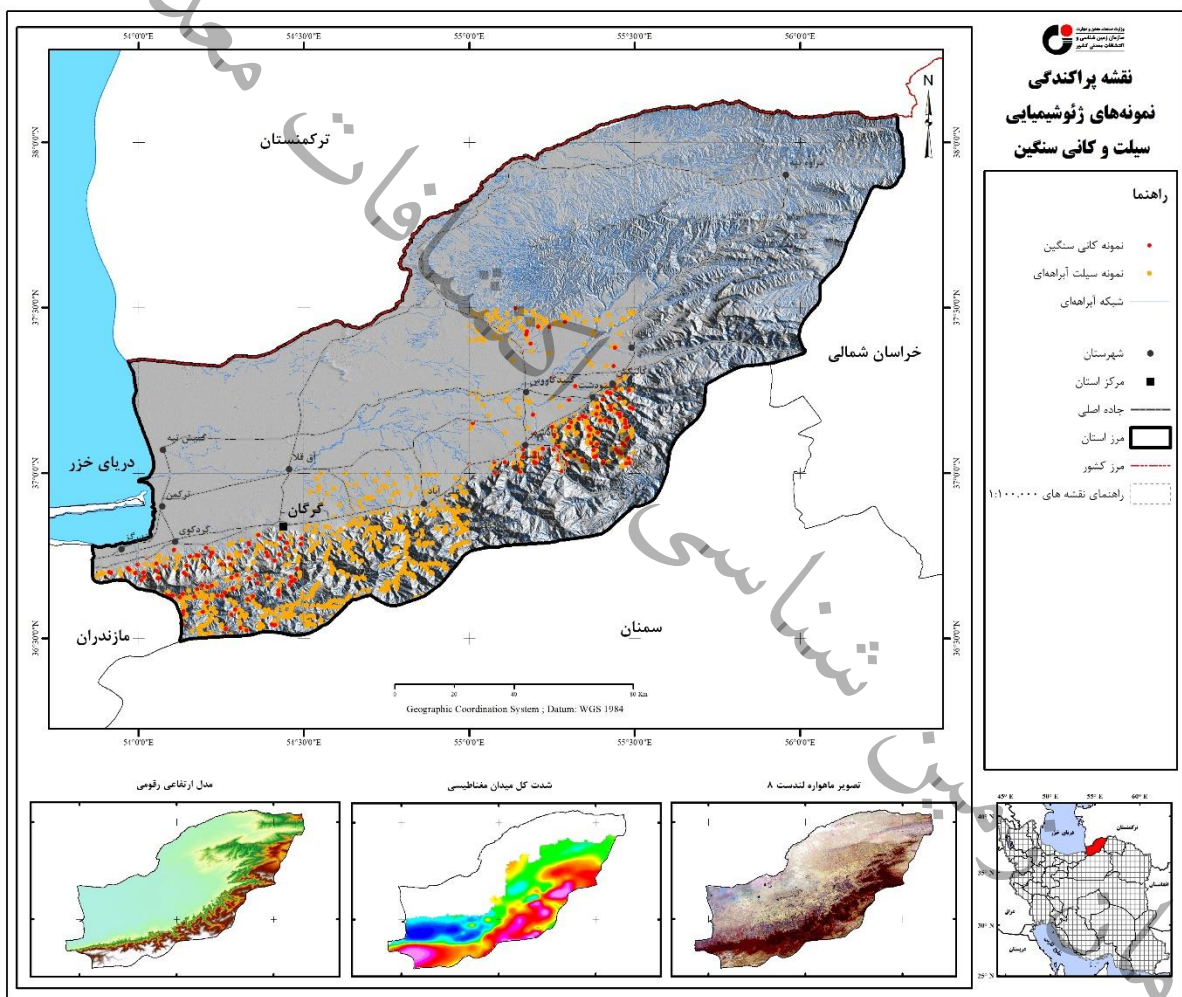
دستیابی به پارامترهای آماری اولین گزینه ای است که به عنوان مهمترین و جامع ترین اطلاعات آماری فرآروی داده پردازان قرار می گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده ها حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه ها و تشابه یا تمایز آن با یک توزیع نرمال را به نمایش می گذارد. آماره های 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 گلستان

پهنه استان گلستان شامل ۱۷ برگه یکصد هزار ژئوشیمیایی می باشد که از این تعداد، برگه های گنبد قابوس، علی آباد و گرگان بطور کامل یا بخش اعظم آن در داخل استان قرار می گیرند. برگه یکصد هزار بهشهر در مرز استانی بوده و تنها بخش کوچکی از آن در استان قرار گرفته است. لازم به ذکر است برگه های یکصد هزار گمیشان، اینچه برون، داشلی برون، رامیان، چات، ری آباد، دوزین، مراوه تپه، نازلی، سید آباد و غزنین فاقد مطالعات ژئوشیمیایی می باشد. برگه های یکصد هزار دامغان و رباط قره بیل دارای نمونه رسوبات آبراهه ای می باشد ولی نواحی نمونه برداری در محدوده مورد نظر واقع نشده است. در جدول ۵-۱ مشخصات نمونه های برداشت شده به تفکیک هر برگه آورده شده است. نقشه ۵-۱ موقعیت مکانی نمونه های ژئوشیمیایی سیلت و کانی سنگین موجود در استان را نشان می دهد.

جدول ۵-۱- مشخصات برگه های داده های ژئوشیمیایی در پهنه اکتشافی

ردیف	نام برگه	شماره برگه	تعداد آنالیز عنصری	تعداد نمونه	تعداد نمونه در محدوده
۱	پهشهر	۶۷۶۳	۲۰	۲۵۰	۲۰
۲	گرگان	۶۸۶۳	۲۰	۳۸۵	۳۳۷
۳	علی آباد	۶۹۶۳	۲۶	۶۳۷	۴۰۳
۴	گنبد قابوس	۷۰۶۴	۲۸	۳۵۹	۳۵۹



شکل ۵-۱- پراکندگی نمونه های ژئوشیمیایی سیلت و کانی سنگین در استان گلستان



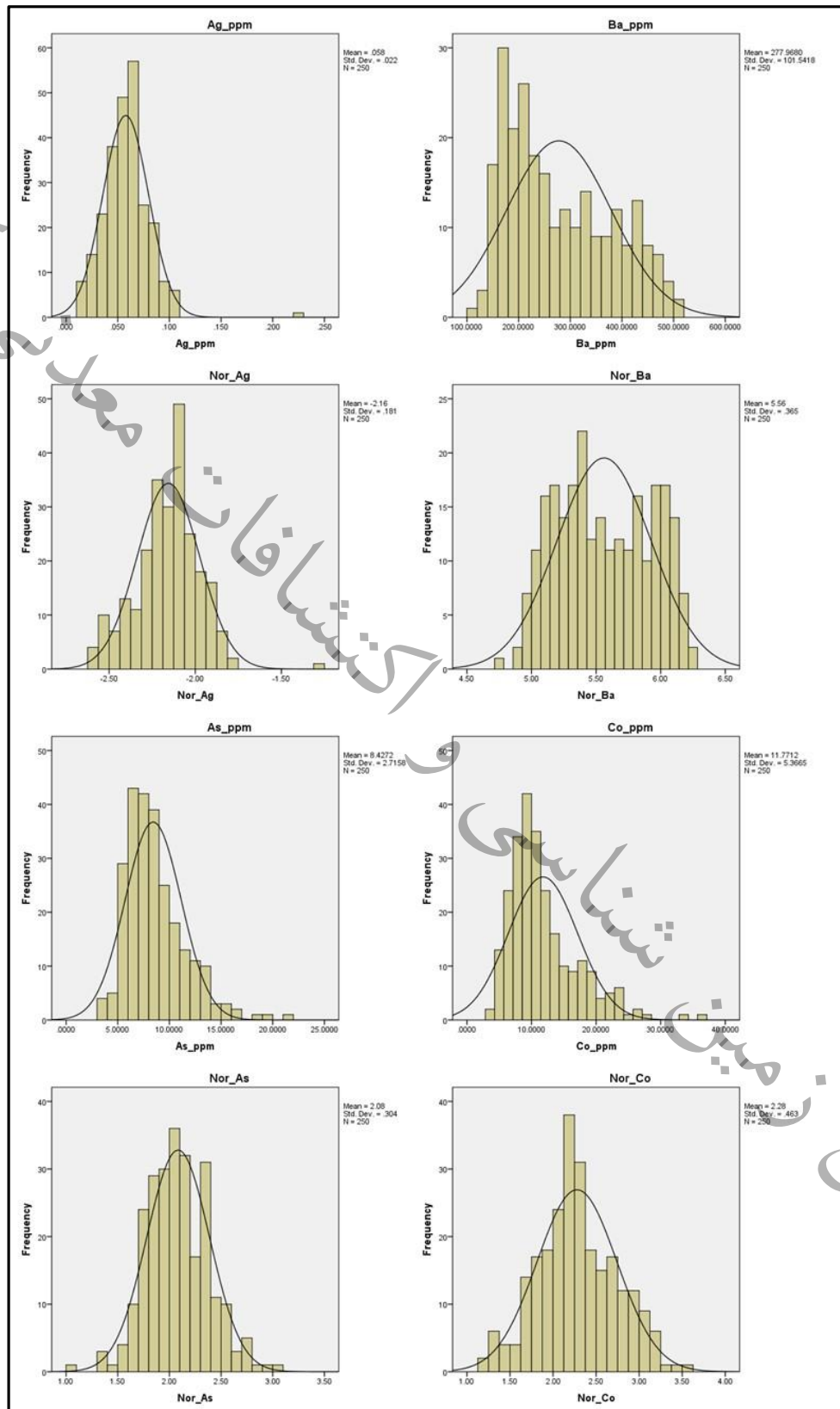
۵-۵-۱- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ بهشهر (۶۷۶۳)

این برگه در بخش غربی استان واقع شده و شامل ۲۵۰ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۲۰ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۰ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۲۰ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Pb, Zn

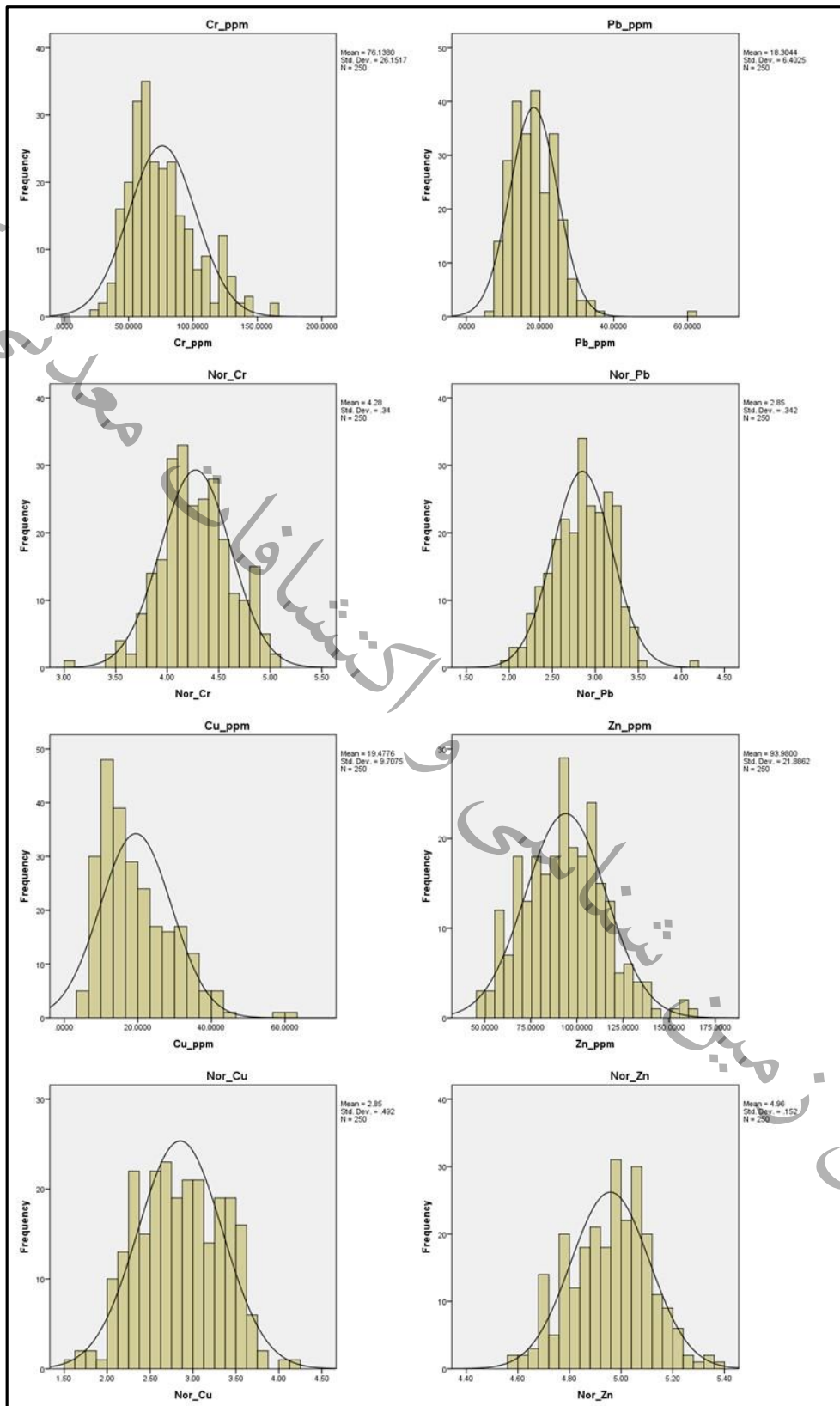
جدول ۲-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه بهشهر را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل ۲-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۶۰ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که ۹ نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های کانی‌های گروه سرب و روی (گالن)، گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (هماتیت، مگنتیت)، گروه پیریت (پیریت) قابل تشخیص بوده اند.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	250	0.058	0.058	0.022	1.574	10.71	0.01	0.22
Nor_Ag	250	-2.156	-2.141	0.181	0.076	1.743	-2.604	-1.269
As_ppm	250	8.43	8.00	2.72	1.258	2.55	3.000	21.00
Nor_As	250	2.08	2.079	0.304	0.194	0.346	1.099	3.045
Ba_ppm	250	278.0	248.5	101.5	0.505	-0.97	119.00	515.00
Nor_Ba	250	5.56	5.515	0.365	0.084	-1.19	4.779	6.244
Co_ppm	250	11.77	10.30	5.366	1.420	2.688	4.100	37
Nor_Co	250	2.278	2.241	0.463	0.109	-0.128	1.163	3.589
Cr_ppm	250	76.14	70.40	26.2	0.806	0.32	21.10	160.80
Nor_Cr	250	4.28	4.254	0.340	-0.083	0.089	3.049	5.080
Cu_ppm	250	19.48	17.05	9.7	1.060	1.354	4.90	62.40
Nor_Cu	250	2.850	2.836	0.492	-0.007	-0.633	1.589	4.134
Pb_ppm	250	18.30	17.80	6	1.444	7.18	6.90	61.50
Nor_Pb	250	2.85	2.88	0.3	-0.116	0.031	1.932	4.119
Zn_ppm	250	93.98	94.00	21.9	0.334	0.09	48.00	164.00
Nor_Zn	250	4.958	4.970	0.152	-0.075	-0.272	4.585	5.366



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

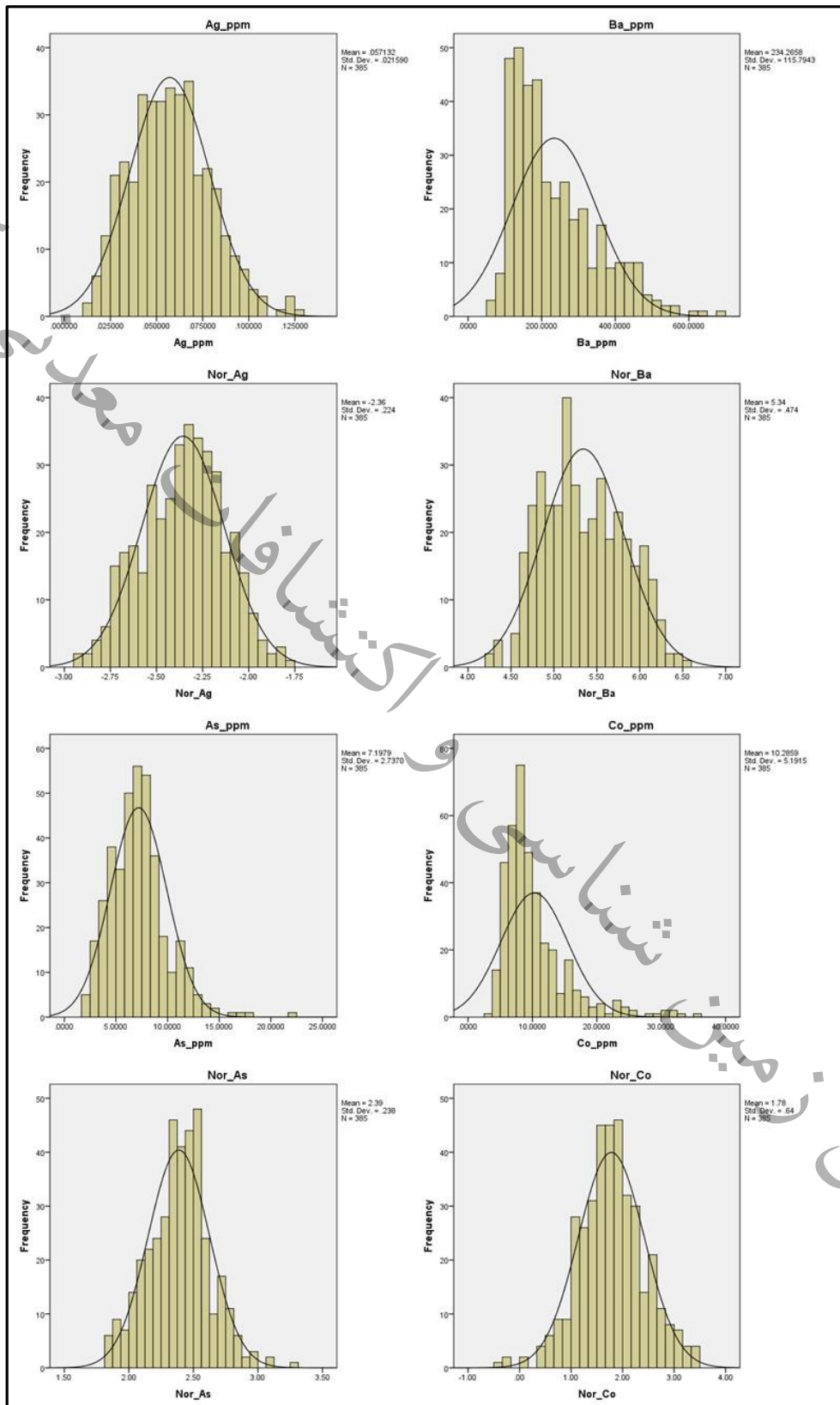
۵-۵-۲- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گرگان (۶۸۶۳)

این برگه در بخش جنوب غربی استان واقع شده و دارای ۳۸۵ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۳۳۷ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۱ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۲۰ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است. Ag, As, Ba, Co, Cr, Cu, Pb, Zn

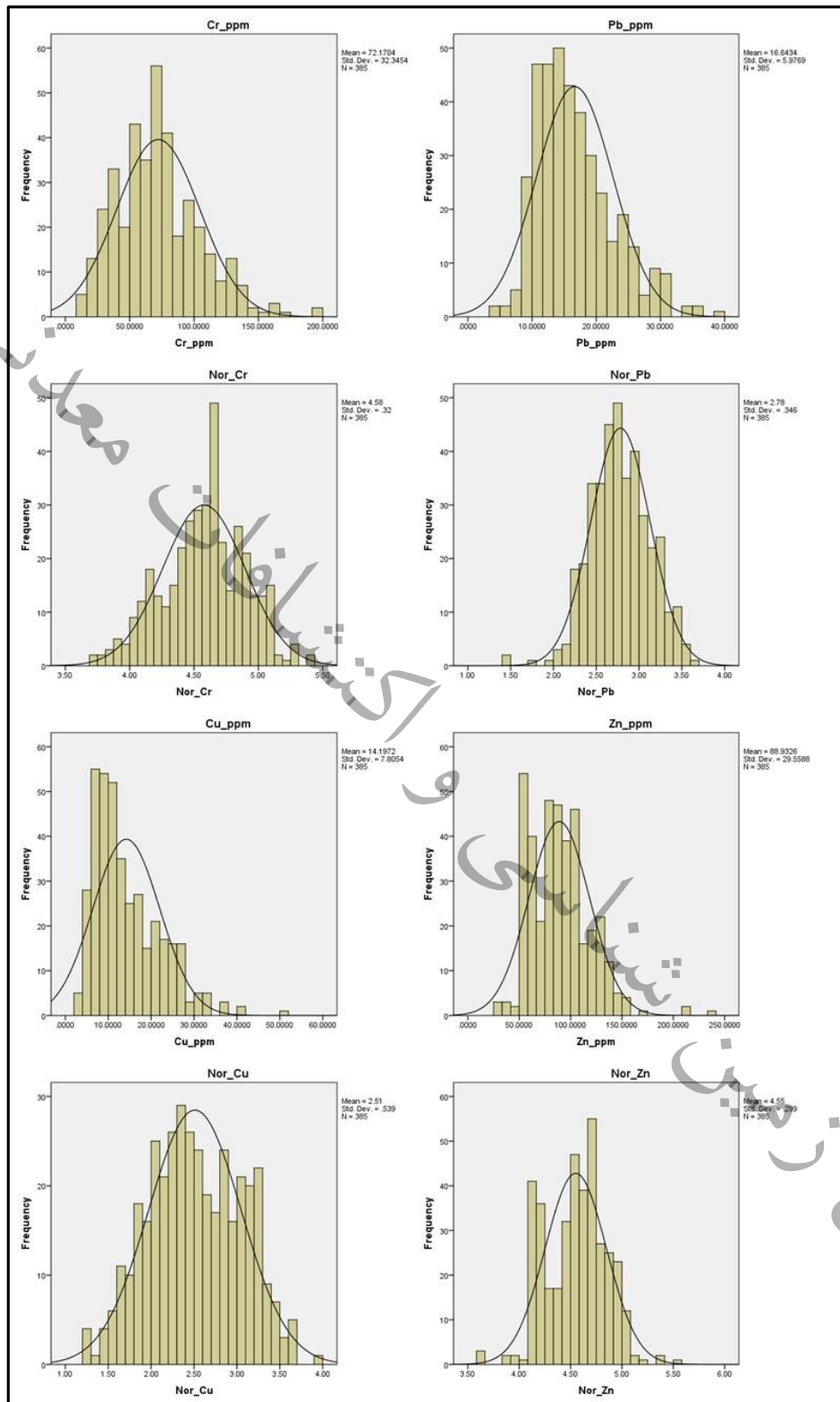
جدول ۳-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه گرگان را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. بررسی شکل تابع توزیع، مقدار حداکثر هر عنصر و میزان چولگی توزیع آن می‌توان دریافت که عنصر مورد نظر از پتانسیل اکتشافی مطلوبی برخوردار است یا خیر. در شکل ۳-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۱۰۱ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که ۹۱ نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که نمونه‌های کانی‌های گروه سرب و روی (گالن)، گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (کرومیت، هماتیت، لیمونیت، مگنتیت)، گروه پیریت (پیریت)، گروه دگرگونی (اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (آناز، آپاتیت)، گروه کربنات سولفات و فسفات (سلستین و باریت) قابل تشخیص بوده‌اند.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	385	0.057	0.056	0.022	0.414	-0.04	0.01	0.13
Nor_Ag	385	-2.356	-2.343	0.224	-0.128	-0.412	-2.919	-1.793
As_ppm	385	7.20	7.00	2.74	1.017	2.78	2.200	22.00
Nor_As	385	2.39	2.398	0.238	0.065	0.288	1.825	3.258
Ba_ppm	385	234.3	197.0	115.8	1.031	0.60	72.00	690.00
Nor_Ba	385	5.34	5.283	0.474	0.172	-0.77	4.277	6.537
Co_ppm	385	10.29	8.70	5.191	2.051	5.180	3.612	36
Nor_Co	385	1.781	1.740	0.640	-0.043	0.538	-0.491	3.485
Cr_ppm	385	72.17	69.60	32.3	0.682	0.63	12.00	196.76
Nor_Cr	385	4.58	4.601	0.320	-0.186	-0.217	3.738	5.424
Cu_ppm	385	14.20	11.80	7.8	1.126	1.312	3.50	51.20
Nor_Cu	385	2.510	2.468	0.539	0.024	-0.674	1.253	3.936
Pb_ppm	385	16.64	15.50	6	0.853	0.59	3.60	39.40
Nor_Pb	385	2.78	2.77	0.3	-0.164	0.524	1.411	3.686
Zn_ppm	385	88.93	86.00	29.6	0.846	2.11	26.75	240.00
Nor_Zn	385	4.551	4.564	0.299	-0.169	0.025	3.604	5.521



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



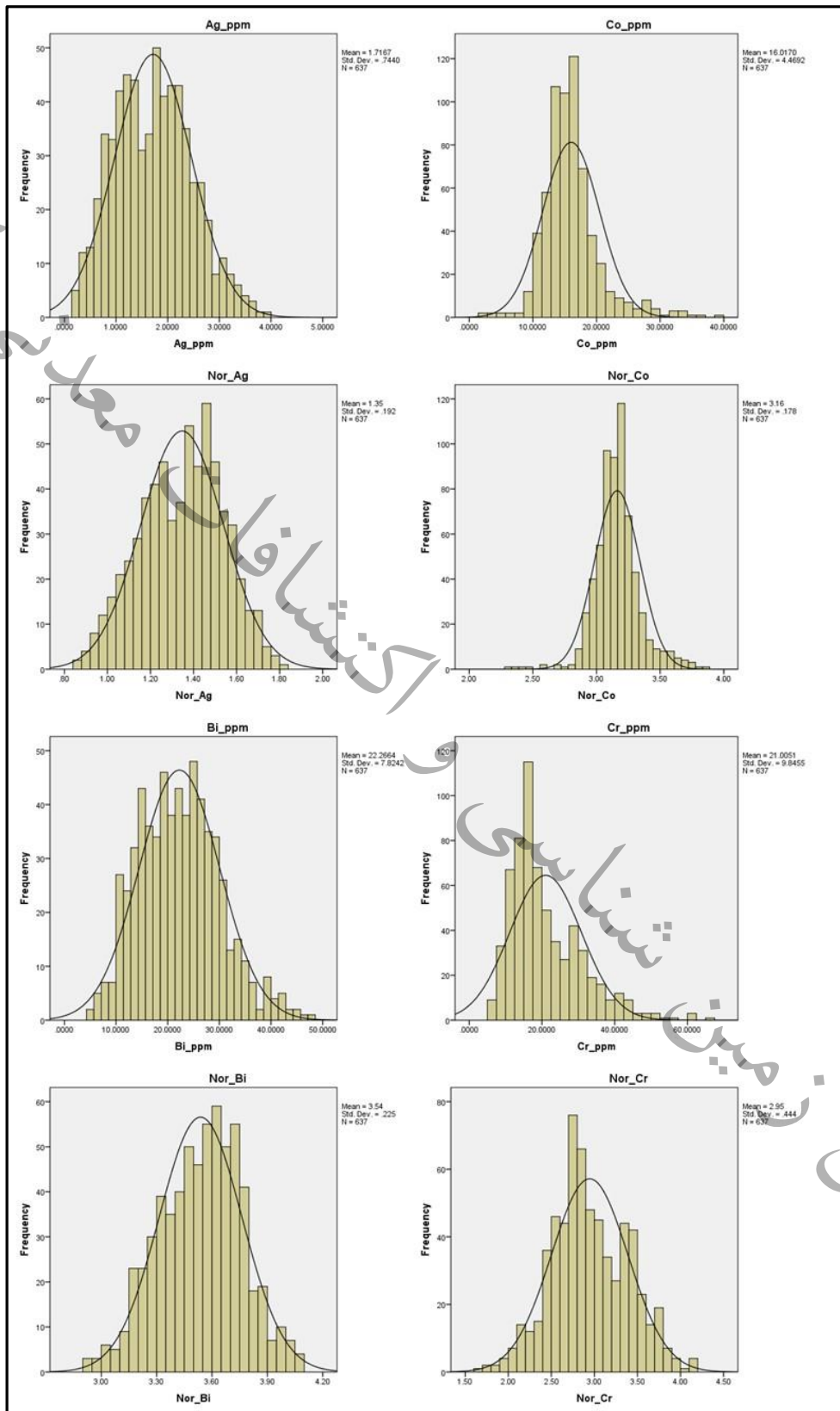
۵-۳-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ علی آباد (۶۹۶۳)

این برگه در بخش جنوبی استان واقع شده است و شامل ۶۳۷ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که تعداد ۴۰۳ نمونه آن در داخل محدوده قرار دارد. مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی این برگه در سال ۱۳۸۵ توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام گرفته است. از تعداد ۲۶ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است.
Ag, Bi, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn

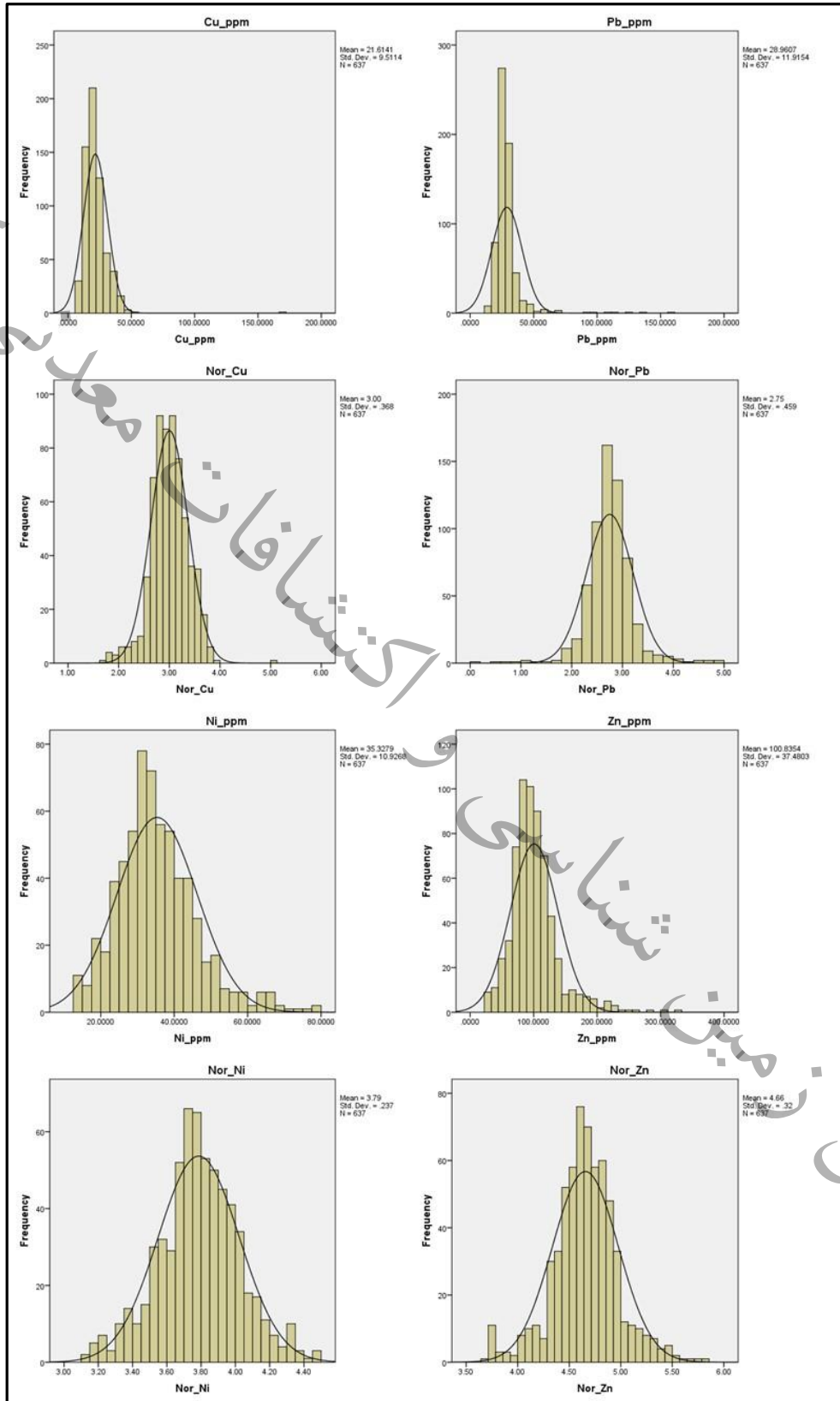
جدول ۴-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه علی آباد را نمایش می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. در شکل ۴-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
Ag_ppm	637	1.717	1.721	0.744	0.246	-0.48	0.18	3.89
Nor_Ag	637	1.347	1.366	0.192	-0.154	-0.598	0.866	1.806
Bi_ppm	637	22.27	21.92	7.82	0.380	-0.08	5.191	47.25
Nor_Bi	637	3.54	3.553	0.225	-0.177	-0.319	2.901	4.099
Co_ppm	637	16.0	15.6	4.5	1.347	4.29	1.87	39.33
Nor_Co	637	3.16	3.160	0.178	0.105	3.31	2.289	3.857
Cr_ppm	637	21.01	18.00	9.845	1.252	1.821	5.360	66
Nor_Cr	637	2.945	2.891	0.444	0.111	-0.245	1.679	4.185
Cu_ppm	637	21.61	20.10	9.5	6.057	86.41	5.74	167.58
Nor_Cu	637	3.00	3.000	0.368	-0.019	2.037	1.748	5.121
Ni_ppm	637	35.33	33.67	10.9	0.839	1.410	12.96	79.65
Nor_Ni	637	3.786	3.777	0.237	-0.014	0.349	3.134	4.496
Pb_ppm	637	28.96	26.99	12	5.812	46.52	12.60	156.18
Nor_Pb	637	2.75	2.75	0.5	-0.004	6.488	0.180	4.975
Zn_ppm	637	100.84	95.45	37.5	1.646	5.53	30.94	330.62
Nor_Zn	637	4.657	4.658	0.320	-0.062	1.337	3.712	5.831



شکل ۵-۴- نمودار هیستوگرام داده های خام و نرمال عناصر Ag, Bi, Co, Cr



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

۵-۴-۵- برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ گنبد قابوس (۷۰۶۴)

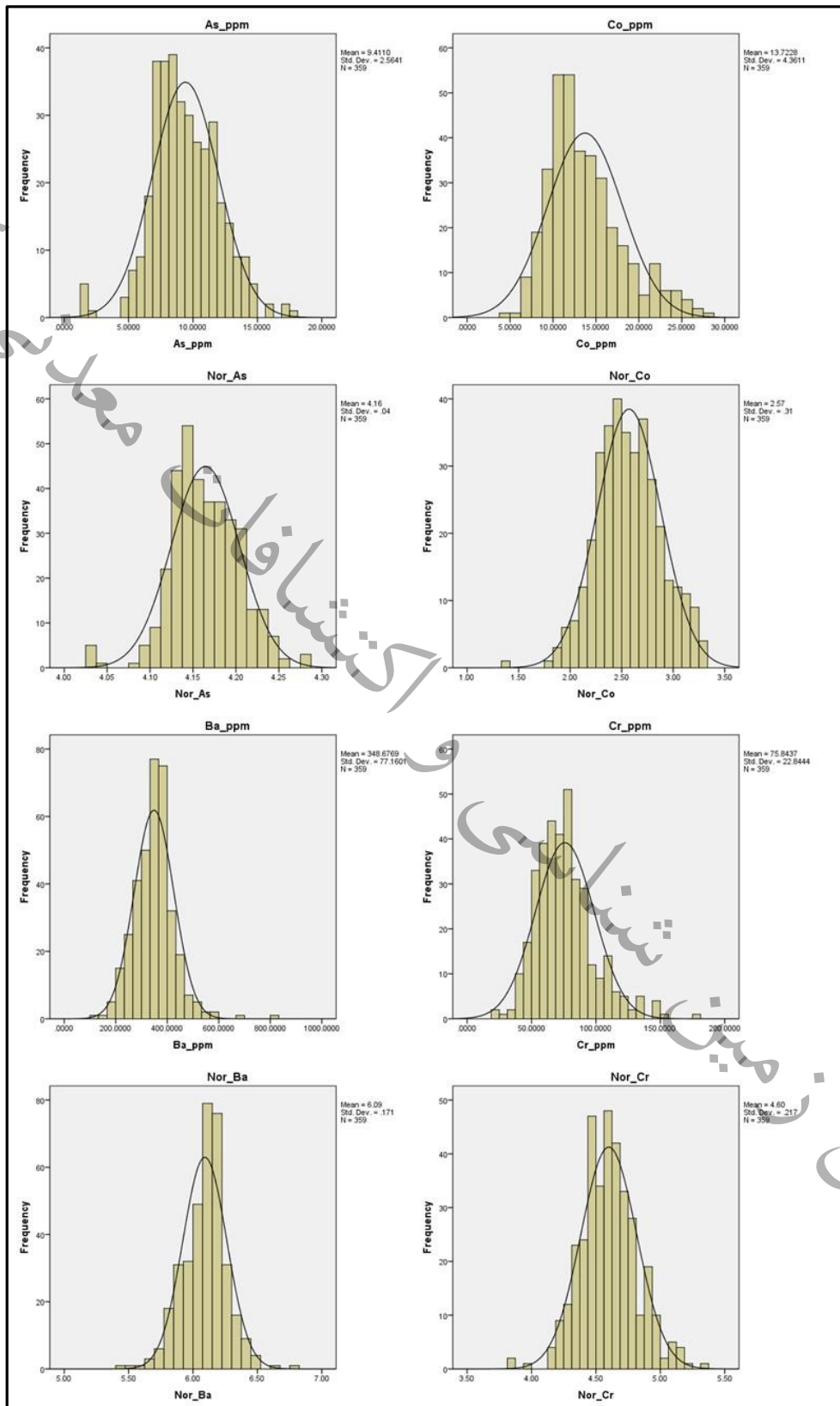
این برگه در بخش مرکزی استان واقع شده و شامل ۳۵۹ نمونه رسوبات آبراهه‌ای است که کل نمونه آن در داخل محدوده مطالعاتی قرار دارد. از تعداد ۲۸ عنصر آنالیز شده آن ۸ عنصر زیر پردازش شده است.

As, Ba, Co, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn

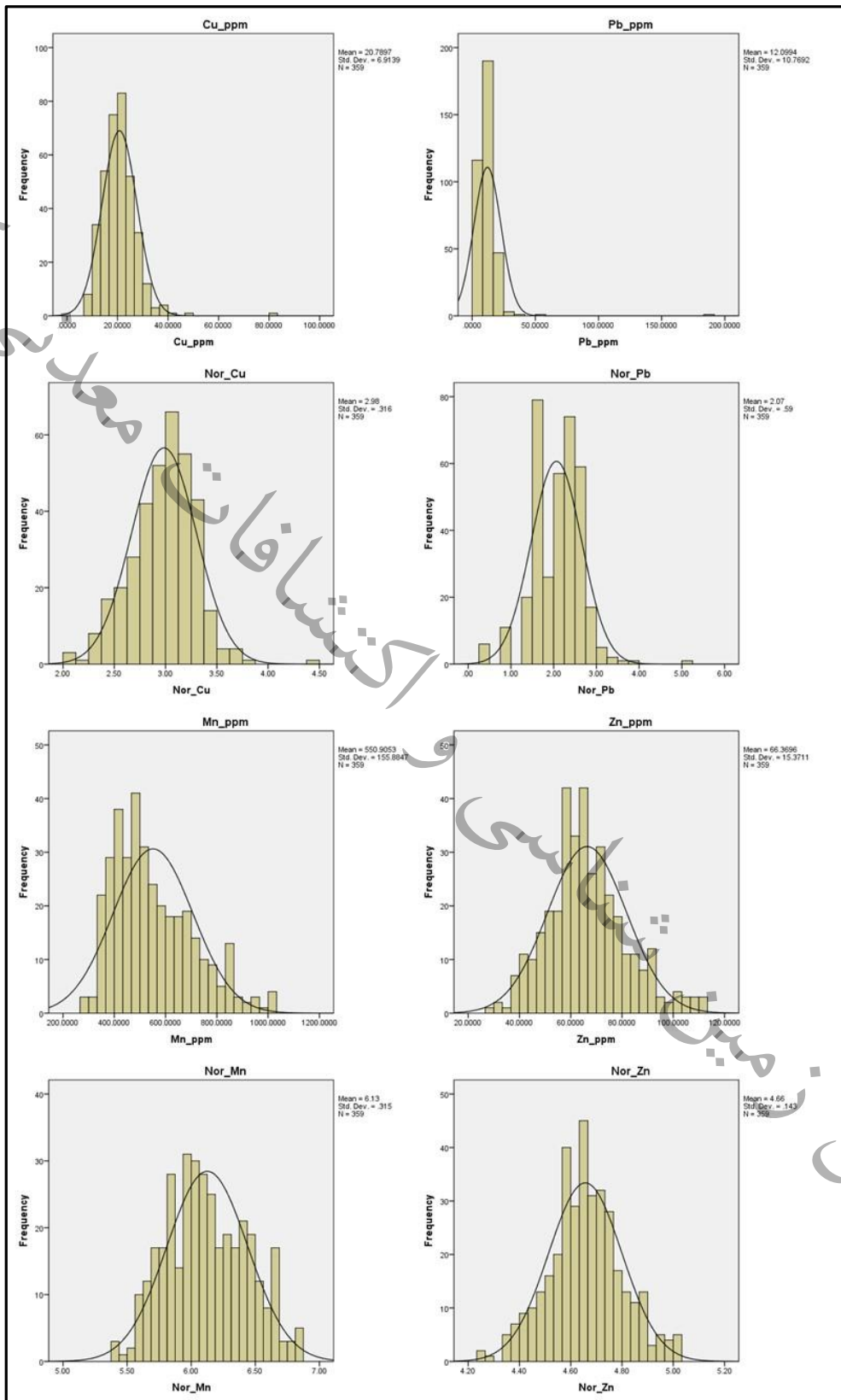
جدول ۵-۵ پارامترهای آماری داده‌های خام و نرمال عناصر مختلف در برگه گنبد قابوس را نشان می‌دهد. در این جدول پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، کمترین و بیشترین مقدار داده‌ها آورده شده است. در شکل ۵-۵ نمودار هیستوگرام داده‌های خام و نرمال عناصر اصلی آورده شده است. تعداد ۱۰۱ نمونه برای مطالعات کانی سنگین در این برگه برداشت شده است که کل نمونه در محدوده مورد نظر واقع است که کانی‌های گروه مس و مولیبدن (کالکوپیریت، مس خالص، مالاکیت)، گروه سرب و روی (گالن، سرب خالص)، گروه اکسید منگنز و اکسید آهن (کرومیت، هماتیت، لیمونیت، مگنتیت)، گروه پیریت (پیریت و پیریت‌اکسید)، گروه دگرگونی (آمفیبول، اپیدوت، گارنت)، کانی‌های سنگ ساز (آپاتیت)، گروه کربنات سولفات و فسفات (باریت) قابل تشخیص بوده‌اند.

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

Statistics								
	N	Mean	Median	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid							
As_ppm	359	9.411	9.120	2.564	0.059	0.78	1.40	17.60
Nor_As	359	4.164	4.161	0.040	-0.111	0.946	4.032	4.285
Ba_ppm	359	348.68	350.00	77.16	0.876	4.30	132.000	818.00
Nor_Ba	359	6.09	6.109	0.171	-0.153	1.542	5.447	6.822
Co_ppm	359	13.7	12.8	4.4	0.859	0.46	3.90	28.00
Nor_Co	359	2.57	2.549	0.310	0.020	0.13	1.361	3.332
Cr_ppm	359	75.84	73.00	22.844	0.970	1.788	21.000	181
Nor_Cr	359	4.600	4.595	0.217	0.128	0.687	3.850	5.333
Cu_ppm	359	20.79	20.50	6.9	2.272	16.74	7.70	81.90
Nor_Cu	359	2.98	3.020	0.316	-0.148	0.976	2.041	4.405
Mn_ppm	359	550.91	514.00	155.9	0.779	0.006	290.00	1000.00
Nor_Mn	359	6.126	6.096	0.315	0.163	-0.647	5.394	6.835
Pb_ppm	359	12.10	11.00	11	12.877	209.24	3.90	190.00
Nor_Pb	359	2.07	2.14	0.6	0.081	2.236	0.336	5.234
Zn_ppm	359	66.37	64.90	15.4	0.526	0.47	29.00	113.20
Nor_Zn	359	4.657	4.653	0.143	0.061	0.213	4.234	5.032



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



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



۵-۶- جدایش ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی براساس میانه و انحراف معیار $X + nS$

یکی از روش‌های متداول جدایش مقادیر ناهنجار، استفاده از پارامترهای آماری و جدایش مقادیر آنومال برحسب پارامترهای محاسبه شده بر اساس بدنه اصلی جامعه آماری مورد بررسی است. برای تعیین این مقادیر ابتدا مقادیر میانگین (X) و انحراف معیار (S) جامعه بدون در نظر گرفتن مقادیر پرت محاسبه و سپس حدود زیر جهت تعیین مقادیر حدود آنومال و آستانه‌ای به کار برده می‌شود.

- مقدار X به عنوان حد زمینه (درجه چهار)
- مقدار $X + S$ به عنوان حد زمینه محلی (درجه سه)
- مقدار $X + 2S$ به عنوان حد آستانه‌ای (درجه دو)
- مقدار $X + 3S$ به عنوان حد آنومالی (درجه یک)

حدود فوق الذکر که به طور متداول در بررسی‌های ژئوشیمیایی به کار می‌رود با فرض نرمال بودن داده‌ها صادق است و مقادیر حاصله به شدت تابع نوع توزیع و فرضیات اعمال شده است و از آنجا که در عمل تعیین دقیق تابع توزیع و یا به دست آوردن تبدیل مناسب جهت نرمال کردن داده‌ها مشکل است می‌توان از فراوانی‌های معادل حدود فوق، یعنی مقادیر معادل ۵۰٪، ۸۴٪، ۹۷/۵٪ و ۹۹٪ فراوانی تابع توزیع استفاده کرد.

۵-۷- 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 ژئوفیزیک هوایی و نموده‌های تکتونیک، گسترش رخساره‌های سنگی پوشش دهنده محیط ناهنجار و در نهایت برابری مقدار انتشار عنصر مورد نظر با مقدار انتشار در حد زمینه آن عنصر در محیط‌های گوناگون اولیه و ثانویه مد نظر است.

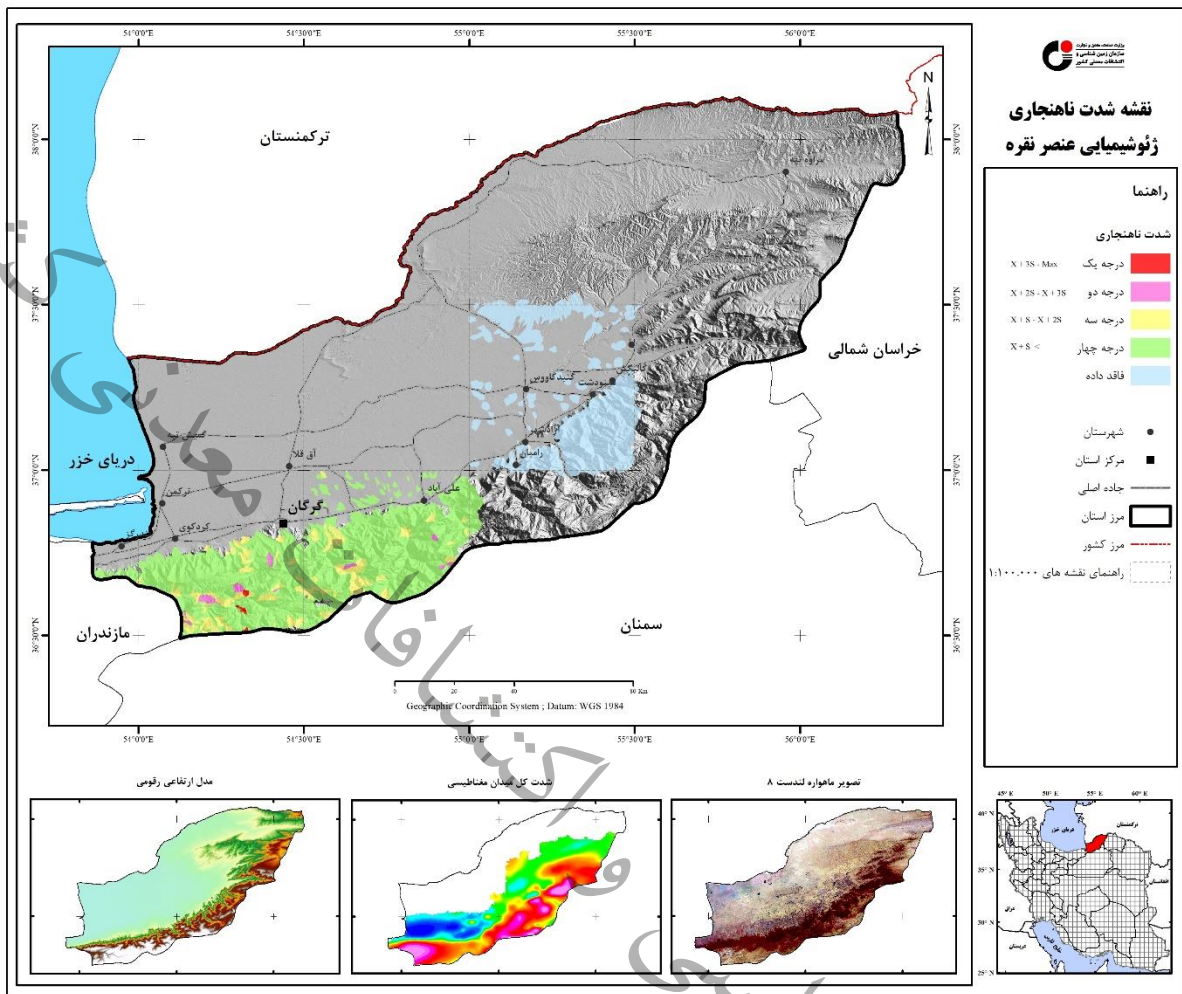
در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی، توزیع فضایی مقادیر غلظت عناصر به صورت نقشه توصیف می‌شود. نقشه‌های ژئوشیمیایی را می‌توان به دو گروه بخش کرد :

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

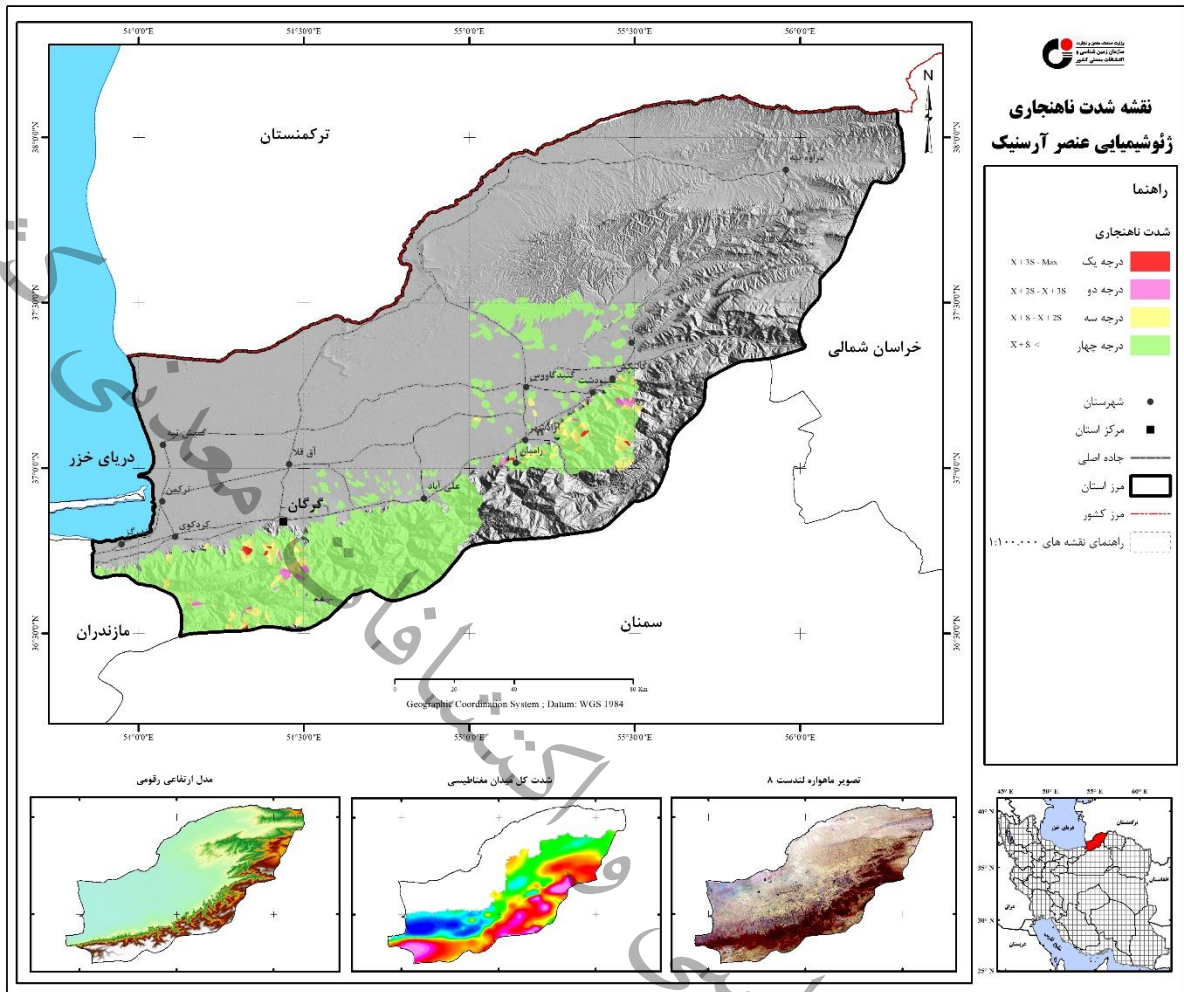
- نقشه‌هایی که غلظت عناصر را در محل نمونه‌هایشان نشان می‌دهند (به صورت نقطه‌ای یا ترسیم حوضه آبریز نمونه‌ها). این نقشه‌ها بسیار گویا و ساده می‌باشند و با توجه به نماد انتخابی، بسته به عیار نماد مربوطه، بزرگ و کوچک می‌گردند و به راحتی می‌توان محل ناهنجاری‌ها را مشخص نمود.

در محدوده اکتشافی مورد مطالعه پس از پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و تعیین حدود بی‌هنجاری‌های 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 بی‌هنجاری‌های هر نمونه به حوضه بالا دست آن نسبت داده شده و برای هر درجه بی‌هنجاری یک رنگ خاص اختصاص یافت.

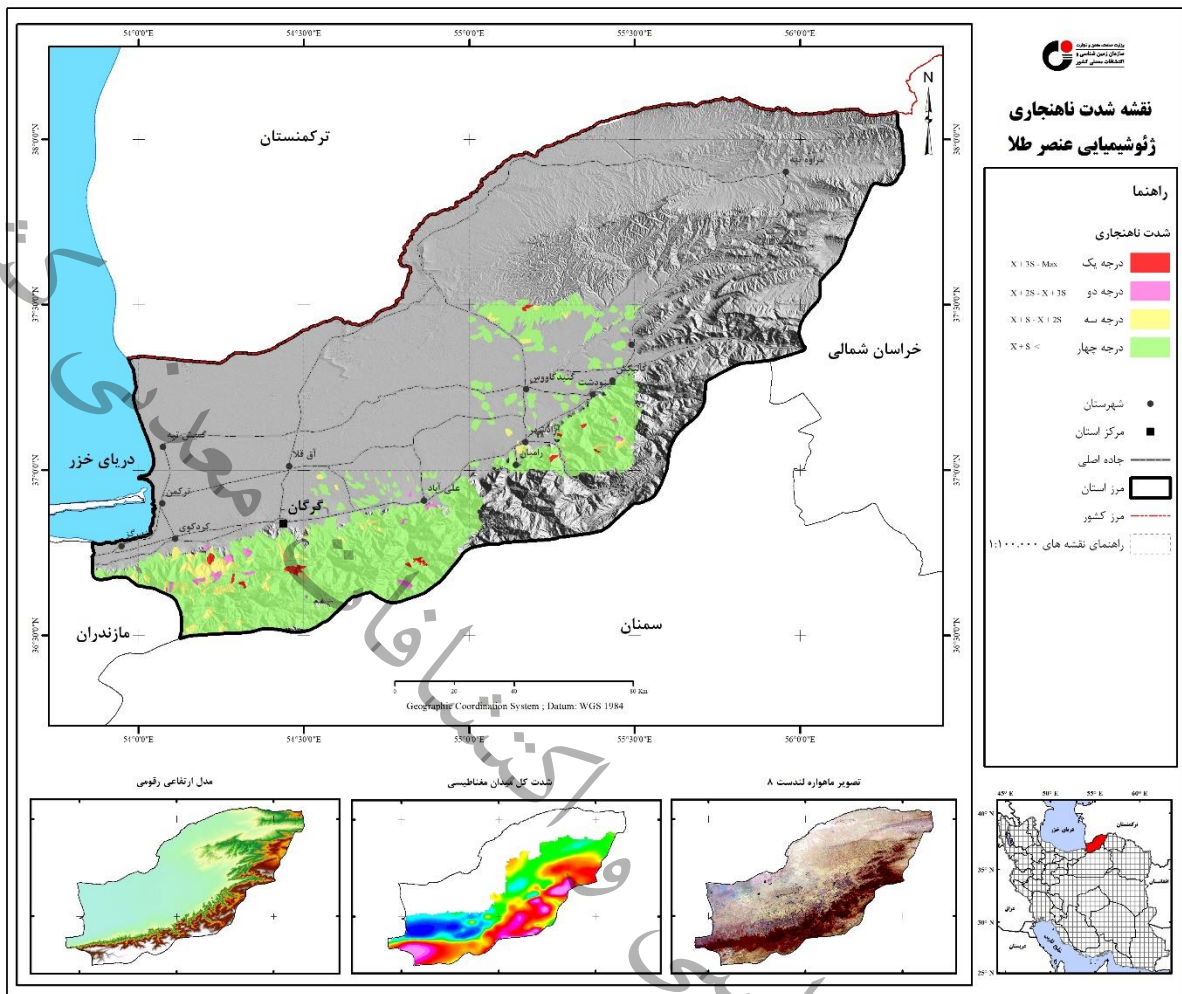
شکل ۵-۶ الی ۵-۲۴ نقشه توزیع ژئوشیمیایی عناصر مختلف در استان گلستان را نشان می‌دهند.



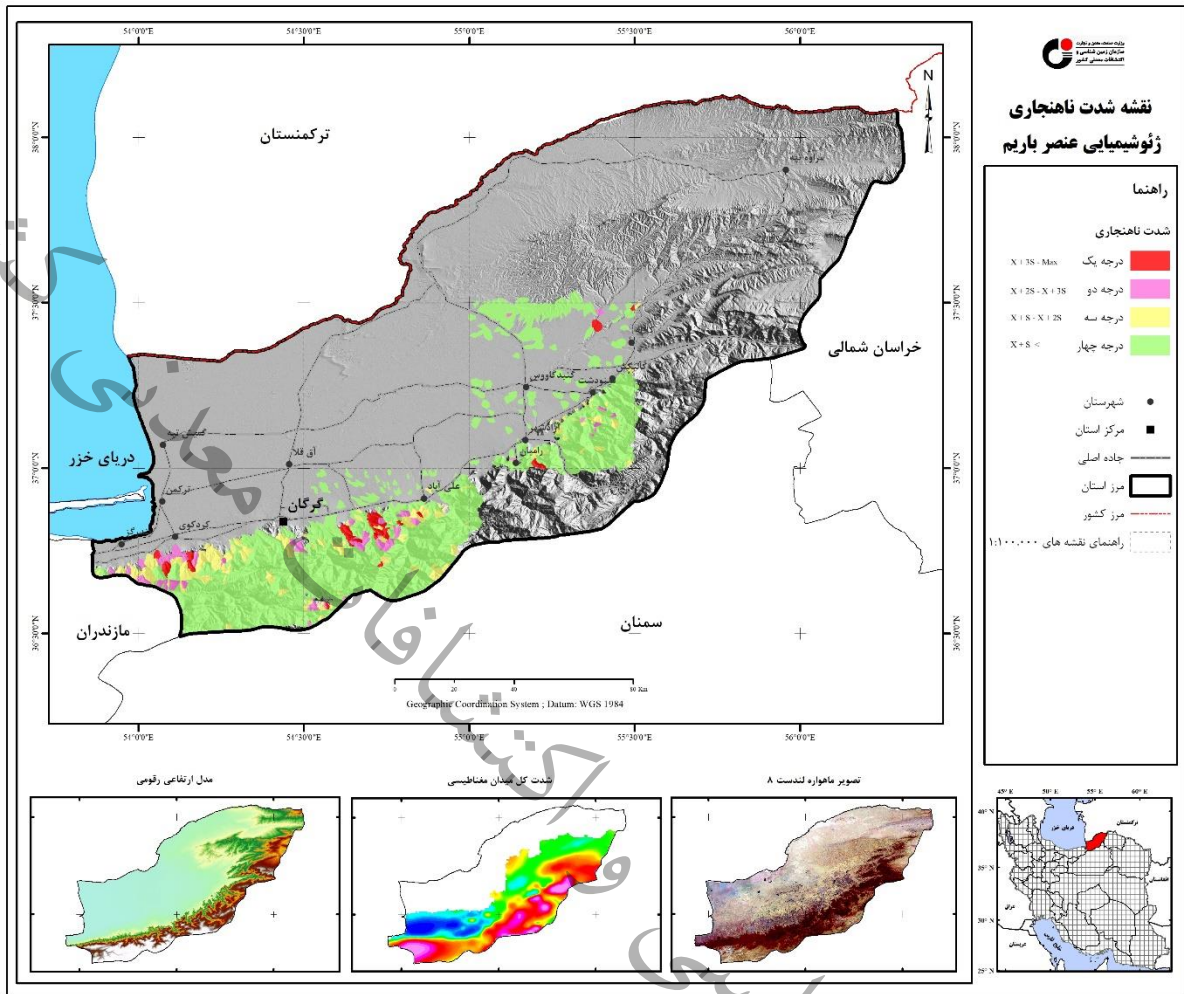
شکل ۵-۶- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نقره در استان گلستان



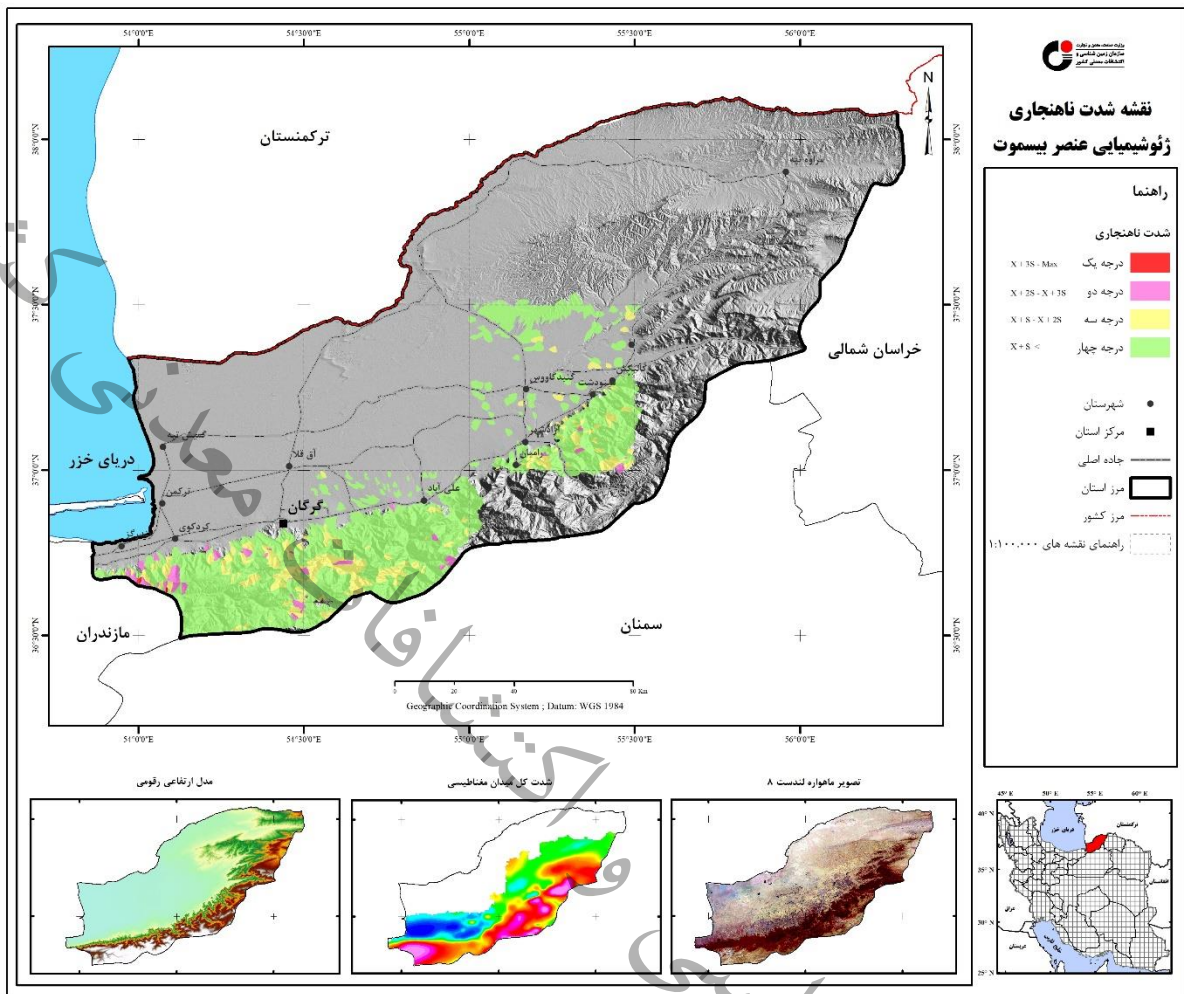
شکل ۵-۷- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آرسنیک در استان گلستان



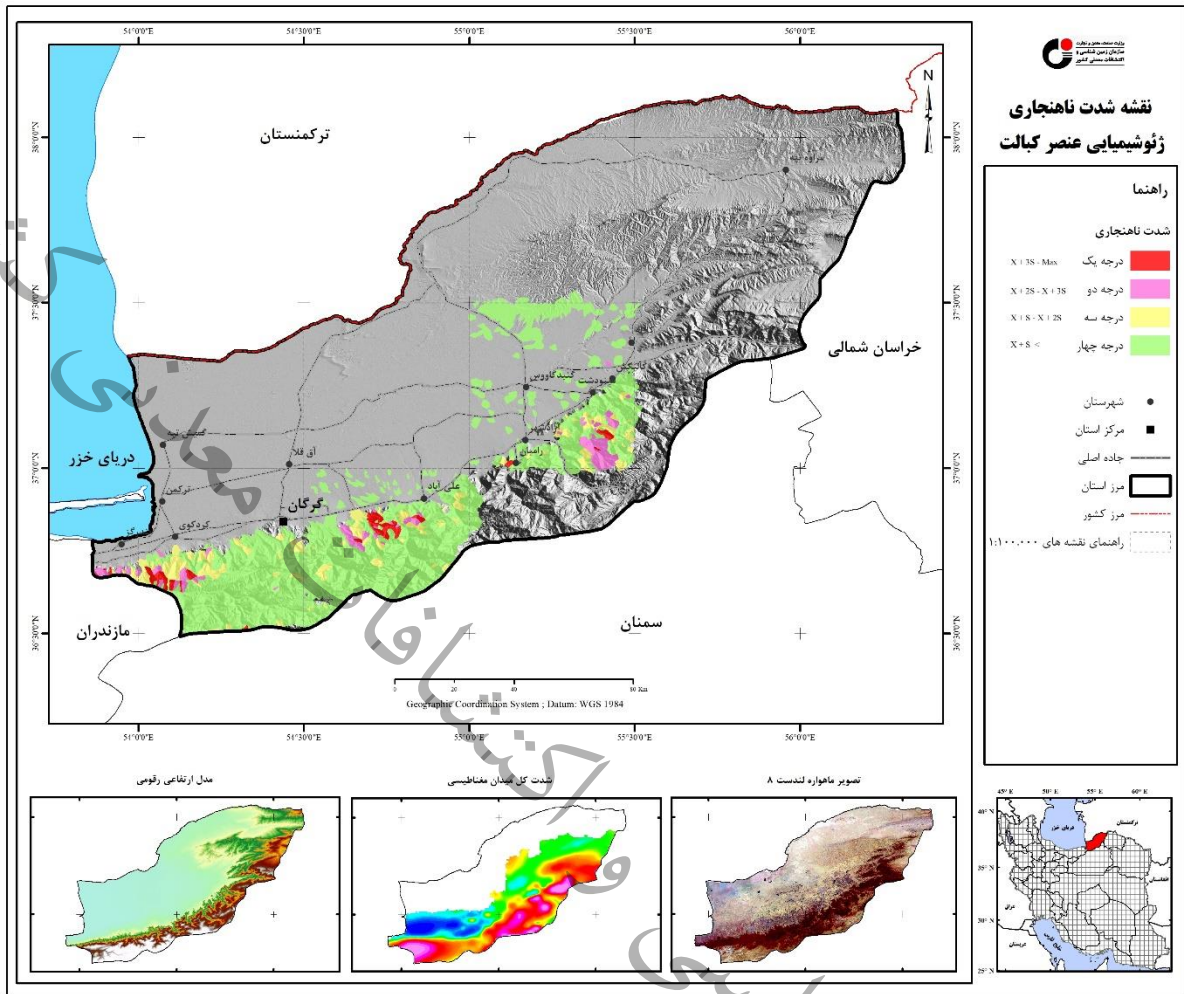
شکل ۵-۸- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر طلا در استان گلستان



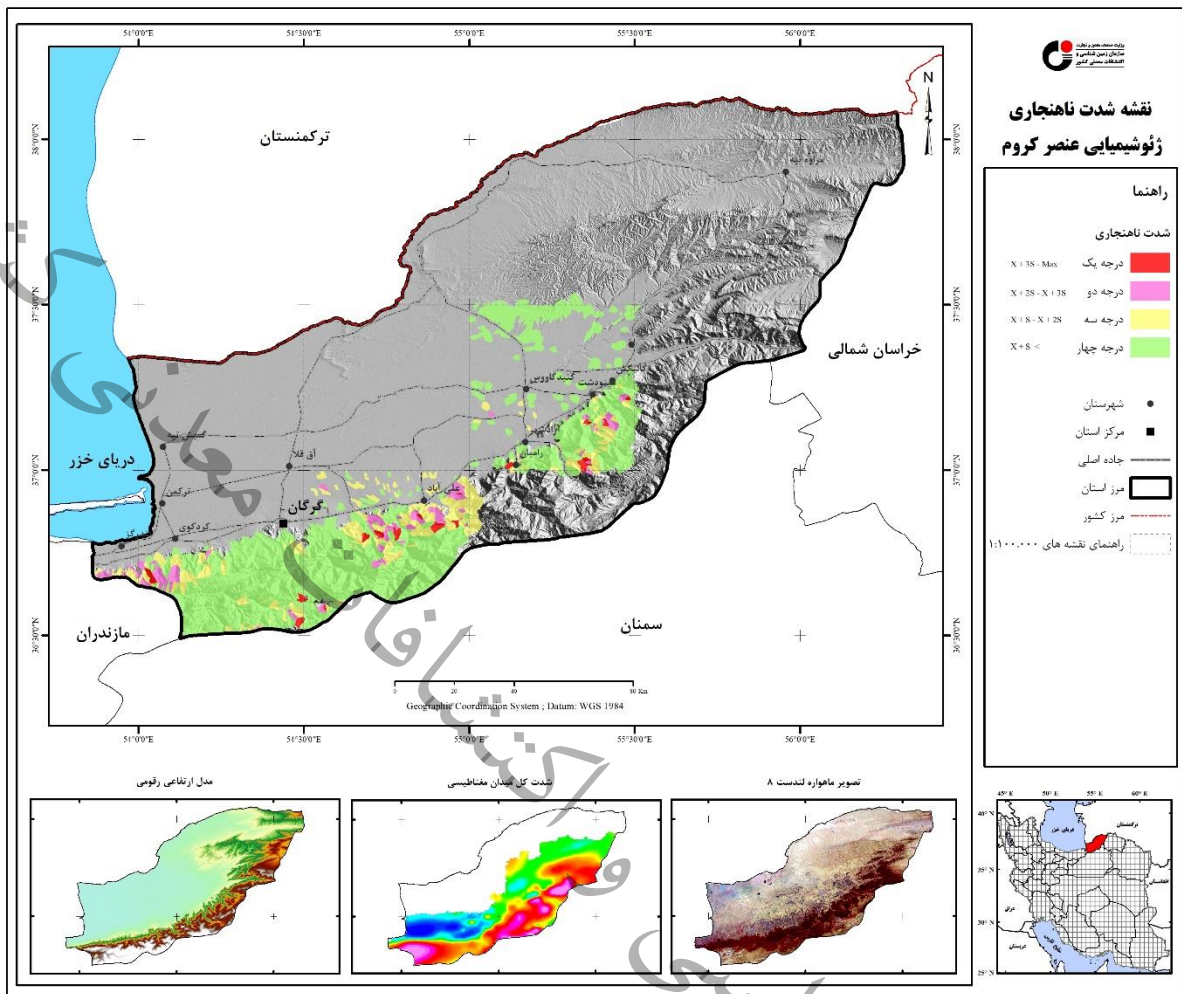
شکل ۵-۹- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر باریم در استان گلستان



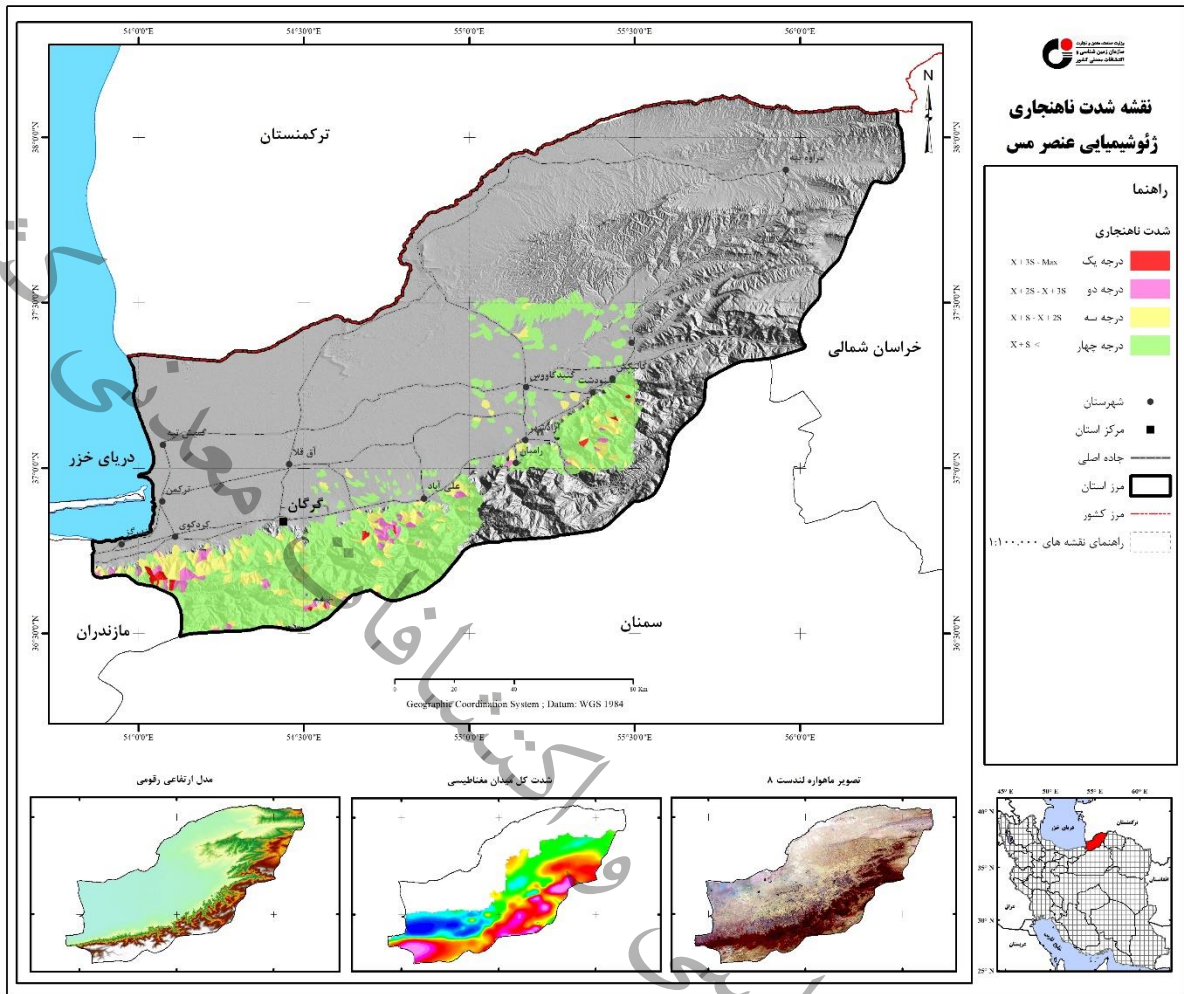
شکل ۵-۱۰- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر بیسموت در استان گلستان



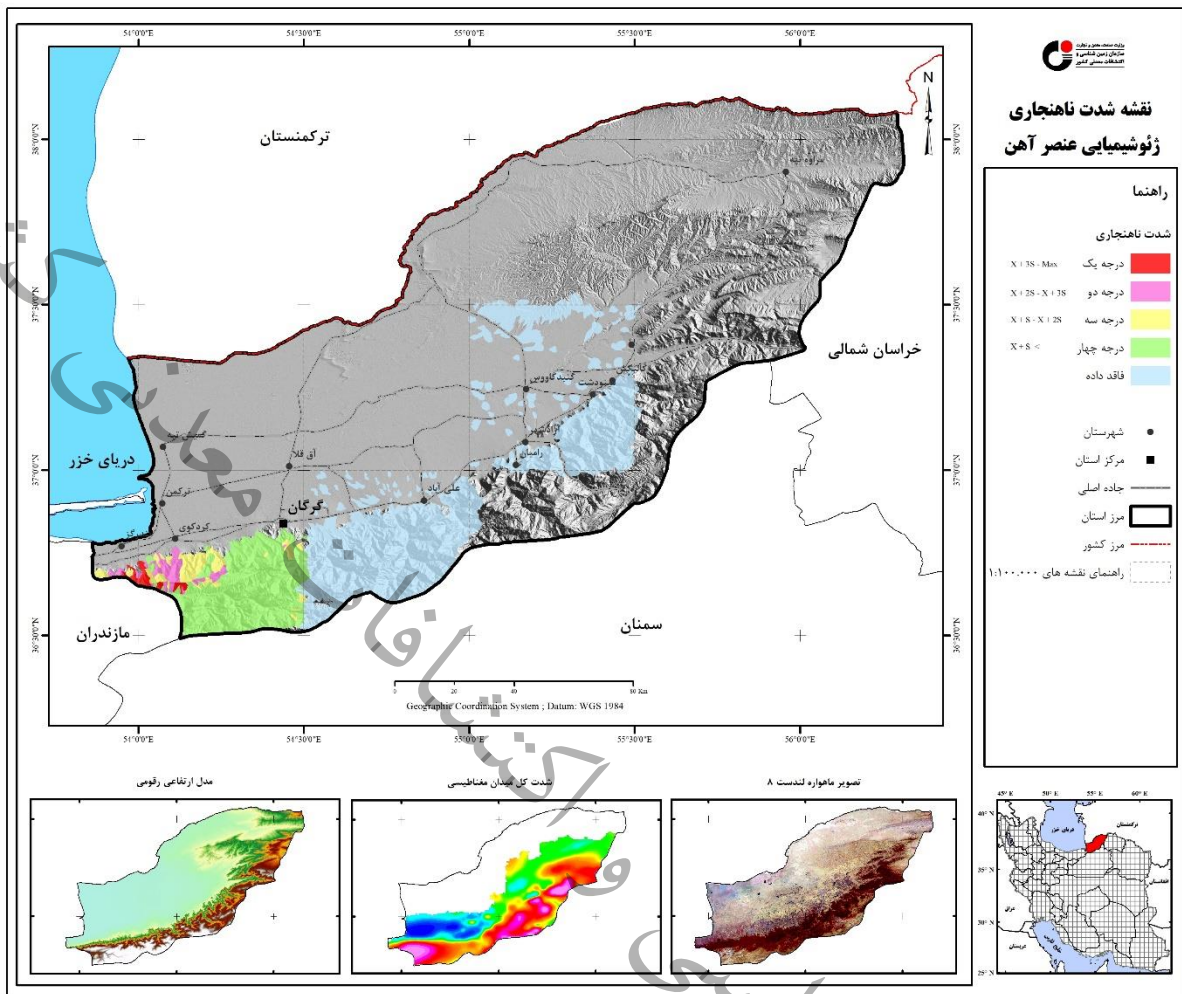
شکل ۵-۱۱- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کبالت در استان گلستان



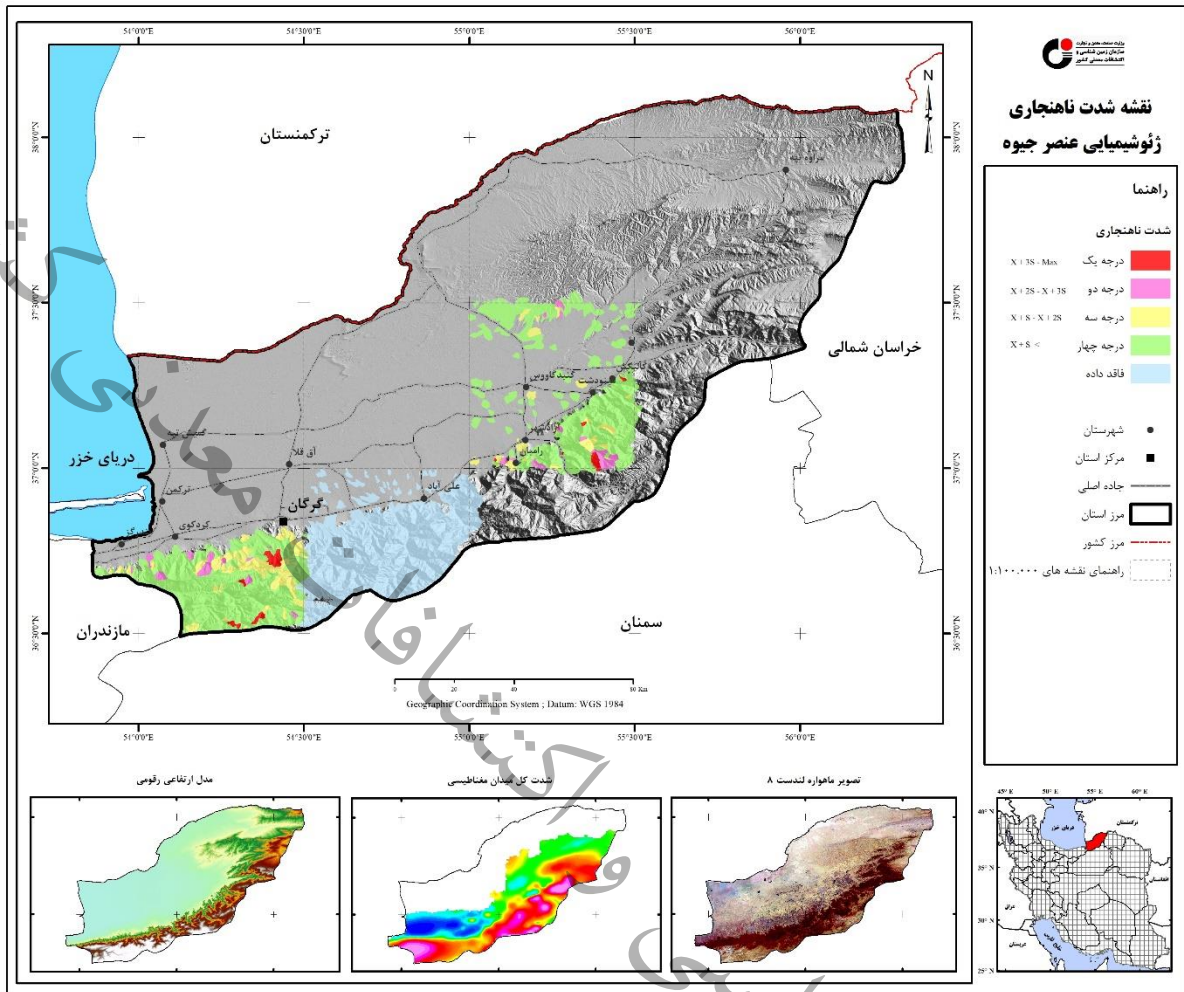
شکل ۵-۱۲- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر کروم در استان گلستان



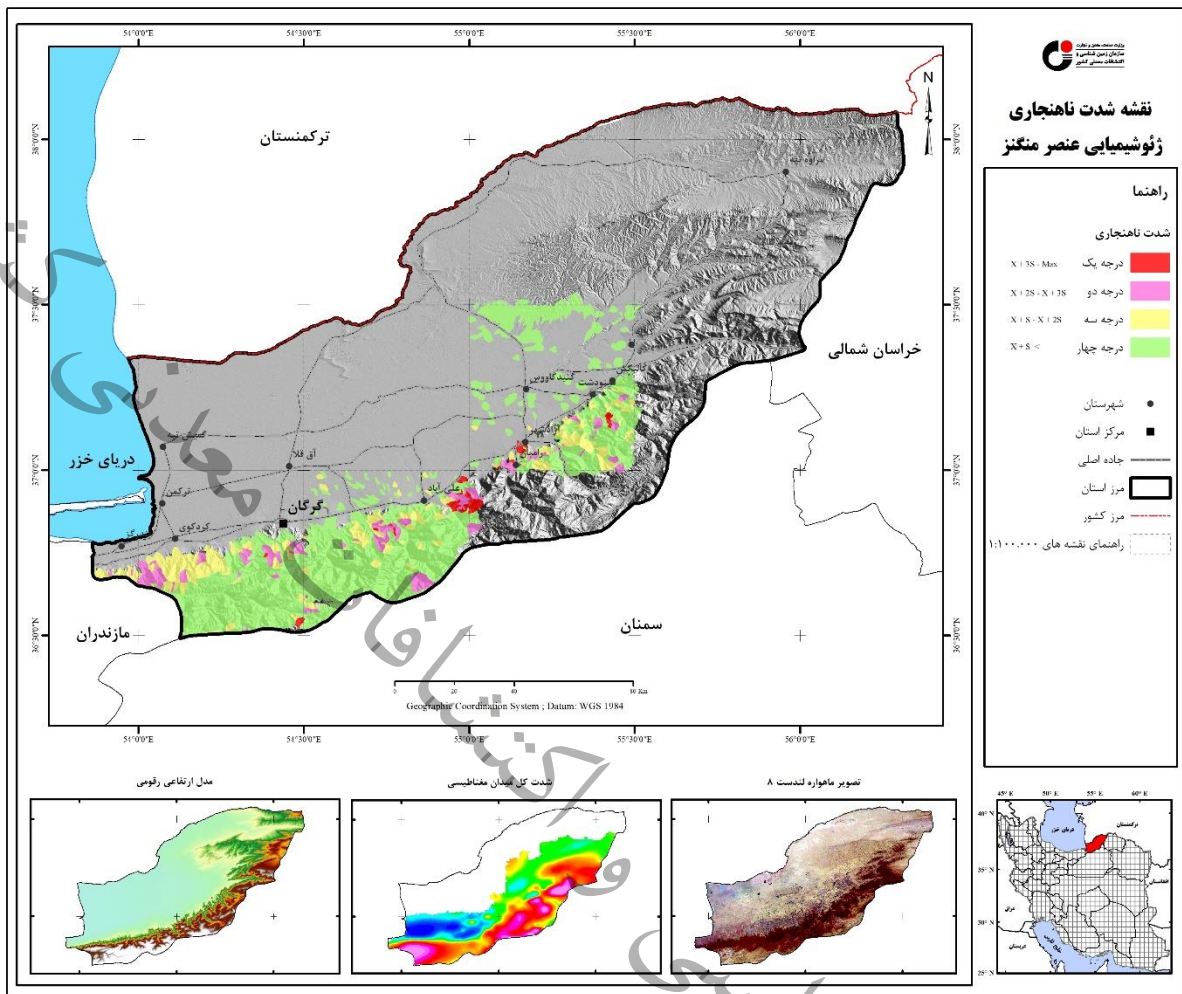
شکل ۵-۱۳- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مس در استان گلستان



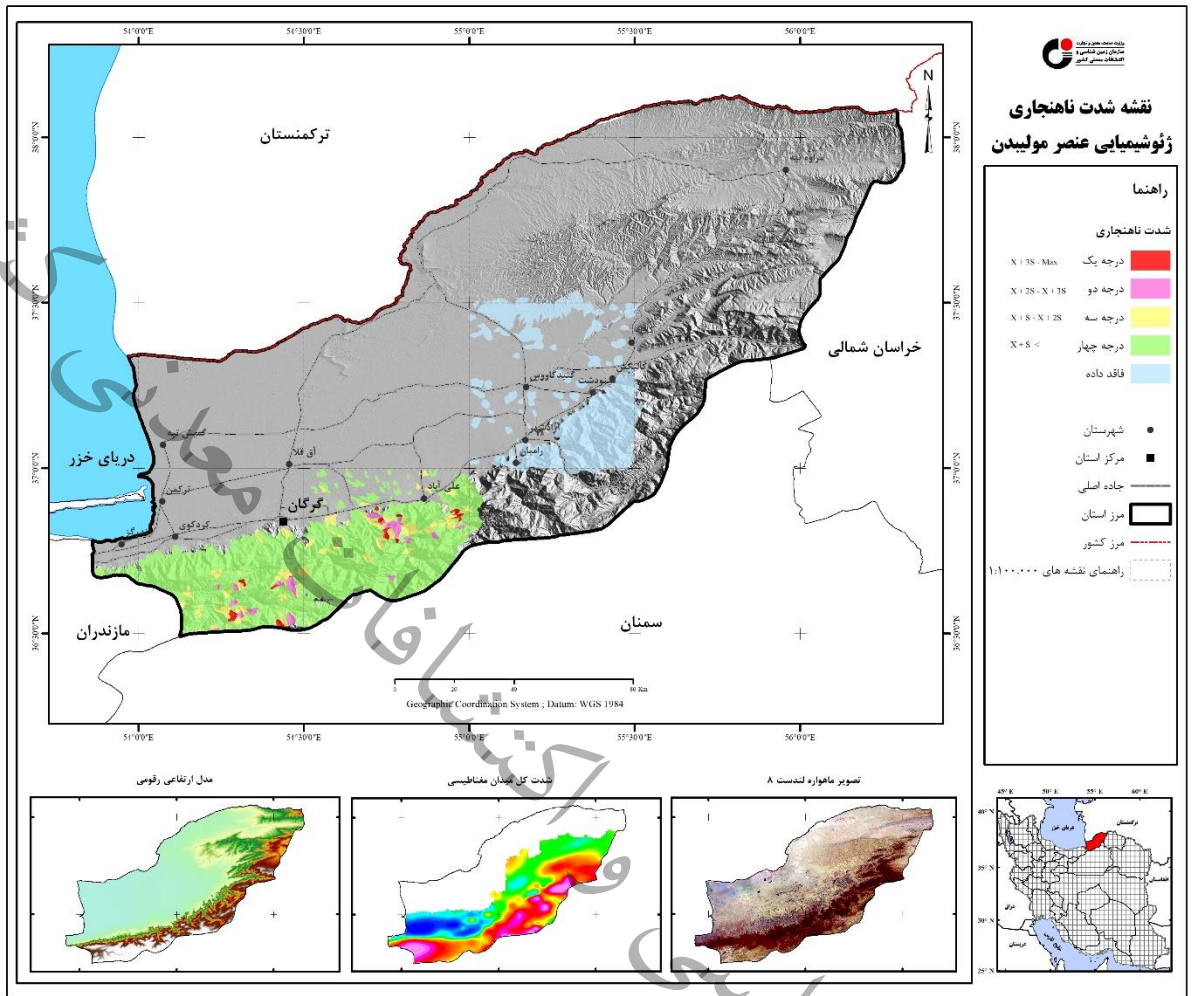
شکل ۵-۱۴- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آهن در استان گلستان



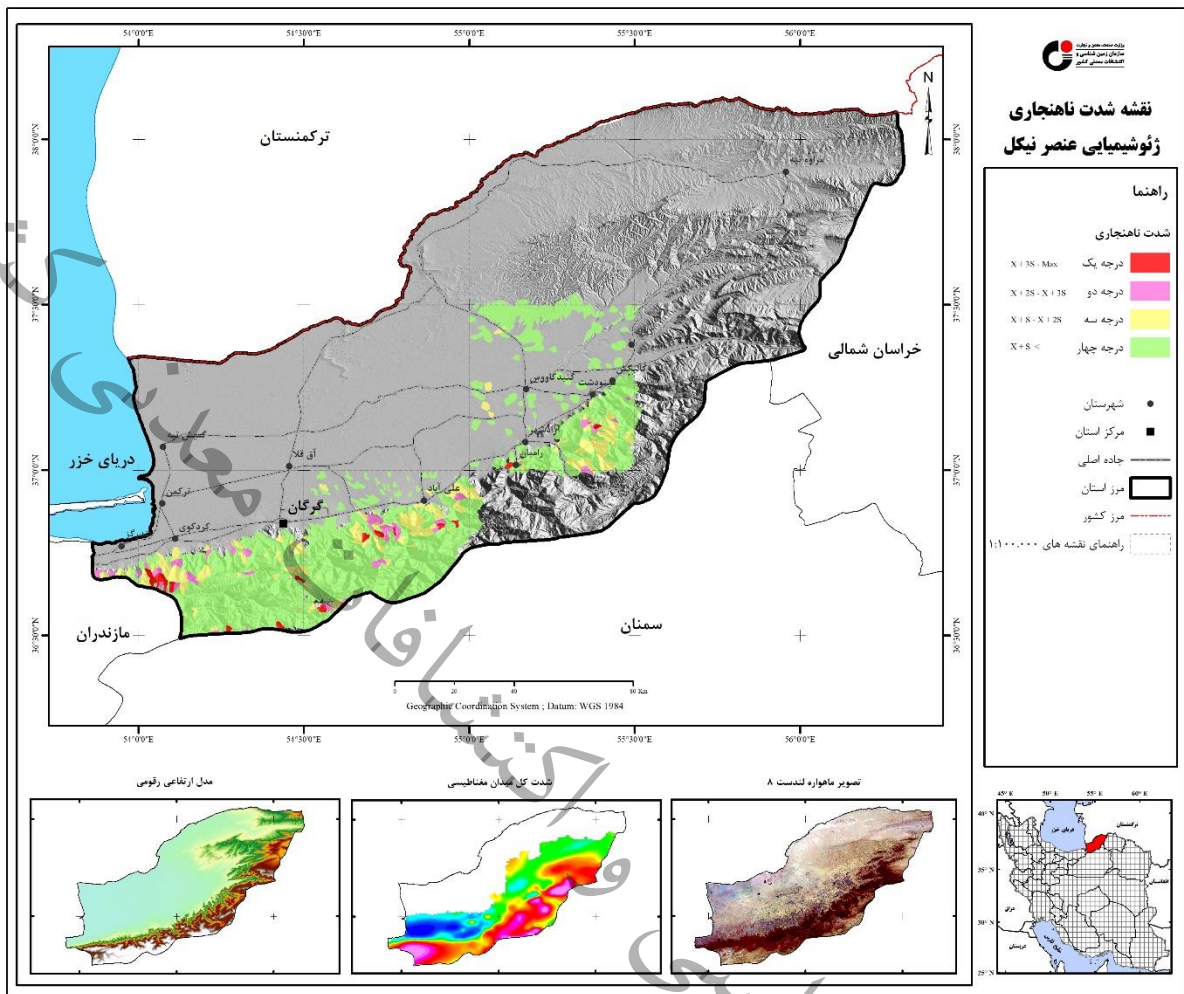
شکل ۵-۱۵- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر جیوه در استان گلستان



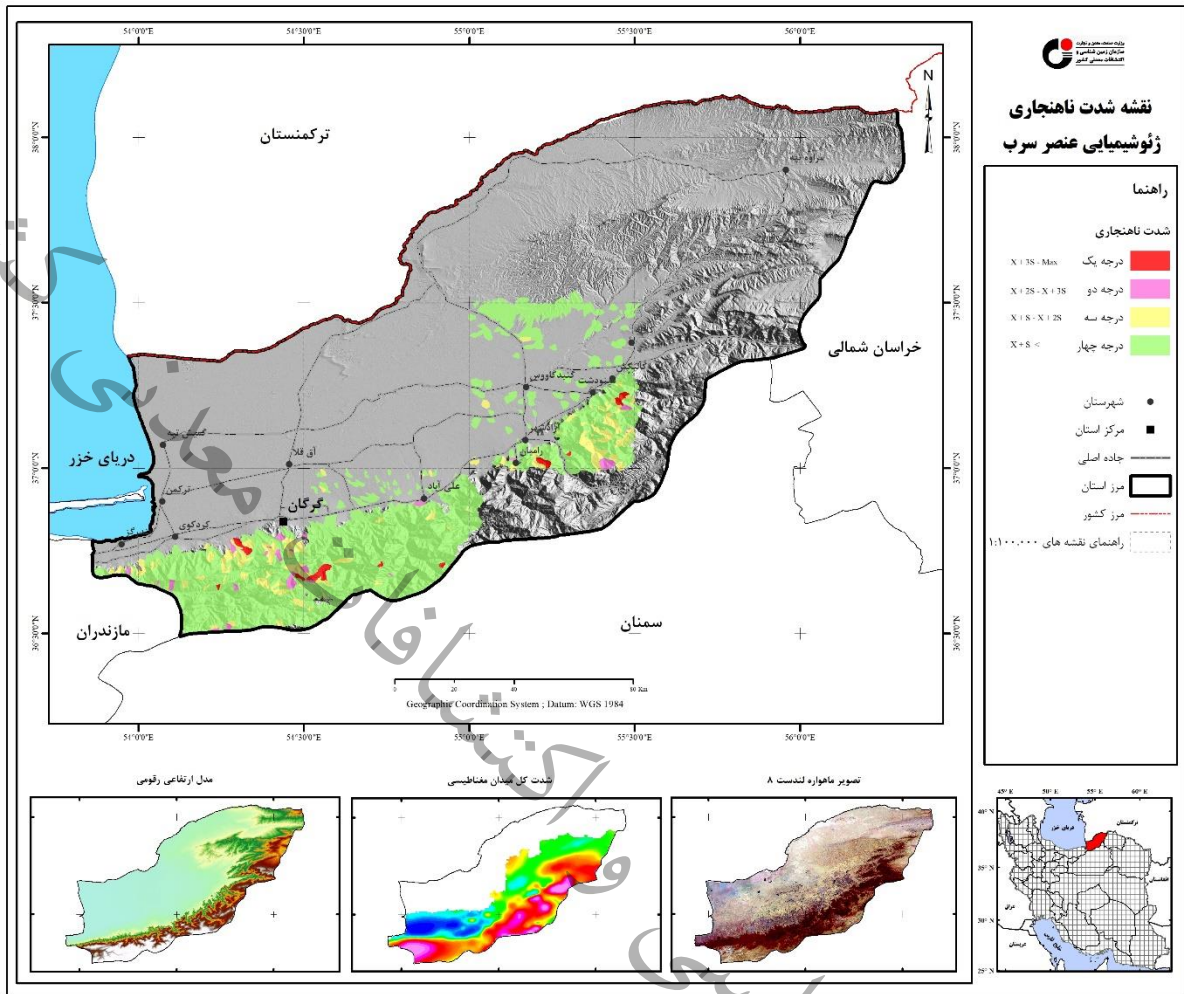
شکل ۵-۱۶- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر منگنز در استان گلستان



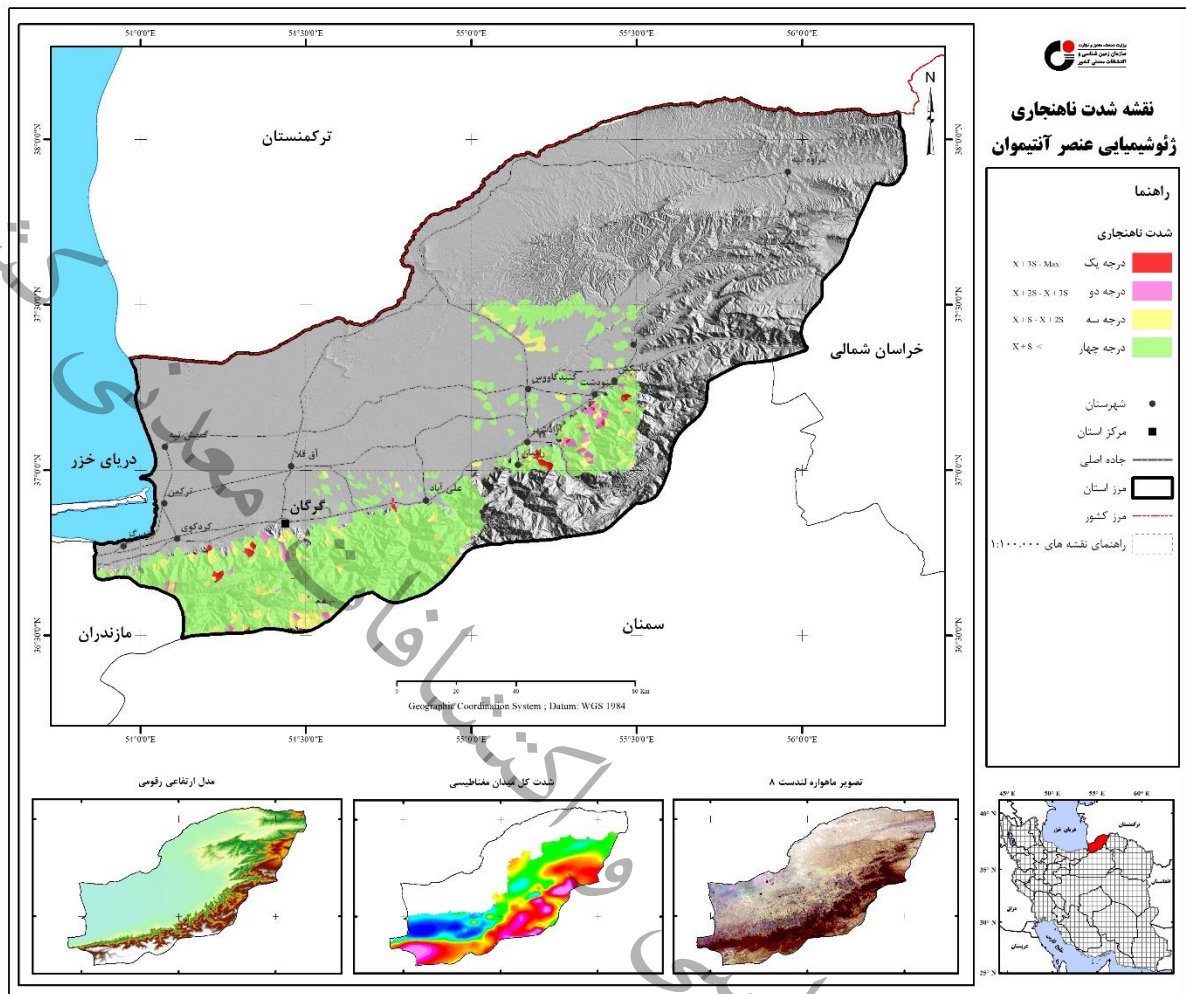
شکل ۵-۱۷- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر مولیبدن در استان گلستان



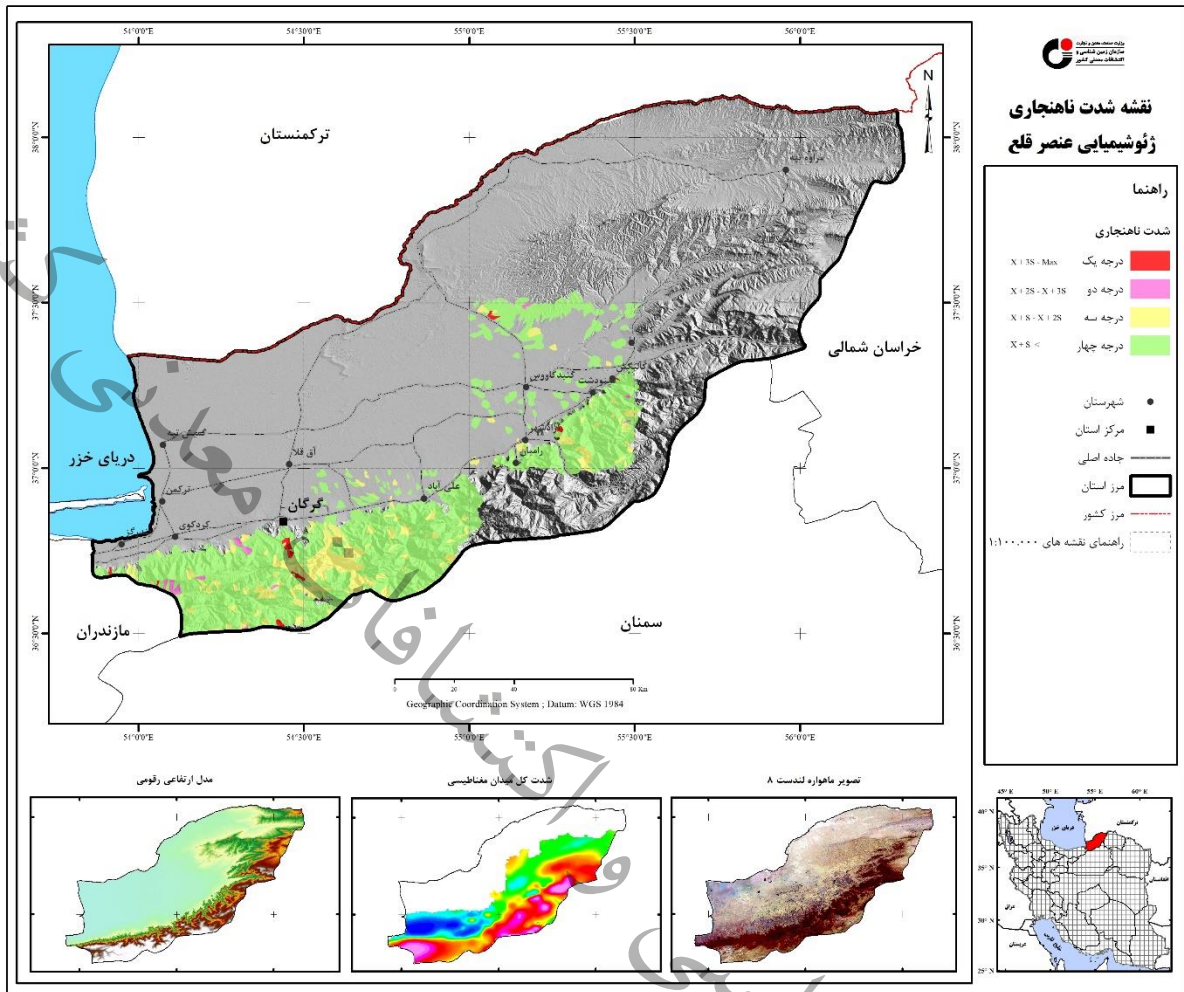
شکل ۵-۱۸- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر نیکل در استان گلستان



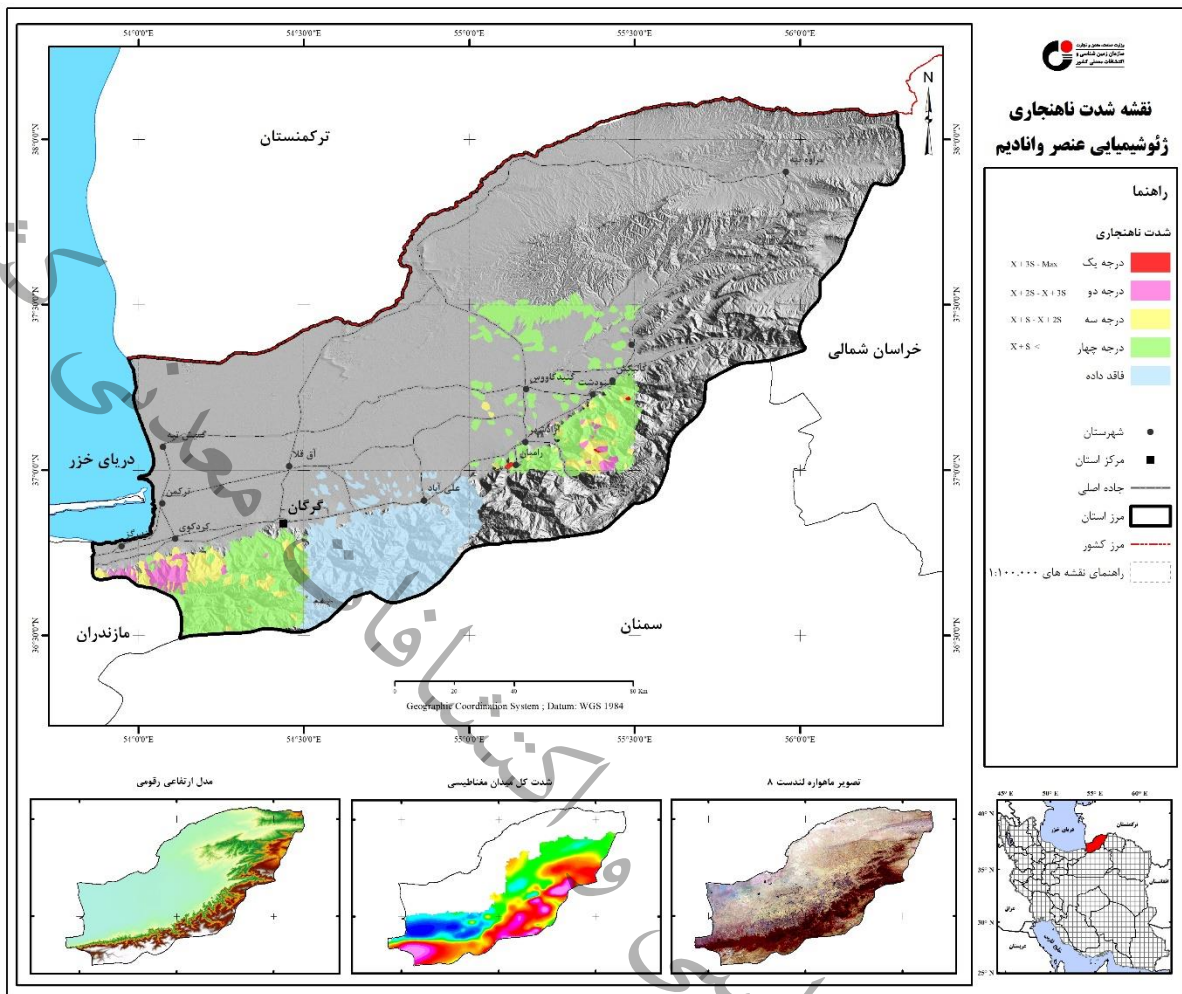
شکل ۵-۱۹- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر سرب در استان گلستان



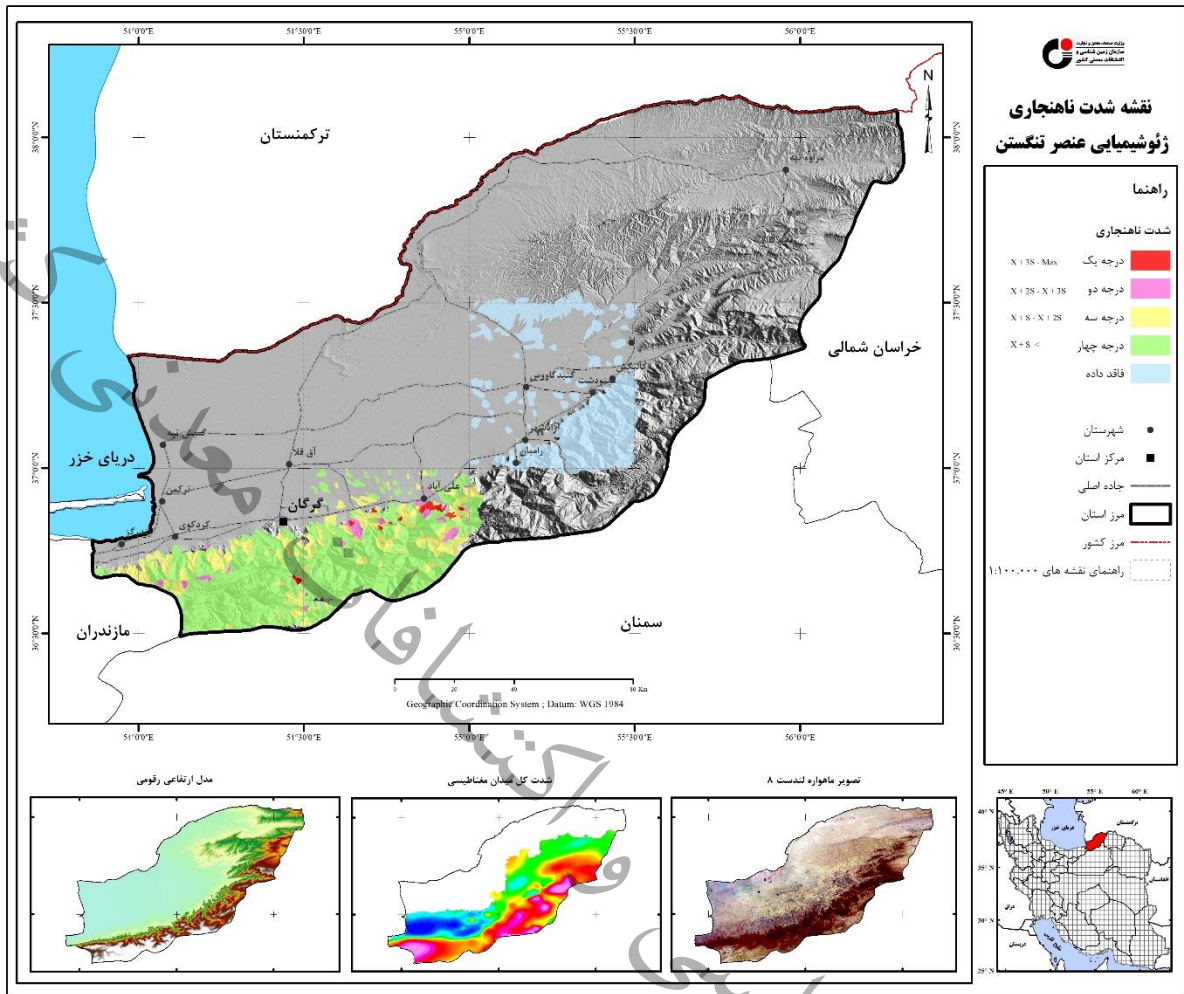
شکل ۵-۲۰- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر آنتیموان در استان گلستان



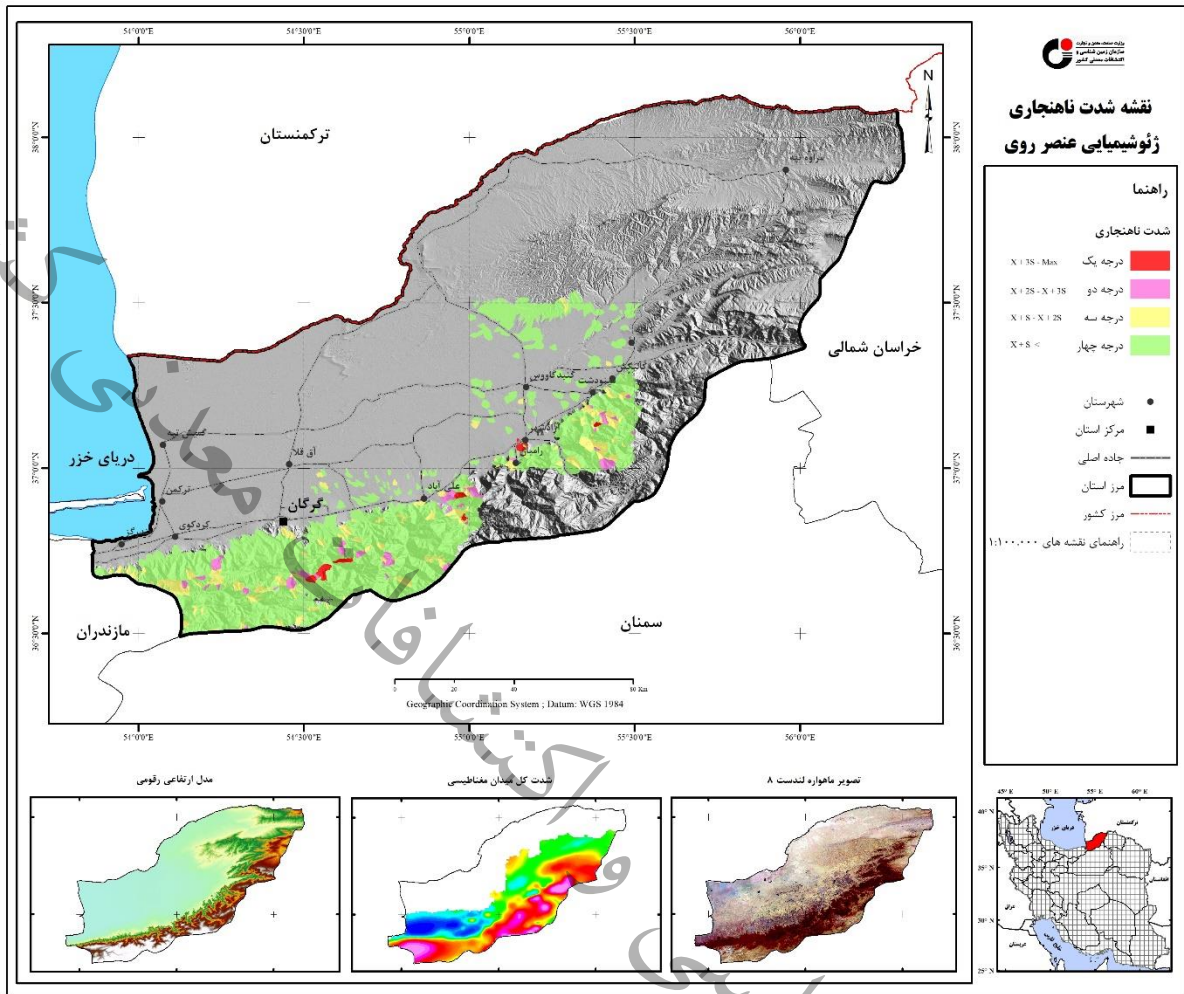
شکل ۵-۲۱- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر قلع در استان گلستان



شکل ۵-۲۲- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر وانادیم در استان گلستان



شکل ۵-۲۳- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر تنگستن در استان گلستان

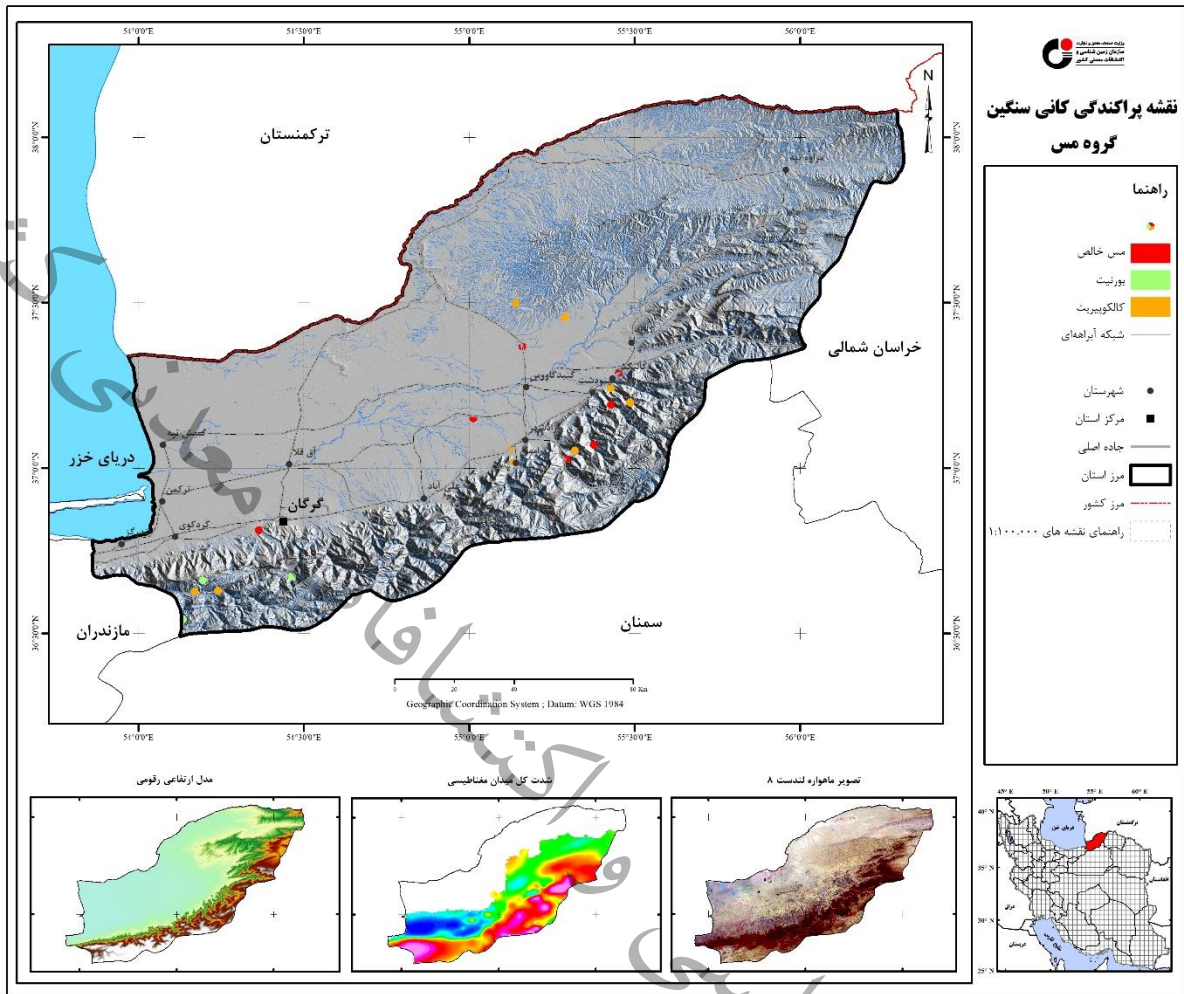


شکل ۵-۲۴- نقشه شدت ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر روی در استان گلستان

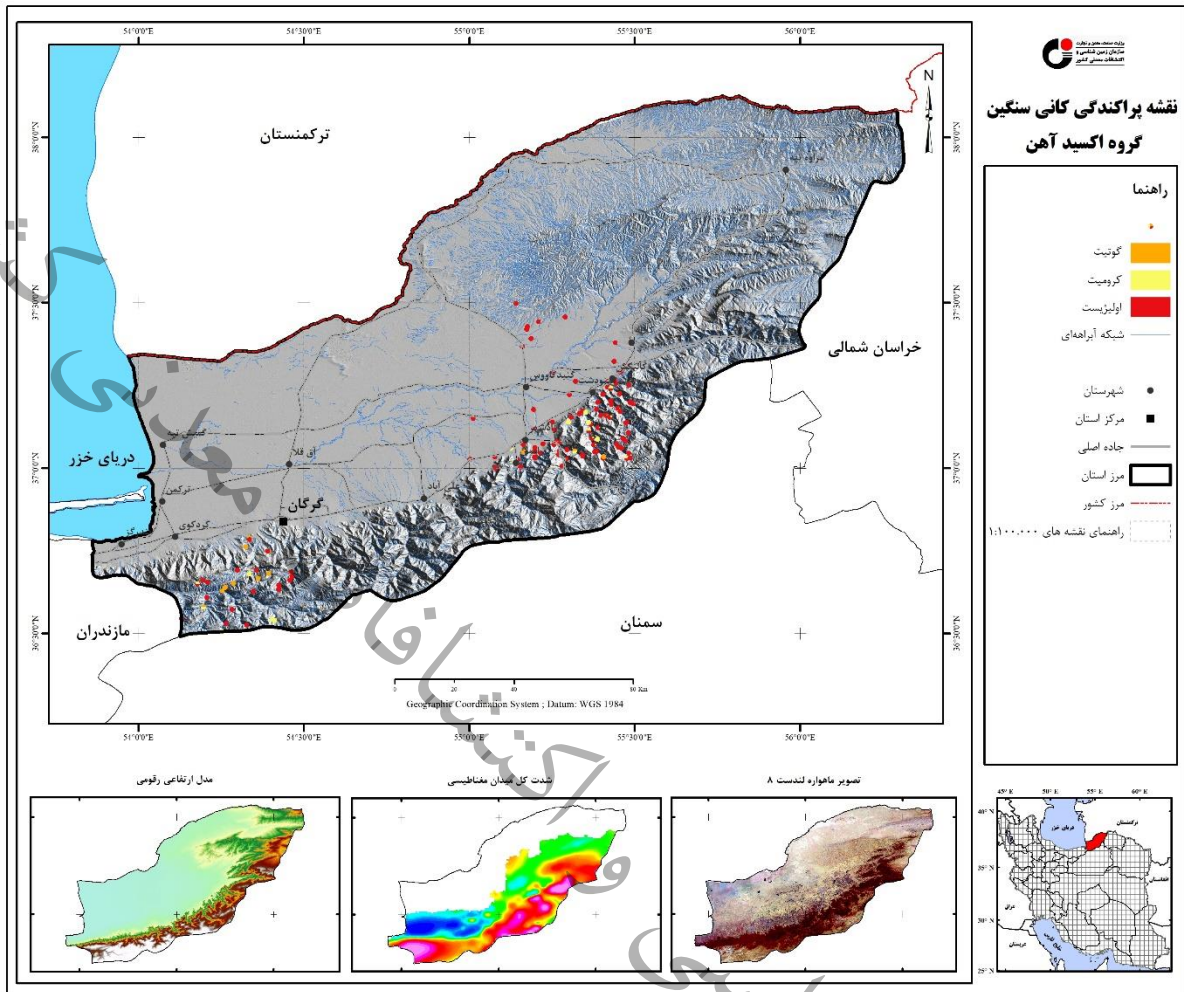
۵-۸- مطالعات کانی سنگین

مطالعات کانی سنگین شامل مجموعه مراحل است که از میان آن‌ها می‌توان به نمونه برداری از آبرفت‌های با جورشدگی پایین، شستشو، تغلیظ، جدایش با محلول‌های سنگین، جدایش مغناطیسی و در نهایت مطالعه میکروسکوپی اجزاء باقی‌مانده اشاره کرد. آبرفت‌های منشاء گرفته از توده‌های سنگی بالادست در مواردی که خود تشکیل ذخیره پلاسری 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.

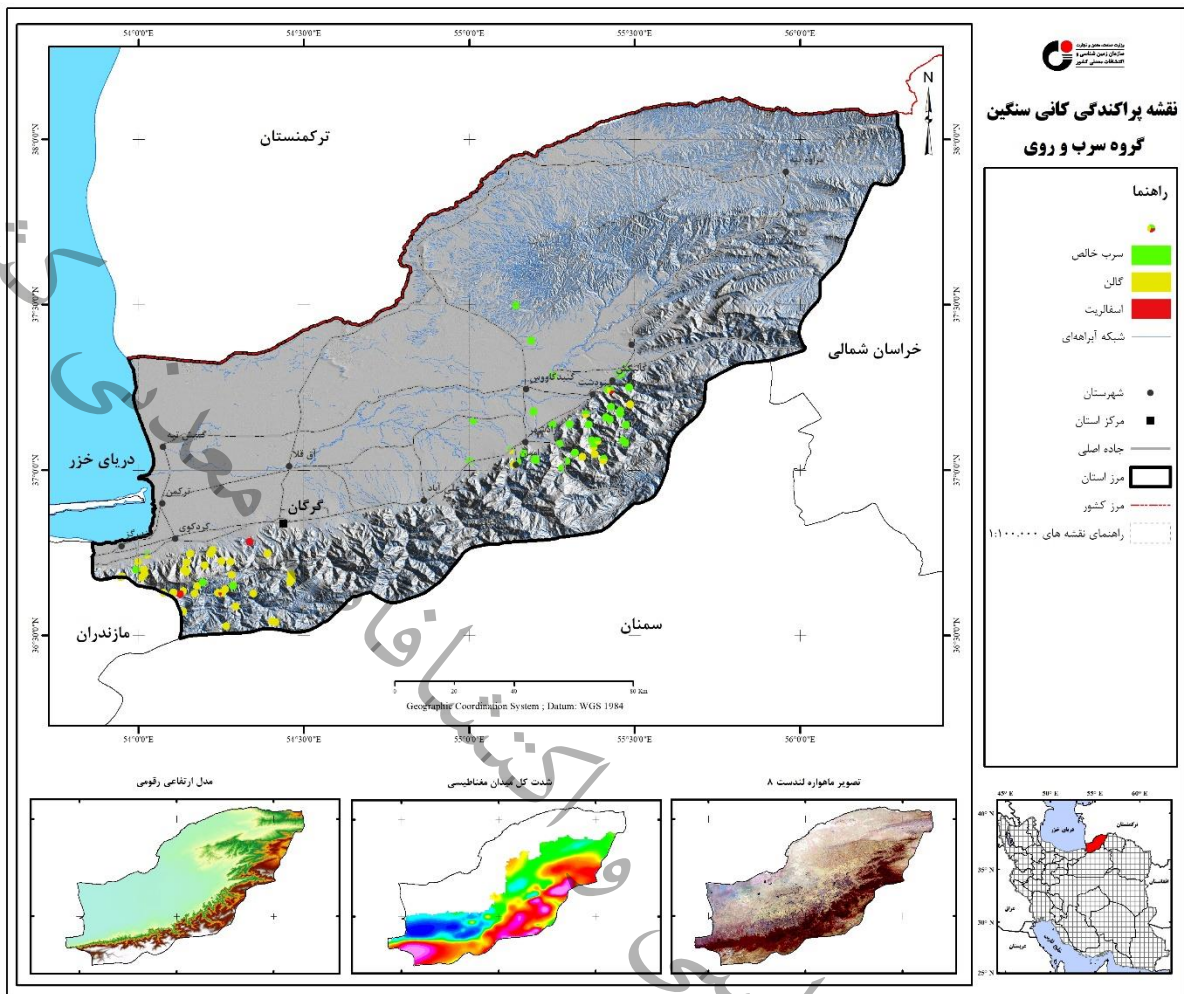
با استفاده از این منطق اکتشافی در هر برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ علاوه بر نمونه‌های ژئوشیمی طراحی شده در منطقه تعدادی نمونه کانی سنگین نیز برداشت و پس از نمونه برداری و طی مراحل آماده سازی به آزمایشگاه مطالعات کانی سنگین ارسال می‌گردد. نتایج کیفی مطالعات میکروسکوپی نمونه‌های کانی سنگین با استفاده از فرمول خاصی و با استفاده از داده‌های موجود تبدیل به گرم در تن شده و جهت محاسبات آماده شده است. در مجموع تعداد ۲۰۱ نمونه کانی سنگین از برگه‌های موجود در استان برداشت گردیده که نتیجه مطالعات به صورت نقشه‌های نمادین یا Symbole Map ترسیم شده است. شکل ۵-۲۵ الی ۵-۲۷ نقشه پراکندگی گروه‌های کانی‌های سنگین مختلف را در استان گلستان نمایش می‌دهد.



شکل ۵-۲۵- نقشه پراکندگی کانی سنگین گروه مس



شکل ۵-۲۶- نقشه پراکندگی کانی سنگین گروه اکسید آهن



شکل ۵-۲۷- نقشه پراکندگی کانی سنگین گروه سرب و روی

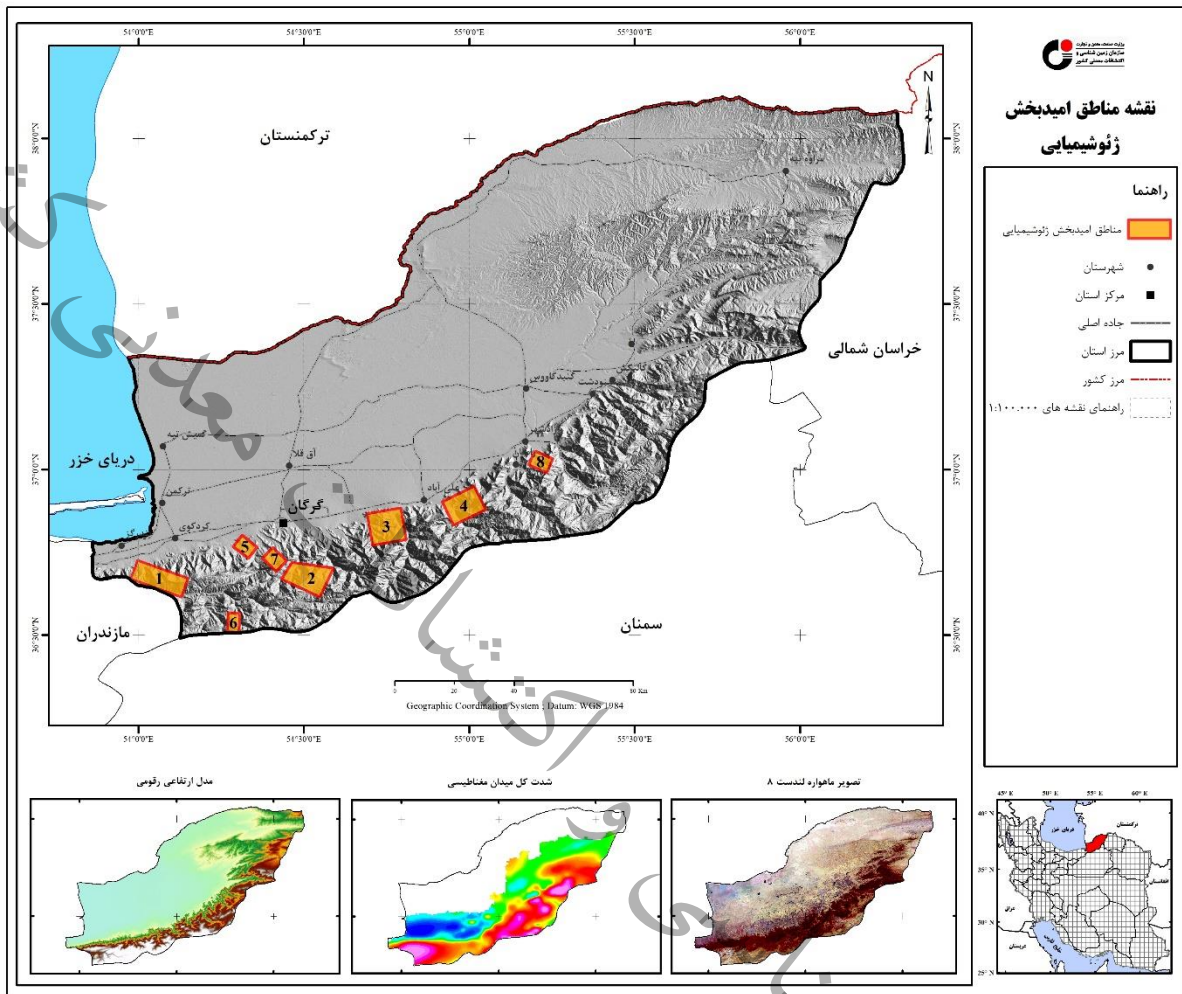
۹-۵- معرفی مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی

در نهایت با استناد به اطلاعات فوق و استفاده از نقشه های خروجی مناطق آنومال و بر پایه مطالعات کانی سنگین موجود، محدوده های امیدبخش ژئوشیمیایی معرفی می گردند.

در جدول ۵-۶، عناصر و کانی های سنگین هریک از این مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی آورده شده است. شکل ۵-۲۸ نیز موقعیت این محدوده های امیدبخش ژئوشیمیایی را در محدوده اکتشافی مورد مطالعه نشان می دهد.

جدول ۵-۶- عناصر و کانی های سنگین در مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی

No	Element	Heavy_Mineral
1	Fe, Bi, Co, Cr, Ni, Cu	6863_357H, 6863_359H, 6863_360H, 6863_361H, 6863_369H, 6863_371H, 6863_372H, 6863_373H, 6763_6H, 6763_7H, 6863_352H, 6863_226H, 6863_225H,
2	Au, Sn, Mo, Sb, W, Ni, Pb, Zn	6863_5H, 6863_18H, 6863_9H, 6863_21H, 6863_10H, 6863_23H
3	Sb, Mo, W, Ba, Co, Mn, Cu, Ni, Ba	
4	Mn, Cr, Zn, Mo, Zn	-
5	Pb, As, Sb	6863_406H, 6863_404H,
6	Mo, Ni, Hg	-
7	As, Hg, Mn	6863_42H, 6863_64H,
8	Pb, Sb, Ba,	7064_220H, 7064_219H, 7064_216H, 7064_269H, 7064_217H



شکل ۵-۲۸- نقشه مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور
معدنی

فصل هشتم

ژئوفزیک هوایی

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۶-۱- مقدمه

به کار گیری داده های ژئوفیزیکی در مطالعات اکتشاف اولیه پی سنگها و ساختارهای زمین شناسی جایگاه ویژه ای دارد. یکی از مزایای استفاده از روشهای ژئوفیزیکی، توانایی ثبت اطلاعات عمیق زمین نسبت به دیگر روشها می باشد که باعث کاربرد وسیع این روش ها شده است.

برداشت داده های ژئوفیزیک هوایی علاوه بر کاربردهای متعدد در علوم زمین، در اکتشاف ساختارها، بر آورد عمق پی سنگها، شناسایی مرز واحدها، مدل سازی توده ها، تشخیص گسل ها و زونهای خرد شده خصوصا گسل های پنهان نقش اساسی دارد.

کاربرد فناوری ژئوفیزیک هوایی شامل اکتشاف نفت و گاز (تشخیص ساختارهای مناسب میزبان این مواد همچون تاقدیس ها و تله های نفتی)، اکتشاف کانسارهای فلزی همچون طلا، مس و آهن، تهیه نقشه زمین شناسی اولیه (از راه تشخیص مرزهای زمین شناسی و تعیین ساختارها با دقت بالا)، کمک به تهیه نقشه پهنه بندی خطر برای مناطق مختلف، شناسایی و اکتشاف سفره های زیرزمینی آب (به صورت غیرمستقیم به کمک داده های الکترومغناطیس) اکتشاف کانسارهای با ارزش رادیواکتیو مانند اورانیم و توریم و بالاخره مطالعات زمین گرمایی و زیست محیطی اشاره کرد.

جهت تفسیر داده ها در این منطقه از داده های موجود با فاصله خطوط پرواز ۷/۵ کیلومتر استفاده شده است، که سبب تهیه نقشه های ژئوفیزیک هوایی به روش مغناطیس سنجی گردیده است. برداشت این داده ها در ارتفاع ثابت با استفاده از یک فروند هوایی با هدف شناخت ساختار زمین شناسی و عمق پی سنگ در سال ۱۹۷۷-۱۹۷۵ میلادی توسط شرکت ائروسرویس با همکاری سازمان زمین شناسی ایران اجرا گردید.

قابل ذکر است داده های مغناطیسی حاشیه دریای خزر در قسمتهای شمالی استان، شامل برگه های یک صد هزارم گمیشان، اینچه برون، داشلی برون، چت، نازلی و غزنین و قسمتهای شمالی برگه های یکصد هزارم سیدآباد، مراوه تپه و گوشه شمال غربی گنبد قابوس که در محدوده استان گلستان قرار می گیرند، برداشت نشده اند.

۶-۲- مراحل تفسیر داده های مغناطیس سنجی

داده های شدت کل میدان مغناطیسی هر یک از واحدهای لیتولوژی دارای یک پاسخ مغناطیسی خاص می باشند که به اختصار به هر یک از آنها پرداخته می شود.

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، شدت میدان کمی را از خود نشان می دهند (به استثنا بعضی از آنها در شرایط خاص که می توانند شدت میدان بالا نیز از خود نشان دهند).

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

آبرفت ها بعلت داشتن منشاءهای مختلف می توانند پاسخ های مغناطیسی متفاوتی از خود نشان دهند، که بسته به نوع سنگ منشاء 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 منشاء سنگ های آذرین فلسیک می توانند شدت میدان مغناطیسی کمی از خود نشان دهند در حالیکه ماسه سنگ های با منشاء سنگ های مافیک و الترامافیک بعلت وجود کانی های مغناطیسی در آنها، شدت میدان مغناطیسی بالاتری را نسبت به نوع قبل از خود نشان می دهند.

سنگ های دگرگونه به دلیل 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. به عنوان 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 زون های گسله و یا زون هایی که دارای خردشدگی هستند عموماً بدلیل 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 آنومالی های مغناطیسی خطی با شدت بالا از خود نشان می دهند.

دایک ها نیز که معمولاً آنومالی های خطی از خود نشان می دهند بسته به 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 می توان آنها را در نقشه های مغناطیسی بصورت آنومالی های کشیده و خطی مشاهده نمود.

۶-۲-۱- شدت کل میدان مغناطیسی

پس از برداشت و پردازش نهایی داده ها، اطلاعات حاصل در قالب نقشه های شدت کل میدان مغناطیسی ارائه می شود. نقشه شدت کل میدان مغناطیسی متأثر از کلیه آنومالی هایی است که در اعماق مختلف واقع شده و از تاثیرپذیری مغناطیسی متفاوتی نیز برخوردارند. همچنین متأثر از سنگهای با خاصیت مغناطیسی بالای پی سنگ نیز می باشد.

جهت تفسیر داده های مغناطیسی ابتدا نقشه شدت کل میدان مغناطیسی تهیه گردیده و سپس برای تعیین توده های مغناطیسی عمیق، توده های کم عمق، تعیین محدوده آنومالی ها، خطواره های مغناطیسی و ... فیلترهای مناسب بر روی آن اعمال می شود.

۶-۲-۲- روش برگردان به قطب

با استفاده از فیلتر برگردان به قطب، میدان مغناطیسی از یک عرض مغناطیسی که در آن بردار میدان زمین مایل و شیب دار است به قطب مغناطیس یعنی جایی که میدان القائی قائم می باشد، منتقل می گردد. زیرا اگر میدان زمین مایل باشد شکل بی هنجاری های مغناطیسی که بصورت القائی بوجود آمده اند نسبت به منبع بوجود آورنده نامتقارن شده و آنومالی های مثبت و منفی در کنار هم بوجود می آید، بطوریکه محل منبع آنومالی حدوداً در وسط قطب مثبت و منفی قرار می گیرد، ولی در صورتی که میدان القائی قائم باشد آنومالی به یک قطب مثبت بزرگ منطبق بر توده منبع تبدیل شده و قطب منفی خیلی جزئی شده و به حاشیه رانده می شود (Milligan & Gunn, 1997).

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

۶-۲-۳- روش مشتق قائم

یک اصل مهم که در روشهای پتانسیل (مغناطیس سنجی و گرانی سنجی) بر آنومالی های ژئوفیزیکی حاکم می باشد این است که ابعاد آنومالی (طول موج آن) متناسب با عمق منبع ایجاد کننده آن تغییر می کند یعنی هر چه عمق توده منشا بیشتر باشد آنومالی های حاصله در روی نقشه کشیده تر و پهن تر می شود (طول

موج آن افزایش می یابد (این مسئله باعث می شود آنومالی های مربوط به منشاء های عمیق آنومالی های سطحی را بپوشاند.

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

۶-۲-۴- روش سیگنال تحلیلی

یکی از روش های شناسایی مرز توده های مغناطیسی استفاده از یا آنالیتیک سیگنال است. در این روش از مشتقات افقی و عمودی استفاده می شود. روش سیگنال تحلیلی برای تعیین لبه های منابع مغناطیسی مفید است به خصوص در مناطقی که مغناطیس باقیمانده و یا مغناطیس عرض های پایین جغرافیایی تفسیر را پیچیده می کنند. سیگنال تحلیلی هر نقطه از منطقه با محاسبه مجذور مربعات مشتقات عمودی و افقی به دست می آید.

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

۶-۲-۵- روش ادامه فراسو

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

۶-۳- تفسیر کیفی و بررسی بی هنجاریهای مغناطیسی

با توجه به نقشه شدت کل میدان مغناطیسی استان گلستان (شکل ۶-۱) بیشترین شدت میدان ۳۹۷۶۰ نانوتسلا و کمترین مقدار آن ۳۹۳۷۲ نانوتسلا می باشد. روند عمومی بی هنجاریها جنوب غرب - شمال شرق



است، به جز قسمت‌های غربی استان که روند بی‌هنجاری در آن شرقی-غربی است. بطور کلی با برگردان به قطب مغناطیسی داده‌های شدت کل، مشاهده می‌شود که بی‌هنجاری‌ها مختصری به سمت شمال جابجا شده و اثر قطب منفی بی‌هنجاری‌ها تا حدود زیادی از بین رفته است (شکل ۶-۲).
در مجموع ۱۳ بی‌هنجاری با شدت متوسط و بالا در نقشه برگردان به قطب مغناطیسی قابل شناسایی می‌باشد که در شکل (۶-۲) شماره‌گذاری شده‌اند.

۱-۳-۶- بی‌هنجاری شماره ۱

بی‌هنجاری شماره ۱ با روند عمومی شرقی-غربی در قسمت‌های غربی استان، در بخش‌های مرکزی برگه یکصد هزارم گرگان واقع گردیده است. بیشترین میزان شدت میدان مغناطیسی استان در این منطقه گزارش شده است، این بی‌هنجاری بر واحدهای شیستهای گرگان که حاوی متادیا باز می‌باشد در مناطق مرکزی و واحدهای آندزیت بازالتی در قسمت‌های غربی و واحدهای شیل خاکستری تیره و دیاباز در حاشیه جنوبی بی‌هنجاری منطبق گردیده‌اند. برونزدهای محدودی از سنگ‌های متاگابرو در حاشیه شرقی و متامونزودیوریت در حاشیه غربی بی‌هنجاری حکایت از مدفون بودن احتمالی توده‌های نفوذی در زیر رسوبات منطقه دارد. خطواره‌های مغناطیسی شرقی-غربی در شمال و جنوب غربی-شمال شرقی در جنوب بی‌هنجاری را محصور کرده‌اند.

این بی‌هنجاری در نقشه مشتق قائم (شکل ۶-۳) شدت بالایی نشان داده است، حضور توالی مثبت و منفی در قسمت‌های جنوب غربی بی‌هنجاری حاکی از عمق کمتر واحدهای مغناطیسی است. از طرفی حضور پررنگ بی‌هنجاری در نقشه ادامه فراسو (شکل ۶-۴) حاکی از عمیق بودن ریشه بی‌هنجاری می‌باشد.

۲-۳-۶- بی‌هنجاری شماره ۲

این بی‌هنجاری با شدت متوسط با کشیدگی در امتداد شرقی-غربی، در قسمت‌های مرکزی برگه یکصد هزارم علی‌آباد واقع گردیده است. در محدوده این بی‌هنجاری رخنمون‌هایی از واحدهای آندزیت بازالتی سازند سلطان میدان که به صورت لایه لایه با واحدهای رسوبی سازند خوش ییلاق همجوار شده، گزارش شده است، این واحدها می‌توانند منشا این بی‌هنجاری بوده باشد. خطواره‌های شرقی غربی در این منطقه با خطواره‌های شمال شرقی-جنوب غربی تلاقی پیدا کرده است. حضور بی‌هنجاری در نقشه‌های مشتق قائم (شکل ۶-۳) و ادامه فراسو (شکل ۶-۴) حاکی از امتداد این بی‌هنجاری از سطح تا عمق می‌باشد.

قابل ذکر است در شمال این بی هنجاری در نوار ساحلی دریای خزر دو بی هنجاری با شدت متوسط تا پایین در میان رسوبات عهد حاضر دیده می شود که اغلب بر مناطق مسکونی منطقه منطبق می باشند.

۳-۳-۶- بی هنجاری شماره ۳

بی هنجاری شماره ۳ با شدت متوسط تا بالا در گوشه شمال غربی برکه یکصد هزارم رامیان و شرق برکه یکصد هزارم علی آباد واقع گردیده است. واحدهای آندزیت بازالتی سازند سلطان میدان در این منطقه نیز رخنمون دارند لذا می توانند منشا ایجاد این بی هنجاری باشند. این بی هنجاری با خطواره شمال غرب-جنوب شرق به دونیم تقسیم شده است. اثر این بی هنجاری در نقشه مشتق قائم (شکل ۳-۶) مشهود است. اما در نقشه ادامه فراسو (شکل ۴-۶) اثر بی هنجاری محو شده است، لذا به نظر می رسد منشا این بی هنجاری به صورت عدسی در نزدیک سطح زمین قرار گرفته است.

۴-۳-۶- بی هنجاری شماره ۴

مجموعه بی هنجاری شماره ۴ با شدت بالا در قسمتهای مرکزی استان، مناطق شمالی برکه یکصد هزارم رامیان و مناطق جنوبی برکه یکصد هزارم گنبد قابوس در امتداد شمال شرق-جنوب غرب گسترده شده است. این بی هنجاری شامل ۷ قله (پیک) مغناطیسی است که خطواره مغناطیسی در امتداد شمال شرق-جنوب غرب قسمتهای شمالی آن را از قسمتهای جنوبی جدا کرده است. خطواره های متعدد با امتداد شمال-جنوب و شمال غرب-جنوب شرقی با این خطواره تقاطع پیدا کرده اند. بر روی قله های بی هنجاری در مناطق جنوبی واحدهای آتشفشانی و آذرآواری آندزیت و بازالت پورفیری و توف رخنمون یافته اند، که به نوعی شدت بالای مغناطیسی را می توان به آن ها نسبت داد. بر روی قله های بی هنجاری در مناطق شرقی هم واحدهای آتشفشانی آندزیت و آندزیت بازالتی قرمز تا سیاه تیره رخنمون دارند که شدت بالای بی هنجاری را توجیه می کنند. اما در قسمتهای میانی دو قله مغناطیسی قابل مشاهده است که بر رسوبات عهد حاضر منطبق گردیده است که می تواند حاکی از مدفون بودن منشا بی هنجاری در زیر این رسوبات باشد.

بررسی نقشه مشتق اول قائم (شکل ۳-۶) و توالی مثبت و منفی در مناطق شرقی و جنوبی این مجموعه بی هنجاری موید کم عمق بودن آن در این مناطق است. در نقشه ادامه فراسو (شکل ۴-۶) شاهد کم رنگ شدن اثر بی هنجاری در مناطق شرقی و بالا رفتن شدت بی هنجاری در مناطق مرکزی و جنوبی مجموعه بی هنجاری شماره ۴ هستیم، که نشانگر ادامه دار نبودن ریشه بی هنجاری در مناطق شرقی و عمیق بودن آن در مناطق مرکزی و جنوبی مجموعه بی هنجاری می باشد.



۶-۳-۵-بی هنجاری شماره ۵

بی هنجاری ۵ با روند شمال شرق- جنوب غرب با شدت بالای مغناطیسی در شمال غربی برکه یکصد هزارم دوزین واقع گردیده است. این بی هنجاری در نقشه زمین شناسی بر سنگ آهکهای ضخیم چرتی منطبق شده است. با توجه به اینکه سنگ آهک به لحاظ مغناطیسی نمی تواند ایجاد کننده این بی هنجاری باشد، لذا منشأ بی هنجاری زیر این سنگها مدفون است. دو قله مغناطیسی این بی هنجاری با خطواره مغناطیسی شمال غربی- جنوب شرقی از یکدیگر جدا شده اند.

این بی هنجاری در نقشه مشتق قائم (شکل ۶-۳) بصورت توالی مثبت و منفی ظاهر شده است، که نشان می دهد عمق این بی هنجاری خیلی زیاد نیست، از طرفی اثر این بی هنجاری در نقشه ادامه فراسو (شکل ۶-۴) نسبت به نقشه برگردان به قطب کم رنگ تر شده است، که حکایت از عمق نه چندان زیاد ریشه بی هنجاریست. لذا به نظر می رسد منشأ بی هنجاری به صورت عدسی زیر واحدهای سطحی قرار گرفته است. قابل ذکر است از آنجائیکه ذخایر اسکارن اغلب در منطقه تماس بین بدنه ماگمای گرانیتی با سنگهای رسوبی کربناته تشکیل می شوند، از طرفی بررسی نقشه مشتق اول قائم حکایت از عمق کم منشأ بی هنجاری مغناطیسی دارد، این منطقه به لحاظ اکتشافی اهمیت پیدا می کند.

۶-۳-۶-بی هنجاری شماره ۶

این بی هنجاری مدور با شدت میدان مغناطیسی متوسط در جنوب برکه یکصد هزارم مراوه تپه و شمال برکه یک صد هزارم دوزین قرار گرفته است. به نظر می رسد منشأ این بی هنجاری هم زیر واحدهای رسوبی عهد حاضر پنهان باشد. خطواره های متعدد با امتداد شمال- جنوب این بی هنجاری را تحت تاثیر خود قرار داده اند. اثر این بی هنجاری در نقشه مشتق اول قائم (شکل ۶-۳) حکایت از سطحی نبودن آن و حفظ حضور بی هنجاری در نقشه ادامه فراسو (شکل ۶-۴) بیانگر اینست که منشأ بی هنجاری تا عمق ادامه یافته است.

۶-۴- روش تیلت- عمق (Tilt-Depth)

یک روش ساده برای تخمین عمق منابع مغناطیسی (با فرض یک مدل کنتاکت قائم) روش تیلت- عمق می باشد که با استفاده از کنتورهای نقشه زاویه تیلت مغناطیسی امکان پذیر می باشد. زاویه تیلت مغناطیسی مشتق نرمال شده بر اساس نسبت مشتقات عمودی و افقی از شدت میدان مغناطیسی برگردان به قطب شده می باشد. از آنجایی که این روش یک درک مستقیم از منابع مغناطیسی در عمق را ارائه می دهد، روش تیلت- عمق نامیده می شود (Salem et al, 200).

در ساده ترین حالت، روش مذکور فرض می کند که ساختار منبع مغناطیسی یک کنتاکت عمودی بوده و هیچ مغناطیس باقی مانده ای وجود ندارد و مغناطیس شدگی القائی بصورت قائم می باشد. اما وجود یک کنتاکت شیب دار، بکارگرفتن زاویه میل مغناطیسی نادرست در روش برگردان به قطب و یا وجود هرگونه مغناطیس باقی مانده سبب انحراف آنومالی از محل واقعی کنتاکت خواهد شد. روش تیلت- عمق، عمق را بطور مستقیم از مشتق مرتبه اول میدان مغناطیسی اندازه گیری شده تخمین می زند.

زاویه تیلت بصورت زیر بیان می شود:

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

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

$$h = \pm z_c$$

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

کنتور صفر در نقشه زاویه تیلت استان گلستان مطابق شکل (۶-۶)، 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 (شکل ۶-۸). ولی از آنجاییکه داده های مورد استفاده در استان گلستان به دلیل ارتفاع و فاصله خطوط پرواز زیاد از دقت کافی برای مدلسازی و تفسیر کمی برخوردار نیستند، به لحاظ کیفی می تواند نشان دهنده تغییرات نسبی عمق توده ها در قسمتهای مختلف باشد (شکل ۶-۷).

قسمتهای شرقی و غربی استان و قسمتهای مرکزی بی هنجاری شماره ۴ که اغلب با واحدهای رسوبی پوشیده شده اند، عمیقتر هستند.

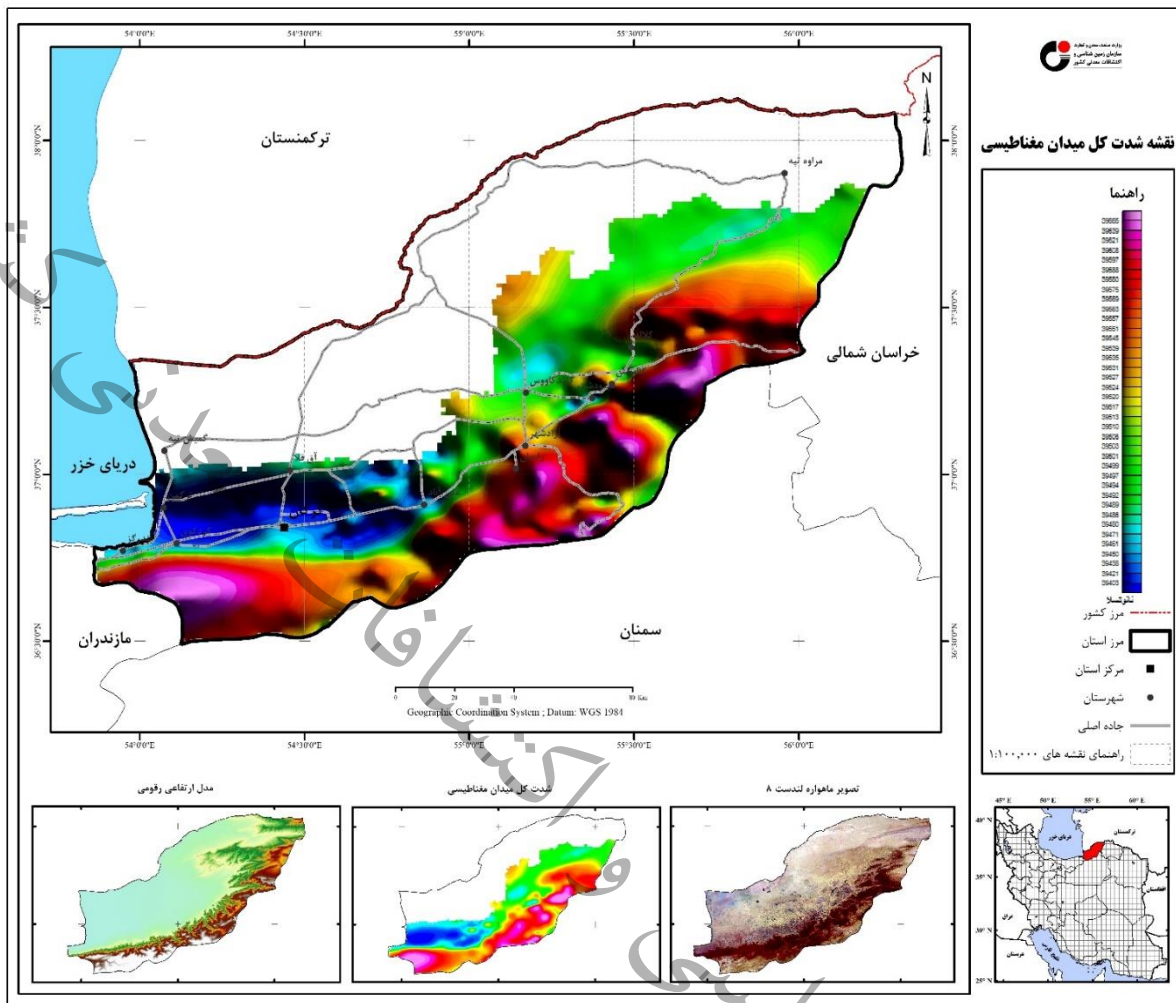


۶-۵- بررسی خطواره‌های مغناطیسی منطقه

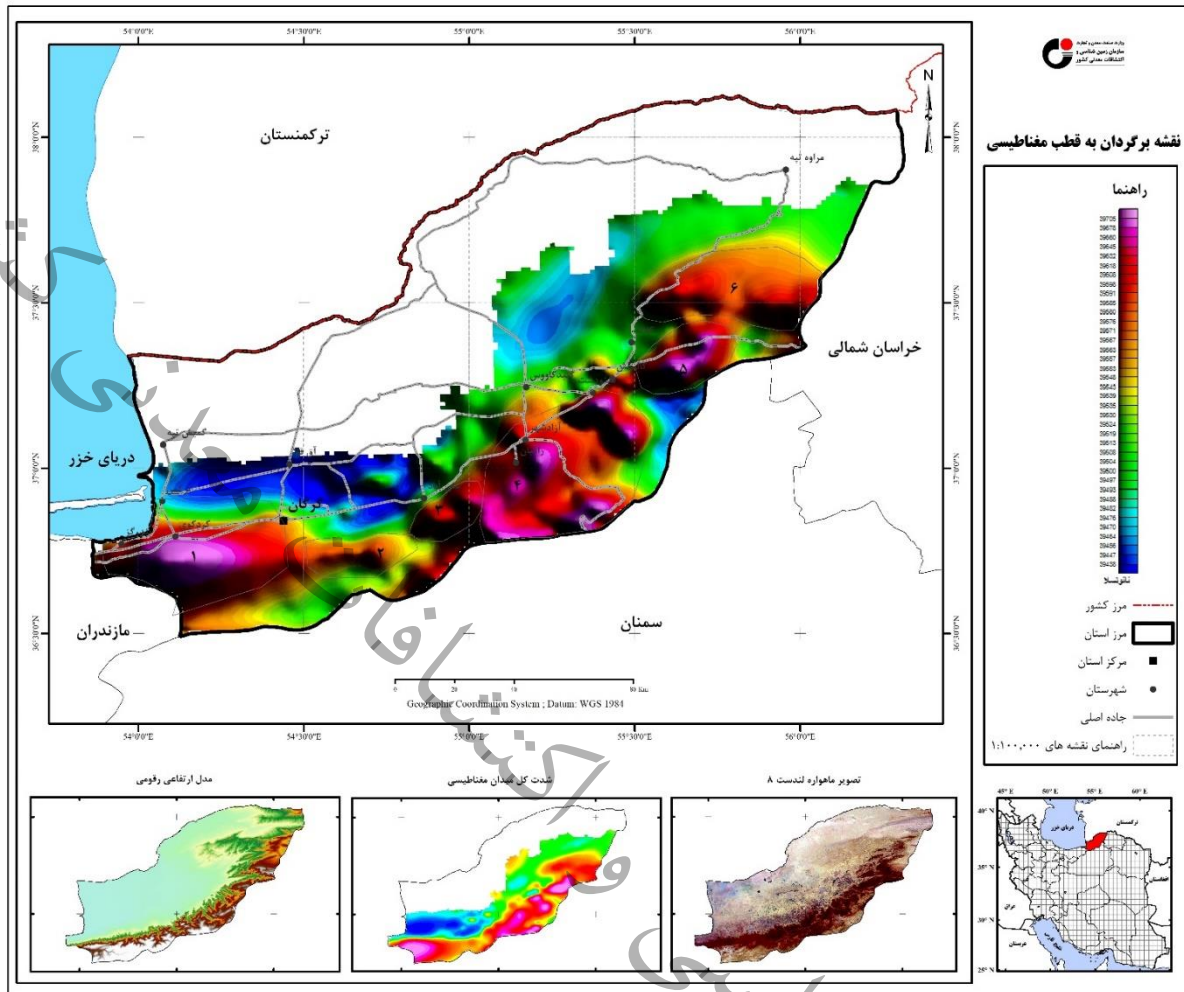
از آنجایی که تکتونیک نقش اساسی در کانی سازی ایفا می نماید، لذا شناسایی گسل‌های منطقه به ویژه گسل‌های پنهان از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. ساختارهای مذکور به لحاظ بالا آمدن توده نفوذی و سیالات کانی‌ساز و معدنی در امتداد ساختارها حائز اهمیت می‌باشند. برای تعیین خطواره‌های مغناطیسی (شکل ۶-۹) عمدتاً از نقشه‌های برگردان به قطب شدت میدان مغناطیسی و مشتق قائم و تصحیح آن‌ها با فیلتر زاویه تیلت استفاده شده است. با توجه به نقشه ساختاری، خطواره‌های بزرگ و اصلی منطقه عمدتاً در جهت شمال غرب-جنوب شرق و شرقی-غربی و در امتداد ساختارهای زمین‌شناسی می‌باشد که توسط خطواره‌های فرعی و کوچک با امتداد شمال شرق-جنوب غرب و شمالی-جنوبی قطع شده‌اند.

۶-۶- نتیجه‌گیری

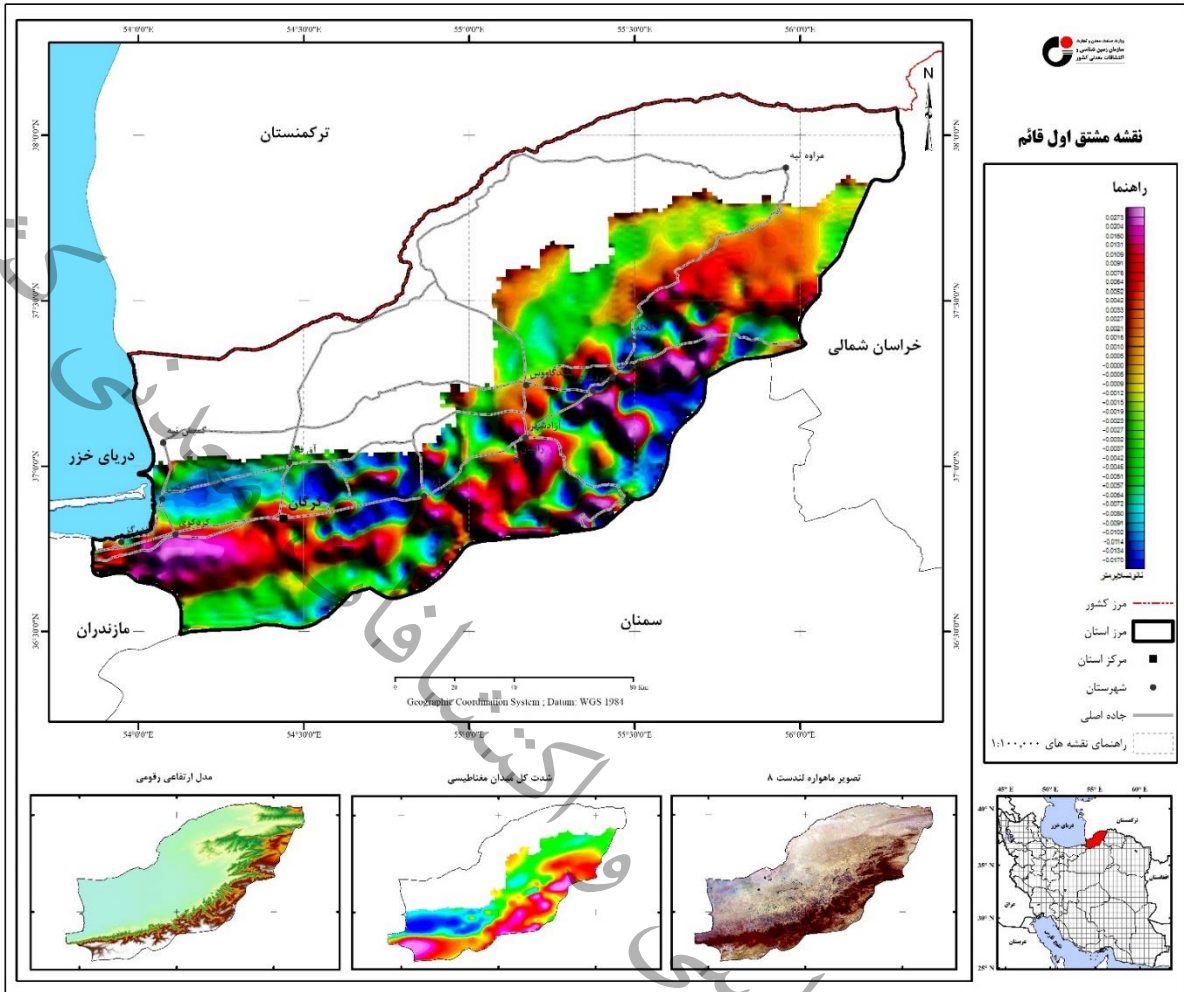
شناسایی توده‌های نفوذی بویژه توده‌های مدفون و نیز خطواره‌های پنهان مغناطیسی که فقط از طریق روش‌های ژئوفیزیکی امکان پذیر می‌باشد، از اهمیت بالایی برخوردار بوده و به عنوان یک لایه کلیدی برای تلفیق با سایر لایه‌های زمین‌شناسی جهت اکتشاف مناطق پرتانسیل معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا لایه‌های مذکور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



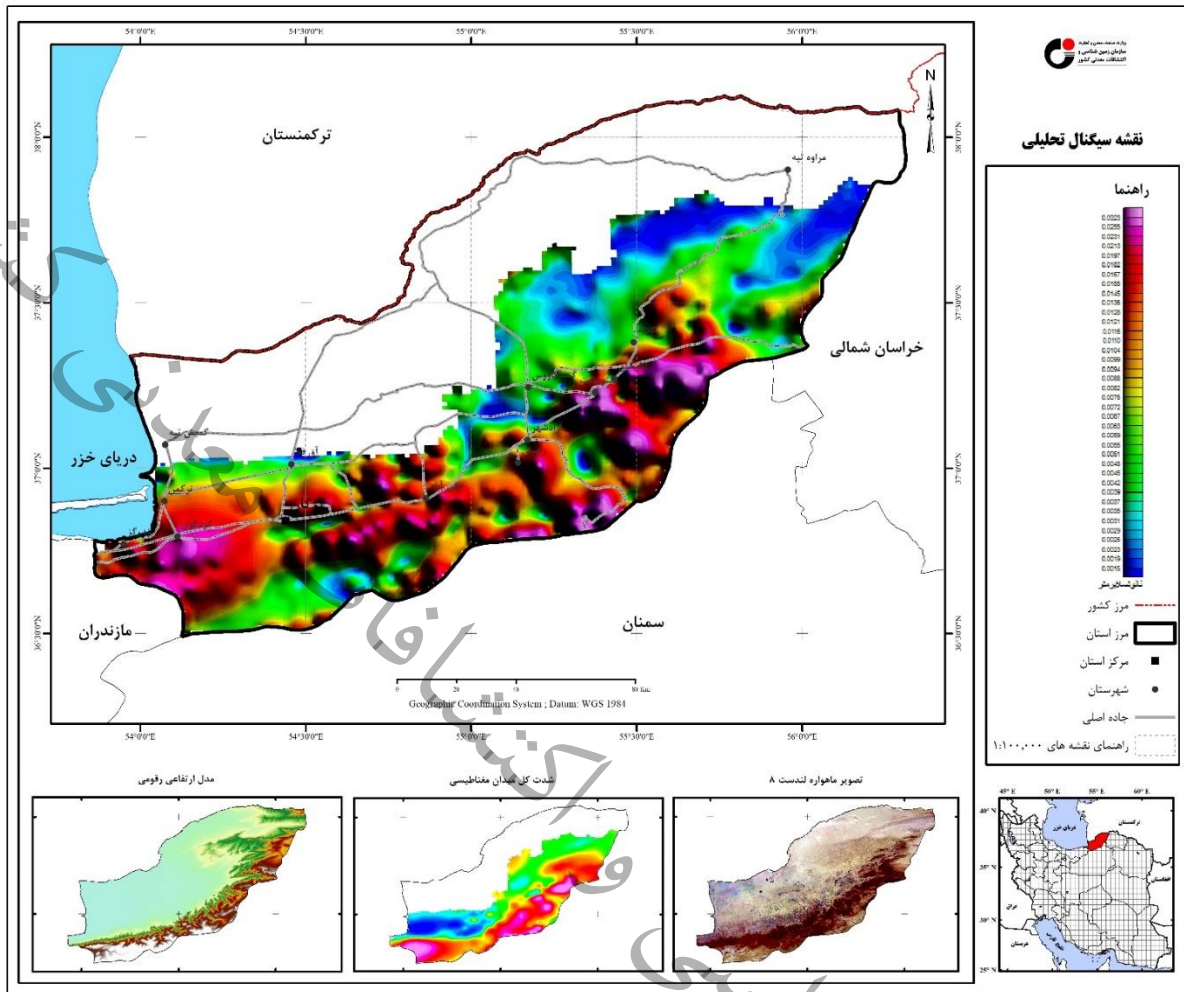
شکل ۶-۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی



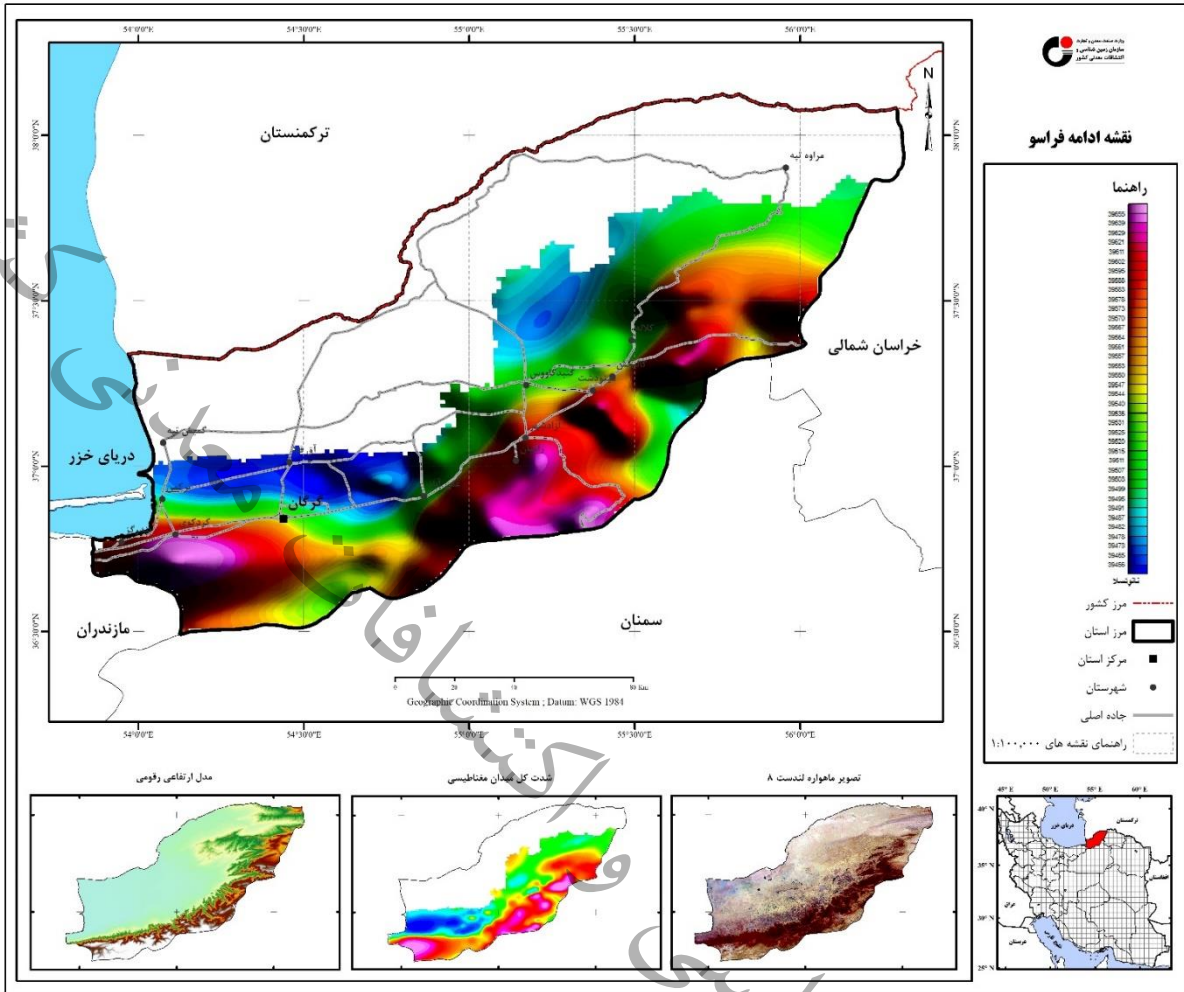
شکل ۶-۲- نقشه برگردان به قطب مغناطیسی



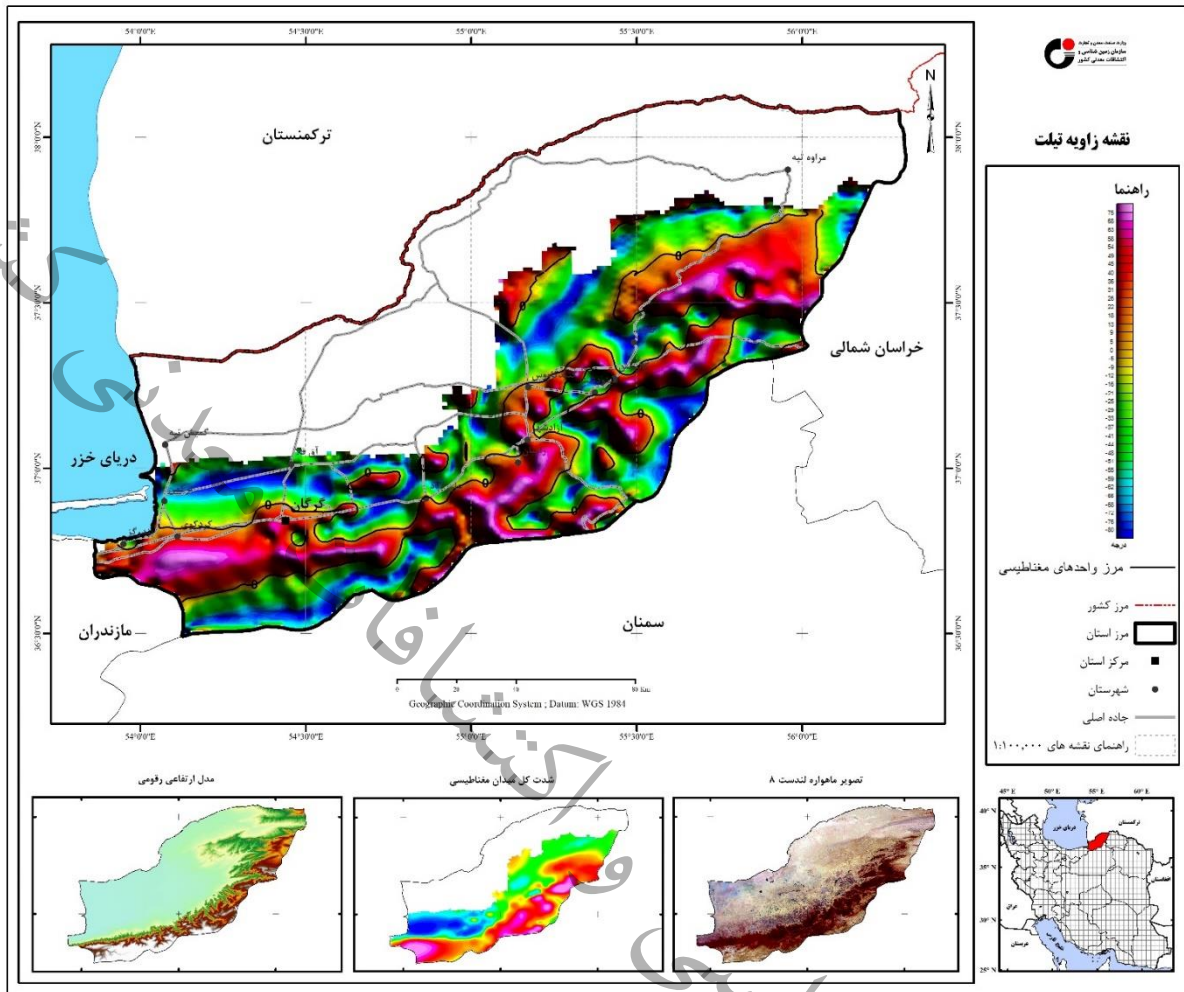
شکل ۶-۳- نقشه مشتق اول قائم



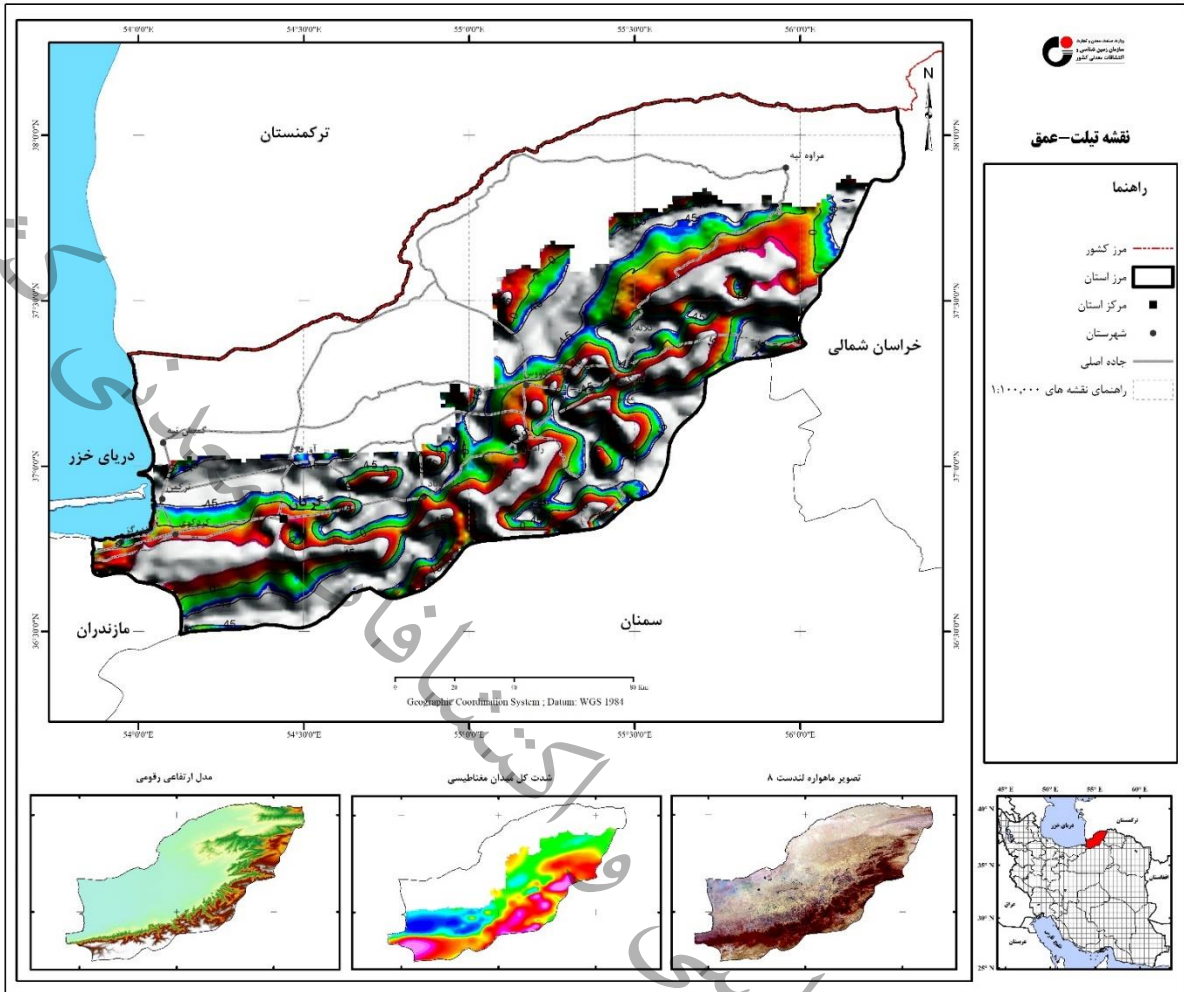
شکل ۶-۴- نقشه سیگنال تحلیلی



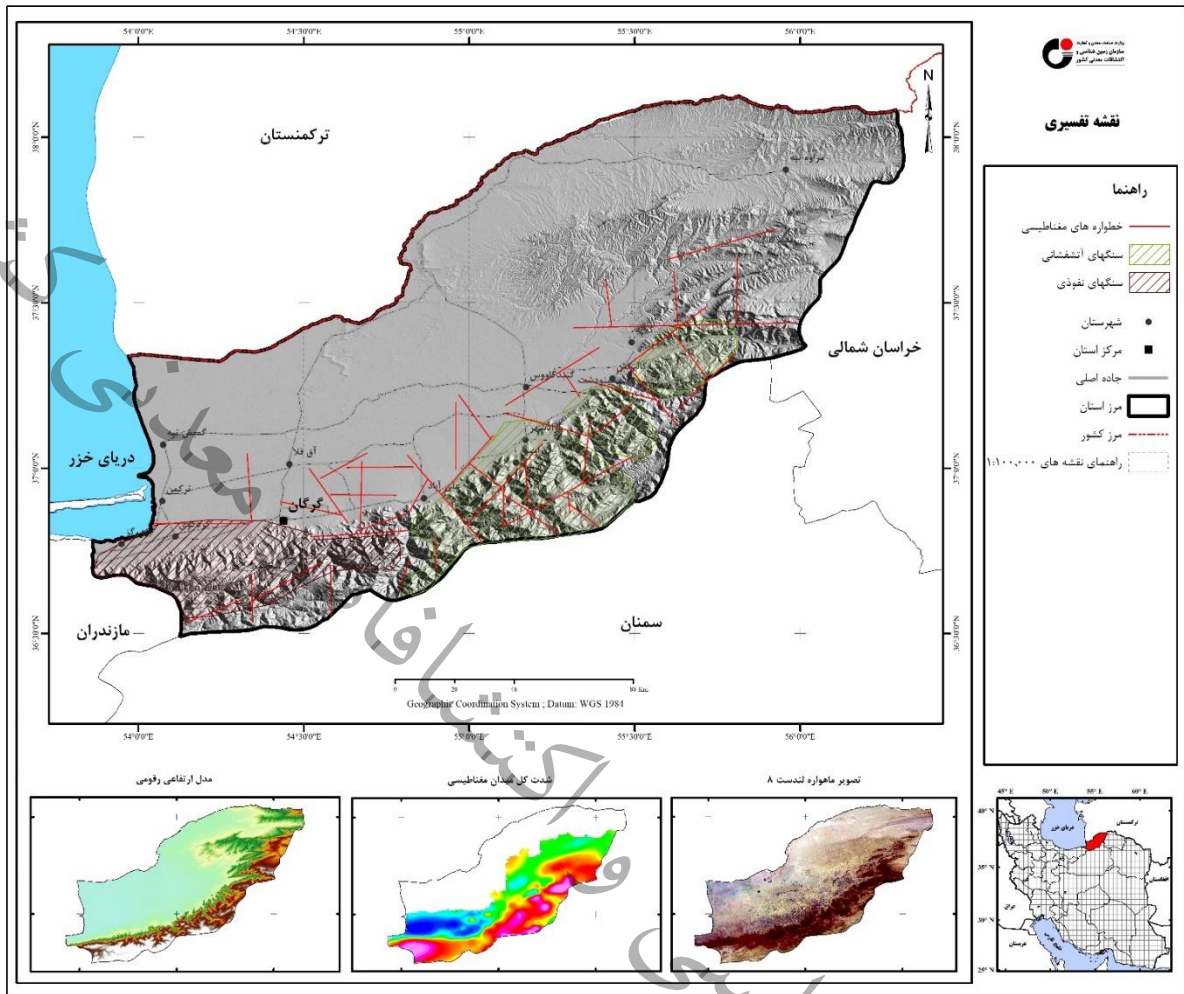
شکل ۶-۵- نقشه ادامه فراسو (۳۰۰۰ متر)



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



شکل ۶-۷-نقشه زاویه تیلت و عمق توده های مغناطیسی



شکل ۶-۸- نقشه تفسیری مغناطیس سنجی هواپرد

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

کشور

معدنی

فصل، منقسم

نتیجہ گیری

سازمان زمین و معر فی مناطق امید بخش

سازمان زمین و معر فی مناطق امید بخش

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



۷-۱- نتیجه‌گیری و معرفی مناطق امیدبخش

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

با توجه به وجود لایه‌های مختلف اطلاعاتی در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و جهت شناخت بهتر توانمندی معدنی ایران زمین، از سال ۱۳۹۵ این سازمان مبادرت به تهیه اطلس ملی نقشه‌های پوششی پتانسیل مواد معدنی یکپارچه کل کشور با استفاده از داده‌های زمین‌شناسی و اکتشافی در مقیاس یکصد هزارم نموده است. این نقشه‌ها براساس تیپ‌های کانساری و با روش تلفیق و مدلسازی در سامانه اطلاعات مکانی و بکارگیری نقشه‌های زمین‌شناسی و داده‌های ژئوشیمیایی در مقیاس یکصد هزارم، داده‌های سنجنده‌های OLI ETM، ماهواره لندست و نیز داده‌های ASTER ماهواره Terra، داده‌های ژئوفیزیک هوایی با فواصل پروازی مختلف، نقشه‌های ژئودینامیکی و متالوژنی ایران و اطلاعات معدنی موجود، تولید شده و در قالب اطلس ملی پتانسیل مواد معدنی ایران ارائه گردیده است. این داده‌ها پس از اعتبار سنجی آماری با توجه به مدل متالوژنی کشور برای تیپ‌های مختلف کانساری در محیط GIS تلفیق و مدلسازی شده‌اند (اطلس ملی نقشه‌های پتانسیل معدنی ایران، ۱۳۹۶).

از دیدگاه زمین‌شناسی ساختمانی این استان در دو پهنه زمین‌ساختی متفاوت قرار گرفته است. بخش شمال استان، پاره‌ای از صفحه توران و بخش جنوبی جزئی از صفحه ایران است. عمده مساحت استان گلستان بر روی زون‌های ساختاری کپه داغ، البرز مرکزی و فروافتادگی کواترنری واقع گردیده‌اند، البته بخش‌های کوچکتری در زون ساختاری البرز شرقی و زیر زون خزر- تالش- زیوه قرار گرفته است.

به دلیل پوشیده شدن بخش عمده استان گلستان از جنگل‌ها و مناطق حفاظت شده محیط زیست، اطلاعات پایه‌ای زمین‌شناسی، متالوژنی و اکتشافی در این استان دقیق و کامل نمی‌باشد. بنابراین برای دست‌یابی و اکتشاف کانه‌زایی‌های موجود نیاز به داده‌های مختلف دورسنجی، زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوایی با دقت بالا با روش‌های اکتشافی جدیدتر می‌باشد.

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

فہرست منابع

کشور

معدنی

کشفیات

و
شناسی

سازمان زمین

سازمان زمین

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



منابع فارسی

۱. آقاباتی، س. ع ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲. آقاباتی، ع.، ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی کشور
۳. دکتر سید علی آقاباتی، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی
۴. انارکی، طاهره، پایان نامه کارشناسی ارشد، پتروگرافی، سنگ شناسی، ژئوشیمی و محیط دیرینه معادن زغال سنگ قشلاق، البرز شرقی، دانشکده علوم، دانشگاه دامغان، وزارت علوم تحقیقات و فناوری، بهمن ماه ۱۳۹۱
۵. بربریان، مانوئل؛ منوچهر قریشی، بهرام ارژنگ روش و مهاجر اشجعی، ۱۳۷۱، بررسی ژرف نو زمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمین لرزه-گسلش در گستره تهران و پیرامون، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۶. بربریان، م.، ۱۳۷۴، نخستین کاتالوگ زلزله و پدیده های طبیعی ایران زمین، جلد نخست: خطرهای طبیعی پیش از سده بیستم، شرکت انتشارات احیا کتاب
۷. حسنی پاک، علی اصغر، ۱۳۸۷، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران
۸. خدایی انارکی، پرویز، پایان نامه کارشناسی ارشد، ارزیابی روشهای گاززدایی متان در معدن زغال سنگ رضی، دانشکده مهندسی معدن، دانشگاه آزاد اسلامی، بهمن ماه ۱۳۹۴
۹. خواجه، منصور و رحمتی، منصور و اسماعیلی، نادعلی، ۱۳۸۵، اکتشاف ماده معدنی ید در شورابه سازندهای آپ شرون، آگچاگیل و چلکن در شمال گرگان، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، تهران
۱۰. سهندی، محمدرضا و همکاران، ۲۰۱۴، نقشه زونهای ساختاری-زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۱۱. سهندی، ر. نقشه زمین شناسی ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ایران، ۱۳۹۱، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.
۱۲. شهاب پور، ج.، ۱۳۸۰، زمین شناسی اقتصادی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان
۱۳. فرامرزی، ر.، شمعیان، غ.، شفیعی، ب.، ۱۳۹۱. کانی شناسی، زمین شیمی و خاستگاه نهشته بوکسیت قشلاق، جنوب شرق گرگان. زمین شناسی اقتصادی.
۱۴. قربانی، م.، تاجبخش، پ و خویی، ن.، ۱۳۷۹، کانسارهای سرب و روی در ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران.
۱۵. قربانی، م.، ۱۳۸۱، دیباچه ای بر زمین شناسی اقتصادی ایران، گزارش شماره ۲، پایگاه ملی داده های علوم زمین.
۱۶. قربانی، م.، ۱۳۸۱، دیباچه ای بر زمین شناسی اقتصادی ایران
۱۷. کریم پور، محمد حسن و دیگران، ۱۳۸۴. اکتشاف ذخایر معدنی مدل های زمین شناسی، ژئوشیمی، ماهواره ای و ژئوفیزیکی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۸. محمودی، خیزران، پایان نامه کارشناسی ارشد، بررسی تاثیر ماسرال های زغال سنگ در فرآیند فلوتاسیون زغال های مختلف منطقه البرز شرقی، دانشکده مهندسی معدن، نفت ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود، تیرماه ۱۳۹۰
۱۹. نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵، دیباچه ای بر زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی، ۱۰۹ صفحه.
۲۰. نوروزی، علی، پایان نامه کارشناسی ارشد، رخساره های رسوبی و شرایط تکتونیکی در نهشته های زغال دار تخت مینودشت واقع در البرز شرقی، دانشکده علوم پایه، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، تابستان ۱۳۹۳
۲۱. نقشه های زمین شناسی ۱/۲۵۰,۰۰۰ مرتبط با استان گلستان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲۲. نقشه های زمین شناسی ۱/۱۰۰,۰۰۰ چاپ شده در محدوده استان گلستان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۲۳. نقشه های زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰، ساری، گرگان، گنبدکاووس، چشمه یلچه، میامی، مراوه تپه و بیگ پولاد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۴. نقشه های زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ دامغان، بهشهر، گرگان، علی آباد، رامیان، ری آباد، گمیشان، اینچه برون، گنبد قابوس، دوزین، رباط قره بیل، داشلی برون، چات، مراوه تپه، سیدآباد، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۵. نقشه راه علوم زمین و معدن استان گلستان، ۱۳۹۴، پایگاه ملی داده های علوم زمین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۶. گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برکه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ بهشهر، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۰
۲۷. گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برکه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ گرگان، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۱
۲۸. گزارش پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در برکه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ علی آباد، سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۵
۲۹. گزارش نهایی پروژه شناسایی روی و فلورین در استان گیلان، مازندران، گلستان، ۱۳۸۸، سازمان زمین شناسی کشور، شرکت مهندسی مشاور کاوشگران، ج ۱
۳۰. طرح پی جویی و اکتشافات چکشی ماسه سنگ های گلوکونیت دار سازند آتامیر در استان گلستان، ۱۳۸۸، سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران، شرکت مهندسی مشاور زرآذین گستر، ج ۱
۳۱. گزارش نهایی پروژه شناسایی روی و فلورین در استان گیلان، مازندران، گلستان، ۱۳۸۸، سازمان زمین شناسی کشور، شرکت مهندسی مشاور کاوشگران، ج ۱
۳۲. طرح پی جویی و اکتشافات چکشی ماسه سنگ های گلوکونیت دار سازند آتامیر در استان گلستان، ۱۳۸۸، سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران، شرکت مهندسی مشاور زرآذین گستر، ج ۱



References

1. Berberian, M., 1983, Southern Caspian: A Compressional Depression Floored by a Trapped, Modified Oceanic Crust, *Can. J. Earth Sci.*, Vol 20, pp. 163-183
2. Gupta RP (1991) 'Remote sensing geology' (Springer- vergal : Berlin)
3. Milligan , P.R. & Gunn, P.J., 1997. Enhancement and presentation of airborne geophysical data. *AGSO journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2), 63-75.
4. Nazari, H. & Ritz, J. F., 2008- Neotectonic in central Alborz. *Geosciences* 17, 75-92.
5. 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
6. Stokline, J., 1974, Northern Iran: Alborz Mountainins. Mesozoic-Ceozoic Orogenic Belt, Data for rogenic Studies, *Geol. Soc. London*, sp. Pub. 4, pp 213- 234
7. van der Werff, H.; van der Meer, F. Sentinel-2 for Mapping Iron Absorption Feature Parameters. *Remote Sens.* 2015, 7, 12635-12653.
8. <https://gol.mimt.gov.ir/>
9. <https://nnt.sci.org.ir/>
10. <http://iranminehouse.ir/>

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور